

H. CHARLENT ET L. BOURCIER

LA PRATIQUE  
DU  
CHAUFFAGE CENTRAL  
CHARBON . GAZ . MAZOUT



LIBRAIRIE GARNIER FRÈRES

A LA MÊME LIBRAIRIE .

---

A. MAGNÉ et H. CHARLENT. — **Traité pratique de plomberie, ouvrage illustré de 420 figures et hors-texte, 1 volume in-16, pleine toile.. 16 fr.**



H. CHARLENT \* E.D.P.  
ENTREPRENEUR  
MEMBRE DES CONSEILS DE PERFECTIONNEMENT  
DES ÉCOLES DE MÉTIERS

Lucien BOURCIER  
Ingénieur A. et M.  
*Ancien aide-monteur*

LA PRATIQUE  
DU  
CHAUFFAGE CENTRAL

CHARBON - GAZ - MAZOUT

OUVRAGE ILLUSTRÉ DE 250 FIGURES ET HORS-TEXTE  
TROISIÈME ÉDITION ENTIÈREMENT REFONDUE ET AUGMENTÉE



PARIS

LIBRAIRIE GARNIER FRÈRES

6, RUE DES SAINTS-PÈRES, 6



(11.) 1933

## LISTE DES FABRICANTS

qui ont gracieusement autorisé les auteurs  
à utiliser les gravures de leurs catalogues  
pour illustrer le présent ouvrage.

AUTOCALOR.

BEAURIENNE.

COMPAGNIE NATIONALE DES RADIATEURS.

CONSTRUCTEURS ASSOCIÉS DE PARIS.

DE DIETRICH ET C<sup>ie</sup>.

DUCHARME.

FAVIER.

GUENET ET ABBAT.

LOISEAU.

MALBATE ET C<sup>ie</sup>.

MALADRY.

PINCHART DENIS.

P. R. S. M.

SOCIÉTÉ ANONYME POUR LA VENTE DES RACCORDS SUISSES.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE CHALEUR ET LUMIÈRE.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'INCANDESCENCE PAR LE GAZ.

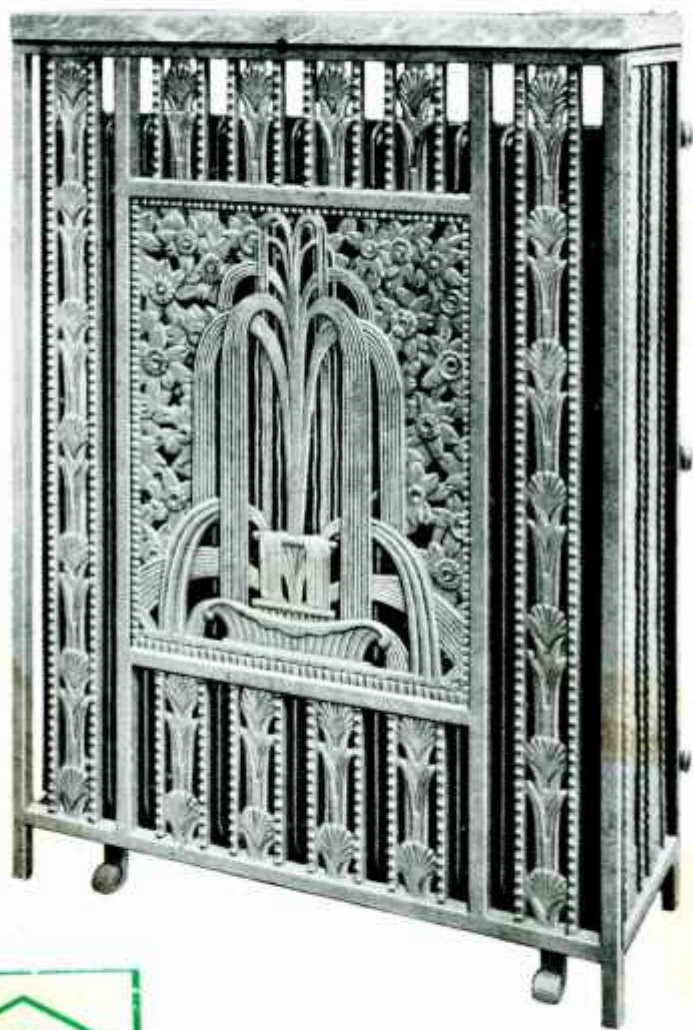
SOCIÉTÉ ANONYME DES HAUTS FOURNEAUX ET Fonderies DE  
Brousseval.

SOCIÉTÉ « LA GAULOISE ».

URBAIN BORGUET (RAY BURNER COMPANY).

Un certain nombre de croquis ont été empruntés à la Revue  
technique : COUVERTURE-PLOMBERIE.





## AVANT-PROPOS

*Ce livre de pratique s'adresse aux installateurs et monteurs de chauffage, aux entrepreneurs qui s'intéressent à cette spécialité (entrepreneurs généraux, plombiers, fumistes) et à tous ceux que leur profession ou leurs besoins mettent en rapport avec les chauffeurs.*

*Nous avons voulu en faire à la fois un ouvrage de vulgarisation et un manuel pratique, un conseiller pour l'installateur et l'utilisateur, un guide pour le monteur.*

*On y trouvera, après une révision rapide des principes généraux indispensables :*

*La technique élémentaire du chauffage à eau chaude par thermosiphon ;*

*Un exemple pratique, réel, d'étude et d'exécution d'une installation courante (chapitre V) ;*

*Des documents sur les chauffages à eau chaude spéciaux et particulièrement sur les chauffages à niveau et les chauffages par cuisinières ;*

*La technique élémentaire du chauffage à vapeur à basse pression et des données pratiques sur ce sys-*



*Des considérations sur les systèmes utilisant la vapeur et l'air chaud et sur les chauffages centraux au gaz, au mazout, à l'électricité, etc. ;*

*Un chapitre sur les distributions centrales d'eau chaude ;*

*Enfin, un chapitre sur le montage des installations, le travail de chantier.*

*Les formules ont été systématiquement évitées et remplacées par des tableaux et abaques d'une lecture facile et rapide.*

*Nous souhaitons que cet ouvrage soit utile aux praticiens et qu'en leur fournissant des méthodes et des documents simples il leur évite de tomber dans l'empirisme, facteur d'erreurs grossières et source de déboires.*

H. CHARLENT, L. BOURCIER.



## AVANT-PROPOS

DE LA NOUVELLE ÉDITION

*Cette nouvelle édition a été entièrement revue et considérablement augmentée.*

*Nous avons tenu compte dans sa préparation des critiques, suggestions et indications que nous avons sollicité de nombreux lecteurs des éditions précédentes.*

*Les points délicats du métier : calcul des déperditions, calcul des tuyaux, etc... ont été développés. Un chapitre spécial a été consacré au chauffage au mazout. Nous pensons qu'ainsi complété notre travail sera utile aux entrepreneurs et à leurs commis, aux monteurs et aux apprentis et qu'il fournira aux architectes, industriels et propriétaires les renseignements généraux qui leur sont indispensables pour commander les installations de chauffage central et de service d'eau chaude et en surveiller l'exécution dans de bonnes conditions.*

H. CHARLENT et L. BOURCIER.

NOTA. — Pour tous renseignements, suggestions, etc., concernant cet ouvrage, adresser la correspondance, au nom de L. BOURCIER, à la Librairie GARNIER Frères, 6, rue des Saussaies, Paris (7<sup>e</sup>), qui fera suivre.





# La pratique du Chauffage Central

---

## CHAPITRE PREMIER

### LA CHALEUR

#### NOTION DE CHALEUR

**Température.** — Le but du chauffage est de maintenir dans les locaux une certaine température.

La notion de température nous est fournie par nos sens. Tel corps est chaud (ou semble chaud), tel autre corps est froid. Mais ces sensations sont toutes relatives et sujettes à caution. Seul le thermomètre donne une indication précise.

**Thermomètres.** — Le fonctionnement du thermomètre repose sur le principe suivant :

Sous l'action de la chaleur, presque tous les corps se dilatent, c'est-à-dire qu'ils augmentent de longueur, de volume.

Le liquide contenu dans l'ampoule du thermomètre (mercure, alcool coloré, etc...) subissant cette loi naturelle, monte » lorsque la température s'élève.



ULTIMHEAT®  
VIRTUAL MUSEUM

Il a suffi de prendre pour points de repère des températures bien définies absolument stables : température de la glace fondante, température de la vapeur d'eau bouillante à l'air libre; et de diviser l'intervalle compris entre les points correspondants (nommés conventionnellement zéro et



FIG. 3.  
Thermomètre  
coudé.



FIG. 4.  
Thermomètre  
à cadran.

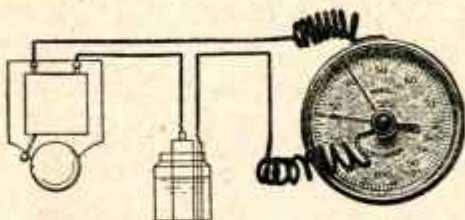


FIG. 5. — Thermomètre avertisseur.



FIG. 6.  
Thermomètre  
transmetteur.



FIG. 7.  
Thermomètre mobile  
pour tuyaux.

cent) en cent parties égales pour obtenir l'échelle thermométrique centigrade (ou Celsius).

Il existe des thermomètres à cadran, des thermomètres à maxima et minima, des ther-



momètres enregistreurs, des thermomètres avertisseurs, des thermomètres transmetteurs, etc. (fig. 3, 4, 5, 6, 7).

On mesure les hautes températures au moyen de pyromètres et de couples thermo-électriques.

**Correspondance de l'échelle thermométrique  
centigrade et de l'échelle Fahrenheit  
utilisée dans les pays de langue anglaise.**

CENTIGRADE	FAHRENHEIT	CENTIGRADE	FAHRENHEIT
- 15	5,0	35	95,0
- 10	14,0	38	100,4
- 5	23,0	40	104,0
- 2	28,4	50	122,0
0	32,0	60	140,0
5	41,0	70	158,0
8	46,4	80	176,0
10	50,0	90	194,0
12	53,6	100	212,0
15	59,0	110	230,0
18	64,4	120	248,0
20	68,0	130	266,0
22	71,6	140	284,0
25	77,0	150	302,0
30	86,0		

### COMBUSTIBLES ET COMBUSTION

Un combustible est un corps qui contient une forte proportion de carbone (élément chimique). Le diamant et le graphite sont les corps qui contiennent le plus de carbone, viennent ensuite les charbons.



## Combustibles

Désignation	Pourcentage de carbone	Pouvoir calorifique d'un kilogramme (en calories)	Volume d'air <i>pré-</i> requis nécessaire pour la combustion complète (en m <sup>3</sup> , cub.)	Volume des produits de la combustion en mètres cubes (2)
<i>Solides :</i>				
Bois (sec).....	40 à 45	2.500 à 3.500	10 à 12	9
Houille.....	75 à 85	7.500	18 à 20	14 à 15
Anthracite.....	90	8.000	22	20 à 21
Coke de gaz.....	85	5.800 à 6.100	16 à 22	14 à 16
— métallurgique...	89	5.800 à 6.300		
<i>Liquides :</i>				
Mazout.....	*	10.500	*	*
<i>Gazeux :</i>				
Gaz d'éclairage.....	*	4.500 (1)	5 à 6	11

(1) Pour un mètre cube.  
(2) Supposés ramenés à 0 degré et mesurés sous pression atmosphérique normale (760 <sup>mm</sup>/<sub>m</sub> de mercure).

La **combustion** est une combinaison chimique entre le carbone des combustibles et l'oxygène de l'air. (L'air contient 1/5 de son volume d'oxygène.)

Elle peut donner lieu à deux composés gazeux principaux : l'acide carbonique incombustible et l'oxyde de carbone combustible et très toxique.

Une combustion est complète lorsque tout le carbone du combustible est transformé en acide carbonique.

Le *pouvoir calorifique* d'un combustible est le nombre de calories dégagées par la combustion complète d'un



kilogramme de combustible. (Les produits de la combustion étant supposés ramenés à 0 degré sous la pression atmosphérique normale de 760 millimètres de mercure.)

La combustion complète exige une quantité d'air bien déterminée. (Voir Tableau Combustibles.) En pratique, il est impossible d'obtenir la combustion complète avec le volume d'air théoriquement suffisant. En particulier, pour brûler convenablement les combustibles solides dont les particules se mélangent mal avec l'air, on est obligé d'admettre dans le foyer un certain excès d'air. Cet excès d'air provoque un refroidissement du foyer. Si l'excès d'air n'est pas exagéré, l'inconvénient est moindre que celui d'une combustion incomplète qui entraîne un dégagement d'oxyde de carbone, car l'oxyde de carbone étant combustible, si on le rejette, on perd une certaine quantité de chaleur. La présence d'oxyde de carbone dans les fumées est donc l'indice d'un gaspillage de combustible. Par contre, la présence d'acide carbonique en quantité convenable est l'indice d'une bonne combustion.

L'analyse chimique des fumées renseigne très exactement sur la marche de la combustion.

Les chaudières de chauffage sont généralement munies de dispositifs : tuyères, réglottes d'entrée d'air dans les portes de chargement, qui permettent d'amener aux endroits du foyer où l'oxyde de carbone a tendance à se produire la quantité d'air nécessaire à sa combustion (l'oxyde de carbone brûle avec une flamme bleue).

*N. B. — L'ouverture de la porte de coupe-tirage des chaudières provoque la formation d'oxyde de carbone. Cette manœuvre doit donc être effectuée le moins possible. On doit régler le tirage en agissant sur l'entrée d'air sous la grille et sur le registre de fumée.*



## EFFETS DE LA CHALEUR ET LEURS APPLICATIONS

**Dilatation.** — Sous l'action de la chaleur tous les corps augmentent de volume, de longueur.

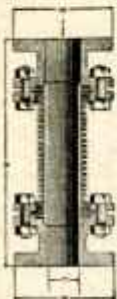


FIG. 1.  
Compensateur  
Samson.

En particulier, les tuyauteries des chauffages à eau chaude et à vapeur à basse pression s'allongent au cours du fonctionnement de 1 millimètre à 1,2 mm. par mètre (au maximum). On doit prendre les précautions suivantes pour éviter les ruptures qui pourraient résulter de ces allongements :

Ne jamais brider les tuyauteries dans leurs colliers de support ;

Ne jamais sceller les tuyauteries dans les murs, cloisons ou planchers (employer des fourreaux) ;

Prévoir sur les longues tuyauteries des dispositifs compensateurs de dilatation : manchons spéciaux, lyres déformables, etc... (fig. 1 et 2).

Eviter les branchements que l'allongement des tuyauteries principales pourrait cisailer ou forcer.

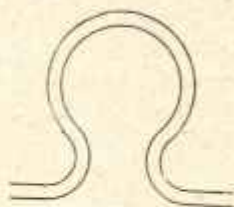


FIG. 2.  
Lyre de dilatation.

Ovaliser les trous des branchements verticaux effectués sur de longues canalisations horizontales de façon à leur permettre de suivre les déplacements de la tuyauterie principale.



## MESURE DE LA CHALEUR

**Mesure de la chaleur.** — La nature même de la chaleur est inconnue, mais on peut apprécier ses effets, ce qui explique que, pour définir *la calorie*, unité de quantité de chaleur, on ait envisagé les effets de la chaleur sur l'eau.

**La calorie.** — Pratiquement, la calorie est la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré la température d'un kilogramme d'eau (1).

*La thermie* vaut 1.000 calories.

On peut naturellement exprimer en calories des quantités de chaleur utilisées à toute autre chose qu'à échauffer de l'eau : la calorie, comme toute unité de mesure, n'est qu'un terme de comparaison.

**La calorie-heure.** — La puissance calorifique, c'est-à-dire la faculté de fournir un certain nombre de calories dans un temps donné, s'évalue en calories-heure.

(1) La quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré la température d'un kilogramme d'un corps est appelée chaleur spécifique. En général, on peut admettre que la chaleur spécifique est constante.



Un appareil de chauffage a une puissance d'une calorie-heure quand il peut fournir une calorie à l'heure. Ainsi un appareil qui peut fournir 18.000 calories en trois heures a une puissance de 6.000 calories-heure.

## TRANSMISSION DE LA CHALEUR

**MODES DE TRANSMISSION DE LA CHALEUR.** — Lorsque deux corps dont les températures sont différentes sont placés en contact, ou simplement au voisinage l'un de l'autre, il se produit entre eux un échange de chaleur qui tend à établir l'équilibre, c'est-à-dire l'égalité des températures.

La chaleur se transmet de quatre manières différentes : par mélange, par conductibilité, par convection, par rayonnement.

**Mélange.** — Ce mode de transmission est familier : on réchauffe l'atmosphère d'un local en y envoyant de l'air chaud, on échauffe l'eau froide en y mélangeant de l'eau chaude, etc...

Un exemple fera comprendre comment on peut calculer la température finale d'un mélange :

Si l'on veut calculer la température finale de 8 litres d'eau obtenus par mélange de 4 litres d'eau à 8 degrés avec 4 litres d'eau à 70 degrés, on raisonne comme suit :

4 litres à 8 degrés contiennent :  $4 \times 8 = 32$  calories;

4 litres à 70 degrés contiennent :  $4 \times 70 = 280$  calories.

Les 8 litres d'eau mélangés contiennent donc,  $32 + 280 = 312$  calories.

Leur température finale est de :  $312 : 8 = 39$  degrés.

**Conductibilité (ou conduction).** — Certains corps (les métaux en particulier) sont bons conducteurs de





la chaleur, c'est-à-dire que la chaleur se transmet rapidement de proche en proche dans leur masse. D'autres sont mauvais conducteurs (c'est le cas des *calorifuges* dont on recouvre les chaudières, les tuyauteries, etc... pour réduire les pertes de chaleur). Les liquides et les gaz sont mauvais conducteurs. L'air sec immobilisé constitue un excellent calorifuge, c'est-à-dire un bon isolant.

**Convection.** — On sait qu'on obtient le poids d'un corps (en kilogrammes) en multipliant sa densité par son volume en litres ou décimètres cubes. (Voir tableau ci-dessous.)

Inversement, on retrouve la densité en divisant le poids par le volume. Donc, lorsque le volume augmente sans que le poids varie, la densité diminue. Lorsqu'on chauffe une portion inférieure d'une masse liquide ou gazeuse, cette portion se dilate, son volume augmente, son poids ne change pas, sa densité diminue. Devenue ainsi plus légère que les portions voisines, la portion chaude s'élève vers les couches supérieures pendant que les couches inférieures, plus denses, s'écoulent vers le bas. Les courants qui résultent de ces mouvements sont appelés **courants de convection**.

Les liquides et les gaz, mauvais conducteurs de la chaleur, ne s'échauffent que par convection : c'est pour cette raison que, pour les échauffer rapidement, il faut placer la source de chaleur près des couches inférieures.

### DENSITÉS USUELLES

(par rapport à l'eau)

Eau.....	1
Fer.....	7,8 à 7,9
Fente.....	6,8 à 7,8
Acier.....	11,35



**DENSITÉS USUELLES (par rapport à l'eau) (Suite)**

Cuivre.....	8,29	
Sable.....	1,4 à 1,9	
Houille (en petits morceaux)....	0,8 à 1	(compris les vides)
— (en gros morceaux)....	0,9 à 1,1	Id.
Coke.....	0,42 à 0,55	Id.
Machefer.....	0,8 à 1	
Mazout.....	0,895	
Mercure.....	13,6	

**DENSITÉS DES GAZ**

(par rapport à l'air)

(1 mètre cube d'air pèse 1 kg. 293).

Air.....	1
Gaz d'éclairage.....	0,48 à 0,57
Oxyde de carbone.....	0,9569
Acide carbonique.....	1,5291
Vapeur d'eau à 100°.....	0,6235

**Rayonnement.** — Les corps chauds émettent des rayons calorifiques qui transmettent la chaleur à distance (exemple familier : les rayons du soleil).

La quantité de chaleur rayonnée par un corps est d'autant plus grande que sa température est plus élevée. A température égale, les corps dont la surface est polie, brillante, ou claire, rayonnent beaucoup moins de chaleur que les corps mats ou sombres, c'est pour cette raison qu'il faut éviter de peindre les radiateurs avec des bronzes métalliques et employer de préférence des teintes mates et sombres. Les corps qui rayonnent mal absorbent mal la chaleur. C'est pour cette raison qu'on porte des vêtements blancs dans les pays chauds.

Un corps qui rayonne et qui est placé dans l'air ou dans l'eau, provoque des courants de convection qui



finissent par réchauffer toute la masse d'air ou d'eau. C'est le principe du chauffage par corps de chauffe.

La conduction, la convection et le rayonnement se produisent presque toujours en même temps et sont à peu près inséparables.

**Transmission de la chaleur à travers une paroi.** — La transmission de la chaleur à travers une paroi s'opère à la fois par conductibilité, par convection et par rayonnement.

On obtient le nombre de calories transmises en une heure à travers une paroi en multipliant *le coefficient de transmission de la paroi* par la différence des températures des corps qu'elle sépare (en degrés) et par la surface de la paroi (en mètres carrés).

**Coefficients de transmission à travers des parois métalliques.**

(Vitesse du courant chaud inférieure à 1 mètre par seconde.)

De la fumée à l'air.....	5 à 7
De l'eau à l'air.....	9 à 13
De la vapeur à l'air.....	10 à 14
De l'eau à l'eau.....	300 à 400
De la vapeur à l'eau.....	800 à 1.000

Le coefficient de transmission d'une paroi dépend de tous les éléments qui influent sur la conductibilité, la convection et le rayonnement, soient : la nature, la forme, la hauteur, l'épaisseur de la paroi, et les natures, températures et vitesse relative des corps qu'elle sépare (1).

(1) Par vitesse relative, on entend, si l'un des corps est immobile, la vitesse de l'autre; si les deux corps sont en mouvement dans le même sens, la différence de leurs vitesses; si les corps sont en mouvement en sens inverse, le total de leurs vitesses. (Dans ce dernier cas la transmission est dite méthodique.)



## PRESSIION

**Définition.** — Il est indispensable de posséder d'une façon précise la notion de pression dont on a fréquemment besoin dans la pratique du chauffage, ce qui explique la parenthèse ouverte ici pour la définir.

Une pression est le rapport d'une force à une surface.

Ainsi lorsqu'une brique pesant 550 grammes repose sur le sol par sa base mesurant 5 centimètres sur 11, c'est-à-dire par une surface de :  $5 \times 11 = 55$  centimètres carrés, la pression exercés par la brique sur le sol est de :  $\frac{550}{55} = 10$  grammes par centimètre carré.

De la même façon, une colonne d'eau de 50 centimètres de hauteur, remplissant un tube vertical obturé à sa base et d'une section intérieure de 4 centimètres carrés exerce sur le fond du tube une pression par centimètre carré égale au quotient du poids de la colonne d'eau par la section du tube.

Or, le volume de la colonne d'eau est de :  $4 \times 50 = 200$  centimètres cubes.

Son poids est donc de 200 grammes (puisque'un centimètre cube d'eau pèse un gramme) et la pression est de :  $\frac{200}{4} = 50$  grammes par centimètre carré.

*Elle est équivalente en grammes à la hauteur de la colonne d'eau en centimètres.*

Les gaz exercent sur les parois des récipients qui les contiennent une pression qui résulte de leur force élastique, c'est-à-dire de la force intérieure qui tend toujours à accroître leur volume. En particulier, la vapeur d'eau exerce dans les appareils de chauffage une pression qu'on peut exprimer en grammes par centimètre carré ou en centimètres d'eau par centimètre carré.



En pratique, on dit simplement : une pression de 50 grammes, de 50 centimètres d'eau. La surface à laquelle se rapporte cette pression, un centimètre carré, est sous-entendue.

**Manomètres.** — Les faibles pressions peuvent être mesurées au moyen de manomètres à eau. Les pres-

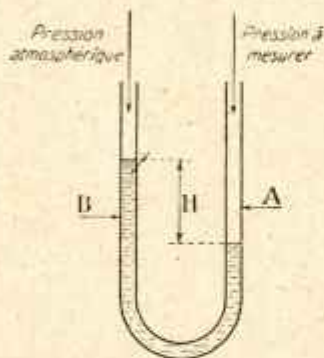


FIG. 8. — Manomètre à liquide.



FIG. 9. — Manomètre métallique.

sions plus élevées au moyen de manomètres à mercure ou de manomètres métalliques.

Le manomètre à liquide (eau ou mercure) se compose d'un simple tube en U (fig. 8 et 9).

La pression à mesurer s'exerce dans la branche A et refoule le liquide dans la branche B ouverte à l'air libre d'une hauteur H qui mesure, non pas la pression absolue, mais la pression effective, c'est-à-dire la différence entre la pression réelle à mesurer et la pression atmosphérique qui s'exerce naturellement dans la branche ouverte B.

