

Les raccords employés pour assembler ces tuyaux (fig. 918 à 922), et permettant toutes les combinaisons, sont au nombre de cinq, savoir : les coudes simples ou à

Comme accessoires, on emploie les supports simples (fig. 923), les supports à coulisse (fig. 924), permettant de faire varier la hauteur du tuyau au-dessus du sol, et les supports à rouleau (fig. 925), dont le but est de permettre la libre dilatation lorsque les tuyaux forment une ligne d'une certaine longueur.

Les supports intercalaires (fig. 926)

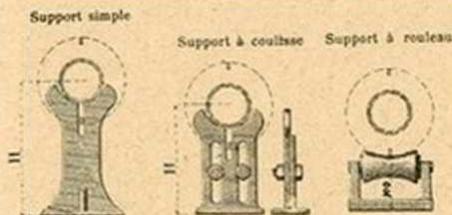


Fig. 923 à 925.



Fig. 927 et 928.

90 degrés, les coudes doubles, les culottes, les tés et les croix.

Les brides tournées de ces raccords sont du même diamètre que celles des tuyaux, et, comme elles, portent quatre trous pour les boulons d'assemblage. Ces raccords s'exécutent aux dimensions suivantes :

servent à maintenir l'écartement entre deux ou plusieurs lignes de tuyaux placées les unes au-dessus des autres.

La hauteur H de ces différents supports se compte du sol à l'axe du tuyau à supporter ou d'axe à axe des tuyaux. Les dimensions courantes sont les suivantes :

DIAMÈTRE intérieur DES RACCORDES en millim.	LONGUEUR A en millim.
60	250
	180
	200
70	230
	250
100	500
	250

Support intercalaire

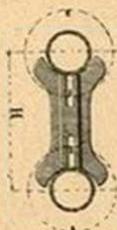


Fig. 926.

DÉSIGNATION	VALEURS DE H EN MILL.				
Support simple.....	100	150	200	250	300
Support intercalaire..	180	200	230	250	
Support à coulisse...	varie de 200 à 300.				

Enfin on emploie les contre-brides pleines (fig. 927) ou taraudées (fig. 928) aux différents diamètres des tubes fer servant à la

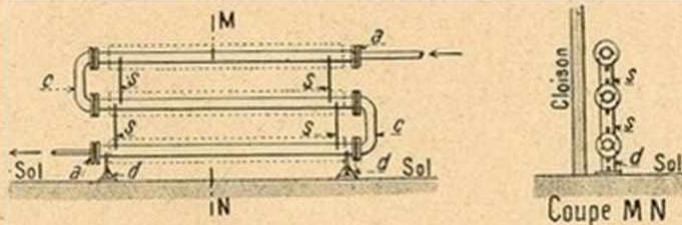


Fig. 929 et 930.

canalisation. Ces brides sont tournées et servent soit à boucher un tuyau ou un raccord, soit à les relier à la canalisation d'aller ou de retour.

Pour mieux faire comprendre l'emploi de ces raccords et accessoires, nous don-

nons (fig. 929 à 933) des schémas indiquant de quelle manière on procède pratiquement.

Les figures 929 et 930 donnent l'élévation et la coupe d'une surface de chauffe composée de trois tuyaux à ailettes super-

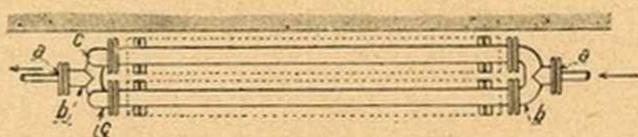
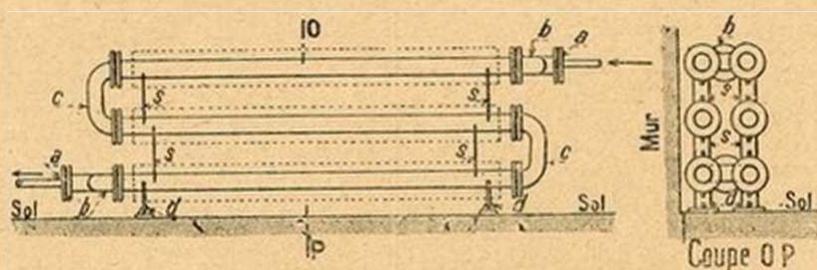


Fig. 931 à 933.

posés et placés le long d'une cloison. L'eau pénètre dans l'ensemble par la contre-bride taraudée *a*, passe dans le premier tuyau, ensuite dans le coude double *c*, puis dans le deuxième tuyau et le coude double *c*, enfin dans le troisième tuyau pour sortir par la contre-bride taraudée *a*.

Pour porter l'ensemble, on se sert de deux supports à pied *d, d* et de quatre supports intercalaires *s, s* dont les hauteurs varieront suivant les cas.

Les figures 931 à 933 représentent une surface de chauffe composée de deux lignes de tuyaux à ailettes de trois tuyaux

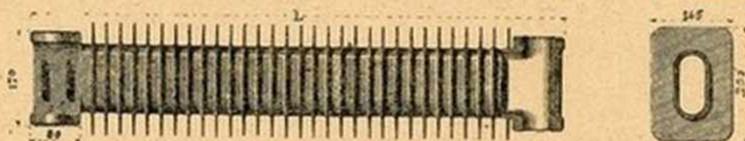


Fig. 934 et 935.

chacune; en *aa* les contre-brides d'entrée et de sortie, en *bb* les culottes de distribution, en *cc* les coudes doubles, en *dd* les supports à pied et en *ss* les supports intercalaires.

Comme on le voit, toutes les combinaisons sont possibles et, suivant la place

dont on disposera, la surface s'étendra soit en longueur, soit en largeur, soit enfin en hauteur.

Les tuyaux s'emploient surtout pour les surfaces développées en longueur. Pour les surfaces devant s'étendre en hauteur, on a souvent recours aux appareils dé-

nommés *poêles à ailettes* et composés d'éléments interchangeables à section méplate (fig. 934 à 935) que l'on assemble les uns au-dessus des autres comme l'indique la figure 936.

Chaque élément de poêle est composé

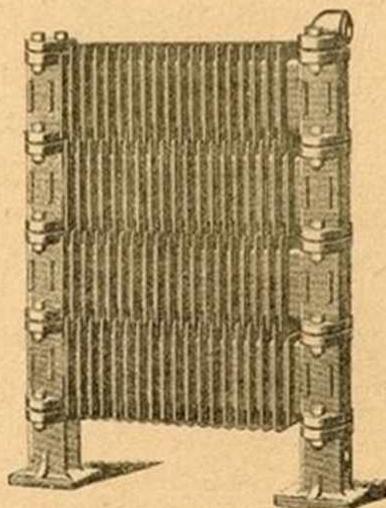


Fig. 936.

d'une partie méplate munie d'ailettes rectangulaires à coins arrondis de 145 x 205 millimètres et de quatre brides tournées ovales, à deux boulons chacune, servant pour l'assemblage. Le joint est assuré par interposition d'une rondelle d'amiante ou mieux de caoutchouc mince.

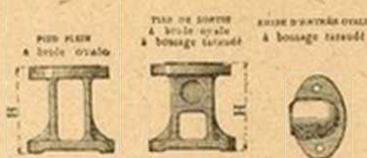


Fig. 937 à 939.

Ces éléments se construisent en trois longueurs différentes avec des brides ovales ou des brides carrées. Les éléments à brides ovales sont les plus employés et n'exigent, pour le joint, que deux boulons seulement.

Le tableau suivant donne les caractéristiques de ces éléments :

DÉSIGNATION	LONGUEUR TOTALE L en mètres	HAUTEUR DES AILETTES en millim.	NOMBRE DES AILETTES	SURFACE DE CHAUFFE en m ² carrés
Petit élément...	0,66	25	19	1,00
Moyen » ...	0,96	25	31	1,60
Grand » ...	1,26	25	43	2,20

Comparativement aux tuyaux, on voit que ces éléments possèdent une surface de chauffe plus grande sous un encombrement inférieur.

Ces éléments ne nécessitent aucun rac-

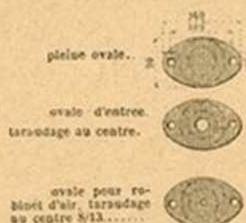


Fig. 910 à 942.

cord spécial pour leur assemblage. Comme accessoires, il existe : des pieds de support, soit pleins (fig. 937), soit à bossage taraudé (fig. 938), des contre-brides d'entrée, soit à bossage taraudé (fig. 939), soit à taraudage au centre (fig. 940), des contre-brides pleines (fig. 941) et des contre-brides avec taraudage pour purgeur d'air (fig. 942).

Les pieds pleins ou taraudés se construisent en trois hauteurs ayant respectivement 90, 150 et 200 millimètres.

Le montage de ces poêles à ailettes est plus rapide que celui des tuyaux à ailettes, comme il est, d'ailleurs, facile de s'en rendre compte.

On remplace quelquefois ces appareils par d'autres poêles à ailettes à éléments

1. Série de la Société anonyme des Hauts Fourneaux et Fonderies de Brousseval.

verticaux (fig. 943 et 944), dont le montage est excessivement facile et rapide, chaque élément n'exigeant que quatre boulons pour son montage ni aucun raccord ou accessoire, sauf cependant des contre-bridés pleines et des contre-bridés taraudés. Ces éléments verticaux ne se construisent qu'en une seule grandeur et aux dimensions portées sur les figures. La surface de chauffe de chaque élément est de 1^m,15.

Généralement, dans nos habitations, les tuyaux et poêles à ailettes ne sont pas apparents dans les pièces. On les place dans des coffrages ou enveloppes, de manière à les dissimuler le plus possible, en raison de l'aspect peu agréable qu'ils présentent. Ces coffrages se construisent en tôle perforée avec carcasse en fer, ou bien en bois avec panneaux en tôle perforée ou avec panneaux grillagés. La forme varie avec l'appareil à couvrir, l'emplacement dont on dispose et la nature de la pièce dans laquelle on le place. Dans tous

les cas, une enveloppe doit remplir trois conditions essentielles :

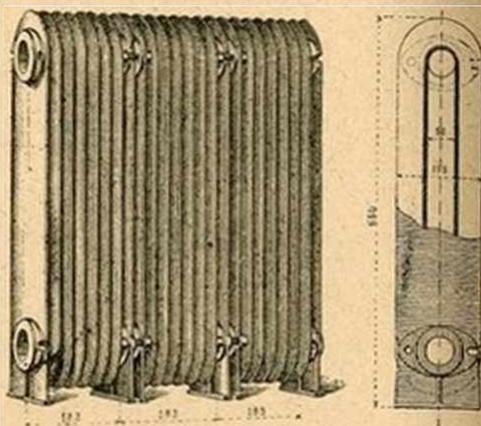


Fig. 943 et 944.

1° Etre facilement démontable pour permettre le nettoyage et l'enlèvement des

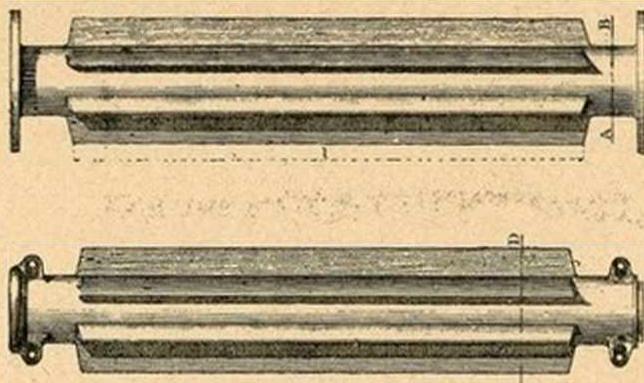
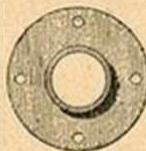
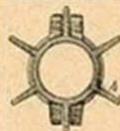


Fig. 945 et 946.

Coupe suivant A B



Coupe suivant C D



poussières qui s'accablent toujours sur les appareils ;

2° Permettre d'accéder à tous les joints et aux robinets très facilement en cas de réparation ;

3° Enfin et surtout, n'offrir que le minimum d'obstacle au dégagement de la chaleur tant par radiation que par con-

vection. Il va de soi que la présence de l'enveloppe diminue la transmission de l'appareil et joue en quelque sorte le rôle d'écran ; il importe donc de réduire au minimum la perte de chaleur qui en résulte en prenant toutes les précautions nécessaires.

On emploie aussi quelquefois des tuyaux

à ailettes verticales (*fig. 945 et 946*) pour le chauffage des galeries ou les dégagements. On les place alors sous enveloppes affectant la forme de colonnes. Ces tuyaux se font à brides tournées (*fig. 945*) ou à joint Petit (*fig. 946*), aux dimensions et diamètres ci-dessous :

DIAMÈTRE intérieur DES TUYAUX	LONGUEUR utile DES TUYAUX	LONGUEUR DES LAMES l	HAUTEUR DES LAMES h	NOMBRE de LAMES	SURFACE de chauffe d'un TUYAU	DIAMÈTRE extérieur DES BRIDES	DIAMÈTRE passant par l'axe des TROUS	DIAMÈTRE des trous DE BOULONS	NOMBRE de BOULONS
millimètres	mètres	mètres	mètres		mét. carrés	millimètres	millimètres	millimètres	
100	1,50	1,30	0,050	8	1,80	190	154	16	4
				16	2,85				
125	2,00	1,80	0,050	10	2,85	220	182	16	4
				20	4,55				
200	1,00	0,80	0,050	25	3,35	310	268	18	6
				32	5,40				
				25	7,25				
				50	3,00				
250	1,50	1,30	0,050	25	4,60	370	324	20	6
				50	7,90				
				25	6,65				
				50	11,35				

Dans la deuxième catégorie d'appareils de chauffe, et qui comprend les radiateurs, les types sont très nombreux et varient beaucoup suivant les constructeurs.

Ils doivent, comme les tuyaux, remplir certaines conditions au point de vue de l'encombrement et du rendement, comme nous le verrons par la suite.

On donne généralement la préférence aux radiateurs lisses, c'est-à-dire aux radiateurs dont les éléments ne comportent pas d'ornements, et cela à cause de la facilité avec laquelle on peut les nettoyer et les débarrasser des poussières qui se déposent sur eux.

Un radiateur, ainsi que nous l'avons dit, se compose d'une série d'éléments ou sections que l'on assemble d'avance en nombre plus ou moins grand pour obtenir la surface voulue et que l'on transporte ainsi tout monté à la place où il doit être posé. Les éléments sont de deux sortes : les

sections d'extrémité A (*fig. 947 et 948*), munies de pieds de support, et les sections intermédiaires B¹. Chaque section est munie, haut et bas, d'un bossage percé, puis taraudé, et dont les faces sont tournées pour obtenir un meilleur joint. L'assemblage se fait avec des bagues en fonte malléable formant mamelon et taraudées droit et gauche. Entre les bossages, on intercale une rondelle mince de carton et on serre jusqu'à refus.

Les sections d'extrémité portent, en outre, des bouchons pleins ou des bouchons taraudés, suivant le cas, ces derniers servant pour les tuyaux d'aller et de retour ou pour le robinet purgeur d'air.

Pour se faire une idée des dimensions de ces appareils, nous donnons ci-après les caractéristiques du radiateur repré-

1. Modèles de la Société des Fonderies de Brouseval.

senté par la figure 948. Il se construit en trois grandeurs ayant respectivement des hauteurs de 0^m,60, 0^m,80 et 1 mètre.

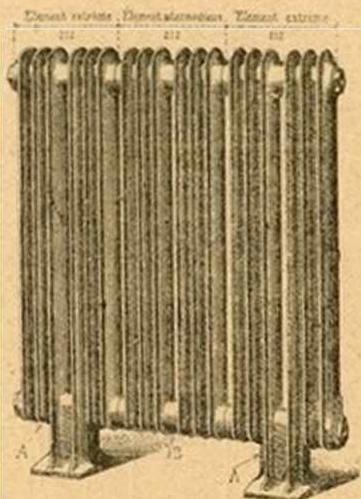


Fig. 947.

Chaque élément, quelle que soit la grandeur, a 70 millimètres d'épaisseur et

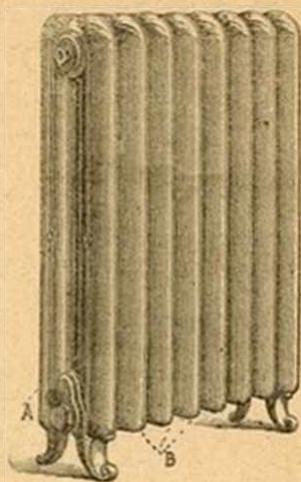


Fig. 948.

200 millimètres de largeur et les surfaces de chauffe par élément sont respectivement de 0^m,24, 0^m,34 et 0^m,43.

La Compagnie Nationale des Radiateurs construit une série de types de radiateurs lisses ou ornés. Les figures 949, 950 et 951 représentent trois types de radiateurs ornés se construisant en 4 hauteurs ayant respectivement 0^m,96, 0^m,81, 0^m,66 et 0^m,51.

Les sections sont réunies haut et bas par des mamelons taraudés à droite et à gauche; le joint s'obtient par serrage sur une très mince rondelle de carton, les sur-

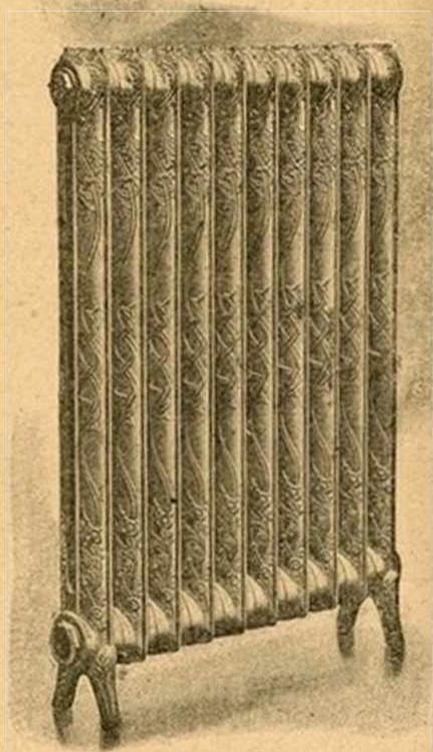


Fig. 949.

faces en contact ayant été préalablement bien dressées.

163. Rendement de ces appareils. — Par *rendement*, nous entendons, ainsi que nous l'avons dit précédemment, la quantité totale de calories émises à l'heure par mètre carré de surface d'appareil de chauffe, autrement dit la transmission par mètre carré.

Ce rendement varie naturellement avec

la température du fluide chaud, celle de l'enceinte à chauffer et enfin avec la nature même de l'appareil.

D'une façon générale, si nous désignons par :

T, la température moyenne de l'eau chaude dans la surface de chauffe,

Nous examinerons successivement les valeurs que prend ce coefficient ou le rendement lui-même pour les tuyaux lisses, pour les surfaces à ailettes, tuyaux ou éléments, enfin pour les radiateurs.

Nous supposons dans ce qui va suivre que la température moyenne de l'eau dans

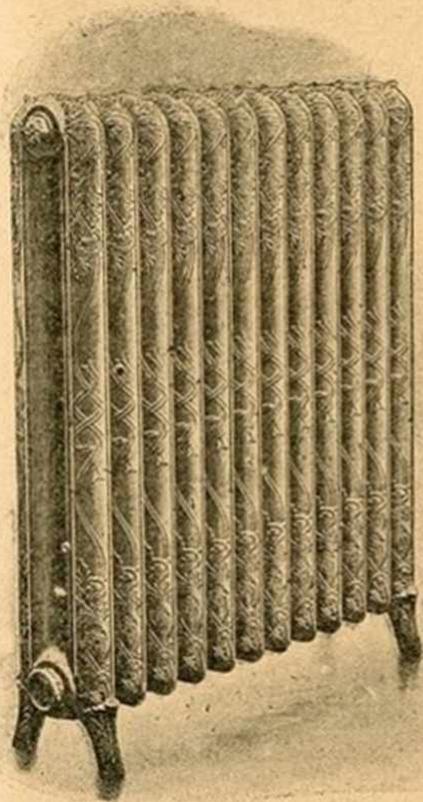


Fig. 950.

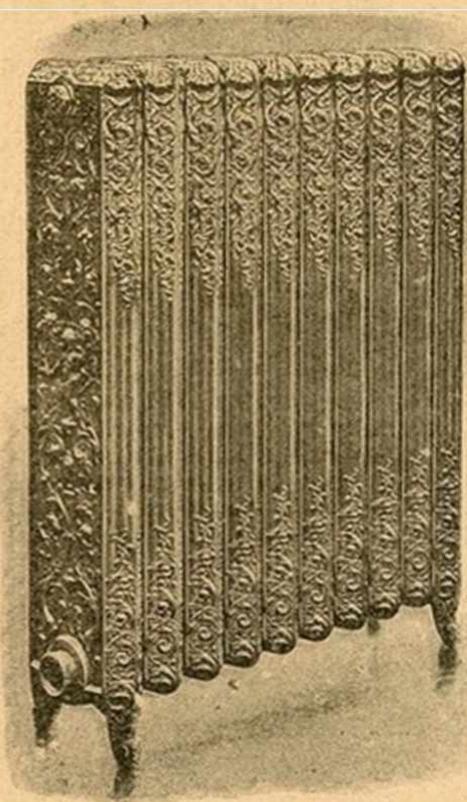


Fig. 951.

θ , la température de la pièce dans laquelle est placée cette surface,

K, un coefficient qui varie avec la nature du métal, la forme et la position de l'appareil, on peut écrire que le rendement M exprimé en calories par heure est égal à :

$$M = K(T - \theta).$$

Dans tous les cas, les quantités T et θ sont connues ou fixées d'avance ; il reste à déterminer le coefficient K.

les appareils, quels qu'ils soient, ait 70 ou 80 degrés et que la température de l'enceinte soit de 15 ou 18 degrés ; autrement dit nous donnerons à T les valeurs 70 et 80 et, pour chaque cas, nous prendrons θ égal à 15 ou 18.

Ce sont les conditions pratiquement admises.

Les écarts de température seront donc successivement 52, 55, 62 et 65 degrés. Nous admettrons en outre que les surfaces



sont à nu, c'est-à-dire non recouvertes d'enveloppes ajourées ni peintes.

1° *Tuyaux lisses.* — Les tuyaux lisses employés sont en fonte et ont généralement un diamètre intérieur de 70 millimètres et un diamètre extérieur de 85 millimètres.

Pour trouver la transmission totale, il suffira d'additionner les calories émises par radiation et par convection. En se reportant à ce que nous avons vu plus haut, la quantité de chaleur émise par radiation (Voir précédemment, § 116, p. 318) est égale à :

ÉCART DE TEMPÉRATURE	VALEUR DE θ	CALORIES
T - θ = 52°	18°	239
T - θ = 55°	15°	247
T - θ = 62°	18°	293
T - θ = 65°	15°	304

La quantité de chaleur émise par convection ne dépend que de la position et du diamètre du tuyau. Nous avons vu (p. 324) que, pour un cylindre horizontal de 85 millimètres de diamètre, le coefficient de convection était égal à :

$$2,058 + \frac{0,0764}{0,085}$$

soit :

$$2,956.$$

On a donc :

ÉCART DE TEMPÉRATURE	CALORIES
T - θ = 52°	211
T - θ = 55°	228
T - θ = 62°	263
T - θ = 65°	291

Il s'ensuit, par conséquent, que les rendements sont :

T = 70°	θ = 18°	M = 450 ^{cal.}	K = 8,65
T = 70°	θ = 15°	M = 475	K = 8,66
T = 80°	θ = 18°	M = 566	K = 9,15
T = 80°	θ = 15°	M = 595	K = 9,15

On peut déduire de ces chiffres la règle

suivante, très approximative : *Lorsque la température moyenne de l'eau dans un tuyau en fonte servant de surface de chauffe est de 70 degrés, la chaleur transmise par heure, par mètre carré et par degré d'écart, est égale à 8,66 calories. Lorsque cette température moyenne est de 80 degrés, la chaleur transmise dans les mêmes conditions est de 9,15 calories.*

Pratiquement, ces chiffres sont adoptés. On remarquera que la valeur du coefficient n'est pas une constante et qu'elle augmente avec la température moyenne de l'eau dans les tuyaux.

2° *Tuyaux et éléments à ailettes.* — Les ailettes ont été ajoutées aux tuyaux lisses afin d'en augmenter considérablement la surface; mais il n'en est pas résulté un accroissement proportionnel du rendement. Les expériences le prouvent en effet.

Les premières, faites à ce sujet par Ser, ancien professeur à l'Ecole centrale, portèrent *uniquement sur la convection*. Nous avons parlé plus haut de ces expériences (§ 119, p. 328 et suivantes) et dit que pratiquement on admettait, pour les tuyaux à lames ou à ailettes, un coefficient de convection moitié moindre de celui adopté pour les tuyaux lisses.

Ser ne fit aucune expérience directe sur des tuyaux à ailettes placés dans les conditions rencontrées en pratique. Certains constructeurs en firent pour leur propre compte, afin d'avoir une base de calculs.

Généralement, lorsqu'on manque de données exactes résultant d'expériences directes, on admet qu'un tuyau à ailettes a un rendement moitié moindre de celui d'un tuyau lisse de même surface et placé dans les mêmes conditions.

Si cette loi est vraie en ce qui concerne la *convection seule*, et pour le cas où les tuyaux de chauffage sont placés dans les conditions des expériences de Ser, on ne saurait cependant la généraliser, comme beaucoup tendent à le faire et le font.

Si nous considérons un tuyau à ailettes dans lequel circule de l'eau chaude et placé le long d'un mur de la pièce à chauffer, la transmission s'opérera évidemment par radiation et convection. Il faudrait donc évaluer ces deux quantités et les ajouter pour

obtenir la transmission totale. Or, en admettant même comme rigoureuse la loi précédente concernant la convection, il resterait à évaluer la radiation. Cette quantité varie avec la nature des ailettes, leur nombre et surtout leur écartement, et ne peut être calculée comme dans le cas d'une surface lisse.

Les ailettes peuvent être considérées comme très sensiblement à la même température que les tuyaux; mais elles rayonnent les unes sur les autres, en sorte que la transmission par radiation est sensiblement diminuée.

Plus les ailettes seront longues et rapprochées et plus la transmission diminuera.

Les phénomènes qui se produisent sont donc très complexes et, jusqu'à présent, la question est loin d'être résolue théoriquement.

Pour être fixé d'une façon pratique, il faut faire des expériences directes sur chaque type d'appareil employé, expériences longues et minutieuses, dans le détail desquelles nous n'entrerons pas. De ces expériences on peut déduire cependant certaines règles intéressantes, qui sont les suivantes :

a. *Pour un tuyau ou un élément à ailettes placé à nu le long d'un mur, la transmission augmente avec l'écartement des ailettes, l'écart de température et la vitesse de circulation de l'eau.*

b. *Si ce tuyau ou élément est placé au milieu du local à chauffer, la transmission augmente.*

c. *Si les mêmes appareils, quelle que soit leur position, sont placés sous enveloppes, la transmission diminue suivant la nature des enveloppes.*

d. *Lorsque l'on superpose les tuyaux ou les éléments, la transmission au mètre carré diminue au fur et à mesure qu'on augmente le nombre des tuyaux ou des éléments.*

e. *Toute peinture placée sur les appareils diminue leur rendement dans des proportions variant avec la nature de cette peinture.*

Il n'est pas possible, dans ces conditions, de donner toutes les valeurs que peut prendre le coefficient de rendement dans les différents cas.

Cependant nos observations et nos expériences personnelles (qui ont surtout porté sur des tuyaux pleins de vapeur) nous permettent d'affirmer que, pour l'eau chaude comme pour la vapeur, *le rendement des tuyaux et éléments à ailettes dépasse la moitié du rendement des tuyaux lisses de même surface et de même diamètre intérieur.*

Ce rendement varie pour les tuyaux à ailettes entre 60 et 80 0/0 de celui des tuyaux lisses, suivant l'écartement des ailettes.

