

H. CHARLENT ET L. BOURCIER

LA PRATIQUE
DU
CHAUFFAGE CENTRAL
CHARBON . GAZ . MAZOUT



LIBRAIRIE GARNIER FRÈRES

par rapport au sol, ce qui restreint l'emploi des corps de chauffe très bas.

Les chauffages à eau chaude par fourneau de cuisine sont fréquemment combinés avec des services de distribution d'eau chaude qui présentent l'avantage sur les services combinés avec des chaudières de fonctionner en toutes saisons (à moins qu'on ne fasse en été la cuisine au gaz). Le service d'eau chaude exerce d'ailleurs une action régulatrice sur le fonctionnement d'été en ce sens qu'il absorbe pour l'utiliser la chaleur que le foyer transmet au bouilleur, même dans les appareils munis d'un foyer d'été efficace.

Avantage particulier. — Le fourneau de chauffage est un générateur pour lequel on est toujours assuré de trouver un emplacement et une cheminée.

CHAUFFAGE A EAU CHAUDE A CIRCULATION ACCÉLÉRÉE

Avantages. — Si, par un procédé quelconque, on réussit à augmenter la faible vitesse de circulation qui caractérise les thermosiphons, il devient possible de réduire les diamètres de tuyauteries, ce qui présente de nombreux avantages des différents points de vue suivants :

a) Economie et simplicité d'installation résultant des faibles diamètres faciles à poser, avec toutes commodités de parcours;

b) Economie d'exploitation, car les diamètres étant réduits les pertes par tuyauteries le sont également;

c) Souplesse de fonctionnement : les tuyauteries étant de faible diamètre, la capacité en eau de l'installation est diminuée. Les mises en régime sont plus rapides et la souplesse accrue;



d) Esthétique meilleure pour le chauffage d'appartement dans lesquels le thermosiphon ordinaire exigerait des diamètres énormes.

Inconvénients. — Les inconvénients généraux des systèmes à circulation accélérée sont :

Fréquemment, l'irrégularité de fonctionnement et la difficulté du réglage.

En tout cas, la complication, la sujétion à un mécanisme souvent délicat et une consommation accessoire de chaleur ou de force motrice.

Principes des différents systèmes. — Pour pouvoir réduire les diamètres il faut augmenter la force hydro-motrice, c'est-à-dire la pression ou charge naturelle. On peut y parvenir :

Par émulsion, c'est-à-dire en incorporant à l'eau de circulation un corps plus léger (de la vapeur, par exemple) qui, s'élevant rapidement dans la colonne de départ, entraînera l'eau;

Par pulsion, c'est-à-dire en injectant périodiquement dans le circuit de la vapeur ou de l'air dont la pression oblige l'eau à circuler plus rapidement;

Par pompe, c'est-à-dire en plaçant sur la tuyauterie principale de retour une pompe (centrifuge) qui, actionnée par l'électricité ou la vapeur, entraîne l'eau à une vitesse réglable.

Accélération par émulsion. — Pour les petites installations, on emprunte généralement la vapeur nécessaire pour l'émulsion de l'eau au générateur même d'eau chaude. Cela ne va naturellement pas sans une consommation supplémentaire de charbon. Il existe de multiples dispositifs plus ou moins ingénieux et plus ou moins efficaces dont le principe général con-



siste à retarder jusqu'à vaporisation, au voisinage d'une portion très chaude de la surface de chauffe de la chaudière, une fraction de l'eau à faire circuler. Un ajutage spécial injecte la vapeur produite à la base de la colonne montante principale.

L'augmentation de vitesse obtenue est généralement assez faible et tous ces systèmes ont un inconvénient capital : la vapeur que l'on injecte dans l'eau en élève peu à peu la température jusqu'au voisinage de 100 degrés et les deux principaux avantages du thermosiphon : basse température des corps de chauffe et facilité de réglage central sont perdus. Le fonctionnement est d'ailleurs souvent irrégulier.

Accélération par pulsion par la vapeur. — Il existe un grand nombre de dispositifs qui emprunte la vapeur nécessaire au générateur d'eau chaude et dans lesquels un système de cloches, de flotteurs, de clapets, provoque périodiquement l'action d'une certaine quantité de vapeur sur l'eau de la colonne de départ et la condensation de cette vapeur dans une capacité en communication avec la tuyauterie principale de retour, ce qui provoque un vide partiel qui aspire en quelque sorte périodiquement les retours.

Ces systèmes présentent généralement les mêmes inconvénients que le chauffage par émulsion. Leurs mécanismes sont souvent compliqués et délicats. Le réglage de la cadence des pulsions est difficile.

Certains constructeurs livrent des appareils de pulsion tout préparés qui, raccordés sur une installation, en accélèrent la circulation. « L'Automatic Speed generator » dans lequel les clapets sont remplacés par une colonne de mercure qui se déplace appartient à cette catégorie (fig. 118).

Pulsion par air comprimé. — La Société du chauffage central Moreau exploite un système qui présente



le grand mérite de conserver les avantages du thermosiphon en les augmentant en quelque sorte puisqu'il permet de faire circuler l'eau chaude quelle que soit sa température.

Son principe consiste dans la pulsion périodique de l'eau par de l'air comprimé emprunté en général à la distribution de la ville. Le mécanisme est assez simple. La Société du chauffage Moreau utilise les chaudières et radiateurs du commerce et des tuyauteries de très petits diamètres (la pression de l'air comprimé permet de grandes vitesses de circulation), en cuivre, qui se posent facilement, rapidement et sans dégâts.

Ce système nécessite la présence d'une distribution d'air comprimé, il est assujéti à une panne possible de cette distribution et entraîne une consommation d'air relativement onéreuse. Des applications assez nombreuses en ont été faites à Paris.

Accélération par pompe. — Ce système permet de faire circuler l'eau quelle que soit sa température et de régler à volonté la vitesse de circulation, ce qui donne une certaine souplesse à l'installation.

On utilise généralement une motopompe électrique centrifuge qu'on intercale sur la tuyauterie de distribution et qui refoule l'eau de retour dans la chaudière (fig. 119.)

Le système est assujéti à un groupe électro-mécanique, à une panne possible d'électricité et entraîne une consommation de force motrice.



FIG. 118.
Automatic
Speed Generator.



Pour parer aux pannes de pompe ou de moteur, on prévoit dans les installations importantes deux pompes et deux moteurs alimentés, autant que possible, par deux forces différentes (électricité et vapeur, électricité et gaz d'essence).

Applications. — L'emploi d'une pompe de circulation permet l'extension du chauffage à eau chaude à de grands bâtiments pour lesquels ce mode de

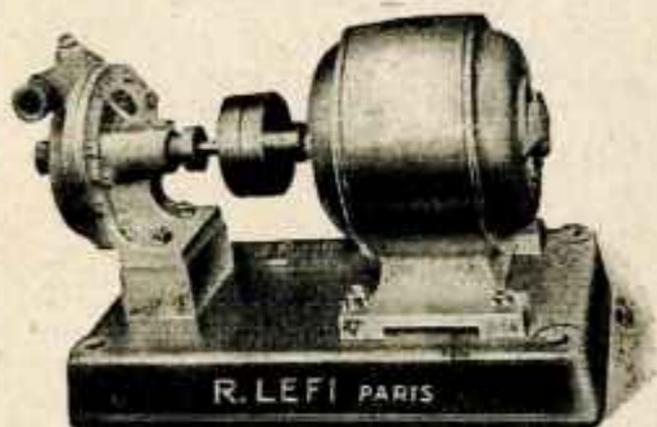


FIG. 119. — Pompe de circulation.

chauffage s'impose (écoles, hôpitaux, etc...) et dans lesquels le thermosiphon ordinaire serait impuissant à vaincre les pertes de charge résultant de la grande longueur des tuyauteries.

L'emploi d'une pompe permet de réduire les diamètres des installations de chauffage à eau chaude d'appartements, mais on rencontre dans ce genre d'applications, quelques difficultés qui résultent de la délicatesse des petits moteurs électriques, de vibrations bruyantes, et des nécessités d'entretien.

Les applications les plus intéressantes du chauffage



à eau chaude par pompe qui ont été réalisées sont sans doute le chauffage de groupes d'immeubles et le chauffage urbain.

Chauffage de groupes d'immeubles. — MM. Nessi frères et C^{ie} ont appliqué au chauffage de groupes d'immeubles parisiens leur système particulier dans lequel la pompe est mue par de la vapeur fournie par les chaudières de chauffage. La production de la vapeur utilisée comme force motrice n'entraîne qu'une légère augmentation de la consommation et le système fonctionne entièrement par ses propres moyens. Le rendement de ces chauffages de groupes est très supérieur au rendement d'installations isolées et tous les avantages du chauffage à eau chaude sont conservés.

Chauffage urbain système Van der Woude. — La première application de ce système a été faite dans un faubourg de la ville de Groningue (Hollande). Dans chaque immeuble, on a placé un réservoir à flotteur qui, recevant l'eau chaude de la centrale, alimente les radiateurs. L'eau refroidie retourne par gravité à des réservoirs collecteurs. Des pompes centrifuges puisent dans ces réservoirs et refoulent l'eau sous pression à travers les chaudières et dans la tuyauterie de distribution. Cette tuyauterie est établie en tubes d'acier soudés à l'autogène et calorifugée au feutre goudronné. Elle comporte naturellement des lyres de dilatation.

Des essais ont été faits avec des tuyaux en bois qui n'ont pas besoin de calorifuge et ne se dilatent pas.

La température de l'eau étant pratiquement constante dans tout le réseau, on mesure la consommation au moyen de simples compteurs d'eau placés sur les branchements d'alimentation.



Etablissements des chauffages à circulation forcée par pompe. — Il ne suffit pas d'installer une pompe sur un circuit de chauffage pour obtenir de bons résultats et la réalisation de telles installations nécessitent l'intervention d'un technicien. Deux points sont particulièrement délicats. D'abord éviter les courts-circuits qui, en raison de la forte pression régnant dans le système ont tendance à se produire dans les colonnes rapprochées de la pompe. Ce qui ne peut souvent être obtenu que par un calcul judicieux des tuyaux et l'intercalation de résistances appropriées. Reste ensuite à assurer une purge d'air régulière. On emploie généralement dans ce but un certain nombre de vases d'air munis de robinets de purge.

Enfin il faut disposer la pompe de telle façon que toute transmission de vibrations bruyantes aux canalisations soit interdite. Ce qu'on obtient généralement en plaçant la pompe sur des tampons spéciaux et en la raccordant aux tuyauteries par des manchons élastiques.

Emploi spécial des dispositifs d'accélération. — Lorsqu'une installation fonctionne mal parce que les tuyauteries sont insuffisantes, il peut être plus économique d'adjoindre un dispositif d'accélération que d'entreprendre la démolition du réseau de tuyauteries et son remplacement par un réseau normal.



CHAPITRE VII

CHAUFFAGE PAR LA VAPEUR A BASSE PRESSION

GÉNÉRALITÉS

Vaporisation de l'eau. Condensation de la vapeur d'eau. — Lorsque l'eau bout à l'air libre, la vapeur qui s'en dégage est à une température qui a été conventionnellement adoptée comme le degré 100 du thermomètre et la pression de cette vapeur est égale à la pression atmosphérique que la vapeur doit vaincre pour s'échapper du liquide. La pression atmosphérique moyenne normale est de 1.033 grammes par centimètre carré (ou 10 m. 33 d'eau ou 76 centimètres de mercure par centimètre carré).

La pression effective de la vapeur à 100 degrés, qui est la différence entre sa pression absolue et la pression atmosphérique, est donc nulle.

Si, par un procédé quelconque, on exerce sur l'eau une pression supérieure à la pression atmosphérique normale, l'ébullition se trouve retardée et ne se produit qu'à une température supérieure à 100 degrés. La pression absolue de la vapeur (toujours égale à la pression qui s'exerce sur l'eau) devient ainsi supérieure à la pression atmosphérique.

Pour vaporiser un litre d'eau à une certaine tempé-



rature, il faut lui fournir une première quantité de chaleur appelée chaleur d'échauffement, égale en calories à l'écart en degrés entre la température initiale de l'eau froide et la température de vaporisation, et, lorsque l'eau est arrivée à cette température, une seconde quantité de chaleur, ou chaleur latente de vaporisation, d'autant plus petite que la température de vaporisation est plus élevée.

CARACTÉRISTIQUES DE LA VAPEUR D'EAU

PRESSION ABSOLUE —	TEMPÉRATURE CENTIGRADE ET CHALEUR D'ÉCHAUFFEMENT à partir de 0° —	CHALEUR LATENTE de vaporisation (en calories) —
300 gr. : cm ²	68°7	557,50
600 —	85°5	547,80
1.033 —	100°	537,00
1.050 —	100°4	536,20
1.100 —	101°8	535,25
1.133 —	102°65	534,50
1.200 —	104°2	533,50
1.300 —	106°5	532,00
1.400 —	108°7	530,70
1.500 —	110°7	528,90
2 kg. : cm ²	119°6	522,50
3 —	132°8	513,20
6 —	157°9	495,00

C'est ainsi que pour obtenir de la vapeur d'eau à une pression effective de 100 grammes (c'est-à-dire à une pression absolue de $1.033 + 100 = 1.133$ gr.) en partant d'eau à 8 degrés, il faut fournir par litre d'eau (voir tableau ci-dessus, 6^e ligne) :

Chaleur d'échauffement : $102,65 - 8 \dots\dots\dots 94,65$
 Chaleur de vaporisation à 102,65 $\dots\dots\dots 534,50$
 Soit, par litre, une chaleur totale de (en calories) 629,15.



Lorsque la vapeur se refroidit, elle se condense en eau et restitue d'abord la chaleur latente de vaporisation, puis la chaleur d'échauffement si l'on refroidit l'eau de condensation.

C'est ainsi qu'un kilogramme de vapeur à 100 degrés qui se condense restitue environ 537 calories.

Principe du chauffage par la vapeur. — Le principe du chauffage à vapeur consiste à envoyer la vapeur produite par un générateur central dans des corps de chauffe où elle se condense en cédant à l'atmosphère des locaux sa chaleur latente de vaporisation. Un réseau de tuyauteries de retour ramène au générateur l'eau de condensation qui, vaporisée à nouveau, recommence le même cycle.

Définition du chauffage par la vapeur à basse pression. — Le chauffage par la vapeur à basse pression est caractérisé par le fait que la pression de la vapeur dans la chaudière ne dépasse jamais 500 grammes par centimètre carré (ou 5 mètres de hauteur d'eau par centimètre carré).

Avantages. — Les principaux avantages du chauffage par la vapeur à basse pression sont les suivants :

Rapidité de mise en régime, en raison de la température de la vapeur et de sa vitesse de circulation.

Prix d'installation réduit en raison des faibles diamètres des tuyauteries de vapeur, et surtout de ceux des tuyauteries de retour d'eau de condensation, et des faibles dimensions des corps de chauffe (qui sont d'ailleurs moins encombrants que ceux des chauffages à eau chaude).

Absence à peu près complète de risque de gel des corps de chauffe et tuyauteries.

Inconvénients. — Les principaux inconvénients du chauffage par la vapeur à basse pression sont les suivants :



Haute température des surfaces de chauffe qui dessèchent l'atmosphère, présentent des risques de brûlure, et au contact desquelles les poussières organiques se décomposent en donnant naissance à des produits nocifs ou malodorants.

Difficulté, et quelquefois impossibilité pratique, de réglage central et local, et ses conséquences (gaspillage de combustible).

Obstruction et destruction par oxydation des tuyauteries de retour sèches, c'est-à-dire de celles qui véhiculent à la fois de l'eau et de l'air.

Pertes constantes par les tuyauteries, quelle que soit l'allure de marche (dans les chauffages à eau chaude les pertes sont réduites lorsque la température extérieure étant clémente, on abaisse la température de l'eau en circulation).

Bruit, si l'installation n'est pas parfaitement calculée et établie.

Dans certains cas, nécessité d'une différence de niveau de plusieurs mètres entre la chaudière et les corps de chauffe les plus bas.

Nécessité de surveillance de la chaudière.

Indications. — Des points de vue technique, économique et pratique, le chauffage à vapeur à basse pression convient surtout pour les grands locaux que l'on veut mettre rapidement en régime de température, tels que halls, ateliers, grandes salles, etc. et pour les locaux exigeant une puissance calorifique telle que l'établissement d'un chauffage à eau chaude entraînerait des frais trop élevés.

Purge d'eau. — Il se produit dans les tuyauteries des chauffages à vapeur une condensation partielle et dans les corps de chauffe une condensation importante. Il est de toute rigueur d'évacuer rapidement et complètement l'eau de condensation qui s'oppose



à la circulation de la vapeur et *dont la rencontre avec elle provoque des bruits violents.*

Il est à noter que les corps de chauffe n'ont leur pleine efficacité que lorsqu'ils sont alimentés de vapeur sèche.

Pour cela, on dispose les tuyauteries en pente et on ne pose jamais de grandes longueurs de tuyauteries horizontales (plus de 20 mètres dans les diamètres moyens) sans prévoir des dispositifs de purge d'eau.

Il faut éviter les trajets que l'eau et la vapeur parcourraient en sens inverse et, en particulier, les tuyauteries horizontales en pente montante dans le sens de marche de la vapeur, et les parcours verticaux.

Lorsque des tracés de ce genre sont inévitables, on augmente le diamètre et on s'efforce d'incliner légèrement les parcours verticaux de façon à ce que l'eau circule le long de la paroi inférieure du tuyau pendant que la vapeur s'écoule le long de la paroi supérieure.

Purge d'air. — Un autre point capital dans tous les chauffages à vapeur est d'assurer l'évacuation de l'air qui s'oppose à la pénétration de la vapeur dans les tuyauteries et les corps de chauffe, et la rentrée de l'air dans les corps de chauffe dès qu'on ferme le robinet qui les commande. Dès la fermeture du robinet de commande d'un radiateur, la vapeur restant à l'intérieur se condense et il se produit un vide partiel qui aspirerait l'eau de condensation si l'air ne venait pas prendre la place de la vapeur condensée : la chaudière pourrait alors être détruite par manque d'eau.



DISPOSITIONS DES TUYAUTERIES

Système à un tuyau (ou américain). — Le système à un tuyau représenté par la figure 120 fonctionne en

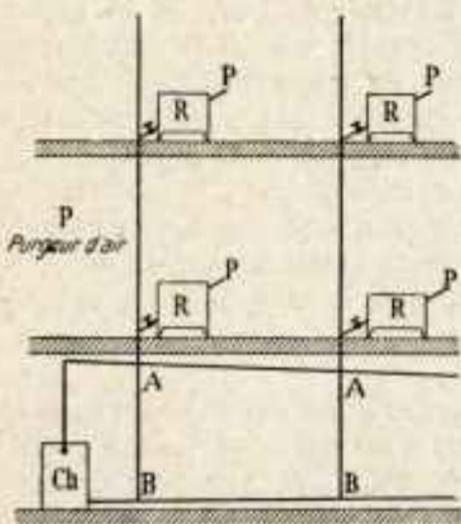


FIG. 120. — Chauffage à un tuyau.

circuit fermé, c'est-à-dire qu'il est sans communication avec l'atmosphère. La vapeur et l'eau de condensation circulent dans la même canalisation, dans le même sens dans la tuyauterie horizontale (posée en pente), en sens inverse dans les colonnes et dans les branchements de radiateurs.

Les tuyauteries telles que A, B, sont destinées à purger à leur base les colonnes montantes.

Les branchements des corps de chauffe sont, pour les raisons indiquées ci-dessus, établis à forte pente et commandés par des vannes à passage direct V qui doivent être complètement ouvertes ou complètement fermées, car une ouverture partielle entraînerait une diminution de pression dans le radiateur d'où l'eau de condensation ne pourrait plus s'échapper.



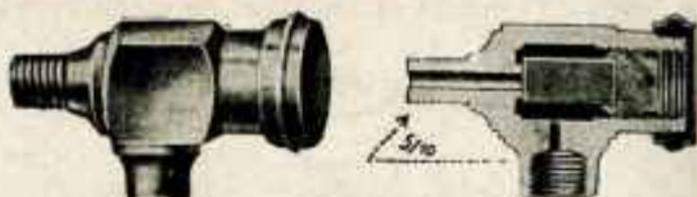


FIG. 121. — Purgeur d'air.

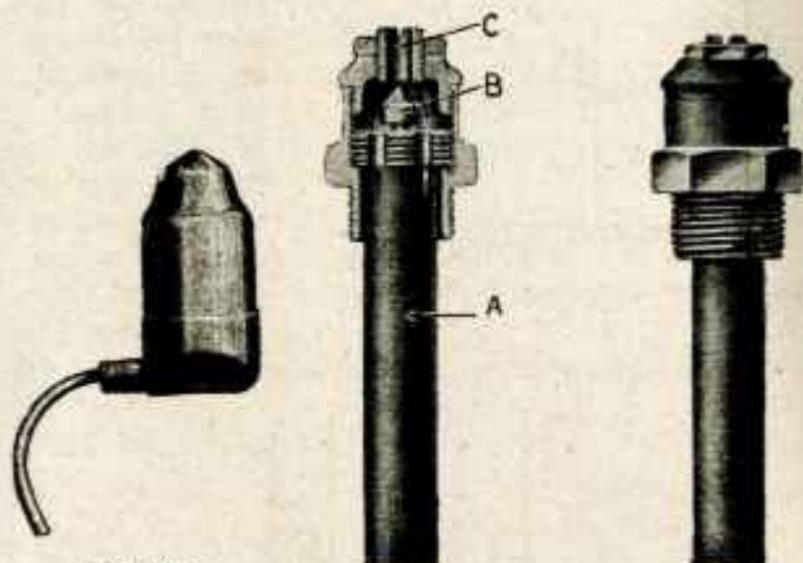


FIG. 122.
Purgeur « Airid ».

FIG. 123. — Purgeur « Samson ».

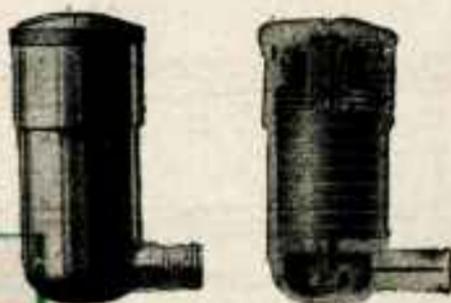


FIG. 124. — Purgeur Calex.

Les corps de chauffe et les têtes de colonnes sont

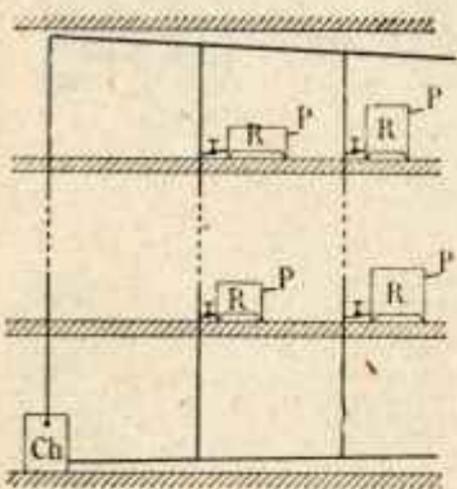


FIG. 125. — Chauffage à un tuyau.

munis de purgeurs d'air P qui permettent à l'air chassé par la vapeur de s'échapper, qui se ferment lorsque la vapeur les atteint et se rouvrent pour permettre la rentrée de l'air lorsque la vapeur se condense. Ces appareils qui comportent un obtu-

racteur dilatable sous l'action de la chaleur et

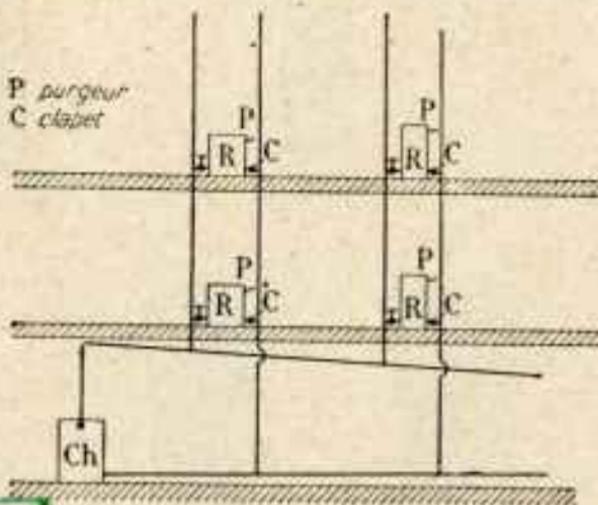


FIG. 126. — Chauffage à deux tuyaux.

s'appliquent sur l'orifice de passage d'air



sont d'un fonctionnement délicat et quelquefois capricieux (fig. 121 à 124).

La disposition représentée par la figure 125 a l'avantage sur la précédente de faire circuler la vapeur et l'eau dans le même sens dans les tuyauteries principales. Les trajets ne sont contrariés que dans la colonne montante et dans les branchements. La disposition est un peu plus onéreuse et nécessite le calorifugeage de la colonne montante.

Systèmes à deux tuyaux. — Les systèmes comportant deux tuyaux, l'un d'aller pour la vapeur, l'autre de retour pour l'eau de condensation, peuvent être établis en circuit ouvert ou en circuit fermé.

En circuit fermé (fig. 126), ils nécessitent des purgeurs d'air et un second robinet (ou un clapet de retenue) sur l'orifice de retour des corps de chauffe pour que l'eau des retours ne puisse pas être refoulée par la pression de la vapeur dans les corps de chauffe dont on ferme le robinet d'alimentation.

Ces dispositifs sont donc compliqués et leur fonctionnement soumis à celui d'appareils capricieux.

SYSTÈME A DEUX TUYAUX EN CIRCUIT OUVERT

Le plus couramment employé.

Réglementation. — En France, le système à deux tuyaux en circuit ouvert échappe, si la pression de marche est inférieure à 300 grammes et la chaudière munie d'un tube de sûreté hydraulique, à la sévère réglementation des appareils à vapeur. Voici les textes qui autorisent son installation dans les conditions indiquées, sans formalités spéciales :



ULTIMHEAT[®]
VIRTUAL MUSEUM

CIRCULAIRE MINISTÉRIELLE DU 8 JUILLET 1903

*Le Ministre des Travaux publics à M. le Préfet
du département de...*

Aux termes de l'article 1^{er} du décret du 30 avril 1880, tous les générateurs à vapeur autres que ceux placés à bord des bateaux sont soumis aux prescriptions de ce décret. Il en résulte que certains appareils, tels que les chaudières servant au chauffage par la vapeur, dans lesquels la pression atteint un taux à peine appréciable, sont en droit assujettis à ces prescriptions.

Il a paru à la Commission centrale des Machines à vapeur qu'une dérogation à cette règle, en ce qui concerne lesdites chaudières, ne présenterait aucun inconvénient pour la sécurité, à la condition qu'elles fussent munies de dispositifs permettant de les considérer comme des « vases ouverts » en libre communication avec l'atmosphère.

J'ai décidé en conséquence, d'accord avec cette Commission, que dorénavant, il y aura lieu de considérer tout générateur servant à un chauffage par la vapeur à très basse pression comme un vase ouvert échappant à l'application du décret du 30 avril 1880, pourvu que ce générateur soit mis, d'une manière assurée, en communication permanente avec l'atmosphère par un tuyau d'équilibre à colonne d'eau n'ayant pas plus de 3 mètres de hauteur.

EXTRAIT DU DÉCRET DU 9 OCTOBRE 1907

L'article 1^{er} du décret du 9 octobre 1907, portant règlement sur les appareils à terre, excepté de l'application de ce règlement :

b) Les générateurs de capacité quelconque où des dispositions matérielles efficaces empêchent la pression effective de la vapeur de dépasser 300 grammes par centimètre carré, à la condition que ces générateurs soient munis d'une plaque portant les mots : *Non soumis au décret du 9 octobre 1907, et indiquant la pression maximum pour laquelle ces dispositions sont prises.*



Avantages et inconvénients. — Le principal avantage du système à deux tuyaux en circuit ouvert est la possibilité de supprimer complètement les purgeurs d'air.

Ses inconvénients principaux sont la difficulté de réglage et la nécessité d'une différence de niveau de

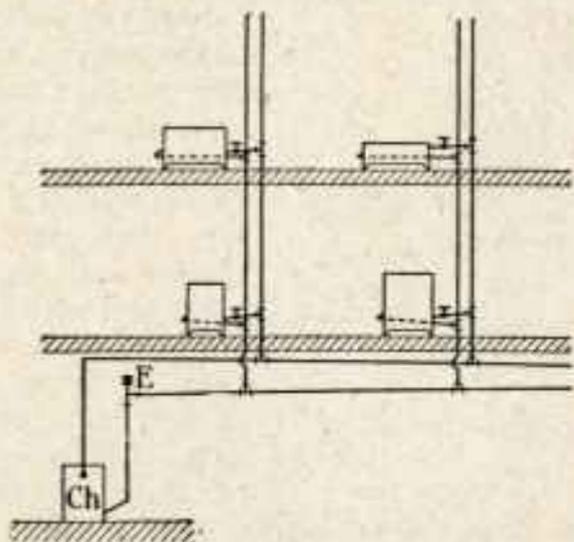


FIG. 127. — Chauffage à deux tuyaux.

l'ordre de 2 mètres à 2 m. 50 entre la chaudière et les corps de chauffe les plus bas.

Purge d'air. — Le chauffage à vapeur à basse pression à double tuyauterie en circuit ouvert est caractérisé par la présence d'évents qui mettent en communication les tuyauteries de retour et l'atmosphère.

Théoriquement, un seul évent placé en E suffirait à ventiler toute l'installation et à assurer la purge et la rentrée naturelle de l'air dans les corps de chauffe



Pratiquement, on multiplie les événements de façon à ce que l'air ait le minimum de trajet à faire pour s'échapper des corps de chauffe et tuyauteries sous la poussée de la vapeur et pour y revenir dès qu'on ferme les robinets d'admission.

La figure 128 montre comment un événement peut être disposé sur les tuyauteries de retour. Les événements doivent être établis dans les endroits où la poussière ne peut pas venir les obstruer et à l'abri de la gelée, car le gel de gouttelettes d'eau sur un événement peut amener son obturation.

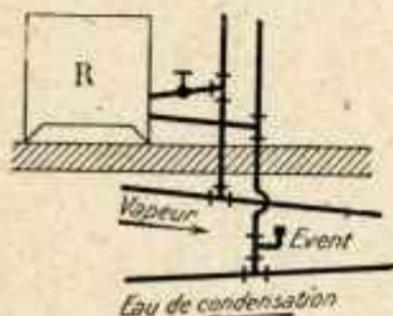


FIG. 128. — Événement.

Lorsque les événements crachent de la vapeur, c'est le signe que la pression de marche est trop élevée ou que certains corps de chauffe

reçoivent trop de vapeur. Il faut réduire le feu ou régler les radiateurs suralimentés.

Ligne de pression. — Les retours étant en communication avec l'atmosphère, la pression de vapeur ne peut pas y régner et l'eau de condensation s'écoule vers la chaudière par le simple effet de son poids (*les tuyauteries horizontales doivent être posées en pente*).

La pression exercée dans la chaudière par la vapeur sur la surface de l'eau en ébullition maintient l'eau des tuyauteries de retour à un niveau supérieur d'une hauteur H , égale à la pression de marche, à celui de l'eau dans la chaudière (ligne d'eau). Ce niveau de l'eau dans les retours est appelé ligne de pression (129).



Différence de niveau nécessaire entre la chaudière et les corps de chauffe. — Toutes les parties de l'ins-

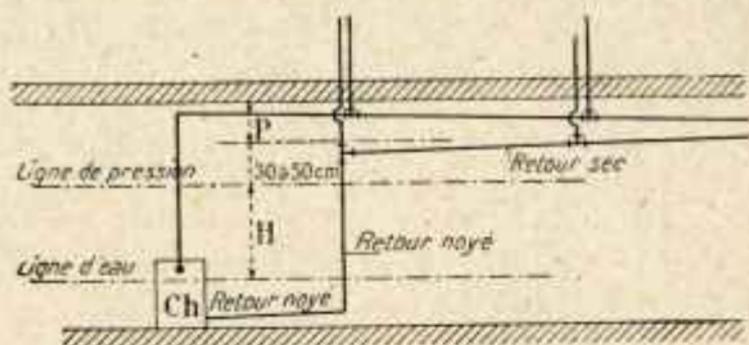


FIG. 129. — Ligne de pression.

tallation qui se trouvent en dessous de la ligne de pression sont noyées, c'est-à-dire pleines d'eau. Il est donc impossible de placer des corps de chauffe dans cette région. D'autre part, en pratique, comme il faut tenir compte de ce que la pression de marche peut subir certaines variations, on détermine la hauteur nécessaire sous le plafond des caves en ajoutant 30 à 50 centimètres au total de la hauteur H de la ligne de pression et de la pente P de la tuyauterie de vapeur (fig. 129).

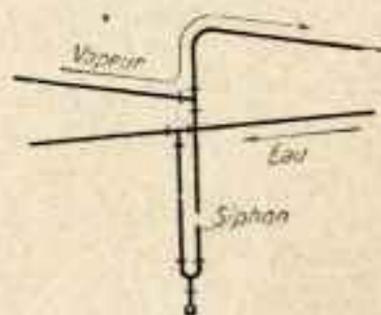


FIG. 130.
Reprise de pente.

Avant toute proposition de chauffage à vapeur à basse pression en circuit ouvert, il faut s'assurer qu'on dispose bien de cette hauteur nécessaire ou bien prévoir pour la chaudière une fosse de profondeur



Purge d'eau. — Pour éviter qu'en raison de la pente qu'il est nécessaire de leur donner pour faciliter l'écoulement de l'eau de condensation, les tuyauteries de vapeur ne deviennent gênantes, on effectue chaque fois que cela est nécessaire des reprises de pente à

l'occasion desquelles on purge la tuyauterie par un siphon (fig. 130).

C'est aussi au moyen de siphons qu'on purge les colonnes montantes à leur base.

Siphon. — Le siphon est un obturateur hydraulique qui laisse passer l'eau de condensation et arrête la vapeur. (Si on raccordait directement les tuyauteries de vapeur à celles de retour comme dans les systèmes en circuit fermé, la vapeur viendrait s'échapper par les événements.)

Le fonctionnement du siphon s'explique facilement par l'examen de la figure 131 :

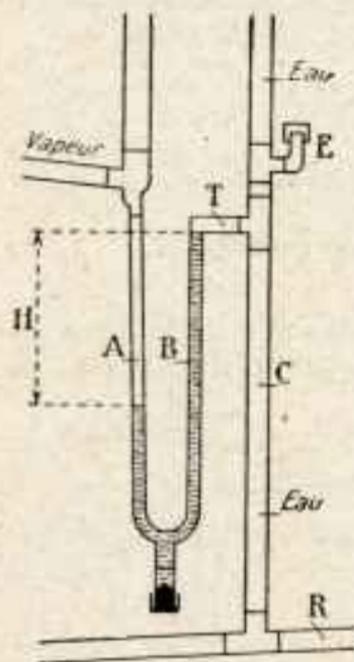


FIG. 131. — Siphon.