Les manomètres métalliques comportent un tube ou une boîte métallique, ou une membrane, qui se



déforme sous l'action de la pression et dont les déformations sont transmises par un jeu de leviers à une aiguille qui se déplace sur un cadran gradué par comparaison avec un manomètre à liquide. Ces appareils, comme les précédents, *n'indiquent que la pression effective.*

Il existe des manomètres enregistreurs dont la plume encreée trace sur une feuille de papier, mue par un mouvement d'horlogerie, une courbe ou graphique des variations de pression.

#### ÉQUIVALENCE DES UNITÉS DE PRESSION PRATIQUEMENT EMPLOYÉES

1 millimètre d'eau par centimètre carré (mm : cm<sup>2</sup>), équivaut à 1/10 de gramme par centimètre carré;

1 gramme d'eau par centimètre carré (gr. : cm<sup>2</sup>), équivaut à 10 millimètres ou 1 centimètre d'eau par centimètre carré;

1 mètre d'eau par centimètre carré équivaut à 100 grammes par centimètre carré;

1 kilogramme par centimètre carré équivaut à 10 mètres de hauteur d'eau par centimètre carré;

1 kilogramme par mètre carré équivaut à 1/10 de gramme par centimètre carré;

1 millimètre de mercure par centimètre carré équivaut à 13 gr. 6 ou à 13 mm. 6 de hauteur d'eau par centimètre carré;

Enfin, *le pièse (Pz), unité légale de pression*, équivaut sensiblement à 10 gr. 2 par centimètre carré.

Et l'hectopieze équivaut sensiblement au kilogramme par centimètre carré.



## CHAPITRE II

# LE CHAUFFAGE

## GÉNÉRALITÉS

**Problème du chauffage.** — Le problème du chauffage consiste à établir (mise en régime) et à maintenir dans les locaux certaines températures.

On doit pouvoir obtenir ces températures tant que la température extérieure ne s'abaisse pas au-dessous d'un minimum en rapport avec les températures les plus basses observées dans la région (tableau suivant).

### Températures extérieures minimum (basses).

Région parisienne et centre de la France.....	5° en-dessous de zéro.	
Nord de la France.....	5 à 7°	—
Est de la France.....	7 à 10°	—

L'installation de chauffage est calculée pour faire face à ce cas limite. Les quantités de chaleur nécessaires et les proportions des appareils sont déterminées en conséquence.

Lorsque la température extérieure est supérieure au minimum prévu on doit pouvoir ralentir la marche. Cette faculté de réglage présente un intérêt consi-



dérable : un système de chauffage est d'autant plus économique à l'usage qu'il peut s'adapter rapidement aux variations de la température extérieure qui sont d'ailleurs fréquentes dans les régions tempérées.

**Régimes de chauffage.** — Le chauffage peut être continu ou intermittent.

Lorsque le chauffage est continu, c'est-à-dire lorsqu'il fonctionne sans interruption pendant toute la saison froide, la mise en route n'a lieu qu'une fois au début de l'hiver. On ne s'en préoccupe pas et le problème se limite au maintien de la température.

Lorsque le chauffage est intermittent, les mises en régime sont fréquentes et elles doivent être rapides. Il faut alors adopter des dispositions spéciales et choisir des générateurs à allumage et extinction simples et rapides.

A première vue, il est anti-économique de chauffer continuellement des locaux qui ne sont occupés qu'une partie de la journée. Mais les extinctions et allumages des foyers à charbon entraînent des gaspillages de combustible et des frais de main-d'œuvre considérables; d'autre part, les combustibles qui permettent des allumages et des extinctions rapides coûtent cher (gaz) ou nécessitent des dispositifs spéciaux (mazout, etc...). Ce qui explique que le chauffage continu au charbon soit encore très employé.

Les mises en régime rapides nécessitent généralement des appareils plus puissants que ceux qui suffiraient au maintien de la température établie, ce qui augmente les frais d'installation.

Le chauffage intermittent présente incontestablement de grands avantages dans de nombreux cas, en particulier pour le chauffage de locaux tels que boutiques, bureaux, ateliers, salles de spectacles, etc...

C'est un problème complexe que de déterminer, dans un cas donné, lequel des deux régimes, continu





ou intermittent, est le plus économique au sens complet du mot. Il y a lieu de prendre en considération :

*Le prix d'installation, ou plus exactement son amortissement;*

*Le prix du combustible;*

*La durée d'utilité effective du chauffage;*

*Les frais de main-d'œuvre nécessaire pour l'allumage, la surveillance et l'entretien des générateurs, la facilité de stockage, etc.*

La technique du chauffage intermittent est entièrement différente de celle du chauffage continu, et beaucoup plus complexe.

Nous ne ferons dans cet ouvrage qu'en effleurer certains aspects pratiques, en particulier au chapitre traitant du chauffage central au gaz de ville.

## CHAUFFAGE CONTINU

**Maintien de la température par un chauffage continu.** — Pour maintenir la température d'un local par un chauffage continu, il suffit d'y apporter régulièrement des calories en quantité suffisante pour compenser les pertes (ou déperditions) de chaleur qui se produisent à travers les parois et par la ventilation naturelle ou artificielle des pièces.

**Déperditions par les parois.** — Entre l'atmosphère d'un local chauffé et l'atmosphère extérieure froide,



Il se produit à travers les parois, par convection, conductibilité et rayonnement, un échange de chaleur qui tend à refroidir le local chauffé.

On obtient le nombre de calories qui s'échappent en une heure à travers une paroi en multipliant le coefficient de déperdition de la paroi par sa surface en mètres carrés et par la différence de températures des atmosphères séparées par cette paroi (en degrés). Le tableau donne une série courante de coefficients de déperditions. On pourra trouver ailleurs des chiffres sensiblement différents. Un certain nombre de coefficients ne sont pas encore connus avec certitude.

Un exemple familiarisera avec l'emploi des coefficients de déperdition :

EXEMPLE. — Quelle est la quantité de chaleur qui s'échappe par heure à travers un mur en briques de 0 m. 25, d'une surface de 9 mètres carrés et qui sépare une pièce chauffée à 18 degrés de l'extérieur, celui-ci étant à 5 degrés au-dessous de 0°

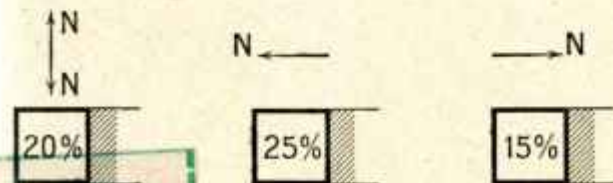
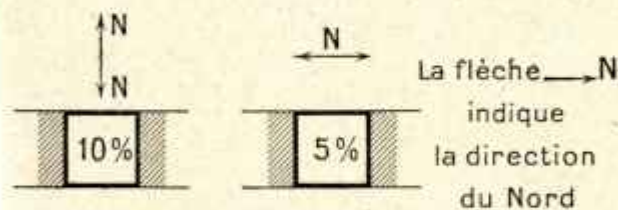
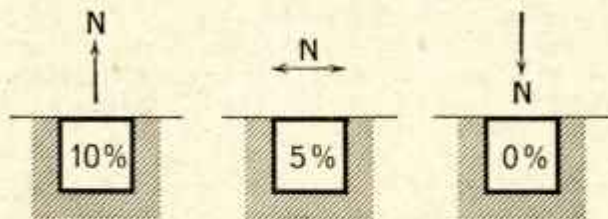
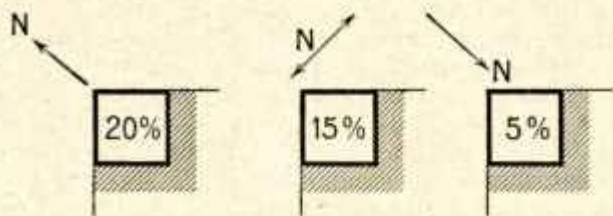
Le coefficient de déperdition de la paroi est 1,5, comme l'indique le tableau ci-dessus.

La différence des températures de moins 5 à plus 18 degrés est de 23 degrés.

La déperdition horaire est donc de :  $9 \times 1,5 \times 23 = 310$  calories environ.

Les déperditions des parois doivent être majorées chaque fois que la paroi est placée dans des conditions particulières qui accentuent la transmission de chaleur. Il faut, en particulier, porter attention aux conditions qui activent les mouvements de convection : orientation, vitesse du vent, hauteur des parois, etc... Personnellement, suivant que la pièce considérée est sur angle, qu'elle est enclavée, qu'elle a deux faces extérieures opposées, ou trois faces extérieures, nous appliquons sur l'ensemble des déperditions par parois extérieures les majorations indiquées par les croquis page 19.





Il ne faut pas oublier que les déperditions de chaleur par les parois sont considérablement augmentées si les murs sont humides. L'état d'humidité qui va en décroissant pour un bâtiment neuf peut faire sentir ses effets pendant plusieurs années sur les températures obtenues et corrélativement sur la consommation de combustible.

L'action du vent particulièrement importante sur les constructions isolées, en montagne, au bord de la mer, etc... doit être prise dans ces cas en considération particulière.

Enfin il est d'usage courant pour les pièces ayant plus de 4 mètres de hauteur, de majorer l'ensemble des déperditions de 2 à 3 % par mètre de hauteur à partir du cinquième.

Il est logique de porter en déduction tout apport de chaleur provenant de pièces voisines chauffées à températures plus élevées ou de circonstances particulières : présence de conduit de fumée, de machines dégageant de la chaleur, etc...



## DÉPERDITIONS PAR VENTILATION

Jusqu'ici l'aération régulière des locaux, condition de santé plus importante que le chauffage, est généralement laissée au hasard.

On compte sur l'ouverture des fenêtres... et sur les fissures des portes, des fenêtres et le tirage des cheminées. Dans ces conditions, il est impossible d'estimer la quantité et la température de l'air neuf qui s'introduit dans les locaux chauffés et vient en abaisser la température. On l'admet empiriquement et on suppose qu'il est entièrement en provenance de l'extérieur. Le tableau suivant donnera une indication.

## VENTILATION NATURELLE

VOLUME DU LOCAL	RENOUVELLEMENT D'AIR horaire
Moins de 100 mètres cubes.....	Volume de la pièce.
100 à 200 — .....	100 mètres cubes.
200 à 300 — .....	150 —
300 à 600 — .....	200 —
Plus de 600 — .....	1/3 à 1/6 du volume.

On obtient alors le nombre de calories perdues par ventilation en multipliant le renouvellement d'air admis par la différence de température entre le local chauffé et l'extérieur et par le nombre 0,3, parce qu'il faut 0,3 calorie pour élever d'un degré la température d'un mètre cube d'air (1).



L'installateur prudent majore toujours le renouvellement d'air lorsqu'il s'agit de locaux très ventilés par de fréquentes ouvertures des portes : halls, vestibules, salles de café, magasins, etc. Il y a d'ailleurs toujours intérêt dans ce cas à attirer les courants d'air froid, dès leur entrée, sur des corps de chauffe convenablement placés près des issues.

On conçoit tout de suite l'intérêt des systèmes combinés de chauffage et de ventilation qui fournissent aux locaux les quantités d'air pur nécessaire à la température convenable.

### CALCUL DES DÉPÉRDITIONS

Il s'opère en fonction des trois éléments suivants :  
 1° *Température extérieure.* — On peut admettre pour températures extérieures les températures données par le tableau, page 14.

2° *Températures intérieures.* — On peut calculer les températures des locaux non chauffés, mais on se contente généralement de les admettre empiriquement.

#### TEMPÉRATURES DES LOCAUX NON CHAUFFÉS

(correspondant à une température de 5 degrés en dessous)

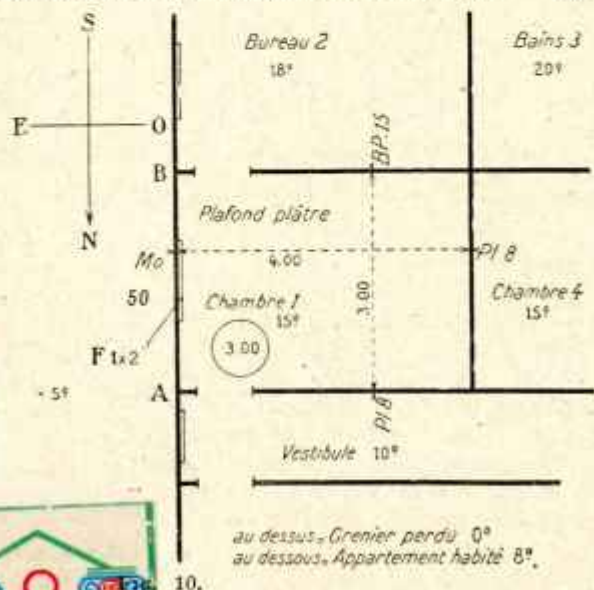
Vestibules, entrées.....	5°
Pièces non chauffées closes situées entre pièces chauffées.....	8 à 10°
Pièces non chauffées donnant sur extérieur.....	5°
Passages, couloirs.....	0°
Greniers.....	0°
Étage intermédiaire habité.....	8 à 10°
— sous grenier.....	5°
Caves.....	5°
Terre-plein.....	5 à 8°
Cuisines.....	10 à 12°



3° *Températures à maintenir.* — Les températures jugées généralement convenables sont indiquées par le tableau ci-dessous.

### TEMPÉRATURES A MAINTENIR

Salles d'opérations, de maternités.....	25 à 35°
— de bains, infirmerie, salles de malades.....	18 à 22°
Salons, salles à manger, nurseries, bureaux.....	} 18°
Salles de classes, de réunions.....	
Magasins de vente.....	
Tous locaux où l'on séjourne assis.....	} 14 à 16°
Chambres à coucher, cuisine.....	
Vestibules, escaliers, antichambres.....	10 à 15°
Ateliers pour travail manuel actif.....	12 à 15°
Grands ateliers d'usines. Églises.....	10 à 12°
Garages.....	5°*



EXEMPLE DE CALCUL DE DÉPÉRDITIONS. — On veut calculer les déperditions de la chambre I (fig. 10).

Température extérieure minimum : 5 degrés en dessous de zéro.

### CALCUL DE DÉPÉRDITIONS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Chambre 1.	20	Mo 50	ME	3 × 3	9	38	340	20	70
15 — 5	—	*	F	1 × 2	2	62	125	20	25
	5	Pl 8	Cl	4 × 3	12	12,5	150	*	*
	7	*	Pr	4 × 3	12	4,9	60	*	*
	15	Pl	Pd	4 × 3	12	45	540	*	*
	20	*	Von	4 × 3 × 3	36	6	220	*	*
									1.435
							Total..		1.530
A déduire..	3 BP	15	MI	4 × 3	12	5,4			65
							Net..		1.465

Nota. — Les chiffres de la colonne 8 sont toujours arrondis en multiples de 5.

Le tableau ci-dessus indique comment on peut disposer les calculs.

Une bonne méthode pour ne rien oublier consiste à opérer toujours dans le même ordre. Nous avons adopté ici l'ordre suivant : murs extérieurs, fenêtres, murs et cloisons extérieures, planches, plafonds, ventilation. Nous inscrivons les fenêtres, portes, vitrages, immédiatement au-dessous des surfaces, qui les comportent. La première ligne horizontale du tableau ci-dessus se rapporte au mur extérieur A B. On a inscrit dans les colonnes :

1. — Désignation de la pièce et températures intérieure et extérieure.





2. — La différence de température entre le local et l'extérieur (ou le local mitoyen);
3. — La nature et l'épaisseur de la paroi;
4. — La désignation de la paroi;
5. — Les dimensions de la paroi;
6. — La surface de la paroi;
7. — Le produit du coefficient de déperdition pris sur le tableau, page 24, par la différence de température (inscrite dans la colonne 2);
8. — Les déperditions (produit des nombres de la colonne 6 par ceux de la colonne 7);
9. — Les pourcentages de majorations (voir page 24).  
Le mur AB est à l'Est et très venté;
10. — Les majorations, totaux, résultats.

La deuxième ligne horizontale du même tableau se rapporte à la fenêtre F qui se trouve dans le mur AB.

Le tiret porté dans la deuxième colonne verticale rappelle que la surface de la fenêtre a été déjà comptée comme mur extérieur, à la première ligne, avec coefficient 1,9. Comme le coefficient pour la fenêtre est 5, on ne doit plus la compter qu'avec un coefficient  $5 - 1,9 = 3,1$ , ce qui justifie le nombre  $62 = 3,1 \times 20$  de la colonne 7.

L'avant-dernière ligne horizontale se rapporte à la ventilation. Le volume de la pièce est inscrit dans la colonne 6 et le produit de la différence de température 20 par le coefficient 0,3, soit 6, est inscrit dans la colonne 7.

On porte en déduction à la dernière ligne les calories fournies à la chambre 1 par le bureau 2.

**Exactitude des calculs, approximations.** — Les calculs de déperditions ne peuvent être d'une précision mathématique, parce que les coefficients de déperdition (déterminés par le calcul et vérifiés par des expériences de laboratoire) ne sont pas toujours conformes aux conditions de la pratique. C'est pourquoi



il n'y a aucun inconvénient à arrondir à 5 ou 0 les nombres de calories et à employer pour faire les opérations, qui sont assez longues, une règle ou un cercle à calculs.

La valeur d'un projet de chauffage dépend tout d'abord du soin et de la réflexion qui ont été apportés aux calculs des déperditions. Il faut, en particulier, savoir tenir compte des éléments qui échappent au raisonnement (ventilation, exposition, etc.) et de l'imprécision de certaines données.

La détermination rapide des déperditions d'après le volume de la pièce ne présente aucune sécurité. Les spécialistes ne pratiquent d'ailleurs cette approximation qu'avec circonspection et il est prudent de ne jamais la considérer autrement que comme très grossière et bonne à donner une idée d'ensemble ou à permettre une sorte de vérification rapide. Elle doit être étayée sur un ensemble de statistiques se rapportant à des locaux de nature, d'importance, de destination et de disposition semblables à celles du local considéré.



# COEFFICIENTS DE DEPERDITIONS

Les cotes indiquées sont les épaisseurs totales des parois

## PAROIS EXTÉRIEURES

ÉPAISSEUR EN CENTIMÈTRES	02	06	10	11	15	20	22	30	33	35	40	44	45	50	60	70	80	
<b>Murs et cloisons sans enduit</b>																		
Briques pleines.....				2,5	-		1,7		1,3			1,0		2,1	2,0	1,7	1,6	1,4
Moellons et pierres.....								2,6		2,4	2,2		1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	
Meulière.....								2,3		2,1	1,9							
Moellons artificiels (1).....			2,7		2,2	1,8												
Parpaings ciment.....			3,2		2,8	2,4												
Carreaux de plâtre pleins.....		2,4	2,7															
Sapin.....	2,6																	
Portes courantes en sapin.....	3,2																	
Portes courantes en chêne.....	4																	
Portes courantes vitrées 1/3.....	5																	
Vitres minces (fenêtres).....	4																	
Vitres épaisses (devantures).....	7																	
Tôle de fer.....	10																	
Tôle ondulée (surf. apparente).....																		

ÉPAISSEUR EN CENTIMÈTRES	08	12	13	17	22	24	30	35	35	40	46	45	50	60	70	80	
<b>Murs et cloisons avec enduit sur la face intérieure</b>																	
Briques pleines.....			2,3			1,6			1,2		1,0		1,9	1,8	1,6	1,5	1,4
Moellons et pierres.....							2,3	2,2		2,1		1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	
Meulière.....							2,1	1,9	1,8								
Moellons artificiels (1).....		2,4		2,0	1,7												
Parpaings ciment.....		2,9		2,5	2,2												
Carreaux plâtre pleins.....		2,4															

ÉPAISSEUR EN CENTIMÈTRES	09	13	15	18	23	25	30	36	35	40	47	45	50	60	70	80
<b>Murs et cloisons avec enduit sur les 2 faces</b>																
Briques pleines.....		2,2				1,5		1,2			1,0		1,8	1,7	1,5	1,4
Moellons et pierres.....							2,1		2,0	1,9						
Moellons artificiels (1).....		2,3		1,9	1,7											
Carreaux de plâtre pleins.....	2,1															

(1) Agglomérés de ciment et mâchefer.



## PAROIS INTÉRIEURES

D'une façon générale, on peut prendre des coefficients inférieurs de 10 % à ceux des parois extérieures de même épaisseur et de même composition.

## PLANCHERS

Béton ou carrelage sur terre-plein.....	1,4
Parquet sur lambourdes sur terre-plein.....	0,8
Parquet sur bitume sur terre-plein.....	1
Carrelage ou dallage ciment sur voutains briques.....	1,6
Parquet sur lambourdes sur voutains briques.....	0,4
Parquet sur bitume sur voutain briques.....	1,4
Parquet sur solives apparentes.....	1,4
Parquet sur solives avec plafond dessous.....	0,7
Planchers entre étages (en moyenne).....	0,7
Dalles verre ou ciment et verre de 10 centimètres d'épaisseur.....	2
Plancher sur lambourdes sur béton armé de 10 centimètres.....	1
Béton armé avec chape ciment (épaisseur 10 cm.).....	2,2
Béton armé avec chape ciment (épaisseur 15 cm.).....	2
Béton armé avec chape ciment (épaisseur 20 cm.).....	1,8
Béton armé de 10 centimètres avec carrelage dessus.....	1,8
Béton armé de 10 centimètres avec plafond sous poutrage....	1
Parquet sur lambourdes sur béton armé de 10 centimètres avec plafond sous poutrage.....	0,7

## PLAFONDS

Plafonds en bois sous solives apparentes.....	1,6
Plafonds minces en plâtre (sous grenier).....	2,5
Plafonds minces en plâtre, avec parquet au-dessus.....	1
Plafonds épais (15 à 20 cm.) en plâtre et plâtras.....	1
Dalles de verre ou ciment et verre de 10 centimètres d'épaisseur.....	2,5
Béton de 10 centimètres avec dessus parquet sur lambourdes.....	1,3
Béton armé et chape de ciment (épaisseur 10 cm.).....	2,7
Béton armé et chape ciment (épaisseur 15 cm.).....	2,5
Béton armé et chape ciment (épaisseur 20 cm.).....	2,3
Béton armé de 10 centimètres sur poutrage béton.....	2,5
Plafond plâtre sous béton de 10 centimètres avec poutrage...	1,5

## TOITURES

Tuiles, ardoises ou zinc sur voliges jointives.....	2,2
Tuiles ou ardoises sur liteaux.....	5
Tuiles avec plafond plâtre sous chevrons.....	1,6
Tôle plane.....	7
Tôle ondulée (coefficient appliqué à la surface apparente).....	10
Verre.....	5
Dalle de verre de 10 centimètres d'épaisseur.....	3
Béton translucide de 10 centimètres d'épaisseur.....	3,2
Asphalte sur béton armé (épaisseur totale 10 cm.).....	3,5
Gravier sur asphalte sur béton avec plafond sous poutrage (espace d'air).....	1,6
Chape en asphalte sur béton sur corps creux.....	1,5
Trass sur corps creux (en moyenne).....	1,5



## CHAUFFAGE CENTRAL

**Définition.** — Un chauffage central est un système dans lequel on produit la chaleur nécessaire au chauffage de plusieurs locaux en un point unique, en brûlant un combustible approprié dans un foyer spécial disposé pour que la chaleur dégagée par la combustion soit absorbée par une masse d'eau ou d'air qui baigne le foyer.

L'eau ainsi chauffée (chauffage à eau chaude) ou transformée en vapeur (chauffage à vapeur) ou l'air chauffé, circulant naturellement ou mécaniquement dans un réseau de tuyauteries ou conduits, véhiculent jusqu'aux locaux à chauffer la chaleur emmagasinée au cours de leur passage dans le générateur.

Le fluide chauffant abandonne sa chaleur à l'atmosphère des locaux en se refroidissant par transmission à travers les parois des corps de chauffe (radiateurs, surfaces à ailettes, etc.) disposés dans les locaux (chauffage à vapeur et à eau chaude) ou en se mélangeant avec lui (chauffage à air chaud). Dans le premier cas, l'eau refroidie ou l'eau résultant de la condensation de la vapeur dans les corps de chauffe est ramenée au générateur pour y être réchauffée à nouveau, et remise en circuit.

Lorsque des corps de chauffe sont placés dans les locaux, le chauffage est direct. Lorsqu'on envoie de



l'air chaud dans les locaux, le chauffage est indirect. Cet air peut d'ailleurs être chauffé par des batteries de chauffe à vapeur ou à eau chaude.