Plus, nous le répétons, les ailettes sont serrées et plus le rendement diminue.

Lorsque les tuyaux sont munis d'enveloppes ajourées, il convient de diminuer la transmission admise pour les appareils à nu de 20 0/0.

Si l'on superpose deux tuyaux, le rendement total par mètre carré de surface diminue d'environ 8 0/0; avec trois tuyaux superposés, il diminue d'environ 12 0/0.

Le rendement des éléments à ailettes est meilleur que celui des tuyaux à ailettes de même surface, et cela se conçoit, d'ailleurs, d'après leur forme. On peut compter qu'un élément placé seul et à nu contre un mur transmet en moyenne 7 calories par mètre carré et par degré de différence de température.

Si l'on superpose deux éléments, le rendement total par mètre carré de surface diminue de 10 0/0 environ. Par élément superposé en plus, le rendement diminue de 3 0/0.

Lorsqu'un poêle composé d'éléments à ailettes se trouve sous enveloppe ajourée, il convient de diminuer le rendement de 20 0/0.

3° *Radiateurs.* — Les radiateurs sont composés de surfaces verticales plus ou moins hautes et assemblées les unes aux autres par leurs extrémités. D'après leur forme même, il n'est pas possible de calculer exactement les quantités de chaleur émises par radiation et convection. Comme pour les tuyaux à ailettes, les divers éléments rayonnent les uns sur les autres et, suivant leur forme, leur nombre et leur écartement, la transmission variera.

Pour connaître exactement le rendement d'un radiateur de type donné, il faut recourir à des expériences.

En examinant la question de près, on peut cependant faire des hypothèses qui, vraisemblablement, doivent se réaliser en pratique. Les quelques expériences faites par nous sur des radiateurs, quoique peu nombreuses, mais suffisamment rigoureuses, semblent justifier ces hypothèses.

Supposons, pour fixer les idées, que nous ayons un radiateur (fig. 952) composé de deux tubes verticaux A et B assemblés haut et bas. Si le tube A était seul, la totalité de sa surface rayonnerait; mais, par

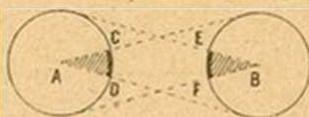


Fig. 952.

suite de la présence du tube B qui rayonne sur lui, on peut admettre que sa surface effective de rayonnement n'est plus égale qu'à sa surface extérieure diminuée d'une bande de largeur CD comprise entre les deux plans tangents au tube B et passant par l'axe du tube A. Ce que nous venons de dire pour le tube A est applicable au tube B, en sorte que la surface réelle de radiation est égale à celle des deux tubes moins la surface des deux bandes égales CD et EF.

La figure 953, représentant un radiateur à deux rangées de tubes, montre la diminution sensible qui se produit dans la radiation, diminution qui sera d'autant plus grande que les tubes seront plus gros et plus rapprochés.

Considérons un radiateur composé de quatre tubes (fig. 954), par exemple, et

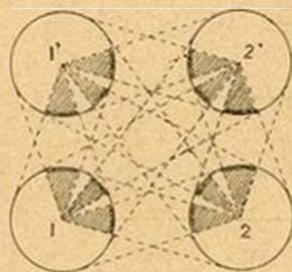


Fig. 953.

cherchons à exprimer d'une façon simple la transmission d'un tel radiateur.

Si le tube 1 était seul, la quantité de calories émises par lui aurait une valeur que nous désignerons par M et qui serait dégagée par toute la surface du tube.

Si nous ajoutons le tube 2, la transmission ne sera plus égale à 2 fois M, car, à cause du rayonnement, il faudra diminuer

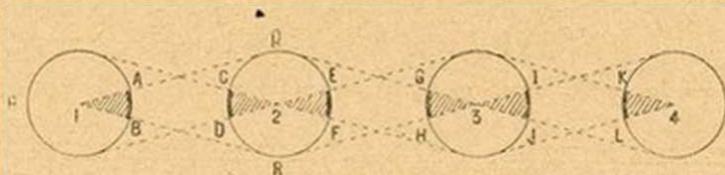


Fig. 954.

la surface totale de la surface des bandes égales AB et CD.

La surface de rayonnement est donc égale à la portion de cylindre APB plus la portion du cylindre CEF, portions égales entre elles, c'est-à-dire

$$\text{surf. APB} + \text{surf. CEF},$$

ou encore, à cause de l'égalité de surface des bandes AB et EF :

$$\text{surf. tube 1} + \text{surf. CQE} + \text{surf. DRF}$$

ou :

$$\text{surf. tube 1} + 2 \text{ surf. CQE}.$$

En désignant par N la quantité de chaleur émise par les surfaces CQE et DRF, on peut écrire que, pour le radiateur à deux tubes, on aura une transmission égale à :

$$M + N \text{ pour 2 tubes}$$

De même on aura :

$$M + 2N \text{ pour 3 tubes}$$

$$M + 3N \text{ pour 4 tubes}$$

et, pour un radiateur composé de n tubes, on aura :

$$M + N(n - 1)$$

Telle est la forme générale que peut prendre la formule exprimant la transmission d'un radiateur.

Ces appareils sont en effet composés d'éléments identiques et, par symétrie, on peut admettre la formule comme vraie.

La figure 955 donne le tracé pour un radiateur double lenticulaire à deux éléments.

Pour avoir la transmission d'un radiateur de type donné, il suffira de faire deux expériences, la première déterminant la valeur de M pour une seule section, la seconde déterminant la transmission pour

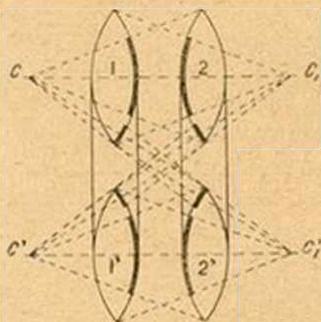


Fig. 955.

deux sections. Par différence, on obtiendra la valeur de N .

Il sera alors facile de dresser un tableau donnant la transmission d'un radiateur du type donné et composé d'un nombre quelconque d'éléments.

Les hypothèses précédentes semblent être justifiées en pratique, et il en résulte que, pour un radiateur donné, la transmission varie avec la hauteur et que le coefficient diminue avec le nombre d'éléments dont est composé ce radiateur.

On ne peut donc donner d'avance le rendement d'un radiateur, comme nous le disions précédemment, puisque ce rendement varie avec le type choisi. Cependant la valeur du coefficient de transmission, pour les appareils actuellement en usage, varie dans de certaines limites, et on peut

admettre que : la quantité de chaleur émise par un radiateur non peint, placé le long d'un mur, par mètre carré de surface, par heure et par degré de différence de température, varie entre 8,4 calories et 10 calories, soit une moyenne de 9,2 calories.

Si le radiateur est peint, la transmission diminue d'environ 15 0/0 en moyenne, et, s'il est sous enveloppe ajourée, la diminution est, en moyenne, d'environ 20 0/0.

Pour un radiateur peint et placé à nu le long d'un mur, on peut donc dresser le tableau suivant :

TEMP. DE L'EAU	TEMP. DE LA PIÈCE	ÉCART DE TEMP.	TRANSMISSION MOYENNE
70°	15°	55°	430 cal.
70°	18°	52°	407
80°	15°	65°	505
80°	18°	62°	485

La transmission moyenne est donc un peu inférieure à celle obtenue avec les tuyaux lisses.

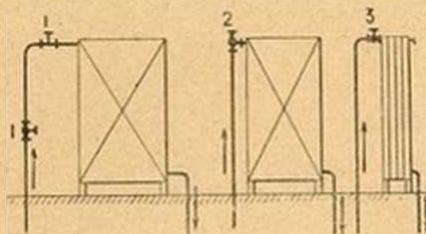


Fig. 956.

164. Robinetterie employée. — Purgeurs d'air. — Vases d'expansion. — Un robinet peut occuper, suivant les cas, trois positions principales sur la tuyauterie de distribution aux appareils de chauffe. Elles sont représentées schématiquement par la figure 956 et numérotées successivement 1, 2 et 3.

Ces robinets se construisent généralement en bronze avec des volants en fonte, ou, mieux encore en bois ou en ébonite afin d'éviter de se brûler.

Les robinets employés dans la position 1

sont dits à *passage direct* (fig. 957). Ils visser sur le tube en fer. L'étanchéité autour de la tige est obtenue au moyen

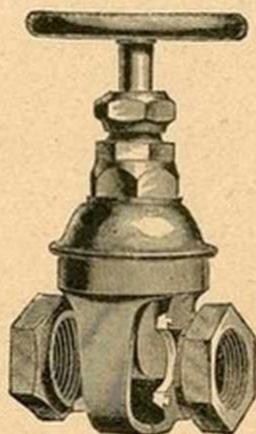


Fig. 957.

en mouvement par la rotation du volant et venant faire serrage sur deux sièges

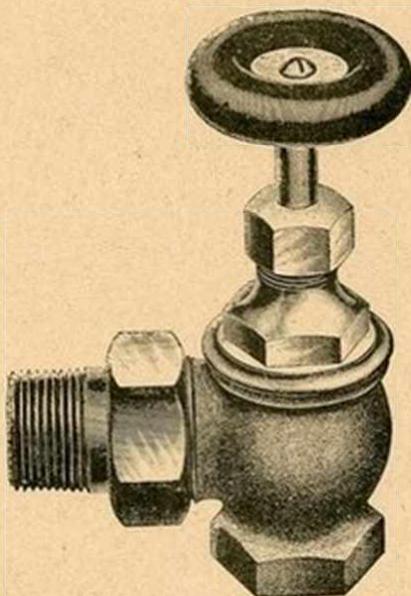


Fig. 958.

bien dressés. Ce robinet est taraudé à ses deux extrémités, ce qui permet de le

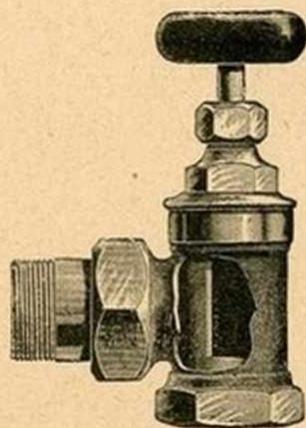


Fig. 959.

d'un presse-étoupe ordinaire garni d'un cordon d'amiante.

Dans la position 2, il faut se servir des robinets dits *d'angle* à raccord, qui sont, d'ailleurs, les plus communément em-

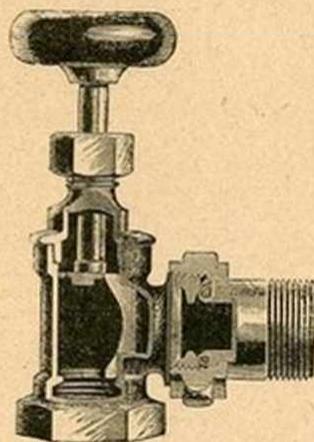


Fig. 960.

ployés. Ils se font à soupape mobile (fig. 958) ou à clé (fig. 959 et 960). Dans tous les cas, ces robinets sont munis d'un raccord avec écrou à 6 pans, permettant le montage et le démontage facile. Le

raccord est fileté au pas des tubes fer de manière à pouvoir se visser dans les bouchons ou les brides des appareils.

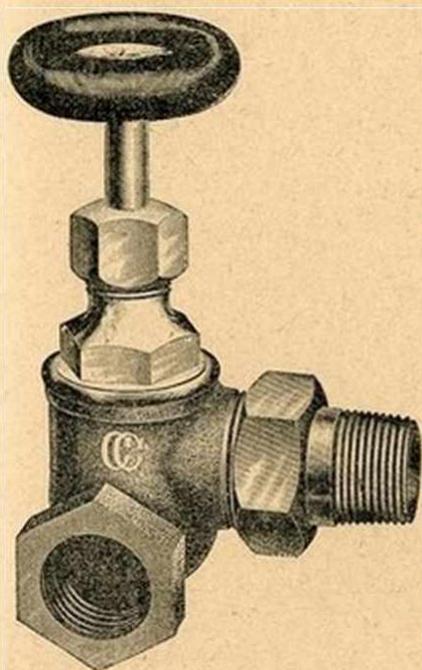


Fig. 961.

Si le tuyau d'aller monte derrière le mur ou la cloison contre lesquels est

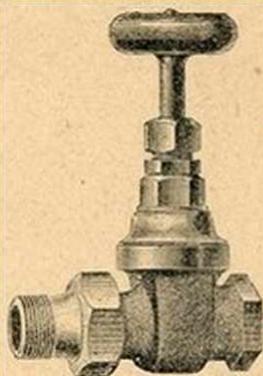


Fig. 962.

adossé le radiateur, on peut employer un robinet d'angle spécial (fig. 961), qui pré-

Sciences générales.

sente les mêmes avantages. Ces robinets se construisent avec raccord à droite et à gauche.

Lorsque, pour une raison quelconque, on ne peut fixer le robinet sur le radiateur, chose qu'on a toujours avantage à faire, et qu'on soit obligé d'avoir recours à la position 3, on emploie des robinets à passage direct et à raccord (fig. 962).

Chaque appareil de chauffe, quelle que

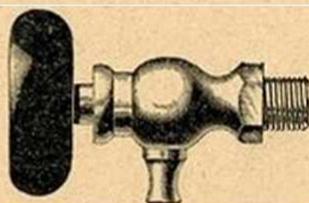


Fig. 963.

soit sa nature, doit être muni d'un robinet permettant l'évacuation de l'air qu'il contient ou pourrait contenir, soit à la mise en route, soit en service. Ces robinets sont désignés sous le nom de *purgeurs d'air*.

Ils sont de deux sortes : les purgeurs à pointeau mus à la main, et les purgeurs automatiques.

Les purgeurs se placent toujours au point le plus haut des appareils afin d'être certain que l'évacuation de l'air sera complète, ce qui est une condition essentielle de bon fonctionnement.

Le purgeur à pointeau (fig. 963 et 964)

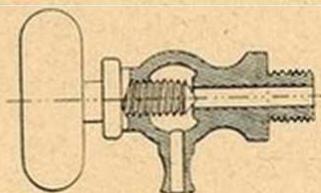


Fig. 964.

se compose, comme son nom l'indique, d'une tige filetée portant, à une de ses extrémités, le volant en bois servant à la manœuvre et, à l'autre, un pointeau qui

vient se serrer sur un siège dressé faisant partie du corps du robinet. En dévissant la tige, on établit une communication directe entre l'air extérieur et l'intérieur du radia-

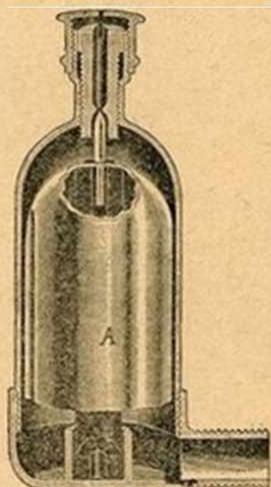


Fig. 965.

teur, et, en la vissant, on intercepte cette communication.

C'est, comme on le voit, un appareil fort simple et très robuste. Il présente cepen-

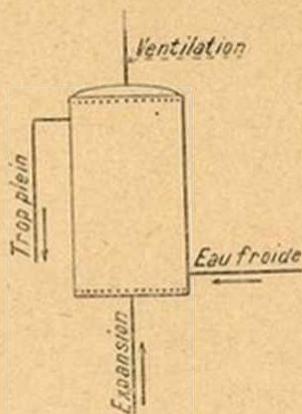


Fig. 966.

dant un inconvénient, c'est de ne pas laisser échapper les bulles d'air, qui peuvent venir se loger dans la surface de chauffe au fur et à mesure de leur arrivée.

Pour parer à cet inconvénient, on a imaginé les purgeurs automatiques (fig. 965). Ils se composent tous, en principe, d'une cloche formant flotteur et munie d'un pointeau, qui, par suite du mouvement de la cloche, vient s'appuyer sur un siège bien dressé. Tant qu'il y a de l'air dans l'appareil, la cloche A est à bas de course; mais aussitôt que l'eau a rempli le radiateur, elle monte dans le purgeur; la cloche remonte et vient bloquer le pointeau. Si, en service, pour une cause quelconque, il se forme de l'air dans le radiateur, cet air se cantonnera dans le purgeur et, lorsque le niveau de l'eau baissera, la cloche descendra en découvrant l'orifice de sortie.

Ces appareils automatiques donnent toute satisfaction au début de leur mise en

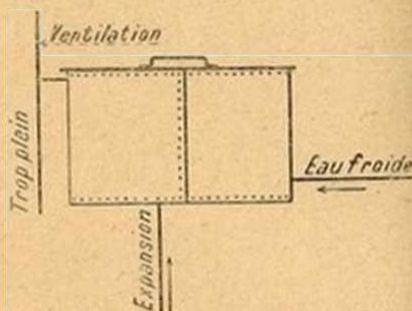


Fig. 967.

service; mais, au bout d'un certain temps, ils donnent lieu à des fuites. Pour cette raison beaucoup de constructeurs préfèrent les purgeurs à pointeau.

Nous avons indiqué précédemment le rôle des vases d'expansion et montré de quelle manière on devait les placer sur la canalisation.

Ces vases sont des réservoirs cylindriques ou prismatiques construits en tôle galvanisée (fig. 966 et 967) et ouverts à l'air libre.

Quelle que soit leur forme, ils sont reliés à la canalisation par le tuyau d'expansion et à la bache à flotteur par le tuyau d'eau froide. Ils portent, en plus, un tuyau de ventilation débouchant à l'extérieur de l'habitation et qui sert au dégagement des buées



et des vapeurs, puis un tuyau de trop-plein qui devra avoir une section suffisante pour débiter l'eau qui pourrait arriver sous pression de la bêche à flotteur, au cas où ce flotteur viendrait à se dérégler.

Le volume d'un vase étant calculé, on en détermine les dimensions d'après l'espace dont on dispose. Deux des dimensions étant données (s'il s'agit d'un vase prismatique), on en déduit la troisième; mais on prend soin d'augmenter la hauteur du vase d'au moins 0^m,10, afin d'éviter les pertes d'eau, s'il se produit des bulles de vapeur.

165. Calcul général d'une installation et exemples. — Les principaux éléments à calculer dans une installation de chauffage à eau chaude à moyenne pression sont, indépendamment des déperditions par les parois refroidissantes :

1° Les divers organes de la chaudière et sa surface de chauffe.

2° La section et la hauteur de la cheminée;

3° La surface des appareils de chauffage;

4° La tuyauterie de distribution et le vase d'expansion.

Désignons par $c_1, c_2, c_3, c_4, \dots, c_n$ les quantités de chaleur à fournir à l'heure dans les différentes pièces d'une habitation, et par C la somme de toutes ces quantités.

a. Eléments de la chaudière. — La quantité de chaleur, que doit fournir la chaudière à l'eau du chauffage et par heure, sera nécessairement égale à C , mais augmentée d'un certain nombre de calories représentant la perte en route, de la chaudière aux appareils placés dans les pièces.

Cette perte s'évalue en tant pour cent de la chaleur totale à fournir aux locaux. Si on la désigne par n il s'en suit que la quantité de chaleur que devra fournir la chaudière à l'heure sera égale à :

$$C(1 + n).$$

On aura tout avantage à diminuer cette perte en isolant convenablement la tuyauterie au moyen de calorifuges du genre de ceux employés pour le transport de la vapeur et dont nous parlerons plus loin.

Désignons aussi par N la puissance calorifique du combustible employé et par r le rendement pratique. Chaque kilogramme de charbon brûlé dégagera, par conséquent, un nombre de calories égal à :

$$r \times N,$$

et si l'on désigne par P le poids total de charbon à brûler à l'heure, ce poids sera tel que l'on aura :

$$P \times rN = C(1 + n).$$

D'où l'on déduit :

$$P = \frac{C(1 + n)}{rN}.$$

Pratiquement, la perte en route varie de 10 à 200/0, soit une moyenne de 15 0/0, et on peut donc prendre

$$n = 0,15.$$

Quant à r sa valeur varie dans de plus fortes proportions suivant le type de chaudière adopté. Suivant que les gaz chauds sont évacués à une température plus ou moins élevée, le rendement diminue ou augmente. On a tout avantage à refroidir le plus possible les gaz de la combustion pour augmenter le rendement et ce refroidissement s'obtient généralement en obligeant les gaz chauds à passer dans des carneaux ou des tubes. Il en résulte, comme conséquence forcée, une augmentation dans la surface de chauffe de la chaudière et par conséquent un encombrement et un prix de revient plus élevés. Ce que l'on gagne en rendement on le perd en partie en encombrement et prix de revient. C'est au constructeur à rechercher la bonne moyenne qu'il devra adopter d'après son type de chaudière, afin de tout concilier.

Quoi qu'il en soit, les valeurs de r atteignent généralement 50 0/0. Ce n'est que dans des chaudières spéciales et bien étudiées qu'on peut arriver à 65 et 70 0/0.

Supposons que la chaudière à calculer doive brûler du charbon de qualité moyenne, on prendra :

$$N = 8\,000^{\text{cal}},$$

$$n = 0,15,$$

$$r = 0,50.$$

et



TOURS. — IMPRIMERIE DES LIS FRÈRES, RUE GAMBETTA, 6.



ENCYCLOPÉDIE THÉORIQUE & PRATIQUE DES CONNAISSANCES CIVILES & MILITAIRES

PARTIE CIVILE

COURS DE CONSTRUCTION

Publié sous la direction de

G. OSLET, INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES, PROFESSEUR A L'ÉCOLE CENTRALE

SEIZIÈME PARTIE

TRAITÉ PRATIQUE

DE FUMISTERIE

CHAUFFAGE, VENTILATION ET CHAUDRONNERIE

CONCERNANT LE BATIMENT

Avec de nombreux exemples, tables et résultats pratiques

PAR

V. MAUBRAS

Ingénieur des Arts et Manufactures

TOME II

CHAUFFAGE A EAU CHAUDE *(suite)*. — CHAUFFAGE PAR LA VAPEUR
CHAUFFAGE PAR L'ÉLECTRICITÉ

PARIS

GEORGES FANCHON, ÉDITEUR

25, RUE DE GRENELLE, 25

Droits de traduction et de reproduction réservés



ULTIMHEAT®
VIRTUAL MUSEUM

200. *Accessoires des chaudières. — Manomètres.* — Les accessoires des chaudières à vapeur sont des appareils servant à assurer la régularité de leur marche et à éviter les accidents qui se produiraient, si on ne les employait pas.

Les ordonnances administratives, données au commencement de ce chapitre, énoncent la série des appareils accessoires réglementaires que doit posséder tout gé-

nérateur, et que nous énumérons encore ci-après :

- 1° Un manomètre ;
- 2° Deux indicateurs de niveau d'eau ;
- 3° Deux soupapes de sûreté ;
- 4° Un robinet d'arrêt de vapeur ;
- 5° Un clapet automatique de retenue d'eau d'alimentation ;
- 6° Un clapet automatique de retenue de vapeur.

Ce dernier n'est obligatoire que dans le cas où plusieurs générateurs sont accouplés et envoient leur vapeur dans un même réservoir ou dans la même conduite.

Des deux indicateurs de niveau d'eau, l'un doit être à tube de verre, l'autre est laissé au choix des constructeurs, qui, dans la plupart des cas, emploient de simples robinets de jauge.

En plus de ces appareils formant une catégorie bien déterminée, il en existe d'autres formant une seconde catégorie servant à l'alimentation des chaudières et qui sont : les injecteurs, les pompes et les bouteilles alimentaires.

Ces accessoires, bien qu'indispensables, ne sont pas réglementaires, et leur choix est laissé aux constructeurs, qui donnent leur préférence à l'appareil qui, dans le cas particulier qui les occupe, leur donne le plus de garanties de bon fonctionnement.

On peut donc, pour se résumer, classer les accessoires des chaudières en deux catégories bien distinctes :

1° Les accessoires de sécurité, qui sont réglementaires.

2° Les accessoires d'alimentation, laissés au choix du constructeur ;

Nous examinerons successivement et dans l'ordre les principaux types d'appareils actuellement en usage.

Les manomètres sont les appareils chargés d'indiquer à chaque instant la pression de la vapeur dans la chaudière.

Nous rappelons qu'on appelle *pression absolue* l'excès de la pression à mesurer, comptée à partir du vide absolu, et *pression effective* l'excès de la pression à mesurer sur la pression atmosphérique.

Tous les manomètres en usage donnent la pression effective, d'où il est d'ailleurs très facile de déduire la pression absolue.

Les premières chaudières que l'on construisait marchaient à basse pression comparativement aux pressions atteintes de nos jours, c'est-à-dire que la pression de la vapeur ne dépassait pas 1 kilogramme.

Les pressions se comptaient d'ailleurs en atmosphères et fractions d'atmosphère, une atmosphère représentant la pression exercée par une colonne barométrique, soit 0^m,76 de hauteur de mercure.

Les premiers manomètres furent donc à mercure et affectaient la forme d'un tube de verre en U ouvert à ses deux extrémités, rempli de mercure et fixé sur une planchette graduée. D'un côté s'exerçait la pression de la chaudière ; de l'autre, la pression atmosphérique.

Les perfectionnements survenant, le



Fig. 100.

timbre des chaudières augmenta, et l'on fut obligé de renoncer au manomètre à air libre, qui devenait encombrant et fragile. On le remplaça par le manomètre à air comprimé (fig. 100), qui affecte aussi la forme d'un U, mais qui est fermé à une extrémité.

L'appareil se graduait par analogie avec un étalon ou un manomètre à air libre. Il est aisé de comprendre que plus la pression montait, plus il était difficile de lire sa valeur exacte, les déplacements du mercure variant suivant la loi de Mariotte. De plus, au bout de peu de temps, l'air confiné dans la branche fermée oxydait le mercure, diminuait de volume, faussant ainsi les indications de l'appareil.

On remplaça alors l'air par un gaz inerte

tel que l'acide carbonique, l'azote, etc.; mais, dès l'apparition des manomètres entièrement métalliques, on abandonna sans retour tous ces appareils fragiles et peu rigoureux.

Ce fut en 1849 que M. Bourdon inventa son manomètre métallique, universellement connu. Cet appareil (*fig. 101 et 102*) est basé sur le principe suivant :

Lorsqu'on fait varier la pression à l'intérieur d'un tube métallique enroulé en spirale, il se produit une déformation qui varie dans le même sens que la pression.

Le manomètre Bourdon se compose d'un tube en laiton *a* de section lenticulaire enroulé en spirale. La partie inférieure est soudée sur l'ajutage du mano-

ton. Pour les pressions élevées, le laiton est remplacé par de l'acier.

Dans tous ces manomètres, il importe de ne jamais faire agir directement la vapeur sur le tube, qui serait rapidement hors d'usage. On remplit celui-ci d'eau de condensation et, pour ce faire, il suffit de recourber en U le tube d'amenée de vapeur au manomètre. Au point bas de cette courbure s'accumulera l'eau condensée, qui sera refoulée à l'intérieur.

A la longue, les indications du manomètre ne sont plus très rigoureuses, le métal ayant perdu de son élasticité. Il est bon d'opérer alors un réglage par comparaison avec un étalon.

Il est parfois utile d'enregistrer automatiquement la pression des chaudières pour

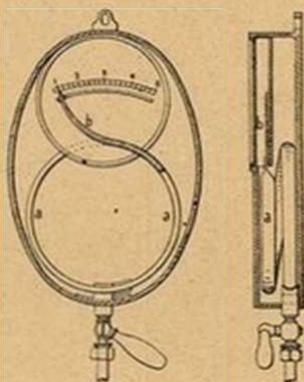


Fig. 101 et 102.

mètre, la partie libre porte une aiguille *b* qui se déplace devant un cadran gradué placé derrière une glace.