La pression de vapeur s'exerce dans la branche A où le niveau de l'eau est inférieur d'une hauteur H (égale à la pression de marche) au niveau dans la branche B qui affleure la tubulure de décharge T.

L'arrivée d'une certaine quantité d'eau de condensation en A provoque l'écoulement par la tubulure T dans la tuyauterie C, d'une quantité d'eau égale. Les deux branches conservant toujours la même diffé-



rence de niveau. E est l'évent, R la tuyauterie de retour.

Les siphons doivent être démontables pour permettre la visite de leur partie basse, leur obstruction peut empêcher le retour de l'eau de condensation à la chaudière. Il est prudent de munir les siphons exposés à la gelée lorsque l'installation ne fonctionne pas d'un petit robinet de vidange.

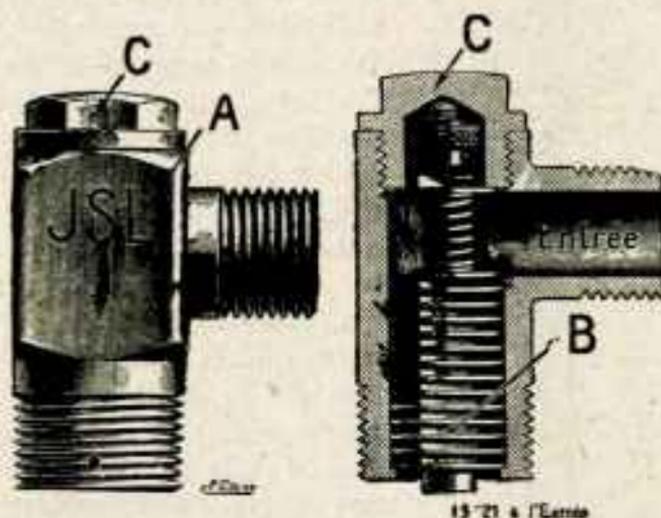


FIG. 132. — Purgeur de condensation « J. S. L. »

Retours secs et retours mouillés. — Les retours secs sont ceux qui, circulant à un niveau supérieur à la ligne de pression, véhiculent à la fois de l'eau et de l'air.

Les retours mouillés ou noyés sont ceux qui ne portent que de l'eau.

Il est préférable de noyer dès qu'on le peut les retours sous la ligne de pression. On peut alors en réduire les diamètres et on évite l'oxydation puisque ces retours sont toujours pleins d'eau



Possibilité de réglage. — Dans ces types d'installation, en faisant varier la pression à la chaudière, on fait varier les quantités de vapeur qui pénètrent dans les corps de chauffe et, par suite, le pouvoir calorifique de ces derniers.

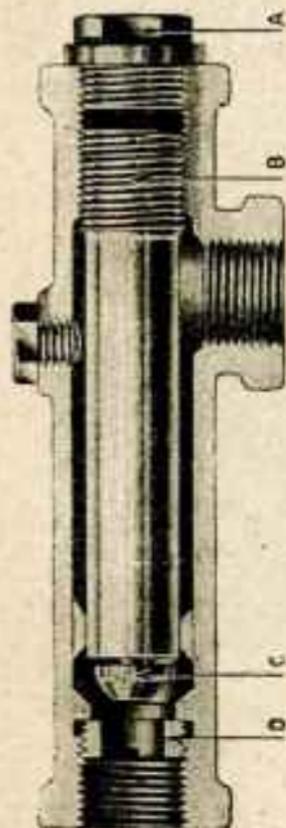


FIG. 133.
Purgeur de
« Samson ».

Mais l'influence de la moindre variation de pression sur le débit des tuyauteries est considérable et comme il est pratiquement impossible d'obtenir de très faibles variations de pression, le réglage central qu'on effectue de cette façon manque de précision.

Le réglage local effectué par la manœuvre des robinets manque également de précision parce que la plus petite variation de la section de passage provoque, en raison de la grande vitesse de la vapeur, une variation importante du débit.

En somme, le réglage d'une installation à vapeur à basse pression en circuit ouvert, théoriquement possible, est pratiquement très difficile et quelquefois même impossible. Il suffit en effet que certaines tuyauteries soient un peu

justes pour que, dès qu'on diminue la pression de marche, les corps de chauffe qu'elles desservent ne reçoivent plus du tout de vapeur.

En pratique, on s'efforce de régler les robinets de façon que la vapeur ne pénètre jamais dans les



retours (1). En effet, lorsque la vapeur s'introduit dans les tuyauteries de retour elle y rencontre l'eau de condensation et pénètre dans certains corps de chauffe par le retour, ce qui perturbe le fonctionnement. D'une façon générale, pour effectuer le réglage, on fait fonctionner la chaudière à sa pression maximum, et on « serre » le double réglage des robinets jusqu'à ce qu'une partie du corps de chauffe reste tiède. On a ainsi la certitude que toute la vapeur qui pénètre dans le corps de chauffe s'y condense entièrement.

Lorsqu'une installation est réglée de cette façon et qu'on diminue la pression à la chaudière, la quantité de vapeur qui pénètre dans les corps de chauffe diminue et s'y condense entièrement dans une de leurs parties. Certains éléments pourront rester normalement pleins d'air et froids. Ce phénomène fait que le réglage central d'une installation à vapeur laisse toujours les usagers soupçonneux. La partie froide les inquiète... même si les températures sont obtenues.

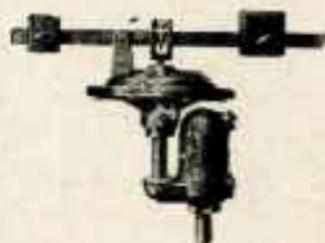


FIG. 134.
Régulateur Idéal.

Conditions de bon fonctionnement. — Le bon fonctionnement d'une installation de chauffage par la vapeur à basse pression en circuit ouvert repose entièrement sur la régularité de la pression à la chaudière qui ne peut être obtenue que par une marche à une *allure de combustion raisonnable* et l'emploi d'une



(1) Ce résultat peut être obtenu en plaçant un purgeur d'eau de condensation à la sortie des radiateurs, mais on perd alors l'avantage de la vapeur.

chaudière munie d'un dispositif de chargement régulier (foyer magasin, par exemple) dont le tirage est asservi à un régulateur sensible agissant sur toutes les entrées d'air et sur le registre de fumée ou le coupe-tirage.

Les variations de pression ont d'autant plus d'in-

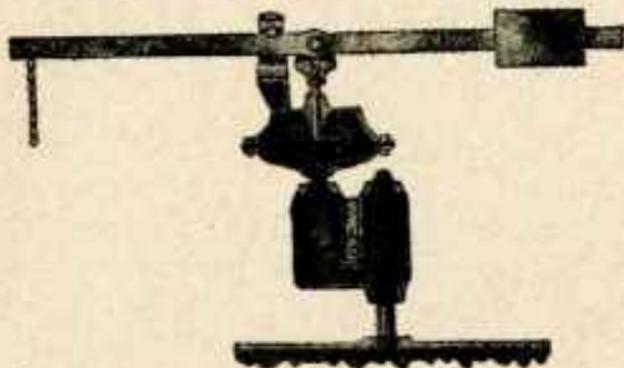


FIG. 135.

Régulateur à poche "Chappée" pour chaudière à vapeur.

fluence sur le réglage général que la pression est plus élevée, ce qui renforce l'intérêt de l'emploi des chauffages à très basse pression (50 à 100 grammes) qui ont par ailleurs l'avantage de ne pas nécessiter de grandes hauteurs sous plafond des caves. On doit toujours s'efforcer de les établir lorsque le budget du



client le permet (plus la pression de marche est basse, plus les diamètres des tuyauteries sont élevés et conséquemment leur prix).

Régulateurs. — Ils sont placés sur la chaudière. Les régulateurs à membrane, les plus simples, ont pour organe sensible une membrane en caoutchouc spécial sur laquelle s'exerce la pression de la vapeur par l'intermédiaire d'une petite masse d'eau. Les déplacements de la membrane sous l'effet des variations de pression sont transmis à un levier qui actionne par le moyen de chaînes les portes de tirage et règle l'allure du feu (fig. 134 et 135).

Les régulateurs hydrostatiques, à

eau ou à mercure, sont plus sensibles que les régulateurs à membrane.

L'organe actif est un flotteur qui suit les déplacements d'une colonne d'eau ou de mercure soumise à la pression de la vapeur (fig. 136).

NOTA. — Le fonctionnement d'un régulateur est d'autant plus sûr que l'appareil comporte moins de renvois, de poulies,

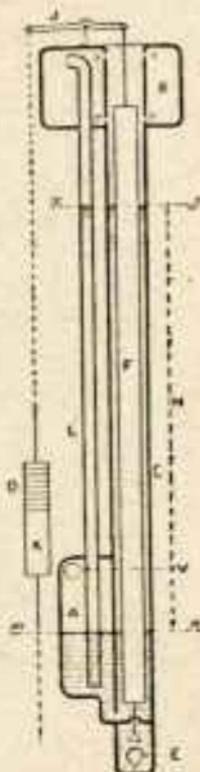


FIG. 136.
Régulateur
Chappée.

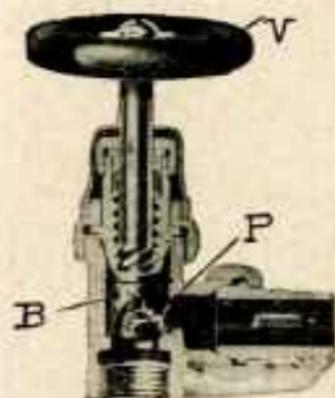


FIG. 137. — Robinet
« Idéal » (C. N. R.)

nement d'un régulateur est d'autant plus sûr que l'appareil comporte moins de renvois, de poulies,



Robinets à double réglage. — Le robinet à double réglage représenté par la figure 137 comporte un boisseau élastique B dont la fenêtre est taillée en biseau. On peut manœuvrer ce boisseau de l'extérieur pendant la marche, ce qui permet à l'installateur de limiter

l'ouverture de passage maximum dans les conditions indiquées ci-dessus (page 181).

Le pointeau P manœuvré par le volant V reste à la disposition de l'usager pour modérer à volonté la quantité de vapeur qui pénètre dans le corps de chauffe.

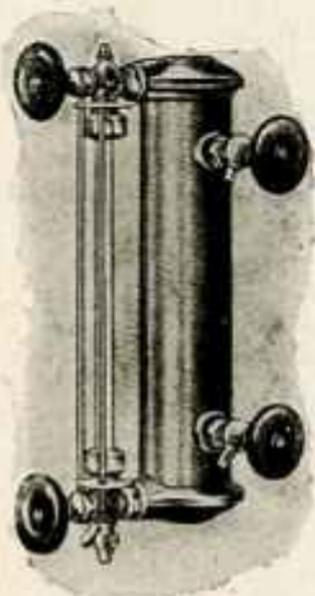


FIG. 138. — Niveau d'eau.

Accessoires des chaudières à vapeur à basse pression. — Les accessoires ordinaires des chaudières à vapeur à basse pression sont les suivants :

1 manomètre généralement métallique, sensible, et qui doit être placé dans une région de la chaudière où la vaporisation n'est pas trop violente (fig. 9).

1 tube de niveau d'eau avec robinets de jauge (fig. 138).

1 soupape de sûreté à large passage de vapeur, réglée à une pression légèrement supérieure à la pression de marche maximum (fig. 139).

1 régulateur sensible:

1 robinet d'alimentation en eau froide raccordé sur une distribution d'eau sous pression;

1 robinet de vidange raccordé sur une vidange d'eaux



usées ou muni d'un raccord pour caoutchouc mobile;
1 jeu d'ustensiles pour chargement et nettoyage.

Dispositif légal de sécurité. — Aux termes de la circulaire ministérielle du 8 juillet 1903, et du décret du 9 octobre 1907 portant règlement sur les appareils à vapeur, un simple tube formant siphon, en communication avec la chambre de vapeur de la chaudière et dont la branche, en communication avec l'air libre, a une hauteur maximum de 3 mètres, constitue un

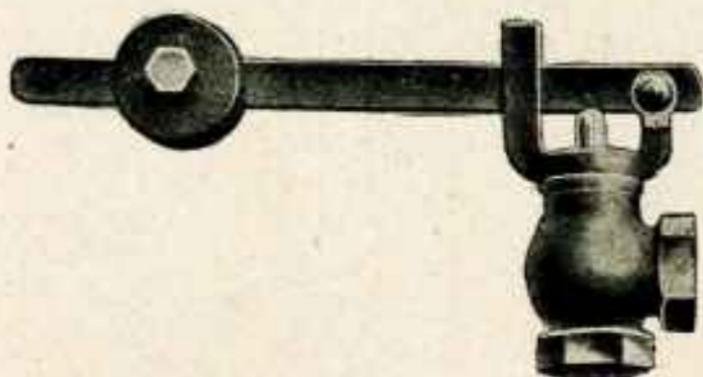


FIG. 139. — Soupape de sûreté.

dispositif suffisant pour qu'un chauffage à vapeur à basse pression échappe à la sévère réglementation des appareils à vapeur (décret du 9 octobre 1907).

On peut adopter la disposition représentée par la figure 140.

En marche normale, le niveau de l'eau dans la branche T_1 est en A, à une distance du niveau dans le vase V égale à la pression de marche H; quand la pression augmente, le niveau A s'abaisse et si la pression vient à dépasser la valeur $(H + 50)$, la vapeur refoule l'eau des tubes T_1 et T_2 dans le vase et s'échappe par le tube T_3 . Lorsque la pression reprend sa valeur normale, le siphon constitué par



les branches T_1 et T_2 se réamorcent de lui-même par le tube T_3 , et la communication de la chaudière avec l'extérieur est de nouveau interrompue. En pratique, ce réamorçage n'a pas toujours lieu d'une façon parfaite, car la vapeur peut entraîner l'eau. Il est d'ail-

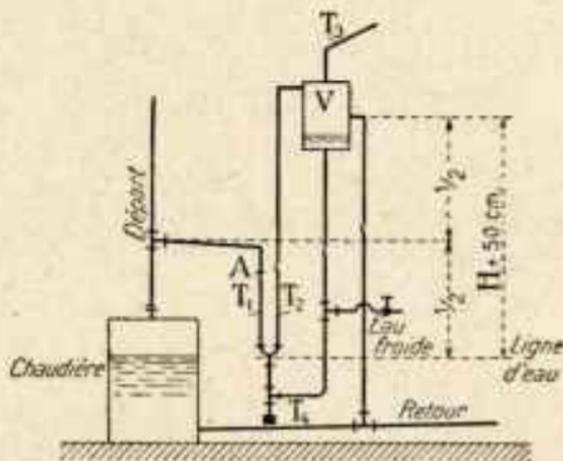


FIG. 140. — Dispositif de sécurité.

leurs toujours nécessaire que le chauffeur intervienne lorsque le dispositif de sécurité fonctionne.

Dispositifs spéciaux de sécurité. — 1° *Avertisseurs de manque d'eau.* — Le manque d'eau dans une chaudière à vapeur est d'autant plus grave que c'est un accident qui s'aggrave de lui-même et très rapidement, car dès que la quantité d'eau restante dans la chaudière diminue, sans que le feu baisse, la vaporisation s'accélère. La destruction complète de la chaudière peut s'ensuivre, surtout lorsqu'elle est en fonte.

Le chauffeur doit intervenir immédiatement en cas de manque d'eau, ralentir rapidement le feu en ouvrant au besoin la porte de chargement, même jeter le feu dans les cas d'urgence. Il faut naturellement attendre



pour remettre de l'eau que la chaudière soit refroidie sous peine de voir la fonte « claquer » sous l'action d'une brusque entrée d'eau froide.

Les appareils avertisseurs de manque d'eau sont fort utiles surtout sur les générateurs qui ne sont pas surveillés continuellement. On peut établir un avertisseur très simple en plaçant un sifflet (fig. 141) sur le tube T₂ du dispositif de sécurité décrit plus haut ou à l'extrémité d'un tube plongeant de quelques centimètres dans l'eau de la chaudière et dans lequel la vapeur s'engouffre dès que le niveau baisse dangereusement.

Il existe des avertisseurs de manque d'eau électriques dont les indications sont facilement transmises à distance.

2° *Coupe-tirage automatique.* — Certains constructeurs disposent sur le registre de fumée une soupape légère qui, s'ouvrant dès que le tirage prend une valeur exagérée, fait office de coupe-tirage automatique.

3° *Registre de fumée automatique.* — D'autres constructeurs disposent à l'extrémité d'un levier commandant le registre de fumée un petit seau placé pour recueillir l'eau qui s'échappe d'un tube de sûreté hydraulique dès que la pression normale est dépassée. Alourdi par l'eau qu'il reçoit, le seau descend en entraînant la fermeture du registre.



FIG. 141.
Sifflet
manque d'eau.

Entretien des dispositifs de réglage et de sécurité. —

La plus grande attention doit être apportée à l'entretien des dispositifs de réglage et de sécurité des chaudières à vapeur. On doit, en particulier, les nettoyer fréquemment et débarrasser les articulations,



pouffes, sièges d'appui, des poussières qui s'y accumulent rapidement.

Il ne faut pas oublier que le mauvais état d'un de ces dispositifs peut provoquer des accidents graves et en tout cas onéreux.

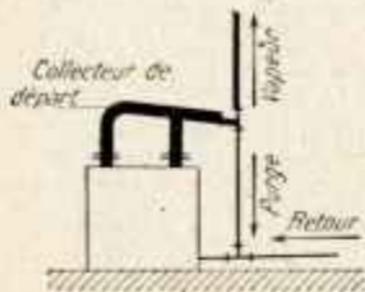


FIG. 142. — Collecteur.

Entraînements d'eau et leurs remèdes. — Une des premières conditions à remplir si l'on veut éviter les bruits et conserver aux corps de chauffe leur pleine efficacité est d'avoir toujours

dans les tuyauteries et appareils de la vapeur aussi sèche que possible.

Il a été question plus haut de purger rapidement et complètement l'eau de condensation, mais la vapeur peut entraîner de l'eau directement à son départ de la chaudière. Des entraînements d'eau importants peuvent déterminer un manque d'eau à la chaudière avec toutes ses conséquences.

L'entraînement d'eau se produit chaque fois que la vitesse de la vapeur au départ de la chaudière est trop grande, ce qui peut avoir lieu dans les chaudières en fonte lorsque les nipples qui connectent entre elles les sections sont de trop petits diamètres, dans les chaudières dont la surface



FIG. 143.
Séparateur d'eau et de vapeur.



d'émersion (1) est trop faible, et, d'une façon générale, chaque fois que l'on exige de la chaudière une vaporisation excessive (2).

Le remède aux entraînements d'eau est dans l'installation d'un collecteur de départ de gros diamètre raccordé à la chaudière par des tuyauteries largement dimensionnées, disposé en bonne pente, et convenablement purgé (fig. 142).

Dans certains cas, un séparateur d'eau et de vapeur peut être nécessaire (fig. 143).

Les chaudières qui comportent un dôme de vapeur ne sont pas sujettes aux entraînements d'eau (fig. 144 et 145).

Il ne faut pas confondre avec l'entraînement d'eau un phénomène d'émulsion qui se produit dans la chaudière à la première mise en route et qui provient de ce que l'huile employée au cours du montage, entraînée par la vapeur et l'eau de condensation, est venue se rassembler dans la chaudière où elle surnage l'eau en ébullition. On fait disparaître toute trace d'huile par plusieurs vidanges successives.

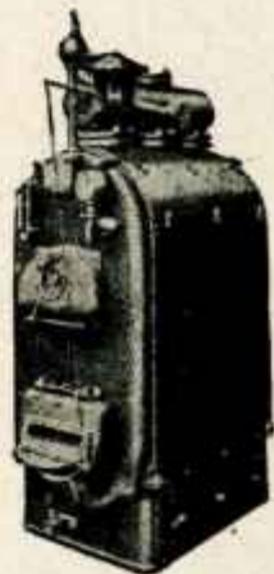


FIG. 144.
Chaudière De Diétrich à
dôme de vapeur,

(1) La surface d'émersion est la surface de l'eau à travers laquelle se dégage la vapeur.

(2) Pour une vaporisation normale : 15 kilogrammes de vapeur par mètre carré de surface de chauffe.



DÉTAILS D'EXÉCUTION

Réductions de diamètres. — Toutes les réductions de diamètres effectuées sur les tuyauteries de vapeur



FIG. 145. — Chaudière Soval à dôme de vapeur.

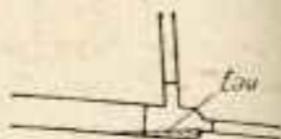


FIG. 146. Mauvais montage.

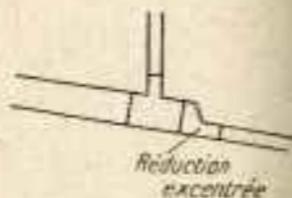


FIG. 147. Bon montage.

ou d'eau condensée dans le sens de la pente descendante doivent être établies de telle façon que l'eau ne puisse s'accumuler à leur endroit. C'est pour cette raison que le montage représenté par la figure 146 est défectueux, alors que le montage représenté par la figure 147 et comportant des réductions excentrées est

correct.



Branchements des corps de chauffe. — Les dilata-tions étant assez importantes, il est très souvent indis-pensable d'allonger les branchements en plaçant le robinet du côté opposé à la co-lonne d'alimentation.

L'entrée de vapeur peut être raccordée en haut ou en bas. Lorsqu'elle est rac-cordée en haut, dès que la pression de marche diminue quel-

que peu, la partie inférieure du radiateur reste froide. Lorsqu'elle est raccordée en bas, on a quelque chance qu'il se produise dans le radiateur un heureux mélange de la vapeur et de l'air qui rentre dans le corps de chauffe dès que la pres-sion s'abaisse.

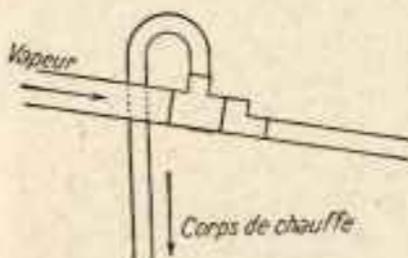


FIG. 149. — Bon montage.

horizontal comme l'indique la figure 148, mais comme l'indique la figure 149. De cette façon, l'eau de con-densation continue son chemin pendant que la vapeur sèche seule peut pénétrer dans le corps de chauffe.

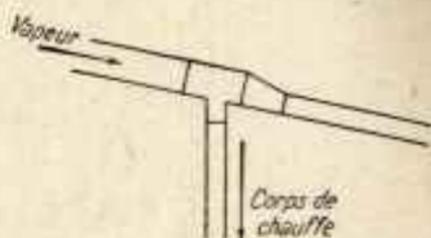


FIG. 148. — Mauvais montage.

Pour éviter que l'eau de condensation des tuyauteries ne pénètre dans les corps de chauffe, qu'il y a toujours intérêt à alimenter en vapeur sèche, il ne faut jamais disposer les branchements sur tuyauterie

Siphons. — Les siphons sont généralement établis conformément à la figure 150, H étant la hauteur correspondant à la pression de marche.



Events. — Une façon commode d'établir un événement

est de scier verticalement l'extrémité d'une petite longueur de tube (bobine ou mamelon) et de la coiffer d'un bouchon femelle que l'on visse plus ou moins à la main (fig. 151).

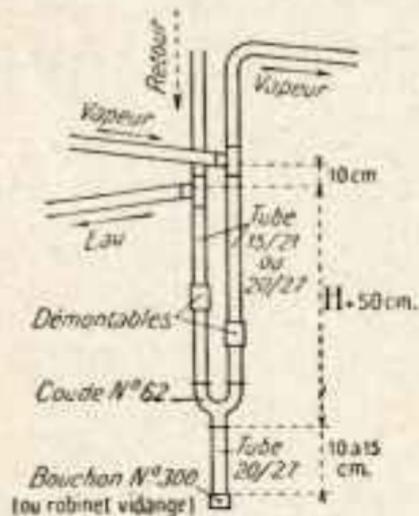


FIG. 150. — Siphon.

Passages de portes.

— Lorsqu'une tuyauterie de retour sèche, c'est-à-dire contenant de l'eau et de l'air, doit passer sous une porte, il faut prendre soin de continuer

la pente au delà de la porte et de placer avant la porte un événement ou d'établir une tuyauterie

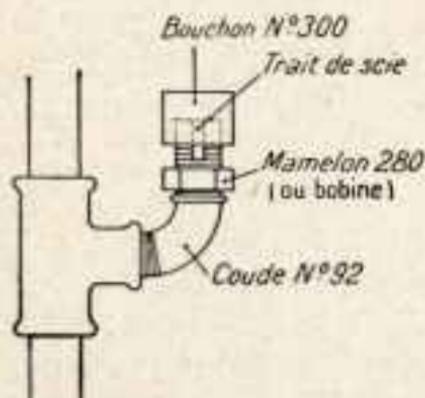


FIG. 151. — Détail d'un événement.

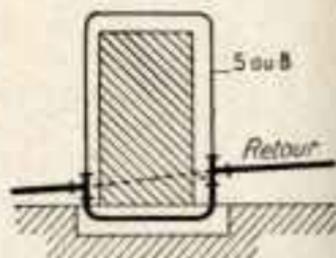


FIG. 152.

Caniveau passage de porte.

de petit diamètre qui, contournant la porte, permettra à l'air de continuer normalement sa route (fig. 152).



AVANT-PROJET ET EXÉCUTION D'UNE INSTALLATION A BASSE PRESSION

Dans son ensemble, un avant-projet de chauffage par la vapeur à basse pression diffère peu d'un avant-projet de chauffage par l'eau chaude.

Détermination des surfaces de chauffe. — Après avoir déduit des nombres de calories à fournir, calculées comme il est dit au chapitre II, les quantités de chaleur émises par les tuyauteries, on peut, pour obtenir les surfaces de chauffe, diviser les restes par les pouvoirs d'émission moyens suivants :

Radiateurs : 750 calories-heure par mètre carré de surface de chauffe.

Tuyaux à ailettes : 500 calories-heure par mètre carré de surface de chauffe.

Les diamètres des robinets peuvent être pris sur le tableau suivant :

POUVOIR D'ÉMISSION DU CORPS DE CHAUFFE	DIAMÈTRE DU ROBINET
—	—
0 à 1.500	12
1.500 à 4.000	15
4.000 à 7.000	20

Détermination de la chaudière. — On peut admettre comme pouvoir de transmission des chaudières à vapeur à basse pression les chiffres donnés pour les chaudières à eau chaude (voir page 59) à condition de ne prendre comme surface de chauffe que la *surface mobile*, c'est-à-dire celle qui se trouve en dessous



de la ligne d'eau, car la surface en contact avec la vapeur est sans effet du point de vue de la vaporisation. Il faut naturellement tenir compte des quantités de chaleur émises utilement ou non par les tuyauteries.

Prix de revient. — Le modèle donné par le tableau suivant peut servir de guide pour éviter les oublis.

PRIX DE REVIENT

Générateurs :

Chaudière.....	*
Collecteurs.....	*
Jaquette calorifuge.....	*
Régulateur (à membrane ou hydrostatique)	*
Manomètre.....	*
Niveau d'eau.....	*
Soupape de sûreté.....	*
Robinets d'alimentation et de vidange..	*
Jeu d'ustensiles.....	*
Dispositifs de sécurité.....	*
Avertisseur de manque d'eau.....	*
Séparateur d'eau et de vapeur.....	*
Tuyau tôle.....	*
Conduit de fumée.....	*
Assise sous chaudière.....	*

Corps de chauffe :

Radiateurs.....	*
Robinets à double réglage..	*
Tuyaux à ailettes (fonte ou acier).....	*
Brides et contrebrides.....	*
Joints et boulons.....	*
Supports, étriers.....	*
Robinets à soupapes, vannes.....	*

La suite comme pour le prix de revient d'installation à vapeur (voir page 130).



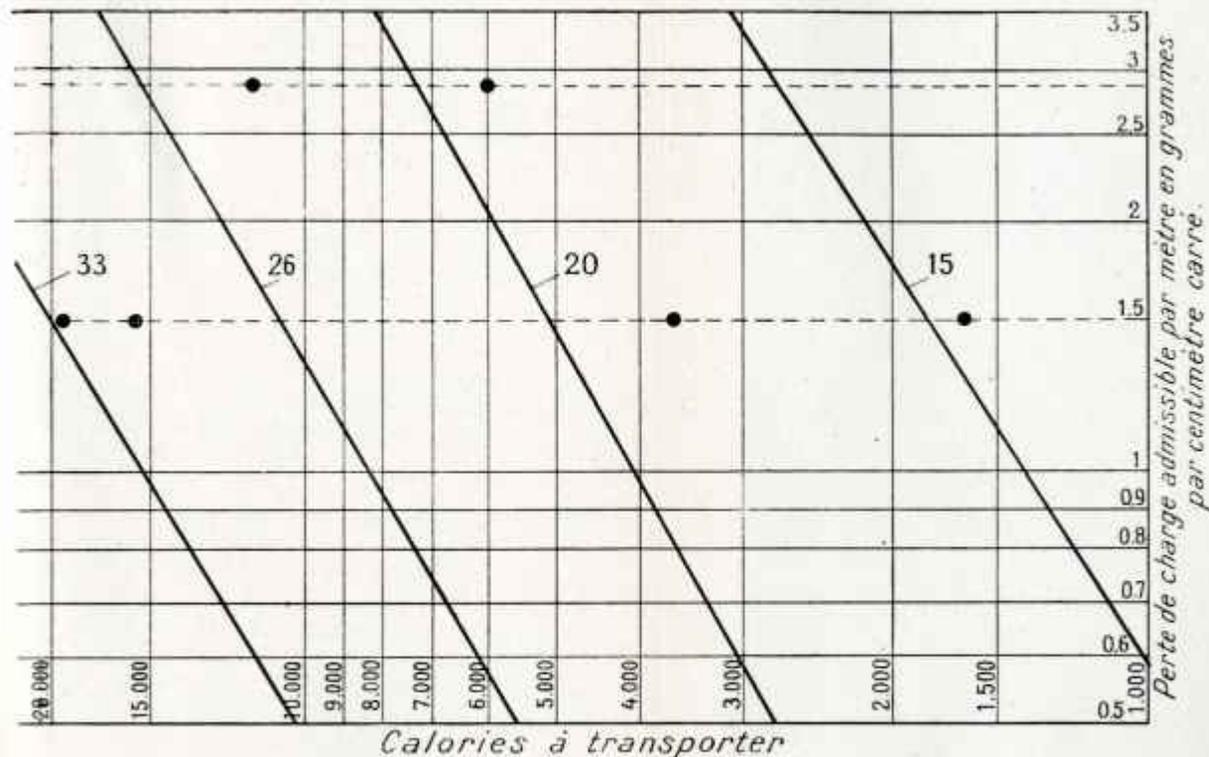


Fig. 153. — Abaque pour calculs des tuyauteries des chauffages par la vapeur à basse pression.

Diamètre des tuyauteries de vapeur nues.



On a fait figurer les tuyaux à ailettes qui sont d'un emploi courant dans les installations de chauffage par la vapeur.

Devis. — Dans la présentation du devis, il faut insister sur l'utilité, sinon sur la nécessité de certains dispositifs (foyer-magasin, régulateur sensible, fonctionnement à très basse pression, etc.) toujours onéreux, mais qu'un client ou un architecte avisés doivent accepter s'ils veulent éviter les ennuis ultérieurs de conduite.

Pour tenir compte de ce que les pertes par tuyauteries sont constantes, et la régulation difficile, il est bon, si on doit donner quelques indications concernant la consommation, de majorer de 20 % les chiffres donnés pour les chauffages à eau chaude.

EXÉCUTION. — L'exécution d'un chauffage par la vapeur à basse pression comporte les mêmes opérations que l'exécution d'un chauffage à eau chaude et on les conduit de la même façon.

Calcul des tuyauteries pour l'exécution. — Le réglage central d'une installation n'est possible, dans les limites indiquées ci-dessus, que lorsque les tuyauteries ont été calculées avec soin.

On peut calculer les tuyauteries de façon à ce que la pression à l'entrée de chaque corps de chauffe, qui est égale à la différence entre la pression à la chaudière et le total des pertes de charges jusqu'au corps de chauffe considéré, soit suffisante pour que la vapeur remplisse parfaitement le corps de chauffe.

Un exemple montrera comment on peut utiliser l'abaque (fig. 153) pour l'application de cette méthode.

EXEMPLE — Déterminer les tuyauteries de l'installation de chauffage à vapeur à basse pression représentée par la figure 154. La pression de marche est de



50 grammes. Les nombres de calories à transporter sont soulignés d'un trait sur la figure et les longueurs

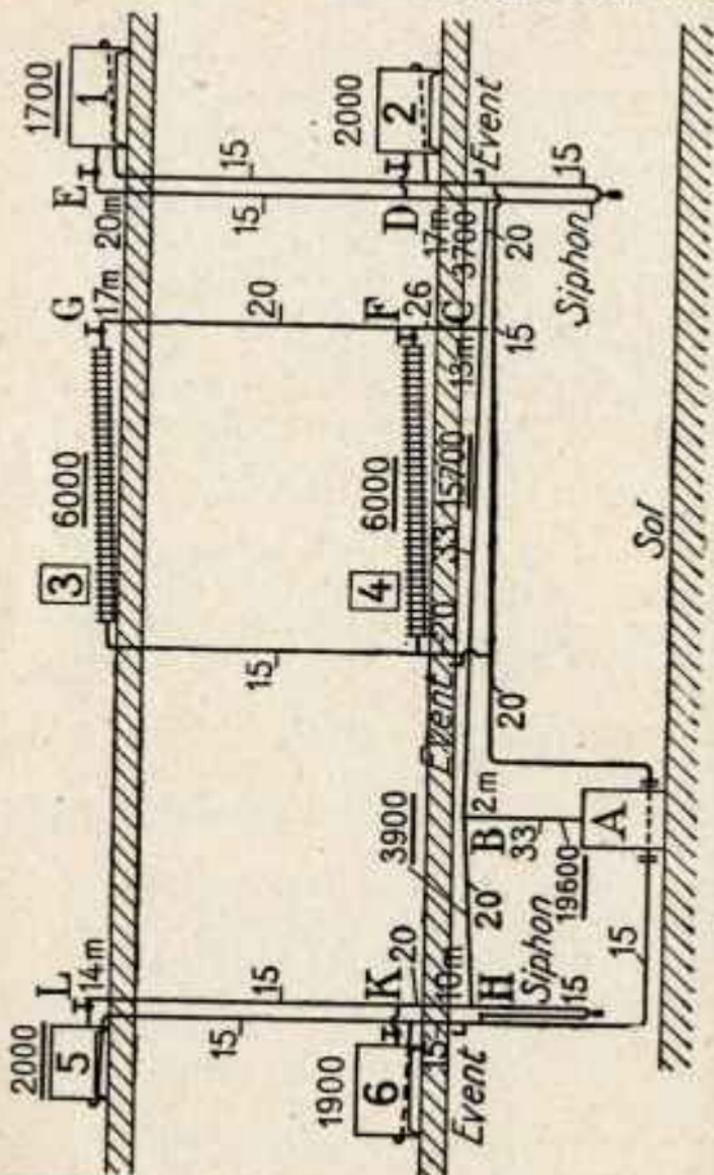


Fig. 154. — Chauffage à vapeur à basse pression.

des tuyauteries de vapeur à partir de la chaudière y sont inscrites.