**Avantages généraux du chauffage central.** — Les avantages généraux du chauffage central peuvent être résumés comme suit :

La simplicité du service puisqu'il n'y a qu'un seul foyer à gouverner;

La sécurité, le foyer étant généralement placé dans un local spécial;

La propreté, il n'y a pas de manipulations de combustible ou de cendres dans les pièces;

L'hygiène, parce qu'il n'y a pas d'émanations toxiques et le confort, les températures étant régulières et réglables.

## ÉCONOMIE GÉNÉRALE D'UN CHAUFFAGE CENTRAL

**Pertes et rendement.** — Dans toute installation de chauffage central, il se produit des pertes de chaleur. Si, lorsqu'on brûle sur la grille de la chaudière 1 kilogramme de combustible dont le pouvoir calorifique est par exemple de 8.000 calories, on ne retrouve dans les locaux à chauffer que 4.400 calories utilisables, les pertes sont de :

$$8.000 - 4.400 = 3.600, \text{ soit } 45 \%$$

Le rendement de l'installation n'est que de :

$$100 \% - 45 \% = 55 \%$$

Pour un même résultat, la consommation est d'autant plus grande que le rendement est plus faible.

**Origines des pertes.** — Les pertes ont quatre origines principales :

a) Pertes par le générateur;



b) Pertes au cours du transport de la chaleur dans les locaux;

c) Pertes résultant de la mauvaise utilisation de la chaleur émise dans les locaux;

d) Pertes résultant de défauts de réglage.

*Pertes par le générateur.* — Cette question sera examinée ultérieurement.

*Pertes en cours de transport de la chaleur.* — Les tuyauteries des chauffages à eau chaude et à vapeur, les conduits des chauffages à air chaud, constituent de véritables radiateurs qui transmettent à l'atmosphère des locaux traversés des quantités de chaleur appréciables. Ces pertes sont utilisées lorsque les conduits traversent des pièces à chauffer et qu'ils y sont placés dans de bonnes conditions d'émission de chaleur (en plinthes, par exemple). Dans tous les autres cas, l'émission de chaleur est inutile, quelquefois nuisible (dans les caves à vins, par exemple) et toujours onéreuse. L'emploi d'un bon calorifuge, en réduisant les pertes par tuyauteries, permet de réaliser d'importantes économies de combustible.

*Pertes résultant de la mauvaise utilisation de la chaleur.* — Un chapitre ultérieur montrera, en particulier, l'influence considérable que peut avoir l'emplacement d'un corps de chauffe sur la température qui s'établit dans un local.

*Pertes résultant des défauts de réglage.* — Chaque fois que, par suite d'une déficience du réglage central ou local, les corps de chauffe (ou les bouches de chaleur) émettent dans les locaux plus de chaleur qu'il n'est nécessaire pour maintenir la température fixée, il y a gaspillage.

Les systèmes à régulation sensible (chauffage à eau chaude à basse pression) et les appareils qui régularisent automatiquement la consommation de combustible (régulateurs, thermostats, etc...) présentent un grand intérêt dans cet ordre d'idée (fig. 11).



## ÉCONOMIE D'INSTALLATION ET ÉCONOMIE D'EXPLOITATION

Les calorifuges coûtent assez cher, la recherche d'emplacements convenables pour les corps de chauffe conduit fréquemment à augmenter le développement des tuyauteries, les régulateurs et les thermostats coûtent cher, ce qui explique que tous ces moyens d'augmenter le rendement soient souvent négligés par l'installateur talonné par la concurrence, par l'architecte ou par le client qui n'ont en vue qu'un bas prix d'installation.

Les installations à bas prix se révèlent à l'usage très onéreuses parce que leurs pertes sont considérables. Il ne faut jamais oublier que si l'on ne paie l'installation qu'une fois, on doit acquitter chaque année les factures du fournisseur de combustible.

De ces deux points de vue : économie d'installation et économie d'exploitation, il paraît y avoir beaucoup à attendre d'une collaboration entre l'architecte et le spécialiste, le premier mettant en œuvre de préférence, parmi les matériaux d'égale résistance, ceux que le second lui indique comme les plus calorifuges (briques de liège, etc.) ou adoptant, chaque fois que cela n'est pas incompatible avec la solidité ou l'esthétique de la construction, les dispositifs les plus imperméables à la chaleur (double paroi, revêtements spéciaux, etc.). Cette conception de la construction présente un



FIG. 11.  
Thermostat Samson.





intérêt corrélatif : les locaux qui se refroidissent peu en hiver s'échauffent peu en été.

Le chauffage étant un des problèmes domestiques les plus lancinants, il paraît convenable que tout soit mis en œuvre pour le simplifier et la valeur d'un procédé de construction peut dans une certaine mesure se juger de ce point de vue.

### ESTHÉTIQUE DES INSTALLATIONS

On reproche aux installations de chauffages à vapeur et à eau chaude d'être laides. Elles ont l'excuse d'être confortables. Mais l'aspect de leurs tuyauteries

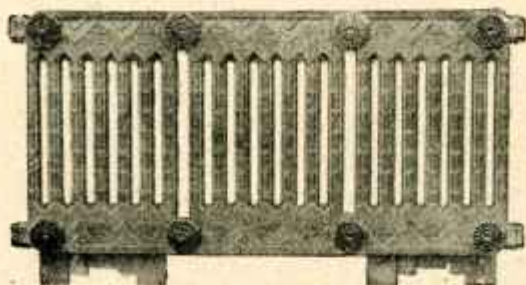


FIG. 12. — Radiateur mural « Confort ».

est souvent déplorable et l'esthétique des radiateurs discutable.

Certains constructeurs s'efforcent d'adapter les formes de leurs appareils aux exigences de l'esthétique moderne (fig. 12).

D'autre part, une collaboration étroite entre l'architecte et l'installateur, collaboration trop souvent inexistante, permettrait d'adopter des dispositions



diverses, onéreuses sans doute, mais qui réduiraient la visibilité des appareils et surtout des tuyauteries sans nuire ni au fonctionnement, ni à l'efficacité.

Les tuyauteries verticales peuvent être placées dans des gaines ménagées dans l'épaisseur des murs. Ces gaines doivent être largement dimensionnées pour permettre le montage et recouvertes de panneaux démontables mis en place après essais d'étanchéité sous pression.

Les tuyauteries horizontales peuvent être dissimulées derrière des plinthes démontables. Enfin, on



FIG. 13. — Cache-tuyaux  
Guenet et Abbat.



FIG. 14.  
Cache-radiateur.  
Guenet et Abbat.



FIG. 15.  
Cache-radiateur.  
Brousseval.

peut recouvrir les tuyauteries de cache-tuyaux en tôle pleine ou perforée (fig. 13).

Le spécialiste s'efforce d'ailleurs de dissimuler les grosses tuyauteries horizontales en cave, de faire passer les colonnes dans les pièces secondaires, dans les cuisines, dans les water-closets (qu'elles tem-



pèrent). Dans les pièces, il place les tuyauteries horizontales à contre-jour et préfère les parcours en plinthes au parcours sous plafond.

Les radiateurs peuvent être logés entièrement ou partiellement dans des niches dont la hauteur doit excéder celle des radiateurs d'une vingtaine de centimètres et dont les



FIG. 16.  
Cache pour tuyaux à ailettes.

dimensions ne peuvent être arrêtées que lorsque l'étude du chauffage est terminée.

On peut masquer les radiateurs par des enveloppes en tôle largement ajourée ou en treillage métalliques à larges mailles, à la rigueur des coffrages en bois ayant l'aspect extérieur de meubles (fig. 14, 15 et 16).

Dans ce dernier cas, on est généralement dans l'obligation d'augmenter la surface des radiateurs pour compenser le freinage que ces enveloppes exercent sur les courants de convection. Une bonne disposition consiste à ménager, au bas du coffrage et en haut, sous la tablette, des ouvertures de section suffisante pour l'entrée de l'air à réchauffer et la sortie de l'air chaud. L'architecte doit toujours mentionner dans le cahier de charges si des enveloppes sont prévues de façon à ce que l'installateur puisse calculer ses appareils en conséquence.



FIG. 17.  
Tablette en tôle.

Pour éviter les traînées de poussière que les courants de convection déposent sur les tentures et papiers, on peut placer au-dessus des radiateurs des



joues (fig. 17). Ces tablettes doivent être placées à 15 ou 20 centimètres au-dessus des radiateurs, de façon à ne pas gêner le mouvement de l'air chaud.

### CLASSIFICATION DES CHAUFFAGES CENTRAUX USUELS

Les chauffages centraux usuels peuvent être classés comme suit :

*Chauffage par l'eau chaude :*

Par thermosiphon;

A circulation accélérée (par émulsion, par pulsion, par pompe).

*Chauffage par la vapeur :*

A basse pression;

A moyenne et haute pression;

Par vapeur d'échappement;

Par vapeur détendue;

Par vapeur sous vide.

*Chauffage par l'air chaud :*

Par calorifères;

Par batteries ou convecteurs;

Par aérothermes (air pulsé).



## CHAPITRE III

### MATÉRIEL POUR LES CHAUFFAGES A EAU CHAUDE ET A VAPEUR

Les chauffages centraux les plus employés sont le chauffage à eau chaude et le chauffage à vapeur à basse pression.

Les appareils utilisés dans ces deux systèmes sont sensiblement les mêmes. Les descriptions sommaires qui suivent seront utilement complétées par l'examen des catalogues et l'observation personnelle.

Ce chapitre a surtout pour but de donner quelques indications générales permettant d'apprécier les appareils qu'on trouve sur le marché, les constructions nouvelles, et les dispositions courantes.

#### CONDUITS DE FUMÉE

Fumée. — La fumée est composée de gaz, de vapeur d'eau et de particules solides entraînées.

Lorsqu'on vient de charger le foyer, la fumée est très épaisse parce qu'il se produit à ce moment une véritable distillation du charbon, puis la fumée s'éclaircit et elle peut même devenir invisible.

Une fumée invisible n'indique pas nécessairement



une bonne marche, car elle peut contenir un excès d'air qui a traversé le foyer sans utilité pour la combustion et en a abaissé la température. En pratique, on considère une fumée légère comme l'indice d'une combustion normale.

**Fumivores.** — Les fumivores sont des appareils ou des dispositifs qui réduisent ou suppriment la fumée en facilitant la combustion complète ou en provoquant la combustion secondaire des fumées. Ces dispositifs présentent le double intérêt d'économiser le combustible et de réduire le rejet dans l'atmosphère des fumées dont l'inhalation est mauvaise pour la santé. Il serait d'ailleurs souhaitable dans l'intérêt des citadins qu'ils soient obligatoires, la salubrité des villes y gagnerait.

**Capteurs de suie.** — Les capteurs de suie présentent un grand intérêt du point de vue sanitaire. On peut objecter que leur emploi est une solution secondaire moins directe que celui de foyers fumivores. Mais c'est une solution toujours applicable et d'une efficacité, limitée peut-être, mais certaine.

Ces appareils comportent en général une série de chicanes qui arrêtent la suie et l'obligent à tomber dans une boîte spéciale. La section de passage des gaz dans la boîte est largement dimensionnée de façon à ce que la vitesse des gaz soit très réduite pour qu'ils ne puissent pas entraîner la suie déposée (fig. 18).



FIG. 18.  
Capteur de suie Hérody.



**Rôle du conduit de fumée.** — Les conduits de fumée des chaudières à charbon ont un double rôle :

1° Créer au-dessus du combustible une dépression suffisante pour provoquer l'aspiration de l'air extérieur nécessaire à la combustion et l'obliger à traverser la couche de combustible;

2° Evacuer les fumées.

**Tirage.** — Le tirage est la dépression provoquée par le conduit de fumée. Il résulte de la différence de poids, ou plus exactement de densité, entre l'air extérieur froid et les gaz chauds contenus dans le conduit.

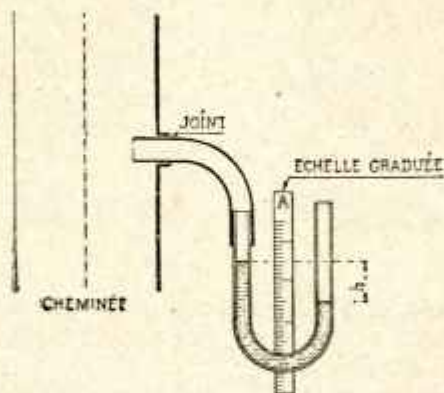


FIG. 19. — Déprimomètre hydrostatique.

Le tirage est proportionnel à la hauteur de la cheminée. Il ne peut se produire qu'à la condition que les gaz qui circulent dans le conduit soient suffisamment chauds. Il faut donc consentir pour l'assurer une perte de chaleur. Cette perte est généralement réduite au minimum et le tirage assuré dans de bonnes conditions lorsque la température des gaz à la base du conduit est de 2 à 300 degrés.

Le tirage qui est de l'ordre de quelques millimètres d'eau par centimètre carré peut être mesuré au moyen de déprimomètres hydrostatiques, manométriques, à palette, etc. (fig. 19, 20 et 21).

On établit quelquefois à la base des conduits de fumée une entrée d'air froid (*coupe-tirage*). Ce dispositif, très efficace pour ralentir rapidement l'allure



FIG. 20. — Déprimomètre manométrique.

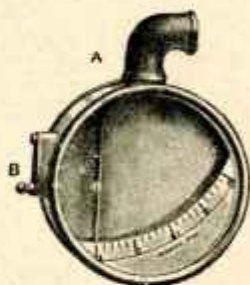


FIG. 21. — Déprimomètre à palette.

de combustion, a l'inconvénient de faciliter la formation d'oxyde de carbone, *ce qui devient un danger s'il s'échappe dans les locaux.*

Un registre placé à la base du conduit est préférable. Disposé de façon à ce qu'il ne puisse jamais l'obturer complètement, il facilite le réglage du tirage qui s'effectue alors par la manœuvre des portes d'entrée d'air sous la grille.

Ce registre fait souvent partie de la chaudière.

Un second registre, réglé aux essais de façon à ce que le tirage maximum convenable ne puisse être dépassé, évite les gaspillages de combustible. Ce registre doit être établi de telle façon que l'installateur seul puisse en modifier la position.





**SECTION ET HAUTEUR DES CONDUITS DE FUMÉE**

Très souvent, la hauteur du conduit de fumée est imposée par les circonstances. La section peut alors être calculée suivant le tirage (proportionnel à la hauteur), et le volume des fumées à évacuer (proportionnel au poids de combustible brûlé) en tenant compte des résistances qui s'opposent à l'écoulement des gaz : frottement contre les parois plus ou moins rugueuses du conduit, coudes, étranglements, registres, etc...

Dans les cas ordinaires, on peut se contenter des chiffres donnés par le tableau ci-dessous et choisir la section usuelle réglementaire immédiatement supérieure à la section théorique. (Tableau page 42.)

**SECTIONS THÉORIQUES DES CONDUITS  
DE FUMÉE (en décimètres carrés)**

PUISSANCE DU GÉNÉRATEUR en calories-heures	HAUTEUR DE LA CHEMINÉE EN MÈTRES				
	5	10	15	20	25
5.000.....	0,64	0,45	0,37	0,32	0,29
10.000.....	1,28	0,90	0,74	0,64	0,58
15.000.....	1,92	1,35	1,11	0,96	0,87
20.000.....	2,56	1,80	1,48	1,28	1,16
25.000.....	3,20	2,25	1,85	1,60	1,45
30.000.....	3,84	2,70	2,22	1,92	1,74
35.000.....	4,48	3,15	2,59	2,24	2,03
40.000.....	5,12	3,60	2,96	2,56	2,32
45.000.....	5,76	4,05	3,33	2,88	2,61
50.000.....	6,40	4,50	3,70	3,20	2,90
60.000.....	7,68	5,40	4,44	3,84	3,48
70.000.....	8,96	6,30	5,18	4,48	4,06
80.000.....	10,24	7,20	5,92	5,12	4,64
90.000.....	11,52	8,10	6,66	5,76	5,22
100.000.....	12,80	9	7,40	6,40	5,80



## CONDUITS DE FUMÉE USUELS

MATÉRIAUX	ÉPAISSEUR NORMALE	DIMENSIONS ou diamètres en centimètres	SECTIONS apparentes en décimètres carrés
Poteries....	3 $\frac{1}{2}$ m (ancien modèle)	19 x 22	4,2
		20 x 20	4
		22 x 25	5,5
	5 $\frac{1}{2}$ m (modèle réglementaire dans la Seine)	18 x 22	4
		20 x 20	4
22 x 25		5,5	
Briques....	11 ou 22 $\frac{1}{2}$ m	22 x 22	4,8
		22 x 33	7,3
		33 x 33	10,9
		33 x 44	14,5
Tôle noire ou galvanisée.	10/10 de $\frac{1}{2}$ m	14	1,5
	12/10 de $\frac{1}{2}$ m	16	2
	15/10 de $\frac{1}{2}$ m	19	2,8
	20/10 de $\frac{1}{2}$ m	22	3,8
	20/10 de $\frac{3}{4}$ m	25	4,9
	20/10 de $\frac{1}{2}$ m	30	7,1
Italit.....	8 $\frac{1}{2}$ m	10	0,8
	9 $\frac{1}{2}$ m	12,5	1,2
	9 $\frac{3}{4}$ m	15	1,7
	9 $\frac{1}{2}$ m	17,5	2,4
	10 $\frac{1}{2}$ m	20	3,1
	11 $\frac{1}{2}$ m	25	4,9
		30	7,1

**Principes à observer.** — Pour la construction des conduits de fumée, il est bon d'observer les principes suivants :

Employer des matériaux résistants, incombustibles, calorifuges;

Choisir un tracé aussi vertical et rectiligne que possible;

Essayer de faire déboucher le conduit dans une zone



chaude, ou exposée aux vents plongeants, ou dans une zone de dépression ainsi qu'il arrive dans une courette ou le long d'un mur pignon élevé;

Etablir le conduit à l'abri des refroidissements et le placer dans l'épaisseur des murs, si possible;

Prévoir des trappes ou tampons de ramonage permettant la visite et le nettoyage parfaits de toutes les parties du conduit.

### RÈGLEMENTS DE POLICE

Dans le département de la Seine, la construction des conduits de fumée est soumise à une réglementation un peu touffue que la Chambre Syndicale des Entrepreneurs de Fumisterie, Chauffage et Ventilation (3, rue de Lutèce à Paris), a rassemblée dans l'opuscule : Arrêtés et Ordonnances préfectoraux, règlements et instructions concernant les travaux de la profession.

Voici les principaux extraits de ces règlements :

#### ARRÊTÉ PRÉFECTORAL du 25 Novembre 1867

##### EXTRAITS

ART. 2. — Il est permis d'établir des conduits de fumée dans l'intérieur des murs de refend, sous la double condition :

1<sup>o</sup> Que ces murs auront une épaisseur de 40 centimètres, s'ils sont construits en moellons; de 37 centimètres, s'ils sont construits en briques, enduits compris;

2<sup>o</sup> Que les conduits de fumée seront exécutés en briques de bonne qualité, droites ou cintrées, ou en wagons de terre cuite.

ART. 3. — L'adossement des conduits de fumée à des pans de fer est permis, à la condition de maintenir un renformis de 5 centimètres en plâtre, non compris l'épaisseur du conduit, entre les pans de fer et les conduits de fumée.

ART. 5. — Les conduits de fumée desservant des foyers ordinaires ne pourront avoir moins de 18 centimètres sur 22 centimètres ou de 20 centimètres sur 20 centimètres de section



intérieure s'ils sont rectangulaires; moins de 22 centimètres de diamètre s'ils sont de section circulaire et moins de 20 centimètres sur 25 centimètres s'ils sont de section elliptique,

Les angles intérieurs des conduits de section rectangulaire seront arrondis et le plus grand côté ne pourra avoir une dimension supérieure à une fois et demie le petit côté.

Pour les conduits elliptiques, la même proportion sera observée.

Les conduits de section circulaire ne devront être construits qu'en briques ayant au moins 5 centimètres d'épaisseur.

Les wagons et les boisseaux en terre cuite devront avoir au moins 5 centimètres d'épaisseur.

Les conduits de fumée, en briques ou en terre cuite, devront être recouverts d'un enduit en plâtre d'au moins 2 centimètres d'épaisseur, ou de toute autre matière incombustible et mauvaise conductrice de la chaleur, et, en tout cas, d'une épaisseur suffisante pour qu'il n'en résulte aucun danger d'incendie ou aucune incommodité grave pour les habitants.

Arr. 6. — Les conduits de fumée non engagés dans les murs ne seront autorisés que s'ils sont adossés à des piles en maçonnerie ou à des murs en moellons ayant au moins 40 centimètres d'épaisseur, enduits compris, ou à des murs en briques ayant au moins 22 centimètres d'épaisseur, ou, dans le dernier étage, à des cloisons en briques de 11 centimètres d'épaisseur.

Ces conduits devront être solidement attachés au mur tuteur par des ceintures en fer, dont l'espacement ne dépassera pas 2 mètres.

Arr. 7. — Les wagons et les boisseaux en terre cuite, employés comme tuyaux adossés, devront avoir au moins 5 centimètres d'épaisseur, seront à emboîtement et formeront avec l'enduit en plâtre une épaisseur totale d'au moins 7 centimètres.

Arr. 8. — Les conduits de fumée ne pourront dévier de la verticale de manière à former avec elle, un angle de plus de 30 degrés.

Ils devront avoir une section égale dans toute leur hauteur et seront facilement accessibles à leur partie supérieure.



## ARRÊTÉ PRÉFECTORAL du 22 Juin 1904

## EXTRAITS

§ 5. — *Chauffage, ventilation, éclairage.*

ART. 38. — Les conduits desservant les cheminées, poêles, calorifères, fourneaux et autres appareils, ne devront avoir entre eux aucune communication et ne donner lieu à aucun dégagement de gaz ou de fumée à travers leurs parois. Ils dépasseront *d'au moins un mètre* la partie la plus élevée de la construction.

ART. 40. — Les foyers alimentés par des combustibles ne donnant pas de fumée ou par des produits gazeux et servant au chauffage des locaux destinés à l'habitation de jour ou de nuit, seront munis d'un *tuyau spécial d'évacuation* des produits de la combustion ou d'un tuyau se raccordant avec le conduit de fumée réglementaire.

ART. 41. — Les fourneaux de cuisine fixes ou mobiles, seront desservis par un *conduit spécial d'évacuation* de la fumée ou du gaz provenant de la combustion.

ART. 42. — Les clés destinées à régler le tirage des conduits de fumée ne pourront jamais être installées de façon à fermer complètement la section de ces conduits.

## ORDONNANCE DE POLICE du 27 Mars 1906

modifiée par

## L'ORDONNANCE DE POLICE du 27 Juillet 1917

## EXTRAITS

ART. 5. — Dans les pièces dont le sol est constitué en matériaux combustibles, les poêles, les fourneaux mobiles et les autres appareils de chauffage également *devront être posés sur une plate-forme d'une épaisseur suffisante, en matériaux incombustibles*, mauvais conducteurs de la chaleur, et dépassant la face des ouvertures verticales du foyer *d'au moins 0 m. 30*. Ils devront, de plus, être élevés sur pieds, de telle sorte qu'au-dessus de la plate-forme il y ait un vide de *0 m. 08 au moins*.

ART. 6. — *Tout conduit de fumée devra ne desservir qu'un*



*seul foyer, à moins qu'il ne soit exclusivement affecté à un groupe de foyers industriels. En tout cas, il s'élèvera dans toute la hauteur du bâtiment et ne déviara jamais de la verticale de plus de trente degrés (30°).*

Exception est faite en ce qui concerne les conduits desservant des foyers à flamme renversée par les articles 8 et 17 et les raccordements de foyers.

*Il est formellement interdit de pratiquer des ouvertures dans un conduit de fumée traversant un étage pour y faire arriver de la fumée, des vapeurs ou des gaz, ou même de l'air.*

La section transversale du conduit de fumée devra être proportionnée à l'importance du foyer qu'il dessert et être égale et régulière dans toute la hauteur.

Les épaisseurs des parois des conduits de fumée devront toujours être proportionnées à l'importance du foyer et suffisantes pour que la chaleur produite ne puisse les détériorer ou être la cause soit d'un incendie, soit d'une incommodité grave et de nature à altérer la santé des habitants.

Toute face intérieure des conduits de fumée devra être à une distance suffisante des bois de charpente et de menuiserie, et de toute autre matière combustible, pour éviter les dangers du feu.

ART. 8. — Les conduits de fumée à flamme renversée ne devront pas traverser les locaux habités autres que ceux où est établi le foyer qu'ils desservent. Ils seront pourvus de trappes de ramonage lutées avec le plus grand soin et permettant un nettoyage facile des diverses parties qui les composent. Ces trappes de ramonage devront être à l'intérieur de la location dans laquelle le foyer est établi.