L'ensemble est contenu dans une boîte en laiton entièrement fermée. Lorsque la pression agit à l'intérieur du tube, elle a pour effet de dérouler le tube et de déplacer l'aiguille. Les déplacements sont sensiblement proportionnels aux pressions, et l'on pourrait graduer rapidement les cadrans. Il est préférable d'opérer cette graduation par comparaison avec un manomètre à air libre ou un manomètre étalon.

Suivant les cas, le déplacement de l'aiguille est plus ou moins grand, cela dépend de la construction du tube de lai-

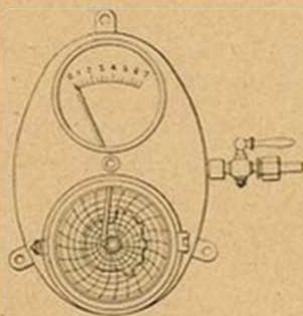


Fig. 103.

contrôler le travail des chauffeurs. A cet effet, M. Bourdon construit un manomètre enregistreur (*fig. 103*) comportant, comme le manomètre ordinaire, un tube en laiton. L'extrémité de ce tube porte un petit levier relié, d'une part, à l'aiguille du cadran et, d'autre part, à une pointe traçante disposée au-dessous d'un diagramme. Lorsque la pression variera, l'aiguille et la pointe traçante se mettront en mouvement.

Le diagramme porte des cercles concentriques indiquant des pressions de plus en plus élevées lorsqu'on s'éloigne du centre. En outre, le diagramme est monté sur un cadran mis en mouvement par un système d'horlogerie qui tourne à une vitesse telle que le cadran fait un tour en vingt-quatre heures.

Il sera donc facile d'avoir à chaque ins-

tant la pression de la chaudière. Chaque jour il suffira de renouveler le diagramme pour avoir une nouvelle série d'observations.

Le manomètre *Desbordes* (fig. 104)

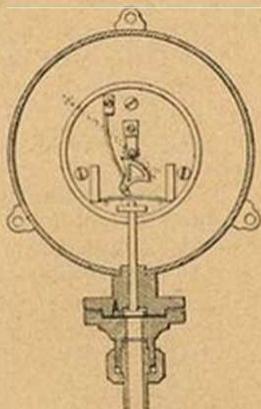


Fig. 104.

n'utilise pas les déformations d'un tube, mais le déplacement d'une membrane de caoutchouc A qui se trouve serrée entre deux brides tournées. Au-dessus de la membrane se trouve un petit piston ter-

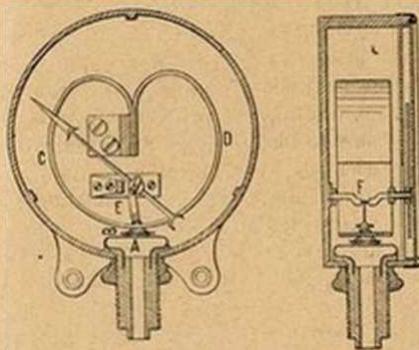


Fig. 105 et 106.

miné par un pointeau appuyant sur un ressort fixé à deux tasseaux.

Sur l'autre face du ressort appuie une came qui transmet le mouvement à un secteur denté engrenant avec la roue dentée commandant l'aiguille.

Un ressort antagoniste agissant sur le secteur ramènera le tout en arrière lorsque la pression diminuera ou cessera.

L'inconvénient de ce manomètre est que le caoutchouc se détériore assez rapidement et qu'il ne conserve pas la même élasticité, en sorte que les indications ne sont pas toujours précises.

Dans le manomètre de M. *Ducommet* (fig. 105 et 106), la pression de la vapeur s'exerce sur une capsule A en cuivre rouge embouti et plaqué d'argent sur ses deux faces pour éviter l'oxydation.

Sur la capsule appuie un bouton B de forme sphérique assemblé à un ressort CD. Sur ce même bouton B, et articulé avec lui, se trouve une came E comman-

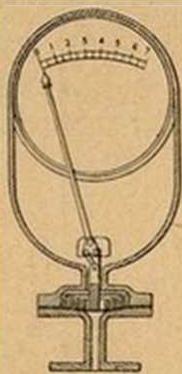


Fig. 107.

dant un vilebrequin F sur lequel est fixée l'aiguille indicatrice. Un ressort en spirale ramène l'aiguille en arrière lorsque la pression diminue ou cesse.

Le manomètre *Challeton* (fig. 107) comprend, comme organe de transmission, une membrane métallique bombée serrée entre deux brides dressées. Au-dessus de cette membrane est placé dans une alvéole un ressort plein en acier, enroulé en spirale. L'extrémité extérieure du ressort est fixée à l'alvéole, l'extrémité intérieure agit sur l'aiguille.

La pression de la vapeur, agissant sur la membrane, la redresse, et le mouvement est transmis à l'aiguille par l'intermédiaire du ressort, d'une bielle et d'une came. Un petit ressort antagoniste ramène

l'aiguille en arrière lorsque la pression cesse ou diminue.

201. Indicateur de niveau d'eau. — Le niveau de l'eau dans une chaudière à vapeur doit être maintenu à une hauteur sensiblement constante pour éviter des accidents qui peuvent devenir graves et entraîner même à des explosions ou tout au moins à des coups de feu mettant provisoirement le générateur hors service. Pour cette raison, les règlements administratifs prévoient et obligent l'emploi, sur toute chaudière, de deux indicateurs de niveau d'eau dont un au moins à tube

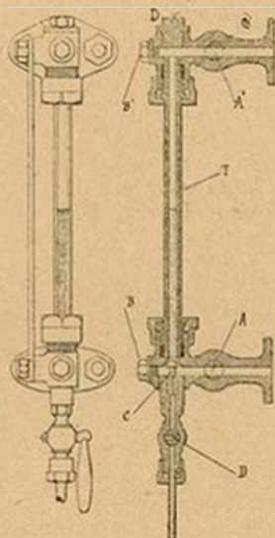


Fig. 108 et 109.

de verre, l'autre étant laissé au choix du constructeur, les deux indicateurs étant absolument indépendants l'un de l'autre et placés d'une façon très apparente sous l'œil du chauffeur.

Le nombre des indicateurs à tube de verre actuellement en usage est très grand, et, comme il n'entrerait pas dans notre cadre de les examiner pour la plupart en détail, nous nous bornerons à en décrire un seul, qui, d'ailleurs, est le plus répandu.

Cet indicateur (fig. 108 et 109) se compose d'un tube de cristal bien calibré et d'épaisseur suffisante pour résister à une

pression égale au moins au double de celle normale de marche.

Ce tube communique par ses deux extrémités avec la chaudière au moyen de deux tubulures en bronze ou en laiton fixées sur le générateur, de telle façon que la vapeur pénètre par la partie supérieure, et l'eau par la partie inférieure, le niveau normal de l'eau étant à hauteur de la moitié du tube. La tubulure supérieure comprend un robinet d'arrêt A', deux bouchons à vis B' et D, enfin un presse-étoupe.

Le robinet A' sert à établir la communication avec la vapeur et à l'interrompre dans le cas d'une rupture du tube. Le bouchon B' sert au nettoyage de la tubulure et au dégorgement du robinet A', qui peut s'obstruer. Le bouchon D sert au remplacement du tube lorsqu'il est hors service, soit qu'il soit encrassé et qu'on n'aperçoive plus le niveau, soit qu'il soit brisé.

La tubulure inférieure porte de même un robinet d'arrêt A, un bouchon B de nettoyage, mais comprend en outre un robinet D, qui sert aussi au nettoyage du tube lui-même. En l'ouvrant, on produit en effet une chasse très énergique, qui enlèvera les dépôts ou les impuretés qui s'introduisent dans le tube.

Le joint dans les deux presse-étoupe doit être obtenu par une garniture élastique et, dans cet ordre d'idées, le caoutchouc seul est employé. Le chanvre, l'amiante, etc..., ne peuvent convenir, car on court le risque de voir ces garnitures s'écraser de trop, former bourrelet et boucher le tube, ce qui rendrait fausses les indications de l'appareil.

Il arrive assez fréquemment que le tube se rompe, soit parce qu'il subit des contractions brusques par suite de changements subits de température, soit parce qu'à la longue, sous l'influence de la chaleur, le verre se recuit et perd de son élasticité et de sa résistance.

Dans tous les cas, lorsqu'il y a rupture, l'eau et la vapeur s'échappent par les tubulures avec une vitesse qui sera fonction de la pression dans la chaudière. Le chauffeur doit donc mettre le niveau hors service en l'isolant de la chaudière, et il

doit pour cela fermer les robinets d'arrêt A et A'. S'il ne les fermait pas, la chaudière se viderait et la pression tomberait.

C'est une opération qu'il n'est pas toujours facile de faire, car on risque les brûlures, aussi réunit-on souvent les deux robinets par une bielle de commande permettant de les fermer en même temps.

Il est préférable de munir la tubulure du bas d'un clapet C, qui, sous l'effet violent du jet d'eau bouillante, se collera sur son siège et arrêtera l'écoulement. La tubulure supérieure portera de même un clapet de retenue à ressort, pour la vapeur.

Pour rendre le niveau plus visible, certains constructeurs donnent la préférence

chaudière, pour assurer toujours un niveau normal.

Pour suivre les indications de la loi, on disposera sur le générateur un index en regard du tube du niveau d'eau et indiquant le niveau normal.

L'autre indicateur réglementaire de niveau d'eau est généralement constitué par des robinets de jauge que l'on manœuvre à la main.

L'indicateur à colonne (*fig. 110*) comprend une colonne en fonte, réunie au générateur au moyen de deux tubulures, et trois robinets, dont celui du milieu sera à hauteur du niveau normal; le robinet supérieur laissera échapper de la vapeur et le robinet inférieur l'eau.

Les robinets sont de simples robinets à boisseau, en bronze ou en laiton, du genre

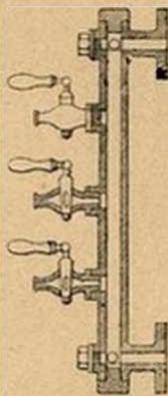


Fig. 110.

à des tubes de cristal munis, sur la moitié de leur surface, d'un filet rouge émaillé sur fond blanc. Par réfraction, l'image du filet dans la partie mouillée paraît plus large que dans la partie non mouillée.

La vidange sous pression du tube doit se faire tous les jours et même plusieurs fois par jour, lorsqu'il s'encrasse. Au bout d'un certain temps, il sera indispensable de remplacer le tube, si sa transparence n'est plus suffisante.

Suivant le type de générateur, le mouvement de l'eau dans le tube aura une amplitude plus ou moins grande, cela dépendra de la vaporisation; néanmoins, un chauffeur expérimenté en tiendra compte, et réglera l'alimentation de la

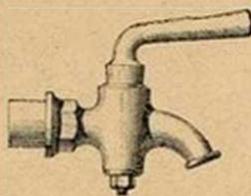


Fig. 111.

de ceux représentés par la figure 110, ou de celui représenté par la figure 111.

Suivant les cas, et principalement pour les chaudières sans enveloppe, les robinets de jauge (*fig. 111*) portent une douille taraudée et sont vissés directement sur le générateur.

En cas de rupture d'un tube, le chauffeur ouvrira alternativement les robinets de jauge. Le robinet supérieur débitera de la vapeur, celui du milieu un mélange d'eau et de vapeur, celui du bas, rien que de l'eau.

Dans les chaudières à grand ou à moyen volume d'eau, telles que les chaudières à bouilleurs ou les chaudières tubulaires ou semi-tubulaires, on emploie souvent des indicateurs à flotteurs, dont le nombre de types en usage est assez considérable.

Ces indicateurs se placent sur le récipient de vapeur. L'indicateur Bourdon (*fig. 112 et 113*), se compose d'un corps

creux, en fonte, dans lequel se trouve une tige métallique A, supportant un flotteur B et suspendu à un levier COD articulé en O.

Le flotteur B est en pierre poreuse, qui est équilibrée au moyen du contrepoids C. Sur l'axe O est fixée une aiguille extérieure E et un bras E qui appuie sur la commande d'un sifflet d'alarme S.

Quand le niveau baissera, le flotteur

descendra, entraînant avec lui l'aiguille indicatrice et le bras F. Si on laisse manquer d'eau, le sifflet entrera en fonction et avertira le chauffeur. S'il y a trop d'eau, l'aiguille accusera une suralimentation.

Pour assurer le joint entre l'axe O et la boîte de l'indicateur, cet axe porte une partie conique G (fig. 113) tournée, re-

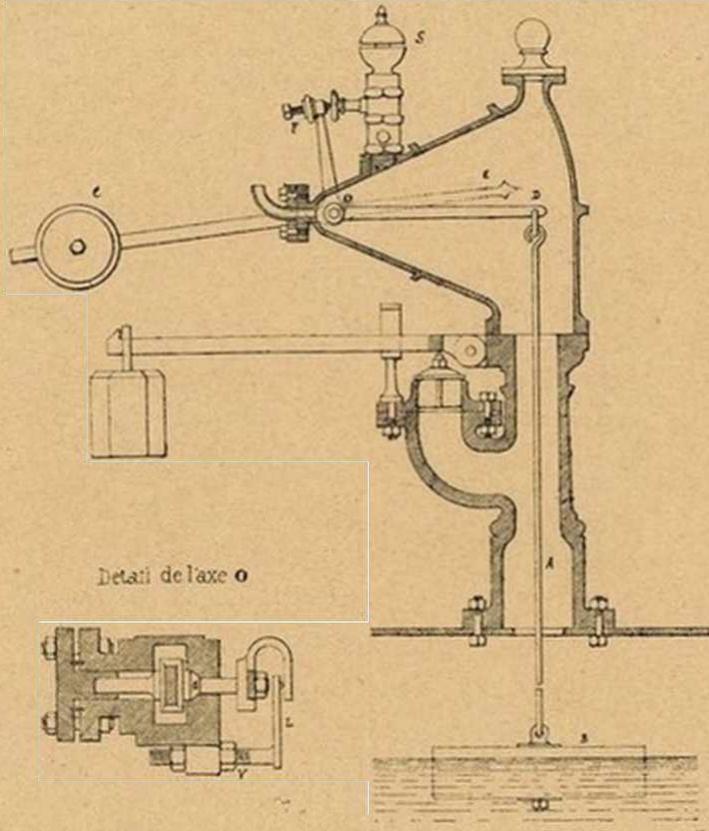


Fig. 112 et 113.

posant sur un siège également tourné et ménagé dans l'enveloppe. Le contact du cône avec son siège est réglé à l'aide de la vis V, que l'on serre plus ou moins, et qui, au moyen d'un levier L, renvoie un étrier commandant l'axe. Comme on le voit, le joint est absolument métallique.

L'indicateur que nous venons de dé-

crire porte en outre une soupape de sûreté limitant la pression, et que nous décrivons ci-après.

202. Soupapes. — L'article 6 du Décret du 1^{er} mai 1880, relatif aux chaudières à vapeur, prescrit que chaque générateur doit être muni de deux soupapes de sûreté, chargées de manière à laisser

la vapeur s'écouler, dès que sa pression effective atteint la limite maximum indiquée par le timbre réglementaire.

Le même article ajoute textuellement : « L'orifice de chacune des soupapes doit suffire à maintenir, celle-ci étant au besoin convenablement déchargée ou soulevée et quelle que soit l'activité du feu, la vapeur dans la chaudière à un degré de pression qui n'excède, pour aucun cas, la limite fixée par le timbre réglementaire. »

C'est d'après ces prescriptions que sont construites toutes les soupapes de sûreté. En principe, toute soupape de sûreté (fig. 114) comprend un disque en bronze A reposant par ses bords sur un siège cylin-

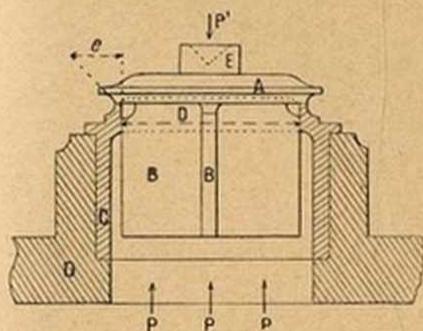


Fig. 114.

drique e , également en bronze. Ce siège est placé dans le corps en fonte de l'appareil. Le disque A s'appuie sur une portée e très étroite dont la valeur dépend du timbre de la chaudière. Pour les petits timbres, jusqu'à 5 kilos par centimètre carré, on prend :

$$e = 0^{\text{mm}},6$$

et pour les grands,

$$e = 2 \text{ millimètres}$$

au maximum.

Dans l'axe du disque est ménagée une partie cylindrique E venue de fonte avec lui, et dans laquelle on tourne une partie conique qui recevra l'axe chargé de transmettre à la soupape, la charge P' qui devra faire équilibre à la pression maximum fixée par le timbre réglementaire.

Pour guider le disque dans son mouvement vertical, la soupape porte quatre ailettes BB, dressées sur leur tranche et laissant entre elles et le diamètre de la soupape, le jeu suffisant pour éviter le grippage. La partie intéressante d'une soupape est son diamètre intérieur D, que l'on détermine comme nous le verrons plus loin.

Suivant le type de soupape, la charge s'obtient soit au moyen de poids, soit au moyen de ressorts.

La soupape de sûreté à poids direct

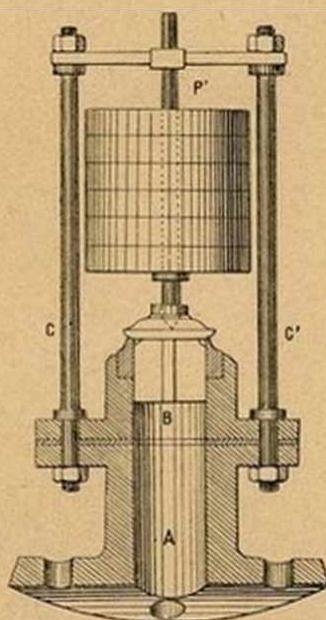


Fig. 115.

(fig. 115) se compose d'un piétement en fonte A, boulonné directement sur la chaudière; le joint est obtenu par interposition de minium et de céruse.

Au-dessus, se trouve le corps en fonte B de la soupape proprement dite.

Le poids P' chargeant le disque est composé d'un certain nombre de rondelles en fonte de même diamètre et percées chacune d'un trou central permettant de les enfilet sur une tige en fer portant, dans le bas, un collet de butée et un pointeau. La tige du poids est guidée dans un étrier en fer monté comme l'indique la figure.

Au lieu de constituer le poids au moyen de disques, on emploie souvent un cylindre creux en fonte et ouvert à une de ses extrémités. Ce cylindre est plus ou moins rempli de plomb suivant la charge que l'on désire.

Il est aisé de comprendre que, lorsque le timbre atteindra une certaine valeur, la soupape à poids direct ne peut plus convenir, car le poids devient trop volumineux et difficile à manipuler.

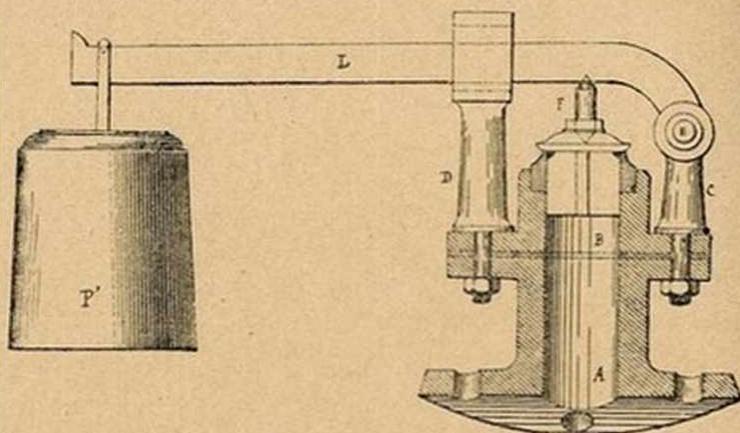


Fig. 116.

On se sert alors de soupapes à levier (fig. 116) qui se composent d'un piètement en fonte A boulonné sur la chaudière. Sur ce piètement est boulonné le corps de soupape portant suivant un diamètre, une colonne *c* et un support A. Le disque de la soupape est maintenu sur son siège au moyen d'un pointeau F sur lequel appuie un levier en fer L, articulé en E sur la colonne *c* et guidé dans le support D.

A l'extrémité du levier se trouve le poids P' qui produira la charge. Suivant le timbre, la longueur du levier et le poids P' varieront. Si l'on veut faire soulever le disque de la soupape avant que la pression maximum ne soit atteinte, il suffira de diminuer le bras du levier, en rapprochant le poids P' de la soupape.

Quoi qu'il arrive, on ne doit jamais surcharger et encore moins caler une soupape; les peines encourues dans ce cas sont très sévères, ainsi que l'indique l'article 7 du titre II de la loi du 21 juillet 1856 donnée plus haut.

La soupape Adams (fig. 117) est une soupape à ressort, c'est-à-dire que la charge est obtenue par l'effort qu'exerce un ressort comprimé sur le disque de la soupape.

Le ressort se trouve placé autour d'une tige et maintenu en bas sur un plateau supporté sur un collet et en haut sur un

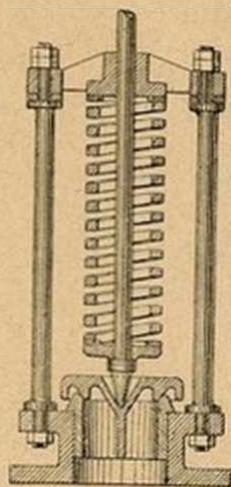


Fig. 117.

autre plateau maintenu par l'étrier de la soupape.

Le disque, comme on peut le voir a une

forme spéciale : il porte en effet, extérieurement, une sorte de gouttière renversée et demi-circulaire, dont le diamètre est de 10,5 millimètres. Cette gouttière a pour effet d'augmenter la levée de la soupape, lorsque la pression maximum étant dépassée, la vapeur s'échappe à l'extérieur.

On a remarqué en effet qu'avec les soupapes à ressort à disque ordinaire, le clapet s'étant soulevé, la pression sur sa surface diminue instantanément, et le ressort le colle immédiatement sur son siège sans que la pression de la vapeur ait sensiblement diminué dans la chaudière. Dans la soupape Adams, cet inconvénient est atténué grâce à la gouttière en question. La vapeur, en s'échappant, vient en effet se briser sur elle, et sa force vive, contrebalançant l'effort du ressort, permet une levée de soupape double et un abaissement subit de pression dans le générateur.

Quelquefois la soupape Adams est modifiée comme l'indique la figure 118 pour permettre de lever le clapet de la soupape à la main, grâce à un système de leviers agissant directement sur la tige portant le ressort.

MM. Lethuillier et Pinel ont inventé, pour augmenter la levée des soupapes à levier, un dispositif qu'ils ont dénommé *soupape à échappement progressif*.

La figure 119 représente la soupape avant que la pression limite soit atteinte. Le disque A repose par ses bords sur son siège et se trouve surmonté par quatre ailettes B de forme spéciale venues de fonte avec lui. Un deuxième plateau C sup-

porte le pointeau sur lequel s'appuiera le levier de la soupape.

Le corps de la soupape est évidé et

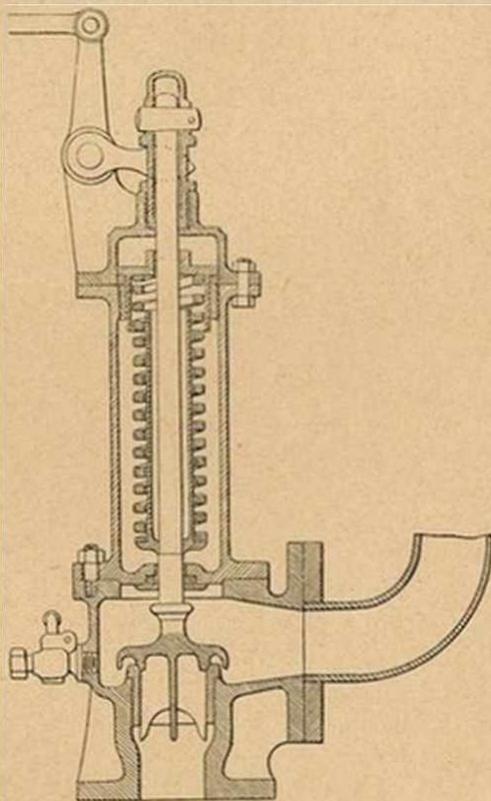


Fig. 118.

porte une gouttière circulaire D et des guides E, qui maintiennent le disque dans son mouvement de levée.

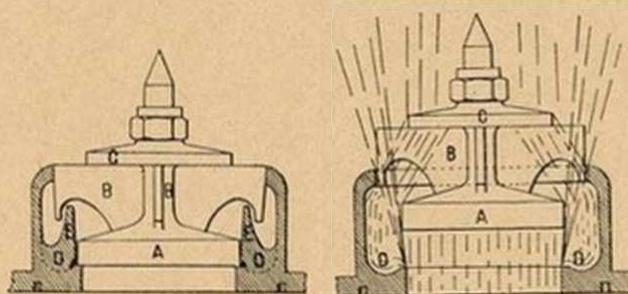


Fig. 119 et 120.

Lorsque la pression limite sera dépassée (fig. 120), la vapeur soulèvera le disque A en se brisant sur sa surface. Une partie s'échappera directement, mais l'autre viendra frapper la gouttière D, tourbillonnera et finalement se brisera sur le disque C. La force vive de la vapeur tend donc et maintient effectivement la soupape levée, jusqu'à ce que la pression intérieure ayant baissé, le poids agisse pour fermer la soupape.

L'appareil est généralement réglé de manière qu'il y ait commencement d'ouverture avant que la pression limite soit atteinte.

Le diamètre d'une soupape se calcule par une formule qui, avant les décrets de 1880, était réglementaire. Actuellement il n'existe pas de formule imposée par l'administration des Mines; mais les constructeurs pour la plupart emploient l'ancienne, qui est la suivante :

$$D = 2,6 \sqrt{\frac{S}{n - 0,412}} \quad (1)$$

dans laquelle :

D est le diamètre cherché exprimé en centimètres ;

S, la surface de chauffe de la chaudière exprimée en mètres carrés ;

n, la pression absolue exprimée en atmosphères par centimètre carré.

On sait qu'une atmosphère vaut 1^{re},033 par centimètre carré.

Une formule fut donnée en 1845 par des ingénieurs des mines, qui supposaient la chaudière totalement en plein feu et pouvant vaporiser 100 kilogrammes d'eau par mètre carré de surface de chauffe.

Ces ingénieurs trouvèrent ainsi la formule suivante, les lettres ayant les mêmes désignations que ci-dessus :

$$D = 1,3 \sqrt{\frac{S}{n - 0,412}} \quad (2)$$

Cette formule admettait évidemment que la vaporisation était proportionnelle à la surface de chauffe, et d'elle seule. Or pratiquement, le tirage et par conséquent l'activité de la combustion d'une part, la surface de la grille d'autre part, sont des facteurs dont il faut tenir compte.

On doubla alors le coefficient de la formule (2) et on adopta définitivement la formule (1). Pour une même surface de chauffe et le même timbre, le diamètre se trouve doublé et par conséquent la surface de la soupape quadruplée, puisqu'elle est proportionnelle au carré du diamètre.

Comme on le voit, l'ancienne formule administrative donne toute sécurité, d'autant plus que l'hypothèse d'une production de 100 kilogrammes de vapeur par mètre carré de surface, dépasse de beaucoup la vaporisation pratique, qui atteint en moyenne, comme nous l'avons dit, 15 kilogrammes.

On calcule aussi le diamètre des soupapes par la formule empirique suivante :

$$D = 2,64 \sqrt{\frac{S}{K + 0,6}}$$

dans laquelle :

D et S ont la même désignation que ci-dessus.

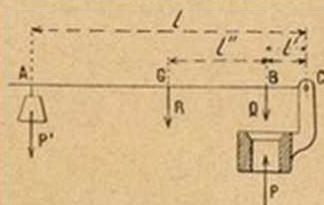


Fig. 121.