On admet qu'une pression de 20 grammes à l'entrée des corps de chauffe est suffisante pour que la vapeur les remplisse complètement.

Dans ces conditions, la pression disponible pour

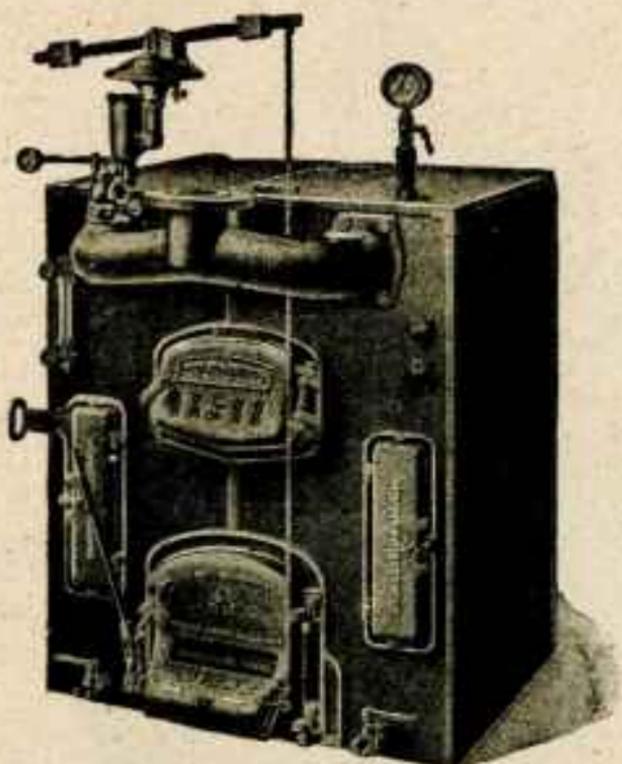


FIG. 155. — Chaudière « Idéal » H.

vaincre les pertes de charges est, dans chaque tronçon, $50 - 20 = 30$ grammes.

La tuyauterie d'alimentation du radiateur n° 1, le plus éloigné de la chaudière, a une longueur de 20 mètres. La perte de charge admissible par mètre est donc de $\frac{30}{20} = 1$ gr. 5. On lira les diamètres du tronçon ABCDE sur l'abaque en prenant les points



de rencontre de la ligne horizontale correspondant à 1 gr. 5 avec les lignes verticales correspondant aux nombres de calories à transporter.

Pour connaître la perte de charge admissible dans

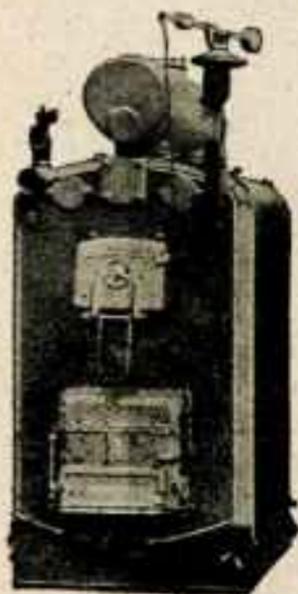


FIG. 156 — Chaudière Soval pour vapeur basse pression.

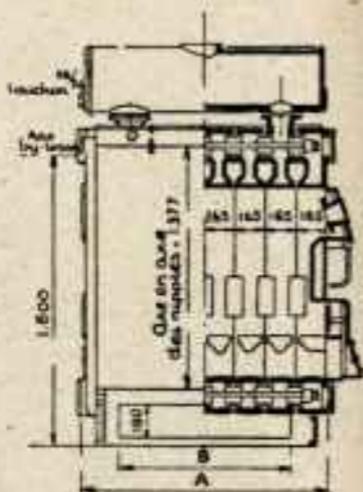


FIG. 157 — Coupe d'une chaudière Soval à dôme de vapeur.

le tronçon CFG, on retranche de la charge disponible dans le circuit ABCFG, soit 30 grammes, la perte de charge admise dans le tronçon ABC. Comme ce tronçon a une longueur de 13 mètres, la perte de charge totale qu'il provoque est de $1,5 \times 13 = 19,5$ gr.

La charge disponible dans le tronçon CFG est donc de : $30 - 19,5 = 10$ gr. 5.

Comme ce tronçon a une longueur de $17 - 13$



= 4 mètres, il doit être dimensionné pour une perte de charge par mètre de : $10,5 = 2 \text{ gr. } 6$ environ.

On lit les diamètres sur l'abaque comme il est

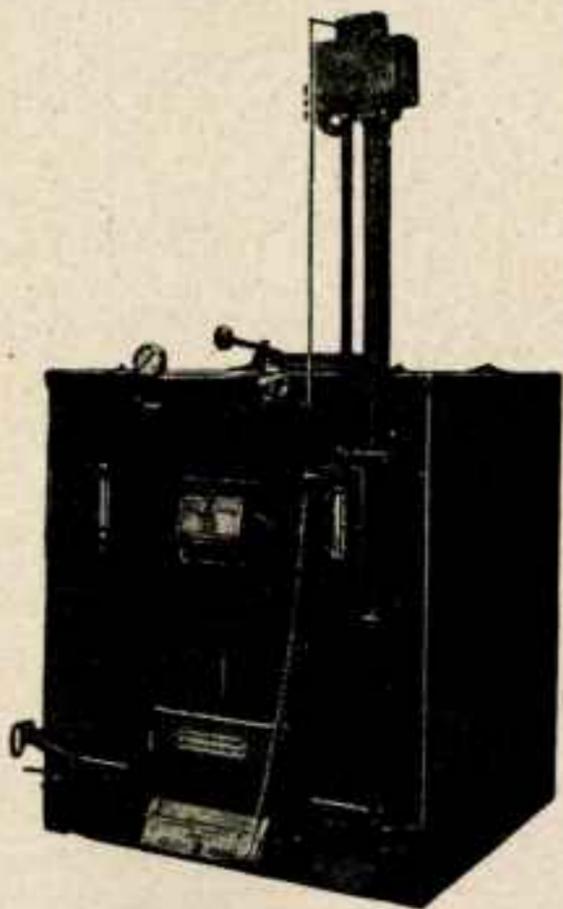


FIG. 158. — Chaudière Chappée D avec régulateur hydrostatique.

indiqué plus haut et on procède d'une façon analogue pour le tronçon BKL.

Les tuyauteries de retour d'eau ont été choisies d'après le tableau suivant :



TUTAUTERIES DE RETOUR D'EAU

DIAMÈTRES	QUANTITÉS DE CHALEUR CORRESPONDANT À LA VAPEUR CONDENSÉE		
	RETOURS SECS		RETOURS NOYÉS
	Horizontaux	Verticaux	
15	6.000	10.000	20.000
20	16.000	25.000	50.000
26	30.000	45.000	90.000
33	70.000	100.000	220.000

Remarque. — On aurait pu choisir pour base un autre circuit que celui du radiateur n° 1. La répartition des pertes de charges et par suite celle des diamètres eût été simplement différente.



CHAPITRE VIII

CHAUFFAGES A VAPEUR DIVERS

CHAUFFAGE PAR LA VAPEUR A HAUTE PRESSION

Difficultés et emploi. — L'alimentation directe des corps de chauffe par la vapeur à une pression de plusieurs kilogrammes présente deux inconvénients considérables :

Haute température des corps de chauffe :

Impossibilité de réglage de l'émission de chaleur.

Des difficultés d'exécution viennent compliquer la pratique de ce système; la nécessité de résistance des tuyauteries et appareils; la difficulté d'obtenir l'étanchéité des tuyauteries (sauf si l'on emploie la soudure autogène); la nécessité de ménager des dilatations importantes qui travaillent les joints; la nécessité et difficulté d'un isolement calorifique efficace; et les difficultés pour assurer les purges d'eau et d'air sans perte de vapeur.

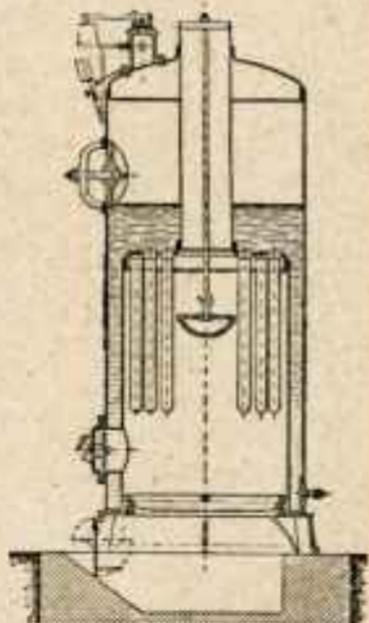


FIG. 159. — Chaudière à haute pression Chappée.



Toutes ces raisons font que ce système n'est employé que dans des cas tout à fait exceptionnels, par exemple pour des locaux industriels où l'on veut utiliser, sans complication d'installation, le surplus de puissance des générateurs à haute pression (fig. 159) destinés à d'autres usages.

Chauffages urbains. — La vapeur à haute pression est un véhicule commode pour le transport à distance de la chaleur produite par les centrales thermiques.

Son principal avantage dans ce cas est sa rapidité de circulation dans les conduites, qui fait que les pertes ne sont pas trop élevées, relativement au nombre de calories transportées.

Les difficultés qu'on rencontre dans l'établissement d'un réseau de conduites de distribution de vapeur à haute pression en vue du chauffage d'un quartier ou d'une ville sont les suivantes :

Encombrement du sous-sol;

Difficulté pour assurer l'étanchéité;

Difficulté pour ménager les dilatations;

Difficulté d'isolement calorifuge;

Difficulté de mesure précise de la chaleur distribuée à chaque branchement;

Difficulté pour assurer la purge des conduits de vapeur et le retour des eaux de condensation.

Obligation d'établir dans les immeubles des postes de transformation à basse pression ou en eau chaude de surveillance difficile.

CHAUFFAGE PAR LA VAPEUR DÉTENDUE

Principes. — Le chauffage par la vapeur détendue est l'application courante dans les locaux d'usines où



l'on dispose de générateurs à haute pression pour d'autres usages que le chauffage (force motrice).

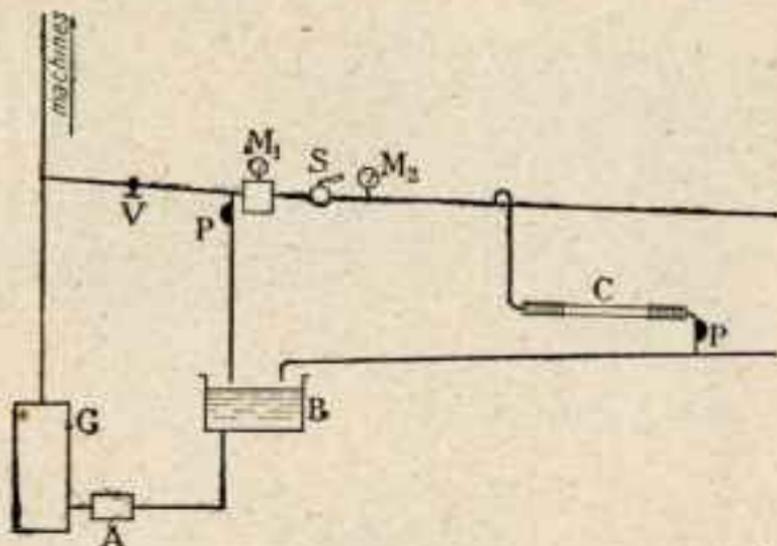


FIG. 160. — Chauffage par la vapeur détendue.

Le schéma général d'une installation par la vapeur détendue est donné par la figure 160, dans laquelle on a représenté par :

- G, le générateur à haute pression.
- V, une vanne d'arrêt.
- P, un purgeur d'eau de condensation.
- D, le détendeur muni d'un manomètre M^1 .
- S, une soupape de sûreté qui s'ouvre lorsque le détendeur ne remplit pas son office.
- M^2 , un manomètre qui indique la pression de la vapeur à la sortie du détendeur.
- C, les corps de chauffe.
- p, un purgeur d'eau de condensation qui s'ouvre pour permettre l'écoulement de l'eau de condensation et se ferme pour empêcher la pénétration de la vapeur dans les tuyauteries de retour.
- B, une bache dans laquelle on recueille l'eau de condensation.
- A, un alimentateur (pompe ou injecteur), qui réintroduit l'eau de condensation dans la chaudière.

Détendeur — Le principe de cet appareil consiste à étrangler le passage de la vapeur par une réduction



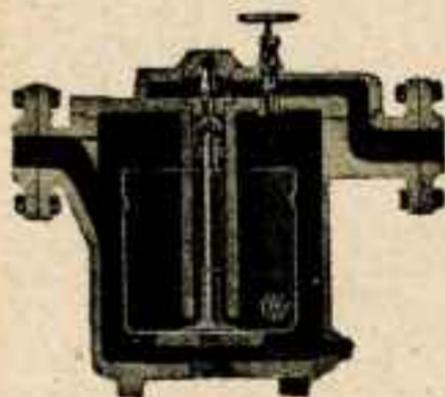


FIG. 161.
Purgeur d'eau à flotteur.

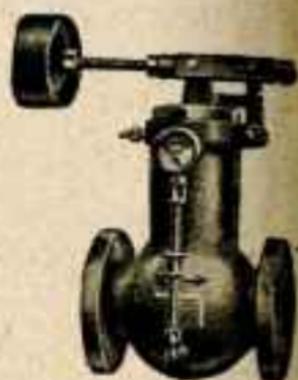


FIG. 163.
Détendeur à charge par contrepois.

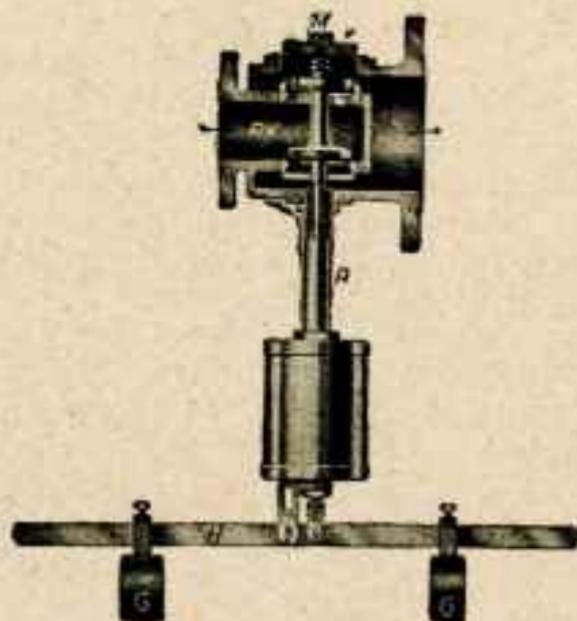


FIG. 162. — Détendeur Samson.

de section avant de l'admettre dans une canalisation de section plus forte. La détente brusque qui se produit à la sortie de l'étranglement amène une dimi-



nution de pression qui dépend de la pression en amont de l'orifice et du débit de l'appareil. La vapeur à

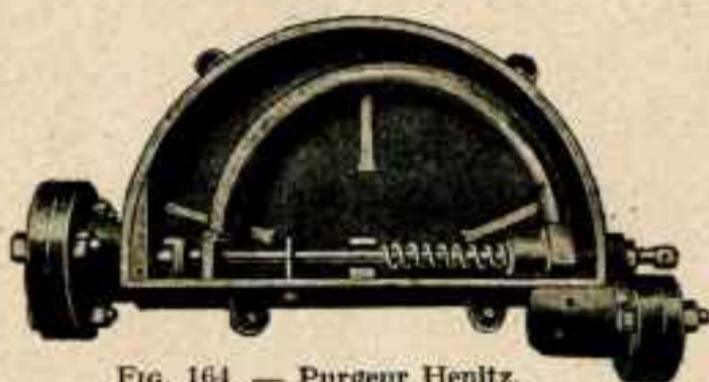


FIG. 164. — Purgeur Henltz.

haute pression règle automatiquement la pression de détente, car elle agit sur la soupape qui étrangle l'orifice de passage et qui est constamment rappelé par un contrepoids ou un ressort laré (fig. 162 et 163).

Détails d'exécution. — Chaque corps de chauffe est muni d'un purgeur d'air nécessaire pour l'évacuation et la rentrée de l'air et d'un purgeur d'eau (fig. 161 et 164).

Lorsque, par économie, on n'emploie qu'un purgeur d'eau pour plusieurs radiateurs, il faut placer sur le retour de chacun d'eux un clapet qui

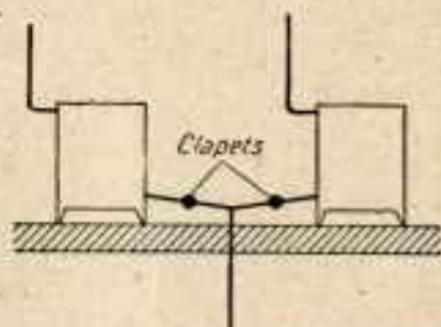


FIG. 165. — Emploi des clapets de retenue.

interdit à la vapeur de pénétrer par le retour d'un corps de chauffe dont le robinet est ouvert dans un corps de chauffe dont le robinet serait fermé (fig. 165).



On peut rejeter l'eau de condensation à l'égout mais ce système oblige à alimenter la chaudière en eau fraîche, ce qui provoque son entartrage rapide.

CHAUFFAGE PAR LA VAPEUR D'ÉCHAPPEMENT

Le chauffage par la vapeur d'échappement permet l'utilisation des quantités de chaleur contenues dans la vapeur d'échappement des moteurs et machines

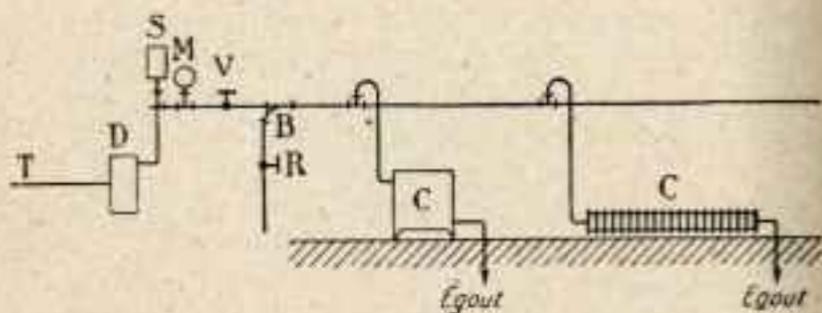


FIG. 166. — Chauffage par la vapeur d'échappement.

diverses à vapeur. C'est en somme une récupération.

Comme toute contrepression à l'échappement nuit au bon rendement des machines à vapeur, il faut prendre dans l'installation des chauffages par la vapeur d'échappement toutes les précautions utiles pour réduire au minimum les résistances du circuit de chauffage (gros diamètres, coudes forgés à grand rayon, etc.) et faire déboucher les tuyauteries d'eau de condensation à l'air libre dans un caniveau bien



Le schéma général d'une installation de chauffage par la vapeur d'échappement est représenté par la figure 166.

- D, est un déshuileur, sorte de récipient chicané dans lequel se dépose l'huile entraînée par la vapeur d'échappement arrivant des machines par le tuyau T.
- S, une soupape d'échappement qui se soulève pour laisser échapper la vapeur dans l'air lorsqu'on ferme la vanne de commande V du chauffage ou si la vapeur d'échappement arrive en trop grande quantité. Cette soupape limite automatiquement la contrepression à la valeur compatible avec un bon fonctionnement des machines.
- M, est un manomètre,
- B, un branchement, commandé par un robinet R, et qui permet d'introduire dans la tuyauterie une certaine quantité de vapeur vierge provenant directement des générateurs et qui sert à compléter, s'il y a lieu, la quantité de vapeur nécessaire au chauffage.
- C, sont les corps de chauffe dont l'eau de condensation est rejetée directement à l'égout.

Le chauffage par la vapeur d'échappement est très simple, relativement facile à installer, mais il ne faut pas en attendre des résultats très précis ni très constants.

Il arrive d'ailleurs fréquemment que lorsqu'un système de chauffage est combiné avec le service principal de l'usine, on arrive à le considérer comme un parent pauvre auquel on n'accorde que les quantités de vapeur dont on n'a pas besoin.

CHAUFFAGE A VAPEUR SOUS VIDE

Le chauffage à vapeur sous vide, très employé aux Etats-Unis pour le chauffage des gratte-ciel, a pour principe l'établissement dans les corps de chauffe et tuyauteries, par le moyen d'une pompe, actionnée par la vapeur ou l'électricité, d'un vide partiel qui facilite la circulation de la vapeur.



Les avantages principaux de ce système sont les suivants :

Réduction du diamètre des tuyauteries (que permet la grande vitesse de la vapeur).

Plus grande efficacité des radiateurs, parfaitement purgés d'air et d'eau;

Température relativement basse des corps de chauffe (1);

Possibilité d'abaisser le niveau des radiateurs par rapport au générateur (l'eau de condensation est aspirée par le vide);

Possibilité d'un réglage efficace par variations de l'intensité du vide (1).

L'inconvénient réside dans l'emploi d'une pompe et dans la difficulté d'obtenir dans toutes les tuyauteries et appareils des grosses installations le même degré de vide.

ÉCHANGEURS

Échangeurs. — Le transport de la chaleur au moyen de vapeur est particulièrement souple et peut s'effectuer à d'assez grandes distances sans moyens mécaniques, mais le chauffage à eau chaude est plus hygiénique, plus confortable que le chauffage à vapeur. Il est possible de combiner l'avantage d'une distribution de chaleur par la vapeur avec ceux d'un chauffage par l'eau chaude par l'emploi d'échangeurs (fig. 170 et 171). Un échangeur est un réservoir contenant un réchauffeur spécial à grande efficacité généralement constitué par un faisceau tubulaire en cuivre rouge replié en forme d'U et porté par une plaque tubulaire amovible. Une chicane réalise la circulation méthodique-

(1) On a vu que la température de la vapeur dépend de la pression.



c'est-à-dire que la vapeur de chauffage et l'eau à réchauffer vont en sens inverse, condition optimum d'échange de chaleur. On obtient ainsi sous de faibles volumes des échangeurs de grande puissance. Le corps de l'échangeur est en fonte ou en tôle recouverte d'enduits spéciaux.

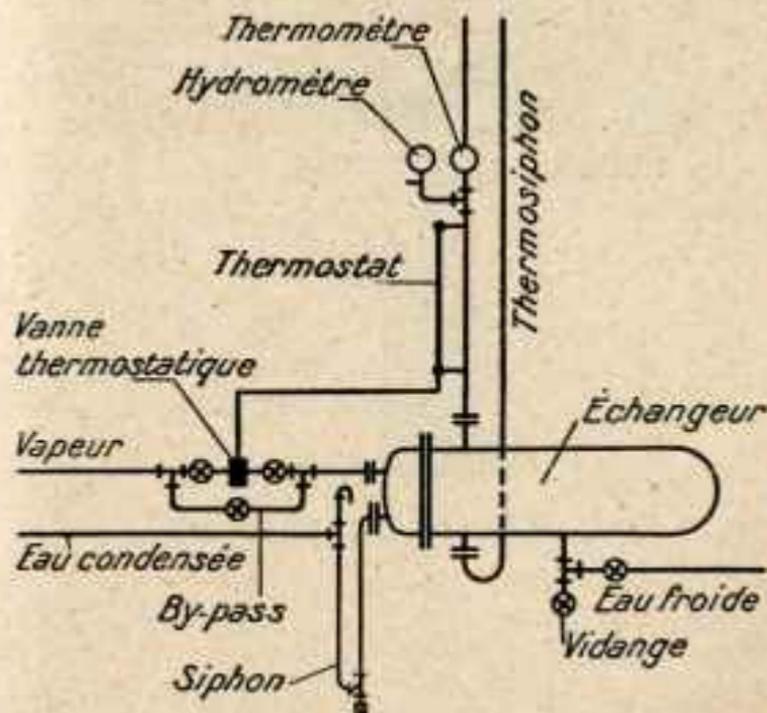


FIG. 169. — Montage d'un échangeur

Les échangeurs peuvent trouver leur emploi dans de grands bâtiments où, recevant la vapeur de la centrale, ils constitueront des sortes de chaudières locales à eau chaude, centres de thermosiphons desservant les diverses parties du bâtiment.

On peut encore les employer dans tous les cas où une partie du chauffage doit être assuré par la vapeur (ateliers, etc.) et l'autre par l'eau chaude (bureaux, etc...)



et pour des services d'eau chaude à grand débit.
Pour obtenir la stabilité de la température de l'eau

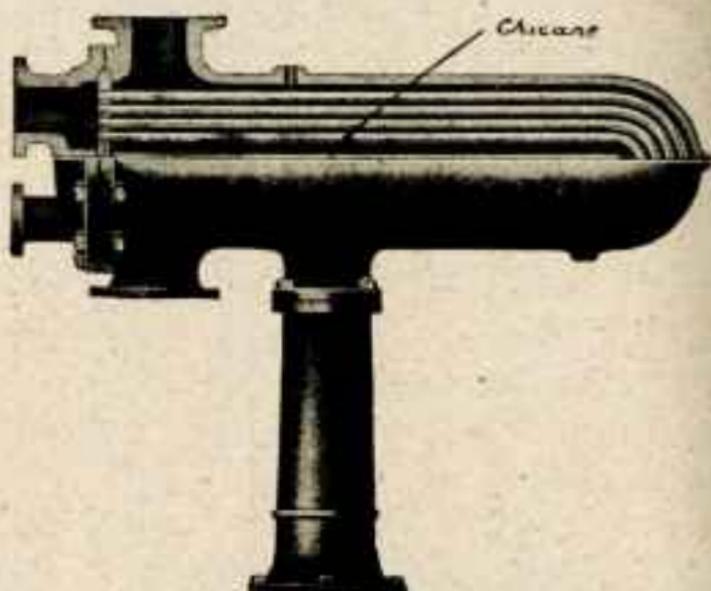


FIG. 170. — Échangeur Schaffstaedt.

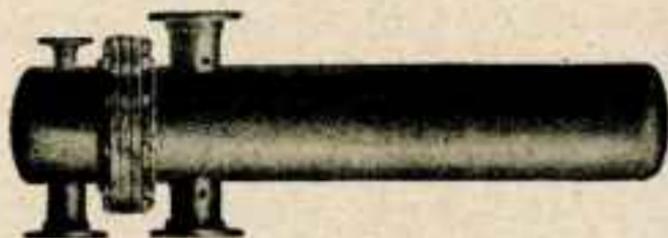


FIG. 171. — Échangeur Beaurienne.

à la sortie de l'échangeur on place un thermostat qui commande une vanne spéciale placée sur l'arrivée de vapeur (fig. 169).



CHAPITRE IX

CHAUFFAGE CENTRAL PAR L'AIR CHAUD

Le chauffage par l'air chaud présente un avantage certain sur les autres systèmes pour le chauffage des grands locaux dont le cube d'air considérable ne peut être rapidement et convenablement chauffé que par un brassage régulier et énergique.

Pour les installations domestiques, il présente des avantages esthétiques incontestables (ni tuyauteries, ni corps de chauffe).

CALORIFÈRES

Un bon calorifère à circulation méthodique, bien étanche, et comportant les dispositifs de dépoussiérage et d'humidification de l'air nécessaires ne mérite que les critiques suivantes :

Nécessité de disposer d'une cave pour l'appareil et d'un sous-sol pour les conduits;

Encombrement de l'appareil et des conduits de chaleur;

Difficulté d'établir les conduits après construction;

Difficulté d'entretenir les conduits en état de propreté;

Pertes par rayonnement de l'enveloppe et des conduits de chaleur.

Mais des plumistes ignorants ont installé des calo-



rifères insuffisants ou défectueux et ont ruiné le système dans l'esprit du public.

Une réaction se dessine et il est probable que les constructeurs rechercheront de plus en plus des calorifères domestiques, fabriqués en séries comme les chaudières, chauffés au charbon ou au gaz, et qui permettront de réaliser les petites installations domestiques dans des conditions peut-être plus économiques que les chauffages à eau chaude et de résoudre élégamment la difficulté qu'on éprouve pour mettre rapidement en régime et chauffer économiquement les habitations occupées d'une façon intermittente.

Le *fourneau « Robur »* à air chaud permettant d'assurer la cuisine et le chauffage par air chaud au moyen du même appareil est une solution originale (fig. 169).

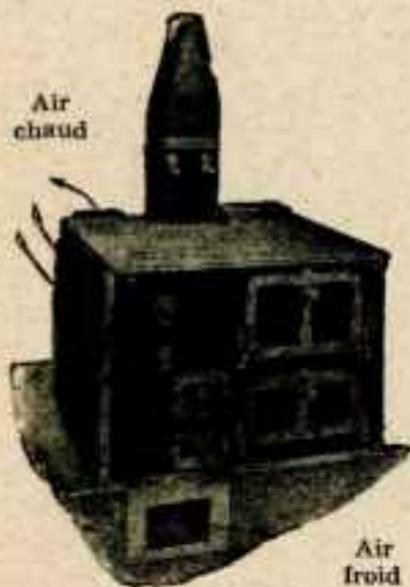


FIG. 169. — Fourneau Robur.

CHAUFFAGE INDIRECT PAR L'EAU CHAUDE OU LA VAPEUR

Une disposition spéciale du chauffage à air chaud est le chauffage indirect qu'on réalise en réchauffant l'air à introduire dans les pièces par passage sur une batterie centrale de tuyaux à ailettes alimentés



par une chaudière à vapeur ou à eau chaude.

Les avantages, inconvénients ou difficultés de ce système sont les mêmes que ceux du calorifère à air chaud. L'entretien en état de propreté des batteries de chauffe est difficile. D'autre part, le chauffage indirect est d'un prix d'établissement plus élevé que le chauffage direct par corps de chauffe et il entraîne une consommation plus élevée en raison de l'importance des pertes par rayonnement de l'enveloppe des batteries (chambre de chaleur) et des conduits de chaleur.

On peut établir des installations combinées de chauffage indirect et de chauffage direct. Les corps de chauffe sont placés dans les pièces de second ordre ou de dimensions ordinaires et les bouches de chaleur sont réservées aux pièces dont on veut ménager l'esthétique ou aux grands locaux (halls, vestibules, cages d'escaliers, etc.).



FIG. 173. — Batterie de chauffe constituée par 6 Circalor,



Chauffage par air pulsé. — La portée des installations de chauffage indirect est, comme celle des calorifères, assez réduite. L'air se refroidit dans les conduits et ce refroidissement diminue la force aéromotrice qui a son origine dans la différence des densités de l'air chaud et de l'air extérieur.

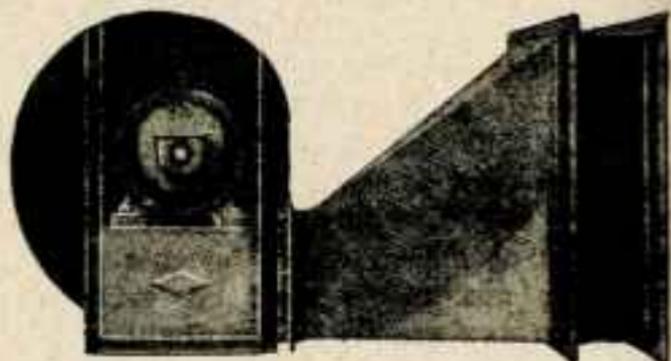


Fig. 174. — Groupe aérothermique Beaurienne.

Le chauffage par air pulsé qu'on réalise au moyen de groupes aérothermiques a une portée beaucoup plus grande.

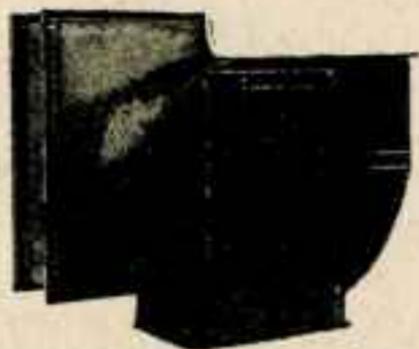


Fig. 175. — Groupe aérothermique Beaurienne.

Il peut être réalisé de deux façons. On peut installer un groupe central (fig. 174 et 175) comportant une



batterie de chauffe généralement à vapeur et un ventilateur qui refoule l'air chauffé par la batterie dans des canalisations en tôle ou en maçonnerie (analogues

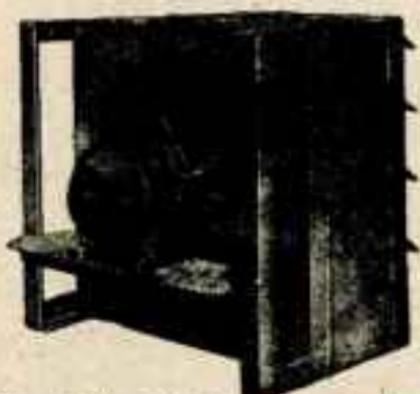


FIG. 176.—Aérotherme standard Westinghouse. (Vue arrière)

à des conduits de calorifère). Ces conduits aboutissent à des bouches de chaleur placées dans les locaux. Cette solution est d'un prix d'établissement relativement élevé. Les conduits sont encombrants et ne

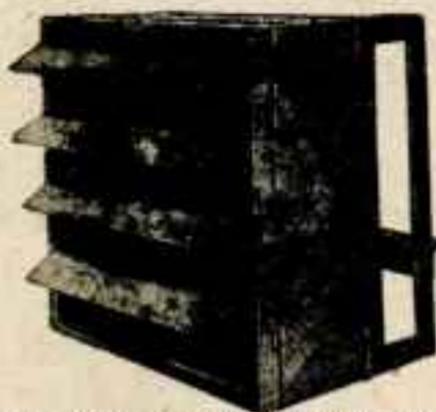


FIG. 177. — Aérotherme standard Westinghouse. (Vue avant.)

peuvent être logés après construction que dans des locaux tels que garages, ateliers, etc...



Si les conduits sont prévus en cours de construction cette solution peut s'appliquer à tous les grands locaux qu'on veut chauffer rapidement et dont le chauffage est intermittent (salles de spectacles, grands halls, etc...). Elle assure une mise en température rapide et une égalité de température acceptable à moins de frais qu'une installation de chauffage direct.



FIG. 178.
Aérotherme Beaurienne.

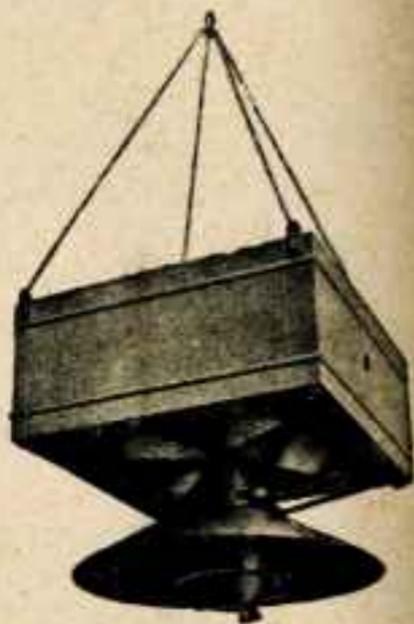


FIG. 179.
Aérotherme Westinghouse
(type central).