ART. 9. — Les conduits de fumée desservant des foyers ordinaires ne pourront avoir moins de 0 m. 18 sur 0 m. 22 ou 0 m. 20 sur 0 m. 20 de section intérieure s'ils sont rectangulaires; moins de 0 m. 22 de diamètre s'ils sont de section circulaire, et moins de 0 m. 20 sur 0 m. 25 s'ils sont de section elliptique.

Les angles intérieurs des conduits de section rectangulaire seront arrondis et le plus grand côté ne pourra avoir une dimension supérieure à une fois et demie le petit côté.

Pour les conduits elliptiques, la même proportion sera observée.

Les parois en terre cuite des wagons, boisseaux ou briques devront avoir 0 m. 05 d'épaisseur, les conduits de fumée en brique ou terre cuite devront être recouverts d'un enduit en plâtre d'au moins 0 m. 02 d'épaisseur ou de toute autre matière incombustible et mauvaise conductrice de la chaleur, et, en tout cas, d'une épaisseur suffisante pour qu'il n'en



résulte aucun danger d'incendie ou aucune incommodité grave pour les habitants.

Art. 10. — Toute face intérieure des conduits de fumée en maçonnerie devra être à 0 m. 16 au moins des bois de charpente, et à 0 m. 07 au moins des légers bois de menuiserie.

Art. 11. — Les conduits de fumée mobiles en métal devront toujours être apparents dans toutes leurs parties et être éloignés d'au moins 0 m. 16 de tout bois de charpente ou de menuiserie, et d'autres matières combustibles.

*Ils ne devront pas pénétrer dans une location autre que celle où est établi le foyer qu'ils desservent.*

Art. 12. — Les conduits de fumée pourront être construits, sous réserve des droits et du consentement des tiers, dans les murs mitoyens et dans les murs séparatifs de deux maisons contiguës, qu'elles appartiennent ou non au même propriétaire. Ils devront être construits comme il est dit à l'article 7 ou en briques droites ou cintrées, et, dans tous les cas, les parois devront avoir au moins 0 m. 10 (dix centimètres) d'épaisseur.

Les languettes de contre-cœur, au droit des foyers, devront être en matière réfractaire ainsi qu'il est dit à l'article 7 et avoir au moins 0 m. 22 (vingt-deux centimètres) d'épaisseur et 0 m. 80 (huit décimètres) de hauteur. Leur largeur devra dépasser celle du foyer d'au moins 0 m. 22 (vingt-deux centimètres) de chaque côté.

Art. 13. — Les conduits de fumée dans les murs de refend ne pourront être construits qu'en matières réfractaires, en briques ou en wagons de terre cuite ayant les dimensions, les épaisseurs, le lissage et les isolements prescrits par les articles 6, 7, 9, et 10 de la présente Ordonnance.

Art. 14. — Les conduits de fumée adossés pourront seuls être construits en matière réfractaire ou en boisseaux de terre cuite aux conditions imposées par les mêmes articles 6, 7, 9 et 10.

Art. 15. — Les languettes des contre-cœurs, au droit des foyers de ces conduits de fumée, devront être en matière réfractaire, avoir au moins une hauteur de 0 m. 80 (huit décimètres), une largeur dépassant celle du foyer d'au moins 0 m. 10 (dix centimètres) de chaque côté et une épaisseur d'au moins 0 m. 10 (dix centimètres). Ces languettes, dans toute la largeur du foyer, devront, en outre, être protégées par une plaque de fonte ou un revêtement en matière réfractaire d'au moins 0 m. 04 (quatre centimètres) d'épaisseur.

L'épaisseur de la languette pourra n'être que de 0 m. 06 (six centimètres) lorsque les deux cheminées seront adossées

l'une à l'autre.

l'une à l'autre.

l'une à l'autre.

l'une à l'autre.

l'une à l'autre.

l'une à l'autre.

l'une à l'autre.



ART. 16. — Les conduits de fumée desservant des foyers industriels autres que des foyers ordinaires : fours, forges, moules, générateurs de vapeur, calorifères, fourneaux de restaurateurs ou analogues, de rôtisseurs, de charcutiers, etc... fours de boulangers et de pâtisseries, établissements de bains, etc. *devront être autant que possible à l'extérieur ; mais, s'ils traversent des locaux habités, ils ne devront être construits qu'en briques ou matière réfractaire, ainsi qu'il est dit à l'article 7, d'au moins 0 m. 10 (dix centimètres) d'épaisseur, et jamais en poterie.*

Ils devront être établis conformément aux articles 6, 7 et 8 de la présente Ordonnance et les parois, enduits compris, devront avoir au moins 0 m. 13 (treize centimètres) d'épaisseur.

ART. 17. — Les conduits de fumée de ces foyers peuvent avoir des parcours inclinés ou horizontaux se raccordant avec le conduit principal, à la condition de ne pas traverser des locaux habités.

*A chaque changement de direction, il sera établi des trappes de ramonage, facilement accessibles, lutées avec le plus grand soin, et permettant un ramonage efficace de toutes leurs parties depuis le foyer jusqu'à la partie supérieure de la cheminée.*

ART. 18. — Toute face intérieure de ces conduits devra être au moins à 0 m. 13 des bois de menuiserie et à 0 m. 20 des bois de charpente.

Le conduit en métal, qui raccorderait le foyer avec le conduit de fumée en maçonnerie, ne doit, *dans aucun cas, sortir du local où est le foyer.* Il doit être à 0 m. 25 au moins de tout bois de charpente et de menuiserie ou de toute autre matière combustible.

Ces conduits de fumée devront être toujours élevés à une hauteur suffisante, ou disposés de telle sorte qu'il n'en résulte aucune incommodité ni aucun danger d'incendie pour le voisinage.

ART. 19. — Ces conduits seront pourvus de dispositions spéciales propres à en faciliter le ramonage.

ART. 20. — Ces cheminées ou conduits, lorsqu'ils seront installés à demeure et pour une durée de plus de trois mois et lorsqu'ils correspondront à une consommation de plus de 25 kilogrammes de combustible par heure, devront être, sauf autorisation spéciale, élevés à une hauteur d'au moins 5 mètres au-dessus des souches de cheminées des habitations avoisnantes dans un rayon de 50 mètres.

La partie inférieure de ces conduits ou cheminées devra être pourvue de chicanes ou de toute autre disposition telle que la fumée, les flammèches ou les escarbilles ne puissent être





un danger d'incendie ou d'incommodité grave pour le voisinage.

ART. 21. — Les conduits de fumée fixes ou mobiles devront être entretenus en bon état. Les doubles enveloppes, qui laissent un vide entre le conduit et l'enveloppe elle-même, sont formellement interdites lorsque, par cette disposition, elles s'opposent au bon entretien, à la visite et à la réparation des dits conduits.

*Tout conduit de fumée brisé ou crevasé doit être de suite réparé ou refait.*

Après un feu de cheminée, le conduit de fumée où le feu sera déclaré devra être visité et ramoné dans tout son parcours et sera, au besoin, réparé ou refait.

ART. 22. — Il est enjoint aux propriétaires et locataires de faire nettoyer ou ramoner les cheminées et tous foyers quelconques, ainsi que leurs conduits de fumée, assez fréquemment pour prévenir les dangers du feu.

#### Les Conduites de Fumée pour petites Chaudières de Chauffage central d'appartement

Des lettres de M. le Préfet de Police en date des 12 mars et 19 novembre 1923, il résulte que les constructeurs peuvent brancher les petites chaudières de chauffage central pour appartements sur les conduits de fumée existants, en anciennes poteries de 0 m. 18 x 0 m. 22 ou de 0 m. 20 x 0 m. 20 et de 0 m. 03 d'épaisseur, avec enduit et renformis en plâtre de 0 m. 04 au moins d'épaisseur, et traversant des étages destinés à l'habitation, étant expressément entendu que ces chaudières n'auront pas plus de dix décimètres carrés de surface de grille.

Pour les bâtiments de construction récente ayant des conduits de fumée en poteries réglementaires de 0 m. 20 x 0 m. 20 en 0 m. 05 d'épaisseur on pourra brancher des petites chaudières ayant au maximum quinze décimètres carrés de surface de grille.

Il est expressément entendu que dans l'un et l'autre cas les chaudières seront établies conformément aux prescriptions des articles, 2, 5, 6, 10 et 11 de l'Ordonnance de Police du 27 mars 1906, modifiée par celle en date du 26 juillet 1917.

Construction des conduits de fumée. — On construit les conduits de fumée :



**Construction des conduits de fumée.** — On construit les conduits de fumée :

- En briques enduites de plâtre;
- En boisseaux de poteries enduits de plâtre;
- En tôle noire ou galvanisée;
- En ciment et amiante.

Les conduits en poteries sont plus économiques, d'un montage plus rapide, mais plus fragiles aux crevassements.



FIG. 23.  
Aspirateur  
Coupard.

Les conduits en tôle, les moins chers, se refroidissent, ce qui nuit au tirage et le bistré les détériore assez rapidement.

Les tuyaux en ciment et amiante légers maniables sont plus durables que la tôle et peuvent souvent lui être avantageusement substitués.

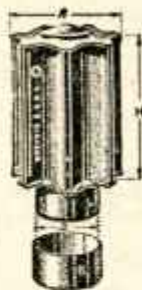


FIG. 22.  
Aspirateur  
Chanard.

**Conduits défectueux.** — De bons tourne-au-vent, en particulier ceux dont la partie mobile est montée sur billes ou sur cristal, réduisent l'effet des vents plongeants et les bons aspirateurs (fig. 22-23) facilitent le tirage, mais il ne faut pas oublier qu'un tourne-au-vent bon marché, celui appelé vulgairement girouette, est souvent plus nuisible qu'utile, au bout de peu de temps il est rouillé et de nul effet.



## CHAUDIÈRES A CHARBON

## GÉNÉRALITÉS

Chaudières en fonte. — Les chaudières en fonte (fig. 24 à 32) sont composées d'éléments ou sections

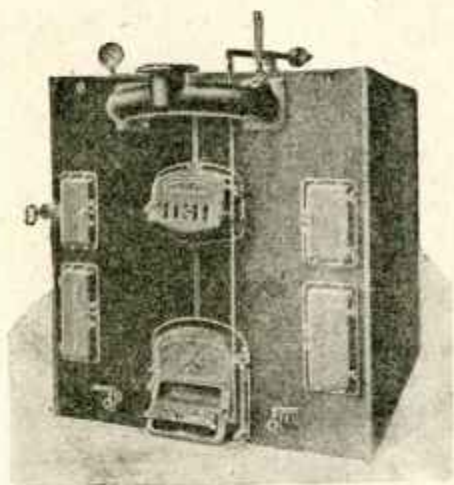


FIG. 24.

Chaudière « Idéal » (C. N. R.) à eau chaude.

(fig. 34 et 36) qu'on assemble sur chantiers au moyen de bagues biconiques (nipples), lisses ou filettées (fig. 33).

Ce mode de construction rend les chaudières en fonte très maniables et permet d'augmenter éventuellement leur puissance par adjonction d'éléments



La plupart des chaudières en fonte sont à foyer-magasin, c'est-à-dire que la masse de combustible nécessaire à la marche de plusieurs heures est emmagasinée dans le foyer même qui est de grandes dimensions. Lorsque toute la masse est en ignition, il est assez difficile de régulariser la combustion et l'allure de la chaudière peut devenir irrégulière.

Certains techniciens accusent les chaudières à foyer magasin de « marcher en gazogène », c'est-à-dire de produire une grande quantité d'oxyde de carbone. Ce point de vue est discuté.

Il existe quelques chaudières en fonte à magasin de combustible, c'est-à-dire dont le foyer est prolongé par une capacité disposée de façon à ce que le combustible n'arrive sur la grille qu'au fur et à mesure des besoins (fig. 34, 35 et 36).

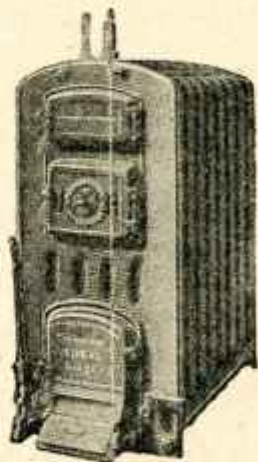


FIG. 25. — Chaudière « Idéal » EF.

**Chaudières en tôle.** — Ces chaudières sont peu maniables, inextensibles et se chargent généralement par-dessus, ce qui peut obliger à creuser une fosse pour les placer ou à établir une passerelle de chargement (fig. 37 à 40).



## PETITES CHAUDIÈRES A CHARBON

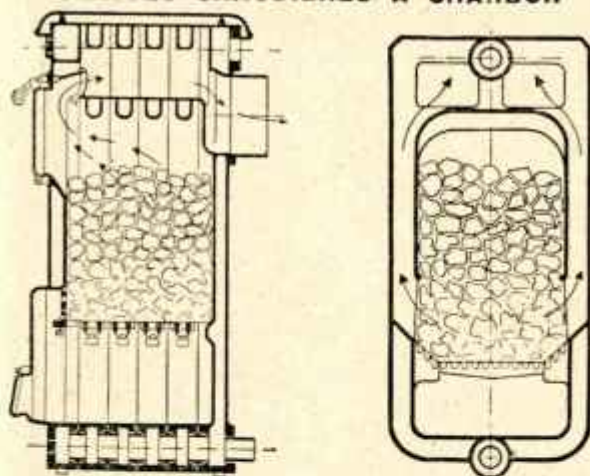


FIG. 26. — Chaudière " De Diétrich Diamant " pouvant fonctionner en foyer magasin (à gauche) ou en magasin de combustible (à droite).

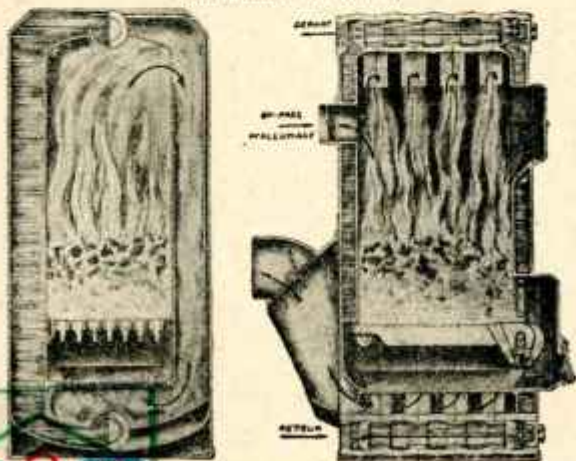


FIG. 27. — Chaudière Brousseval F., Circulation des gaz.

Elles coûtent moins cher que les chaudières en fonte et présentent l'avantage de pouvoir quelquefois être réparées sur place à l'autogène.

Leur introduction dans les caves des immeubles construits est souvent délicate, en raison du diamètre de leur corps et leur enlèvement nécessite souvent des opérations de découpage au chalumeau.



FIG. 28.  
Chaudière Chappée A.

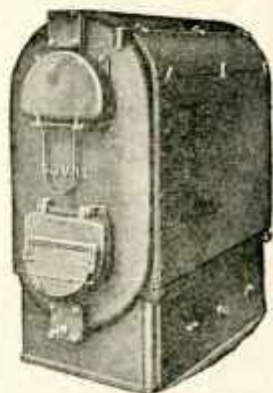


FIG. 29.  
Chaudière « Soval »  
à eau chaude.

On peut établir des chaudières en tôle de très grandes dimensions, ce qui permet des économies importantes sur le prix de revient et l'encombrement dans la réalisation des grandes chaufferies.

Les chaudières en tôle sont généralement à magasin de combustible, ce qui leur assure une bonne régularité de marche.

Pour que le magasin de combustible soit convenable, il faut qu'il soit entouré d'eau, qui en le refroidissant,



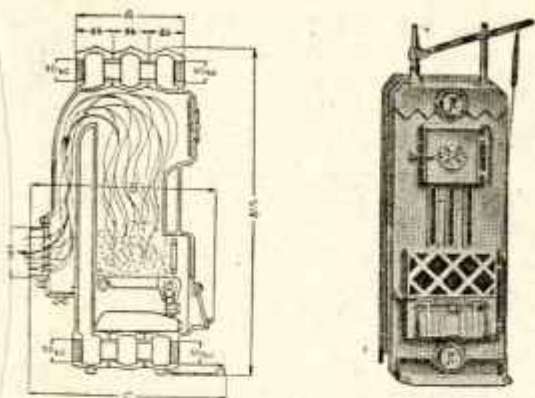


Fig 30. — Chaudière Brousseval d'appartement,

évite la distillation du charbon de réserve, et qu'il soit bien étanche pour que des rentrées d'air ne puissent

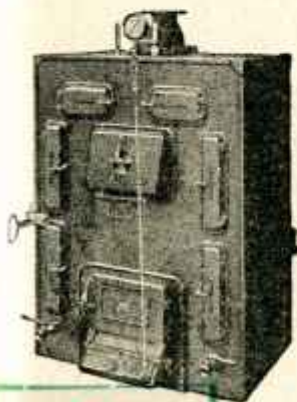


Fig. 31  
Chaudière Champé A 4.

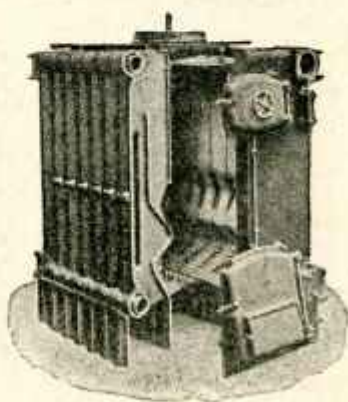


Fig. 32.  
Chaudière De Diétrich S. IV.

se produire par la partie supérieure, ce qui provoquerait la combustion lente, par tirage renversé, du combustible en réserve dans le magasin.



FIG. 33.  
Nipple  
d'assemblage

On accuse quelquefois les chaudières en tôle de s'oxyder et de se détériorer rapidement pendant les périodes de repos.

Les précautions suivantes permettent d'éviter ces inconvénients :

Dès la fin de l'hiver, nettoyer, gratter, peindre le foyer et l'enveloppe extérieure, vidanger la chaudière, puis la remplir complètement d'eau propre.

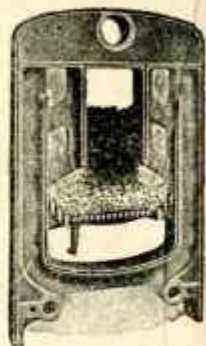


FIG. 34.  
Élément de chaudière  
« Phébus ».

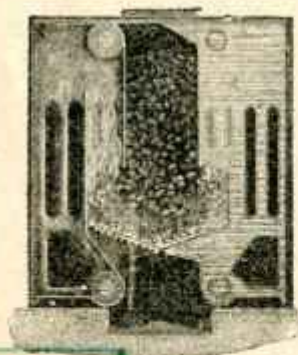


FIG. 35.  
Coupe de chaudière  
idéal.

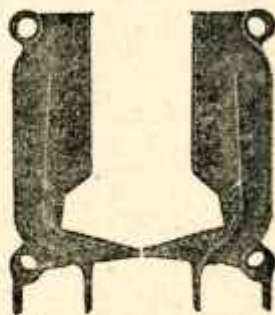


FIG. 36. — Élément intermédiaire  
grille fixe de chaudière Chappée D.



## CHAUDIÈRES A CHARBON

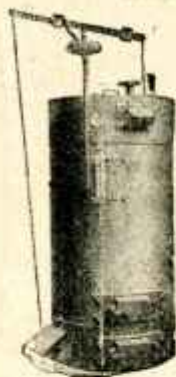


FIG. 37. — Chaudière  
Soval en tôle.



FIG. 38. — Chaudière  
en tôle S. E. D.

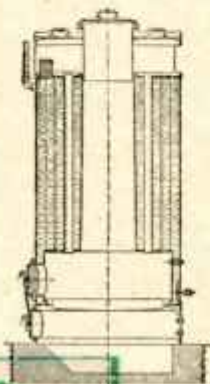


FIG. 39. — Coupe  
Chappée.

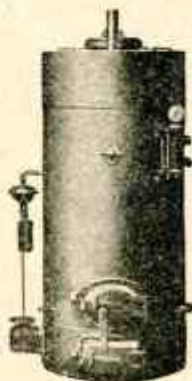


FIG. 40. — Chaudière verti-  
cale tubulaire pour vapeur.



**Entretien des chaudières.** — Les chaudières doivent être très surveillées. En particulier, leurs carneaux ou leurs tubes de fumée doivent être ramonés fréquemment, car la suie s'oppose à la transmission de la chaleur.

On doit s'assurer fréquemment de l'étanchéité des portes et du bon état des accessoires de surveillance et de sécurité.

Un moyen de débarrasser l'intérieur de la chaudière de la suie qui s'y dépose consiste à jeter sur un feu bien vif une quantité de gros sel convenable (250 gr. par mètre carré de surface de chauffe). Les gaz qui se produisent désagrègent la suie.

**Chaufferies.** — L'installation d'une chaudière exige un local de dimensions suffisantes et bien ventilé.

Il est indispensable de laisser au chauffeur en avant de la chaudière un espace libre de 2 mètres au moins pour lui permettre de charger et de ringarder commodément.

Il faut, en arrière de la chaudière, l'espace nécessaire pour placer, emboîter et déboîter le tuyau de fumée.

La hauteur peut être imposée par les exigences techniques du système de chauffage. C'est dire que les cotes d'une chaufferie ne peuvent être fixées sans l'avis de l'installateur qu'il faut toujours consulter.

Une excellente façon de ventiler une chaufferie est d'établir parallèlement au conduit de fumée un conduit de ventilation partant du plafond de la chaufferie. L'appel d'air frais doit être assuré par un conduit débouchant à la partie basse ou à la rigueur par un vasistas.

On assoie les chaudières sur des massifs en maçonnerie. Les petites chaudières placées dans les locaux d'habitation doivent être installées sur une trémie incombustible. (Article 5, page 45.)



L'étanchéité du sol, assurée par un dallage en ciment, permet les lavages de la chaufferie qui doit être toujours tenue en parfait état de propreté. Il faut prévoir un dispositif d'évacuation directe ou de relevage des eaux de lavage et de vidange recueillies par un puisard.

### ORGANES DES CHAUDIÈRES

**Cendrier.** — Le cendrier recueille les cendres et les imbrûlés. Il fait partie de la chaudière ou bien on le constitue par une cuvette ménagée dans le massif qui

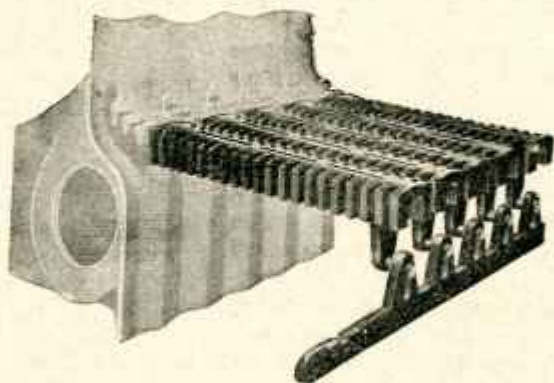


FIG. 41. — Grille oscillante.

supporte la chaudière. On peut remplir le cendrier d'eau qui éteint les cendres et les morceaux de combustible qui peuvent tomber à travers la grille et dont la vaporisation, sous l'effet de la radiation du foyer, rafraîchit la grille.

**Grille.** — La surface totale de la grille doit être suffisante pour que l'allure de combustion, c'est-à-dire



le nombre de kilogrammes de combustible brûlés en une heure par mètre carré de surface de grille ne soit pas exagérée et n'excède pas 30 à 35 kilogrammes d'antracite.

Une combustion trop rapide entraîne une production considérable de mâchefers qui, collant à la grille, l'obstruent et la détériorent. La marche à grande allure est d'ailleurs peu économique pour des raisons qui sont exposées plus loin. (Voir page 62.)

La forme et l'écartement des barreaux doivent être appropriés à l'état et au calibre du combustible. La surface libre de la grille (total des espaces libres) doit être suffisante pour le passage de la quantité d'air nécessaire à une bonne combustion.

Les grilles oscillantes (fig. 41), composées de barreaux qu'un levier de manœuvre extérieur permet de secouer, ont l'avantage de permettre le décrassage du foyer sans ouverture des portes, ce qui évite les rentrées d'air froid dans le foyer et les dégagements de poussière. On leur reproche de laisser tomber dans le cendrier, lors du secouage, des morceaux de charbon que le chauffeur ne recueille généralement pas. Leurs barreaux amovibles sont facilement remplaçables.