K, la pression effective ou numéro du timbre exprimé en kilogrammes par centimètre carré.

Pour déterminer la valeur du poids P' à placer sur une soupape à poids direct, désignons par :

D, le diamètre de la soupape ;

P, la pression effective en kilogrammes ou le numéro du timbre; p le poids propre de clapet de la soupape et de la tige supportant le poids.

On aura évidemment l'égalité suivante:

$$P' = \frac{\pi D^2}{4} \times P - p$$

qui donnera P' en kilogrammes.

Pour une soupape à levier, il faut calculer comme suit : Désignons (fig. 121) par :

l, la longueur du levier;

l , la distance du pointeau à l'axe du levier;

l' , la distance du centre de gravité G du levier à l'axe du levier;

P et P', la pression effective et le poids exprimés en kilogrammes.

R et p , les poids propres du levier et du clapet exprimés en kilogrammes;

En écrivant l'équation d'équilibre par rapport au point C, on a :

$$P'l + Rl' + pl = Pl.$$

Or nous savons que :

$$P = \frac{\pi D^2}{4} N.$$

Donc, en remplaçant, on a :

$$P'l + Rl' + pl = \frac{\pi D^2}{4} N \times l.$$

d'où l'on tire :

$$P' = \frac{\left(\frac{\pi D^2}{4} N - p\right)l - Rl'}{l}.$$

Le centre de gravité G du levier se déterminera en suspendant ce levier par un fil; il sera alors facile de mesurer l' .

Lorsqu'on met un générateur en service, il est indispensable de vérifier les soupapes à froid et à chaud, à froid au moyen de l'eau sous pression, à chaud en faisant monter la pression.

Lorsqu'on arrivera à la pression limite, les soupapes devront cracher, sinon on diminuera les poids par tâtonnement; si elles se soulèvent avant, on rechargera les contrepoids également par tâtonnement.

L'article 9 du titre I du décret de 1880 prescrit l'emploi, sur chaque chaudière, d'une soupape au robinet d'arrêt de vapeur placé, autant que possible, à l'origine du tuyau de prise, sur la chaudière même.

Ces robinets se construisent entièrement en bronze et en fonte et bronze, le corps étant en fonte, le clapet et les parties glissantes étant en bronze.

La figure 122 représente une coupe verticale d'un robinet de prise de vapeur construit par la maison Muller et Roger. Le corps est en fonte et comporte un siège de clapet rapporté en bronze.

Le clapet, également en bronze, est fou-

sur la tige c commandée par un volant à main f . La tige porte un filetage qui s'engage dans un fourreau en bronze fixé sur le corps en fonte au moyen de vis.

Le clapet est guidé dans son mouvement vertical au moyen d'une tige t s'engageant à frottement libre dans un œil venu de fonte avec le siège. Enfin un presse-étoupe maintenu par des boulons assure l'étanchéité du robinet, dont on comprend aisément le fonctionnement, à la seule inspection de la figure.

Un tel robinet doit remplir certaines

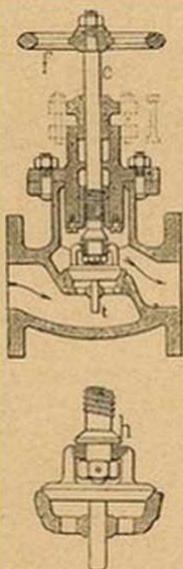


Fig. 122 et 123.

conditions pour fonctionner normalement, conditions qui sont les suivantes :

Le passage sous le clapet doit être au moins égal à l'orifice d'entrée du robinet et du siège. Pour cela, il faut que la levée soit au moins égale au $1/4$ du diamètre du siège.

En effet, si nous désignons par D le diamètre de ce siège et par l la levée de la soupape, la section de passage du siège sera :

$$\frac{\pi D^2}{4}.$$

La section de passage entre le siège et

le clapet, lorsque ce dernier est levé, sera :

$$\pi D \times l.$$

Donc il faut écrire :

$$\frac{\pi D^2}{4} = \pi D l;$$

d'où on tire :

$$l = \frac{D}{4}.$$

Cette levée doit être un minimum.

En outre, le guidage du clapet doit être indépendant de la tige du volant; la tige t ne doit pas en effet s'engager dans un

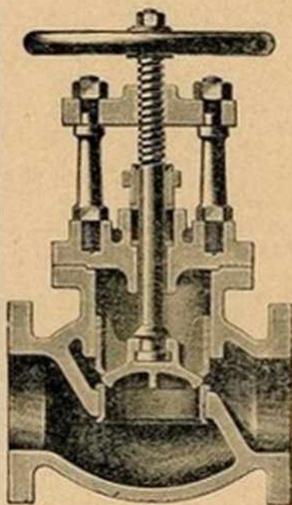


Fig. 124.

trou borgne qui pourrait se boucher et empêcher la fermeture de la soupape.

Enfin il faut pouvoir, même en pleine marche, refaire la garniture du presse-étoupe.

A cet effet la tige du clapet (fig. 123) porte un cône h qui viendra faire joint sur la garniture en bronze formant écrou, lorsque le clapet sera ouvert à fond. Le presse-étoupe sera alors visitable.

Le robinet doit être monté de telle façon que la vapeur y passe dans le sens indiqué par les flèches. Si elle circulait en sens contraire, la pression tendrait à coller le clapet sur son siège et on éprouverait des difficultés à l'ouvrir.

La figure 124 donne la coupe d'un autre genre de robinet de prise de vapeur également construit en fonte et bronze.

Le clapet est guidé dans son mouvement d'ascension par quatre ailettes venues de fonte avec lui.

Le siège du clapet est aussi rapporté; mais il est serti dans son logement pour éviter les décollements provenant de la vitesse de la vapeur qui s'écoule.

La tige de commande porte dans le bas une portée cône permettant de faire joint et de remplacer la garniture. Dans le haut, cette tige est filetée et se trouve guidée par un étrier fixé sur deux colonnes en fer.

L'inconvénient de ce genre de robinet

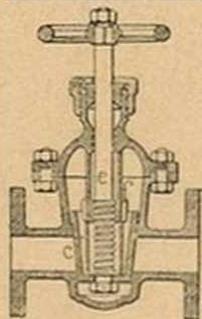


Fig. 125.

est que la vapeur est forcément laminée au passage entre le clapet et son siège, d'où résultent des pertes de charges sensibles.

Il est préférable d'employer des robinets à passage direct, débitant à pleine section et dont la figure 125 donne une coupe verticale. Ce robinet, construit par la maison Muller et Roger, est en bronze. Il se compose d'un obturateur creux tronconique c , descendant à l'intérieur du corps du robinet alésé à la même forme et rodé avec lui.

Cet obturateur est suspendu à la tige e au moyen d'un écrou; mais il est fou sur cette tige; des nervures venues de fonte à l'intérieur l'empêchent de tourner en butant entre des épaulements f situés sur la partie du chapeau formant écrou.

La tige porte dans le bas un filetage, et dans le haut, le volant de manœuvre. En tournant le volant dans le sens convenable, la tige montera en entraînant l'obturateur et en démasquant l'orifice de passage. Lorsque la pression est très élevée, comme elle ne s'exerce que d'un côté du tronc de cône, on pourrait avoir des difficultés à ouvrir le robinet. Ceci n'a pas lieu quand la forme de l'obturateur est bien établie; on arrive alors à vaincre facilement la résistance, sauf cependant lorsque les impuretés ont été entraînées et font plus ou moins corps avec lui.

203. Clapets. — L'article 8 des décrets, prescrit que chaque chaudière est munie

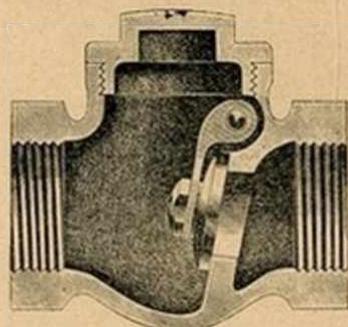


Fig. 126.

d'un appareil de retenue, soupape ou clapet fonctionnant automatiquement et placé au point d'intersection du tuyau d'alimentation qui lui est propre.

Ces appareils sont appelés, pour cette raison, *clapets de retenue d'eau d'alimentation*.

Comme on le voit, cet article est formel quant à la place à donner à l'appareil. Cependant, par tolérance, l'Administration des Mines permet d'interposer entre la chaudière et le clapet un robinet d'arrêt, au moyen duquel on isolera le clapet pour le visiter, et au besoin, le réparer. Ces appareils ont pour but d'empêcher la chaudière de se vider dans l'appareil alimentaire; leur rôle est surtout important, lorsque l'alimentation se fait par bouteille.

Le clapet le plus simple est celui repré-

senté par la figure 126, construit entièrement en bronze et dénommé *clapet à battant*. Il se compose d'un siège incliné et parfaitement dressé sur lequel appuie un disque mobile autour d'un axe vissé dans le corps du clapet, pour permettre le démontage du disque.

Un bouchon fileté sert à la visite et à la répartition. L'eau d'alimentation pénètre par la droite, soulève le disque grâce à sa pression, et entre ensuite dans la chaudière. Aussitôt que l'alimentation cesse, le disque retombe par son propre poids et intercepte la communication entre l'alimentation et la chaudière.

Le fonctionnement de ce clapet est assez aléatoire pour les chaudières à moyenne et haute pression; aussi lui préfère-t-on le

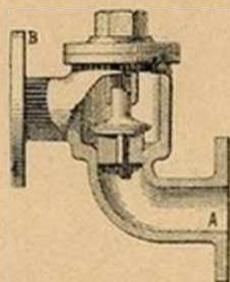


Fig. 127.

clapet représenté par la figure 127, qui se compose d'une soupape rodée, guidée verticalement dans son siège par quatre ailettes et au-dessus par une tige coulissant dans une douille venue de fonte avec la bride de visite et de fermeture. La position verticale de la soupape facilite la retombée sur le siège.

La levée minimum sera égale au quart du diamètre, afin de débiter la pleine section de l'entrée.

Le fonctionnement se comprend à la seule inspection de la figure; l'eau entre en A et sort en B après avoir soulevé la soupape.

La figure 128 donne une disposition fréquemment employée et montrant la combinaison du clapet avec son robinet d'arrêt.

D'après la construction même de ces

appareils, il est facile de voir que leur fonctionnement n'est pas absolument sûr et que l'étanchéité des disques et des soupapes n'est pas toujours réalisée. Il en résulte que la sécurité résultant de cette disposition n'est pas complète et qu'il importe périodiquement de visiter l'appareil et de roder les surfaces en contact.

Lorsque la chaudière est munie d'un réchauffeur, c'est à l'entrée de ce réchauffeur que doit être placé le clapet de retenue.

Les clapets de retenue de vapeur ne sont employés, comme nous l'avons vu, que lorsque plusieurs générateurs sont groupés en batterie et envoient leur vapeur dans un collecteur unique. Dans ce cas,

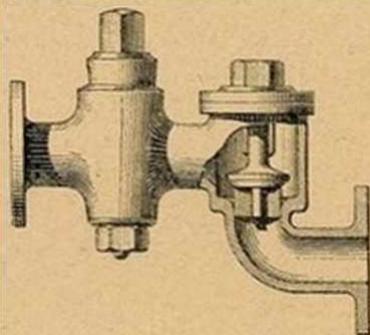


Fig. 128.

le clapet est placé entre le générateur qu'il doit isoler, et le collecteur.

Le but de ces appareils est d'isoler, autant que possible, le générateur qu'il desservent, en cas de rupture brusque ou d'une fuite assez importante dans la tuyauterie. Il est bien évident que l'entrée en fonction d'un clapet de retenue de vapeur a pour effet de supprimer totalement, ou à peu de choses près, le débit de vapeur. Il en résulte une élévation assez rapide de la pression dans le générateur, d'où échappement par les soupapes, lorsque la limite du timbre est atteinte. Le chauffeur doit immédiatement mettre bas les feux dès qu'un accident survient et oblige le clapet à fonctionner.

Le nombre d'appareils de ce genre est assez grand et peut se ramener à trois

types, suivant qu'ils se ferment dans le sens d'écoulement de la vapeur, soit à contre-sens, soit dans l'un et l'autre sens.

Nous n'entrerons pas dans le détail de tous les appareils en usage, nous nous bornerons à en décrire trois.

Le clapet *Labeyrie* (fig. 129) est constitué par une sphère creuse en fonte A reposant sur un godet qu'on peut rapprocher ou éloigner de l'axe de l'appareil, au moyen d'une vis manœuvrée de l'extérieur.

La sphère peut se mouvoir dans une cavité fermée par un bouchon mobile permettant la visite et le nettoyage.

Le fonctionnement se comprend aisément. Supposons que du côté B, par exemple, une rupture vienne à se produire, le sens habituel de l'écoulement allant de C

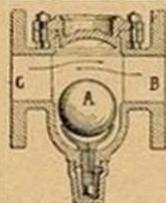


Fig. 129.

vers B. En temps normal, la vitesse de circulation de la vapeur n'est pas suffisante pour entraîner la sphère; mais, lorsqu'un accident se produit, la vitesse de la vapeur devient très grande. La sphère se trouve alors violemment projetée contre son logement et obstrue la conduite.

L'appareil est réglé une fois pour toutes avant la mise en service normale du générateur.

Ce clapet ne peut être placé, en raison même de sa construction, que sur des conduites horizontales; son fonctionnement est invisible de l'extérieur.

Le clapet de *M. Carette* (fig. 130) se compose d'un corps cylindrique en fonte dans lequel sont disposés dos à dos, deux clapets tronconiques placés sur le même arbre. Cet arbre est soutenu et coulisse à frottement libre, dans deux guides-soutiens, venus de fonte avec les sièges des clapets.

Dans l'intervalle libre entre les deux clapets est disposée une bielle à fourche dont les deux branches portent un renflement en forme de disque. Cette bielle est montée sur un axe horizontal passant dans un presse-étoupe ménagé sur le corps cylindrique et portant à son extrémité extérieure un levier formant pendule.

La pression étant normale, il est facile

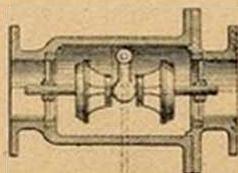


Fig. 130.

de régler le pendule de manière que les clapets laissent le passage libre. Si la vitesse d'écoulement atteint subitement une valeur exagérée, l'ensemble des clapets se trouve entraîné et obstrue le passage.

Lorsque la différence de pression sur les faces des clapets deviendra sensiblement égale, le pendule agira pour remettre les choses à leur état primitif.

La position du pendule permet de se

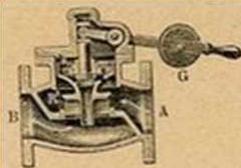


Fig. 131.

rendre compte à chaque instant du fonctionnement de l'appareil. En faisant varier l'angle de calage du bras de levier, de manière que celui-ci reste vertical pendant la marche normale, on pourra installer l'appareil sur une conduite inclinée ou même verticale.

Le clapet Schaeffer et Budenberg (fig. 131) n'est pas basé sur l'entraînement du clapet par la vitesse de la vapeur, mais sur l'effet de deux pressions

différentes agissant sur deux surfaces inégales.

Il se compose d'un petit clapet à siège horizontal et surmonté d'un grand clapet, à l'intérieur duquel est placé une tige verticale, assemblé avec un levier à contrepoids G. Une petite ouverture ménagée dans le grand clapet permet de faire communiquer les chambres R et R'.

L'appareil se place sur la conduite, de manière que la bride A se trouve du côté de la chaudière. En marche normale, le clapet est ouvert et tenu par le contrepoids G dans sa position la plus élevée.

L'appareil fonctionne de la façon suivante : le clapet étant fermé, on appuie sur le contrepoids G, de manière à lever le petit clapet R' et à permettre à la vapeur de s'écouler de A vers B. La

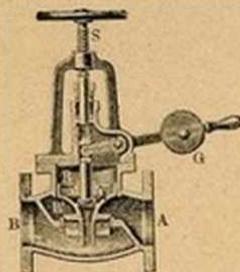


Fig. 132.

pression devient égale en A et en B et dans les chambres R et R'.

Si du côté B se produit une rupture ou une perte de pression quelconque, le petit clapet central, qui déverse la vapeur en B, se ferme. Comme la chambre R communique par un petit orifice avec R', la fermeture du petit clapet aura pour effet d'équilibrer la pression des deux chambres malgré la différence de pression entre A et B et de produire ainsi la fermeture du grand clapet. A ce moment la pression est nulle en B, tandis que les deux surfaces des clapets sont soumises à la pression de la chaudière.

Le clapet peut être muni d'une tige à volant (fig. 132) permettant d'assurer la fermeture d'une façon absolue, ainsi que l'indique la coupe de l'appareil, lorsqu'on

veut isoler le générateur à un moment quelconque. C'est, en résumé, une combinaison d'une soupape de prise et d'un clapet de retenue de vapeur.

204. Injecteurs. — Nous allons maintenant décrire les appareils de la deuxième catégorie, servant uniquement à l'alimentation des chaudières.

L'invention très remarquable des injecteurs, qui produisit une véritable révolution dans l'industrie, est due à *Giffard*. Aujourd'hui ces appareils sont universellement connus, et s'il existe des injecteurs de types différents de celui de l'in-

venteur, ils procèdent tous du même principe que le type primitif. On désigne assez couramment en pratique, sous le nom de *giffard* simplement, tous les injecteurs en usage, quel que soit le modèle adopté.

Les injecteurs permettent l'alimentation des chaudières sans l'emploi d'une force motrice prise sur une machine quelconque. Ils utilisent la vapeur même de cette chaudière et peuvent fonctionner, comme nous le verrons, sous des pressions relativement très faibles.

C'est en raison de ces avantages que

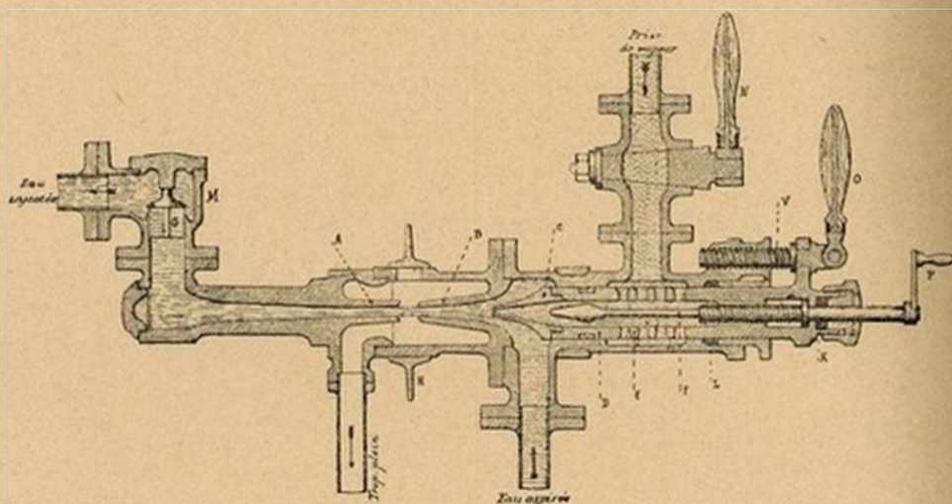


Fig. 133.

leur emploi s'est généralisé. Disons cependant, dès maintenant, que les injecteurs ne peuvent fonctionner avec des eaux chaudes ayant plus de 33 degrés de température. Or, dans une installation de chauffage, il est de principe constant d'alimenter les générateurs, chaque fois qu'on le pourra, avec les eaux de condensation, qu'on évite de refroidir d'une façon quelconque.

Il arrivera donc que, dans un certain nombre de cas, l'injecteur ne pourra servir et devra être remplacé par un autre appareil.

Toutefois il est de bonne pratique de

prévoir, pour l'alimentation du générateur, un appareil de secours, dont on se servira en cas d'accident ou de réparation à l'alimentateur usuel. On donne souvent la préférence à l'injecteur, par économie, en prenant soin de l'installer de manière qu'il ne refoule que des eaux très refroidies.

La figure 133 donne, en coupe, les dispositions adoptées par Giffard pour son injecteur, dont le principe est le suivant: Un jet de vapeur pris sur la chaudière et s'échappant par un cône convergent C avec une grande vitesse, aspire et entraîne l'eau d'alimentation pour former avec elle un

mélange intime dont la vitesse d'écoulement est assez considérable pour vaincre les résistances intérieures du générateur et assurer l'alimentation.

L'appareil, tout en bronze, se compose de deux cônes convergents C et B ayant même axe, le premier dénommé *tuyère* et laissant passer la vapeur, le second dénommé *cheminée* et laissant passer le mélange d'eau aspirée et de vapeur.

En face, et sur le même axe que ces deux cônes en ajutages, se trouve un troisième cône divergent A, qui se prolonge, pour aboutir à une tuyauterie allant à la chaudière.

La veine liquide, ou mieux émulsionnée par la vapeur, pénètre dans A, et les éclaboussures, s'il y en a, sont enformées dans la chambre entourant les cônes A et B, d'où un tuyau de trop plein les évacue dans la bêche d'alimentation. Un manchon mobile H permet, grâce aux ouvertures qu'il recouvre, de surveiller la grosseur du jet et par conséquent de s'assurer si l'appareil fonctionne bien.

La vapeur prise sur la chaudière est amenée par un tuyau assemblé à brides avec l'injecteur. Un robinet d'arrêt à boisseau permet la mise en service ou hors service de l'appareil. Avant de pénétrer dans la tuyère, la vapeur se trouve laminée dans des ouvertures ménagées dans la pièce D. La consommation de la vapeur se trouve réglée au moyen d'une aiguille F portant à une extrémité une partie renflée et à l'autre une manivelle de manœuvre P. Le corps de l'aiguille étant fileté, il sera facile de la porter en avant ou de la retirer en arrière en faisant tourner la manivelle de commande dans un sens ou dans l'autre; un presse-étoupe K assure l'étanchéité.

La pièce D qui porte la tuyère peut également se déplacer dans le sens de son axe, de manière à régler sa position par rapport à la cheminée; cette position doit en effet changer suivant les variations de la pression. Une vis V à longue course et commandée par une manette, O, permet la manœuvre. Un presse-étoupe L empêche la vapeur de s'échapper.

Le cône divergent A se prolonge en se recourbant d'équerre pour former une chambre M dans laquelle se trouve un

clapet de retenue G, qui fermera la communication entre la chaudière et l'injecteur, lorsque ce dernier ne fonctionnera pas.

Des bouchons mobiles permettent la visite et le nettoyage de l'appareil.

L'injecteur fonctionne de la manière suivante: le jet de vapeur s'échappant par la tuyère avec une vitesse plus ou moins grande, pénètre dans la cheminée entraînant l'air contenu dans l'espace libre entre cette tuyère et la cheminée et dans le tuyau d'aspiration. Le vide se faisant, l'eau monte dans le tuyau et se trouve violemment projetée, dans la cheminée, sous forme de veine émulsionnée.

Le mélange s'engage alors dans le cône

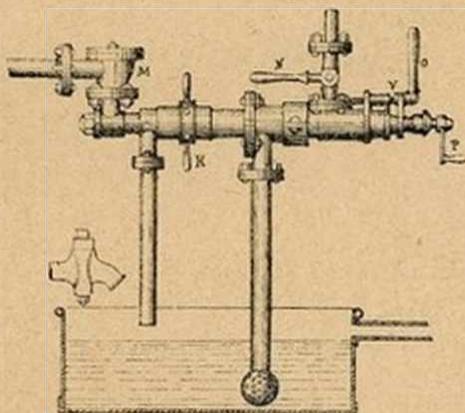


Fig. 134.

A, soulève le clapet G et, en vertu de sa vitesse, pénètre dans la chaudière. On s'assurera que le jet pénètre bien dans le cône divergent en déplaçant le manchon H et en découvrant les orifices de visite. D'autre part, si le trop-plein fonctionne, c'est que l'appareil est mal réglé.

On modifiera alors le débit de vapeur ou la position relative de la tuyère et de la cheminée.

La figure 134 montre de quelle façon est installé l'injecteur au-dessus de la bêche d'alimentation.

La mise en route de l'appareil s'opère comme suit:

1° Ouvrir le robinet de vapeur en tournant la manette N dans le sens voulu après

avoir enfoncé l'aiguille dans la tuyère au moyen de la manivelle P ;

2° Retirer l'aiguille progressivement en arrière pour amorcer l'appareil ;

3° Sitôt que l'amorçage est obtenu, retirer tout à fait l'aiguille en arrière ;

4° Régler la marche, en changeant les positions respectives de la tuyère et de la cheminée au moyen de la manette O. Plus la pression est élevée et l'orifice d'arrivée d'eau froide grand, plus il faudra retirer la tuyère en arrière.

La hauteur d'aspiration d'un injecteur varie entre 1^m,20 et 1^m,50, et la hauteur de refoulement peut atteindre 10 et même 12 mètres, avec des pressions à la chaudière de 10 kilogrammes. Un injecteur peut fonctionner dès que la pression atteint 0^{ks},500, s'il est installé avec toutes les précautions nécessaires.

Dans une installation de chauffage, lorsqu'on alimentera avec des eaux tièdes dont la température ne dépasse pas 35 degrés, il sera nécessaire de placer l'injecteur *en charge*, c'est-à-dire de telle manière que la bêche d'alimentation soit au-dessus de l'appareil, qui n'aura pas à aspirer. L'eau s'écoulera alors par son propre poids. Le tuyau de trop-plein pourra déboucher dans le cendrier de la chaudière, par exemple, ou dans une canalisation spéciale.

Dès qu'un injecteur est amorcé, il produit un sifflement très caractéristique, qui permet de s'assurer que l'appareil fonctionne bien. On éprouve parfois des difficultés d'amorçage; cela provient de ce que l'eau d'alimentation est trop chaude, qu'il existe des fuites sur le tuyau d'aspiration, que la hauteur d'aspiration est trop grande, qu'enfin l'ouverture de l'aiguille est trop faible ou exagérée.

Le désamorçage se produit aussi quelquefois et pour les mêmes raisons qui empêchent l'amorçage; parfois également parce que l'injecteur chauffe trop. Dans ce cas, il faut refroidir l'appareil en supprimant momentanément l'arrivée de vapeur.

On dit que l'injecteur *crache*, lorsque l'eau et la vapeur s'échappent par le tuyau de trop-plein. Les causes de cet accident proviennent surtout d'un mauvais réglage et de fuites dans l'appareil; quelquefois

aussi l'engorgement partiel du conduit de refoulement ou de la conduite de vapeur suffit.

D'après Giffard, un injecteur peut fournir, comme débit maximum, une quantité d'eau par heure donnée par la formule :

$$Q = 28 d^2 \sqrt{P}$$

dans laquelle :

Q est le débit maximum en litres par heure ;

d, le diamètre le plus petit du cône divergent, exprimé en millimètres ;

P, la pression effective en kilogrammes.

Comme nous le disions précédemment, il existe beaucoup de types d'injecteurs basés sur le même principe. Nous citerons notamment les injecteurs Böhler, Sellers, Polonceau, Kœrting, etc.... dans le détail desquels nous n'entrerons pas.

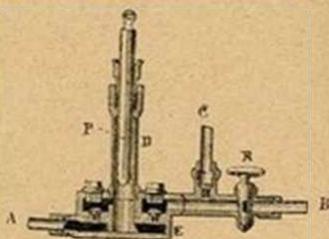


Fig. 135.

205. Pompes. — Les pompes servant à l'alimentation des chaudières peuvent se diviser en deux catégories bien distinctes, suivant qu'elles sont actionnées par les moteurs auxquels les générateurs qu'elles desservent, fournissent la vapeur, ou qu'elles sont actionnées directement par un petit moteur à vapeur qui leur est propre. Dans ce dernier cas, on désigne couramment les pompes sous le nom de *petit cheval alimentaire*.