La seconde solution, qui ne peut guère s'appliquer qu'aux garages ou ateliers, consiste dans la répartition dans les locaux d'un certain nombre d'aérothermes muraux (fig. 176 et 177) ou suspendus (fig. 178 et 179) comportant chacun : batterie, moteur et ventilateur. Des volets permettent de diriger dans une certaine mesure l'air chaud vers la zone d'utilisation, c'est-à-dire la zone occupée par le personnel.



La batterie est alimentée généralement par de la vapeur et l'air est aspiré soit dans le local même, soit à l'extérieur. Cette dernière solution qui entraîne une consommation supplémentaire de combustible, assure un certain renouvellement de l'air ou ventilation.

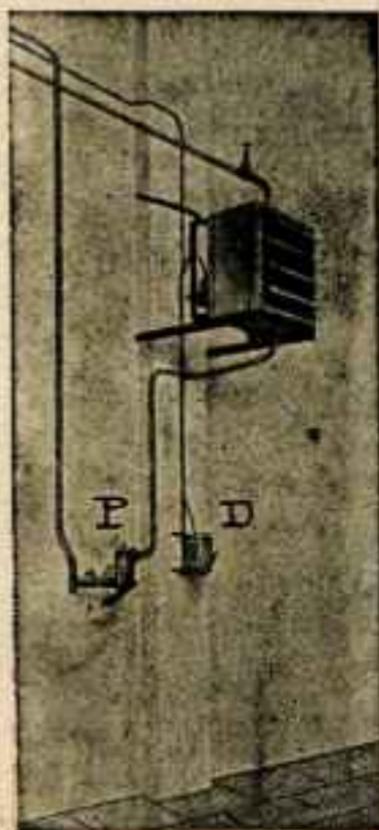


Fig. 180.
Aérotherme Westinghouse.

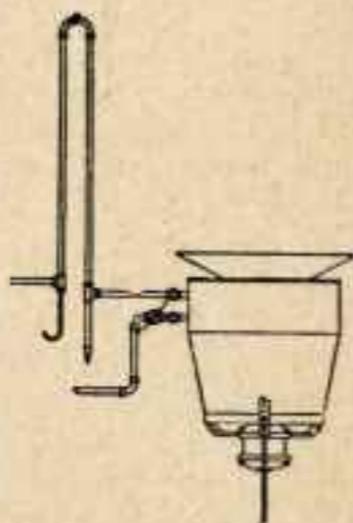


Fig. 181.
Calopulseur en vapeur
basse pression.

Ces appareils lorsqu'ils sont bien proportionnés assurent un réchauffage rapide et permettent, dans une certaine mesure, de localiser la chaleur.

Fixés au long des parois ou suspendus à la toiture par des crochets ou des chaînes, les aérothermes sont



traités du point de vue de leur alimentation en fluide chauffant comme des corps de chauffe ordinaires.

La figure 180 montre l'installation d'un aérotherme mural alimenté par vapeur haute pression avec purgeur d'eau P et démarreur D du moteur bien à portée de la main.

La figure 181 indique un bon dispositif de raccordement d'un aérotherme suspendu sur la vapeur basse pression avec purgeur d'air à la sortie et siphon ventilé, empêchant la pénétration de la vapeur dans les retours. Un levier permet de manœuvrer du sol la vanne d'arrivée de vapeur.

Le chauffage par aérothermes est très souple puisqu'il permet par simple arrêt des ventilateurs de réduire les quantités de chaleur émises.

La contrepartie de cet avantage est dans la difficulté de maintenir une allure régulière au générateur si celui-ci n'est pas employé à d'autres usages (force motrice, par exemple) susceptibles de réaliser un volant de débit.

La souplesse des chauffages par aérothermes est accrue si les chaudières elles-mêmes sont souples, c'est-à-dire si elles sont chauffées par des brûleurs de charbon en grain, des brûleurs à gaz ou à mazout.

CHAUFFAGE-VENTILATION

Le *chauffage-ventilation* s'apparente au chauffage par l'air chaud.

Il consiste en une disposition particulière des corps de chauffe, représentée par les figures 182 et 183, qui assure le renouvellement régulier et abondant de l'atmosphère du local chauffé.

L'air extérieur, appelé par une ouverture de section variable, débouchant derrière ou dessous le



corps de chauffe, balaie celui-ci avant de se répandre dans le local. Un registre permet de régler la quantité d'air admise.

Ce système ne donne ses pleins résultats qu'à la condition que des ventouses ou des conduits d'évacuation d'air vicié soient ménagés à la partie supérieure du local.

La purification (dépoussiérage) de l'air appelé de l'extérieur est pratiquement difficile.

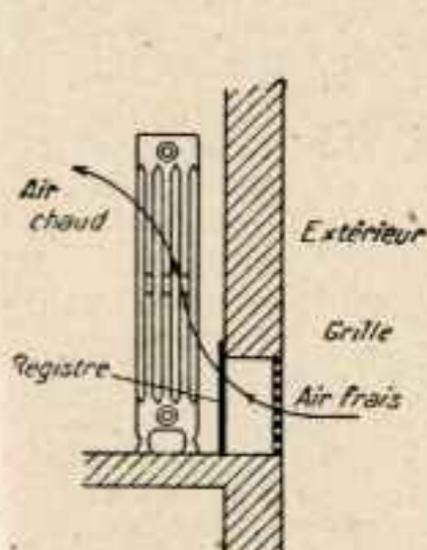


FIG. 182.
Chauffage-ventilation.

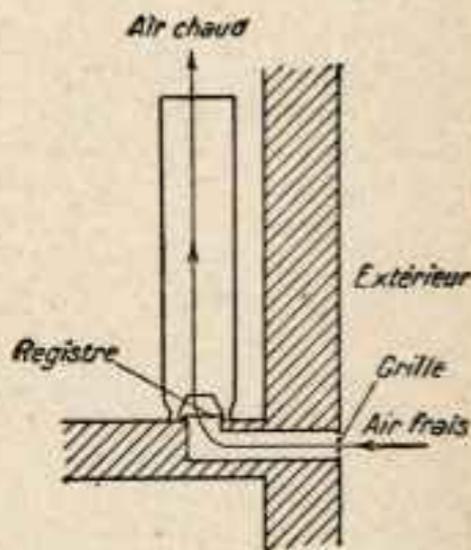


FIG. 183.
Chauffage-ventilation.

Le chauffage-ventilation est très onéreux d'installation parce qu'il nécessite le renforcement des appareils et onéreux d'exploitation parce qu'il entraîne une consommation considérable de combustible (une certaine partie de l'air qui traverse le local est chauffé sans profit pour les occupants).

On place quelquefois des enveloppes disposées pour canaliser l'air froid sur les corps de chauffe. Elles augmentent l'efficacité du dispositif.



Conditionnement de l'air. — Le conditionnement ou climatisation de l'air s'apparente au chauffage par air pulsé.

Les recherches des hygiénistes ont montré que le maximum de confort était obtenu dans certaines conditions simultanées de pureté et de mouvement de l'air, de température et d'humidité. La réalisation de ces conditions constitue la science du conditionnement. L'air est amené aux conditions requises dans un groupe central et distribué par des canaux convenables aux locaux à climatiser.

Les bouches de sortie sont disposées pour éviter tous courants d'air gênant et assurer une répartition uniforme de l'air conditionné. Dans certaines salles de spectacles on a poussé ce souci jusqu'à installer une bouche par siège. L'air vicié est extrait des locaux par des ventilateurs et, purifié, est renvoyé plus ou moins partiellement dans le groupe central de façon à éviter la trop grande dépense de combustible qui résulterait du renouvellement continu et total de l'air chauffé par de l'air extérieur froid.

Le groupe central comporte un filtre, une batterie de réchauffage, un humidificateur (avec séparateur de gouttelettes), un ventilateur et une seconde batterie de chauffe. Les conditions réalisées sont vérifiées au moyen d'appareils de contrôle spéciaux.

L'emploi des installations de conditionnement de l'air n'est pas encore généralisé. C'est un moyen de lutter contre les atmosphères viciées des villes et de reconstituer artificiellement des conditions de vie se rapprochant des conditions naturelles optima.



CHAPITRE X

CHAUFFAGE CENTRAL AU GAZ DE VILLE

Les entrepreneurs de plomberie et chauffage sont tout désignés pour l'installation du chauffage central avec chaudières à gaz.

Le reproche de prix de revient élevé qu'on fait à ce chauffage s'adresse plutôt aux compagnies gazières dont les tarifs prohibitifs ralentissent la vulgarisation d'un système de chauffage souple et commode.

Un avantage énorme du chauffage par le gaz est la faculté d'indépendance de l'usager. A ce titre, le chauffage central par le gaz est même supérieur au chauffage par centrale thermique.

On ne trouvera ci-dessous qu'un résumé très succinct de la question du chauffage central par le gaz, d'ailleurs entièrement inspiré des travaux de M. Prud'hon, ingénieur spécialiste.

Considérations générales. — Une installation de chauffage central par le gaz ne donne des résultats intéressants que lorsqu'elle est utilisée de façon inter-



mittente. En conséquence, une installation avec chaudière à gaz doit être conçue d'une manière différente d'une installation avec chaudière à charbon dont la marche est généralement continue.

L'emploi du gaz présente un intérêt social en ce sens qu'il oblige à distiller les charbons, ce qui permet d'en extraire tous les corps utiles, que l'on gaspille lorsqu'on les brûle sous leur forme naturelle. L'emploi du gaz permet fréquemment d'améliorer le rendement général des installations de chauffage central.

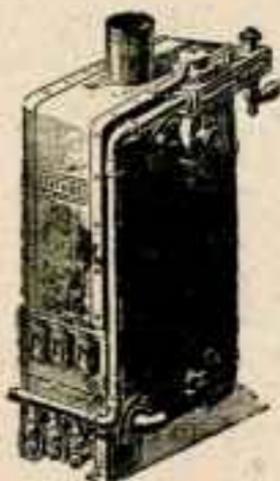


FIG. 184. — Chaudière à gaz SF Auer « Standard ».



FIG. 185. — Chaudière « Phi » mural.

Avantages. — Les principaux avantages du chauffage central par le gaz sont les suivants :

Simplicité de service (« une allumette et c'est tout »);

Suppression des manipulations (charbon, cendres, mâchefer);

Propreté (ni poussière, ni fumée, ni suie);

Suppression du stock de combustible;

Contrôle facile de la consommation;

Impossibilité du coulage;

Remplacement du combustible après consommation;



Régularité, souplesse, faculté de réglage précis et efficace;

Amélioration du rendement général de l'installation;

Prix de revient. — Le prix de revient d'une installation de chauffage central au gaz peut être envisagé de trois points de vue :

Combustible seul;

Combustible et main-d'œuvre;

Amortissement de l'installation, combustible, main-d'œuvre, entretien.

Conditions d'application. — En raison du prix actuel du gaz, l'emploi de ce combustible n'est particulièrement intéressant que pour les chauffages intermittents : bureaux, boutiques, ateliers, bibliothèques, salles de réunions, de spectacles, etc...

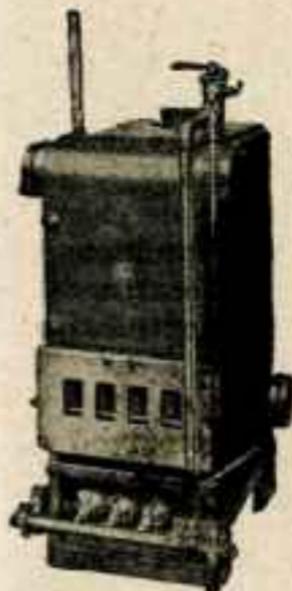


FIG. 186.
Chaudière « Phi ».



FIG. 187.
Chaudière « Phi »
Société Chaleur
et Lumière.



Ses avantages pratiques font qu'il convient parfaitement pour le chauffage individuel des appartements, pour le chauffage de demi-saison, pour le chauffage de préservation contre la gelée, pour le chauffage d'appoint.

Systèmes de chauffage. — Tous les systèmes à eau chaude, par thermosiphon ou accélérés, le chauffage à vapeur à basse pression, et le chauffage à air chaud peuvent être réalisés avec générateur à gaz.

RÈGLES A OBSERVER DANS LES CHAUFFAGES A EAU CHAUDE PAR LE GAZ

Pour permettre les mises en régime rapides qui donnent la faculté de tirer d'un chauffage à eau chaude à gaz le maximum d'avantages, il faut s'efforcer de réaliser des installations légères, c'est-à-dire de réduire le volume d'eau et de métal au minimum.

On emploiera dans ce but des corps de chauffe à faible contenance et légers, et des dispositions permettant de réduire les diamètres et la contenance en eau des tuyauteries : chaudière en contrebas, distribution par-dessous, parcours minima, etc...

Puissance des installations. — On comprend aisément que les arrêts successifs, les remises en route fréquentes et rapides, nécessitent généralement des installations plus puissantes que celles des chauffages continus. On sera donc souvent amené à prévoir des corps de chauffe plus gros.

Le renforcement des appareils dépendra de la nature des locaux et de la destination des locaux. Plus les



murs seront épais plus la maïoration devra être importante, car la chaleur absorbée par eux au moment du réchauffage est considérable et tend à ralentir l'établissement de la température de régime.



FIG. 188.
Chaudière C. Z.

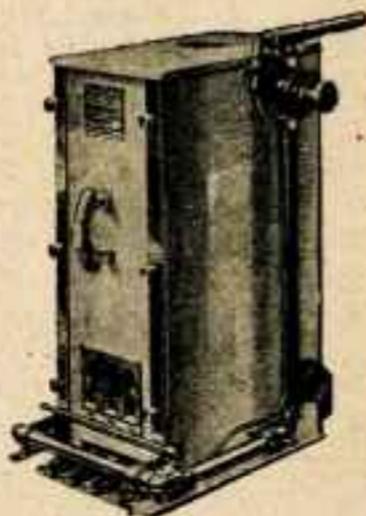


FIG. 189.
Chaudière Chalot.

Lorsqu'il s'agit du chauffage de bureaux ou de locaux similaires, qui doivent être mis en régime de température *rapidement et tous en même temps*, on peut renforcer par rapport à un chauffage à charbon, si les murs sont ordinaires et si le chauffage est allumé tous les jours :

Les corps de chauffe, de 10 à 15 %;

La chaudière, de 20 à 30 %.

Lorsqu'il s'agit de chauffer un appartement, il est



inutile de renforcer tous les appareils, car il n'est jamais nécessaire de réchauffer rapidement toutes les pièces, ni de les réchauffer toutes à la fois.

Conduits d'évacuation des chaudières à gaz. — On établit généralement les conduits d'évacuation des chaudières à gaz en tuyaux de fibro ciment, avec manchette en tôle spéciale au départ, té de purge d'eau de condensation à la base, et aspirateur au sommet.

L'établissement des conduits d'évacuation exige, en raison de la très faible valeur du tirage, des précautions toute particulières. Il n'est pas possible d'employer à l'évacuation des gaz de combustion des conduits en maçonnerie parce que la combustion du gaz produit une quantité de vapeur d'eau considérable qui ruinerait rapidement ces conduits.

Service d'eau chaude. — Les chaudières à gaz présentent, en raison de leur facilité d'allumage et de leur souplesse, des avantages incontestables pour les services de distribution d'eau chaude à débits intermittents ou variables, aussi ne peut-on qu'en conseiller l'emploi.



Chaudières à gaz. — Les chaudières à gaz (fig. 184 à 190) diffèrent essentiellement des chaudières à charbon par le rapport entre les surfaces de chauffe directes et indirectes.

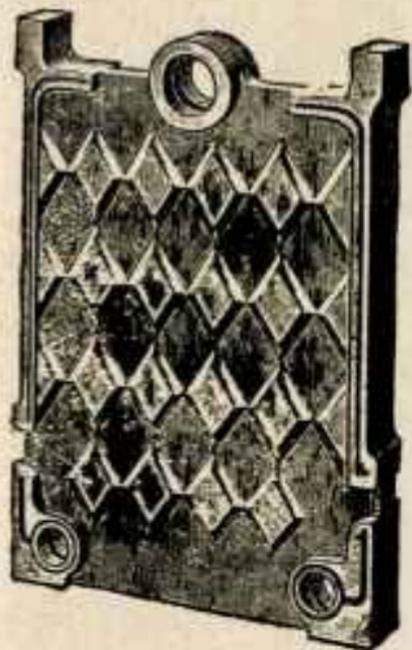


FIG. 190.

Élément de chaudière Standard.

Dans les chaudières à gaz, la surface de chauffe directe est minime et la surface indirecte considérable, ce qui explique en partie l'excellent rendement de ces appareils et les mauvais résultats généralement obtenus dans les tentatives de transformation de chaudières à charbon en chaudières à gaz

par simple adaptation d'un brûleur.

Accessoires des chaudières à gaz. — On munit les chaudières à gaz des mêmes accessoires que les chaudières à charbon.

Les thermostats ou régulateurs des chaudières à gaz qui mettent les brûleurs en veilleuse dès que la chaudière atteint la température fixée sont beaucoup plus sensibles et beaucoup plus efficaces que les régulateurs de chaudières à charbon.

Il est quelquefois prudent de prévoir sur la conduite d'amenée de gaz à la chaudière un dispositif de chute accidentelle excessive de pression, les brûleurs s'éteignent.



Règlements à observer. — Pour les installations de chauffage central par le gaz effectuées dans le département de la Seine, il y a lieu de prendre en considération les règlements administratifs en vigueur, dont voici quelques extraits :

**EXTRAITS DE L'ARRÊTÉ PRÉFECTORAL DU
17 SEPTEMBRE 1928**

Art. 23. — *Installation du compteur.* — Tout compteur comportera à l'entrée, un robinet de sûreté fourni par le propriétaire ou le locataire, et qui restera sa propriété; la Société du Gaz n'en assurera ni le fonctionnement ni l'entretien.

L'emplacement du compteur sera choisi de manière que le chiffre de consommation puisse en être facilement relevé; la plateforme fixe qui le supportera ne devra jamais être à une hauteur supérieure à 1 m. 80. Le compteur ne devra pas être placé dans les locaux exposés à la gelée ou à l'humidité.

Les agents de la Société du Gaz devront, à tout moment, avoir libre accès au compteur. En particulier, il est interdit de placer les compteurs dans les cabinets de toilette, salle de bains, water-closets, etc.

Art. 26. — *Conduits d'évacuation des produits de la combustion.* — Tout conduit d'évacuation des produits de la combustion ne desservira qu'un seul foyer, à moins qu'il ne soit affecté à un groupe d'appareils de même nature, placés dans une même pièce.

Il ne devra donner lieu à aucun dégagement à travers les parois. Les conduits d'évacuation ne devront avoir aucune communication entre eux.

Avant d'utiliser un conduit déjà existant dans un immeuble, l'installateur devra s'assurer que ce conduit remplit les conditions ci-dessus indiquées.

L'évacuation des appareils à fort débit (supérieur à 3 mètres cubes à l'heure) et à régime continu (fonctionnement pendant plusieurs heures consécutives) ne devra pas être assurée par les conduits en poterie ou en briques existant dans les immeubles et traversant les locaux habités, sauf



si ces appareils sont pourvus de dispositifs capables de retenir la vapeur d'eau contenue dans les produits de la combustion ou si ces conduits ne sont pas poreux ni attaquables par les eaux de condensation.

La section transversale du conduit devra correspondre au débit maximum de l'appareil qu'il dessert et être égale et régulière dans toute sa hauteur. Celle-ci devra être suffisante pour assurer le tirage nécessaire.

La hauteur des conduits, la distance de leur orifice aux fenêtres ou aux parties combustibles de la construction, l'épaisseur ou la nature des parois, leur éloignement de toute matière combustible devront être tels que les produits de la combustion ne puissent devenir la cause, soit d'un incendie, soit d'une incommodité grave susceptible d'altérer la santé des habitants.

Les conduits métalliques ne devront pas pénétrer dans un local dépendant d'une location autre que celle où est établi le foyer qu'ils desservent.

Les conduits d'évacuation devront être établis de manière à pouvoir être visités et nettoyés facilement; ils seront entretenus en bon état, visités périodiquement et ramonés s'il y a lieu.

Tous les appareils d'un débit horaire supérieur à 3 mètres cubes et à régime continu qui ne comporteront pas des dispositions susceptibles d'éviter la condensation de la vapeur d'eau dans les conduits de fumées, devront être pourvus d'une évacuation permanente de l'eau condensée.

Instructions. — Les locaux éclairés ou chauffés doivent être ventilés avec soin et il sera pratiqué à cet effet, dans chaque pièce, des ouvertures communiquant directement avec l'extérieur du bâtiment. Il est recommandé d'avoir au moins deux ouvertures de cette nature, dont la première sera placée immédiatement au-dessous du plafond et la seconde au niveau du plancher. Il convient notamment d'assurer une arrivée constante d'air frais dans les locaux où fonctionnent des chauffe-bains ou des chaudières à gaz et de chercher à réaliser, autant que possible, une communication directe entre les foyers de ces appareils et l'air extérieur.



CHAPITRE XI

CHAUFFAGE CENTRAL AU MAZOUT

Avantages et inconvénients. — Le chauffage central au mazout, ou huiles lourdes, présente sur le chauffage au charbon des avantages analogues à ceux qu'offre le chauffage au gaz.

D'abord la combustion est plus régulière, et la chaleur développée mieux absorbée par la surface de chauffe : le rendement de la chaudière est donc augmenté. De telle façon que la combustion d'un kilogramme de mazout fournit deux fois plus de chaleur utilisable que celle d'un kilogramme de charbon.

Le service est simplifié (allumages et extinction rapides, pas de chargement, ni cendres, ni scories). La consommation est contrôlable et le coulage impossible.

La chauffe est régulière et l'allure facilement réglable.

La faculté de stopper et de remettre en marche simplement et rapidement, automatiquement, assure une certaine souplesse qui se traduit, particulièrement dans le cas de chauffages intermittents, par des économies importantes de combustible.

Les inconvénients du chauffage au mazout sont :

Le prix de l'équipement ;

La sujétion à un mécanisme parfois délicat et nécessitant en tout cas un certain entretien ;

Enfin une consommation accessoire de force motrice, assez faible d'ailleurs.



Définition des mazouts. — Par mazout on entend, en France, l'ensemble des huiles lourdes résultant de

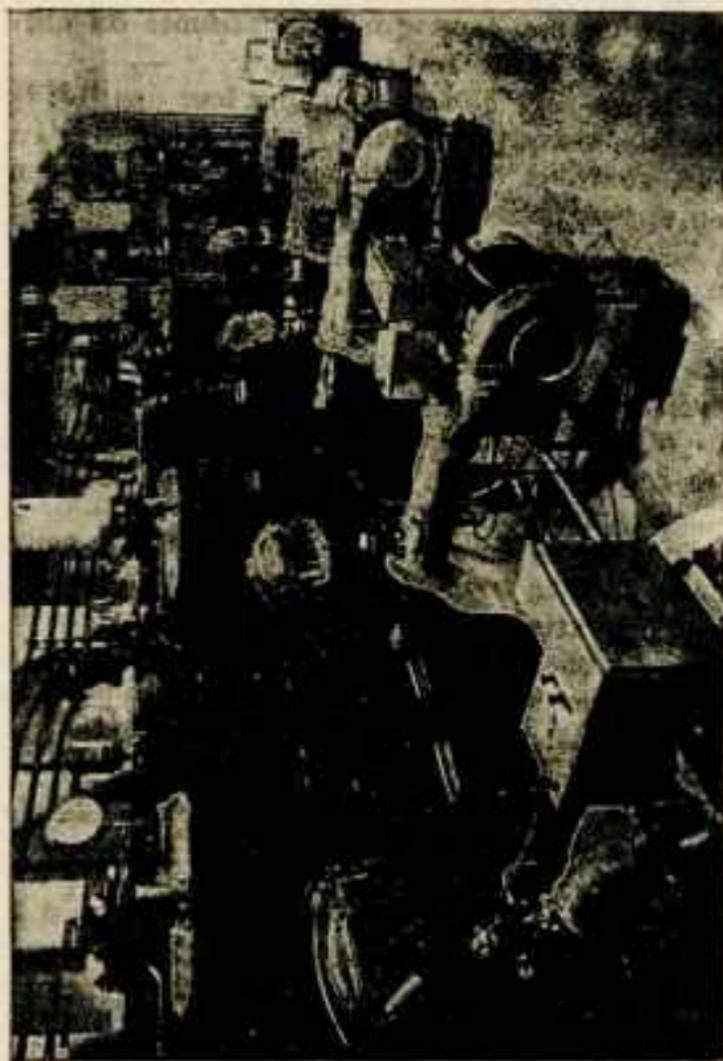


Fig. 191. — Équipement S. I. A. M.

la distillation des pétroles bruts qui fournit d'autre part les benzines, essences et pétroles lampants,

Ces trois contiennent des carbures d'hydrogène et



de soufre, de l'oxygène, de l'azote, du soufre, de la paraffine, de l'asphalte, de l'eau, etc...

Les plus légères sont appelées gas-oils, les plus lourdes ou résidus fuel-oils (huiles combustibles). Par mélanges de ces deux qualités extrêmes on obtient les diesel-oils et les fuel-oils légers.

Les huiles sont caractérisées par leur densité; leurs degrés de viscosité et d'inflammabilité; leur teneur en eau, soufre et cendres; leur température de congélation et leur pouvoir calorifique. Les densités varient de 0,850 à 0,950 et les pouvoirs calorifiques de 10.900 à 10.000 calories par kilogramme.

Stockage du mazout. — On stocke le mazout dans des réservoirs cylindriques en tôle noire forte recouverte d'enduits protecteurs.

Ces réservoirs qu'on peut enterrer ou placer dans un local spécial comportent un trou d'homme. Sur la plaque de fermeture de ce trou d'homme peuvent venir se fixer la tuyauterie de remplissage, la tuyauterie d'aspiration, la tuyauterie d'évent ou de dégazage, la tuyauterie de jauge, la tuyauterie de vidange. La tuyauterie de remplissage aboutit en un point dont les camions-citernes peuvent s'approcher et s'y termine par un raccord spécial montant sur celui des camions. La tuyauterie d'évent conduit à l'extérieur ou dans un conduit spécial les gaz qui se dégagent de l'huile. La tuyauterie de jauge peut aboutir à une jauge à distance placée dans la chaufferie. Il est intéressant de placer sur la tuyauterie d'aspiration, qui conduit l'huile du réservoir au brûleur un compteur d'huile qui permet une certaine vérification des livraisons et de la consommation.

Les réservoirs sont « mis à la terre » pour éviter tous phénomènes électriques dangereux.

Dans les limites des règlements administratifs, dont on trouvera ci-après un extrait, il y a intérêt à



choisir la capacité du réservoir de façon à réduire la fréquence des remplissages et à permettre d'utiliser au mieux les divers fractionnements usuels de la capacité des camions-citernes.

EXTRAITS DES RÈGLEMENTS

FORMALITÉS A REMPLIR

b) *Classification des dépôts d'hydrocarbures de la deuxième catégorie (mazouts).*

Les huiles combustibles (gas-oil, diesel-oil, fuel-oil ou mazout) sont rangées suivant l'importance des dépôts dans l'une des trois classes prévues par la réglementation en matière d'établissements dangereux :

a) 1^{re} classe, lorsque la quantité est de 30.000 litres et plus;

b) 2^e classe, lorsque la quantité est supérieure à 7.500 litres et n'atteint pas 30.000 litres;

c) 3^e classe, lorsque la quantité emmagasinée est comprise entre 500 et 7.500 litres.

Il est en outre utile de préciser que les liquides inflammables emmagasinés dans des réservoirs souterrains, établis suivant les types et dans les conditions qui sont définies par l'arrêté du 1^{er} janvier 1932 du ministre du Commerce et de l'Industrie ne sont comptés que pour le tiers de leur volume.

c) *Formalités administratives.*

En conformité de l'article 4 de la loi du 19 décembre 1917, les établissements rangés dans la 1^{re} et la 2^e classe ne peuvent être ouverts sans une autorisation délivrée par le préfet, sur la demande des intéressés, et après l'accomplissement des formalités d'enquête commode et incommode et d'instruction technique.

Les établissements de la 3^e classe doivent faire l'objet, avant leur ouverture, d'une déclaration écrite adressée au préfet.

A Paris et dans le département de la Seine, les demandes et autorisations sont de la compétence du préfet de police.

Par conséquent :

1^o Pour les stockages inférieurs à 500 litres non enterrés ou à 1.500 litres enterrés, aucune formalité;

2^o Pour des stockages compris entre 500 et 7.500 litres non enterrés ou entre 1.500 et 22.500 litres enterrés, une simple déclaration suffit;



3° Pour des stockages supérieurs à 7.500 litres non enterrés ou à 22.500 litres enterrés une autorisation est nécessaire avec enquête de commodo et incommodo.

Demandes d'autorisation. — Déclarations.

Documents à fournir.

Toute personne qui se propose d'ouvrir un établissement classé, doit adresser au préfet une demande (1^{re} et 2^e classe), en double expédition, l'une sur papier libre, l'autre sur papier timbré de 3 fr. 60.

Cette demande (déclaration pour établissement de 3^e classe) mentionne :

1° Les noms, prénoms et domicile du déclarant;
(S'il s'agit d'une société, sa raison sociale et sa dénomination, son siège social, ainsi que la qualité du signataire);

2° L'emplacement sur lequel l'établissement doit être installé;

3° La nature des industries que le pétitionnaire (déclarant dans le cas de la 3^e classe) se propose d'exercer, avec l'indication des procédés de fabrication qu'il mettra en œuvre, des matières qu'il utilisera et des produits qu'il fabriquera, mais seulement dans la mesure où cette indication sera nécessaire pour apprécier les inconvénients que pourra présenter l'établissement projeté.

La demande d'autorisation, pour les établissements de 1^{re} et 2^e classe, doit être accompagnée des pièces suivantes :

1° Une carte d'état-major au 1/80.000^e, en double copie, sur laquelle sera indiqué l'emplacement de l'établissement projeté (cette carte n'est pas exigée pour les établissements de 2^e classe);

2° Un plan sommaire et en double copie et à l'échelle de 1/1.000^e au minimum, des abords de l'établissement jusqu'à une distance qui, pour les établissements de 1^{re} classe sera au moins égale au 1/10^e du rayon d'affichage (le rayon d'affichage, pour les dépôts d'hydrocarbure liquide rentrant dans la 1^{re} classe, est fixé à 2 kilomètres) sans pouvoir être inférieur à 250 mètres et, pour les établissements de 2^e classe, il sera de 50 mètres. Sur le plan sont indiqués spécialement les écoles, les hôpitaux ou hospices, les bâtiments publics, les gares, les dépôts et voies de chemins de fer, les principaux établissements industriels, les habitations isolées et groupes de maisons, les puits, cours d'eau et égouts;

3° Un plan d'ensemble en quintuple expédition à l'échelle de 1/200^e au minimum, accompagné de légendes et au besoin de coupures permettant de se rendre compte des disposi-



tions matérielles des établissements et indiquant l'affectation des constructions et terrains, le joignant immédiatement. Le mode et les conditions d'évacuation, d'utilisation et de traitement des eaux résiduaires et des déchets et résidus de l'exploitation seront spécifiés et précisés. L'échelle peut, avec le consentement de l'administration être réduite au 500°.

Dans le cas d'un établissement rangé dans la 3^e classe, le déclarant doit uniquement produire, en double copie, le plan prévu ci-dessus au troisième (3°).

Modèle de la déclaration (3^e classe).

Cette déclaration est faite en double exemplaire : l'un sur papier libre, l'autre sur papier timbré à 3 fr. 60.

Elle est à adresser au Préfet du département ou au Préfet de police pour Paris et la Seine.

« Monsieur le Préfet,

« Je soussigné (nom du propriétaire de l'immeuble ou de la firme) déclare par la présente que j'entends installer à l'immeuble (adresse de l'immeuble) un établissement rangé dans la 3^e classe par le décret du 24 décembre 1919 et dans lequel seront effectuées les opérations suivantes :

« Installation d'un réservoir à mazout en tôle de X... millimètres d'épaisseur, de Y... litres de capacité utile, destiné à alimenter Z... brûleurs de chaudières à basse pression (ou à eau chaude) pour le chauffage central d'un immeuble à usage de... (habitations, bureaux, etc.).

« Le mazout entreposé aura un point d'inflammabilité de 95°.

« Le réservoir sera disposé suivant plan ci-joint et en tenant compte des prescriptions de la Préfecture de police de la section E.

« Le plan ci-joint est un plan d'ensemble, en double exemplaire, à l'échelle de 0,01, accompagné de documents mentionnant les dispositions intérieures de l'établissement, l'affectation des constructions et terrains contigus.

« Ci-joint également un procès-verbal d'essai à l'eau du réservoir, sous la pression de 1 kilogramme et un procès-verbal d'essai au liquide inflammable emmagasiné, fait sous la pression atmosphérique.

« Veuillez agréer, monsieur le Préfet... »

Jointes en conséquence à cette déclaration :

Un plan d'ensemble de l'immeuble avec l'indication des propriétés voisines, en double exemplaire;



Un plan d'installation du réservoir, en double exemplaire également;

Un procès-verbal concernant la vérification de la résistance du réservoir par un essai à l'eau sous la pression de 1 kilogramme;

Un procès-verbal de vérification d'étanchéité du réservoir et des raccords, joints, par un essai au liquide inflammable devant être emmagasiné, fait sous la pression atmosphérique.

Chacun des procès-verbaux en question devra être signé de l'installateur et du permissionnaire.

Si, ce qui est préférable, la déclaration est faite avant l'installation, mentionner que les procès-verbaux seront présentés ultérieurement.

PRESRIPTIONS A OBSERVER

1^o Réservoirs souterrains.

Les dispositions à prendre pour l'installation de réservoirs souterrains contenant les hydrocarbures de la première et de la deuxième catégorie sont valables pour toute la France.

Elles font l'objet de l'arrêté suivant daté du 1^{er} janvier 1932.

ARTICLE PREMIER. — Tout réservoir souterrain destiné à l'emmagasinement de liquide inflammable devra être construit en tôle de bonne qualité, d'une épaisseur minimum de 4 millimètres, solidement assemblée et absolument étanche. Ce réservoir ne présentera aucune ouverture libre. Tous les joints, raccords de tuyaux et tampons de visite doivent être à sa partie supérieure et au-dessus du liquide contenu; ils seront parfaitement étanches.

Sa résistance sera vérifiée avant la mise en place, par un essai à l'eau, sous la pression de 1 kilogramme.

Sa parfaite étanchéité, ainsi que celle des raccords, joints et tampons de visite, sera vérifiée après la mise en place, et avant la mise en service, le remblayage et la fermeture définitive de la fosse, par un essai au liquide inflammable devant être emmagasiné, fait sous la pression atmosphérique.