Les grilles fixes (fig. 42) à barreaux refroidis par l'eau, se conservent bien et constituent une surface de transmission de chaleur qui n'est pas négligeable. Mais pour que la circulation de l'eau soit assurée dans les barreaux, on est souvent obligé de leur donner une section telle que la surface libre de la grille se trouve trop petite. D'autre part, si ces barreaux viennent à



FIG. 42. — Grille fixe à circulation d'eau.



se boucher, leur détérioration est d'autant plus grave qu'elle a l'inconvénient d'entraîner le remplacement des éléments du foyer avec lesquels ils sont venus de fonderie.

## CARACTÉRISTIQUES DES CHAUDIÈRES

**Poids.** — Il faut se méfier que le faible poids d'une chaudière ne soit pas obtenu au détriment des épaisseurs de métal et de la solidité de divers accessoires, les portes en particulier.

**Contenance d'eau.** — Plus la contenance d'eau d'une chaudière est faible, plus sa mise en route et, par suite, la mise en régime de l'installation sont rapides.

**Pouvoir de transmission.** — La transmission de la chaleur du foyer à l'eau qui l'entoure est plus ou moins active suivant la région de la chaudière considérée.

La chaleur transmise à travers la surface de chauffe directe, c'est-à-dire à travers les parois de la chambre de combustion (enceinte dans laquelle brûle le combustible) est considérable en raison de la grande différence de température entre le combustible en ignition (1) et l'eau à chauffer. Mais la surface de chauffe directe est d'une étendue assez faible.

La surface léchée par les gaz de la combustion ou surface de chauffe indirecte a un pouvoir de transmission moins élevé. On s'efforce de la développer le plus possible avec le minimum d'encombrement, de façon à bien absorber la chaleur des gaz.

Si l'allure de combustion est trop rapide ou si la



surface de grille est trop grande par rapport à la surface de chauffe, cette dernière est insuffisante pour absorber la chaleur dégagée par la combustion et les gaz arrivent à la cheminée à une température bien supérieure à celle qui est nécessaire pour assurer le tirage. La surface de chauffe léchée par des gaz très chauds transmet à l'eau de la chaudière des quantités de chaleur considérables et la puissance de la chaudière fait alors illusion. Il ne faut pas oublier qu'elle est alors obtenue dans des conditions antiéconomiques puisqu'une grande quantité de combustible est gaspillée, emportée pour ainsi dire dans les fumées.

Comme *pouvoir de transmission moyen de la surface de chauffe totale*, on peut admettre pour une allure de combustion raisonnable, les valeurs suivantes :

a) Grosses chaudières sectionnées en fonte : 8.000 à 9.000 calories-heure par mètre carré;

b) Petites chaudières : 10.000 à 11.000 calories-heure par mètre carré.

**Pertes et rendement des chaudières.** — Il se produit dans toute chaudière des pertes de chaleur dont les causes principales sont :

Perte par combustion incomplète (production d'oxyde de carbone);

Chaleur entraînée inutilement par les fumées;

Chaleur entraînée par les cendres et les imbrûlés;

Perte par radiation extérieure de la chaudière.

Lorsqu'on brûle sur la grille de la chaudière 1 kilogramme de combustible dont le pouvoir calorifique est de 8.000 calories, par exemple, et qu'on ne recueille à la sortie de la chaudière que 5.000 calories utilisables, les pertes sont de :

$8.000 - 5.000 = 3.000$ , soit environ 37 %.

On dit alors que le rendement de la chaudière est de :  
 $100 \% - 37 \% = 63 \%$ .

Le rendement d'une chaudière dépend de sa cons-



énorme. Si le foyer est trop petit, les rechargements sont trop fréquents.

La Brochure « Emploi du coke de gaz dans le chauffage central » éditée par l'Office technique de chauffage, résume tous les renseignements nécessaires pour l'utilisation rationnelle de ce combustible.

Le coke métallurgique exige un bon tirage.

Le grain d'anthracite coûte moins cher que l'anthracite en morceaux. Son emploi donne au foyer

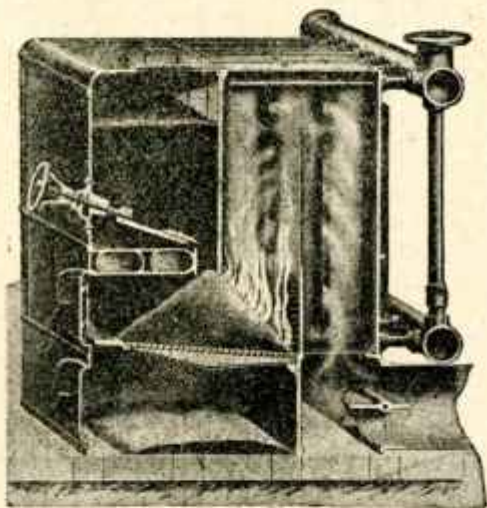


FIG. 43. — Chaudière Gauloise.

une allure régulière, particulièrement appréciable pour les chauffages à vapeur. Avec ce combustible il est possible d'effectuer le chargement automatique au moyen de chaudières (fig. 43) ou d'appareils (fig. 44) spéciaux. Enfin les décrassages sont moins

penibles



Naturellement le grain d'anhracite nécessite des grilles ou foyers spéciaux. Utilisé dans des brûleurs chargés mécaniquement et commandés thermostatiquement il donne aux générateurs une souplesse parti-

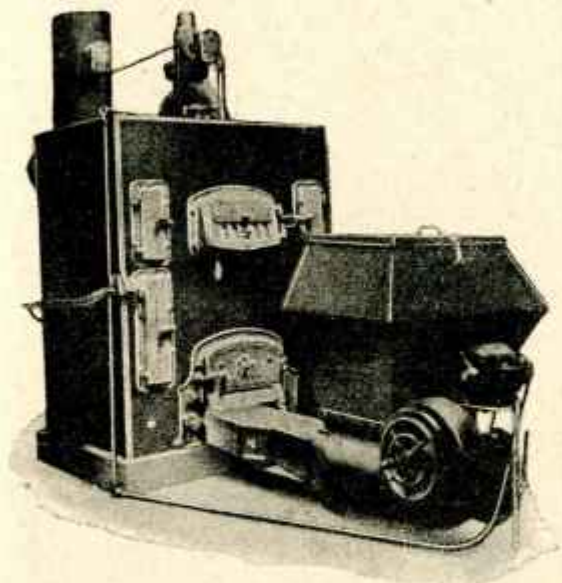


FIG. 44. — Brûleur automatique « Autocalor ».

culièrement intéressante pour les services intermittents (chauffages de jour seulement, etc...) ou pour les services à « charge » variable. (Services d'eau chaude, bains-douches, etc...)





## CORPS DE CHAUFFÉ

### GÉNÉRALITÉS

Les corps de chauffe les plus employés sont :

Les radiateurs, les convecteurs, les panneaux, les serpentins, les tuyaux à ailettes.

Les radiateurs les plus usuels sont les radiateurs en fonte. En France, on emploie peu les radiateurs en acier.

Les radiateurs chauffent un peu par radiation (ou rayonnement) et surtout par convection.

Les convecteurs, qu'on place dans des niches de formes appropriées, chauffent exclusivement par convection (fig. 60).

Les panneaux dont l'action radiante est plus importante que celle des radiateurs permettent le chauffage par les murs.

Pour le chauffage par le plafond, on emploie des serpentins en tubes de petit diamètre noyés dans la masse des planchers.

On utilise encore les tuyaux lisses en acier (disposés généralement en plinthe) et les tuyaux lisses en fonte (chauffage d'usines, de serres, etc...).

Les tuyaux à ailettes en fonte, lourds, fragiles et nécessitant beaucoup de joints cèdent le pas aux tuyaux à ailettes en acier rapidement posés (fig. 61 et 62).

Les tuyaux à ailettes sont surtout utilisés dans les locaux industriels ou pour constituer des batteries de chauffe (chauffage par air pulsé).

**Radiateurs en fonte.** — Les radiateurs en fonte



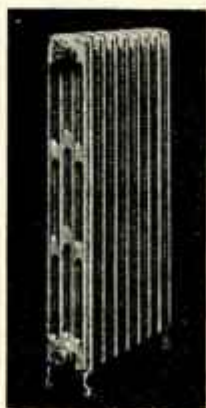


FIG. 45. — Radiateur Chappée. FIG. 46. — Radiateur Chappée.

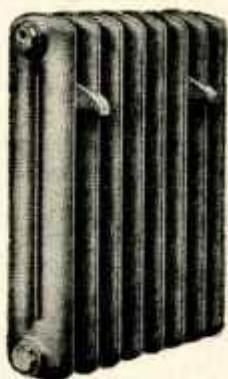
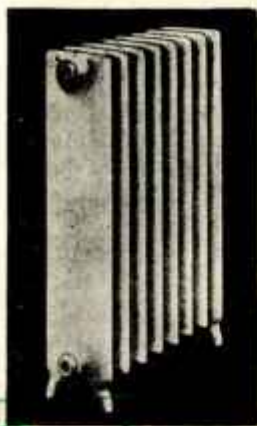


FIG. 48. — Radiateur à crochet de suspension Brousseval.

Fig. 47. Radiateur Chappée « Sanit ».

(fig. 46 à 48), sont constitués par des sections ou

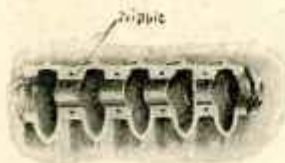


FIG. 49.

éléments assemblés (fig. 49), avec interposition de joints, au moyen de bagues biconiques filetées à droite et à gauche (nipples), dont le serrage rapproche les éléments (fig. 50).

On peut distinguer les radiateurs du type américain (simples, doubles, triples, unis ou ornés) et les radiateurs tubulaires (doubles, triples, quadruples, quintuples, sextuples).

Les constructeurs livrent des radiateurs à pieds hauts qui facilitent les balayages. On



FIG. 51.  
Radiateur sur  
consolles.

peut également utiliser les radiateurs sans pied posés sur consoles et maintenus par des colliers (fig. 51). Cette disposition entraîne des frais de pose supplémentaires assez importants.

Il existe toutes sortes de radiateurs spéciaux pour des cas particuliers (fig. 51 et 52).

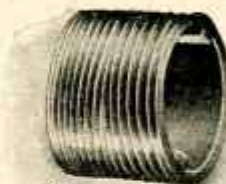


FIG. 50. — Nipple.

**Tuyaux à ailettes en fonte.** — Les tuyaux en fonte à ailettes circulaires (seuls appareils de chauffage dont les dimensions soient standardisées) sont généralement livrés en bouts de 2 mètres, terminés par des brides.

dimensions soient standardisées) sont généralement livrés en bouts de 2 mètres, terminés par des brides.



On les assemble en cordons ou en batteries (fig. 54) au moyen de boulons, accessoires et raccords spéciaux (joints en amiante pour la vapeur et en caoutchouc pour l'eau chaude) (fig. 55).

Les longs cordons de tuyaux à ailettes doivent être posés sur supports à rouleaux ou étriers mobiles pour permettre la dilatation (fig. 56).

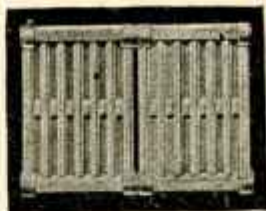


FIG. 52. — Radiateur  
« Classic » mural



FIG. 53.  
Radiateur mural.

**Tuyaux à ailettes en acier.** — Plus résistants, plus légers, plus maniables que les tuyaux en fonte, les tuyaux à ailettes en acier sont livrés en toutes longueurs jusqu'à 6 mètres. Les ailettes sont constituées, soit par une bande de métal enroulée en spirale sur le tube (fig. 61), soit par des disques ondulés forcés sur le tube à l'écartement voulu (fig. 62).

Les tuyaux à ailettes carrés (fig. 63), plus faciles à loger, ont une efficacité un peu moindre à surface de chauffe égale que les tuyaux à ailettes rondes parce que les extrémités de leurs ailettes ne sont pas à la même température que la partie centrale.

Les tuyaux en acier se



FIG. 54. — Batterie de  
tuyaux à ailettes.



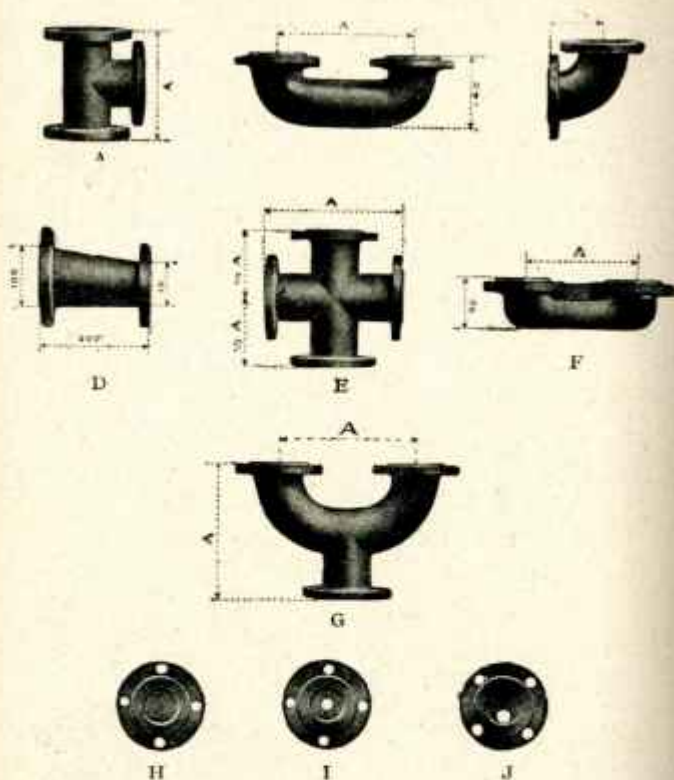


FIG. 55. — Raccords pour tuyaux à ailettes.

- A. Tê. — B. Coude double haut. — C. Coude simple. — D. Réduction. — E. Croix. — F. Coude double bas. — G. Culotte. — H. Bride pleine. — I. Bride d'entrée, taraudage au centre. — J. Bride de sortie, taraudage excentré.

groupent comme les tuyaux en fonte. Les assemblages se font par brides (mandrinées sur les tubes) et boulons ou par soudure autogène.



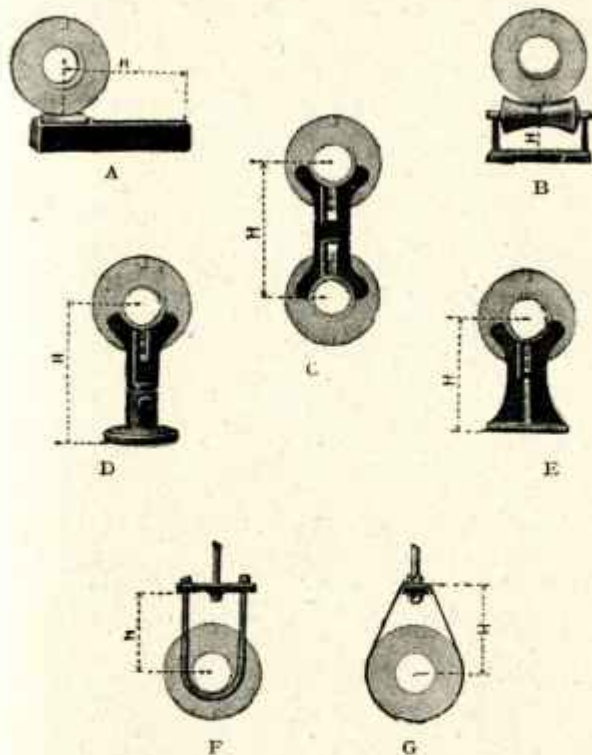


FIG. 56. — Supports de tuyaux à ailettes.

- A. Rouleau à scellement. — B. A rouleau. — C. Intercalaire.  
 — D. A coulisse. — E. Support simple. — F. Étrier de suspension pour tuyaux en fonte. — G. Étrier pour tuyaux en acier.

**Tuyaux lisses.** — On emploie les tuyaux lisses en fer (tubes ordinaires) pour l'établissement des cordons de chaleur et les tuyaux lisses en fonte pour les chauffages de serres.

**Convecteurs.** — Les convecteurs sont des corps de chauffe à ailettes spéciaux en acier, en cuivre, en cuivre et aluminium, etc... (fig. 60).

On les dispose dans des niches ou coffrage spéciale-



FIG. 57. — Convecteur Circalor installé dans une niche ménagée sous une fenêtre lors de la construction du bâtiment.

ment aménagés et qui, formant cheminée, active le passage de l'air sur les ailettes.

Ces appareils permettent de concilier les exigences de la décoration avec celles du confort.



Légers et contenant peu d'eau, ils sont particulièrement intéressants pour les chauffages intermittents.

Si leur emploi est prévu dans la conception même de la construction, ou si l'on dispose d'écoinçons,

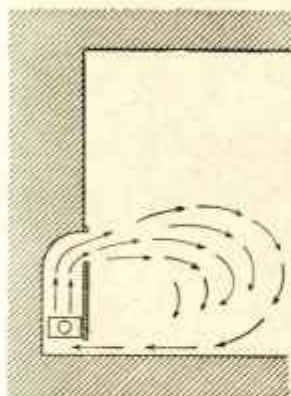


Fig. 58. — Principe du chauffage par convecteurs.

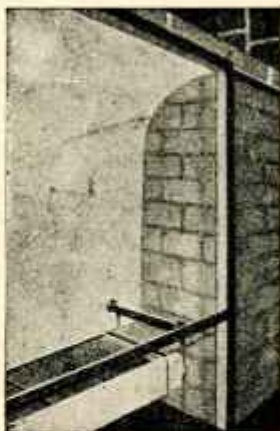


Fig. 59. — Circalor suspendu.



Fig. 60. — Convecteur Circalor.

d'embrasures (fig. 57) permettant d'établir économiquement des coffrages, l'installation des convecteurs peut n'être pas plus onéreuse que celle de radiateurs apparents.





## CARACTÉRISTIQUES DES CORPS DE CHAUFFE

**Modèles et proportions.** — Le modèle et les proportions des corps de chauffe sont déterminés par la nature des locaux à chauffer, les emplacements disponibles, les exigences du fonctionnement et le goût du client.



FIG. 61.

Tuyau à silette en acier Tubel.

**Poids.** — Les corps de chauffe légers sont maniables et coûtent peu de transport et d'octroi. Ils permettent des mises en régime rapides en raison du faible poids de métal à réchauffer.

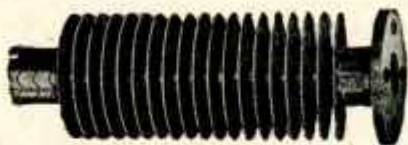


FIG. 62. — Tuyau acier Favler.

La légèreté ne doit pas être obtenue au détriment d'une solidité indispensable pour le transport (les radiateurs voyagent en vrac) et la conservation des appareils.

**Contenance d'eau.** — Les corps de chauffe à eau chaude à faible contenance permettent des mises en



régime rapide. Par contre, ils se refroidissent rapidement dès que le générateur ne les alimente plus.

**Pouvoir de transmission.** — La caractéristique principale d'un corps de chauffe, celle d'après laquelle il devrait logiquement être catalogué, est son pouvoir de transmission, c'est-à-dire le nombre de calories qu'il peut transmettre en moyenne en une heure par mètre carré de surface de chauffe.

La comparaison de deux corps de chauffe doit toujours être faite d'abord de ce point de vue. Un moyen un peu grossier, mais très simple, pour comparer l'efficacité de deux radiateurs de même surface consiste à les abandonner, remplis d'eau à la même température, dans un local où ils sont placés dans les mêmes conditions de refroidissement. Celui des deux appareils qui se refroidit le plus vite est évidemment celui dont le pouvoir d'émission est le plus grand.

On obtient le pouvoir de transmission en multipliant le coefficient de transmission de la paroi du corps de chauffe par la différence entre la température moyenne du fluide qui le parcourt et celle de l'air ambiant. Pour les radiateurs à eau chaude, on obtient la température moyenne en ajoutant la température à l'entrée à la température à la sortie et en divisant par deux. Comme température de l'air ambiant, on prend, dans tous les cas, celle du local chauffé.

Le coefficient de transmission moyen dépend des facteurs passés en revue au chapitre 1<sup>er</sup> (*Transmission à travers une paroi*) et en particulier pour



FIG. 67.  
Tuyaux à ailettes carrées.



les radiateurs de la nature et de l'épaisseur du métal, de la forme, de la hauteur, de la disposition, de l'écartement et du nombre des éléments.

Pour les tuyaux à ailettes, il dépend du diamètre du corps, du diamètre des ailettes, de leur écartement, de la façon dont elles sont en contact avec le corps et dans le cas d'une batterie, de la disposition des tuyaux les uns par rapport aux autres.

Dans tous les cas, la vitesse de l'air au contact des surfaces joue un rôle capital dont il faut tenir un compte spécial chaque fois que le mouvement de l'air est plus rapide qu'il ne le serait sous la simple poussée naturelle de l'air chaud.

La différence entre la température moyenne du fluide chauffant et l'air varie peu dans les chauffages à vapeur à basse pression dans lesquels la vapeur arrive toujours à une température voisine de 100 degrés. Elle varie dans de plus larges limites pour les radiateurs alimentés en eau chaude, car la température d'arrivée de l'eau dépend du refroidissement de l'eau dans la tuyauterie d'alimentation des radiateurs qui peut être considérable si la tuyauterie est longue, si elle traverse sans calorifugeage des locaux froids, ou si le rapport du débit au diamètre est faible.

Les indications qui précèdent montrent la prudence qu'il faut apporter dans l'emploi des chiffres qui sont généralement indiqués comme pouvoirs de transmission moyens des corps de chauffe et qui sont les suivants :

Radiateurs à eau chaude : 500 calories-heure par mètre carré de surface de chauffe;

Radiateurs à vapeur : 750 calories-heure par mètre carré de surface de chauffe;

Tuyaux à ailettes à eau chaude : 300 calories-heure par mètre carré de surface de chauffe;

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



Les tableaux ci-dessous empruntés, l'un à un ouvrage du professeur Rietschel, l'autre au catalogue des établissements Favier, sont donnés à titre d'indications pour permettre de se rendre compte de l'influence que peuvent avoir sur le pouvoir de transmission différents facteurs.

### TRANSMISSION DE LA CHALEUR DE L'EAU A L'AIR

L'air absorbant la chaleur ne possède que la vitesse occasionnée par la poussée naturelle.

COEFFICIENTS DE TRANSMISSION pour des écarts entre la température moyenne du fluide et la température ambiante	Infé- rieurs	De 40°	De 50°	De 60°	De 70°	Supé- rieurs
	à 40°	à 50°	à 60°	à 70°	à 80°	à 80°
<b>DÉSIGNATION DE LA SURFACE DE CHAUFFE</b>						
Tuyauterie simple en fer, horizontale :						
Jusque 34 diam ext.	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	12,5
de 34 à 60, diam. ext.	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5
Radiateurs, écart des éléments au moins 25 % :						
4 à 6 éléments.....	6,0	6,5	6,5	1,0	7,0	7,0
Plus de 6 éléments..	5,5	6,0	6,5	6,5	6,5	7,0
Tuyaux à ailettes cir- culaires, écart des ailettes au moins 35 %.....	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	5,5
Série de tuyaux cir- culaires à ailettes circulaires. Tuyaux horizontaux super- posés (ailettes se pénétrant en par- tie) :						
3 tuyaux.....	3,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0
6 ".....	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5





## COEFFICIENTS DE TRANSMISSION DES TUYAUX FAVIER (1)

Tuyaux horizontaux à 50 centimètres du sol ; température ambiante : 15 degrés.

Ventilation naturelle.

TUYAUX A AILETTES..... N <sup>os</sup>	6	9	12	17	23	33	35
TUBE.....	16/21	21/26	21/26	31/36	36/41	51/56	65/71
AILETTES.....	56	56	70	90	110	120	150
ÉCARTEMENT..... $\frac{m}{m}$	10	10	10	15	18	12	18
<hr/>							
Vapeur à 100 grammes.....	10,6	11	8,5	7,5	6,5	5,5	5,5
Eau chaude à 40°.....	7,5	7,7	6	5,2	4,5	4	4,1
— 50°.....	8,4	8,6	6,6	5,8	5	4,4	4,3
— 60°.....	9,1	9,3	7,3	6,4	5,5	4,9	5,1
— 70°.....	9,5	9,8	7,7	6,7	5,8	5,1	5,2
— 80°.....	10	10,3	8	7	6	5,3	5,5

(1) Les coefficients élevés donnés dans ce tableau résultent sans doute de la parfaite adhérence des ailettes sur les tubes.