Les pompes de la première catégorie comportent (*fig. 135*) un cylindre en bronze D, dans lequel se meut un piston plongeur P, également en bronze. Le corps de pompe D est monté sur une boîte E, dite boîte à clapets, et munie de deux tuyaux en cuivre. L'un A est le tuyau d'aspiration ou d'alimentation de la pompe,

l'autre B est le tuyau de refoulement à la chaudière. Sur ce dernier est un robinet d'arrêt R. Deux bouchons filetés servent de butée aux clapets et permettent la visite.

Le fonctionnement de l'appareil se conçoit facilement. Le piston, se levant, fait

le vide derrière lui, d'où aspiration de l'eau contenue dans la bêche d'alimentation et soulèvement du clapet d'aspiration. En baissant, le piston refoule l'eau dans la chaudière en soulevant le clapet de droite.

L'alimentation étant faite, on ferme le

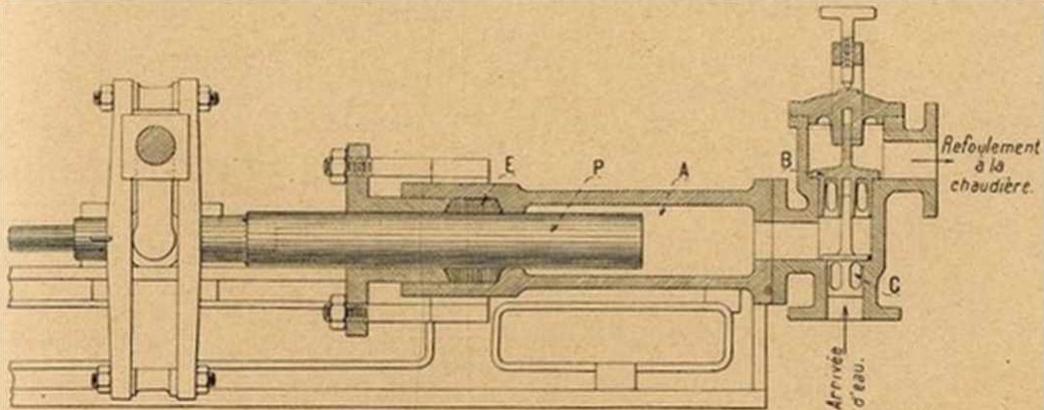


Fig. 136.

robinet R après avoir arrêté la pompe. Pour éviter ses arrêts dans la marche de l'appareil, on place sur le tuyau B, un tuyau C allant à la bêche d'alimentation. En dessous de ce tuyau est un clapet de retenue. Une soupape de sûreté (non figurée) est interposée entre ce clapet et la bêche. On comprend en effet que le robinet R étant ouvert, il faut que le refoulement se fasse dans la chaudière; pour cette raison, la soupape de sûreté sera calée de manière à ne fonctionner qu'à une pression un peu supérieure à celle du timbre du générateur.

Quand on fermera le robinet R, l'eau refoulée soulèvera le clapet du tuyau C, puis la soupape de sûreté, pour faire retour à la bêche.

Cette disposition est compliquée. Il est beaucoup plus simple de placer, à l'intersection des tuyaux B et C, un robinet à trois eaux qu'on manœuvre à la main, et combiné de manière qu'en fermant la communication avec la chaudière on ouvre sur le tuyau d'évacuation à la bêche et *vice versa*.

La figure 136 donne une autre disposition de pompe avec piston horizontal.

Le piston P, en bronze, glisse dans un

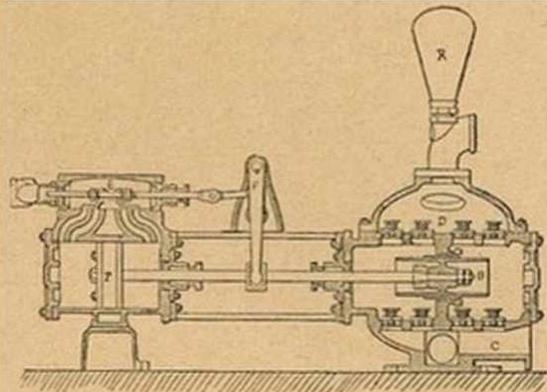


Fig. 137.

presse-étoupe E et se meut dans le cylindre A, qui porte sur son fond la boîte à clapets. Ici les clapets sont disposés l'un au-dessus de l'autre. La simple inspec-

tion de la figure permet de se rendre compte du fonctionnement. La boîte à clapet est visitable, grâce à un couvercle mobile maintenu en place par un té en fer se vissant dans un étrier venu de fonte avec la boîte.

Parmi les pompes de la deuxième catégorie, nous décrirons particulièrement la pompe Worthington (fig. 137). Cet appareil comprend un cylindre à vapeur et un cylindre à eau, dans lesquels se meuvent un piston P et un piston plongeur B montés sur la même tige.

Ces pistons sont à double effet, c'est-à-dire qu'ils travaillent des deux côtés alternativement.

La vapeur nécessaire à la pompe est prise directement sur la chaudière à alimenter, et la distribution s'effectue par un tiroir plan E du type ordinaire. Le mouvement est donné à ce tiroir par le levier F qui parcourt toute la course et qui est commandé lui-même par la tige commune des deux pistons. Avec ce mode de commande, on évite les points morts et la pompe entre immédiatement en fonction dès l'ouverture de la prise de vapeur.

Le piston plongeur glisse dans un anneau en bronze alésé avec soin, et que l'on peut facilement remplacer en cas d'usure. Cet anneau se trouve assemblé sur une cloison en fonte, séparant le cylindre en deux parties constituant, en fait, deux pompes distinctes. Chacune d'elles est munie de deux clapets d'aspiration et de deux clapets de refoulement. L'eau aspirée entre par la chambre inférieure C et s'échappe par la chambre D.

Le fonctionnement est des plus simples. Supposons que les pistons aillent vers la droite. La partie gauche de la pompe aspire, et celle de droite refoule. Les pistons allant en sens contraire, c'est l'inverse qui se produit, en sorte que le débit est pour ainsi dire continu. Un réservoir d'air R régularise le débit et supprime les coups de bélier.

Quel que soit le genre de pompe que l'on emploie, il faut compter pouvoir lui faire débiter au moins le double du volume d'eau nécessaire à l'alimentation. On a tout avantage, au point de vue de la bonne marche de la chaudière, à alimenter d'une

façon continue. C'est au chauffeur à régler lui-même sa pompe; il évitera de la sorte les variations de pression qui se produisent toujours, et surtout avec les générateurs à vaporisation rapide, lorsqu'on alimente par intermittence.

Lorsqu'on utilise les eaux chaudes de condensation, il est indispensable de placer la bêche au-dessus de la pompe. En effet, s'il fallait aspirer, en raison du vide relatif qui se forme dans le cylindre de la pompe, il pourrait se produire un dégagement de vapeurs qui apporterait des perturbations sérieuses dans le fonctionnement.

Les pompes, quel que soit leur genre, ne demandent pour fonctionner qu'une force insignifiante et une consommation minime de vapeur. Comme nous le disions précédemment, elles offrent un avantage sérieux sur les injecteurs, au point de vue du chauffage, puisqu'elles fonctionnent sans danger avec des eaux très chaudes.



ULTIMHEAT®

VIRTUAL MUSEUM



TRAITÉ PRATIQUE DE FUMISTERIE
CHAUFFAGE, VENTILATION ET CHAUDRONNERIE

Concernant le Bâtiment

TROISIÈME PARTIE (Suite)

CHAPITRE VIII

CHAUFFAGE DES BAINS

Observations générales. — Distributions d'eau chaude dans les établissements publics. — Conditions d'établissement. — Distributions d'eau chaude dans les maisons de rapport aux salles de bains, toilettes, postes d'eau, offices et cuisines. — Schemas d'installation. — Distributions d'eau chaude particulières. — Chauffage des bains par appareils spéciaux au charbon ou au gaz. — Utilisation des fourneaux de cuisine pour la distribution d'eau chaude aux baignoires, toilettes et offices. — Différents systèmes de bouilleurs en usage.

170. Observations générales. — Jusqu'à ces dernières années, la question de la distribution générale d'eau chaude n'avait reçu que des applications restreintes, principalement dans les hôpitaux, les asiles d'aliénés, certaines prisons, certains lycées, partout où il y avait agglomération d'habitants.

Le public n'avait à sa disposition que des établissements spéciaux qualifiés *bains*, dans lesquels il trouvait plus ou moins satisfaction et à des prix souvent élevés.

Actuellement, grâce aux idées d'hygiène qui commencent à pénétrer dans la masse, la question des bains vient à l'ordre du jour, et il est à souhaiter que cette pratique, dont les statistiques constatent les effets bienfaisants, se répande de plus en plus.

On ne conteste plus aujourd'hui l'utilité des bains; l'eau est aussi indispensable à la vie que l'air pur, principalement dans

les grandes villes où l'agglomération est grande.

Les municipalités prévoyantes et soucieuses de l'hygiène publique établissent ou étudient les moyens économiques pour distribuer largement l'eau chaude pour les bains et les douches à bon marché. A Paris notamment, des essais fort curieux et intéressants ont été faits, qui montrent par leurs résultats combien est salubre la pratique constante des bains.

Dans les maisons d'une certaine importance, la distribution d'eau chaude et l'établissement des salles de bains font partie du confort moderne. La quantité d'appareils mis en vente par les nombreux constructeurs prouve suffisamment que, sous ce rapport, les hygiénistes reçoivent en partie satisfaction.

Dans ce chapitre, nous examinerons les moyens employés pour distribuer de l'eau chaude en grande quantité dans les éta-

blissements de bains ou dans les maisons de rapport, mais en laissant cependant de côté les applications spéciales faites dans certaines villes pour les bains populaires, ce qui sortirait du cadre de cet ouvrage; enfin, nous décrirons les systèmes domestiques les plus employés.

La quantité d'eau chaude nécessaire pour un bain complet varie avec la contenance des baignoires et l'époque de l'année où on se trouve.

On compte qu'il faut de 180 à 280 litres d'eau pour remplir une baignoire avec de l'eau dont la température est de 35 degrés en hiver et 28 degrés en été.

Cette température est obtenue en mélangeant de l'eau chaude coulant à 80 degrés avec de l'eau froide coulant à 5 degrés en hiver et 15 degrés en été.

D'après ces données, il est facile de calculer la quantité d'eau chaude à 80 degrés nécessaire pour le chauffage d'un bain.

Supposons une baignoire d'une contenance moyenne de 250 litres alimentée en hiver par de l'eau froide à 5 degrés. Si x est la quantité d'eau chaude à 80 degrés nécessaire, on aura, en vertu de la loi du mélange (Voir 2^e partie, chapitre iv) :

$$x(80 - 35) = (250 - x)(35 - 5).$$

D'où :

$$x = 100 \text{ litres.}$$

En été, avec un bain à 28 degrés et de l'eau froide à 15 degrés, on aura :

$$x(80 - 28) = (250 - x)(35 - 15).$$

D'où, en chiffres ronds :

$$x = 70 \text{ litres.}$$

Dans chaque cas, la quantité totale d'eau chaude à fournir devra être calculée en tenant compte :

- 1^o Du nombre de bains pris à l'heure;
- 2^o De la contenance des baignoires;
- 3^o De l'écart maximum, c'est-à-dire pour le chauffage d'hiver.

On admet que l'eau coule chaude dans la baignoire à 80 degrés; mais, dans le calcul de la quantité de chaleur à fournir, il faudra tenir compte des pertes en route de la chaudière au réservoir et du réservoir

aux baignoires à travers les tuyauteries.

Ces pertes sont assez différentes suivant les cas, et on doit les estimer variant de 5 à 15 0/0.

Il s'ensuit que, si nous estimons la perte en route égale à 10 0/0 et en supposant qu'il faille 100 litres d'eau chaude pour un bain, il faudra que la chaudière fournisse un nombre de calories égal à :

$$1,1 \times 100(80 - 5) = 8\,250 \text{ cal.}$$

Pour une toilette, la quantité d'eau chaude à fournir est beaucoup moindre. L'eau mélangée dans la cuvette est généralement à une température de 30 degrés, obtenue en faisant couler (dans les conditions extrêmes) de l'eau chaude à 80 degrés et de l'eau froide à 5 degrés, la quantité totale du mélange ne dépassant pas généralement 5 litres.

En appliquant dans ces conditions les lois du mélange, on trouve qu'il faut pour chaque lavage un poids d'eau x tel que :

$$x(80 - 30) = (5 - x)(30 - 5),$$

soit en chiffres ronds :

$$1^m,663.$$

171. Distribution d'eau chaude dans les établissements publics. — Conditions d'établissement. — Dans les établissements publics, les hôpitaux, les asiles, etc..., et surtout dans les établissements de bains chauds, il est indispensable d'avoir à sa disposition une grande réserve d'eau chaude pour parer aux besoins très irréguliers de la clientèle.

Comme l'eau s'échauffe assez lentement quand on se sert de chaudières ordinaires et non de vapeur, il faut s'attacher à obtenir le meilleur rendement du combustible. Le prix de revient s'en ressentira d'ailleurs, ce que l'on doit toujours considérer.

Une disposition employée assez fréquemment est celle représentée par la figure 1. Un réservoir cylindrique en tôle galvanisée ou en cuivre est placé au-dessus des baignoires à desservir. Dans ce réservoir, on dispose un foyer A dont les parois serviront de surface de chauffe. Au-dessus de ce foyer se trouve le conduit

CHAUFFAGE DES BAINS.

de fumée B, dont le développement sera tel que les gaz chauds s'échappent à une température juste suffisante pour assurer le tirage.

Le rendement sera donc excellent et l'échauffement rapide. L'eau froide est amenée par un tuyau C dans le bas du réservoir, et son débit est réglé par un robinet à flotteur R.

L'eau la plus chaude se trouve à la partie supérieure du réservoir. Or, chaque fois qu'on ouvrira un robinet de baignoire, il rentrera dans le réservoir autant d'eau froide qu'il est sorti d'eau chaude. Il y a intérêt à ce que le mélange ne se produise pas immédiatement, et c'est pour cette raison que l'eau froide est amenée par le bas et l'eau chaude puisée par le haut. A cet effet, un tube de caoutchouc flexible D, réuni au tuyau de distribution principal, porte à sa partie supérieure un flotteur F, qui le maintient toujours à quelques centimètres en dessous du niveau de l'eau dans le réservoir.

Pour compenser autant que possible les pertes de chaleur à travers les parois du réservoir, il est bon d'envelopper ce

dernier avec du bois ou un calorifuge quelconque.

Ce système très économique présente

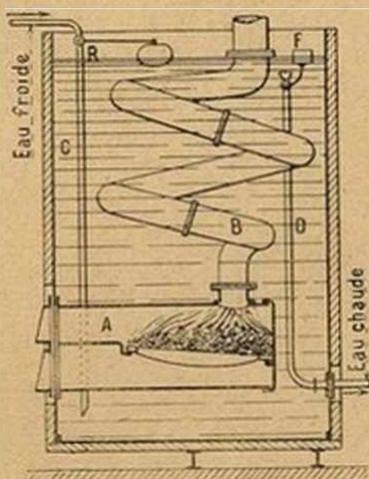


Fig. 1.

cependant un inconvénient qu'il est facile de prévoir. Les fuites seront d'autant plus

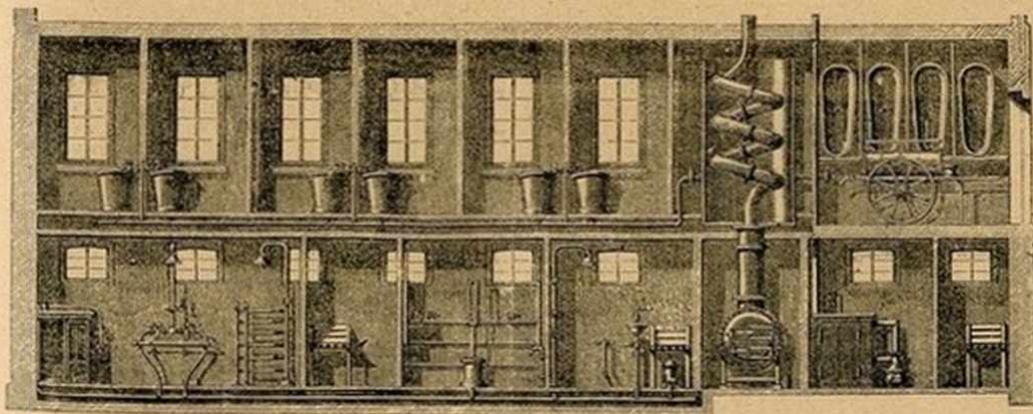


Fig. 2.

possibles que le foyer sera soumis à des températures plus ou moins variables. C'est par là, en effet, que périssent ces appareils qui nécessitent d'ailleurs une construction très soignée.

Pour cette raison, on préfère quelquefois,

lorsqu'on dispose de plus d'emplacement, employer le système représenté par la figure 2.

La chaudière, également en tôle à foyer intérieur, est indépendante du réservoir, placé immédiatement au-dessus et les

FUMISTERIE.

seules fuites qui sont à craindre sont celles qui peuvent se produire par les joints du serpentín de fumée.

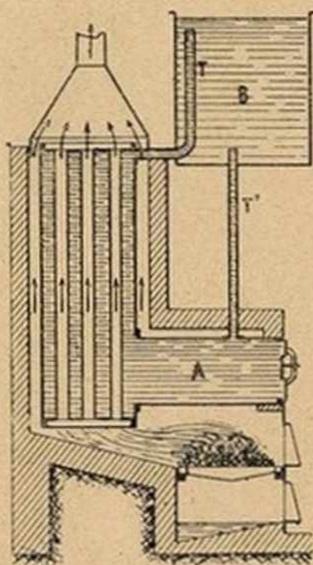


Fig. 3.

Du réservoir d'eau chaude et quel que soit le système employé, partent une ou plusieurs tuyauteries placées en plafond ou

en sous-sol et allant desservir toutes les baignoires ou tous les postes d'eau de l'établissement, les salles de douches, en jet, en pluie ou en cercle, etc...

Cette canalisation ne contient d'eau chaude en mouvement que pendant l'ouverture d'un robinet quelconque. Il en résulte que, si l'intervalle entre deux ouvertures est assez long, il coulera d'abord de l'eau froide ou sensiblement refroidie, ce qui augmentera un peu la dépense totale d'eau chaude. Comparativement à la quantité totale d'eau chaude nécessaire pour un bain complet, ceci n'a qu'une importance relative; mais, pour les douches ou les postes dépensant peu, la question est plus intéressante. Une disposition employée quelquefois encore est celle représentée par la figure 3. La chaudière A, placée dans une enveloppe de maçonnerie, est reliée à un faisceau tubulaire vertical dont le but est de refroidir le plus possible les gaz de la combustion. Le réservoir B est réuni, d'une part, avec le faisceau, d'autre part avec la chaudière. L'eau chaude arrivera par le faisceau et l'eau plus froide redescendra directement à la chaudière, au moyen des tubes T et T'.

Au-dessus du faisceau se trouve un cône mobile en tôle servant de collecteur de fumée et qu'on enlèvera pour ramoner les tubes.

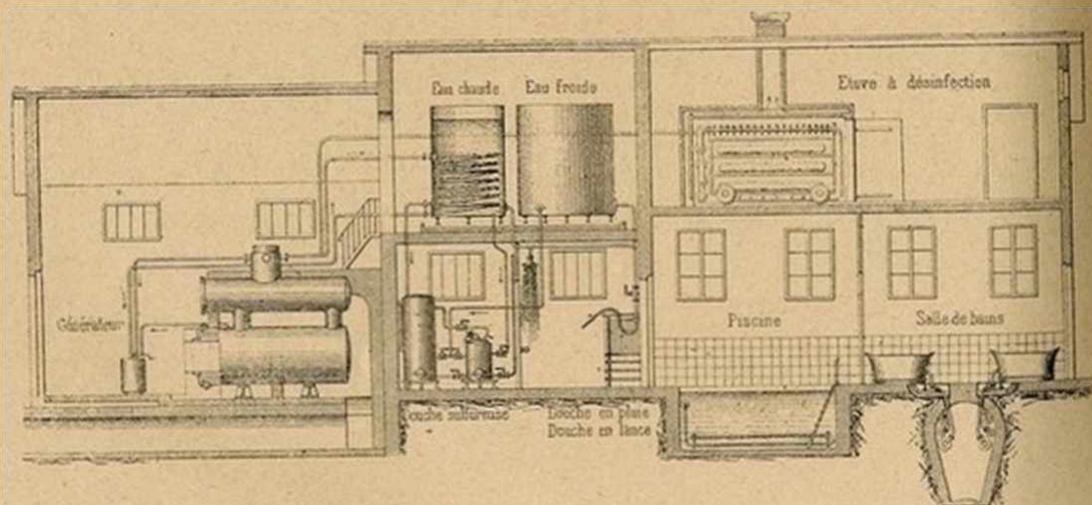


Fig. 4.

Partout où on disposera de vapeur et lorsque les services d'eau chaude seront un peu importants, on utilisera cette vapeur, soit pour éviter des pertes en route par suite de l'importance des postes à desservir, soit par leur éloignement de la chaudière.

La figure 4 donne la disposition d'un chauffage d'eau chaude au moyen de vapeur dans un hôpital. De la chaudière part une tuyauterie qui va fournir de la vapeur à un serpentin placé dans le réservoir d'eau chaude. Une autre tuyauterie ramène les eaux de condensation à une bache d'alimentation placée près de la chaudière.

La piscine est réchauffée par contact au moyen d'une tuyauterie spéciale. Le chauffage par éjection de vapeur directe conviendrait mieux, quoiqu'il soit un peu supérieur comme prix de revient, mais il a le grand avantage de chauffer plus rapidement sans exiger des appareils spéciaux pour recueillir et ramener les eaux de condensation à la chaudière.

172. Distributions d'eau chaude dans les maisons de rapport aux salles de bains, toilettes, postes d'eau, offices et cuisines. — Schémas d'installation. — Dans les maisons de rapport, le service d'eau chaude est beaucoup moins important que dans les établissements publics et les systèmes employés sont différents. Il n'est plus possible, en effet, à cause de la hauteur des édifices, de placer le réservoir d'eau chaude près de la chaudière, car alors les postes placés aux étages ne seraient desservis qu'au moyen de pompes.

Il faut donc recourir au système de chauffage par circulation d'eau, la chaudière étant en cave et le réservoir placé à un point haut de l'habitation, généralement dans les combles. C'est donc un véritable chauffage à eau chaude à moyenne pression qu'on doit établir, et ce que nous avons vu précédemment à ce sujet trouve dans ce cas une application directe.

De plus, pour la commodité du service, on aura intérêt à grouper tous les appareils de chauffage dans un même local, aussi indépendant que possible des autres caves de l'habitation.

Le système le plus simple et le premier employé consiste (fig. 5) à relier la chaudière A directement au réservoir d'eau chaude B placé dans les combles au moyen de deux tuyaux d'égal diamètre. Le tuyau amenant l'eau chaude, ou tuyau d'aller, partira du sommet de la chaudière pour déboucher dans la partie haute du

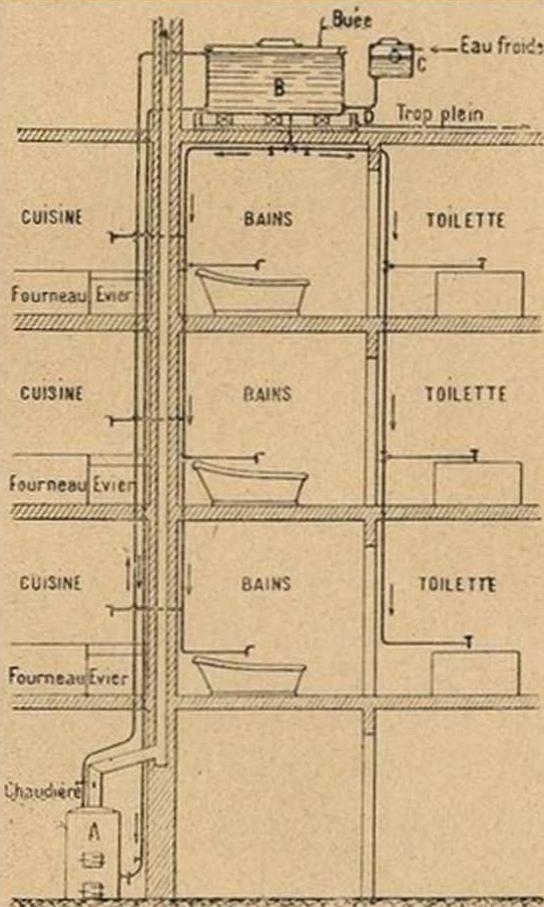


Fig. 5.

réservoir; le tuyau ramenant l'eau moins chaude, ou tuyau de retour, partira du fond du réservoir pour arriver à la partie basse de la chaudière.

Lorsque le feu sera allumé, l'eau se mettra en circulation de la chaudière au réservoir pour redescendre ensuite à la chaudière. C'est un cycle fermé qui fait

qu'on désigne souvent ce système de deux tuyaux sous le nom de *va-et-vient*.

La circulation sera d'autant plus intense que la différence de densité entre l'eau chaude et l'eau refroidie sera plus grande. Il peut arriver que, si l'on ne puise pas d'eau chaude pendant un temps assez long, la combustion étant mal réglée, la différence de densité soit presque nulle. La vitesse de circulation sera très faible jusqu'au moment où il se formera des bulles de vapeur dans le tuyau d'aller. A ce moment, il y aura dégagement de vapeur dans le réservoir, projection d'eau et circulation tumultueuse et rapide. Ce cas extrême est à éviter autant que possible.

Les chaudières à employer sont les mêmes que celles décrites pour le chauffage à eau chaude. Cependant on a tout intérêt à donner la préférence aux chaudières à feu continu, construites pour marcher à feu lent et à feu vif, suivant les besoins. Le matin, on activera la combustion, parce que c'est alors que les besoins d'eau chaude sont les plus pressants; l'après-midi et la nuit, on marchera à allure très lente.

En plus, toutes les chaudières devront être munies d'autoclaves en nombre suffisant pour permettre le *détartrage*. Les eaux des villes sont, en effet, plus ou moins calcaires, et on sait qu'en les chauffant il se forme des dépôts d'épaisseur variable et désignés sous le nom de *tartre*.

Ce tartre est très mauvais conducteur de la chaleur. Plus la chaudière en contiendra, plus son rendement diminuera.

Des robinets d'arrêt placés sur le va-et-vient permettront d'isoler la chaudière pendant le *détartrage* qui se fait après vidange de l'appareil.

Le réservoir se construit en tôle et beaucoup plus rarement en bois doublé de zinc. Pour diminuer la perte de chaleur par les parois, on entoure souvent le réservoir de calorifuge.

Ce réservoir est posé sur un terrasson doublé de plomb et muni d'un tuyau de trop-plein dans le cas où des fuites se déclareraient. Un couvercle hermétique ferme ce récipient et porte un tuyau de

buées laissant échapper à l'extérieur la vapeur qui peut se former dans les conditions énoncées précédemment.

Une seconde bêche contenant un robinet à flotteur sert pour l'alimentation automatique du réservoir.

La canalisation de distribution se compose de colonnes verticales réunies au réservoir par une tuyauterie générale placée au plafond du dernier étage ou sur le plancher des combles.

A chaque étage et piqués sur les colonnes se trouvent les branchements desservant les différents postes.

Quand on ouvrira un robinet quelconque, l'eau chaude descendra par la colonne correspondante et le robinet flotteur laissera pénétrer dans le réservoir autant d'eau froide qu'il sera sorti d'eau chaude.

Si la quantité puisée est importante, on se rend compte que la température de l'eau chaude dans le réservoir va aller en diminuant sensiblement, puisqu'il y a mélange avec l'eau froide provenant de l'alimentation, en sorte qu'il faudra une plus grande quantité d'eau chaude ou plus exactement d'eau mitigée pour remplir les baignoires.