Cet essai devra être renouvelé toutes les fois qu'il sera fait une réparation pouvant intéresser l'étanchéité du réservoir.

Ces essais de résistance et d'étanchéité devront être constatés par un procès-verbal signé de l'installateur et du permis-



Combustion de l'huile. — Pour réaliser une bonne combustion de l'huile il faut :

- 1° La pulvériser finement;
- 2° Lui fournir de l'air en quantité convenable;
- 3° La mélanger intimement à cet air.

La pulvérisation est d'autant plus facile que l'huile est plus fluide.

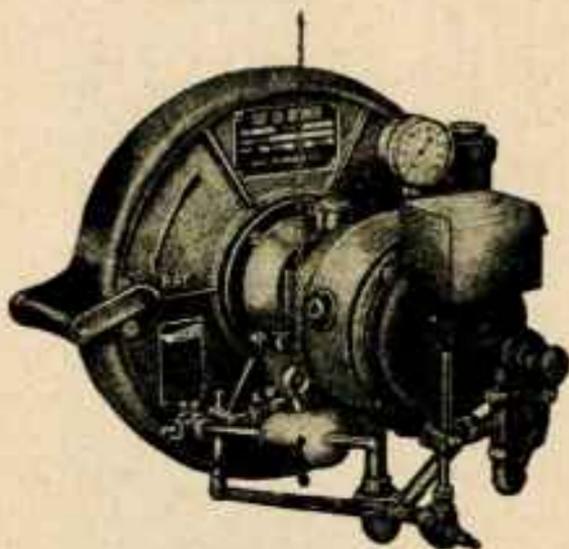


FIG. 192. — Brûleur Ray.

Ce sont donc de ce point de vue les gas-oils les plus avantageux. Les fuel-oils devront généralement être réchauffés pour faciliter leur pulvérisation.

L'air nécessaire à la combustion (14,41 kilogrammes d'air pour 1 kilogramme de mazout) peut être entièrement amené par un ventilateur électrique, partiellement par ventilateur et tirage naturel ou entièrement par tirage naturel.

Un mélange intime n'est assuré que si une certaine turbulence est réalisée et il faut éviter les arrivées importantes d'air à température assez basse au voisinage du brûleur.



Le dosage de l'air est naturellement plus facile à régler si l'air est fourni par un ventilateur que s'il est amené par tirage naturel.

Brûleurs. — Les brûleurs peuvent être classés en 3 catégories principales :

Brûleurs à coupelle rotative (ou pulvérisation centrifuge).

Brûleurs à injection (les plus nombreux).

Brûleurs à pression d'huile (ou pulvérisation mécanique).

Dans les brûleurs à pulvérisation centrifuge, l'huile est amenée sur une coupelle rotative entraînée mécaniquement ou par le courant d'air de combustion. Cette coupelle projette l'huile dans le courant d'air.

Dans les brûleurs à injection un courant d'air (ou de vapeur) vient frapper un jet d'huile obtenu dans certains cas au moyen d'une cuve à niveau constant dans laquelle le niveau est à quelques centimètres au-dessus du nez du brûleur.

Dans les brûleurs à jet sous pression le mazout est forcé par une pompe électrique dans un orifice-étroit à la sortie duquel il se détend. De bons filtres sont nécessaires pour éviter l'encrassage de l'orifice.

Revêtements réfractaires des chaudières. — Il est indispensable de disposer à l'intérieur des chaudières recevant un brûleur à mazout un revêtement en briques réfractaires. Ce revêtement, qui doit être étudié suivant la chaudière et le brûleur, protège les parois, diminue les radiations inutilisées, facilite la combustion par la chaleur qu'il radie, enfin forme volant de chaleur au moment de l'allumage ou de l'extinction brusque du brûleur.

Chaudières préparées pour l'équipement au mazout.

Les bonnes chaudières peuvent être fournies



par leurs constructeurs avec des pièces spéciales (portes, etc...) facilitant l'adaptation de brûleurs à mazout (fig. 193).

Il existe des chaudières spécialement étudiées pour l'utilisation rationnelle de ce combustible. D'une façon générale toutes les chaudières de chauffage central à charbon peuvent recevoir un brûleur à mazout dans des conditions de rendement plus ou moins bonnes.

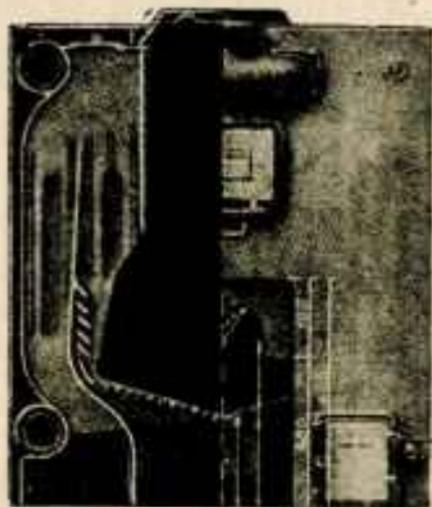


FIG. 193. — Chaudière " Chappée " D.-M.
pour chauffage au mazout.

Réglage automatique et sécurité. — Le réglage de la combustion du mazout peut être assuré automatiquement par tout ou rien, tout ou peu ou d'une façon progressive (proportionnellement aux besoins de chaleur).

Les brûleurs réglés par tout ou rien sont à allumage électrique automatique.

Contrôlés par un thermostat (chaudières à eau chaude) ou un monostat (chaudières à vapeur) sen-



sibles à la température de l'eau où à la pression de la vapeur dans la chaudière, ils s'éteignent dès que celles-ci tendent à dépasser la limite fixée et se rallume en cas de baisse.

Ces brûleurs utilisent du gas-oil, du diesel-oil ou du fuel-oil léger réchauffé. Ils conviennent pour les installations un peu luxueuses et leur mécanisme assez complexe nécessite une certaine surveillance et un certain entretien.

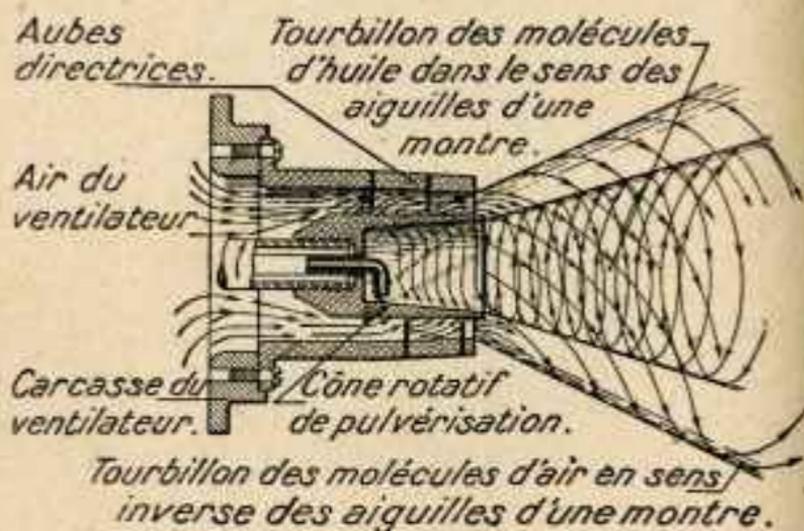


FIG. 194. — Brûleur à coupelle (cône) rotative.

Les brûleurs semi-automatiques sont généralement allumés à la main, quelquefois électriquement ou par veilleuse à gaz.

Le réglage est progressif ou à deux allures (tout ou peu). Dans certains on installe plusieurs brûleurs dont un à débit régulier, servant de veilleuse pour les autres réglés progressivement.

Les brûleurs semi-automatiques peuvent brûler du fuel-oil léger réchauffé ou non.

Leur mécanisme plus simple que celui des brûleurs

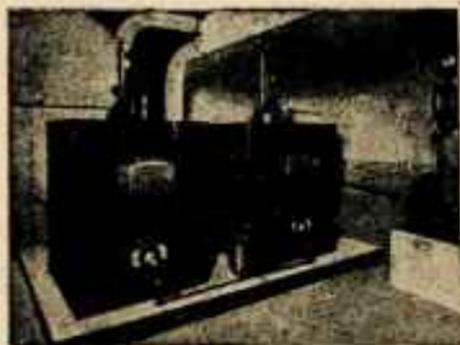


automatiques est d'un entretien plus facile. Les nettoyages du brûleur sont plus fréquents.

Les brûleurs réglés à la main ne sont utilisables que dans les installations à caractère industriel.

D'ingénieux appareils assurent le contrôle automatique de la flamme, et des appareils de sécurité parent aux suites de l'extinction accidentelle du brûleur ou aux incidents de marche, pannes de courant, etc...

Ils comportent généralement un thermostat de cheminée qui stoppe le moteur lorsque la flamme s'éteint et un limiteur à



maximum soumis à la pression ou à la température du fluide contenu dans la chaudière. Une vanne spéciale, commandée électriquement, arrête, en cas d'in-



FIG. 195. — Équipement Sauvageot.

cident, l'écoulement du mazout vers le brûleur.

On peut commander le brûleur au moyen d'un thermostat placé dans un des locaux chauffés, mais ce système suppose une installation de chauffage bien équilibrée et néglige des influences extérieures (soleil, pluie, vent...) qui modifient à certain moment les conditions relatives de chauffage des divers locaux alimentés par une même chaudière.



Equipement pour la chauffe au mazout. — Ces installations sont généralement réalisées par des spécialistes traitant directement ou avec les entrepreneurs de chauffage.

Cette dernière méthode assure le contrôle de l'installateur sur un dispositif susceptible de modifier les conditions de marche d'une installation dont il est responsable et dont il est généralement seul à connaître certaines particularités.



CHAPITRE XII

DISTRIBUTIONS CENTRALES D'EAU CHAUDE

APPAREILS

Un service de distribution centrale d'eau chaude comporte essentiellement :

Un générateur de chaleur;

Un réservoir accumulateur d'eau chaude;

Une tuyauterie de distribution.

Générateur. — On emploie couramment comme générateur de chaleur les chaudières de chauffage ordinaires à charbon, à gaz, etc. et les fourneaux de chauffage.

On installe et on équipe ces appareils comme pour les chauffages ordinaires. Les générateurs à eau chaude sont munis d'un vase d'expansion, les générateurs à vapeur, d'un dispositif de sécurité hydraulique.

Réservoir d'eau chaude. — Les réservoirs accumulateurs d'eau chaude sous pression généralement employés sont des réservoirs cylindriques en tôle d'acier soudée à l'autogène et galvanisée (fig. 196).

On trouve dans le commerce des réservoirs éprouvés aux pressions de 4, 7, 10 et 15 kilos correspondant aux pressions normales d'alimentation. Avant toute pro-



position, il faut se renseigner sur la pression de l'eau froide, soit auprès des compagnies de distribution, soit par une mesure au manomètre ordinaire, ou, ce qui vaut encore mieux, au moyen d'un manomètre enregistreur placé pendant vingt-quatre heures, par exemple, sur la distribution d'eau froide.



FIG. 196. — Réservoir d'eau chaude.

Il est bon que les réservoirs d'eau chaude soient munis de tampons autoclaves, de buses ou de fonds démontables permettant la visite et le détartrage.

La surface extérieure des réservoirs d'eau chaude rayonne une quantité de chaleur considérable si l'on ne prend pas la précaution de calorifuger très soigneusement le réservoir. Certains constructeurs livrent avec leurs réservoirs des jaquettes calorifuges en tôle doublée de feutre d'un emploi très commode parce qu'elles dispensent de recourir aux spécialistes dont l'intervention est nécessaire pour réaliser le travail assez délicat du calorifuge d'un réservoir.



FIG. 197.
Soupape
de sûreté.

Les réservoirs sont munis : d'un robinet d'alimentation en eau froide; d'un robinet de vidange; et, lorsqu'ils sont sous pression, d'une soupape de sûreté.

Cette soupape (fig. 197) protège le réservoir contre les fatigues anormales qui peuvent résulter des dilatations excessives ou des coups de bélier. *On la choisit tarée à une pression égale à la pression d'épreuve du réservoir.*

On la placera verticalement pour éviter que les scories puissent s'accumuler au voisinage de son



siège. En bonne règle son orifice d'écoulement doit être raccordé sur une vidange de telle façon que tout crachement ou fuite soit visible (fig. 198).

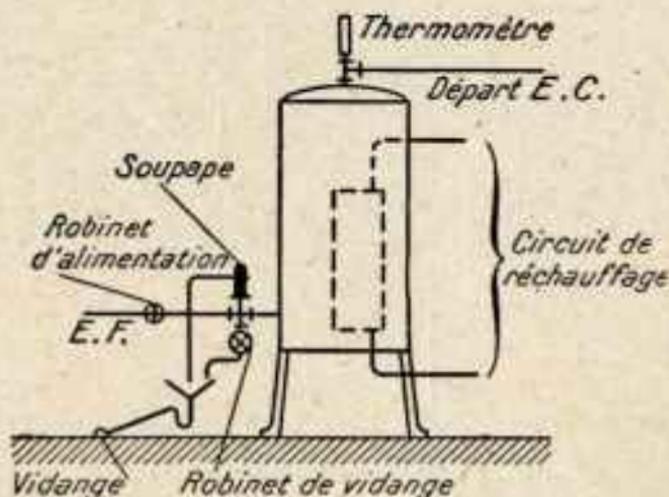


FIG. 198. — Installation d'un réservoir d'eau chaude.

On place quelquefois un thermomètre sur le départ d'eau chaude. Ses indications ne valent que lorsque le réservoir débite et la température moyenne de l'eau contenue dans le réservoir peut être très différente de la température indiquée par ce thermomètre.

Lorsqu'on ne dispose pas d'eau sous pression, ou dans des cas particuliers, on emploie comme réservoirs d'eau chaude des bacs généralement rectangulaires, en tôle galvanisée, munis de couvercles mobiles.

Le calorifuge de ces réservoirs se recommande particulièrement lorsqu'ils sont placés dans les combles.



RÉCHAUFFAGE DE L'EAU

Va-et-vient. — Un procédé simple pour réchauffer l'eau du réservoir accumulateur consiste à réunir

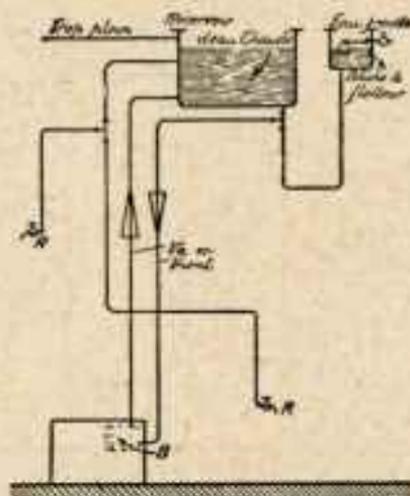


FIG. 199. — Va-et-vient.

celui-ci par une double tuyauterie de gros diamètre à la chambre d'eau d'un générateur à eau chaude.

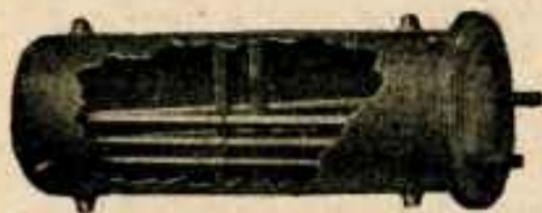


FIG. 200. — Réchauffeur à serpentin.

Une circulation ou va-et-vient s'établit par thermosiphon entre le réservoir et le générateur et l'eau se réchauffe au

cours de son passage dans le générateur.

La figure 199 donne le schéma général de l'installation.

Pour éviter la pénétration de l'eau chaude dans la



bâche d'alimentation, ce qui pourrait amener la destruction rapide du robinet à flotteur, on peut

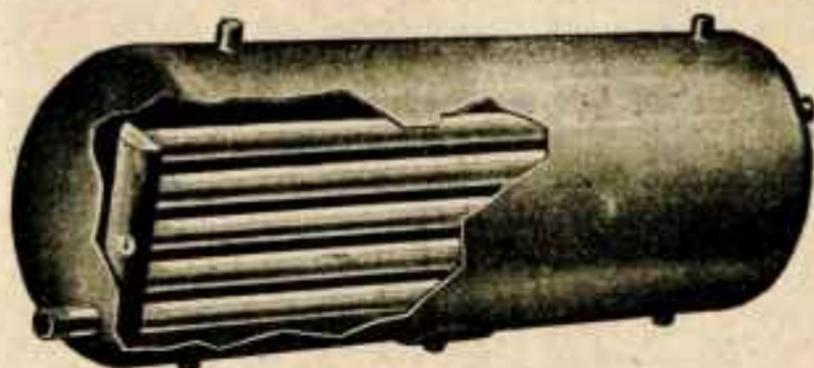


FIG. 201. — Réchauffeur tubulaire Pinchart-Denis.

établir un petit siphon sur la tuyauterie d'alimentation.

L'inconvénient capital de ce dispositif est l'entar-

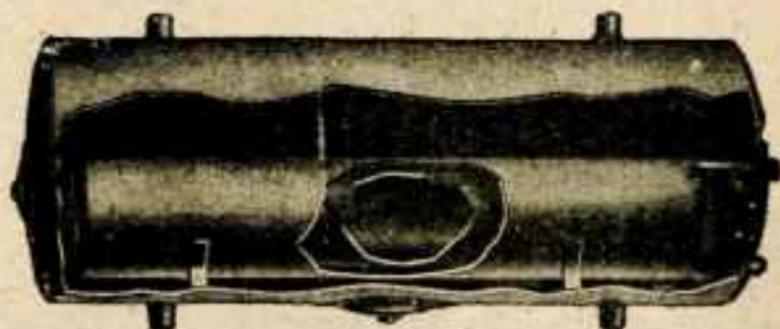


FIG. 202. — Réchauffeur annulaire.

trage rapide du générateur (qui peut être par suite victime de coups de feu), du réservoir et de la tuyauterie de va-et-vient qui peut ainsi s'obstruer. En effet toute l'eau chaude consommée passe par la chaudière.



Ce système n'est plus guère employé que pour des établissements de bains-douches. On emploie dans ce cas des chaudières en tôle galvanisée et le va-et-vient est établi en tubes galvanisés de façon à ce que l'eau reste propre. On peut employer soit le dispositif de la figure 203, soit celui de la figure 204 dans lequel le circuit de distribution d'eau chaude fait partie de la canalisation d'aller du va-et-vient.

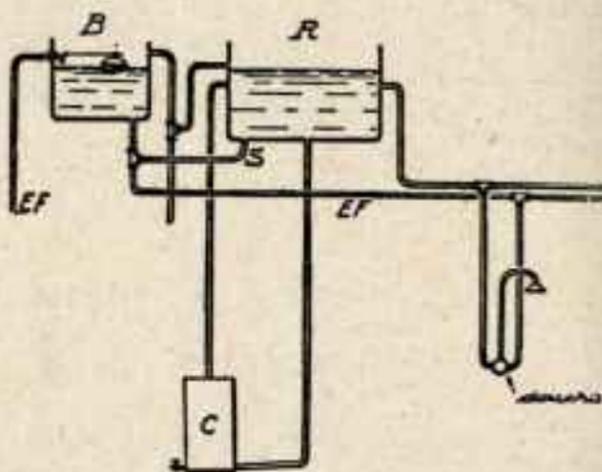


FIG. 203. — Service d'eau chaude pour bains-douches.

Pour des services de bains-douches ou analogues (buanderies, etc...), on peut utiliser plus simplement encore des chaudières spéciales, en tôle galvanisée, dont le foyer est entouré d'une chambre d'eau de forte capacité chauffée directement et tenant lieu de réservoir de stockage (fig. 220).

Réservoirs à réchauffeur. — L'échange de chaleur entre le générateur et le réservoir s'effectue dans de bien meilleures conditions lorsqu'il est indirect, c'est-à-dire lorsqu'il a lieu par l'intermédiaire d'un réchauffeur disposé à l'intérieur du réservoir et parcouru par un courant d'eau ou de vapeur fourni par



le générateur. L'eau de chauffage étant alors indépendante de l'eau de consommation.

Le réchauffeur est un serpentin (fig. 200) ou un faisceau tubulaire (fig. 201), ou une capacité annulaire (fig. 202) ou bien simplement cylindrique.

Les réchauffeurs à eau chaude conviennent pour les services domestiques et pour les installations qu'on ne veut ou ne peut pas surveiller. Si l'on veut des réchauffages rapides, il faut utiliser des réchauffeurs à faible contenance d'eau, puisque contenant moins, ils seront plus rapidement réchauffés.

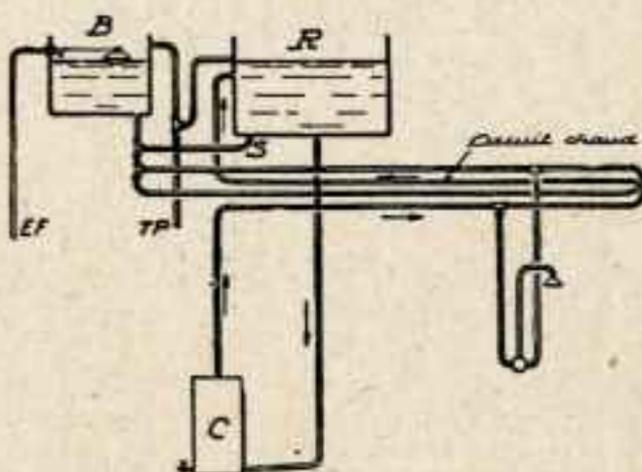


FIG. 204. — Service d'eau chaude pour baignoires.

Les réchauffeurs à vapeur permettent le réchauffage rapide de grandes quantités d'eau, mais les chaudières à vapeur exigeant une surveillance, l'emploi des réchauffeurs à vapeur est limité aux installations dont l'importance justifie la présence continuelle d'un chauffeur (bains-douches, grands hôtels, etc.).

Le pouvoir de transmission d'un réchauffeur dépend, tout comme celui d'un radiateur : de sa forme, de ses proportions, de sa position dans le réservoir, de la



vitesse du fluid chauffant, de celle du fluide chauffé, de l'écart de température entre le fluide chauffant et l'eau à réchauffer.

Comme cet écart entre la température du fluide, qui est à peu près constante, et celle de l'eau chauffée diminue au fur et à mesure de l'échauffement de l'eau, le pouvoir de transmission est de plus en plus faible à mesure que le réservoir s'approche de sa température maximum.

En moyenne, on peut adopter les valeurs suivantes :

Réchauffeurs à eau chaude : 8 à 10.000 calories-heure par mètre carré de surface de chauffe.

Réchauffeurs à vapeur : 25 à 30.000 calories-heure par mètre carré de surface de chauffe.

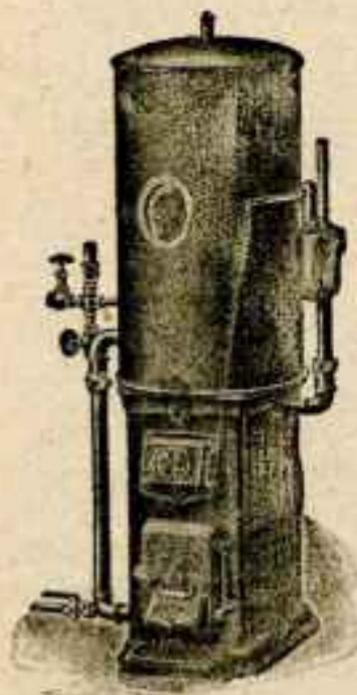


FIG. 205. — Groupe Classic.

Les réchauffeurs des réservoirs de série ont une surface de chauffe relativement grande qui permet le réchauffage de la capacité du réservoir en quelques heures. Une telle rapidité n'est nécessaire que dans des cas particuliers (bains-douches, usages industriels, etc...). Dans tous les autres cas et en particulier pour les services domestiques où l'on procède par accumulation pendant les périodes creuses, on peut sans inconvénient adopter des réchauffeurs de surface plus faible.

Dispositions générales. — Les réservoirs d'eau chaude se placent verticalement sur socles, trépieds



ou consoles, ou bien horizontalement sur consoles ou supports en fer profilé.

Dans les petits groupes « Classic » la chaudière sert de support au réservoir (fig. 205).

Les réservoirs horizontaux doivent être posés en pente pour faciliter la purge d'air dans le cas du réchauffeur à eau chaude, et la purge d'eau de condensation dans le cas du réchauffeur à vapeur.

Les réservoirs verticaux à réchauffeurs à eau chaude doivent être raccordés sur la tuyauterie de chauffage de telle façon que la purge d'air soit assurée directement sur le vase d'expansion. Lorsque cette disposition, qui est la meilleure, est impossible ou trop onéreuse, on peut se contenter d'une tuyauterie de purge permanente ou d'un purgeur à main.

Pour parer au manque d'eau, on peut alimenter le circuit des réchauffeurs à eau chaude par une bêche à flotteur qu'on peut utiliser comme vase d'expansion (fig. 206). Le flotteur travaille alors dans l'eau chaude.

Température de l'eau puisée. — On réchauffe l'eau des réservoirs accumulateurs à une température maximum de 70 à 80°.

Les réservoirs étant généralement établis sous pression, l'eau chaude qu'on en tire est remplacée par de l'eau froide qui vient abaisser par mélange la température de l'eau en réserve. La température de l'eau puisée diminue donc au fur et à mesure du puisage. Il peut arriver que l'afflux d'eau froide dans le réservoir perturbe le puisage à un tel point qu'il devienne impossible d'obtenir une quantité d'eau chaude suffisante à température convenable.

Pour réduire cet inconvénient au minimum, il faut :

Employer des réservoirs de capacité suffisante pour que la masse d'eau chaude présente une certaine inertie qui brisera l'afflux d'eau froide même si la pression d'alimentation est élevée :



Employer de préférence des réservoirs verticaux dans lesquels le brassage des eaux chaude et froide

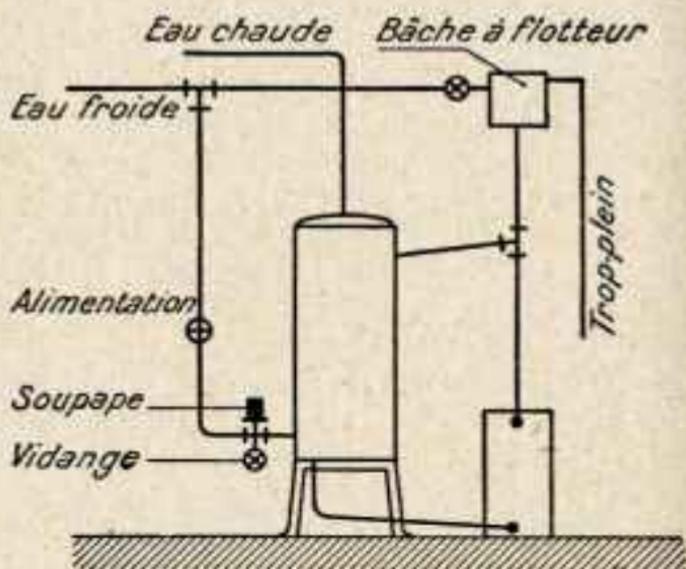


FIG. 206 — Service d'eau chaude par chaudière à eau chaude.

est moins violent et la surface de mélange plus réduite que dans les réservoirs horizontaux.

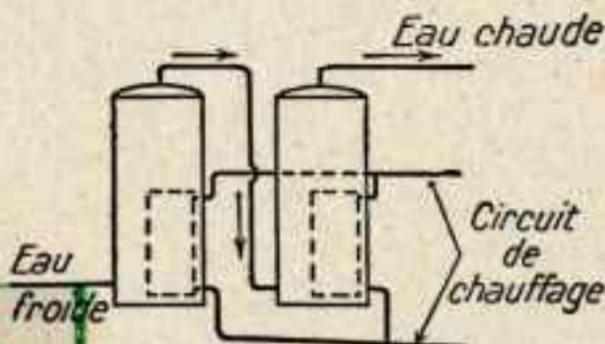


FIG. 207. — Réservoirs en série.



Utiliser l'orifice de départ pour la distribution placé du même côté que celui d'entrée de l'eau de réchauffage et raccorder l'eau froide sur l'orifice inférieur le plus éloigné du précédent.

La disposition représentée par la figure 207 évite l'inconvénient du mélange de l'eau chaude en réserve et de l'eau froide d'alimentation. Elle consiste à employer au lieu d'un réservoir unique deux réservoirs dont la capacité est, par exemple, la moitié de celle du réservoir unique, et à les monter en série. Le premier réservoir seul est alimenté en eau froide et le second seul est raccordé sur la distribution d'eau chaude. Les effets du brassage s'amortissent dans le premier réservoir qui débite pour ainsi dire à travers le second.

Un avantage accessoire de cette disposition est que les deux réservoirs sont souvent plus faciles à loger que le réservoir unique.

CALCUL DES SERVICES D'EAU CHAUDE

Éléments et considérations générales. — Les valeurs à calculer pour déterminer un service d'eau chaude sont :

- La capacité du réservoir;
- La puissance de la chaudière;
- La surface du réchauffeur.

Un gros réservoir permet une petite chaudière et le système ainsi constitué présente au maximum les avantages économiques de l'accumulation.

La surface du réchauffeur s'obtient dans tous les cas en divisant la puissance de la chaudière par le pouvoir de transmission moyen du réchauffeur. C'est une erreur que d'adopter sans examen, dans tous les cas, les réservoirs de série dont le réchauffeur



a une surface calculée en vue de certains résultats qui n'ont quelquefois aucun rapport avec ceux qu'il faut obtenir dans un cas particulier.

Les éléments à prendre en considération pour le calcul d'un service d'eau chaude sont :

Le débit et la température d'utilisation de l'eau;

La température maximum de réchauffage;

Le temps de réchauffage;

Les phénomènes parasites.

Un puisage d'eau chaude est caractérisé par la quantité d'eau qu'il nécessite et par la température d'utilisation de l'eau. Voici les valeurs généralement admises :

Baignoire.....	150 à 200 litres à 38°	—	par bain.
Lavabo.....	6 à 8	—	par puisage.
Bidet.....	6 à 8	—	—
Douche.....	10	—	par douche, lorsque le robinet de commande n'est pas à la disposition de l'usager.
Douche.....	15 à 20	—	par douche, lorsque le robinet de commande est à la disposition de l'usager.
Évier.....	variable à 70°.		

Le débit horaire ne peut être fixé avec exactitude que dans les cas particuliers où, le service devant fonctionner au commandement, le nombre et la fréquence des puisages sont bien déterminés. C'est le cas des établissements de bains-douches.

Dans tous les autres cas, le débit journalier dépend du nombre d'usagers et de leurs habitudes. Il varie d'heure en heure et ce serait une erreur de tabler sur un débit moyen qui à certains moments est notablement dépassé. Ainsi, si l'on considère par exemple le cas d'un hôtel, il est certain que dans les premières heures de la journée, au moment habituel de la toilette,



le débit horaire sera considérable alors qu'en cours de journée il sera relativement faible et à peu près nul pendant la nuit. *Un service d'eau chaude ne peut donner satisfaction que lorsqu'il a été calculé pour répondre aux pointes de débit.*

Lorsqu'un service d'eau chaude est combiné avec une installation de chauffage central à eau chaude, la température de réchauffage, toujours inférieure de quelques degrés à la température de marche qui varie normalement avec la température extérieure, peut, lorsque le temps est doux, tomber à 50°. Dans ce cas, c'est sur cette température la plus défavorable qu'il faut tabler pour calculer le service d'eau chaude et non pas sur une température maximum de réchauffage de 70 ou 80°.

Le temps de réchauffage est un élément élastique; il n'est vraiment utile d'imposer un temps de réchauffage très court que lorsque le fonctionnement est intermittent et que le service ne doit être mis en route que quelque temps avant son utilisation. Dans tous les autres cas, il y a intérêt à réchauffer lentement, au cours de la nuit, par exemple, la masse d'eau nécessaire aux besoins diurnes. Le réchauffage lent est particulièrement intéressant lorsque le service d'eau chaude est combiné avec une installation de chauffage dont on veut éviter de renforcer la chaudière outre mesure. C'est d'ailleurs le procédé le plus économique du point de vue de l'exploitation. Il n'a que l'inconvénient de nécessiter de gros réservoirs.

Dans la détermination des services d'eau chaude, il ne faut jamais perdre de vue le phénomène parasite possible de brassage de l'eau en réserve par l'eau froide d'alimentation qui a été examiné plus haut.

Services d'eau chaude domestiques. — Le problème courant est d'assurer les besoins en eau chaude d'une famille de deux à quatre personnes. On doit alimenter



une salle de bains et l'évier, puis, dans certains cas, la buanderie une fois par semaine. Le service est généralement assuré en hiver par la chaudière du chauffage et en été, soit par la chaudière du chauffage, procédé assez peu recommandable, soit par un chauffe-bains ou un petit générateur à gaz (voir plus loin).

De tels services sont convenablement assurés soit par un réservoir vertical de 150 litres, soit par un réservoir horizontal de 200 litres.

Il n'y a pas intérêt à utiliser des réchauffeurs à grande surface qui obligent à renforcer la chaudière exagérément. Une puissance de 2.000 à 3.000 calories-heure suffit.

Si la température moyenne de marche de la chaudière est de l'ordre de 70°, les services ainsi établis permettent d'obtenir par mélange d'eau très chaude et d'eau froide un bain toutes les trois heures environ sans que la température du réservoir soit jamais abaissée en dessous de 40°.

Si la température moyenne de marche de la chaudière est plus basse (temps doux), on fait le bain par épuisement du réservoir, c'est-à-dire en tirant les 150 ou 200 litres nécessaires qu'il contient sans avoir recours au robinet froid de la baignoire. Il faut naturellement attendre dans ce cas un plus long temps avant qu'un autre bain soit possible et le réservoir reste pendant quelque temps après le bain à une température inférieure à la température d'utilisation, ce qui interdit tout puisage.

Cas général. — Un exemple montrera comment on peut résoudre un cas courant.

EXEMPLE. — Déterminer le service d'eau chaude capable d'assurer les besoins d'un hôtel comportant 60 chambres avec lavabos et 2 salles de bains. Le service doit être assuré en hiver par la chaudière du chauffage et en été par une petite chaudière spéciale



à charbon fonctionnant à eau chaude en service continu.

On base la détermination de la puissance calorifique nécessaire sur le débit journalier.

On peut faire l'hypothèse de débit journalier suivante :

15 bains de 200 litres à 38°, soit	3.000 litres à 38°	
150 puisages de 6 litres à 38°, soit	900	—
Au total.....		3.900 litres à 38°.

Si l'on suppose que la température de l'eau froide est de 8°, la puissance calorifique journalière nécessaire est de $38 - 8 = 30$ calories par litre d'eau utile, soit au total : $3.900 \times 30 = 117.000$ calories.

Ce qui correspond à une puissance calorifique horaire de :

$$\frac{117.000}{24} = 4.900 \text{ calories.}$$

Il est prudent de majorer de 20 % environ pour tenir compte des pertes par rayonnement. La puissance de la chaudière du chauffage devra donc être augmentée de 6.000 calories-heure en vue du service d'eau chaude.