## EMPLACEMENTS DES CORPS DE CHAUFFE

Les corps de chauffe rayonnent assez peu dans les locaux où ils sont placés parce qu'ils sont à basse température; mais ils y provoquent d'importants courants de convection. Il faut donc les placer à la partie basse des locaux (voir chapitre I<sup>er</sup>).

Pour que les courants de convection (véritables courants d'air) n'incommodent pas les occupants, il faut qu'ils parcourent des circuits aussi courts que possible; il faut donc disposer les corps de chauffe au voisinage immédiat des parois froides (fenêtres, murs extérieurs), de façon à ce que les courants froids qui descendent verticalement le long de ces parois soient immédiatement attirés sur les corps de chauffe et transformés en courants chauds qui formeront écran de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur. C'est substituer dans une certaine mesure sa responsabilité à celle de l'installateur que de lui imposer certains emplacements.

Le meilleur emplacement des corps de chauffe est sous les fenêtres, mais cette disposition présente certains inconvénients :

Encombrement de l'appareil qui interdit l'approche de la fenêtre;

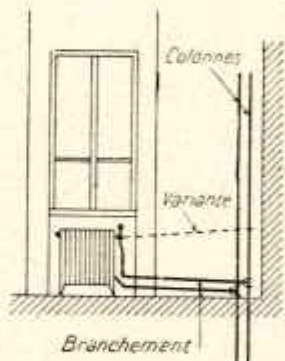


FIG. 64.  
Radiateur placé en allège.



Tuyauteries horizontales apparentes, dans de nombreux cas (fig. 64).

Esthétique discutable;

Noircissement rapide des rideaux. Ce qui peut, à la rigueur, être considéré comme plus avantageux que le noircissement des murs!

Lorsqu'on peut piquer le radiateur ainsi placé sur des tuyauteries passant à l'étage inférieur, le branchement est peu apparent (fig. 65), mais si le radiateur est à eau chaude, il doit être muni d'un purgeur fastidieux (voir chapitre IV).

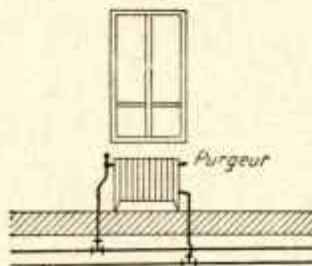


FIG. 65  
Radiateur en allège.

Aussi préfère-t-on généralement placer les radiateurs dans les écoinçons des fenêtres, dans tous les cas où les allèges n'ont pas été aménagées spécialement.

On voit souvent des radiateurs placés derrière des portes intérieures, loin des murs

extérieurs et des fenêtres. Ils n'encombrent pas et sont relativement dissimulés, mais cette solution, souvent économique d'installation, est presque toujours mauvaise du point de vue de l'égalité de température dans le local. On obtiendra peut-être la température voulue au milieu de la pièce, là où un expert la mesurerait éventuellement, mais certainement pas du côté du mur extérieur. En somme, cette disposition n'est guère admissible que lorsque l'esthétique ou le prix de revient interdisent les tuyauteries horizontales que nécessiteraient les emplacements rationnels (cas fréquent dans les chauffages d'étage).

Il ne faut jamais placer un radiateur devant une



cheminée, d'abord parce que l'air chauffé s'échappera par le conduit, ensuite parce qu'on rencontrera des difficultés pour placer les tuyauteries (marbres à percer, chambranles à contourner) et qu'on condamnera ainsi une cheminée qui peut être utile un jour.

Dans les grandes pièces, il faut prévoir plusieurs radiateurs de façon à obtenir une répartition aussi uniforme que possible de la température (éviter l'emploi de corps de chauffe d'un pouvoir d'émission supérieur à 2.000 calories).

Dans certains locaux industriels encombrés, on est quelquefois obligé de suspendre les tuyaux à ailettes sous le plafond. Si le plafond n'est pas perméable au froid, ces tuyaux se trouvent situés dans une atmosphère surchauffée, les courants de convection ne peuvent s'établir, et l'efficacité peut être réduite de 50 ou 60 %.

Par contre, lorsqu'un plafond est perméable au froid (plafonds vitrés, sheds, etc...), il y a intérêt, sinon nécessité, à placer immédiatement sous ce plafond des corps de chauffe appropriés (cordon de tuyaux lisses ou à ailettes) qui formeront un véritable plafond de chaleur combattant efficacement le courant froid qui, s'amorçant sous la toiture, tend à descendre sur la tête des occupants.

Mais cette solution est onéreuse d'installation et entraîne une consommation exagérée en raison de ce que les tuyaux ainsi placés se trouvent dans d'excellentes conditions d'émission de chaleur puisque situés dans une zone très froide. Le malheur est que cette chaleur n'intéresse pas directement les occupants. Elle est mal utilisée, elle reste à la partie haute du local.

L'emplacement d'un corps de chauffe est un facteur de rendement trop souvent méconnu ou négligé. On corrige quelquefois des installations insuffisantes par simple déplacement des corps de chauffe.





## TUYAUTERIES

**Tuyaux employés.** — Les tuyaux employés dans les installations de chauffage ordinaires sont les tubes dits « à gaz » en acier (soudés par rapprochement jusqu'au diamètre intérieur de 50  $\frac{3}{8}$ , sans soudures ou soudés par recouvrement pour les diamètres supérieurs) et les tubes en acier sans soudure.

Les caractéristiques standardisées de ces deux catégories de tubes se trouvent sur les normes C. N. M. 401 et C. N. M. publiées par le Comité de Normalisation de la Mécanique.

**Caractéristiques des tubes.** — Les tubes sont pratiquement désignés par leur diamètre intérieur. En application des décisions du Comité Supérieur de Normalisation, ce diamètre devrait être exprimé en pouces (1 pouce anglais = 25,4 millimètres). On l'exprime couramment en millimètres.

On trouvera ci-dessous, les caractéristiques pratiques des tubes à gaz (tubes filetés ordinaires), dits encore « tubes en fer » (tableau page 84).

Les tubes sont livrés en barres d'une longueur de 6 mètres environ dont les extrémités sont taraudées et protégées par un manchon en fer (tubes T. M.) ou lisses, sans taraudage (tubes S. T.)

Les tubes sont coupés, courbés au feu ou à la machine, filetés sur chantier.

On les assemble au moyen de raccords, de brides ou par soudure autogène.

**Raccords.** — Les raccords employés (fig. 66) pour l'assemblage des tubes sont en fonte ou en fonte malléable, à filetages coniques ou cylindriques, avec 2 pas de droite ou avec pas à droite et pas à gauche.



On évite toutes confusions dans la désignation des raccords en utilisant le numérotage G. F.

**Brides.** — Les assemblages par brides sont avantageux dans les gros diamètres. Les brides peuvent être dudgeonnées ou soudées. Elles rendent les démontages faciles. Leur présence augmente sensiblement la perte de chaleur des tuyauteries.

**Soudure autogène.** — Exécutée par de bons ouvriers spécialistes, la soudure autogène offre toutes sécurités. Elle permet des assemblages rapides, assure l'étanchéité, évite l'aspect disgracieux des raccords et est économique. Le chalumeau permet tous démontages, adjonctions, etc...

**Supports des tuyauteries.** — La figure 67 montre les supports et colliers couramment employés dans le montage des tubes.

Se souvenir que les colliers ne doivent pas brider les tuyaux qui doivent pouvoir se déplacer sous l'effet de la dilatation sans que les pentes soient affectées.





## CARACTÉRISTIQUES DES TUBES

DIMENSION NOMINALE	DIAMÈTRE INTÉRIEUR		DIAMÈTRE EXTÉRIEUR approximatif
	Pouces anglais	approximatif ≈	nominal ≈
1/8	6,00	5	10
1/4	8,75	10	13,25
3/8	12,25	12	16,75
1/2	15,75	15	21,25
3/4	21,25	20	26,75
1	27	26	33,5
1 1/4	35,75	33	42,25
1 1/2	41,25	40	48,25
2	52,50	50	60
2 1/4	58,50	60	66
2 1/2	68	66	75,5
3	80,25	80	88,25
3 1/2	92,50	90	101
4	105	102	113,5
4 1/2	118	114	126,5
5	130	127	139
6	155,50	152	164,5

## " A GAZ " (Tubes filetés ordinaires)

SURFACE EXTÉRIEURE approximative d'un mètre de tuyau.	POIDS THÉORIQUE d'un mètre de tuyau.	CONTENANCE APPROXIMATIVE d'un mètre de tuyau.
mètres carrés.	kilogrammes	litres
0,031	0,39	0,03
0,042	0,61	0,06
0,052	0,80	0,12
0,068	1,25	0,19
0,084	1,63	0,35
0,105	2,42	0,57
0,133	3,13	1,00
0,151	3,86	1,34
0,188	5,20	2,17
0,189	5,76	2,68
0,238	6,64	3,62
0,278	8,31	5,05
0,328	10,14	6,7
0,355	11,45	8,25
0,400	12,81	11,20
0,438	14,93	13,30
0,520	17,76	19,00

**Chaleur émise par les tuyauteries.** — Les tuyauteries des chauffages à eau chaude et à vapeur constituent de véritables radiateurs dont le pouvoir d'émission est proportionnel à la longueur et dépend :

du diamètre ;

de la différence de température entre le fluide véhiculé et le local et de l'isolation du tuyau ;

de la position du tuyau (horizontale, verticale, en plinthes, sous plafond, etc...)

**Pouvoir d'émission approximatif, par mètre courant, en calories-heure, des tuyauteries de chauffage à eau chaude par thermosiphon.**

*Tuyauteries d'aller nues posées en plinthes.*

Diamètres	Pouvoir d'émission (calories-heure)		
	En grenier	En cave et locaux non chauffés	Dans les locaux chauffés
15/21	63	50	47
20/27	81	76	61
26/34	103	97	78
33/42	115	108	87
40/49	132	124	99
50/60	163	153	122
60/70	190	178	142
66/76	204	191	153
80/90	231	220	176
90/102	256	240	192
102/114	272	255	204

Pour les tuyauteries sous plafond, prendre 80 % des chiffres ci-dessus.

Pour les tuyauteries calorifugées, prendre 30 à 40 %.

Si l'on considère la chaleur émise par les tuyaux du point de vue de sa contribution au chauffage des locaux traversés il faut tenir compte que les colonnes montantes et les tuyauteries sous plafonds sont moins efficaces que les tuyauteries en plinthe. Pratiquement on pourra admettre que 50 % seulement de la chaleur émise par les colonnes est utile et il sera prudent de ne pas négliger la chaleur dégagée par les tuyaux en élévation.



*Tuyauteries de retour nues posées en plinthes.*

Diamètres intérieurs	En grenier	En cave et locaux non chauffés	Dans les locaux chauffés
15/21	43	39	27
20/27	56	51	36
26/34	71	64	45
33/42	79	71	50
40/49	91	82	57
50/60	112	101	71
60/70	131	118	83
66/76	140	126	88
80/90	161	145	101
90/102	176	159	110
102/114	187	170	119

Pour les tuyauteries sous-plafond, prendre 80 % des chiffres ci-dessus.

Pour les tuyauteries calorifugées, prendre 30 à 40 % des chiffres ci-dessus.

**Pouvoir d'émission approximatif, par mètre courant, en calories-heure, des tuyauteries de chauffage à vapeur à basse pression.**

*Tuyauteries de vapeur nues posées en plinthes.*

Diamètres intérieurs	En grenier	En cave	Dans locaux chauffés
15/21	79	75	63
20/27	101	96	81
26/34	129	123	103
33/42	144	137	115
40/49	165	156	132
50/60	204	194	163
60/70	238	226	190
66/76	255	242	204
80/90	294	279	231
90/102	320	304	256
102/114	340	323	272

Pour les tuyauteries sous-plafond, prendre 80 % des chiffres ci-dessus.

Pour les tuyauteries calorifugées, prendre 30 à 40 % des chiffres ci-dessus.



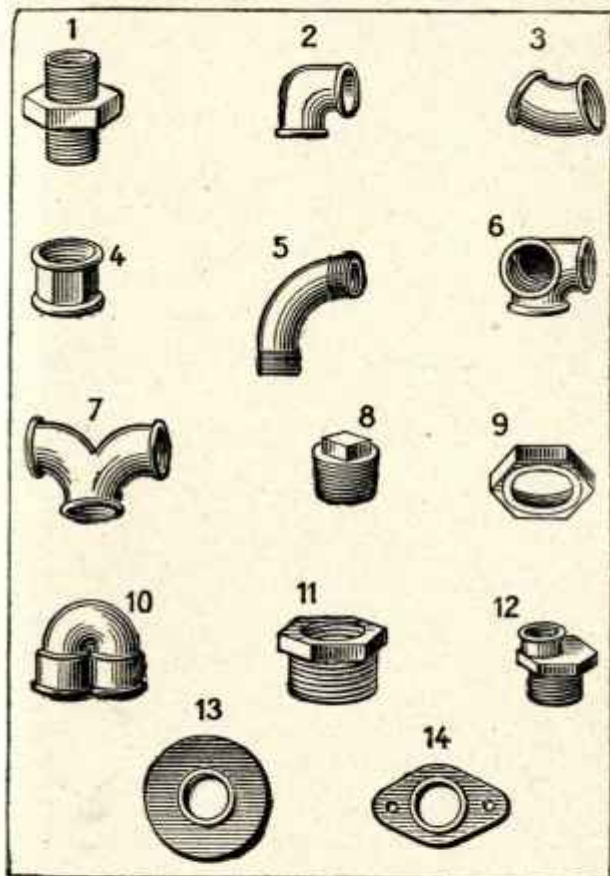


Fig. 66. — Raccords pour tube en fer.

1. Mamelon hexagonal. — 2. Coude d'équerre. — 3. Coude court à 45°. — 4. Manchon hexagonal. — 5. Coude mâle à 90°. — 6. Distributeur à coudes d'équerre. — 7. Tè à deux embranchements égaux. — 8. Bouchon mâle conique. — 9. Contre-écrou à 6 pans. — 10. Coude double 180°. — 11. Réducteur mâle et femelle. — 12. Réducteur excentré m. et f. — 13. Bride ronde ordinaire. — 14. Bride ovale taraudée.

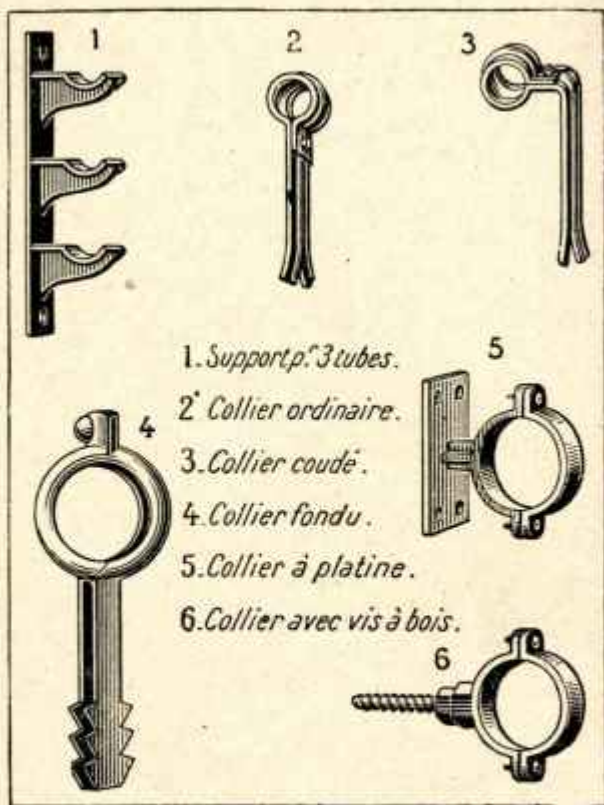


Fig. 67. — Supports pour tubes en fer.

La chaleur fournie par les tuyauteries traversant les locaux chauffés pourra être déduite des calories de dépenses avant détermination des radiateurs nécessaires.



Si les tuyauteries qui traversent des locaux à chauffer contribuent au chauffage, celles-ci qui traversent les caves, les greniers, les locaux non chauffés émettent inutilement des quantités de chaleur appréciables qui se traduisent par une consommation supplémentaire constante de combustible. C'est pourquoi il est préférable de les calorifuger.

## CALORIFUGES

**Calorifuges des chaudières.** — La surface extérieure des chaudières rayonne inutilement une quantité de chaleur sensible qui se traduit par une consommation appréciable de combustible et une élévation anormale de la température dans la chaufferie.

Il y a donc intérêt à habiller les chaudières d'une enveloppe calorifuge, sauf toutefois exceptionnellement dans certains petits chauffages où l'on désire au contraire que la pièce dans laquelle est placée la chaudière soit chauffée par celle-ci.

La plupart des chaudières peuvent être livrées par leurs constructeurs revêtues d'une jaquette calorifuge en feutre maintenue par une enveloppe en tôle. Ces jaquettes sont



FIG. 68.

Chaudière « Idéal » avec son enveloppe calorifuge.

très efficaces et d'un emploi commode (fig. 68).

Les chaudières qui ne comportent pas de jaquette



peuvent être recouvertes après pose d'une épaisseur de 3 centimètres environ d'enduit d'amiante qui s'applique sur la chaudière chaude par couches minces successives, se polit facilement et peut se peindre.

Le calorifuge à l'enduit exige généralement une main-d'œuvre spécialisée.

**Calorifuge des tuyauteries.** — Les pertes par tuyauteries sont très réduites lorsqu'on prend la précaution



FIG. 69. — Calorifuge de tuyauteries.

d'envelopper les tuyaux d'une matière calorifuge appropriée.

Le calorifuge est particulièrement utile, sinon indispensable, pour certaines tuyauteries de vapeur qui traversent des passages très froids dans lesquels la vapeur qu'elles véhiculent pourrait être complètement condensée.

On peut employer pour calorifuger les tuyaux des bourrelets de soie de 25 millimètres de diamètre qu'on enroule sur les tubes et qu'on recouvre de toile (fig. 69).

Le tableau suivant, emprunté au catalogue de la Compagnie nationale des Radiateurs, donne les quantités de bourrelets et de toile approximativement nécessaires.



**Quantité approximative de bourrelet nécessaire  
par mètre courant de tuyau.**

Diamètre des tuyaux.	‰	12/17	15/21	20/27	26/34
Bourrelet de 25 ‰...	Kg.	0,330	0,390	0,480	0,550
Diamètre des tuyaux.	‰	33/42	40/49	50/60	60/70
Bourrelet de 25 ‰...	Kg.	0,600	0,660	0,750	0,830
Diamètre des tuyaux.	‰	66/76	80/90	90/102	102/114
Bourrelet de 25 ‰...	Kg.	0,890	1	1,080	1,210

**Longueur approximative de toile nécessaire  
pour enrober un mètre courant de tuyau calorifugé  
avec bourrelet de 25 m/m.**

Diamètre des tuyaux.	‰	12/17	15/21	20/27	26/34
Mètres courants de toile...		2,10	2,25	2,45	2,65
Diamètre des tuyaux.	‰	33/42	40/49	50/60	60/70
Mètres courants de toile...		2,90	3,15	3,50	3,80
Diamètre des tuyaux.	‰	66/76	80/90	90/102	102/114
Mètres courants de toile...		4	4,40	4,75	5,15

Pour donner plus de rigidité et meilleur aspect à l'isolation, on peut interposer entre le bourrelet et la toile du carton mince.

Ce procédé d'isolation efficace peut être pratiqué par n'importe quel ouvrier un peu soigneux.

Les caquilles de liège, de 2 à 3 centimètres d'épais-



seur, enduites ou non de plâtre, arrêtées par des manchettes en zinc, bridées au fil de fer, quelquefois habillées de toile, donnent également de bons résultats. Mais elles ne conviennent bien que pour les tuyauteries à basse température (eau chaude).

Enfin, le carton ondulé ignifugé, enroulé à plusieurs épaisseurs sur les tuyaux et maintenu par une bande de toile, réduit considérablement les pertes.

*Avant de calorifuger les tuyauteries, il est bon de les recouvrir d'une couche de minium qui évite leur oxydation.*

Parmi les calorifuges économiques et qui conviennent parfaitement dans certains cas on peut citer : la sciure et la fibre de bois, le mâchefer sec, les débris de liège, le sable.

**Avantages.** — Un bon calorifuge peut réduire les pertes de 50 à 75 %, ce qui montre que la dépense engagée pour le calorifuge est très rapidement couverte par l'économie considérable de combustible qu'elle permet de réaliser. On peut estimer cette économie en s'aidant des tableaux des pages 85 et 86.

**Difficultés.** — La principale difficulté qu'on rencontre dans l'emploi du calorifuge est de le soustraire à l'action de l'humidité qui amène sa pourriture ou son désagrégement, il faudra donc prendre toutes précautions utiles à ce sujet et quelquefois garnir d'une enveloppe en zinc les parties susceptibles d'être mouillées (passages à l'extérieur ou auprès de tuyaux d'eau froide sur lesquels se produit de la condensation).



## CHAPITRE IV

# CHAUFFAGE A EAU CHAUDE DIT PAR THERMOSIPHON

### GÉNÉRALITÉS

**Définition.** — Le chauffage à eau chaude par thermosiphon (ou par gravité) fonctionne naturellement sans le secours d'aucun mécanisme. Il est caractérisé par le fait que la température de l'eau qui véhicule la chaleur du générateur aux corps de chauffe ne dépasse jamais 90 degrés.

**Avantages.** — Le chauffage central à eau chaude par thermosiphon est simple, sûr, régulier, rigoureusement silencieux, durable et facile à conduire.

Il est réglable centralement et localement mieux que tout autre système, ce qui permet une exploitation économique.

Du point de vue hygiénique il a le grand avantage d'utiliser des corps de chauffe à basse température au contact desquels les poussières organiques de l'air ne se décomposent pas, qui ne présentent aucun risque de brûlure, et qui ne dessèchent pas l'atmosphère.



**Inconvénients.** — Les inconvénients généraux du chauffage central à eau chaude par thermosiphon sont les suivants :

Prix d'installation assez élevé en raison du diamètre des tuyauteries et des grandes dimensions des corps de chauffe qui sont d'ailleurs encombrants.

Mise en régime assez lente, même lorsque la contenance d'eau et le poids de métal sont réduits.

Risque de gel en cas d'absence, si on a négligé de vidanger avant de partir. Les tuyauteries et appareils peuvent éclater et si l'accident se produit dans les étages supérieurs, les dégâts sont considérables. (Il existe des appareils antigel susceptibles de vidanger automatiquement l'installation.)

Lorsque l'installation est vidangée, les tuyauteries s'oxydent, autre inconvénient.

**Indications.** — Des points de vue technique, hygiénique et économique, le chauffage à eau chaude par thermosiphon est indiqué pour tous les locaux dans lesquels on désire obtenir une température douce, régulière et facilement réglable : habitations, bureaux, écoles, hôpitaux, serres, etc...

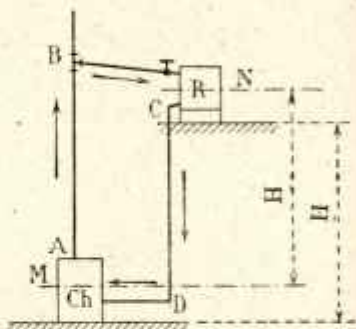


FIG. 70.

Principe du thermosiphon.

**THÉORIE DU FONCTIONNEMENT DU THERMOSIPHON.** —

La théorie classique du fonctionnement des chauffages à eau chaude par thermosiphon ou théorie des différences de densités est la suivante (fig. 70) :



Si Ch est la chaudière; R, un corps de chauffe placé dans un local à chauffer et dans lequel l'eau vient se refroidir, la colonne montante d'alimentation AB chaude est moins dense que la colonne descendante de retour CD; donc la pression par centimètre carré à la base de la colonne AB est plus petite que la pression à la base de la colonne CD. La différence de ces deux pressions, ou charge, se traduit par une force (force hydromotrice) qui oblige l'eau à circuler continuellement dans le sens des flèches.

Il se produit en quelque sorte un phénomène de convection canalisé par les tuyauteries.

Si la tuyauterie d'alimentation est à 90° et la tuyauterie de retour à 60°, la charge s'obtient en millimètres d'eau par centimètre carré en multipliant la différence de niveau en mètres entre la chaudière et le radiateur par 18. Cela résulte de ce que la différence de poids entre une colonne d'eau d'un centimètre carré de section et d'une hauteur d'un mètre à la température de 90° et une même colonne d'eau à 60° est de 1,8 gramme.

Le calcul de la charge devient complexe lorsque l'installation comporte plusieurs réseaux ramifiés les uns sur les autres dont les différentes charges se combinent pour donner des charges résultantes.