D'un autre côté, comme il n'y a pas de circulation dans les colonnes descendantes, il arrivera qu'à l'ouverture des robinets il faudra laisser couler une certaine quantité d'eau froide avant de puiser de l'eau chaude.

Ce sont là, en effet, les deux inconvénients de ce mode de distribution et, dans l'installation, il est bon de prévoir un réservoir plus grand que celui strictement nécessaire afin de parer à toute éventualité.

Le calcul du va-et-vient est facile, d'après ce que nous avons vu précédemment (paragraphe 153, page 471 et suivantes).

Soient : P, le poids d'eau chaude à fournir à l'heure pour échauffer de la température θ à la température T;

t_1 , la température de l'eau au sortir de la chaudière;

t_2 , la température de l'eau au sortir du réservoir;

CHAUFFAGE DES BAINS.

H, la hauteur des colonnes du va-et-vient;

L, la longueur de la canalisation;

n, la perte en route;

C, la quantité de calories à fournir.

On a évidemment :

$$C = P (T - \theta) (1 + n).$$

Il faut faire passer dans le réservoir par seconde une quantité d'eau Q telle qu'en se refroidissant de t_1 à t elle abandonne un nombre de calories égal à C, donc :

$$C = 3\,600 Q (t_1 - t).$$

D'où on tire :

$$Q = \frac{C}{3\,600 (t_1 - t)},$$

ou encore :

$$Q = \frac{P (T - \theta) (1 + n)}{3\,600 (t_1 - t)}.$$

La charge qui produit le mouvement dans les colonnes sera :

$$E = H \left(1 - \frac{d_1}{d}\right),$$

d_1 et d étant les densités de l'eau correspondant aux températures t_1 et t .

Dès lors on calculera la perte de charge J par mètre courant, et le diamètre cherché sera donné par la formule déjà trouvée :

$$D = 0,357 \sqrt[5]{\frac{Q^2}{J}}.$$

Appliquons ces formules. Supposons qu'on ait à entretenir à 85 degrés l'eau d'un réservoir contenant 720 litres.

Prenons :

$\theta = 5^\circ$	$H = 20^m$
$t_1 = 95^\circ$	$L = 30^m$
$t = 85^\circ$	$n = 15^m$

On a, d'après les tables de Despretz :

$$\begin{aligned} d_1 &= 0,96223 \\ d &= 0,96876 \end{aligned}$$

La quantité de calories à fournir est égale à :

$720 (85 - 5) \times 1,15 = 66\,240$ calories,
par conséquent

$$Q = \frac{66\,240}{3\,600 (95 - 85)}$$

ou : $Q = 0^{m},00184.$

De même :

$$E = 20 \left(1 - \frac{0,96223}{0,96876}\right)$$

$$E = 0,140.$$

Alors :

$$J = \frac{E}{L} = \frac{0,140}{30}$$

ou : $J = 0^{m},00466.$

Le diamètre cherché sera par conséquent :

$$D = 0,357 \sqrt[5]{\frac{0,00184^2}{0,00466}}$$

ou : $D = 0,357 \sqrt[5]{0,000726}$

et enfin : $D = 0^{m},084,$

soit en chiffres ronds :

85 millimètres.

La tuyauterie se fait généralement en tubes de cuivre. On peut cependant adopter les tubes de fer creux galvanisés ou noirs, tout au moins pour le va-et-vient. Il est à craindre cependant que la rouille ne se dépose dans les tuyaux de fer, par suite de la faible vitesse de la circulation.

La disposition représentée schématiquement par la figure 6 permet de puiser instantanément de l'eau chaude à tous les postes de l'habitation et présente sur la précédente de réels avantages.

Elle constitue en fait un véritable chauffage à eau chaude, avec circulation continue et réserve d'eau chaude.

En cave se trouve la chaudière A sur laquelle est branché en dérivation un réservoir en tôle galvanisée ou en cuivre B, de contenance variable suivant l'importance de la distribution. De ce réservoir part une canalisation CDEFG, qui s'élève pour venir se brancher sur le réservoir et la chaudière.

Au point E se trouve un tube EH formant évent et débouchant dans la bache d'eau froide placée dans les combles. Cet évent purge d'air la tuyauterie et sert en même temps pour l'expansion.

Du réservoir d'eau froide muni d'un flotteur descend un tube d'alimentation,



qui laissera passer autant d'eau froide qu'on puisera d'eau chaude.

Sur la canalisation sont branchés aux

culera dans le sens indiqué par les flèches, c'est-à-dire partira chaude de la chaudière pour aller au réservoir B, s'élever dans DE, pour redescendre à la chaudière suivant FG.

En ouvrant un robinet quelconque, l'eau du réservoir des combles descendra vers la chaudière et le réservoir B, en refoulant devant elle toute l'eau chaude de ces deux appareils. Il en résulte que : l'eau circulant constamment, on aura toujours immédiatement de l'eau chaude aux postes, et que, grâce au réservoir B, on aura à sa disposition une quantité d'eau chaude appréciable formant réserve.

Pour éviter que l'eau d'alimentation ne remonte dans la colonne FG, il est indispensable de placer vers le point G un clapet de retenue ouvrant de haut en bas.

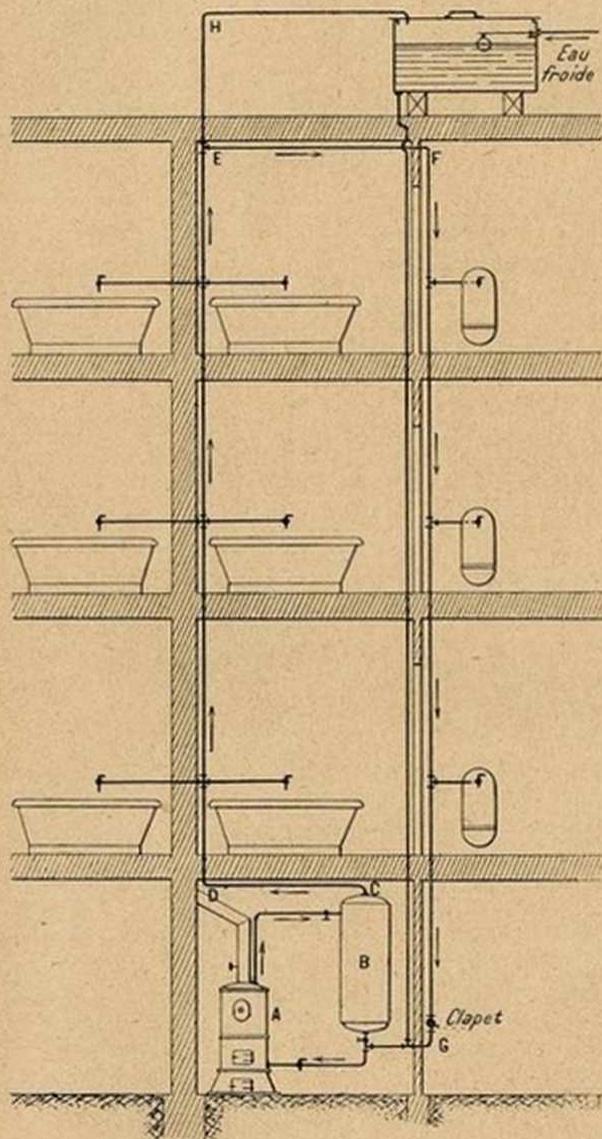


Fig. 6.

étages les piquages amenant l'eau aux différents postes.

La chaudière étant allumée, l'eau cir-

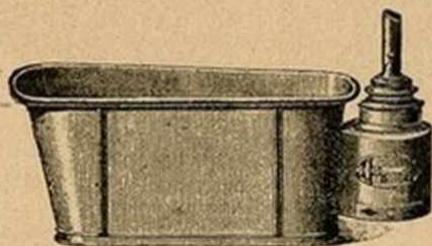


Fig. 7.

Enfin des robinets d'arrêt placés convenablement permettront la visite de la chaudière et du réservoir, pour les détartrages périodiques et les réparations.

La tuyauterie se fait en fer et préférablement en cuivre rouge, les diamètres des tuyaux se calculant comme pour un chauffage à eau chaude et comme nous l'avons indiqué précédemment.

173. Distributions d'eau chaude particulières. — Chauffage de bains par appareils spéciaux au charbon ou au gaz. — Dans un appartement, on ne peut songer à employer les systèmes précédents. Les besoins d'eau chaude ne se faisant sentir que pour la salle de bains, et quelquefois pour la toilette, on a imaginé une série d'appareils dénommés *chauffe-bains*, que l'on place à proximité des postes à desservir.

Les chauffe-bains utilisent comme combustibles le bois, le charbon ou le gaz d'éclairage. Ceux brûlant le gaz sont les plus modernes et les plus nombreux comme genre et comme types. Partout où l'on peut, on leur donne la préférence, à cause des avantages qu'ils présentent. Depuis ces dernières années, des re-



Fig. 8.

cherches sont faites pour utiliser le pétrole et l'alcool; mais les résultats ne sont pas encore très satisfaisants.

Les appareils à bois ou à charbon furent les premiers employés. La figure 7 montre une disposition presque abandonnée de nos jours, malgré son excessif bon marché. Le chauffe-bain se compose d'une

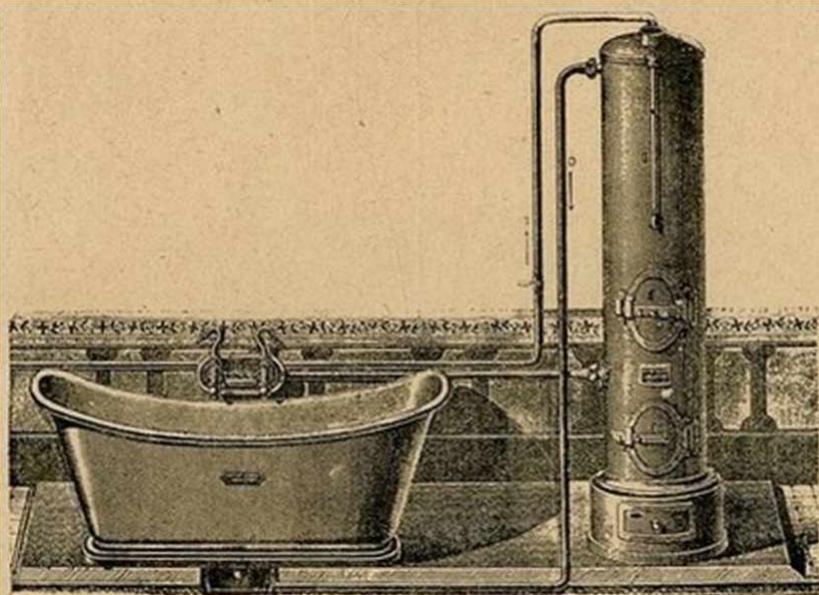


Fig. 9.

petite chaudière à eau chaude en communication directe avec la baignoire.

L'eau destinée au bain entoure le foyer et s'échauffe par contact. C'est l'appareil le plus simple qu'on puisse imaginer mais sa simplicité donne lieu à des inconvénients nombreux, dont les principaux sont : 1° durée de chauffage assez longue

et obligation de brasser l'eau de la baignoire pour assurer le mélange et gagner du temps;

2° Obligation d'éteindre le feu lorsque le bain est chaud pour ne pas se brûler;

3° Dépôts sur le foyer et les parois de la chaudière, provenant de l'usage du savon;

4° Fuites assez fréquentes dans le foyer, etc.

Le chauffe-bain représenté (fig. 8) est un petit thermo-siphon qui présente presque tous les inconvénients du précédent, ce qui fait que son usage est très peu répandu actuellement.

Le seul appareil pratique à employer lorsqu'on ne dispose pas de gaz d'éclairage est le chauffe-bain dit à colonne (fig. 9) et brûlant du bois ou du charbon.

Il est construit en cuivre rouge étamé et monté sur socle en tôle et fonte. Son diamètre au corps varie de 0^m,35 à 0^m,40 et sa hauteur totale de 1^m,80 à 2^m,40. En E se trouve le foyer de forme ovale duquel part un tuyau de fumée bien étanche servant de surface de chauffe et allant rejoindre un conduit de fumée voisin de l'appareil.

Le chauffe-linge F est composé d'une boîte en cuivre avec étagères et chauffé par contact avec l'eau chaude et les gaz de la combustion.

L'eau froide arrive par le tuyau AB muni d'un robinet d'arrêt et pénètre dans l'appareil par la partie haute. Le niveau de l'eau est indiqué par un flotteur relié à une chaînette G portant à son extrémité un poids permettant d'équilibrer le flotteur lui-même.

Quand le chauffe-bain est plein, le poids se trouvera naturellement en bas, et sa position indiquera à chaque instant le niveau de l'eau dans l'appareil.

Lorsqu'on veut prendre un bain, on remplit l'appareil d'eau froide, on allume le feu et, lorsque l'eau est chaude, on vide le chauffe-bain par le tuyau c. La position de ce tuyau empêche, comme on le voit, le foyer de brûler, car il reste toujours immergé.

Pour éviter d'inonder le parquet en cas de fuites ou de non-fermeture du robinet d'arrêt placé sur la conduite d'eau

froide, on ménage un tuyau D de trop-plein, branché directement sur la vidange de la baignoire.

De la disposition même de cet appareil résulte qu'un temps relativement long est nécessaire pour échauffer l'eau d'un bain et qu'il n'est à employer que dans les habitations non pourvues de gaz d'éclairage.

Comme nous le disions précédemment, le gaz est surtout le combustible employé. Les chauffe-bains à colonne (fig. 10 et 11) furent les premiers du genre. Ils se composent d'un réservoir cylindrique en cuivre

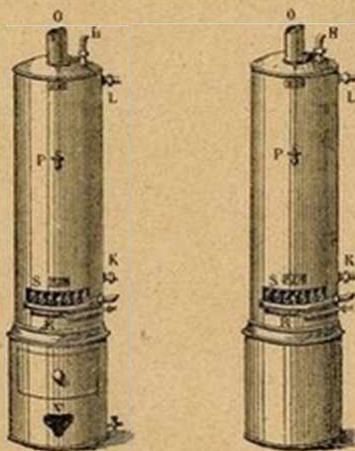


Fig. 10 et 11.

étamé posé sur un socle plein ou contenant un chauffe-linge. A la base du réservoir est ménagée une ouverture dans laquelle se trouvent un certain nombre de brûleurs à gaz S, qu'on allume au moyen de l'allumeur R formant veilleuse.

Les gaz de la combustion passent par un tuyau O contenu dans le cylindre et allant rejoindre un conduit quelconque d'évacuation.

La figure 12 montre de quelle manière on peut monter un appareil de ce genre. En A est le tuyau amenant le gaz, et se séparant en deux pour alimenter les brûleurs, l'allumeur et le chauffe-linge. B est le tuyau d'amenée d'eau relié à la distribution générale et au chauffe-bain par le raccord H; l'eau chaude s'écoule par le

tuyau K et le robinet D; K est le tuyau de trop-plein branché sur la vidange de la baignoire.

On procède avec cet appareil comme avec le précédent, la précaution indispensable étant de ne jamais allumer les brûleurs, si le chauffe-bain n'est pas rempli, car on risquerait de brûler le cuivre. Il présente l'avantage de chauffer plus rapidement que celui utilisant le charbon et le bois.

Depuis quelques années, la préférence est accordée aux appareils dits « chauffe-bains instantanés », utilisant pour la plupart le gaz comme combustible. Quelques-

uns cependant brûlent du bois ou du charbon.

Le principe de ces différents chauffe-bains est le même : diviser l'eau à chauffer en lames minces ou en minces filets, et l'amener dans cet état au contact d'un foyer puissant qui l'échauffera très rapidement. La circulation est plus ou moins méthodique suivant les systèmes.

Nous n'entrerons pas dans l'étude détaillée de ce chauffe-bain, ce qui d'ailleurs sortirait du cadre que nous nous sommes tracé.

Ces descriptions concernent plutôt les traités spéciaux de plomberie.

Le rendement de ces appareils est assez faible, et s'il est vrai qu'on peut, en dix ou quinze minutes, obtenir un bain à bonne température, c'est en brûlant un poids de gaz relativement élevé. Il y a, malgré tout, avantage évident sur les anciens systèmes : mais ce que l'on gagne en temps se perd en partie en dépense.

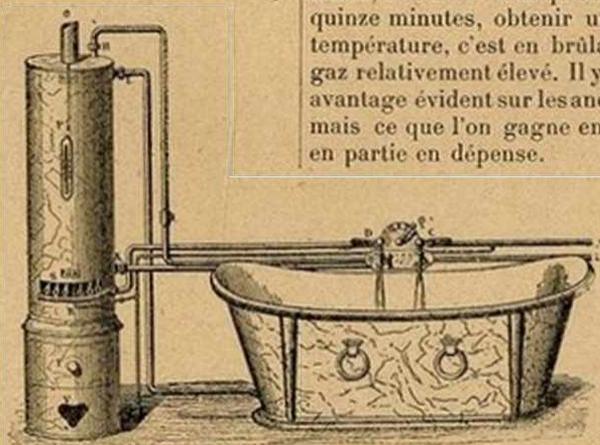


Fig. 12.

Ces appareils causèrent au début quelques accidents, qui eurent pour conséquence de les discréditer momentanément. Les efforts des constructeurs se portèrent surtout sur la robinetterie spéciale, employée pour éviter les dangers d'explosion. Les systèmes actuellement en usage se distinguent principalement entre eux par le mode de fonctionnement du robinet distributeur, qui, pour chacun d'eux, est surtout la partie intéressante de l'appareil. Le principe est toujours le même. La pression seule de la distribution est utilisée pour permettre l'arrivée du gaz aux brûleurs. Si cette pression tombe au-dessous d'une certaine valeur ou, mieux en-

core, si l'eau cesse de couler, le gaz s'éteint aux brûleurs pour se rallumer dès que la pression redevient normale. C'est ce qu'on exprime plus brièvement en disant : *pas d'eau, pas de gaz*. La sécurité est donc complète. Tous les chauffe-bains instantanés ne possèdent pas ces robinets spéciaux. Il est prudent de les rejeter comme dangereux ou pouvant le devenir entre des mains inexpérimentées.

Le chauffe-bain déverse directement son eau dans la baignoire ou bien l'envoie dans une canalisation desservant une série de postes. Dans ce second cas, il suffit qu'on ouvre un robinet d'eau chaude pour

établir la pression, et allumer les brûleurs et puiser de l'eau chaude. La figure 13 donne un schéma d'une pareille installation. En A est le chauffe-bain. L'eau froide alimente l'appareil et les différents postes, ces derniers étant munis de robinets de prise. Un robinet d'arrêt général *a*, placé sur la conduite, servira en cas de réparations.

L'eau chaude part de l'appareil et suit

la canalisation d'eau froide. Enfin, la conduite de gaz, munie d'un robinet d'arrêt *a'* et d'un siphon de purge *s*, alimente les brûleurs et la veilleuse. L'eau étant en charge et la veilleuse allumée, dès qu'on ouvrira un robinet de prise d'eau chaude, la pression agira sur le distributeur pour amener du gaz aux brûleurs, et par conséquent permettre de puiser de l'eau chaude.

Le robinet de prise étant fermé, la pression de l'eau n'agissant plus sur le distributeur, les brûleurs s'éteignent, la veilleuse seule reste allumée.

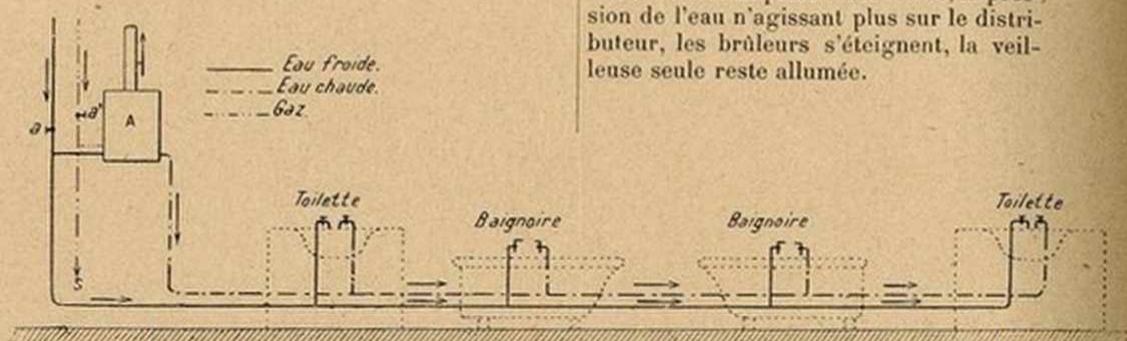


Fig. 13.

174. Utilisation des fourneaux de cuisine pour la distribution d'eau chaude aux baignoires, toilettes et offices. — Di érents systèmes de bouilleurs en usage. — Pour les installations de faible importance, dans le genre de celles qu'on rencontre dans nos habitations, au lieu d'employer

dimensions du bouilleur dépendent de celles du foyer du fourneau dans lequel on le place.

En France, les bouilleurs se construisent généralement en cuivre étamé à l'inté-

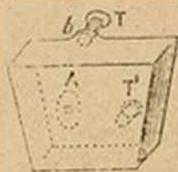


Fig. 14.

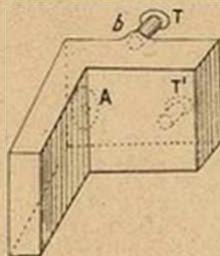


Fig. 15.

une chaudière spéciale, on utilise les foyers des fourneaux de cuisine dans lesquels on dispose des appareils dénommés *bouilleurs*.

Ces bouilleurs sont en fait de petites chaudières de formes spéciales variant suivant les cas et dont la puissance de chauffe est forcément limitée, puisque les

rieur. L'assemblage des différentes parties est obtenu par rivetage ou par matage avec brasure sur les parties matées.

La fonte est quelquefois employée, mais exclusivement pour les bouilleurs des fourneaux d'hôtels ou de restaurants.

En Angleterre, la préférence est donnée à la tôle soudée.

Les figures 14, 15 et 16 donnent les formes courantes de bouilleurs en cuivre et dénommés : bouilleur *simple* (fig. 14), bouilleur *équerre* (fig. 15) et bouilleur *double équerre* (fig. 16). Suivant l'importance de la distribution, on emploiera l'un ou l'autre de ces appareils.

Quelle que soit la forme adoptée, un bouilleur comporte deux tubulures T et T', la première servant au départ, la seconde au retour de l'eau. Ces tubulures sont des tubes de cuivre dont la longueur varie de 0^m,05 à 0^m,10. Elles sont brasées directement sur le bouilleur d'une part et portent, d'autre part, un collet battu servant à retenir la bride ovale d'assemblage avec la tuyauterie générale (fig. 17, 18 et 19).

Une précaution importante est à prendre pour la tubulure de départ T. Afin d'être

certain de purger entièrement d'air le bouil-

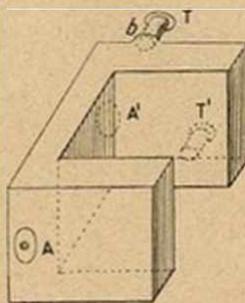


Fig. 16.

leur, ce qui est indispensable pour assurer la circulation et empêcher le dégagement

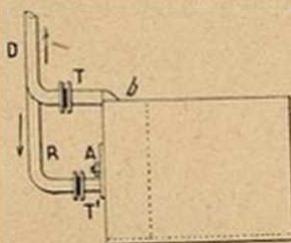
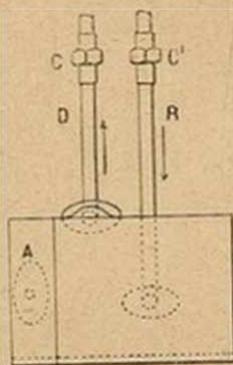
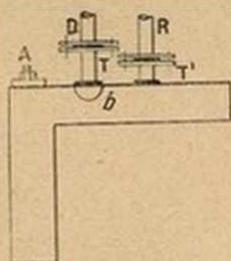


Fig. 17 à 19.



de vapeur, la tubulure T est brasée sur une bossette *b* formée par un renflement de la paroi supérieure du bouilleur. De cette manière, l'air ne peut se cantonner et la purge est complète.

Il faut aussi se réserver la possibilité de détartre, en disposant, aux endroits convenables, des autoclaves A. Le joint des autoclaves se fait au mastic de minium.

Pour réunir la tuyauterie au bouilleur, on dispose deux tuyaux recourbés D et R assemblés à bride avec le bouilleur et, par raccords, trois pièces C et C' avec la tuyauterie. Les raccords C et C' permettent d'enlever l'appareil sans être obligé de défaire les joints des brides, ce qui n'est pas toujours facile et ce qui exige, en tous cas, plus de temps.

Les figures 20 et 21 donnent, en coupe

verticale et en plan, les détails de l'installation d'un bouilleur équerre dans un fourneau à simple service.

Comme on le voit, la modification apportée au foyer par l'adjonction du bouilleur

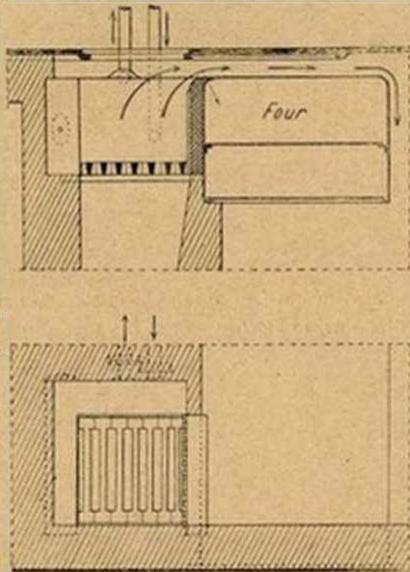


Fig. 20 et 21.

est légère : deux des parois du foyer, au lieu d'être en briques réfractaires, sont formées par les parois du bouilleur.

La parabolote protège le four et s'appuie en bout sur le bouilleur, dont l'extérieur est recouvert de briques.

Si le bouilleur est à double équerre, on



Fig. 22.

le dispose de manière que la parabolote soit placée entre les deux branches libres de l'appareil.

Lorsque le fourneau est à double service, le four contre lequel est adossé le

bouilleur perd une paroi comme surface de chauffe; il chauffe donc moins et on

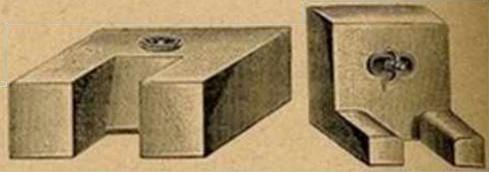


Fig. 23 et 24.

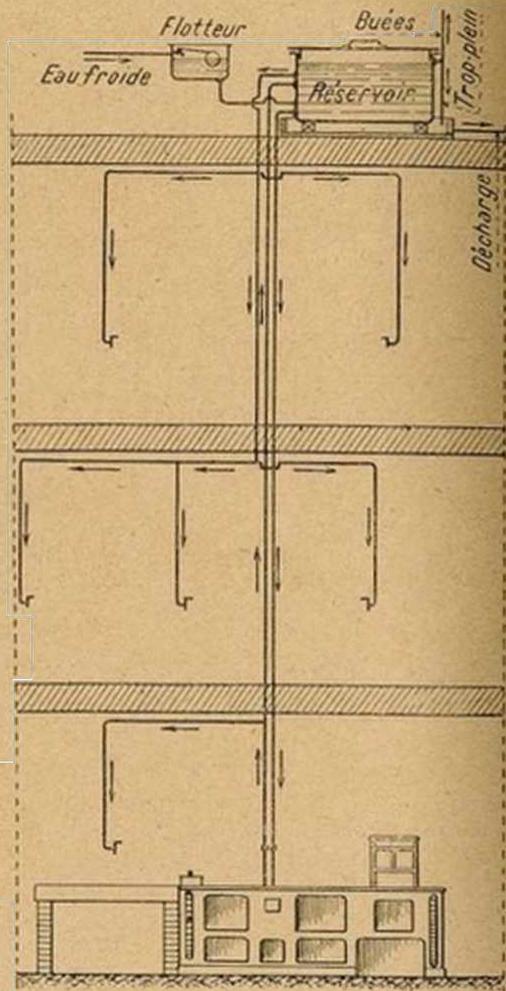


Fig. 25.

devra le favoriser plus que l'autre comme circulation du gaz chaud.