Comme une chaudière d'été d'une puissance de 6.000 calories-heure nécessiterait un rechargement en cours de la nuit, inconvénient à éviter, on adoptera pour l'été une chaudière de 8 à 10.000 calories.

On base la détermination de la capacité du réservoir sur l'hypothèse de débit de pointe.

La pointe de débit peut être placée de 7 à 10 heures du matin et estimée comme suit :

6 bains de 200 litres à 38°, soit	1.200 litres à 38°	
90 puisages de 6 litres à 38°, soit	540	—
Total.....		1.740 litres à 38°.



Ce qui correspond à une puissance calorifique de :
 $1.740 \times 38 = 66.000$ calories environ.

Les usagers obtiendront ces 1.740 litres à 38° en mitigeant l'eau trop chaude du réservoir par de l'eau puisée aux robinets froids des appareils.

Les 66.000 calories nécessaires seront fournies en partie :

1° Par la chaudière qui, pendant les trois heures de pointe, débite $3 \times 5.000 = 15.000$ calories utiles ;

2° par l'eau froide entrée dans le réservoir ou puisée aux appareils qui apportera :

$$1.740 \text{ litres} \times 8 = 13.920 \text{ calories.}$$

$$\text{Soit total..... } 28.920 \text{ calories.}$$

L'eau accumulée dans le réservoir devra fournir le reste, soit : $66.000 - 28.920 = 37.000$ environ.

Comme on l'a vu plus haut, la température du réservoir s'abaisse d'une façon plus ou moins régulière au fur et à mesure du puisage. Elle ne doit pas descendre au-dessous de 38 à 40°, ce qui rendrait le réservoir inutile. D'autre part, la température du réservoir à 7 heures du matin ne peut être admise supérieure à 60°, car à certains jours la chaudière de chauffage fonctionnera à peine à cette température. On ne peut donc emprunter à chaque litre d'eau accumulé que $60 - 40 = 20$ calories.

La capacité du réservoir devra donc être de :

$$\frac{37.000}{20} = 1.850 \text{ litres.}$$

Il est prudent de majorer légèrement pour tenir compte des gaspillages, du refroidissement de l'eau dans les baignoires au cours de leur remplissage et des pertes diverses. On adoptera donc définitivement une capacité de 2.000 litres.

En réalité, le raisonnement ci-dessus est quelque peu simplifié, car il néglige les phénomènes parasites



dont il est d'ailleurs très difficile, sinon impossible, d'apprécier mathématiquement les effets. Suivant qu'on adoptera deux réservoirs en série, ou un réservoir vertical, ou un réservoir horizontal, la capacité trouvée ci-dessus pourra être trop large ou trop faible. On ne peut être renseigné convenablement que par des essais pratiques, et il serait souhaitable que les intéressés (propriétaires, architectes, entrepreneurs, etc...) concourent à l'établissement de statistiques documentaires.

NOTA. — Le problème de la détermination des éléments d'un service d'eau chaude est plus simple et peut être résolu plus sûrement lorsqu'il s'agit d'assurer un service qui doit débiter au commandement (bains-douches, par exemple), car la puissance calorifique horaire nécessaire et le débit sont alors connus exactement.

Ces services fonctionnant généralement par intermittence, on est amené à choisir des chaudières puissantes permettant le réchauffage rapide des réservoirs dans les heures qui précèdent immédiatement la mise en service.

La puissance utilisée étant plus élevée, la capacité des réservoirs peut être diminuée.

Les chaudières à allumage rapide et simple, les chaudières à gaz et à mazout par exemple, et les chaudières à mise en régime rapide (chaudières à vapeur) sont particulièrement intéressantes pour ces services.

TUYAUTERIES DES SERVICES D'EAU CHAUDE

Généralités — Le plomb et les poly-métaux de remplacement se déforment sous l'action de la chaleur, le cuivre, plus cher, les tuyauteries de service



d'eau chaude sont souvent installées par l'entrepreneur de chauffage. Toutes ces raisons expliquent l'emploi des tubes de fer *galvanisés* qui présentent d'ailleurs divers avantages : rigidité, résistance mécanique, épaisseurs plus faibles que celles des tuyaux de plomb pour une même résistance et un même débit.

Les tubes galvanisés à chaud que l'on reconnaît à la présence de traces de gouttelettes de zinc sont préférables aux tubes galvanisés à froid qui laissent aux mains des traces blanchâtres caractéristiques.

Les tubes galvanisés ne doivent pas être cintrés au feu, ce qui ferait disparaître le zinc et il est prudent de les assembler au moyen de raccords galvanisés si l'on veut éviter des taches d'oxydation sur les appareils sanitaires.

Lorsque la tuyauterie est courte, on l'établit comme une tuyauterie d'eau froide.

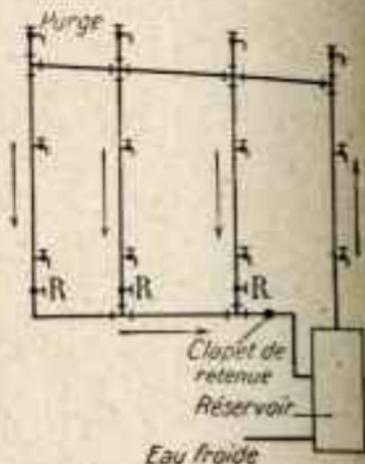


FIG. 208.
Distribution en circuit.

Distribution en circuit. — Si les appareils d'utilisation sont éloignés du réchauffeur, l'eau se refroidit dans la tuyauterie entre deux puisages et il peut arriver que pour obtenir à un lavabo éloigné quelques litres d'eau chaude on se trouve dans l'obligation d'attendre et de faire couler préalablement et inutilement plusieurs litres d'eau froide.

On peut calorifuger les tuyauteries d'eau chaude, mais elles prennent alors un aspect disgracieux.

On peut également revenir à l'installation directe sans circuit en entretenant la température de l'eau



dans la tuyauterie par une petite fuite permanente juste assez importante. On perd ainsi une petite quantité d'eau et de chaleur, mais ces deux pertes

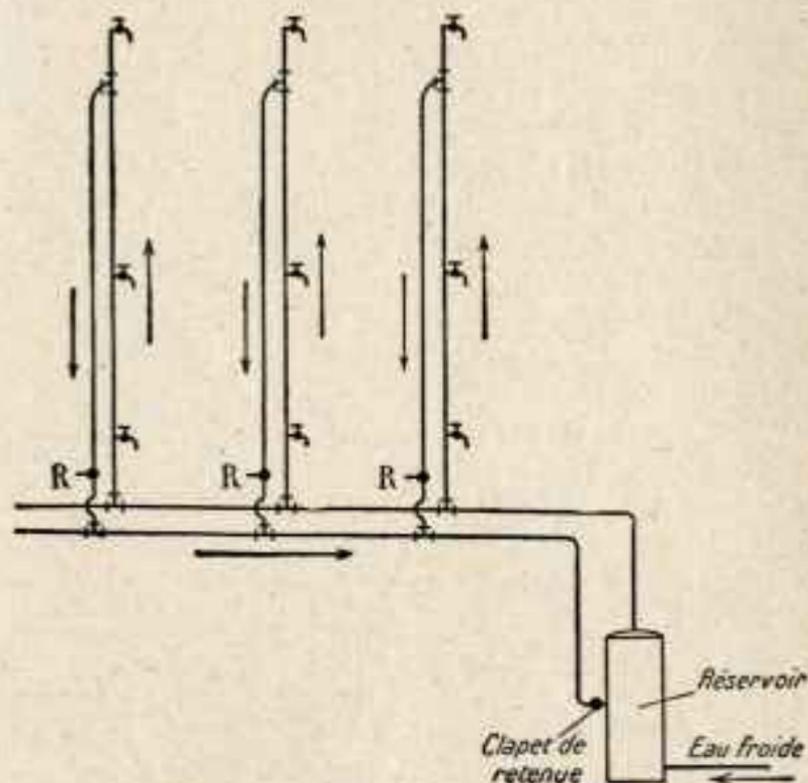


FIG. 209. — Distribution en circuit.

sont assez faibles. On préfère quelquefois ce dispositif.

On remédie plus généralement au refroidissement de l'eau en établissant une distribution en circuit suivant l'une des figures 208 et 209.

Les tuyauteries et le réservoir constituent alors une véritable installation de chauffage par thermosiphon dont le réservoir est le générateur et dont les tuyauteries sont les corps de chauffe. On calcule les

diamètres pour qu'il s'établisse une circulation naturelle dont la cause est dans la différence de densité de l'eau dans les différentes colonnes et de telle façon qu'en aucun point du circuit la température ne soit très inférieure à la température d'utilisation.

Le calcul est assez délicat. On majore les diamètres pour tenir compte de ce que la circulation continue provoque un entartrage important. Un clapet de retenue (fig. 210) empêche le renversement du sens de circulation, qui pourrait se produire lorsqu'on ouvre un robinet de puisage placé près du réservoir sur les tuyauteries de retour. Malheureusement, le fonctionnement de ce clapet de retenue est souvent capricieux (entartrage, grippage).

Comme dans toute installation de chauffage, l'air contenu dans l'eau tend à se rassembler dans la partie supérieure du circuit où il ne tarde pas à entraver la circulation. On s'arrange pour qu'un robinet de puisage se trouve placé au point le plus haut, vers lequel montent toutes les tuyauteries horizontales. L'usager purge alors la tuyauterie sans s'en douter lorsqu'il puise à ce robinet. Lorsque cette disposition est impossible, on place au point haut une bouteille d'air et un purgeur à main.

Des robinets à boisseau ou des tés spéciaux à mamelons régulateurs placés en R (fig. 208 et 209) permettent de régler les débits calorifiques des tuyauteries de façon à équilibrer les températures dans les diverses colonnes.

On peut également, en prévision des arrêts futurs nécessités par des réparations, placer des robinets d'arrêt. Il faut alors en mettre sur les colonnes d'aller et de retour.



FIG. 210.
Clapet de retenue.



La distribution d'eau chaude en circuit attire les critiques suivantes :

Le prix d'établissement élevé puisque la longueur de la tuyauterie est sensiblement double de celle d'une distribution simple et que les diamètres peuvent se trouver augmentés;

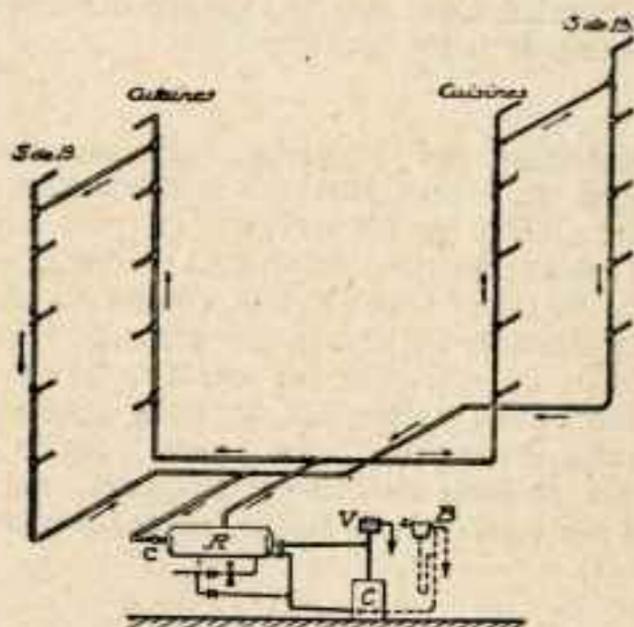


FIG. 211. — Distribution d'eau chaude en circulation, sans compteurs, dans un petit immeuble.

Le rayonnement, gênant, en été des tuyauteries de distribution;

La perte continue et assez importante de chaleur, c'est-à-dire de combustible, par rayonnement des tuyauteries. Ce rayonnement est d'ailleurs dans une certaine mesure nécessaire au fonctionnement de la circulation.

Cette perte atteint dans certains cas de telles proportions qu'il y a lieu d'envisager s'il n'y a pas intérêt



à forcer la circulation de l'eau chaude par une petite motopompe électrique. Les diamètres de distribution peuvent alors être réduits aux dimensions justes suffisantes pour assurer le débit et les canalisations de retour ont des diamètres très faibles. Cette solution doit être examinée pour tous les bâtiments un peu importants et dans tous les cas où il y a lieu d'assurer une distribution d'eau chaude à grande distance dans un bâtiment de faible hauteur.

Raccordement des appareils sanitaires sur les tuyauteries en fer. — Bien que cette question sorte un peu du cadre de cet ouvrage, on peut signaler que s'il est parfaitement logique de raccorder en fer les appareils bien fixes et solides, comme les plaques de robinetterie de baignoires, par exemple, il est de bonne règle de raccorder par une tubulure souple, en plomb ou en cuivre, les appareils fragiles tels que lavabos, bidets, etc... On trouve dans le commerce des raccords fer-cuivre, fer-plomb, qui permettent des combinaisons faciles, élégantes et économiques (1).

DISPOSITIONS SPÉCIALES

Chauffage central et service d'eau chaude combinés. — Lorsqu'on doit établir dans le même bâtiment une installation de chauffage central et un service d'eau chaude, il est à première vue très séduisant de combiner la chaudière du chauffage avec la chaudière

Par *Traité de plomberie de Magné et Charlent, à la même librairie.*



qui doit assurer le service d'eau chaude, de façon à ce qu'en hiver le service soit assuré simplement par l'unique chaudière du chauffage.

Cette disposition n'est pas très rationnelle, c'est-à-dire qu'en pratique elle est moins économique qu'elle ne le paraît, parce que le chauffage exige une puissance variable avec la température extérieure, alors que le service d'eau chaude exige une puissance variable avec d'autres éléments tels que le débit, la température de l'eau puisée, etc...

D'autre part, lorsque la chaudière de chauffage est à eau chaude, la température du réservoir, qui est toujours inférieure de quelques degrés à la température de marche de la chaudière, varie suivant la température extérieure et peut même descendre à certains moments en dessous de la température d'utilisation de l'eau chaude, ce qui rend impossibles tous puisages utiles.

En tout cas, dans le calcul du réservoir, on ne peut tabler que sur une température maximum de réchauffage de 50 à 55°, correspondant à la marche de la chaudière de chauffage par temps doux, ce qui conduit à augmenter la capacité du réservoir par rapport à ce qu'elle serait pour une température maximum de réchauffage de 70 ou 80°.

Si on veut éviter d'augmenter la capacité, le débit ne peut plus être garanti que sous réserve que l'on forcera, avant tout puisage important, l'allure de la chaudière pendant un temps suffisant pour porter toute la capacité du réservoir à 70°, par exemple, ce qui n'est ni pratique ni économique, surtout avec les chaudières à charbon. En tout cas il n'est pas nécessaire d'augmenter beaucoup la puissance de la chaudière du chauffage, car on dispose généralement de toute la nuit pour accumuler dans le réservoir la quantité de chaleur nécessaire. C'est ainsi qu'a été comprise, sans aucune modification à la chaudière



du chauffage, l'adjonction d'un service d'eau chaude avec réservoir de 200 litres à l'installation dont la réalisation est présentée au chapitre V (voir les plans).

La figure 212 montre une disposition correcte dans le cas d'un chauffage à eau chaude. Les vannes A et B

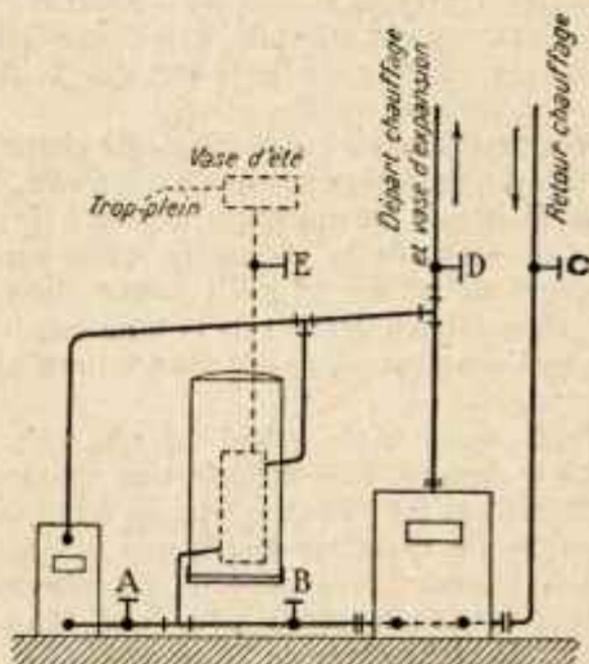


FIG. 212. — Chauffage et service d'eau chaude combinés.

permettent la mise hors circuit de la chaudière éteinte. La vanne B sert également en hiver pour modérer l'appétit du réchauffeur lorsqu'il menace de nuire au fonctionnement du chauffage.

La chaudière d'été peut utiliser le vase d'expansion du chauffage (fig. 213), mais la colonne montante chauffe alors en été les locaux traversés, ce qui est assez désagréable et provoque généralement une perte



importante en raison du diamètre de cette colonne.

Ce dispositif a toutefois l'avantage d'éviter tous les incidents et accidents qui peuvent résulter de l'emploi de vannes placées sur le départ.

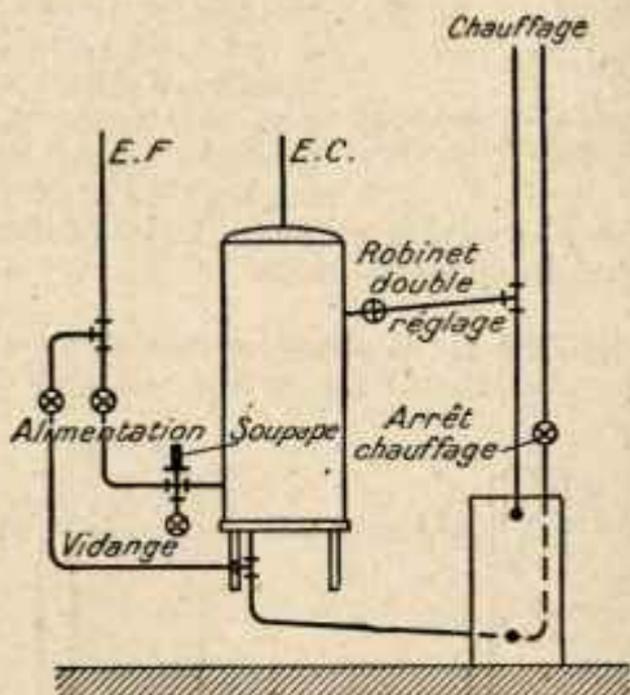


FIG. 213. — Service d'eau chaude par chaudière du chauffage.

Les deux chaudières sont toujours en communication permanente et par leur partie supérieure avec le vase d'expansion: c'est une condition de sécurité élémentaire (voir page 115).

On peut placer un vase d'expansion spécial pour l'été au niveau du vase d'expansion du chauffage, ou



tout de suite sur le réchauffeur. Dans ce dernier cas, trois vannes C, D, E (fig. 212) sont nécessaires pour éviter le déversement de l'eau du circuit de chauffage par le trop-plein du vase d'été.

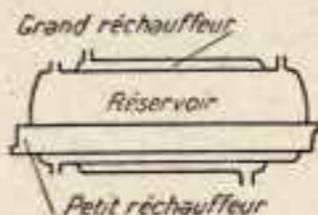


FIG. 214. — Réservoir à deux réchauffeurs «Loiseau».

Les vannes C et D présentent le gros inconvénient de priver la chaudière du chauffage de toute expansion, c'est pourquoi il est prudent d'asservir les vannes D et E l'une à l'autre

de façon à ce qu'elles ne puissent être accidentellement fermées en même temps.

Service d'été par la chaudière du chauffage. — Il n'est pas avantageux d'assurer le service d'eau chaude

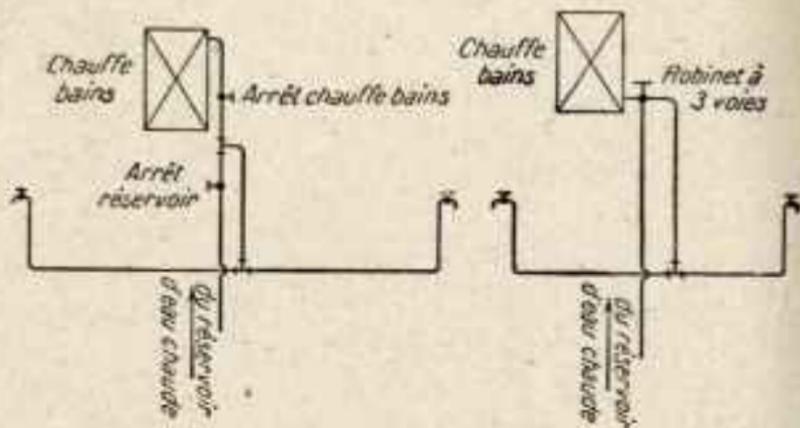


FIG. 215. — Combinaisons de chauffe-bains et de réservoirs.

en été par la chaudière du chauffage, car celle-ci est généralement trop puissante pour ce seul service. On gaspille alors le combustible et la chaudière s'em-



balle continuellement. D'ailleurs, les allumages répétés des chaudières à charbon sont fastidieux.

La disposition, admissible seulement pour les très petites installations et lorsque le débit d'eau chaude est suffisamment important, est représentée par la figure 213. Une vanne permet de bloquer le circuit de chauffage et un robinet à double réglage commande le réchauffeur en hiver.

Le fonctionnement peut être satisfaisant si l'on prévoit un réservoir à deux réchauffeurs (fig. 214); l'un de faible surface qui permettra le réchauffage lent sans nuire au chauffage en hiver, l'autre de grande surface qui permettra le réchauffage rapide en été de toute la capacité du réservoir qui, bien calorifugé, et de capacité suffisante, pourra assurer le service pendant un ou deux jours, après quelques heures de marche de la chaudière qu'on laissera ensuite s'éteindre.

Service d'été par appareils spéciaux.

— Il est généralement plus avantageux d'employer pour l'été un procédé de chauffage spécial : chauffe-eau ou chauffe-bains à gaz ou électriques.

Deux robinets d'arrêt ou un robinet à trois voies placés sur les tuyauteries de distribution permettent un changement de service facile (fig. 215).

On peut encore utiliser pour chauffer en été l'eau chauffée en hiver par la chaudière de chauffage un petit générateur à gaz. Ces appareils sont munis d'un régulateur thermostatique qui les met en veilleuse et les rallume suivant les variations de température de l'eau utilisée (c'est-à-dire suivant les puisages d'eau



FIG. 216.
Chauffe-eau
« l'Ochod »
de Maladry.



chaude). Leur consommation horaire de gaz étant très faible, leur installation est moins onéreuse que celle d'un chauffe-bain. Les règlements autorisent l'installation des plus petits d'entre eux sans conduit d'évacuation (fig. 216, 217 et 218).

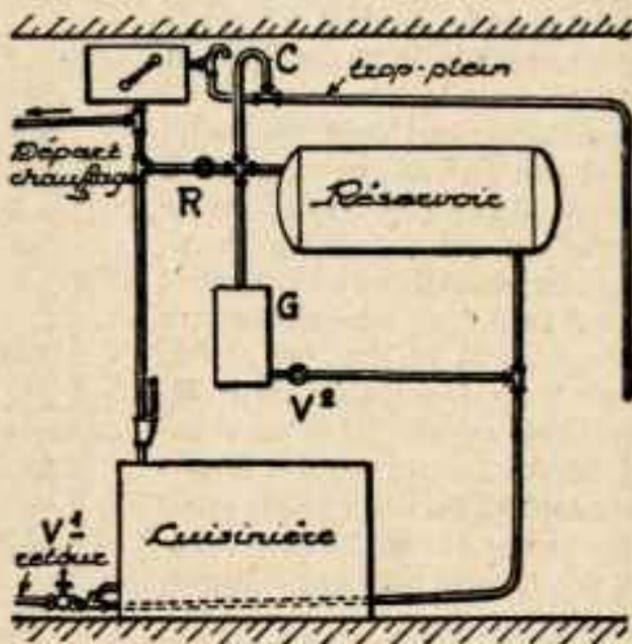


FIG. 217. — Service d'été par petit générateur à gaz.

Il faut apporter une grande attention à l'installation de ces appareils. En été toute circulation doit être interdite dans l'installation de chauffage. La moindre perte de ce côté épuise le petit générateur. Si l'on place une vanne sur le départ, il faut prendre des dispositions pour conserver au générateur une expansion et une purge d'air. Le montage indiqué par la figure 217 donne satisfaction. En tout cas, toujours pour éviter l'épuisement du générateur, une dépense de gaz dont ne tardent pas à



s'apercevoir les usagers, calorifuger soigneusement le réservoir avec un bon isolant.

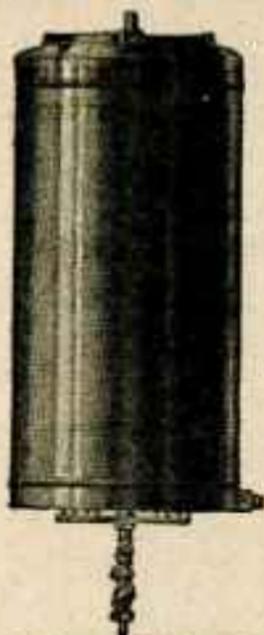


FIG. 218. — Vigil spécial.

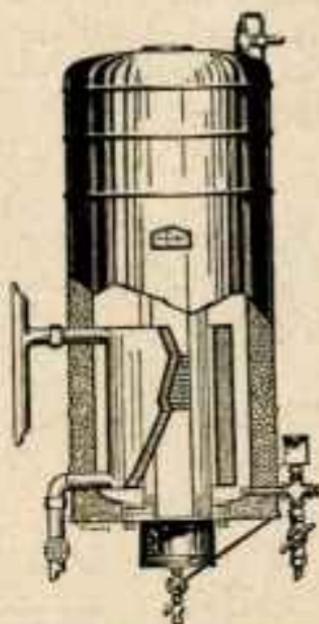


FIG. 219. — Tank C.

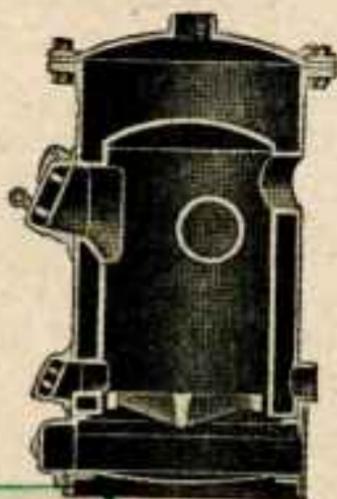


FIG. 220.
M. Loiseau.

Une autre solution pour assurer le service d'été consiste dans l'emploi d'un réchauffeur spécial (fig. 219) dans lequel est disposé un brûleur muni d'un régulateur thermostatique.

Plus compacte que la précédente cette solution a probablement un rendement supérieur, mais son installation est plus onéreuse.

Service d'eau chaude par fourneau de cuisine. — Les services d'eau chaude assurés par les fourneaux de cuisine sont particulièrement pratiques pour les petites habitations où le même appareil assure ainsi en hiver un triple service : cuisine, service d'eau

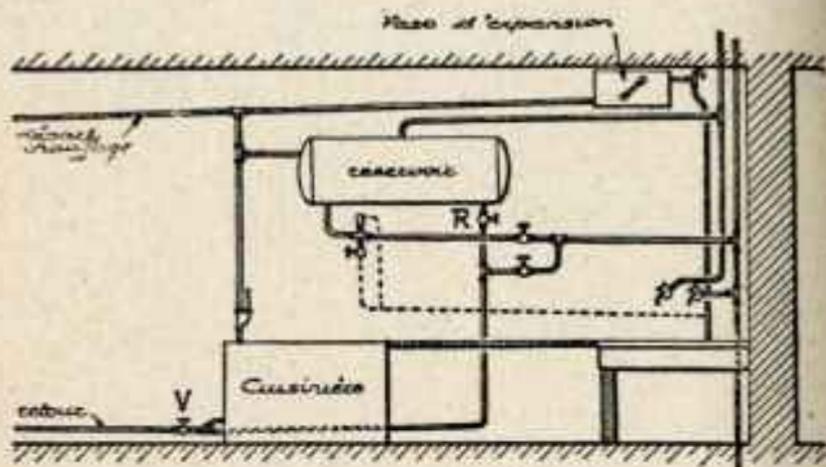


FIG. 221. — Service d'eau chaude par fourneau de cuisine.

chaude et chauffage et en été le double service de la cuisine et de l'eau chaude.

La présence d'un réservoir d'eau chaude a d'ailleurs l'avantage accessoire de régulariser la marche du fourneau en été. Il ne faut pas se faire trop d'illusions sur l'efficacité des foyers d'été et il est toujours prudent d'adjoindre à un chauffage par fourneau de cuisine un petit service d'eau chaude qui absorbera en été la chaleur transmise par le foyer au bouilleur.

Les services d'eau chaude par fourneaux de cuisine conviennent également pour les propriétés où l'on



ne dispose pas du gaz et pour les grandes cuisines de restaurant dans lesquelles les fourneaux à charbon fonctionnent en toutes saisons.

Service d'eau chaude par chaudières à gaz. — La souplesse des chaudières à gaz, leur facilité d'allumage, de conduite et d'extinction en font des générateurs extrêmement pratiques pour les services d'eau chaude, particulièrement lorsque le débit est intermittent et présente des pointes fréquentes.

Réchauffage par barbotage de vapeur. — Pour des usages industriels, on réchauffe l'eau plus rapidement que par l'emploi de réservoirs à réchauffeurs en y injectant directement de la vapeur sous pression empruntée à l'un des générateurs de l'usine.

Mélangeurs thermostatiques. — Les mélangeurs thermostatiques (fig. 222) qui, recevant d'une part de l'eau froide, d'autre part l'eau chaude à température variable provenant d'un réservoir à réchauffeur, fournissent de l'eau chaude à température constante et facilement réglable, présentent un grand intérêt parce qu'ils permettent la suppression des gaspillages qu'entraîne toujours le mitigeage à la main par les usagers au moyen des robinets froids des appareils.

Mais ces thermostats sont d'un fonctionnement assez

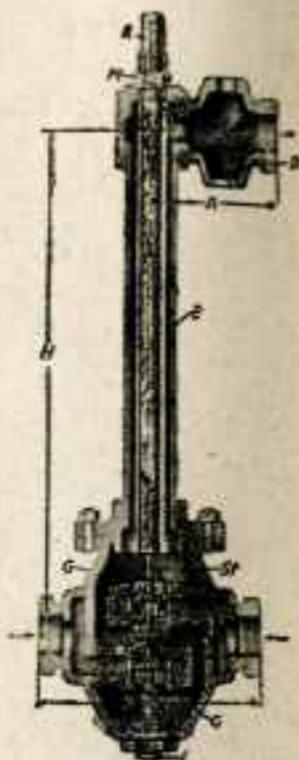


FIG. 222.
Coupe d'un robinet
thermostatique.



délicat et coûtent cher, ce qui limite leur emploi aux installations importantes : bains, douches, immeubles, hôpitaux, etc...

RÉALISATION DES SERVICES D'EAU CHAUDE

Voici ci-dessous un modèle de prix de revient d'un service d'eau chaude.

Prix de revient d'un service d'eau chaude.

Générateur et ses accessoires (voir chauffage).....	»
Réservoir vertical ou horizontal, d'une capacité de ...x m ³	»
éprouvé à la pression de ...x kilogs.....	»
avec réchauffeur du type et d'une surface de ...x m ²	»
avec ou sans autoclave, buse ou fond démontable.....	»
Enveloppe calorifuge (1).....	»
Socle ou consoles.....	»
Tuyauterie de chauffage avec raccords.....	»
Robinet ou vanne de réglage du réchauffeur.....	»
Robinet d'alimentation du réservoir.....	»
Robinet de vidange du réservoir.....	»
Raccordement du robinet de vidange sur une vidange (2).....	»
Soupape de sûreté.....	»
Thermomètre indiquant la température de l'eau au départ du réservoir (2).....	»
Tuyauterie pour distribution d'eau chaude (culvre ou fer galvanisé).....	»
Tuyauterie pour alimentation en eau froide du réservoir (plomb ou fer galvanisé) (1).....	»
Raccords. Colliers. Ingrédients.....	»

(1) Travaux toujours nécessaires, laissés quelquefois aux spécialistes.

(2) Généralement laissés de côté par économie.



Clapets de retenue (pour distribution en circuit)...	9
Calorifuge des tuyauteries de chauffage et d'eau chaude (2).....	0
Robinets d'arrêt ou raccords à souder en attente pour les appareils.....	2
Raccordement des tuyauteries sur les appareils à desservir (plomb ou cuivre) (1).....	2
Robinets de puisage (évier, buanderie, etc...).....	2
Transports, camionnages et octrois.....	2
Main-d'œuvre.....	2
Déplacements et voyages.....	0

(1) Travaux toujours nécessaires, laissés quelquefois aux spécialistes.

(2) Généralement laissés de côté par économie.



CHAPITRE XIII

MONTAGE

L'outillage courant d'un monteur en chauffage pèse environ 250 kilogrammes et comprend :

Un établi avec étau à tube (fig. 223) et étau à pied;

Une forge à ventilateur

(fig. 224) ou à soufflet;

Une caisse d'outils;

Une échelle de 2 mètres;

Un seau;

Accessoirement un étau pliant (ou pionnier) (fig. 225).

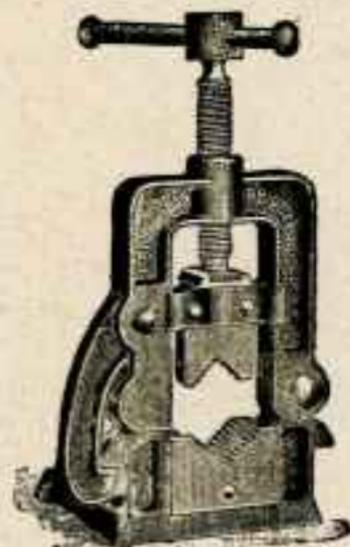


FIG. 223. — Étau à tubes.

Etabli. — L'établi, ou bahut, doit être solide, stable, démontable, et approprié à la taille de l'ouvrier.

Il n'y a pas d'inconvénient à ce qu'il soit léger (ce qui augmente sa maniabilité et facilite son transport) pourvu qu'on ait la faculté de l'amarrer au sol par

des rappoints ou de charger le bâti pour l'immobiliser. La rigidité du bâti est facilement obtenue si l'on



emploie pour sa construction des cornières (de 35,1 par exemple) disposées en triangle (fig. 226).