D'autre part, le refroidissement inévitable de l'eau au cours de son trajet dans les tuyauteries vient influencer sur les densités aux différents points du circuit et modifie ainsi la charge théorique.

La pression dans les colonnes AB et CD étant proportionnelle à la hauteur de ces colonnes, la charge est également proportionnelle à cette hauteur qui est sensiblement égale à la différence de niveau entre la chaudière et le corps de chauffe ou à la différence de niveau entre le milieu M de la chaudière et le milieu N du corps de chauffe.

La charge due à la différence des densités est à vrai



dire un peu simpliste. La théorie thermo-dynamique qui fait entrer en ligne de compte les dilatations et les contractions qui se produisent sous l'effet des changements de température dans la masse liquide en circulation donne du fonctionnement des thermosiphons une explication beaucoup plus scientifique.

Cette théorie sort du cadre de cet ouvrage. Ses conclusions sont d'ailleurs pratiquement en accord avec celles de la théorie des différences de densités qu'on peut résumer comme suit :

La charge, toujours très faible, qui commande le diamètre des tuyauteries, dépend des températures de l'eau dans les différents tronçons du circuit et dans les appareils, et elle est d'autant plus grande que la différence des niveaux entre la chaudière et le corps de chauffe considéré est plus grande.

Ces conclusions expliquent :

L'intérêt qu'il y a à placer la chaudière le plus bas possible ;

La difficulté d'établir des installations dans lesquelles la chaudière se trouve placée au même niveau que les corps de chauffe (chauffage d'appartements) ;  
L'impossibilité à peu près générale d'alimenter correctement des corps de chauffe placés à un niveau



FIG. 71. — Vase d'expansion horizontal.



FIG. 72.  
Vase  
d'expansion  
vertical.

que les corps de chauffe (chauffage d'appartements) ;  
L'impossibilité à peu près générale d'alimenter correctement des corps de chauffe placés à un niveau





inférieur à celui de la chaudière, ou placés au même niveau qu'elle, mais de hauteur moindre.

**Vase d'expansion.** — Cet appareil, indispensable

dans toute installation à eau chaude par thermosiphon, est un récipient ouvert à l'air libre, placé au point haut de l'installation (fig. 71.72 et 73).



FIG. 73.  
Vase d'expansion rectangulaire.

Il recueille l'augmentation de volume de l'eau lors de son échauffement. Cette dilatation

entraînerait, si l'installation était complètement étanche, l'éclatement des appareils et tuyauteries.

Le volume du vase d'expansion doit être double de la dilatation maximum de l'eau, c'est-à-dire égal au moins au 1/15 de la capacité en eau de toute l'installation (voir le volume des tuyauteries, page 84 et celui des appareils dans les catalogues).

Pour les petites installations, jusqu'à 20.000 calories, on peut prendre sans calcul un vase de 20 à 25 litres.

Le vase d'expansion est muni d'un niveau d'eau et d'une tuyauterie de trop-plein aboutissant sur le toit ou sur une vidange sanitaire (fig. 78).

La tuyauterie qui raccorde le vase sur l'installation

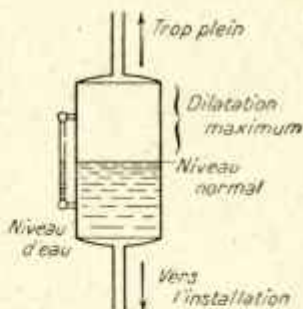


FIG. 74. — Vase d'expansion.



et la tuyauterie de trop-plein doivent être disposées et dimensionnées de façon à ce qu'elles soient susceptibles d'évacuer tous les afflux d'eau qui peuvent se produire et éventuellement la vapeur qui résulterait d'un emballement accidentel de la chaudière. Pour que l'échappement de la vapeur soit possible, il faut que le vase d'expansion soit piqué sur une tuyauterie

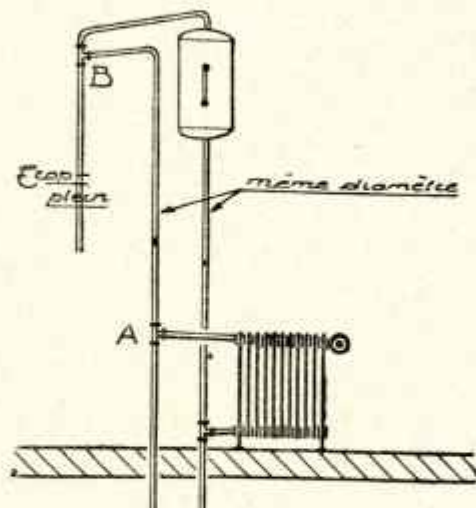


FIG. 75. — Raccordement du vase d'expansion sur le retour.

en communication avec la partie supérieure de la chaudière.

Si pour éviter l'échauffement du contenu du vase ou pour réduire l'évaporation on raccorde le vase d'expansion sur un tuyau de retour, cette disposition n'est pas réalisée. Il devient alors indispensable de raccorder la colonne montante sur le trop-plein du vase (fig. 75).



Lorsque le trop-plein débouche à un niveau inférieur à l'orifice de trop-plein du vase d'expansion, il

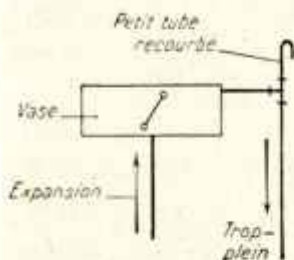


FIG. 76.  
Évent de vase d'expansion.

faut le munir d'un évent (ou entrée d'air) qu'on peut établir comme l'indique la figure (fig. 76; et qui évite le siphonnage de l'installation par le trop-plein, tout en empêchant les projections d'eau lorsque le trop-plein débite.

Lorsqu'il est impossible de placer le vase dans un endroit abrité, on peut l'établir avec

circulation d'eau chaude, comme un radiateur (fig. 77). Comme ce dispositif a l'inconvénient d'entraîner une perte de chaleur, on préfère souvent calorifuger soigneusement le vase. (La sciure, la fibre de bois donnent de bons résultats.)

Lorsqu'on ne dispose pas d'eau sous pression, c'est généralement sur le vase d'expansion qu'on place l'entonnoir pour le remplissage qui est alors effectué au seau.

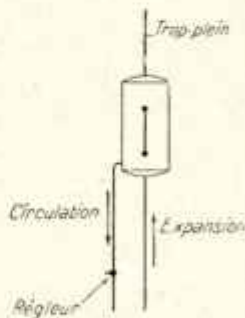


FIG. 77.  
Vase avec circulation.

**Purge d'air.** — L'eau qui remplit les installations de chauffage à eau chaude contient de l'air, plus exactement des gaz, qui s'en dégagent sous l'action de la chaleur et qui tendent à s'accumuler aux points hauts où ils ne tar-

devraient pas à constituer de véritables bouchons s'opposant à la circulation régulière de l'eau

Il est absolument nécessaire d'évacuer, de purger régulièrement ces gaz dont la présence contrarie la



FIG. 77 bis. Purgeur à volant.

FIG. 77 ter. Purgeur à clef.

circulation de l'eau. Le meilleur système de purge est la purge naturelle. Elle est réalisée par une judicieuse disposition des tuyauteries

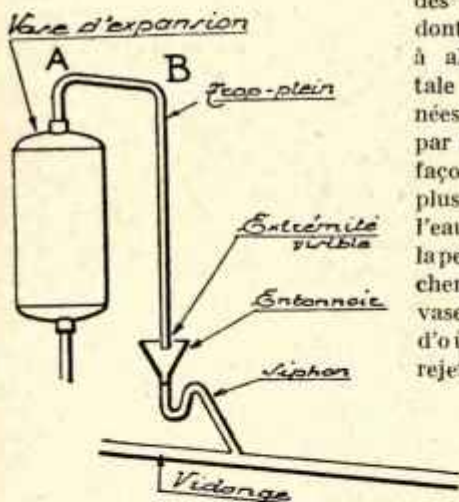


FIG. 78. — Raccordement du trop-plein sur une vidange.

dont toutes celles à allure horizontale seront inclinées de 3 à 5  $\frac{m}{m}$  par mètre de telle façon que les gaz, plus légers que l'eau, donc suivant la pente montante, cheminent vers le vase d'expansion d'où ils seront rejetés à l'extérieur par le trop-plein.

Partout où ce mouvement des gaz peut se faire dans le

même sens que celui de l'eau cela est évidemment préférable. Cependant il ne faut pas hésiter à rompre



avec cette norme si l'encombrement, l'esthétique ou des obstacles l'exigent. L'important, l'indispensable, est que les gaz ne puissent stagner en un point quelconque du tuyautage. Donc jamais de tuyaux horizontaux, ni de pentes douteuses, ni de tuyaux non dressés, comportant des bosses.

La fig. 79 donne un dispositif de pentes alternées qui évitant la pente régulière, disgracieuse et quelquefois impraticable pour peu que l'installation ait un grand développement, assure une purge parfaite sans aucun inconvénient pour la circulation.

Bien des raisons interdisent souvent de recourir à la purge naturelle. Parmi ces raisons on peut citer : souci d'économie (apparente), fantaisie des clients qui imposent les tracés de tuyauteries, exigences inconsidérées d'architectes, impossibilités techniques, soucis d'esthétique, encombrement, etc...

On peut alors recourir aux purgeurs d'air (fig. 77 bis et 77 ter), sortes de petits robinets qu'on manœuvre à la main suivant les besoins. Les purgeurs sont pour l'installateur de fréquentes sources d'ennuis, soit que les usagers oublient de les manœuvrer, les manœuvrent inconsidérément, s'inquiètent de la fréquence des manœuvres (qui est très variable). Enfin les enfants peuvent, en manœuvrant les purgeurs à volants, causer des inondations.

Pour toutes ces raisons les purgeurs à main doivent être évités. En tout cas, il est inutile d'en installer à tort et à travers et il ne faut jamais en placer un directement sur un tuyau, mais à l'extrémité d'une « bobine » (petite longueur de tuyauterie) en 15/21 par exemple, de capacité suffisante pour éviter les manœuvres trop fréquentes.

Chaque fois que le budget d'installation le permet on substituera aux purgeurs à main un réseau de tuyauterie de purge permanente. C'est-à-dire un réseau de canalisations de petit diamètre conduisant



les gaz vers des points naturellement purgés, vers le vase d'expansion ou directement à l'extérieur.

L'établissement d'un réseau de purge qui n'oblige pas à revenir tôt ou tard sur le chantier est assez délicat. Il ne faut pas placer de tuyaux de purge susceptibles de se remplir d'eau. Ils constitueraient des « courts-circuits » préjudiciables à la circulation. Ne pas placer non plus de tuyaux de purge horizontaux, surtout s'ils sont en fer. L'eau entraînée lors d'une expansion rapide pourrait y stagner, rouiller le tube, ce serait l'obstruction. Un tuyautage en cuivre est toujours supérieur à un tuyautage en fer. Souvent plus facile à dissimuler, à poser et finalement probablement moins cher.

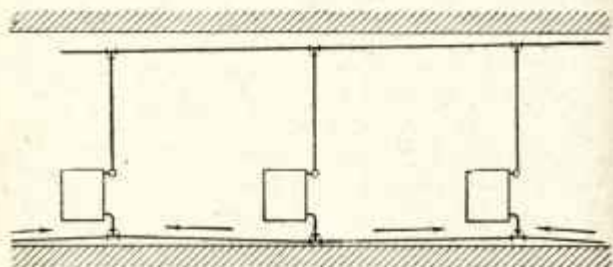


FIG. 79. — Pentés de retours alternées.

La figure 81 indique différents cas de purge qui se présentent fréquemment dans les installations à niveau. On remarquera en particulier le « pont d'air » P évitant le « court-circuit » que provoque le dispositif 1. Enfin on remarquera également les divers sens de pentes adoptés dans les caniveaux.

La figure 80 indique différents dispositifs de purge qui peuvent être adoptés dans un immeuble. On remarquera que les tuyauteries de gaz partent des radiateurs et non pas des colonnes montantes. La pratique nous a montré que ce dispositif était préférable.



Enfin chaque connexion comporte un « pont d'air » au-dessus du plan d'eau et les tuyauteries horizontales sont en pente pour éviter la stagnation de l'eau. Les tuyauteries de purge pour quelques radiateurs peuvent être établies, si elles sont en fer, en 5/10 ou mieux en 8/13. Dès qu'il s'agit de plusieurs colonnes il semble logique d'employer du 12/17.

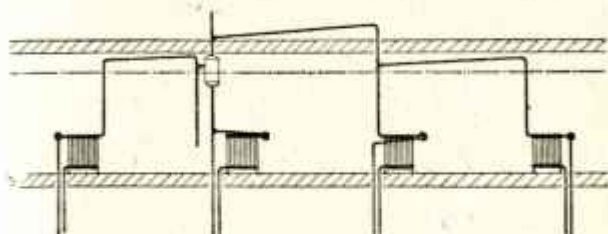


FIG. 80. — Purge d'air (Immeuble.)

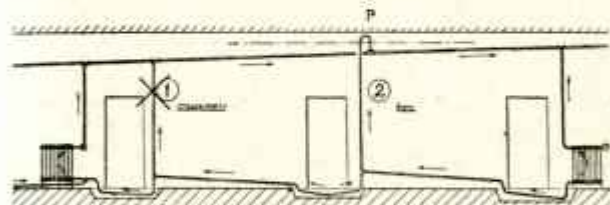


FIG. 81. — Purge d'air (à niveau.)

## NOTIONS SOMMAIRES SUR LE CALCUL DES TUYAUTERIES

Le réseau de tuyauteries d'un chauffage à eau chaude n'est pas autre chose qu'une distribution d'eau chaude sous faible pression. Cette distribution comporte des tuyauteries de retour qui ramènent à la chaudière l'eau refroidie dans les corps de chauffe (radiateurs, etc...). C'est ce refroidissement de l'eau qui est, comme on l'a vu précédemment, l'élément



principal de la charge ou pression qui force l'eau à circuler continuellement. Le thermosiphon trouve ainsi sa force en lui-même, c'est ce qui fait sa simplicité et sa sécurité. Mû par la différence de poids entre l'eau refroidie et l'eau chaude, un courant s'établit qui, pour que l'installation donne satisfaction, doit transporter des quantités d'eau bien déterminées. Nous avons vu en effet que la quantité de chaleur émise par un radiateur dépend de sa température moyenne, laquelle est évidemment liée à la quantité d'eau qu'il reçoit. La surface de contact avec l'air de refroidissement (surface de chauffe) étant fixe si le radiateur reçoit plus d'eau, celle-ci s'y refroidit moins, en ressort donc plus chaude et inversement.

En fait, on fixe le refroidissement de l'eau dans les radiateurs à une valeur variant de 20 à 30 degrés, échelle la plus avantageuse.

Plus la chute admise est faible plus les radiateurs sont gros et plus les diamètres sont petits et inversement. Le calcul des tuyaux est ainsi lié à celui des radiateurs, mais nous ne nous occupons pour l'instant que du premier.

Si nous admettons, par exemple, une chute de 25 degrés dans un radiateur qui doit fournir 1250 calories-heure, il faudra lui apporter  $\frac{1250}{25} = 50$  litres d'eau à l'heure, chacun d'eux abandonnant au cours de son passage dans l'appareil 25 calories.

La charge a une tendance à propulser l'eau. La tuyauterie offre une résistance. Cette résistance peut être décomposée en résistance linéaire et résistances localisées.

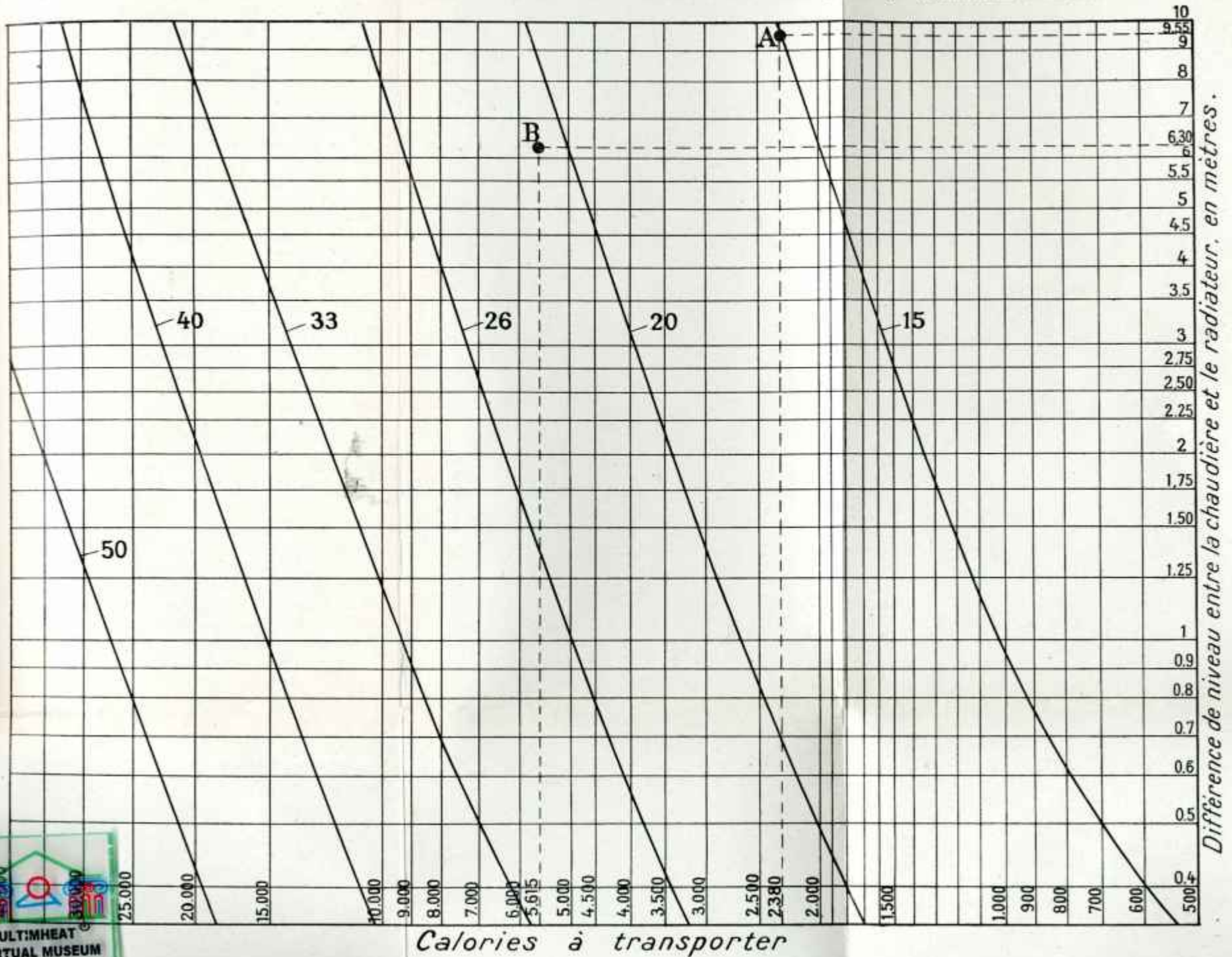
*Résistance linéaire.* — L'eau frotte contre les parois des tuyaux qui la conduisent et ce frottement a pour effet de gêner son mouvement.

La résistance de frottement peut être appelée résis-





Fig. 81 bis. — Abaque de calculs. — DIAMETRES DES TUYAUTERIES DES CHAUFFAGES A EAU CHAUDE pour :  
 Écart de température entre l'aller et le retour : 30 degrés centigrades.  
 Distance horizontale entre la chaudière et le radiateur le plus éloigné : maximum 10 mètres.



tance linéaire parce qu'elle augmente avec la longueur du tuyau, elle lui est proportionnelle. C'est un élément important qu'il ne faut jamais perdre de vue en chauffage. La section d'un tuyau ne signifie rien, si l'on ne prend pas en considération sa longueur. Tel tuyau pourra parfaitement alimenter un radiateur peu éloigné, alors qu'il ne suffira plus pour le même radiateur placé plus loin. La résistance de frottement dépend de l'état des parois des tuyaux. Elle est plus grande dans les tuyaux rugueux que dans les tuyaux lisses.

Elle augmente aussi avec le débit, c'est-à-dire que si l'on veut faire passer une plus grande quantité d'eau dans le même tuyau la résistance est plus forte, ce qui explique que de gros radiateurs ne peuvent être alimentés par de petits tuyaux que dans les étages supérieurs, où la charge est élevée. Il est à peu près exact de dire que si le débit double, devient deux fois plus grand, la résistance devient  $2 \times 2 = 4$  fois plus forte, si le débit triple, la résistance devient  $3 \times 3 = 9$  fois plus grande, etc... Enfin pour un même débit la résistance due au frottement augmente lorsque le diamètre diminue. Elle augmente même très rapidement. Ainsi si le diamètre devient 2 fois plus petit, la résistance est environ  $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$  fois plus forte. Ce qui explique pourquoi une réduction d'un point sur un diamètre a parfois des effets si importants.

*Résistances localisées.* — Le courant d'eau lancé dans un tuyau éprouve une certaine difficulté à changer de direction ou de section, c'est-à-dire que tous les coudes, tés, réductions se traduisent par des résistances localisées dont l'importance dépend surtout de la brusquerie du coude ou du changement de section.

Une façon commode de se représenter les résistances localisées est de les comparer aux résistances



ULTIMEAT®

VIRTUAL MUSEUM

de frottement offertes par des canalisations de même diamètre. Ainsi on se représente bien la résistance qu'offre à té de 15 si on se l'imagine comme équivalente à celle qu'offrirait, au frottement, 60 centimètres de tuyauterie de même diamètre.

*Pertes de charges.* — L'eau circule sous l'effet d'une charge ou pression qui, comme on l'a vu, s'exprime en millimètres d'eau par centimètre carré. Toute résistance à la circulation, qu'elle soit due au frottement ou à un « accident » local : coude, té, se traduit par une perte de charge ou de pression, par une diminution de la charge motrice.

*Condition de circulation.* — Pour que l'eau circule dans un circuit, il faut et il suffit que la pression qui règne dans ce circuit soit égale ou supérieure aux pertes de charges correspondant aux débits que l'on veut assurer. Si la pression est égale au total des pertes de charge, la circulation s'effectue comme on le prévoyait, si la pression est supérieure au total des pertes de charge, la circulation s'accélère de façon à ce qu'en définitive, pertes de charge et charge soient équivalentes.

*Principe du calcul des tuyauteries.* — Le principe du calcul des tuyauteries est très simple. En réalité on ne calcule pas les tuyauteries mais on essaye un jeu de diamètres et on vérifie qu'ils assurent la circulation voulue.

On connaît la charge ou pression calculée comme il a été dit précédemment et comme l'indique l'exemple en fin du volume.

On connaît les débits à assurer en divisant les pouvoirs de transmission des radiateurs à alimenter (ou les calories de déperditions des pièces), par la chute de température qu'on se fixe. Cette chute variable de 20 à 30 degrés pourra être forte dans les installations où le refroidissement de l'eau dans les tuyaux



est faible parce qu'ils sont courts ou de diamètres relativement faibles (pavillons, immeubles, etc...) Elle devra être faible dans les autres cas : chauffage d'appartements, chauffage en parapluie, etc...

On connaît, au moyen de tableaux ou d'abaques, les pertes de charge correspondant aux débits nécessaires dans les diamètres qu'on essaye. Il suffit de vérifier que le total de ces pertes ne dépasse pas la charge disponible.

Il serait grotesque de prétendre qu'un calcul rigoureux est possible, car quel que soit le soin qui a été apporté aux essais qui ont permis de déterminer les pertes de charge (dont les principaux ont été effectués en Allemagne et en Amérique), ces pertes de charge ne sont évidemment pas connues avec une précision absolue. D'ailleurs, on emploie des tubes qui n'ont de commun avec ceux qui ont été essayés que leurs caractéristiques commerciales et les petits défauts de montage (cintrages défectueux, etc...) apportent des éléments d'imprévus dont un calcul précis ne saurait tenir compte. D'ailleurs des calculs précis ne peuvent être effectués que par des spécialistes entraînés et s'ils sont quelquefois presque indispensables, ce n'est pas le cas pour la majorité des installations courantes qui intéressent les lecteurs de cet ouvrage.

Néanmoins, il ne faut pas croire qu'on peut se fier à son flair et tel qui a de l'expérience peut commettre de grosses bévues dans des cas particuliers.

Il ne faut pas oublier que si la concurrence ne permet pas les diamètres trop forts, un diamètre trop faible ne pardonne jamais. La réfection d'un réseau de tuyauteries est toujours très onéreuse, entraîne des frais accessoires importants (raccords, peinture, etc.).