Les bouilleurs en fonte portent des tubulures venues de fonte avec le corps de l'appareil; leur épaisseur est d'au moins 8 millimètres.

Les bouilleurs en tôle soudée (fig. 22, 23 et 24) se construisent généralement dans les formes représentées, avec des

épaisseurs qui ne sont jamais moindres que 6 millimètres.

Il résulte de l'installation même des bouilleurs que plus de la moitié de leur surface est perdue comme transmission de chaleur. En revanche, les parois intérieures sont en contact direct avec le com-

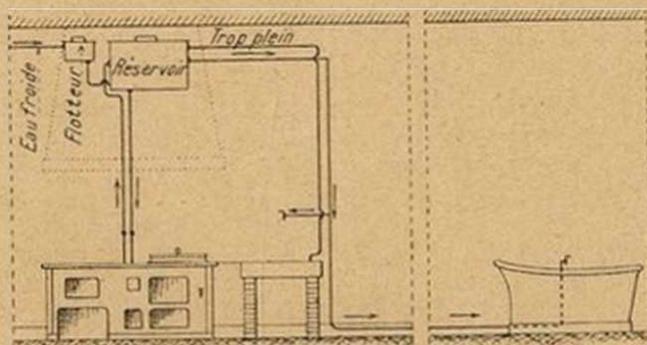


Fig. 26.

bustible enflammé et on peut compter sur une transmission d'environ 20 000 calories par mètre carré de surface.

La distribution se fait comme s'il s'agissait d'une distribution avec chaudière indépendante. Le fourneau étant en sous-sol (fig. 25), le bouilleur communique avec le réservoir d'eau chaude au moyen d'un va-et-vient. De la partie haute de ce réservoir part un collecteur qui se divise pour aller alimenter tous les postes.

Le réservoir est muni de tous les accessoires décrits précédemment et installé de manière à éviter toute fuite. Lorsqu'on ne puise pas d'eau, la circulation s'établit d'abord rapidement entre le bouilleur et le réservoir, puis plus lentement au fur et à mesure que l'eau s'échauffe.

Si on ouvre un robinet quelconque, l'eau sera puisée chaude dans le haut du réservoir, qui recevra autant d'eau froide du flotteur qu'il aura perdu d'eau chaude.

On se rend compte qu'avant de recueillir de l'eau chaude à un poste quelconque, on recevra d'abord de l'eau froide, puisqu'il n'y a de circulation que dans le va-et-vient. C'est un défaut dépendant du système de distribution, il est surtout sensible pour les petits postes tels que les toilettes et les lavabos.

Lorsqu'on fait l'installation à niveau (fig. 26), le réservoir et ses accessoires sont disposés dans la hotte du fourneau, le tuyau de trop-plein débouchant sur l'évier ou rejoignant un tuyau de chute quel-

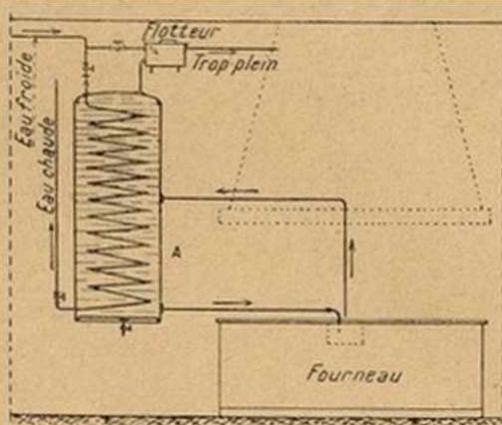


Fig. 27.

conque. La canalisation de distribution se place alors suivant les locaux à traverser.

La puissance d'un tel système est forcément limitée en raison du peu de place dont on dispose généralement. A moins

de disposer d'un réservoir de grande capacité, on ne peut prendre plusieurs bains à intervalles rapprochés sans risquer de ne puiser que de l'eau très refroidie.

Pour cette raison, certains constructeurs adoptent le dispositif représenté schématiquement par la figure 27. Un réservoir en tôle galvanisée A, d'une certaine capacité, est relié d'une part au bouilleur, d'autre part à une bêche à flotteur formant en même temps expansion. Le fourneau étant en service, l'eau du réservoir s'échauffera assez rapidement si on prend soin, en raison de la faible charge, d'adopter des diamètres convenables pour le va-et-vient.

Dans ce réservoir, on dispose un serpentín en cuivre dont le développement sera fonction du service à assurer. Ce serpentín est en communication, d'une part, avec l'eau de la ville ou, ce qui est bien préférable, avec un réservoir général placé dans les combles de l'habitation, et, d'autre part, avec la canalisation de distribution d'eau chaude.

Des robinets convenablement disposés permettront l'arrêt des eaux et des raccords à trois pièces rendront les appareils démontables.

On conçoit que, l'eau du réservoir A étant chaude, si on ouvre le robinet de prise d'eau chaude d'un poste quelconque, le serpentín sera parcouru par un courant d'eau dont la vitesse dépendra de la pression. L'eau froide s'échauffera et sortira chaude du serpentín. La transmission s'opérera de l'eau à l'eau à travers les parois du serpentín et en fonction de la vitesse du fluide le moins chaud. Le point délicat est de donner à ce serpentín la surface ou le développement suffisant.

Par la disposition même de ce système, on voit qu'on peut distribuer de l'eau chaude à n'importe quel point de l'appartement, quelle que soit la position de ce point par rapport au bouilleur.

Ce système, dénommé quelquefois à tort système instantané, a le défaut de coûter sensiblement plus cher que les précédents, mais il a l'avantage, quand il est bien compris et bien calculé, d'avoir une puissance plus grande et de n'exiger que des canalisations de plus faible diamètre.

Pour diminuer les pertes par les parois, il est indispensable de recouvrir le réservoir d'un calorifuge quelconque, ce qui aura l'avantage, même après l'extinction du feu, de conserver longtemps l'eau à une bonne température dans le réservoir.

Nous terminerons l'étude des différents systèmes de chauffage de l'eau par la description des bouilleurs dits américains et ainsi nommés à cause de l'origine de leur provenance.

En dérivation sur le bouilleur (fig. 28), on place près du fourneau un réservoir cylindrique A en tôle galvanisée. Sur ce réservoir est branché un tuyau d'amenée d'eau froide E sous pression qui plonge jusqu'à environ 20 centimètres du four. Du

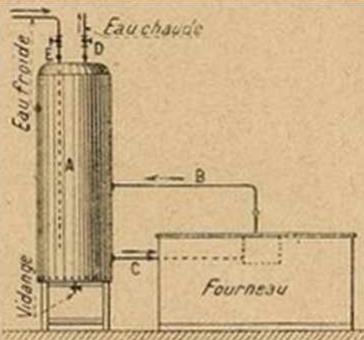


Fig. 28.

sommet du réservoir part une canalisation générale de distribution d'eau chaude D.

Le fonctionnement est simple. Le fourneau, étant en marche, chauffe la masse d'eau du réservoir par simple circulation. Sitôt qu'on ouvrira un robinet sur un des postes, l'eau froide, en vertu de sa pression, chassera devant elle l'eau chaude du réservoir. Si la masse chaude est de volume suffisant, on pourra desservir les divers appareils suivant les besoins.

L'eau froide doit être branchée sur la canalisation d'un service d'eau en prenant soin de régler la pression, mais il est de beaucoup préférable de prévoir dans les combles un réservoir intermédiaire qui, dans tous les cas, réglera la pression d'une façon absolue et permettra d'avoir de moins grandes épaisseurs de métal.

Les inconvénients de ce système sont les mêmes que ceux du premier système décrit, en ce sens que, la circulation étant intermittente dans la canalisation de distribution, on devra d'abord puiser de l'eau froide ou refroidie avant d'obtenir de l'eau chaude. En revanche, et grâce à la pression dont on dispose, on pourra desservir tous les postes quelle que soit leur position par rapport au bouilleur, soit en dessous, à niveau ou au-dessus.

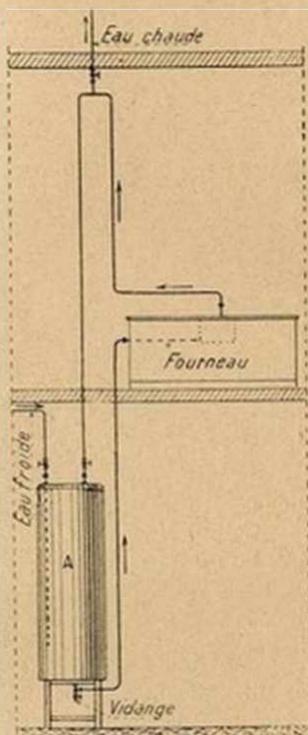


Fig. 29.

Si la place manque pour placer le réservoir au même étage et près du fourneau, on le disposera en cave ou à l'étage inférieur (fig. 29), en prenant soin de donner la plus grande charge possible afin d'augmenter la vitesse de circulation.

Enfin, si on rencontre un obstacle, une porte par exemple, on la contournera (fig. 30) de manière à assurer quand même le va-et-vient entre le bouilleur et le réservoir. Le temps mis pour chauffer l'eau sera plus ou moins long suivant les diffi-

cultés qui se présentent, mais en principe il est possible, dans tous les cas, d'installer le système.

Il est indispensable de prévoir sur la tuyauterie de circulation et de distribution tous les accessoires : raccords démontables et robinets, permettant de démonter les appareils et d'arrêter les eaux en cas de visite ou de réparation.

Le réservoir devra aussi être enveloppé de calorifuge et porter un robinet pour la vidange.

Le va-et-vient se fait généralement en tubes de fer ou de cuivre et la distribution en tubes fer, tubes cuivre ou tubes de plomb. Le cuivre et le plomb sont de préférence employés.

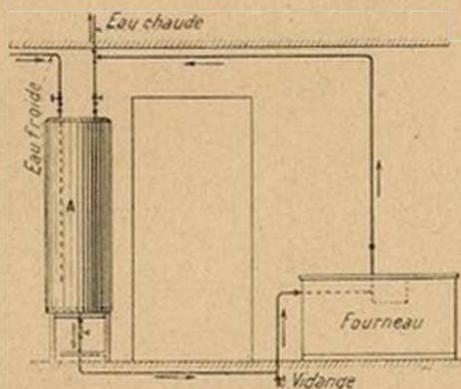


Fig. 30.

Pour calculer les divers éléments d'une distribution d'eau chaude par bouilleur, il suffira de se reporter à ce que nous avons exposé précédemment tant au sujet du chauffage à eau chaude à moyenne pression qu'à la distribution d'eau par chaudière indépendante. On ne devra pas perdre de vue que, les tuyaux de va-et-vient tendant à s'entarter, il est prudent d'augmenter le diamètre trouvé par le calcul.

D'une manière générale et actuellement, il faut reconnaître qu'on a des tendances à abandonner le système de distribution par bouilleurs pour donner la préférence aux chauffe-bains instantanés. Il est facile cependant de se rendre compte qu'avec une installation bien comprise et surtout



bien calculée, le système par bouilleur donne toute satisfaction, surtout dans les maisons ayant un service de cuisine un peu actif.

C'est surtout dans les restaurants et hôtels, où les besoins d'eau chaude sont nombreux, que le bouilleur trouve une heureuse application.

CHAPITRE IX

CALORIFÈRES A EAU CHAUDE

Observations générales. — Batteries de chauffe en cave. — Batteries de chauffe dans des gaines. — Construction des batteries. — Calcul des éléments d'une batterie : rendement, sections des tuyauteries, conduit de prise d'air et conduit chaud, section des bouches. — Schéma d'une distribution.

175. Observations générales. — *Batteries de chauffe en cave.* — Le chauffage par calorifère à eau chaude ou simplement *chauffage indirect* par l'eau chaude consiste à supprimer tout appareil de radiation dans les locaux à chauffer, pour reporter l'ensemble de l'installation en cave.

Comme pour le calorifère à air chaud, chaque local chauffé est muni d'une ou de plusieurs bouches émettant de l'air chaud qui s'élève par un ou plusieurs conduits de chaleur, réunis à une source de chaleur. La seule différence qui existe entre ces deux systèmes, indépendamment du mode de chauffage de l'air, est que, dans le cas du calorifère à air chaud, tous les conduits de chaleur partent du calorifère lui-même, tandis que, dans le cas du chauffage indirect par l'eau chaude, les conduits partent d'un nombre plus ou moins grand de centres de chauffe dénommés *batteries*.

Ces batteries, dont nous examinerons la construction en détail plus loin, sont de véritables petits calorifères, recevant leur eau chaude, servant au chauffage, d'une tuyauterie partant d'une chaudière placée généralement au centre du bâtiment à chauffer. Comme les calorifères, elles reçoivent l'air neuf et froid, pris à l'extérieur, d'un conduit de prise d'air et dis-

tribuent leur air chauffé aux conduits verticaux placés dans les murs, soit directement, soit au moyen de conduits horizontaux le plus courts possible.

Le calorifère à air chaud, comme nous l'avons vu, entraîne forcément à l'établissement d'une série de conduits horizontaux d'air chaud; cela tient essentiellement à sa construction. Il en résulte une perte de chaleur en route, un échauffement des caves, un encombrement souvent gênant, etc.

Les batteries, au contraire, se placent le plus près possible des conduits verticaux ou directement à leur base, d'où perte minimum de chaleur. Il serait possible avec l'eau chaude de n'avoir qu'une batterie unique de chauffe; mais on aurait les mêmes inconvénients qu'avec le calorifère à air chaud. De plus, comme l'air chauffé par contact avec les surfaces contenant l'eau chaude est à une température sensiblement inférieure à celle de l'air sortant d'un calorifère ordinaire, on serait conduit à augmenter sensiblement les sections des conduits de chaleur, par conséquent à accroître encore l'encombrement des caves.

Il est vrai que la construction des batteries entraîne à une diminution de surface des caves qui les contiennent, mais cette



ULTIMHEAT®

19 VIRTUAL MUSEUM

CALORIFÈRES A EAU CHAUDE.

diminution peut toujours être réduite à un minimum très acceptable si l'on prend soin d'étudier le chauffage au moment de la construction.

Les batteries doivent, en outre, être placées de telle manière qu'on puisse y accéder pour les visiter et les réparer, sans avoir à pénétrer, autant que possible, dans les caves. On les placera donc de préférence dans les couloirs.

Chaque batterie a sa prise d'air spéciale, réunie à un collecteur général débouchant à l'extérieur. Comme on le voit, ce que l'on gagne sur les conduits de chaleur, on le perd sur les conduits de prise d'air; mais cette perte est compensée par la diminution d'encombrement qui en résulte. Les conduits de prise d'air étant en sous-sol ne se voient pas et ne gênent en aucune façon.

Le chauffage indirect à l'eau chaude par batteries en caves présente sur le chauffage par calorifères à air chaud certains avantages.

Il n'y a pas à craindre d'émanations provenant de fuites dans les serpentins, l'air chaud n'est jamais surchauffé et conserve par conséquent toutes ses propriétés; c'est en un mot un système de chauffage excessivement sain. Les locaux recevant constamment un afflux d'air chaud et neuf sont énergiquement ventilés et, sous ce rapport, le chauffage indirect présente un avantage sur le chauffage direct par l'eau chaude.

En revanche, les inconvénients de ce mode de chauffage sont nombreux, non pas au point de vue hygiénique, mais au point de vue établissement proprement dit.

L'eau chaude étant à une température moyenne de 80 degrés maximum dans les surfaces de chauffe, l'air chaud sortant des batteries sera à une température relativement basse. Le cube d'air à introduire dans les pièces sera donc beaucoup plus grand, par conséquent les surfaces de chauffe plus étendues.

Les surfaces étant toutes en cave, la vitesse de l'eau dans les canalisations sera très ralentie, la charge étant de beaucoup diminuée. Il en résulte donc une augmentation dans les diamètres des tuyaux.

La mise en route sera aussi très longue à cause de la masse d'eau à mettre en mouvement, l'élasticité du chauffage sera pour ainsi dire nulle.

Pour ces principales raisons, le chauffage indirect par l'eau chaude avec batteries en caves reçoit actuellement peu d'applications, tout au moins dans les maisons d'une certaine importance. Ce système a été souvent appliqué autrefois avant l'application de la vapeur. Il constitue de nos jours un chauffage de grand luxe.

176. Batteries de chauffe dans des gaines. — Pour augmenter la vitesse de circulation dans la tuyauterie et, par conséquent, pour en diminuer le diamètre, M. Anceau adopta un système consistant à placer les batteries de chauffe dans des gaines ménagées dans les pièces à chauffer, soit dans les épaisseurs des murs, soit dans des coffrages légers disposés dans les angles de ces pièces.

Les différentes batteries sont alimentées par une tuyauterie spéciale, en sorte que la charge motrice se trouve augmentée considérablement.

Par le fait, les batteries deviennent des radiateurs spéciaux sous enveloppes, et l'on se trouve placé, au point de vue de la canalisation, dans le cas d'une distribution à moyenne pression.

Sans entrer dès maintenant dans les détails de construction, que nous examinons plus loin, le schéma représenté (*fig. 31*) montre comment s'opère le chauffage.

A chaque étage sont disposés des tuyaux à lames verticales A, dont le nombre et la hauteur varient suivant le nombre de calories à fournir. Ces tuyaux sont réunis par leur partie supérieure en B et l'on s'arrange pour que la moitié serve de tuyaux d'aller et l'autre moitié de tuyaux de retour. La circulation générale alimente les batteries, qui sont, en raison de leur disposition, à une température moyenne sensiblement égale.

Chaque coffrage est alimenté d'air frais et neuf au moyen de grilles V placées sur une façade, sur une cour ou une courette. Au besoin, un conduit, construit comme un conduit de ventouse de cheminée, mais

de dimensions proportionnées, réunit la grille au coffrage. Ces conduits sont logés dans les épaisseurs de plancher.

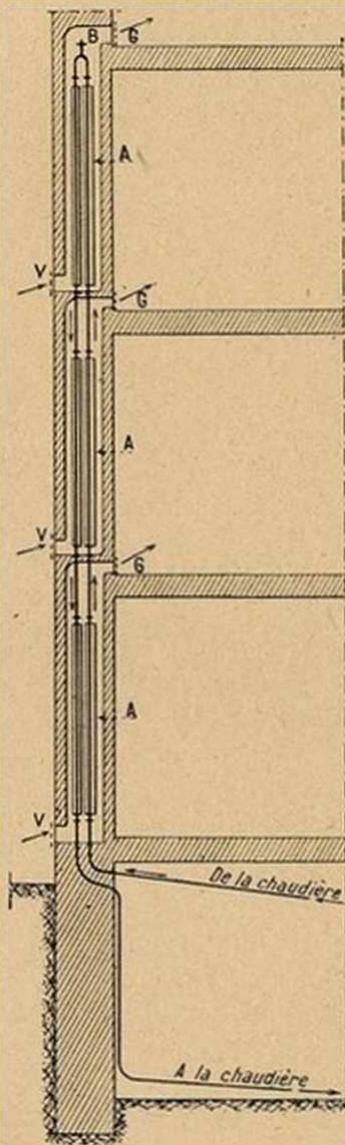


Fig. 31.

L'air frais s'échauffe au contact des surfaces chaudes et s'échappe par des bouches de chaleur G placées en plinthe. On voit

que chaque étage est chauffé par une batterie située à l'étage immédiatement inférieur.

Pour le rez-de-chaussée, on peut adopter la même disposition, mais elle entraîne à certaines complications. Il est préférable de le chauffer par une canalisation dans le sol ou par des radiateurs apparents.

Le vase d'expansion est placé dans les combles et relié à une des colonnes. Chaque colonne de tuyaux porte à son extrémité supérieure un robinet d'air permettant la purge lors du remplissage ou en cours de route.

Les avantages de ce système sont les mêmes que ceux présentés par les batteries en cave, avec en plus que, les batteries étant placées près des bouches, la perte en route est nulle et le rendement meilleur.

Le gros inconvénient est d'avoir des fuites par les joints, ce qui arrive souvent si le montage n'est pas fait avec de très grandes précautions.

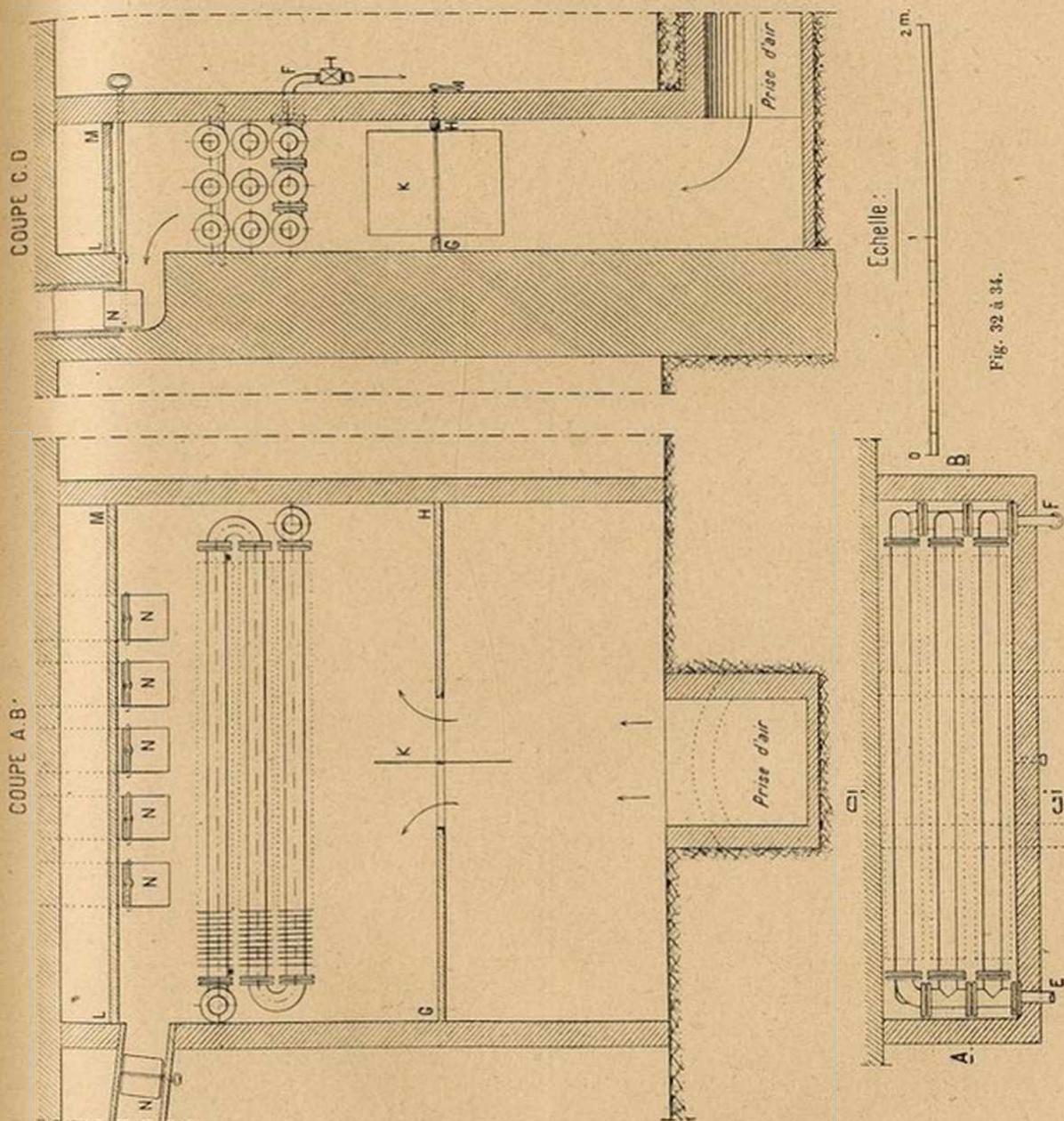
Ces fuites deviennent d'autant plus graves qu'elles prennent vite une grande importance avec l'eau chaude et que les dégâts causés sont, dans la plupart des cas, très importants. De plus, pour accéder aux joints, pour les réparer, il faut ouvrir les coffrages placés généralement sous papier ou sous tentures, d'où des réparations importantes et coûteuses pour la remise en état.

Pour ces raisons, ce système, qui eut beaucoup de succès au début en raison des réels avantages qu'il présentait, est aujourd'hui beaucoup moins employé à cause des difficultés des réparations.

177. Construction des batteries. — 1° Batteries en cave. — Les conduits de chaleur verticaux sont généralement construits par groupe. C'est à la base de chaque groupe ou le plus près possible de chacun d'eux qu'on construira la batterie.

La batterie est constituée par une surface chaude placée dans une enveloppe en maçonnerie et recevant l'air frais d'une prise d'air débouchant à l'extérieur. Cet air frais s'échauffe au contact des surfaces et s'échappe dans les différents conduits branchés sur la batterie.

Généralement les surfaces chaudes sont constituées par des tuyaux à ailettes ou des éléments de poêles à ailettes identiques à ceux décrits précédemment. Les tuyaux sont les plus employés, les éléments étant réservés pour les batteries de faible importance. Les figures 32, 33 et 34 donnent à



l'échelle différentes coupes sur une batterie de chauffe en cave. Voici comment on procède pour le montage.

La prise d'air, construite comme nous l'avons indiqué pour le calorifère à air chaud, est amenée à l'emplacement que doit occuper la batterie.

La surface de chauffe ayant été calculée, on en déduit le nombre des tuyaux nécessaire et, par conséquent, l'encombrement de ces tuyaux. On s'arrange, d'après les circonstances, pour avoir un faisceau de tuyaux plus ou moins large, plus ou moins long ou enfin plus ou moins haut. Les raccords courants des tuyaux : tés, coudes simples ou doubles, fixent l'écartement des lignes de tuyaux qu'on aura tout avantage à prendre minimum.

Dans le cas qui nous occupe, le faisceau est constitué par neuf tuyaux de 2 mètres chacun et disposés en trois rangs de trois tuyaux chacun.

Le briquetage de l'enveloppe se monte généralement en briques de 0^m,10 d'épaisseur enduites extérieurement. Pour la partie basse jusqu'à hauteur du premier rang de tuyau, on emploie de la brique pleine, mais au-dessus il est préférable d'employer de la brique creuse qui est moins bonne conductrice de la chaleur, et cela pour éviter l'échauffement des caves.

Entre le sol et le faisceau, on construit un plancher en tuiles GH sur fers à \perp ou fer plat, dans lequel on dispose une soupape de réglage K que l'on peut manœuvrer extérieurement. Il est indispensable, en effet, de pouvoir régler la quantité d'air frais qui rentre dans la batterie, surtout par les temps froids, car on s'exposerait à n'introduire dans les conduits que de l'air à une température trop faible, par conséquent à mal chauffer.

On pose ensuite les tuyaux en prenant soin de supporter chaque rang sur des fers carrés scellés dans le mur d'adossement et dans le briquetage de face. Certains constructeurs suspendent le faisceau au plafond de la cave afin de le rendre indépendant de l'enveloppe, ce qui, dans certains cas, est un avantage. En revanche, on surcharge les planchers dans de très fortes proportions.

Au-dessus du faisceau, on constitue la

chambre d'air chaud que l'on isole du plafond de la cave au moyen du plancher haut LM construit en tuiles ou mieux en briquettes creuses posées sur fers à \perp ou fer plat.

Les conduits de chaleur sont amorcés de telle façon que leur partie supérieure soit sur le même plan, de manière à répartir le mieux possible les quantités d'air chaud à distribuer.