Le plateau est constitué par deux madriers séparés par une planche épaisse. On dispose ainsi, au milieu

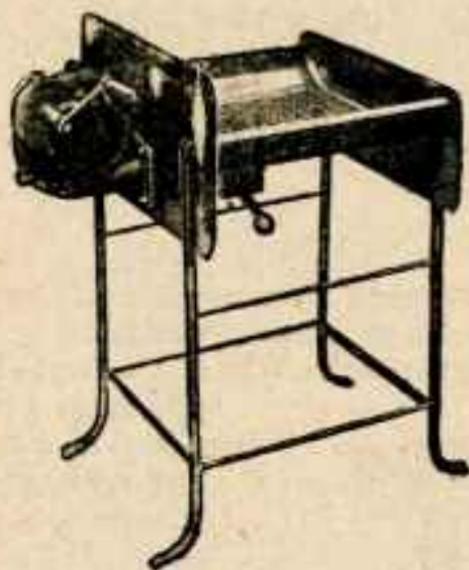


FIG. 224 — Forge à ventilateur à main.

de la table, d'une sorte de caisson commode pour placer pendant le travail les raccords et les outils.

Sur le bahut sont fixés un étau à tube et un étau à pied (autant que possible à mâchoires épaisses). Une bonne disposition de ces deux outils est celle représentée par la figure 227.

Des trous peuvent être percés dans le plateau pour placer des broches, des guides de cintrages.

Caisse d'outils. — La caisse d'outils est un coffre solide formant à clé, et comportant autant que possible un casier pour les petits outils.



A cette caisse unique, on peut substituer deux coffres qui, plus légers, seront plus maniables.



FIG. 225. — Étau pionnier.

Voici les outils nécessaires pour le travail des tubes jusqu'aux diamètres de 50/60 :

2 marteaux d'ajuteur; 1 jeu de poinçons; 2 burins; 1 bédane; 1 jeu de tamponnoirs ordinaires et de tamponnoirs creux (fig. 228); 2 coupe-tubes à molettes (fig. 229), ou mieux, 1 coupe-tubes à lames (fig. 230); 1 scie à métaux avec un jeu de lames; 2 alésoirs (fig. 231);

1 lime d'Allemagne; 1 lime bâtarde; 1 lime ronde; 1 scie à bois à 3 lames; 1 vilebrequin à cliquet avec 1

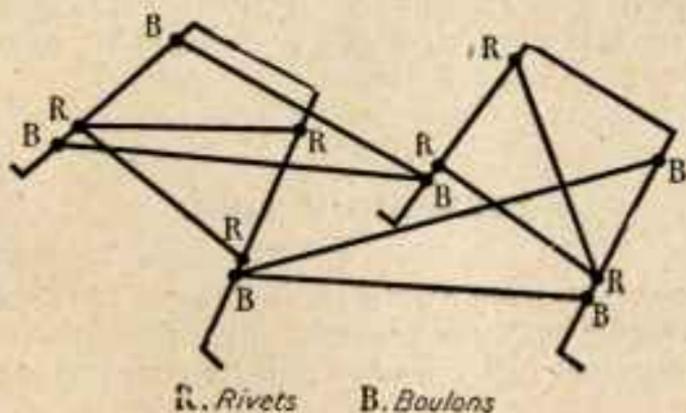


FIG. 226. — Support d'établ.

jeu de mèches à bois de 20, 25, 30, etc...; 2 ciseaux à bois; 1 gouge; 1 râpe à bois; 1 jeu de mèches à pierre; 1 filière extensible à 4 coussinets



avec 3 jeux de couteaux à droite et 3 jeux de couteaux à gauche (fig. 232); 4 clés à tube « Stilson » (n^{os} 10, 14, 18 et 24) (fig. 233), 2 griffes à chaîne (n^{os} 10 et 18) (fig. 234); 1 clé à molette; 1 pince universelle; 1 tenaille; 1 jeu de tournevis; 1 cisaille; 1 tenaille de forge; 1 truelle brettelée dite « Berthelé » (fig. 235); 1 truelle ordinaire; 1 spatule; 1 petite auge à plâtre; 1 niveau à bouteilles; 1 niveau à bulle en bois de 30 à 40 centimètres; 1 double mètre pliant; 1 fil à plomb; 1 équerre à 90° de 40 centimètres; 1 fausse équerre; 1 chignole avec un jeu de forets américains de 6, 8, etc...; 1 jeu de tarauds; 1 dresse-tubes (fig. 236); 1 outil pour gratter les joints; 1 jeu d'outils spéciaux pour le montage et le démontage des radiateurs (fig. 237); 1 clé spéciale pour le montage et le démontage des robinets (fig. 238), 2 gamelles; 1 lot de rap-pointis; 1 servante; 1 tas.



FIG. 227. — Établi.

TRAVAIL DU TUBE

Les auteurs n'ont d'autre prétention que de rappeler ici quelques principes généraux utiles aux débutants et à ceux qui sont appelés à surveiller les montages.

Coupe des tubes. — Les petits tubes (12 et 15) peuvent se couper à la scie. Les tubes plus gros se coupent au coupe-tubes. Lorsqu'on emploie un coupe-tube à molettes, il faut ébarber après la coupe l'extérieur du tube à la lime et l'intérieur à l'alésoir. Le





FIG. 228.
Tamponnoir creux.



FIG. 229.
Coupe-tubes à molettes.

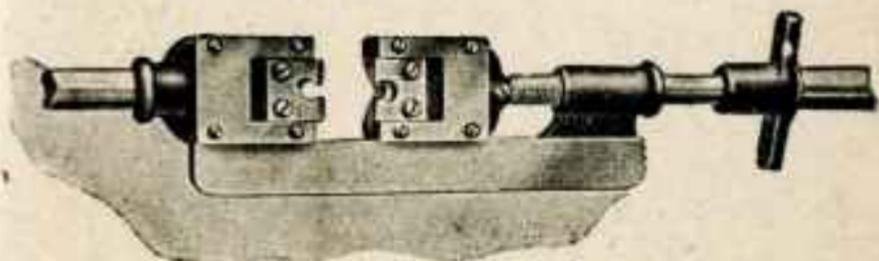


FIG. 230. — Coupe-tubes à lames.

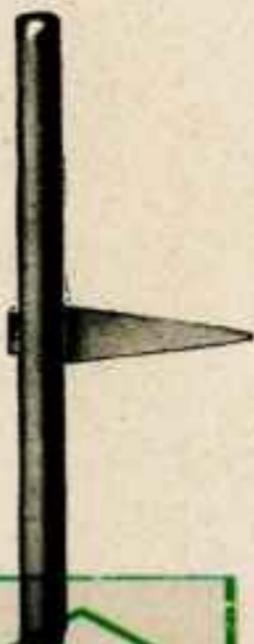


FIG. 231. — Alésoir à lame.



FIG. 232.
Filière à couteaux réglables.



FIG. 233. — Clef Stillson.





FIG. 234. — Clef à chaîne.



FIG. 235.
Truelle Berthel.

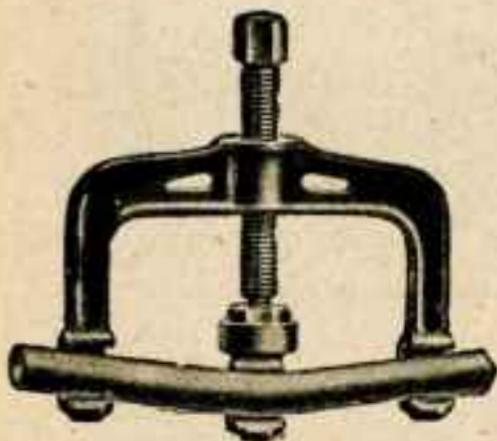


FIG. 236. — Dresse-tubes.



FIG. 238.
Clef de
montage des
robinets.

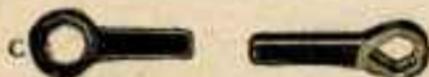


FIG. 237.

A. Barre de montage. — B. Clé à carré.
C. Clés à bouchons.

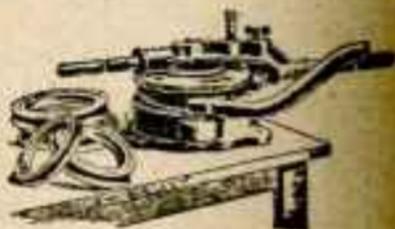


FIG. 239. — Machine à cintres.



coupe-tube à lame, qui donne une coupe franche, dispense de ces travaux accessoires.

Dans le montage des tubes, il faut employer le moins possible de coudes de commerce. Ces raccords coûtent chers, ils sont disgracieux et provoquent des pertes de charges importantes.

Cintrage des tubes. — On peut cintrer les tubes :

A froid, à la machine à cintrer, jusqu'aux diamètres de 33 et 40 (fig. 239).

A chaud, au rouge, sans les remplir, jusqu'aux diamètres de 40, et 50 même lorsque le métal est bon;

A chaud, au rouge, après remplissage, au-dessus de ce diamètre.

Les tubes galvanisés doivent être cintrés à froid ou chauffés très modérément de façon à éviter la destruction de la galvanisation.



Fig. 240.
Rayon de courbure.

On peut s'aider pour cintrer les tubes de broches, poulies, guides, crampons, etc...

Pour remplir un tube, on le bouche avec un fort tampon de chiffons et on y verse du sable fin et sec, ou mieux, du grès, que l'on tasse au fur et à mesure en frappant l'extrémité du tube sur le sol et en le martelant régulièrement sur toute la longueur.

Pour cintrer, il y a intérêt à placer la partie faible du tube, c'est-à-dire la ligne de soudure sur le côté du cintrage.

Le rayon normal de courbure R (fig. 240) est d'environ trois fois le diamètre du tube pour le 26, trois fois et demie pour le 33, quatre fois et demie pour le 40, etc...

On évite l'aplatissement des petits tubes en enga-



geant la partie à cintrer entre les mâchoires de l'étau à pied préalablement ouvertes d'une quantité égale au diamètre extérieur du tube.

La partie à cintrer est repérée par trois traits de craie et, après chauffe, on refroidit soigneusement à l'eau les parties de tube qui se trouvent au delà des traits extrêmes.

On coude sans brusquerie. Les petits diamètres se coudent en une fois. Les gros diamètres demandent plusieurs chauffes. Il faut placer l'équerre à plusieurs reprises au besoin de façon à ne pas dépasser l'angle voulu, car on ne peut généralement pas rouvrir un coude sans déformer le tube.

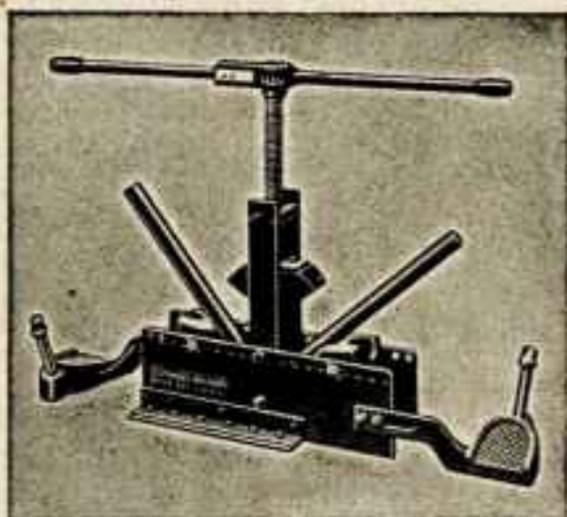


FIG. 241. — Machine à cintrer Mingori.

L'emploi des machines à cintrer est intéressant lorsqu'il n'est pas nécessaire d'obtenir des coudes très courts ou des formes très compliquées (fig. 241).

Avec une bonne cintrreuse un ouvrier ordinaire réussit convenablement, rapidement et sans fatigue des cintrages sur tubes de toutes dimensions.



La machine à cintrer a encore l'avantage de donner un rayon de courbure constant, indépendant de l'adresse du monteur.

Son emploi est particulièrement indiqué pour le travail des tubes galvanisés qu'on ne peut placer sur la forge sans inconvénient.

Filetage. — Pour fileter les tubes, on peut employer des filières à un coussinet fixe, mais ces filières exigent surtout pour les gros diamètres des efforts considérables et ne permettent pas de rattraper l'usure du coussinet, ni d'ajuster exactement le filetage des tubes à ceux des raccords qui ne sont pas toujours rigoureux.

Les filières ajustables à deux ou mieux encore à quatre coussinets (fig. 232) n'ont pas ces inconvénients et permettent de fileter les gros diamètres en plusieurs passes.

Il est regrettable que les machines à fileter de chantiers soient aussi peu employées. Il en existe des modèles marchant à bras, dont le prix n'est pas trop élevé, et qui, tout en ménageant les forces de l'ouvrier, permettent de réaliser des économies de main-d'œuvre (1).

Les filières à cliquet diminuent l'effort à fournir et permettent de fileter des tubes posés, ce qui est particulièrement intéressant pour les réparations.

Les filières, et en particulier leurs couteaux, doivent être toujours bien nettoyés et il est indispensable en cours de travail de graisser abondamment à l'eau de savon ou à l'huile animale ou végétale (colza, arachide avariée, poisson, lard, etc...).

(1) Voir fig. 232 *Traité de filetage*, Librairie Goussier frères.



Montage des tubes. — Les tubes sont assemblés au moyen de raccords en fonte ou en fonte malléable, noirs ou galvanisés (voir page 87).

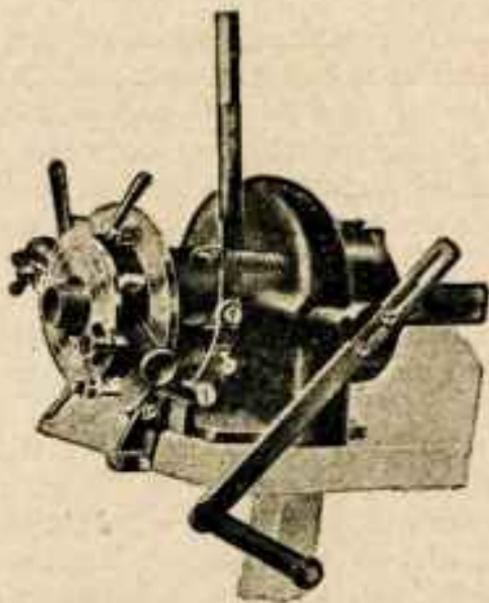


FIG. 242. — Machine à fileter Rotal.

On ne saurait trop recommander l'emploi de raccords de bonne qualité, solides, bien calibrés, ayant des axes bien rectilignes ou, s'il s'agit de tés, bien d'équerre.

Les pertes de temps qu'occasionne le remplacement de raccords défectueux entraîne toujours des frais très supérieurs à l'économie réalisée par l'emploi de qualité inférieure.



Pour les raccords en fonte, taraudés coniques, on fait les joints au minium clair, sans filasse. Pour les raccords en fonte malléable, taraudés cylindriques, on



FIG. 243. — Manchons.

droite-droite

droite et gauche

fait les joints à la filasse de chanvre enduite de céruse ou de minium. Les joints doivent être soigneusement nettoyés après les essais.

On peut raccorder les tubes par manchons droite et droite ou par manchons droite et gauche. Les nervures extérieures des manchons droite et gauche sont fendues en deux parties, ce qui permet de les distinguer extérieurement (fig. 243).

Voici de quelle façon sont établis dans la plupart des cas les joints démontables :

Manchons droite et droite. — Les deux tubes sont filetés à droite. Sur l'un au moins des deux, on donne au filetage une longueur (fig. 244) au moins égale à celle d'un manchon plus un écrou (longue vis), on engage un écrou et un manchon sur la longue vis, on prépare le joint sur l'autre tube, on aboute les tubes, et,

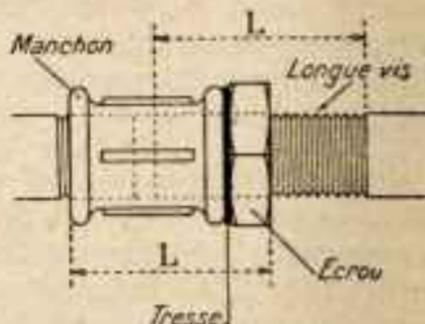


FIG. 244. — Longue-vis.

dévisant le manchon de la longue vis, on le visse sur le joint préparé. Dès qu'il serre, ce qui doit normalement se produire lorsqu'il est vissé à peine de sa



demi-longueur, on rapproche l'écrou et on interpose entre lui et le manchon une tresse de chanvre enduite de cêruse ou de minium.

Certains placent un écrou sur chaque tube, ce qui offre quelquefois plus de sûreté, mais coûte plus cher.

Manchons droite et gauche. — Un tube est fileté à droite, l'autre à gauche. On place le manchon entre les deux tubes, et on le visse en même temps sur les deux tubes qu'il rapproche.

Ces deux procédés d'assemblage ont des avantages et des inconvénients dont les principaux sont les suivants:

L'assemblage par manchons droite et droite nécessite des longues vis dont l'exécution sur les gros diamètres est très fatigante. Il exige une ou deux pièces de plus (écrous), mais il présente l'avantage d'une exécution facile du joint.

L'assemblage par manchons droite et gauche nécessite deux jeux de couteaux de filière. Il est d'une exécution rapide, mais il est assez difficile d'obtenir en même temps sur les deux tubes un serrage correct. Son inconvénient principal est que les tubes se déplacent lorsqu'on fait ou défait le joint, c'est-à-dire qu'un certain dévêtissement est nécessaire, ce qui complique le montage des parties cintrées.

Raccords unions. — Les raccords unions (à rodage, de préférence) permettent des montages faciles (fig. 215). Un installateur avisé doit se rendre compte que l'emploi modéré et judicieux de ces pièces permet de réaliser des économies sensibles de main-d'œuvre.

Pour les gros tuyaux, on emploie les brides et les collets battus.

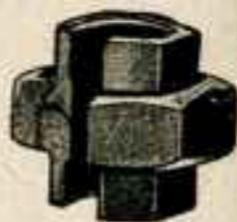


FIG. 245.
Raccord « Union ».



La soudure autogène est de plus en plus employée. Elle exige un matériel onéreux et une main-d'œuvre spécialisée. Le monteur qui sait souder à l'autogène possède sur ses camarades un avantage marqué qui s'accroîtra de plus en plus.

Il existe de petits postes de soudure autogène portatifs qui permettent de réaliser économiquement les petits travaux courants : piquages sur tuyauteries existantes, etc...

Méthode de travail. — Une bonne méthode de travail est indispensable. Voici comment on peut procéder : dès l'arrivée sur le chantier, s'assurer avec les plans en mains de la possibilité de réaliser les dispositions prévues (passage des tuyauteries, emplacement d'appareils, etc...). Ranger le matériel (les raccords par diamètres pour faciliter leur recherche) et vérifier le matériel suivant les listes remises par l'installateur. Rendre compte immédiatement des erreurs, omissions ou manquants.

Tracer les percements, soit après mise en place des corps de chauffe, soit en prenant simplement leurs cotes.

Percer tous les trous. Les percements délicats doivent être faits par le monteur et pas par un aide plus ou moins habile ou plus ou moins soigneux. De grosses difficultés rencontrées à ce moment peuvent justifier, quelquefois nécessiter des modifications du tracé prévu sur le plan. Ces modifications ne doivent en aucun cas être faites sans l'avis du conducteur de chantier.

Les trous percés, on monte la chaudière et on la met en place.

On établit ensuite le réseau de tuyauteries principales, puis les colonnes, et l'on termine par les raccordements des corps de chauffe.

Certains monteurs tracent sur les murs toutes les



pentés, d'autres montent les tuyauteries sans aucun traçage. Cette dernière méthode, plus rapide, exige qu'on se rende bien compte au préalable de la position de tous les points hauts et bas.

Les bons monteurs prennent toute une série de mesures et préparent un lot de tuyaux qu'ils montent ensuite par séries. La meilleure façon de prendre les mesures est de se repérer suivant les axes des tubes et des raccords. Il faut toujours garder la même méthode. La mesure d'axe en axe a le mérite de donner les cotes des tuyaux *mis en place*.

Recommandations générales. — Le monteur ne doit jamais perdre de vue les points suivants :

Percements. — La bonne règle est de placer dans les percements, des fourreaux en tôle ou en carton ondulé (plus maniables et plus faciles à arraser que les fourreaux en tôle ou les chutes de tubes). Ces fourreaux permettent la libre dilatation des tuyauteries.

Les piquages verticaux doivent traverser les planchers par des *trous ovalisés* de façon à permettre un certain jeu latéral correspondant à l'allongement de la tuyauterie horizontale. On peut d'ailleurs masquer l'orifice du trou par une rosace.

Après pose des tuyaux, les fourreaux doivent être arrêtés et les trous proprement rebouchés au plâtre fin.

Chaudière. — Ne placer la chaudière que sur une assise bien nivelée. La disposer de façon à ménager l'emboîtement et le déboîtement faciles du tuyau de fumée.

Bien faire les joints au mastic spécial entre les éléments des chaudières en fonte pour éviter toute entrée d'air dans le foyer et toutes sorties de fumée.

Bien s'assurer du libre jeu des articulations, poulies, chaînes, etc... des appareils de réglage.



Tuyauteries. — Les tuyauteries horizontales se règlent en pente de 3 à 5 millimètres au maximum par mètre. Les tuyaux se placent à 2 centimètres des murs et à 12 ou 15 centimètres des sols.

Les tuyauteries en caniveaux ou en gaines ne doivent comporter de joints que dans les cas de nécessité absolue.

Joints. — La première condition d'un bon joint est un filetage régulier et bien calibré, qu'on ne peut réussir qu'avec des couteaux bien affûtés et propres.

Il est bon d'enduire de graisse Belleville avant le montage tous les joints métal sur métal (raccords coniques, robinets en bronze, etc...) et de mouiller les joints en amiante à l'huile de lin, à la rigueur à l'eau.

Colliers. — Les colliers ne doivent jamais brider les tuyauteries. Ils doivent être bien scellés (surtout les colliers de butée placés en vue de guider les allongements résultant de la dilatation).

Sur les petits tuyaux, on peut placer les colliers de 2 en 2 mètres et sur les gros tuyaux de 3 en 3 mètres.

Les colliers de plinthes (colliers à pattes) doivent être vissés et non cloués.

Radiateurs. — Placer les radiateurs de niveau, à une distance de 5 à 7 centimètres des murs pour faciliter le mouvement des courants d'air chaud (courants de convection).

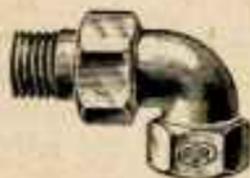


FIG. 246.
Coude démontable.

Les radiateurs sur consoles se placent à 12, à 15 centimètres du sol, pour permettre le balayage.

On ménage le démontage facile des radiateurs en plaçant sur l'orifice de sortie un rac-

cord à trois pièces droit ou coudé, de préférence à joint conique (unions 341 ou coudes 98), ou un raccord spécial en bronze (fig. 246).



Les branchements des radiateurs à eau chaude qui doivent se purger sur la distribution *montant* à partir du radiateur. Les branchements de radiateurs portant des purgeurs d'air *descendant* à partir du radiateur.

Les branchements des radiateurs à vapeur descendent vers le radiateur (sauf le cas d'impossibilité absolue), de façon à ce que l'eau de condensation et la vapeur circulent dans le même sens. Il faut prendre la précaution, si le robinet est éloigné de la colonne, d'en entailler légèrement le pointeau de façon à permettre l'écoulement de l'eau qui pourrait se rassembler entre la colonne et le robinet fermé, dans la tuyauterie de branchement et qui serait violemment projetée dans le radiateur à la réouverture du robinet.

Tuyaux à ailettes. — Les tuyaux à ailettes se règlent en pente pour faciliter la purge d'air dans les chauffages à eau chaude et la purge d'eau de condensation dans les chauffages à vapeur. Leurs supports doivent être bien scellés.

Démontage d'installations. — Le démontage d'installations pour réfections, extensions ou autres modifications présente certaines difficultés parce que les joints oxydés offrent des résistances quelquefois énormes.

De grandes précautions doivent être prises pour éviter le bris des éléments des chaudières ou des radiateurs.

Pour faciliter le démontage, on peut chauffer à la lampe à souder ou à la forge les parties qui résistent ou les marteler à petits coups pour ébranler les joints.

Forfait de montage. — Il est indispensable de fixer à l'avance le prix de revient de la main-d'œuvre soit pour établir un devis, soit pour traiter avec un tâcheron.



Bien que ce soit une méthode courante, établir un forfait de montage d'après le nombre de radiateurs est un non-sens qu'on peut comparer à celui qui consiste à établir le prix d'une installation suivant le nombre de radiateurs.

Les éléments qui ont le plus d'influence sur le temps nécessaire à un montage sont certainement la longueur, le tracé et le diamètre des tuyauteries. Les conditions plus ou moins favorables du travail doivent, d'autre part, être prises en considération dans chaque cas particulier.

Temps nécessaire à un monteur et son aide pour travaux effectués dans des bâtiments vides.

Déballage, manutention, montage, mise en place sur massif préparé à l'avance et habillage (c'est-à-dire mise en place du thermomètre, du régulateur, du tuyau de fumée, etc.)

Petite chaudière : 3 à 4 heures.

Fourneau de chauffage : 2 à 3 heures.

Grosse chaudière : 10 heures par tonne.

Habillage et raccordement d'un radiateur sur colonne montante : 1 à 2 heures.

Habillage et raccordement d'un radiateur dans une installation à niveau : 2 à 3 heures.

Radiateurs sur consoles : ajouter 1 à 2 heures.

Habillage et mise en place d'un vase d'expansion : 25 litres, avec trop-plein de 5 mètres de longueur : 3 heures.

Pose de tuyauteries de chauffage
Mètres de tuyaux posés par journée de 10 heures.

Diamètres	12	15	20	26	33	40	50	60	66
En pavillon vide.....	25	20	15	12	10	8	7	6	6
En pavillon habité.....	20	18	13	10	10	8	7	6	6
En appartement vide ..	20	20	15	12	10	8	7	6	6
En appartement habité.	18	15	13	10	8	7	6	5	8
En cave d'immeuble...	30	25	20	16	12	10	8	8	5
Colonne montante im- meuble.....	20	20	15	12	10	9	6	6	



Manutention, habillage, mise en place et branchement d'un radiateur: 2 à 3 heures. (Pour radiateur sur consoles, ajouter 1 heure $\frac{1}{2}$.)

Manutention et pose de tuyaux à ailettes en fonte de 2 mètres.

1° Sur supports au sol, par tuyau: 1 heure.

2° Sur supports scellés à moins de 0 m. 50 du sol, par tuyau: 2 heures;

3° En élévation ou sous plafonds, par tuyau: 2 h. $\frac{1}{2}$.

Manutention et pose de tuyaux à ailettes en acier: (en grandes longueurs) diminuer les chiffres relatifs aux tuyaux en fonte de: 30 à 50 %.

Habillage et pose d'un vase d'expansion: 2 à 3 heures

Pose de tuyauteries galvanisées, diamètres, 12, 15, 20: pour 10 mètres, 5 heures.

Manutention, pose et habillage (c'est-à-dire mise en place de jaquette, accessoires), de réservoirs d'eau chaude de 100 à 200 litres:

Sur socle ou sur chaudière.... 3 à 4 heures.

Sur consoles..... 5 à 6 —

Majorations sur le total pour difficultés particulières:

Locaux meublés.....	5 %
— — et habités.....	10 %
— très encombrés.....	15 %
Installations d'étage.....	5 % plus 3 % par étage.
Travail dans un espace restreint.	10 %
Très vieilles constructions, gros percements.....	5 %

Pour des installations importantes, les nombres ci-dessus peuvent être réduits en considération de l'importance relativement plus faible du temps de mise en route.

Législation. — On trouvera ci-dessous, à titre documentaire, quelques réponses intéressantes pour les tâcherons en chauffage et leurs employeurs.

Voici d'abord un extrait du journal *l'Usine* en date du 6 mars 1926, et relatif à la loi de 1898 sur les accidents du travail.

Les ouvriers monteurs en chauffage central ou en sanitaire doivent-ils être assurés par leur patron lorsqu'ils traitent des montages à forfait et que, par leur accord:

1° Ils font ou peuvent faire des installations avec fourni-



tures pour leur compte personnel, c'est-à-dire comme entrepreneurs;

2° Ils prennent pour exécuter leurs travaux des aides ou des sous-traitants qu'ils rétribuent et font travailler comme bon leur semble;

3° Ils sont responsables de leur travail, c'est-à-dire des malfaçons résultant du montage et qu'ils travaillent sans contrôle, en commençant et finissant aux heures qui leur plaisent;

4° Ils peuvent travailler pour d'autres entrepreneurs, le cas échéant, et touchent la même rémunération, que le travail se fasse sur place ou au loin.

Voici la réponse :

Nous retenons dans l'hypothèse qui nous est présentée ci-dessus que les ouvriers-monteurs dont il s'agit traitent des montages à forfait. Le mode de rémunération à forfait n'est pas exclusif du contrat de louage de services. Cette considération n'est donc pas un des éléments essentiels du problème.

Ces ouvriers font ou peuvent faire des installations avec fournitures pour leur compte personnel, et on ajoute « c'est-à-dire comme entrepreneurs ». S'il s'agit de clients personnels aux dits ouvriers, si les ouvriers ont passé eux-mêmes le marché, s'ils courent les risques de non-paiement et de la responsabilité du travail, pendant qu'ils effectuent ces travaux ils ne se trouvent plus liés par aucun lien avec le patron et sont bien « des entrepreneurs ». Il n'y a donc pas d'application de la loi sur les accidents du travail; mais nous insistons sur ce point : le motif de cette exclusion, c'est que l'ouvrier traite directement avec le tiers et non le patron. C'est le tiers qui devient l'embauteur.

L'emploi par ces ouvriers d'aides ou de sous-traitants ne modifie pas le caractère du contrat passé avec eux. S'ils embauchent, s'ils sous-traitent, c'est comme mandataires du patron. Ils ont été eux-mêmes embauchés, ils sont surveillés par le patron et effectuent un travail qui ne leur a pas été demandé personnellement. Ils restent donc des ouvriers. La loi s'applique.

La responsabilité des malfaçons qui incombent à des ouvriers n'est pas inconciliable avec le louage de services. A mesure que la responsabilité s'accroît, les salaires augmentent, mais le lien de subordination subsiste. C'est le patron qui a traité le marché avec un tiers, il ne peut dégager sa responsabilité en mettant à la charge de son préposé certaines obligations. La loi s'applique encore.



Le droit qu'ont ces ouvriers de travailler pour d'autres entrepreneurs ne suffit pas non plus à les faire considérer eux-mêmes comme des entrepreneurs. Un ouvrier peut appartenir à tour de rôle à plusieurs entreprises.

Peu importe encore que ces ouvriers ne voient pas modifier leur rémunération, qu'ils travaillent sur place ou au loin. Ils n'en restent pas moins des ouvriers.

A quelque point de vue que nous examinions le contrat envisagé qui ne pourrait, en raison du caractère d'ordre public de la loi, prévaloir contre cette dernière, nous ne trouvons pas que ces ouvriers monteurs aient le caractère d'entrepreneurs chaque fois du moins que le marché passé par le patron est exécuté sur les ordres de ce dernier, surveillé par lui, donc en définitive la responsabilité incombe au seul patron vis-à-vis des tiers, l'ouvrier ne courant aucun risque d'insolvabilité de ce dernier, ne fournissant pas les matériaux.

Nous estimons en conséquence que les ouvriers dont il s'agit restent bénéficiaires de la loi de 1898.

Voici une réponse du ministre des Finances à une question écrite d'un député relative à l'application de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux aux tâcherons. Cette réponse a été publiée par le *Journal du Bâtiment et des Travaux publics* en date du 18 avril 1926 :

M. Couhé, député, demande à M. le ministre des Finances :

1° Si un ouvrier travaillant comme tâcheron, pour le compte d'un entrepreneur de bâtiments, avec des matières premières fournies exclusivement par ce dernier, et n'occupant qu'un compagnon, et, pendant six mois de l'année environ, un deuxième ouvrier (à l'exclusion d'un apprenti au-dessous de seize ans) doit être considéré comme un entrepreneur passible de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux; 2° Ou si cet ouvrier entre dans la catégorie des personnes assujetties à l'impôt sur les salaires, en vertu de l'article 10 de la loi des Finances du 30 juin 1923.

(Question du 2 mars 1926).

Réponse : Pour bénéficier des avantages prévus en leur faveur par l'article 10 de la loi du 30 juin 1923, les façonniers et artisans doivent, aux termes mêmes de cet article, remplir, entre autres conditions, celle de ne pas utiliser le concours de plus d'un compagnon étranger à leur famille. Dès lors qu'il s'agit d'un appel à une main-d'œuvre supplémentaire pendant



une partie de l'année, le tâcheron en question ne se trouve plus dans les conditions exigées par la loi et il est susceptible, par suite, d'être assujéti à l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux et à la taxe sur le chiffre d'affaires, suivant les règles du droit commun.



CHAPITRE XIV

EXEMPLE DE CALCUL DES CANALISATIONS D'UN CHAUFFAGE A EAU CHAUDE PAR THERMOSIPHON

Nous nous proposons de montrer comment on peut déterminer rapidement et avec une exactitude satisfaisante les diamètres des tuyaux d'une installation courante, dans le cas où la chaudière est placée à un niveau inférieur à celui des radiateurs, et où le refroidissement de l'eau au cours de son trajet dans les tuyaux est suffisamment faible pour qu'on puisse le négliger dans les calculs.

Ces conditions sont réalisées dans les petites installations (pavillon de banlieue) et dans les installations moyennes dont le développement de tuyauteries n'est pas trop important et où ces tuyauteries sont convenablement calorifugées.

Négliger le refroidissement de tuyauteries c'est admettre à l'entrée de tous les radiateurs une température sensiblement égale à la température au départ de la chaudière et à la sortie de tous les radiateurs une température égale à celle de l'eau à sa rentrée dans la chaudière. Dans ces conditions la chute de température dans tous les radiateurs est la même, quelle que soit la distance qui les sépare de la chaudière.



La figure 247 est le schéma perspectif de l'installation que nous nous proposons d'étudier. Les radiateurs sont numérotés et portent l'indication de leur puissance en calories-heure.

Nous admettons une température au départ de 85° et une chute de température de 20° dans les radiateurs. Dans ces conditions les débits nécessaires, en litres-heure s'obtiennent en divisant par 20 les puissances de radiateurs. Ils sont inscrits sur la figure. Ils se totalisent naturellement dans les portions de circuits communes à plusieurs radiateurs.

Il faut ensuite déterminer les charges provoquées par les radiateurs. Elles sont d'environ 0,6 millimètre d'eau par degré de différence entre les températures d'aller et de retour et pour 1 mètre de différence de niveau entre le plan moyen du radiateur et le plan moyen de la chaudière. (Voir tableau page 108).

Le radiateur 1 provoquera donc une charge de
 $0,6 \times 20 \times 2,25 = 27$ millimètres.

Le radiateur 2 :

$$0,6 \times 20 \times 2 = 24 \text{ millimètres.}$$

Les radiateurs 3 et 4, comme le radiateur 1 = 27 millimètres.

Les radiateurs 5, 6 et 7 :

$$0,6 \times 20 \times 5,50 = 66 \text{ millimètres.}$$

Enfin le radiateur 8 :

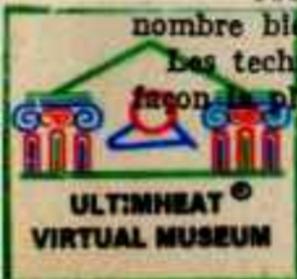
$$0,6 \times 20 \times 5,25 = 63 \text{ millimètres.}$$

Le lecteur pourra se reporter au tableau de la page 108. Il constatera que la charge par mètre pour une température de 85° à l'aller et de 85 - 20 = 65° au retour est théoriquement de :

$$980,77 - 968,79 = 11,98 \text{ millimètres.}$$

nombre bien voisin de 12 obtenu plus rapidement.