Chaque conduit portera aussi une soupape de réglage en tôle et fer N dont la disposition variera suivant les cas. Quoi qu'il en soit, il faut que ces soupapes puissent être mises en mouvement sans toucher au briquetage et rester dans la

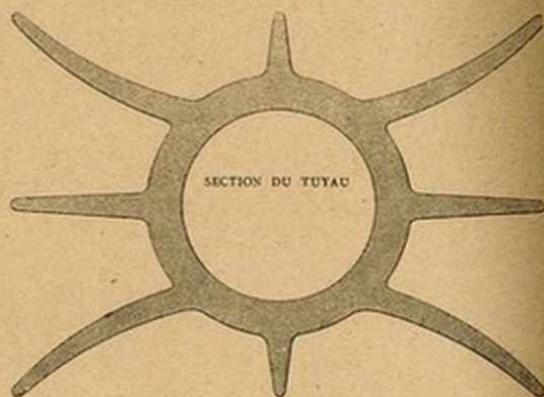


Fig. 35.

position de réglage sans crainte de dérèglement possible sous l'influence d'usure, de chocs ou de trépidations.

L'eau chaude arrive en E et pénètre dans la rangée de tuyaux du haut par l'intermédiaire de deux tés et d'un coude, circule dans les deux autres rangées, puis sort refroidie en F. Sur l'aller et le retour, on place un robinet à passage direct permettant l'arrêt ou le ralentissement de la circulation. Sur chaque retour de l'enveloppe et à hauteur des brides des tuyaux, on ménage un tampon mobile de visite qui permettra de refaire un joint ou de serrer des boulons en cas de fuites.

Comme on le voit, une batterie est en fait un petit calorifère muni de tous les

moyens de réglage possibles. Ces accessoires, qu'on néglige de placer parfois par raison d'économie, sont indispensables si l'on veut s'éviter les ennuis futurs.

2^e Batteries dans des gaines. — Les tuyaux employés pour ces batteries sont des tuyaux à lames verticales représentés en coupe et en élévation par les figures 35,

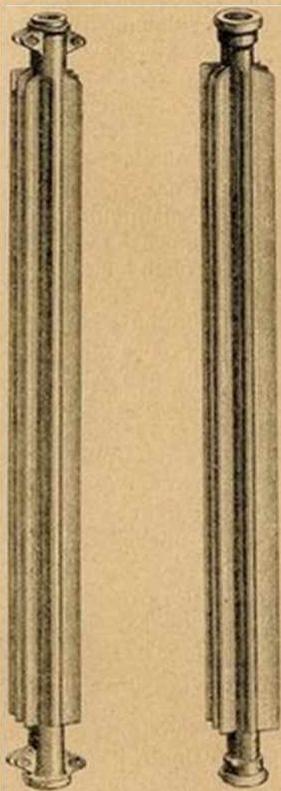


Fig. 36 et 37.

36 et 37 et fabriqués par la maison Chappée et fils, du Mans.

Les caractéristiques de ces tuyaux sont :

Longueur utile.	1 ^m ,500
Diamètre intérieur.	40 ^m / _m
Encombrement.	110 × 80 ^m / _m
Surf. de chauffe du tuyau	0 ^m 2,85

Les joints d'assemblage se font avec le système Petit (fig. 36), que nous avons déjà décrit précédemment, ou avec des

mamelons taraudés droite et gauche de 40 × 49 et portant au milieu un six pans permettant de les visser. Les extrémités d'un tuyau sont alors taraudées l'une à droite et l'autre à gauche.

Ce dernier mode d'assemblage est celui qui est préféré actuellement, le joint Petit ayant causé trop de déboires. Ce joint, en effet, est constitué par une rondelle de caoutchouc qui, à la longue, durcit et perd son élasticité. Lors des dilatations et contractions des colonnes, le joint qui supporte en plus le poids des tuyaux ne peut plus obturer, d'où fuites inévitables et d'autant plus désastreuses que, pour les découvrir et les réparer, il faut crever les coffres.

La maison Chappée construit aussi un

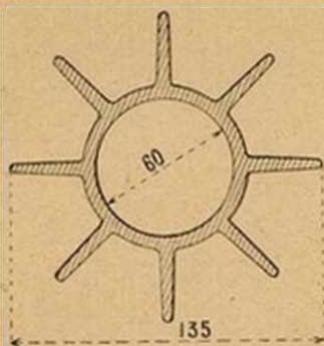


Fig. 38.

tuyau à ailettes verticales normales à la surface de ce tuyau et dont la coupe est représentée par la figure 38.

Le diamètre intérieur est de 60 millimètres, le diamètre extérieur de 135 millimètres, la longueur utile 1^m,50, et la surface de chauffe de 1^m,05.

Les extrémités sont taraudées droite et gauche pour recevoir des mamelons de 40 × 49.

Comme nous l'avons dit plus haut, les colonnes constituant les batteries se placent dans les épaisseurs des murs ou dans des coffrages construits dans les angles des pièces.

Les figures 39 et 40 donnent à l'échelle une coupe verticale et un plan d'une batterie de ce genre. Les tuyaux A, A forment

deux lignes accolées de tuyaux superposés. Généralement chaque ligne comporte deux tuyaux dans la hauteur de l'étage, mais ceci n'a rien d'absolu, tout dépend de la

Ils sont taraudés droite et gauche, le joint étant assuré par un contre-écrou.

Le conduit de ventouse E, pris sur une cour ou sur une rue, amène l'air frais et la bouche B laisse échapper l'air chaud. La partie à soigner est la petite cloison M séparant l'air froid de l'air chaud et dans laquelle passent les tuyaux D auxquels on devra ménager une libre dilatation.

Si cette cloison n'est pas étanche, le chauffage sera évidemment défectueux et les différents étages se trouveront en communication directe.

Dans ce système, comme nous l'avons vu, il y a deux points faibles : les joints et la dilatation, l'un étant surtout la conséquence de l'autre.

Il importe de maintenir très énergiquement les colonnes à la base et de les guider soigneusement à chaque étage tout en soulageant les joints, de manière que l'effort de la dilatation se reporte sur le haut. La traversée des planchers devra être aussi étanche que possible ; elle sera d'autant mieux que les tuyaux seront posés d'aplomb, bien guidés et soutenus.

Les taraudages des tuyaux seront coniques et du même cône que les mamelons d'assemblage ; le joint se fera, pour plus de sûreté, avec interposition de céruse pure.

178. Calcul des éléments d'une batterie. — Rendement. — Sections des tuyauteries, conduits de prises d'air et conduits d'air chaud. — Sections des bouches.

1° Rendement. — Lorsqu'il s'agit de calculer une installation de chauffage à eau chaude par batteries, le tableau des déperditions pièce par pièce étant fait, on en déduit le cube d'air chaud à introduire à l'heure pour assurer le chauffage.

A cet effet, il faut savoir :

1° La température à maintenir dans les pièces ;

2° Si le chauffage est continu ou intermittent. Ces données sont généralement imposées, et, par conséquent, connues ;

3° La température de l'air sortant des bouches.

Tous les calculs sont faits, ainsi que nous l'avons dit précédemment, en chauffage continu, le régime étant établi. Dans le cas où le chauffage serait intermittent,

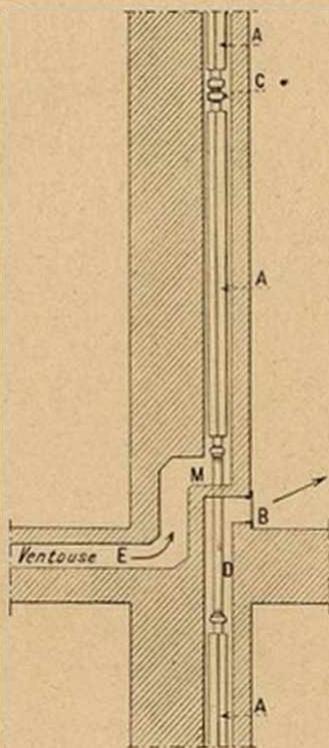


Fig. 39.

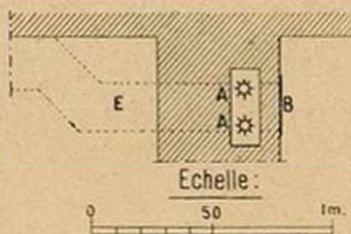


Fig. 40.

surface nécessaire. Les joints C se font comme nous venons de le décrire.

Dans la traversée du plancher, ce sont deux tubes en fer D de longueur variable qui réunissent deux batteries voisines.

CALORIFÈRES A EAU CHAUDE.

les résultats obtenus seraient à majorer de 20 à 30 0/0 suivant les cas, soit une moyenne de 25 0/0.

La température de l'air sortant des bouches varie suivant que les batteries sont en cave ou dans des gaines. Elle sera en fonction cependant de la température de l'air au-dessus des surfaces chaudes, c'est-à-dire à la sortie des batteries. Dans le cas des batteries en cave, la température de l'air aux bouches variera suivant la longueur des conduits de chaleur, et on peut admettre, comme dans le cas des calorifères à air chaud, que la perte en route est de 2 degrés par mètre de conduit horizontal et de 1 degré par mètre de conduit vertical. On a donc, comme on le voit, tout avantage à placer les batteries à la base des conduits montants.

Dans le cas des batteries dans des gaines, la perte en route est pour ainsi dire nulle.

De ce qui précède, il résulte que tout dépend de la température de l'air à la sortie de la batterie.

On peut admettre que, dans des conditions normales, l'eau chaude contenue dans les batteries est à une température moyenne de 75 degrés (aller 90 degrés, retour 60 degrés).

Si les batteries sont en cave, l'air pris à l'extérieur devra être réchauffé à 65 degrés, et, si les batteries sont dans des gaines, à 55 degrés.

Ces bases étant admises, on peut calculer exactement le cube d'air que chaque batterie doit réchauffer, la température extérieure minimum étant donnée.

On détermine alors l'importance des surfaces de chauffe. La transmission s'opère par radiation et convection; mais les formules données aux paragraphes 116 et suivants ne sont plus applicables dans ce cas, parce qu'elles concernent les surfaces lisses et qu'elles ne tiennent pas compte, pour la convection, de la vitesse de l'air au contact des surfaces. Il y a donc lieu de les modifier ou plutôt de leur affecter certains coefficients.

Nous n'entrerons pas dans le détail de ces calculs théoriques, qui donnent des résultats satisfaisants en pratique. Nous adopterons pour la transmission un coeffi-

cient *moyen* ayant donné pratiquement de bons résultats. Comme nous avons admis qu'on devait réchauffer l'air à une température *fixe* donnée, le coefficient *vrai* de transmission varie avec la température extérieure et dans le même sens. On pourrait procéder autrement, prendre une valeur fixe pour ce coefficient et déterminer la température variable de l'air au-dessus de la batterie. C'est réellement, à peu de choses près, ce qui se produit; mais la différence entre les deux méthodes est peu sensible pour les écarts de température rencontrés en pratique avec l'eau chaude. Il n'en est pas de même avec la vapeur.

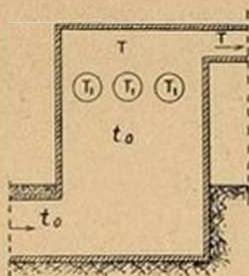


Fig. 41.

Désignons par :

T, la température de l'air au-dessus de la surface chaude;

T₁, la température moyenne de l'eau chaude;

t₀, la température de l'air pris à l'extérieur;

K, le coefficient de transmission moyen par mètre carré de surface de chauffe, par degré d'écart de température et par heure.

Les tuyaux peuvent être considérés comme placés dans un milieu (fig. 41) dont la température moyenne sera :

$$\frac{T + t_0}{2};$$

l'écart de température entre les tuyaux et l'air qui les entoure sera :

$$T_1 - \frac{T + t_0}{2}.$$



La transmission au mètre carré sera donc :

$$K \left(T_1 - \frac{T + t_0}{2} \right) \quad (1)$$

ou bien :

$$K \times \frac{2T_1 - (T + t_0)}{2}$$

On prend pour les calculs et pour les batteries en caves (tuyaux à ailettes n° 1 ou éléments de poêles) :

$$K = 10^{\text{cal}}, 50.$$

Plus le nombre d'ailettes au mètre courant augmentera et plus la transmission diminuera.

Dans le cas des batteries dans les gaines, la transmission s'opère mieux en raison de la forme et de la position des surfaces; on prend dans ce cas pour valeur du coefficient :

$$K = 11^{\text{cal}}, 40.$$

Prenons par exemple (batterie en cave) :

$$\begin{aligned} T &= 65^\circ \\ T_1 &= 75^\circ \\ t_0 &= -5^\circ \\ K &= 10,5 \end{aligned}$$

On aura pour transmission au mètre carré et par heure, en appliquant la formule (1) :

$$10,5 \left(75 - \frac{65 - 5}{2} \right),$$

soit en chiffres ronds :

$$470 \text{ calories.}$$

Si l'on prend (batterie dans une gaine) :

$$\begin{aligned} T &= 55^\circ \\ T_1 &= 75^\circ \\ t_0 &= -5^\circ \\ K &= 11,4 \end{aligned}$$

on aura, en appliquant la même formule et en effectuant les calculs, une transmission au mètre carré et par heure :

$$570 \text{ calories.}$$

D'une façon générale, si l'on désigne par :

M, le nombre de calories à fournir par la surface de chauffe à l'heure;

S, sa surface en mètres carrés, on aura évidemment :

$$M = SK \left(T_1 - \frac{T + t_0}{2} \right);$$

d'où l'on tirera :

$$S = \frac{M}{K \left(T_1 - \frac{T + t_0}{2} \right)} \quad (2)$$

2° *Sections des tuyauteries.* — Pour calculer les tuyauteries de distribution, on se servira des formules trouvées précédemment, en remarquant que l'eau d'aller peut être prise à 90 degrés et l'eau de retour à 60 degrés.

Dans le cas des batteries en caves, la charge étant très faible, il en résultera une augmentation dans les diamètres des tuyauteries de distribution.

3° *Section des conduits de prise d'air.* — Pour chaque batterie en cave, on calculera la section de la prise d'air en admettant que l'air circule avec une vitesse de 4 mètre à la seconde.

Si Q est le cube à introduire à l'heure; S', la section de la prise d'air, on aura :

$$S' = \frac{Q}{3600}$$

Pour les batteries dans des gaines, la section trouvée par la formule sera un minimum. On aura tout avantage à l'augmenter, par la raison que, ces conduits n'étant pas visitables, il s'y déposera des poussières qui diminueront le passage.

Dans l'un et l'autre cas, la section totale des vides des grilles des prises d'air sera égale à la section du conduit qu'elles desservent.

4° *Section des conduits d'air chaud.* — Dans le cas des batteries en caves, on adopte, pour vitesses de circulation dans les conduits, les valeurs suivantes :

Rez-de-chaussée	0 ^m ,80	} par seconde.
1 ^{er} étage	1,00	
2 ^e étage	1,20	
3 ^e étage	1,40	
4 ^e étage	1,60	
5 ^e étage	1,80	

Pour les batteries dans les gaines, le



conduit a la section de la gaine elle-même; cela provient de la construction.

5° *Section des bouches.* — Dans l'un ou l'autre cas, les bouches sont calculées pour évacuer l'air à une vitesse uniforme de 1 mètre à la seconde, sauf pour le rez-de-chaussée, pour lequel on adopte la vitesse de 0^m,80 (batteries en cave).

Pour bien faire comprendre la manière de calculer, appliquons ce qui précède à un exemple.

Supposons qu'une batterie en cave doit chauffer 500 mètres cubes d'air alimentant des conduits de chaleur placés comme l'indique la figure 42.

Supposons en outre que :

$$t_0 = - 5^\circ$$

$$T = 65^\circ$$

$$T_1 = 75^\circ$$

$$K = 10,50$$

Le nombre de calories M, que devra fournir la batterie pour échauffer les 500 mètres cubes, sera :

$$M = 0,307 \times 500 \times (65 + 5)$$

ou

$$M = 10745 \text{ cal.}$$

Chaque mètre carré de surface transmettant dans ces conditions, et comme nous l'avons vu, 470 calories à l'heure, on aura besoin d'une surface chauffante de :

$$S = \frac{10745}{470}$$

soit :

$$S = 22^{\text{m}^2},85.$$

Pour calculer la tuyauterie, il suffira d'appliquer ce qui est dit précédemment (1^{er} volume, pages 471 et suivantes).

Soit S' la section de la prise d'air; on aura :

$$S' = \frac{500}{3600}$$

ou

$$S' = 0^{\text{m}^2},14.$$

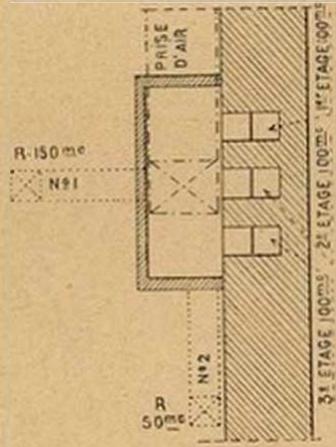


Fig. 42.

On prendra un conduit ayant 0^m,40 × 0^m,35 de hauteur intérieurement.

Les conduits de chaleur auront :

Rez-de-chaussée n° 1	—	v = 0 ^m ,80	s = 5 ^m ,2	—	poterie 22 × 25
» n° 2	—	v = 0,80	s = 1,73	—	» 13 × 16
1 ^{er} étage	—	v = 1,00	s = 2,8	—	» 17 × 19
2 ^e étage	—	v = 1,20	s = 2,35	—	» 17 × 19
3 ^e étage	—	v = 1,40	s = 2,0	—	» 13 × 16

Et les bouches :

Rez-de-chaussée n° 1	—	5 ^m ,2
» n° 2	—	1,73
1 ^{er} étage	—	2,80
2 ^e étage	—	2,80
3 ^e étage	—	2,80



Enfin, supposons une batterie dans une gaine, et devant fournir 120 mètres cubes à l'heure.

Si on admet que :

$$t_0 = - 5^{\circ}$$

$$T = 55^{\circ}$$

$$T_1 = 75^{\circ}$$

$$K = 11,40$$

on aura à fournir un nombre de calories, égal à :

$$M = 0,307 \times 120 (55 + 5)$$

ou $M = 2210$ calories.

La surface de chauffe sera :

$$S = \frac{2210}{570}$$

soit :

$$S = 3^m,90 \text{ en chiffres ronds.}$$

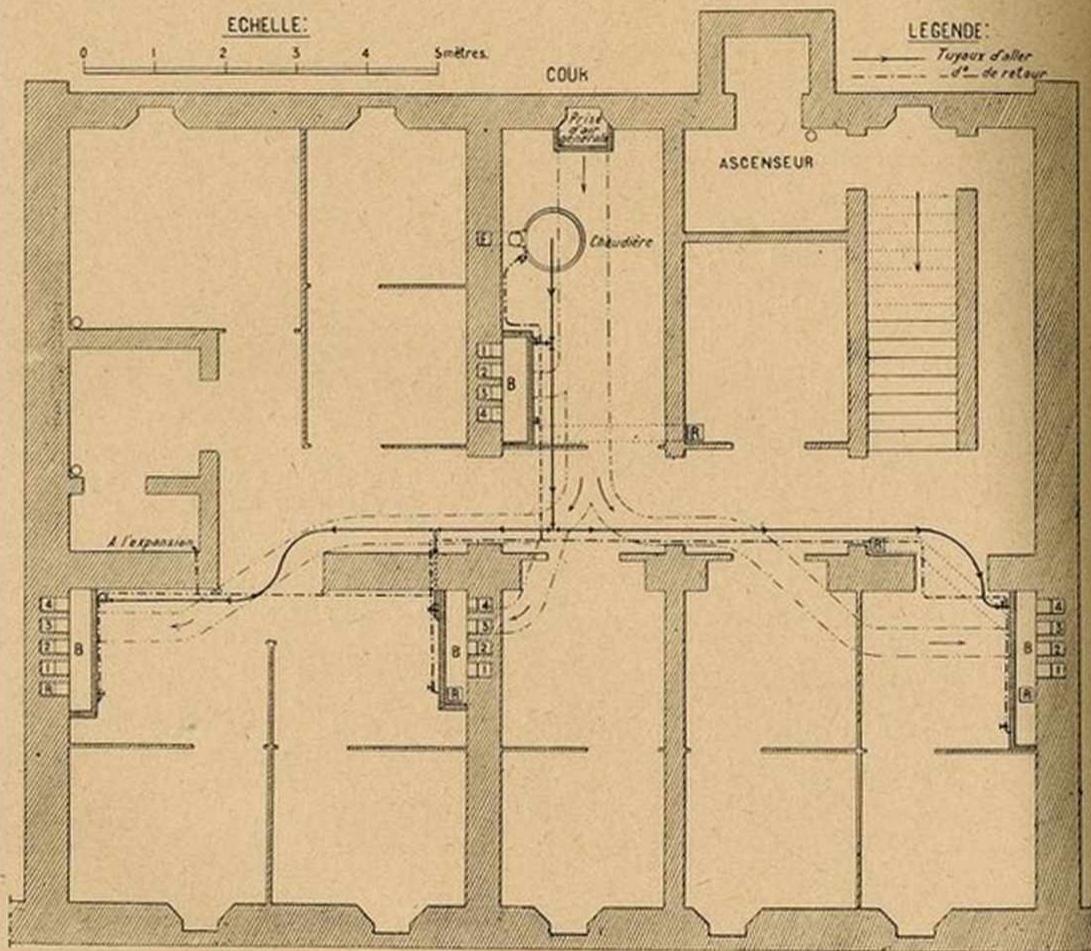
La prise d'air aura au moins :

$$S' = \frac{120}{3600} = 3^m,35,$$

soit $0^m,33 \times 0,11$, par exemple.

La bouche de chaleur aura la même section, soit $3^m,35$.

179. Schémas d'une distribution. —



RUE
Fig. 43.

La figure 43 donne le plan de cave d'une maison chauffée par batteries et composée d'un rez-de-chaussée et de quatre étages.

Les batteries B, B..., au nombre de quatre, sont placées à la base des groupes de conduits; deux d'entre elles alimentent chacune une bouche à rez-de-chaussée.

Les batteries sont alimentées d'air froid par des conduits de prise d'air branchés sur un collecteur débouchant sur la cour. Cette façon de procéder n'est évidemment pas obligatoire, parce qu'elle entraîne à un plus grand développement de conduits; chaque batterie pourrait avoir sa prise d'air indépendante.

Au point de vue hygiénique, il est cependant préférable de procéder ainsi, l'air puisé dans une cour étant moins chargé de poussières que celui puisé dans une rue.

Pour permettre la visite et le nettoyage des prises d'air, il est de bonne pratique de ménager des regards qui, en temps ordinaire, sont bouchés par des tampons mobiles et suffisamment résistants pour supporter les charges qu'on peut faire rouler dans les caves.

Le vase d'expansion, qui n'est pas tracé sur le schéma, se trouve placé à rez-de-chaussée dans un water-closet. Il est

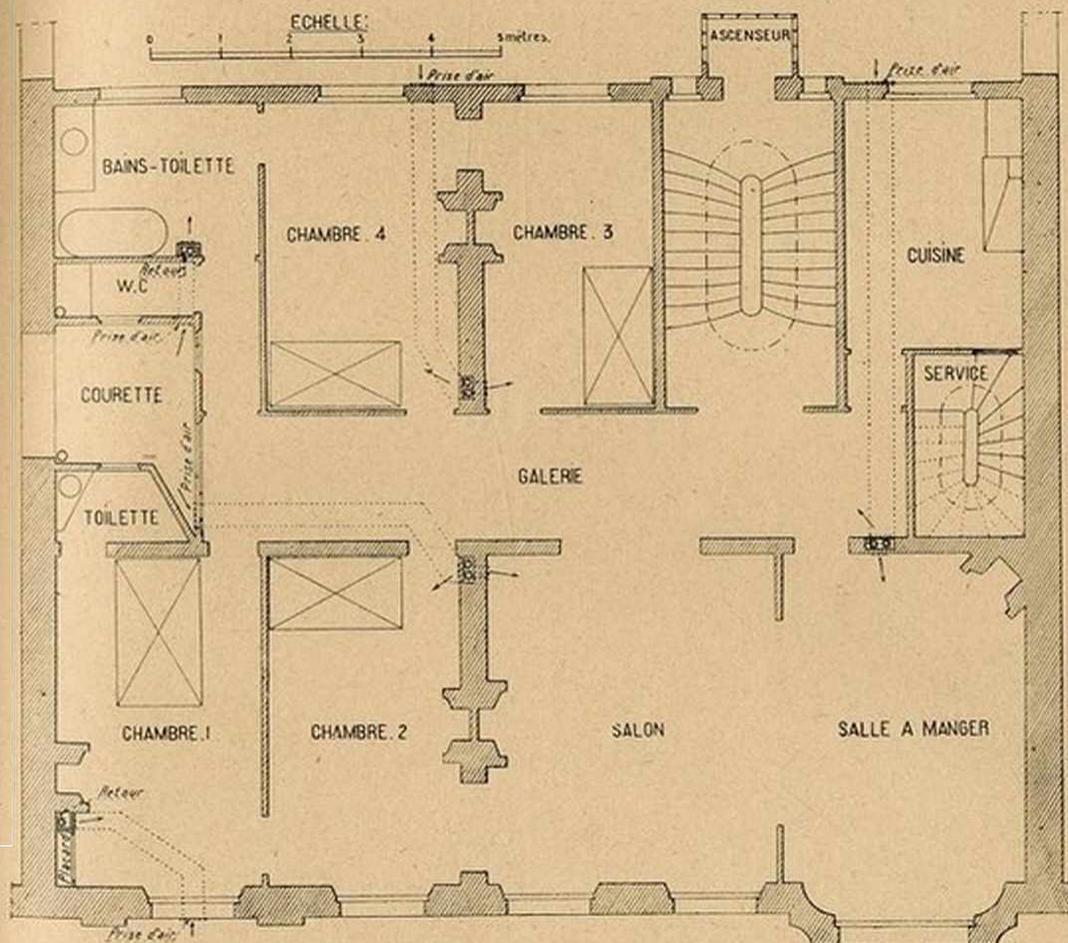


Fig. 44.

branché directement sur un tuyau de retour.

La tuyauterie de distribution est placée au plafond des caves pour l'aller et en caniveaux pour le retour. Chaque batterie peut être mise hors circuit par le moyen de deux robinets d'arrêt, posés l'un sur l'aller et l'autre sur le retour.

En ce qui concerne le chauffage par batteries dans des gaines, nous nous contenterons de donner un plan d'étages (fig. 44). Toutes les pièces sont chauffées, ainsi que l'indiquent les flèches, soit par des batteries dissimulées dans les murs de refend, soit par des batteries aménagées dans des coffrages spéciaux construits à cet effet.

Comme nous l'indiquons précédemment, l'une des colonnes à ailettes sert pour l'aller, l'autre pour le retour. Il peut arriver cependant que deux colonnes en tuyaux à lames constituent une batterie trop forte pour le chauffage demandé. Dans ce cas, on peut n'employer qu'un tuyau pour l'aller, l'autre pour le retour,

dans la hauteur de chaque étage, ou encore, comme il est représenté dans la chambre n° 1 et les bains-toilette, n'employer pour l'aller que des tuyaux à lames, le retour se faisant par un tuyau lisse en fer creux de diamètre convenable.

Chaque tête de colonne portera un purgeur. Une des colonnes se prolongera jusqu'à l'expansion, qui sera placée au-dessus de toutes les colonnes et disposée comme nous l'avons vu précédemment.

Chaque gaine est alimentée d'air froid et à chaque étage, par un conduit de ventouse dont les dimensions seront proportionnées au cube d'air à débiter, en tenant compte des épaisseurs des planchers.

Comme on le voit, il est toujours possible d'aménager facilement ces batteries, qui peuvent distribuer de l'air chaud à deux pièces contiguës.

La tuyauterie générale de distribution se trace comme dans le cas d'un chauffage à moyenne pression et en suivant la méthode indiquée précédemment.



TOURS, IMPRIMERIE DES LIS FRÈRES, RUE GAMBETTA, 6