Les techniciens discutent depuis longtemps sur la façon la plus rationnelle d'utiliser les charges dispo-



nibles dans les parties de circuit communes à plusieurs radiateurs, telles que B. M., A. B., etc. Diverses propositions ingénieuses ont été faites à ce sujet.

Nous nous rallions au point de vue de l'ingénieur RIETSCHEL, un des maîtres de la technique du chauffage, qui a conseillé de déterminer les diamètres des tronçons de circuit communs à plusieurs radiateurs en partant de la charge provoquée par le plus défavorisé des radiateurs qu'ils desservent. Des milliers d'installations ont été exécutées avec succès dans le monde entier sur ce principe. Ce système a d'ailleurs l'avantage de conduire à de gros diamètres pour les tuyauteries principales placées généralement dans les caves ou les greniers et à des diamètres relativement faibles pour les colonnes qui traversent les locaux habités : l'esthétique n'y perd rien. D'autre part, il évite le défaut d'un grand nombre d'installations, bien connu de tous ceux qui pratiquent : les radiateurs des étages inférieurs, sous-alimentés, chauffent moins que les autres.

Le radiateur le plus défavorisé est celui pour lequel la perte de charge admissible par mètre est la plus faible. Cette perte étant le quotient de la charge H par la longueur totale L des tuyaux (longueur réelle augmentée de la longueur équivalente aux pertes locales) peut être calculée rapidement lorsqu'on éprouve un doute entre plusieurs radiateurs. Le plus souvent le radiateur le plus défavorisé est immédiatement visible : dans le cas examiné c'est le radiateur 3 qui est parmi les radiateurs du rez-de-chaussée, le plus éloigné de la chaudière.

En possession des charges et des débits, le problème est de choisir des diamètres tels que le total des pertes de charges dues au frottement et des pertes de charges locales, soit au plus égal, dans chaque circuit, à la charge disponible dans ce même circuit.

Commençant donc par le circuit le plus défavorisé



A B C D E nous admettons en première approximation, que le total des pertes locales est sensiblement égal à la perte due au frottement. En d'autres termes, nous substituons à la longueur totale réelle (aller et retour) du circuit considéré, soit 27 mètres, une longueur fictive double de 54 mètres. Dans ces conditions la perte de charge moyenne admissible par mètre est de (charge du radiateur 3 : 27 millimètres).

$$\frac{27}{54} = 0,5 \text{ millimètres.}$$

Sur l'abaque (fig. 248) les lignes verticales correspondant à la perte 0,5 et horizontales correspondant au débit 649 (sensiblement 650) se rencontrent entre les lignes obliques des diamètres 40 et 50. Nous admettons donc 50 pour le tronçon A B.

Les lignes 0,5 et 499 se rencontrent si près du diamètre 40 que nous l'adoptons pour B C.

Et ainsi de suite :

40 pour C D (large)

26 pour D E (juste)

Il faut maintenant se rendre compte des conditions réalisées par l'adoption de ces diamètres. Les pertes locales ne sont évidemment pas réparties d'une façon uniforme sur toute la longueur du circuit A B C D E. Leur importance est visiblement beaucoup plus considérable dans le tronçon A B qui comporte la chaudière (rétrécissement brusque à la sortie, élargissement brusque au retour), les coudes d'entrée et de sortie, 2 Tés en B, le tout sur une faible longueur; que dans le tronçon D E, relativement long et qui ne comporte que 2 Tés en D et 2 coudes avant E qui peuvent d'ailleurs être forgés à large rayon. On pourrait calculer les pertes de charges locales une par une en s'aidant des rares coefficients qu'on possède et dont la plupart ont été établis à l'Institut de recherches de Berlin par les professeurs RIETSCHEL, BRABBÉE et leurs collabo-

rateurs



ULTIMHEAT®

VIRTUAL MUSEUM

Ces précisions qui exigent un long et fastidieux travail ne nous paraissent nécessaires que dans les cas délicats. Au reste trop d'accidents imprévisibles : tubes mal fraisés ou aplatis, coudes mal façonnés, coudes imposés à l'exécution par la présence d'obstacles invi-

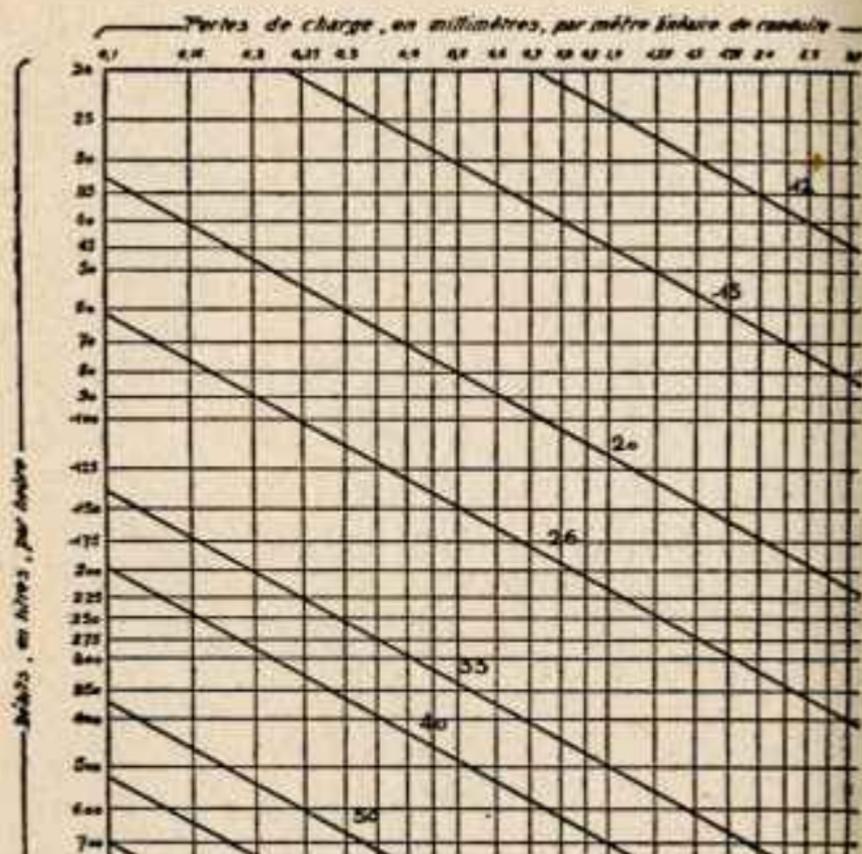


FIG. 248. — Fragment d'abaque donnant les pertes de charges dues au frottement dans les canalisations des chauffages à eau chaude.

sibles au moment de l'étude, etc., rendent un peu illusoire un calcul précis. Et puis force sera en définitive d'arrondir à un diamètre commercial. Il nous semble donc plus simple d'adopter pour l'ensemble des résis-



tances locales d'un circuit un pourcentage de la résistance due au frottement. Ces pourcentages basés sur le raisonnement seront modifiés, en cas de besoin au sentiment.

Nous triplons par exemple la longueur de tronçons tels que A B ou D K, doublons celle de tronçons tels que B C, C D, etc., et nous contentons de majorer de 50 % des tronçons tels que D E.

Remarquons en passant que la longueur équivalente d'un Té, d'un coude, etc., croît avec le diamètre. Aussi un coude de 15 aura pour longueur équivalente 0,45 mètre, alors qu'un coude de 33 aura pour longueur équivalente 0,90 mètre. D'autre part, la fréquence des tés et des coudes n'est pas la même sur tous les diamètres; l'influence des bavures à l'extrémité des tubes et des malfaçons dans les coudes non plus. Nous n'en finirions pas si nous voulions envisager toutes les causes qui modifient l'importance des pertes locales.

Quant à l'ensemble de résistances locales que constituent à l'endroit de chaque radiateur : le robinet à double réglage, le radiateur lui-même (élargissement brusque à l'entrée, rétrécissement brusque à la sortie), le coude de sortie, nous l'égalons à la résistance de frottement de 5 mètres de tuyau du diamètre du robinet. Cette évaluation devrait varier suivant le type du robinet (droit ou d'équerre), le diamètre du branchement, le mode de connexion du radiateur (mêmes côtés ou côtés opposés) : en pratique elle ne nous a jamais donné de mécomptes.

Pour les radiateurs empâtés sur une colonne (comme le sont ici les radiateurs 2, 3, 5, 6, etc., nous évaluons à 8 mètres de tuyau l'ensemble constitué par les 2 tés de branchements, la petite longueur de tuyau, les coudes inévitables et l'ensemble détaillé ci-dessus.

Voyez donc en appliquant ces lois pratiques les



conditions réalisées par l'adoption des diamètres indiqués pour le circuit A B C D E.

Les pertes de charges métriques se lisent sur l'abaque fig. 248 à l'extrémité des lignes verticales passant par les points de rencontre des lignes des débits nécessaires et des lignes des diamètres adoptés.

On obtient le tableau figure A.

TRONÇONS	LONG. TOTALE RÉELLE	LONGUEUR TOTALE ÉQUIVALENTE	DIA-MÈTRE	PERTE De charge métrique	PERTES de charge totales
AB	3	$3 \times 3 = 9$	50	0,3	2,7
BC	4	$4 \times 2 = 8$	40	0,5	4
CD	4	$4 \times 2 = 8$	40	0,35	2,8
DE	16	$16 \times 1,5 = 24$	26	0,6	14,4
	27				23,9

Tableau des pertes de charge dans le circuit des radiateurs n° 3.

La charge utilisée de A à E étant de 23,9 millimètres, la charge disponible pour le branchement du radiateur 3 est de :

$$27 - 23,9 = 3 \text{ millimètres environ.}$$

Puisque nous égalons ce branchement à 8 mètres de tuyau il faut chercher sur l'abaque le diamètre qui laissera passer 78 litres-heure avec une perte de charge métrique au plus égale à :

$$\frac{3}{8} = 0,40 \text{ millimètres environ.}$$

On trouve 15. C'est le diamètre du branchement du robinet à double réglage et des orifices du radiateur.

Occupons-nous maintenant du radiateur 7, par exemple. La charge qu'il provoque est, nous l'avons vu au début, de 66 millimètres.

Comme nous consommons de A à E 23,9 millimètres, disons 24, il reste disponible pour le tronçon E F :

$$66 - 24 = 42 \text{ millimètres.}$$

Charge d'ailleurs égale à la différence $66 - 27 = 39$



des charges des radiateurs 7 et 3 augmentée de la charge 3 réservée pour le branchement du radiateur 3.

Le tronçon E F à 6,50 mètres de longueur totale, nous comptons 10 (50 % de majoration pour pertes locales) et nous ajoutons 5 mètres pour le robinet, le radiateur, le coude de retour.

C'est donc par 15 qu'il faut diviser la charge disponible pour trouver la perte admissible par mètre. Il vient :

$$\frac{42}{15} = 2,8 \text{ millimètres.}$$

Pour un débit de 85 litres, l'abaque répond : 15.
Pour le radiateur 4 :

Charge : 27.

Utilisé de A à C (fig. 4) $2 + 4,7 = 6,7$.

Disponible pour CH : $27 - 6,7 = 20$ environ.

Longueur réelle..... 11 m. 50

Majoration 50 %..... 5 m. 75

Robinet, radiateur, coude..... 5 m.

Total..... 22 m. 25

Perte métrique admissible :

$$\frac{20}{22,25} = 0,9$$

Pour 98 litres, l'abaque donne : diamètre 20.

Nous allons maintenant déterminer le tronçon D K en partant d'un autre point de vue pour bien montrer que ce qui importe ce n'est pas la façon d'utiliser les charges mais la nécessité d'obtenir dans chaque circuit une perte totale inférieure à la charge disponible pour ce même circuit.

Supposons donc que pour une raison quelconque, le diamètre 20 soit obligatoire pour le branchement du radiateur 2.

Ce branchement va absorber :

(Débit 95 litres, diamètre 20, longueur équivalente 8 mètres.)

$$0,65 \times 8 = 5,2 \text{ millimètres.}$$



La charge provoquée par le radiateur 2 est de 24 millimètres (voir plus haut) et de A à D on absorbe $2,7 + 4 + 2,8 = 9,5$ et dans le branchement 5,2 soit un total de $9,5 + 5,2 = 14,7$.

Il reste disponible pour D K :

$$24 - 14,7 = 9,3 \text{ millimètres.}$$

La longueur de ce tronçon est de 2 mètres, que nous comptons pour 6 (voir plus haut), la perte métrique admissible est donc de :

$$\frac{9,3}{6} = 1,5 \text{ environ. Le diamètre 26 convient.}$$

Opérons d'une façon analogue pour les radiateurs 5 et 6 en nous imposant : branchements individuels en 15.

Le branchement du radiateur 5 (le plus important des deux) absorbera :

$$2,75 \times 8 = 22 \text{ millimètres.}$$

Or, il reste disponible pour le tronçon et les radiateurs :

Charge 5/6 - Charge 2 + Perte branchement 2.
Soit :

$$66 - 24 + 5,2 = 47 \text{ environ.}$$

On peut donc utiliser dans le tronçon :

$$47 - 22 = 25 \text{ millimètres.}$$

La longueur totale est de 7 mètres. Nous comptons 10 (comme pour E F).

La perte admissible est de :

$$\frac{25}{10} = 2,5$$

Nous adopterons 20, ce diamètre sera large. Il faudra sans doute régler les robinets des radiateurs 5 et 6, si l'on ne veut pas perturber le fonctionnement général et en particulier celui du radiateur 2.

Si le point de rencontre de la ligne : perte 2,5 avec la ligne débit était tombé à peu près à égale distance des diamètres 15 et 20, nous aurions pu adopter sans inconvénients 20 pour l'aller par exemple et 15 pour le retour ou 20 partout et des robinets et branche-



ments en 12. Mais nous aimons moins cette dernière solution qui fait intervenir un diamètre que le moindre obstacle peut obstruer complètement.

Les diamètres assez forts que nous avons obtenus correspondent, il ne faut pas l'oublier, à une chute de 20° dans les radiateurs. Dans ces conditions, les radiateurs n° 4 du commerce conservent un pouvoir d'émission de l'ordre de 500 calories par mètre carré de surface de chauffe. Si nous avons admis une chute de 30°, les charges auraient été 50 % plus fortes, les débits 33 % plus faibles et les diamètres plus petits. Mais le pouvoir d'émission des radiateurs aurait diminué de 10 % environ. Il aurait donc fallu de plus gros radiateurs, plus chers et plus encombrants.

Une dernière remarque : si l'on calcule la chute de température, par refroidissement des tuyaux supposés nus, entre la chaudière et le radiateur 7 qui en est le plus éloigné on trouve, chiffre théorique, 6 degrés environ. On pouvait donc bien négliger ce refroidissement, contre lequel nous avons pris d'ailleurs, une assurance pratique en admettant comme température de départ maximum 85° alors que les règles actuelles de l'art autorisent à prévoir 90 degrés.

Si les tuyaux étaient calorifugés, comme le voudrait la bonne règle, le refroidissement serait véritablement infime.



APPENDICE I

MODÈLE DE RÈGLEMENT GÉNÉRAL pour les Marchés, Travaux, Essais et Réceptions et Installations

I. — EXECUTION DES TRAVAUX — DÉLAIS

1. Le constructeur n'est tenu de commencer les travaux qu'après la pose des parquets et l'achèvement des emplacements des appareils.

2. Les délais de livraison sont maintenus dans la limite du possible. Les retards ne peuvent, dans aucun cas, justifier l'annulation de la commande.

3. Dans le cas où un délai est fixé pour l'achèvement des travaux, le constructeur ne peut accepter d'amendes pour retards que s'il lui est alloué une prime équivalente pour avances.

4. Dans aucun cas l'amende ne peut être supérieure à 1 % du montant de la commande par semaine de retard sans pouvoir dépasser au total 15 % du montant des travaux.

5. Le constructeur est dégagé de tout engagement relatif au délai de livraison :

a) Dans le cas où les conditions de paiements n'ont pas été observées par le client;

b) Dans le cas où il a été retardé par les autres corps d'état;

c) Dans le cas de guerre, grève, empêchements de transports, incendie de tout ou partie du matériel.

Le constructeur doit, dans tous les cas, prévenir son client de ces incidents dès qu'il en a eu connaissance.

6. Si les travaux d'installation sont interrompus en dehors de la volonté du constructeur, il lui est alloué, à titre d'indemnité, le prix de quatre jours pour chaque ouvrier employé, plus les frais de voyage et déplacements.

7. Si au cours des travaux, ou pendant le délai de garantie, le client fait déposer les appareils pour peinture ou pour toute autre cause, les frais de dépose et de repose sont à sa charge.

8. Les devis remis ou les marchés sont limités aux fournitures expressément désignées et constituent un contrat de vente ferme.

9. Les travaux supplémentaires, ainsi que les travaux d'entretien, sont réglés sur la série de la Chambre syndicale



10. Pour les travaux exécutés en province, les déplacements pour supplément de renseignements après conclusion d'une affaire, les frais de voyage pour assister aux rendez-vous autres que les déplacements prévus au forfait pour la conduite du chantier, les journées de chômage imposées aux ouvriers par le client, les frais d'octroi et les transports de marchandises et matériel de la gare d'arrivée à pied d'œuvre et retour sont payés par le client.

11. La peinture, les calorifuges, les percements, les fouilles, fosse pour chaufferie, l'amonée de l'eau froide, l'évacuation des buées et du trop-plein; le terrasson sous les bâches et en général tous travaux appartenant aux autres corps d'état ne sont pas prévus au devis.

12. Les appareils ne peuvent être utilisés pour le séchage du bâtiment qu'après leur réception provisoire. Les frais de toute nature en résultant sont à la charge du client.

II. — ESSAIS — RECEPTION

13. A la fin du montage et avant le départ des ouvriers, il est fait un essai d'étanchéité qui constitue la réception provisoire. La réception définitive est acquise de droit un an après la réception provisoire.

14. A la mise en service des appareils, il pourra être procédé à une constatation contradictoire des températures obtenues, en présence du propriétaire et du constructeur, ou de leurs représentants. Dans ce cas, les frais de main-d'œuvre et déplacements seront à la charge du propriétaire. Tous les locaux de l'immeuble chauffé seront clos, secs, meublés et occupés suivant leur destination. Le chauffage aura fonctionné, portes et fenêtres closes, d'une façon continue, pendant un temps suffisant, variable suivant la température extérieure et la nature des locaux, pour établir le régime. Les locaux non chauffés adjacents à une pièce chauffée sont supposés être à une température au moins égale à $+ 8^{\circ}$.

15. Dans le cas où les essais auraient lieu avant l'occupation et l'aménagement des locaux, les températures promises seraient diminuées de trois degrés.

16. Les températures intérieures constatées seront celles prises au milieu des pièces à 1 m. 50 du sol. La température extérieure servant de base sera celle minima constatée officiellement dans la localité dans les vingt-quatre heures du jour des essais. Ceux-ci pourront être faits tant que la température extérieure minima officiellement constatée ne sera pas supérieure à $+ 5^{\circ}$ centigrades ni inférieure de plus de 2° à la température minima prévue.

17. Si la température extérieure constatée officiellement est inférieure à celle prévue au marché, l'installation devra donner un demi-degré en moins par degré d'écart entre le minimum prévu et celui constaté.

18. Si la température minima extérieure constatée officiellement est supérieure à celle prévue au marché, l'installation devra donner un quart de degré en plus par degré d'écart entre le minimum constaté et celui prévu.

19. Si les conditions ci-dessus sont réalisées, l'installation sera considérée comme ayant rempli complètement les engagements relatifs aux températures.

20. L'eau et le charbon pour tous les essais seront fournis par le propriétaire et il ne sera employé pour les appareils que de l'antimoine de première qualité et de grosseur convenable.

21. Pendant la période de garantie, le propriétaire s'engage à faire faire l'entretien de ses appareils par le constructeur.



III. — PAIEMENTS

22. Les paiements sont faits en monnaie française et sans escompte; quatre dixièmes au commencement du montage; quatre dixièmes au cours des travaux; un dixième aussitôt l'essai d'étanchéité formant réception provisoire; un dixième trois mois après.

23. Si le constructeur accepte d'autres conditions de paiement, il compte dans son devis l'intérêt à 5 %.

24. Les termes de paiement ne peuvent être retardés par le client sous aucun prétexte.

25. Si le client suspend les travaux, les paiements des sommes dues sont exigibles par le constructeur au plus tard le jour où les travaux auraient dû être terminés et cela sans préjudice des indemnités dues pour arrêt de chantier.

26. Toute modification aux conditions de paiement doit, pour être valable, être acceptée par écrit par le constructeur.

IV. — RESPONSABILITÉ — GARANTIE

27. Le constructeur donne une garantie de bon fonctionnement d'un an et une garantie de six mois contre tout vice de construction et de matière à dater de l'essai d'étanchéité.

28. Cette garantie ne s'applique pas aux conséquences de l'usure normale telles que le remplacement des grilles ou barreaux de grilles, des tubes de chaudière, de ceux de niveau d'eau et des revêtements réfractaires ou autres des foyers, ni de celles qui pourraient résulter de la mauvaise conduite des appareils, et en particulier de non-observation des instructions spéciales remises par le constructeur, de la négligence du personnel, de la malveillance ou du fait des tiers.

29. La responsabilité du constructeur sera complètement dérogée si l'installation vient à être modifiée en dehors de lui ou si l'on en change les conditions de fonctionnement.

30. La responsabilité du constructeur étant strictement limitée à sa fourniture et à la réparation ou au remplacement pur et simple des pièces défectueuses, il n'accepte aucune autre responsabilité, ni réclamation pour dommages ou pertes causés directement ou indirectement au client. Il en est de même lorsque les modifications ou changements à faire par le constructeur, pendant le délai de garantie, entraînent un arrêt plus ou moins long du chauffage.

31. Dans le cas où, malgré les modifications apportées à l'installation, les résultats prévus ne sont pas atteints, et si le constructeur est contraint d'enlever ses appareils, il n'est tenu qu'au remboursement des acomptes reçus, sans aucune indemnité.

32. La responsabilité en ce qui concerne les tuyaux de fumée utilisés pour les chaudières, est limitée aux indications fournies par le constructeur.

33. Le constructeur ne peut donner aucune garantie de consommation de combustible, mais reste garant du rendement de la chaudière.

34. En cas de désaccord, les parties acceptent la juridiction du domicile du constructeur.

35. En cas d'urgence, les marchandises prises dans les magasins de Paris subissent une majoration de 5 % et celles expédiées en grande vitesse la plus-value occasionnée par ce mode de transport.

Le client doit mettre à la disposition des ouvriers un local pouvant servir d'atelier, à défaut, l'aménagement d'un abri reste



APPENDICE II

CALCUL DE SURFACE, VOLUMES ET POIDS USUELS

Surfaces des tôles :

On obtient la surface d'une tôle rectangulaire en multipliant ses deux dimensions l'une par l'autre.

La surface d'un disque de tôle s'obtient en multipliant le rayon par lui-même et le résultat par 3,1416. On peut également multiplier le diamètre par lui-même et par 0,7854.

Lorsqu'on veut calculer la surface d'un réservoir en vue de son calorifuge, il faut augmenter toutes les dimensions de 5 centimètres, car les spécialistes basent leurs estimations sur la surface extérieure du calorifuge terminé.

Volumes des réservoirs.

Pour obtenir le volume d'un réservoir, multiplier la surface de base (voir ci-dessus) par la hauteur.

Si l'on prend les dimensions en décimètres, on trouve le volume en décimètres cubes ou litres.

Poids.

On obtient le poids d'un corps en kilogrammes en multipliant son volume en décimètres cubes par sa densité (voir tableau, p. 96).

Le poids d'une tôle s'obtient immédiatement en kilogrammes en multipliant la surface extérieure exprimée en mètres carrés par l'épaisseur exprimée en millimètres et par 7,8 (densité de la tôle).



TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS.....	V-VII
-------------------	-------

CHAPITRE PREMIER

LA CHALEUR.

Notion de chaleur	1
Température. Thermomètre.	
Combustibles et combustion	3
Effets de la chaleur et leurs applications	6
Dilatation.	
Mesure de la chaleur	7
Mesure de la chaleur. La calorie. La calorie-heure.	
Transmission de la chaleur	8
Mode de transmission. Mélange. Conductibilité. Convection. Rayonnement. Transmission de la chaleur à travers une paroi.	
Pression	12
Définition. Manomètres. Equivalence des unités.	

CHAPITRE II

LE CHAUFFAGE.

Généralités	15
Problème du chauffage. Régimes de chauffage.	
Chauffage continu	17
Maintien de la température par un chauffage continu. Déperditions par les parois. Déperditions par ventilation.	
Calcul des déperditions	22
Température extérieure. Températures intérieures. Exemple de calcul de déperditions. Exactitude des calculs. Approximations.	



Chauffage central	29
Définition. Avantages généraux.	
Economie générale d'un système de chauffage central ..	30
Pertes et rendement. Origine des pertes. Perte par le générateur. Perte en cours de transport de la chaleur. Perte résultant de la mauvaise utilisation de la chaleur. Perte résultant de défauts de réglage.	
Economie d'installation et économie d'exploitation	32
Esthétique des installations	33
Classification des chauffages centraux usuels	36

CHAPITRE III

MATÉRIEL POUR LES CHAUFFAGES A EAU CHAUDE ET A VAPEUR.

Conduits de fumée	37
Fumées. Fumivores. Capteurs de suie. Rôle du conduit de fumée. Tirage.	
Sections et hauteur des conduits de fumée	41
Principes à observer. Règlements à observer. Arrêtés préfectoraux. Construction des conduits de fumée. Conduits défectueux.	

CHAUDIÈRES A CHARBON.

Généralités	51
Nature du combustible. Chaudières en fonte. Chaudières en tôle. Entretien des chaudières. Chaufferies.	
Organes des chaudières	59
Cendrier. Grille.	
Caractéristiques des chaudières	61
Poids. Contenance d'eau. Pouvoir de transmission. Pertes et rendement.	

CORPS DE CHAUFFE.

Généralités	66
Radiateurs en fonte. Tuyaux à ailettes en fonte. Tuyaux à ailettes en acier. Tuyaux lisses. Convecteurs.	
Caractéristiques des corps de chauffe	74
Modèles et proportions. Poids. Contenance d'eau. Pouvoir de transmission.	
Emplacements des corps de chauffe	79
Tuyauteries	82
Tuyaux employés. Caractéristiques des tubes. Raccords. Brides. Soudure autogène. Supports des tuyauteries.	



Calorifuges	89
Calorifuge des chaudières. Calorifuge des tuyauteries.	
Avantages. Difficultés.	

CHAPITRE IV

CHAUFFAGE A EAU CHAUDE DIT PAR THERMO-SIPHON.	
Généralités	93
Définition. Avantages. Inconvénients. Indications.	
Théorie du fonctionnement du Thermosiphon	94
Vase d'expansion	97
Purge d'air	99
Notions sommaires sur le calcul des tuyauteries	103
Données. Résistance linéaire. Résistances locales.	
Pertes de charges et circulation. Principe du calcul.	
Exécution du calcul.	
Disposition générale des tuyauteries	109
Installation à un tuyau, deux tuyaux.	
Règles générales d'installation	112
De la chaudière, des corps de chauffe, des accessoires	
des chaudières. Sécurité des installations.	
Détails d'exécution	117
Réduction de diamètres. Branchements des corps de	
chauffe.	
Réglage des installations	119
Nécessité d'un premier réglage par l'installateur. Robi-	
nets à double réglage. Exécution du réglage. Réglage	
par l'utilisateur. Réglage par local automatique.	
Essais des installations	124
Essais d'étanchéité, de circulation, de souplesse, de	
puissance.	
Défectuosités et réparations	125
Modifications et extensions	127

CHAPITRE V

EXEMPLE DE RÉALISATION D'UNE INSTALLATION DE CHAUFFAGE A EAU CHAUDE PAR THERMO-SIPHON.

Chauffage d'une villa	129
------------------------------------	-----



Avant-projet	129
Relevé de plans et renseignements. Esquisse de l'installation. Mise au net des plans. Calcul des déperditions. Détermination des tuyauteries, des surfaces de chauffe, de la chaudière, du vase d'expansion. Etablissement du prix de revient. Rédaction du devis. Présentation et défense du devis.	
Exécution de l'installation	151
Vérification de l'avant-projet. Tracé des plans et schémas de montage. Rédaction des commandes et listes de matériaux. Approvisionnement du chantier. Montage. Essais et livraison de l'installation.	

CHAPITRE VI

CAS PARTICULIERS ET SYSTÈMES SPÉCIAUX DE CHAUFFAGE A EAU CHAUDE.

Chauffage à niveau par thermosiphon	157
Chauffage d'appartements. Difficultés. Tuyauteries. Caniveaux. Vase d'expansion. Purge. Retours sous plafonds. Remarque.	
Chauffage par fourneau de cuisine	163
Indications. Difficultés. Appareils ordinaires. Fourneaux particuliers. Installation. Avantage particulier.	
Chauffage à eau chaude par circulation accélérée	169
Avantages. Inconvénients. Principe des différents systèmes. Accélération par émulsion. Accélération par pulsion. Pulsion par la vapeur. Pulsion par l'air comprimé. Accélération par pompe. Chauffage de groupes d'immeubles et urbain.	

CHAPITRE VII

CHAUFFAGE PAR LA VAPEUR A BASSE PRESSION.

Généralités	177
Vaporisation et condensation. Principe du chauffage par la vapeur. Définition du chauffage par la vapeur à basse pression. Avantages. Inconvénients. Indications. Purge d'eau, d'air.	
Disposition des tuyauteries	182
Système à 1 tuyau, 2 tuyaux.	
Système à deux tuyaux en circuit ouvert	185
Implémentation. Avantages. Inconvénients. Purge	



d'air. Ligne de pression. Différence de niveau nécessaire. Purge d'eau. Siphon. Retours secs et retours mouillés. Possibilités de réglage. Conditions de bon fonctionnement. Régulateur. Robinets à double réglage. Accessoires des chaudières. Dispositif légal de sécurité. Coupe-tirage automatique. Registre de fumée automatique. Entretien des dispositifs de réglage et de sécurité. Entraînements d'eau et leurs remèdes.

Détails d'exécution	202
Réductions de diamètres. Branchements des corps de chauffe. Siphon. Event. Passage des portes.	
Avant-projet et exécution d'une installation à basse pression	205
Détermination des tuyauteries, des surfaces de chauffe, de la chaudière. Prix de revient. Devis. Exécution. Calcul des tuyauteries.	

CHAPITRE VIII

CHAUFFAGES A VAPEUR DIVERS.

Chauffage par la vapeur à haute pression	213
Difficultés et emploi. Chauffage central par centrales thermiques (urbain).	
Chauffage par la vapeur détendue	214
Principes. Détendeur. Détails d'exécution.	
Chauffage par la vapeur d'échappement	218
— sous vide.....	219
Echangeurs	220

CHAPITRE IX

CHAUFFAGE PAR L'AIR CHAUD.

Calorifères	223
Chauffage indirect	224
— par pulsion. Aérothermes.....	226
Chauffage-ventilation	230
Conditionnement de l'air	232



CHAPITRE X

CHAUFFAGE CENTRAL AU GAZ DE VILLE

Considérations générales.....	233
Avantages. Prix de revient.	
Conditions d'application.....	235
Règles à observer.....	236
Puissance des installations. Conduits d'évacuation.	
Accessoires des chaudières à gaz.....	239
Règlements à observer.....	240

CHAPITRE XI

CHAUFFAGE CENTRAL AU MAZOUT.

Avantages et inconvénients.....	242
Définition des mazouts.....	243
Stockage du mazout.....	244
Extraits des règlements. Prescriptions à observer.	
Combustion de l'huile.....	249
Brûleurs.....	250
Revêtements réfractaires des chaudières.....	250
Chaudières préparées pour l'équipement au mazout.....	250
Réglage automatique et sécurité.....	251
Équipement pour la chauffe au mazout.....	254

CHAPITRE XII

DISTRIBUTIONS CENTRALES D'EAU CHAUDE

Appareils.....	255
Générateur. Réservoir d'eau chaude.	
Réchauffage de l'eau.....	258
Va et vient. Réservoirs à réchauffer.	
Dispositions générales.....	262
Température de l'eau puisée.....	263
Calcul des services d'eau chaude.....	265
Éléments et considérations générales. Service d'eau chaude domestique cas général.	
Tuyauteries des services d'eau chaude.....	271
Généralités. Distribution en circuit. Raccordement des appareils sanitaires sur les tuyauteries en fer.	



Dispositions spéciales	276
Chauffage central et service d'eau chaude combinés. Service d'été par la chaudière de chauffage. Service d'été par appareils spéciaux. Service d'eau chaude par fourneau de cuisine. Service d'eau chaude par chaudière à gaz. Réchauffage par barbotage de vapeur. Mélangeurs thermostatiques.	
Réalisation des services d'eau chaude	286

CHAPITRE XIII

MONTAGE.

Outillage	289
Etabl. Caisse d'outils.	
Travail du tube	292
Coupe. Cintrage. Filetage. Montage.	
Méthode de travail	301
Recommandations générales	302
Démontage d'installation	304
Forfait de montage	304
Législation sur la main-d'œuvre	306

CHAPITRE XIV

Exemple de calcul de canalisations d'un chauffage à eau chaude par thermosiphon	310
--	-----

APPENDICE I

Modèle de règlement général	323
--	-----

APPENDICE II

Calcul des surfaces, volumes et poids usuels	327
---	-----



TABLE DES TABLEAUX

Correspondance de l'échelle thermométrique centigrade et de l'échelle Fahrenheit utilisée dans les pays de langue anglaise.....	3
Combustibles.....	4
Densités usuelles.....	9
Coefficients de transmission à travers des parois métal- liques.....	11
Températures extérieures minimum (bases).....	15
Ventilation naturelle.....	21
Températures des locaux non chauffés.....	22
Températures à maintenir.....	23
Coefficients de déperditions.....	27
Sections théoriques des conduits de fumée.....	41
Conduits de fumée usuels.....	42
Transmission de la chaleur de l'eau à l'air.....	77
Caractéristiques des tubes.....	84
Pouvoir d'émission approximatif en calories-heure des tuyauteries.....	85
Quantité approximative de bourrelet et toile nécessaires par mètre courant de tuyau pour calorifuge.....	91
Poids en grammes d'une colonne d'eau chaude.....	108
Diamètre des robinets des corps de chauffe à eau chaude	144
Proportions des raccords.....	154
Température au départ de la chaudière suivant tempé- rature extérieure.....	156
Caractéristiques de la vapeur d'eau.....	178
Tuyauteries de retour d'eau.....	212
Temps de montage.....	305

— Imp. PAUL DUPONT (Cl.). — Franco. — 33.11.1933