On ne peut donc que conseiller aux installateurs avisés de recourir pour le calcul des canalisations des installations spéciales, importantes, aux bureaux



techniques spécialisés et de se méfier des procédés simplistes qu'on trouve un peu partout.

*Procédés empiriques et rapides.* — Pour choisir les diamètres à essayer et souvent même pour établir les devis, les techniciens eux-mêmes ont recours à des procédés rapides : formules ou abaques. Il est toujours imprudent d'exécuter une installation sur ces données qui s'appliquant à un cas limité, ne résolvent que très imparfaitement les cas particuliers. C'est ainsi par exemple que l'abaque (fig. 81 bis) donne des diamètres trop forts pour tous les tronçons de canalisations qui ne sont pas le plus long de l'installation. Un moyen très rapide consiste à estimer sommairement la charge, à la diviser par le double de la longueur réelle des principaux circuits (ceci pour tenir compte des résistances localisées) pour obtenir la perte de charge moyenne admissible et à lire ensuite sur un tableau ou abaque les diamètres qui, pour les débits nécessaires, correspondent à une perte de charge au plus égale à la perte moyenne admissible.

*Exemple de calcul sommaire de canalisations.* — Les lecteurs qui s'intéressent au détail du calcul des canalisations trouveront en fin de l'ouvrage un exemple de calcul basé sur les meilleures méthodes actuellement connues.

**Poids en grammes d'une colonne d'eau  
d'un centimètre carré de section  
et d'un mètre de hauteur à différentes températures**

A 30°.....	99,57		A 65°.....	98,07
35°.....	99,42		70°.....	97,78
40°.....	99,23		75°.....	97,49
45°.....	99,02		80°.....	97,19
50°.....	98,81		85°.....	96,87
55°.....	98,58		90°.....	96,55
60°.....	98,33			



## DISPOSITIONS GÉNÉRALES DES TUYAUTERIES

**Installations à un tuyau.** — Les schémas (fig. 82 et 83) montrent la disposition des installations à un tuyau. Ce système n'a que l'avantage de la simplicité et de l'économie de tuyauterie.

Il a le grave inconvénient de ne permettre aucun réglage, l'eau d'alimentation d'un corps de chauffe provenant d'eau déjà refroidie dans le corps de chauffe précédent. Les derniers corps de chauffe, traversés par de l'eau à basse température, doivent être de dimensions énormes. Dans la disposition de la figure (fig. 82), les corps de chauffe ne peuvent être ni réglés ni mis hors circuit.

Ces systèmes à un tuyau sont très peu employés.

**Installations à deux tuyaux.** — Les schémas (fig. 84 et 85) donnent les deux dispositions principales des systèmes à double tuyauterie, l'une d'aller et l'autre de retour :

a) Distribution supérieure ou en parapluie (fig. 84);

b) Distribution inférieure ou en chandelles (fig. 85).

La distribution en parapluie présente les avantages suivants :

Mise en mouvement rapide de l'eau dans la colonne montante principale;

Une seule tuyauterie horizontale à l'étage inférieur (généralement en cave) et à basse température, puisque c'est une tuyauterie de retour;

Colonnes d'alimentation de diamètres décroissants



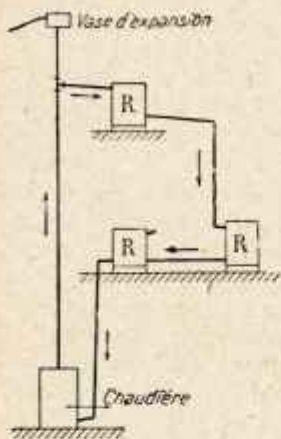


FIG. 82.  
Installation à un tuyau.

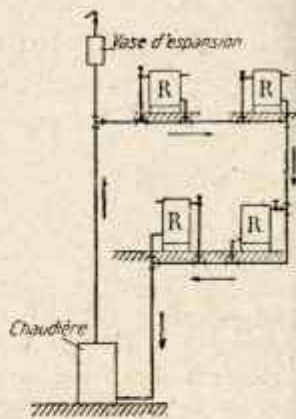


FIG. 83.  
Installation à un tuyau

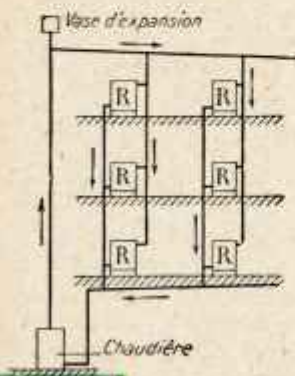


FIG. 84.  
Distribution à deux tuyaux  
en parapluie.

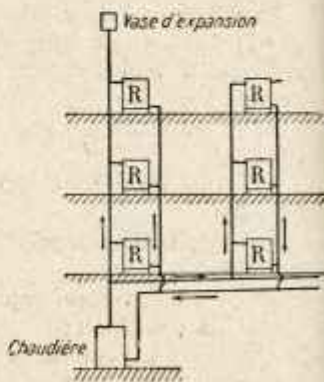


FIG. 85.  
Distribution en chandelles.



vers les étages inférieurs où se trouvent les pièces principales dont l'esthétique est à ménager.

Par contre, l'inconvénient principal de ce dispositif est d'accroître la dépense de tuyauteries, d'une colonne montante principale de gros diamètre puis-

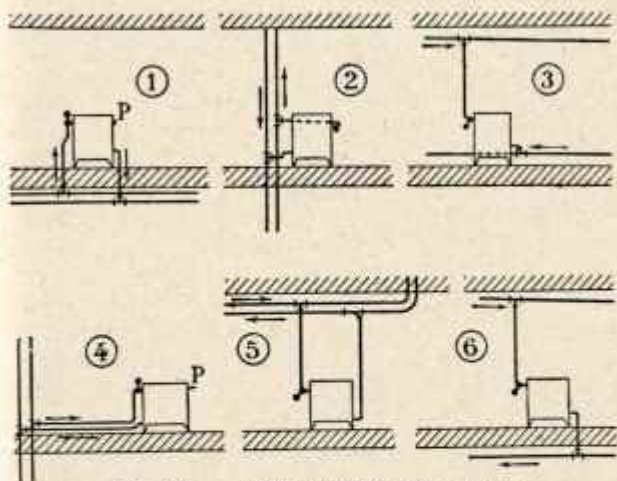


FIG. 86. — Distribution à deux tuyaux.

- (1) Piquage (P. Purgeur d'air).
- (2) Branchement sur colonne.
- (3) Aller sous plafond et retour en plinthe.
- (4) Aller et retour en plinthe (P. purgeur d'air).
- (5) Aller et retour sous plafond.
- (6) Aller sous plafond et retour sous plafond de l'étage inférieur.

qu'elle doit conduire à la partie haute de l'édifice toute l'eau de circulation.

Les avantages et les inconvénients de la distribution en chandelles sont la contre-partie des inconvénients et des avantages de la distribution en parapluie.

Ces deux modes de distribution peuvent d'ailleurs être combinés sur une même installation.



Dans tous les cas, le niveau des tuyauteries horizontales d'alimentation par rapport aux corps de chauffe est indifférent. On place généralement les tuyauteries horizontales de retour à un niveau inférieur à celui des corps de chauffe, soit en plinthes, soit sous le plafond d'un étage inférieur. Lorsque les tuyauteries de retour circulent sous le plafond de l'étage où se trouvent les corps de chauffe qu'elles desservent, on dit que l'installation est établie avec retours sous plafond. Les installateurs évitent généralement ce genre d'installation d'une exécution assez difficile et qui présente d'ailleurs assez peu d'intérêt comme on le précisera au chapitre VI, sauf dans les cas où c'est une obligation impérieuse que de ne pas soulever les parquets ou carrelages.

**TUYAUTERIES DE BRANCHEMENTS.** — Les dispositions classiques des tuyauteries de branchements des corps de chauffe sur les tuyauteries principales sont représentées par la figure 86.

## RÈGLES GÉNÉRALES D'INSTALLATION

En dehors des règles qu'on peut tirer, particulièrement du point de vue des emplacements d'appareils, du chapitre précédent, voici les différents points qu'il faut toujours avoir présents à l'esprit lorsqu'il s'agit de réaliser une installation de chauffage à eau chaude par thermosiphon :

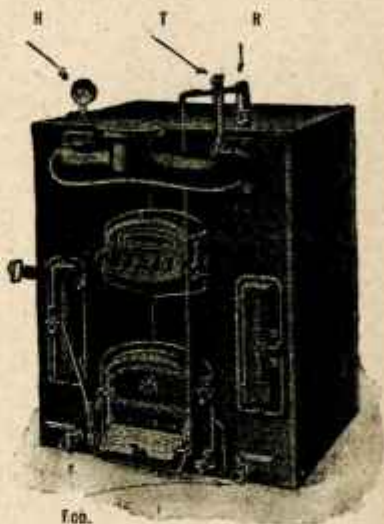
**Pour la chaudière.** — La placer aussi bas que possible, c'est-à-dire de préférence dans une cave, ou si l'importance de l'installation le justifie dans une fosse spéciale.

La construction d'un conduit de fumée étant tou-



jours onéreuse, il faut entre plusieurs emplacements possibles préférer celui qui se trouve le plus près d'un conduit convenable et réglementaire existant ou d'un conduit facile à rejoindre (conduit de l'étage supérieur par exemple).

Pour les petites installations, on peut quelquefois placer la chaudière dans une pièce habitée où elle tient lieu de radiateur. On perd alors un des principaux avantages du chauffage central puisque les manipulations de charbon, de cendres et de mâchefers devront avoir lieu dans cette pièce. Il est préférable de placer la chaudière dans un vestibule ou dans un coin de la cuisine.



fon.

FIG. 87.

H. Hydromètre. — T. Thermomètre.  
— R. Régulateur. — Rob. Robinets  
de vidange.

**Pour les corps de chauffe.** — Tout en s'inspirant des principes généraux exposés aux chapitres précédents, s'efforcer de placer les corps de chauffe à des distances horizontales aussi réduites que possible de la chaudière de façon à réduire la longueur des tuyauteries horizontales d'alimentation et de retour.

Grouper les appareils des différents étages sur des



colonnes communes, toujours dans le but de réduire la longueur des tuyauteries qui sont l'élément de cherté principal par elles-mêmes et par la main-d'œuvre considérable qu'entraîne leur pose.



Un emplacement de radiateur ne doit être fixé qu'après qu'on s'est assuré d'atteindre l'appareil avec deux tuyauteries, économiquement et élégamment.

La détermination d'un emplacement est presque toujours la résolution souvent difficile d'un compromis entre des considérations techniques et des considérations d'encombrement, d'esthétique et d'économie. La fantaisie du client vient quelquefois compliquer le problème.

FIG. 88. — T. Thermomètre. —  
R. Régulateur

**Accessoires des chaudières.** — Les acces-

soires des chaudières à eau chaude sont les suivants :

Un thermomètre qui indique la température de l'eau au départ de la chaudière, (fig. 87 et 88).

Un robinet d'alimentation en eau froide piqué sur une tuyauterie de retour et raccordé sur une canalisation d'eau froide sous pression. Ce robinet peut être doublé par un robinet de sûreté assurant une étanchéité parfaite;

Un ou deux robinets de vidange V raccordés sur une vidange d'eaux usées ou munis d'un raccord pour tuyau de caoutchouc mobile (fig. 87):



Un régulateur automatique de tirage commandant la porte d'entrée d'air sous la grille et la porte de coupe-tirage (fig. 87 et 88).

Un hydromètre indiquant le niveau de l'eau dans l'installation (fig. 87).



FIG. 89.  
Régulateur automatique.



FIG. 90.  
Hydromètre.

Un jeu d'ustensiles pour charger et nettoyer la chaudière;

Dans certains cas, une soupape de sûreté.

**Sécurité des installations.** — Une chaudière à eau chaude privée d'expansion présente un danger d'explosion sous l'effet de la dilatation, aggravé par le risque d'une vaporisation instantanée et brutale de l'eau (surchauffée sous pression à une température supérieure à 100 degrés) que la rupture de la chaudière met en communication avec l'atmosphère.

Une soupape de sûreté placée sur la chaudière ne donne qu'une sécurité relative.

Il faut éviter les vannes placées sur la tuyauterie de départ et susceptibles d'interrompre la communication avec le vase. Lorsqu'elles sont indispensables (dans certains cas d'accouplement de plusieurs chaudières, par exemple) un tube de sûreté de section convenable montant jusqu'au vase d'expansion est indispensable.



Voici les dispositions arrêtées à ce sujet par le troisième congrès du chauffage et de la ventilation des bâtiments habités :

*Règles de l'art concernant les dispositifs de sûreté à employer pour le chauffage par l'eau chaude à basse pression.*

I. — Les générateurs d'eau chaude doivent être mis en communication directe avec l'atmosphère sans l'intervention de vannes de fermeture d'aucune sorte

II. — La section de cette communication doit être telle que dans le cas d'échappement de vapeur, lorsque la chaudière donne sa puissance totale de calories, l'élévation de pression ne devra pas être supérieure à plus de 1/10 de la pression statique. Cette condition doit être remplie, même si le circuit de chauffage ne contribue pas au refroidissement de l'eau de la chaudière.

A titre d'indication, les diamètres suivants peuvent être employés pour les tubes de sûreté dont la longueur ne dépassera pas la distance verticale entre le niveau de la chaudière et le vase d'expansion.

Chaudière ou groupe de chaudières dont la surface totale ne dépasse pas :

6 mètres carrés . . . .	Diamètre : 25 millimètres.
10 — . . . .	35 —
20 — . . . .	40 —
30 — . . . .	60 —
60 — . . . .	60 —
90 — . . . .	70 —
120 — . . . .	80 —

Ces diamètres doivent être considérés comme des minima.

III. — La section du tube de sûreté devra être augmentée de 5 % pour chaque changement de direction et pour 5 mètres de longueur de tube en plus de la distance verticale entre la chaudière et le vase d'expansion.

IV. — Le dégagement d'eau et de vapeur devra être visible. L'orifice du tube de sûreté devra être disposé de telle manière qu'il ne puisse être obstrué.

V. — En cas d'accouplement des chaudières, sans vanne d'arrêt, les dispositifs ci-dessus sont applicables pour l'ensemble des chaudières réunies.

VI. — Dans le cas de vannes de sectionnement placées sur



les départs et retours des chaudières, les précautions ci-dessus doivent être appliquées pour chacune des chaudières prises séparément.

VII. — Chaque chaudière doit être munie :

1° D'un indicateur de hauteur d'eau efficace pour connaître le niveau de l'eau dans le tube de sûreté;

2° D'un ou deux robinets de jauge établis à la partie haute de la chaudière pour permettre au personnel de constater si elle renferme ou non de l'eau avant d'allumer le foyer.

VIII. — En cas d'emploi de vannes d'accouplement, celles-ci devront porter très apparentement un dispositif indicateur d'ouverture. Ce dispositif devra toujours être visible pour le chauffeur.

IX. — Les tubes de sûreté devront être aménagés de telle manière qu'ils ne puissent en aucun cas être soumis à la gelée.

## DÉTAILS D'EXÉCUTION

**Réductions de diamètres.** — Toutes les réductions de diamètres effectuées sur les tuyauteries horizontales dans le sens de la pente montante doivent être établies de telle façon que l'air ne puisse s'accumuler à leur endroit.

Si l'on dispose horizontalement un té réduit ordinaire, l'air s'accumulera inévitablement en A (fig. 91). La disposition de la figure 92 avec réductions excentrées placées dans un té à sorties égales évite cet inconvénient.

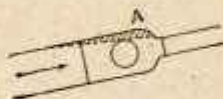


FIG. 91.  
Mauvais montage.



FIG. 92.  
Bon montage.

**Branchements des corps de chauffe.** — On raccorde l'alimentation en haut et le retour en bas. Mais il est généralement préférable de les raccorder du même côté ou de

ment indifférent  
côtés opposés



ULTIMHEAT  
VIRTUAL MUSEUM

Le raccordement de la tuyauterie d'alimentation du côté opposé à la colonne montante est une nécessité lorsque la colonne montante est longue, car la lon-

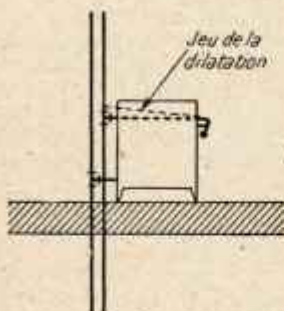


FIG. 93. — Branchement.

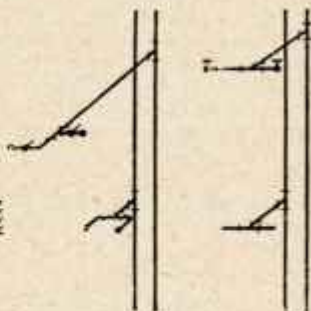
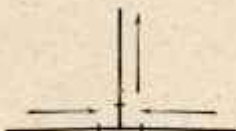


FIG. 94. — Branchements.

gueur du branchement lui donne une certaine élasticité qui lui permet de suivre les déplacements ver-

FIG. 95.  
Retours opposés.FIG. 96. — Tes cintrés  
ou à renvoi.

тикаux importants que la dilatation impose à la colonne (fig. 93).

Dans tous les autres cas, la disposition relative des orifices est une question de commodité, d'économie et d'esthétique (1).

(1) Les raccordements du même côté provoquent une perte de charge totale moindre que les raccordements opposés.



On combine aussi simplement et élégamment que possible les branchements des radiateurs voisins alimentés par les mêmes colonnes (fig. 94).

D'une façon générale, il faut s'efforcer d'éviter les dispositions des tuyauteries de retour qui provoquent la rencontre de courants opposés (fig. 95). On peut employer dans ce but des tés cintrés, dits à renvoi, mais ces raccords coûtent cher (fig. 96).

## RÉGLAGE DES INSTALLATIONS

**Nécessité d'un premier réglage par l'installateur.** —

Si scrupuleusement qu'ait pu être calculée une installation, il se produit inévitablement entre la théorie et la réalisation, certains écarts dont les causes principales sont :

La nécessité matérielle d'arrondir les diamètres théoriques aux diamètres du commerce;

L'influence que peut avoir sur les pertes de charge le plus ou moins de soin apporté au montage, particulièrement dans la façon des coudes.

La répartition de l'eau chaude entre les différents corps de chauffe est alors légèrement différente de celle qui a été prévue, certains appareils favorisés chauffent trop aux dépens d'autres.

Régler l'installation, c'est corriger dans toute la mesure du possible l'écart de la pratique et de la théorie, c'est rétablir les conditions de fonctionnement prévues dans les calculs.



FIG. 97.  
Robinet à double réglage.





**Robinet à double réglage.** — Les robinets à double réglage qui commandent les corps de chauffe permettent le réglage de l'installation (fig. 97).

Un bon robinet à double réglage est représenté en coupe par la figure 98.

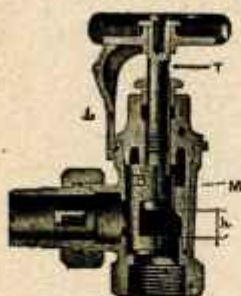


FIG. 98.  
Coupe d'un robinet  
à double réglage.

Indépendamment du boisseau B dont la lumière (vue de face sur la gravure) démasque plus ou moins le passage lorsqu'on manœuvre le volant, ce robinet comporte un mamelon M qui termine la tige du volant.

Si l'on retire le volant, qu'on retourne la clé C sur le carré de façon à ce que la tige T échappe au butoir b qui limite sa course, on peut visser, au moyen de la clé retournée, la tige dans le chapeau K; le mamelon

descend alors à l'intérieur du boisseau et la section de passage se trouve diminuée par réduction de la hauteur *h*. On se rend compte de la position du mamelon dans le boisseau en mettant la clé en place et en voyant lequel des crans *c* vient à hauteur du butoir *b*, ou mieux en vissant d'abord à fond et en comptant les tours dévissés. La clé C étant remise en place, sa course se trouve limitée par le butoir *b* qui ne permet au boisseau B que le quart de tour nécessaire pour obturer ou démasquer complètement le passage laissé libre par le mamelon M. Le réglage se fait de l'extérieur, le robinet étant en place, et sans difficulté.

**Exécution du réglage.** — L'installation une fois terminée et la chaudière étant allumée, on observe



par une visite générale la température des différents corps de chauffe. Il peut être normal que certains d'entre eux, éloignés de la chaudière, c'est-à-dire desservis par les tuyauteries très longues dans lesquelles l'eau se refroidit, se trouvent à une température moyenne plus basse que d'autres appareils plus favorisés (1). Celui qui a calculé l'installation doit avertir le monteur pour éviter les fausses manœuvres.

En pratique, on se contente d'apprécier les températures par le toucher. Dans les installations importantes, un thermomètre mobile rend de grands services et permet d'opérer plus exactement.

L'installation est réglée lorsque (les volants des robinets étant tous sur la position d'ouverture) les radiateurs sont normalement alimentés, que leur température est uniforme dans toute leur largeur et décroît de haut en bas du nombre de degrés choisi comme base des calculs (20 à 30°).

Le réglage doit naturellement être fait à différentes allures de la chaudière et on adopte le réglage moyen qui donne les meilleurs résultats.

Lorsqu'on apprécie les températures à la main, c'est à basse température qu'on se rend le mieux compte des différences.

**Réglage par l'usager.** — Le terme « régulation » serait plus exact. La plupart des usagers ne savent pas, quelquefois parce que l'installateur a négligé de le leur apprendre, tirer de la faculté de réglage central du chauffage à eau chaude les possibilités d'économie de combustible qu'elle comporte.

Il y a gaspillage de combustible chaque fois que la chaudière marche à une température supérieure à

(1) Dans certains cas, l'installation est calculée de façon à ce que toutes les températures de sortie soient les mêmes.



celle qui est juste nécessaire pour que les pièces les plus défavorisées, par leur exposition ou leurs conditions de refroidissement particulières, soient chauffées à la température prévue.

Si l'installation est bien établie, les températures de marche normale se rapprochent de celles qui sont données par le tableau page 156.

C'est donc sur trois thermomètres, l'un placé à l'extérieur, le second dans la pièce la plus exposée, le troisième sur la chaudière, que l'usager doit se guider s'il veut conduire économiquement son chauffage.

Dans une installation importante, il peut être intéressant d'utiliser des thermomètres dont les indications transmises à distance dans la chaufferie permettent au chauffeur la conduite rationnelle des feux.

Il est évident que des réglages fréquents sont inutiles et qu'ils seraient inopérants sur des chaudières à charbon dont l'allure ne se modifie pas instantanément.

Il n'est utile et pratique de modifier l'allure de chauffe que pour des périodes plus ou moins longues suivant la brusquerie des variations de la température extérieure.

**Régulateurs de combustion.** — Il ne faut pas se faire trop d'illusions sur la possibilité de maintenir absolument fixe la température de marche d'une chaudière à charbon. Toutefois, les bons régulateurs de combustion réduisent la surveillance du foyer et en facilitant la régularisation de la marche contribuent à l'économie de combustible.

Le régulateur représenté par la figure 99 est du principe courant : il comporte un élément dilatable placé dans le tube T qui plonge dans l'eau de la chaudière et dont les variations de longueur provoquent le déplacement du levier L qui manœuvre la chaîne C attachée à la porte d'entrée d'air sous la grille.



Le régulateur étant réglé suivant les indications du constructeur si on raccourcit la chaîne en manœuvrant la glissière G, la porte d'air s'ouvre, la combustion s'active pour ne se ralentir que lorsque la température de la chaudière s'étant élevée, le levier s'incline et la porte se ferme.

On conçoit qu'un usager observateur puisse arriver rapidement en s'aidant de la graduation de la coulisse G à repérer les positions de cette coulisse qui correspondent aux températures usuelles de marche suivant la température extérieure.

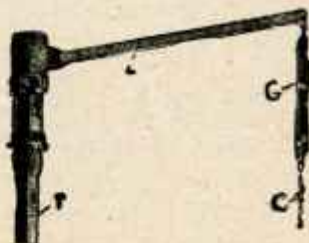


FIG. 99. — Régulateur.

**Réglage local automatique.** — Des appareils ingénieux, mais généralement délicats et toujours coûteux, les *thermostats*, réalisent le réglage local automatique des corps de chauffe.

Placés dans les pièces à chauffer et fonctionnant suivant les variations de températures de la pièce, ils agissent sur le robinet de commande du corps de chauffe et le manœuvrent, comme le ferait un usager avisé, de façon à maintenir constante et à la valeur fixée la température du local.

Les thermostats ne sont guère utilisés en raison de leur prix élevé que dans les cas où la régularité de la température est absolument indispensable (laboratoires d'essais, par exemple, ateliers pour certains traitements, etc.).



## ESSAIS DES INSTALLATIONS

Les différents essais qui permettent d'apprécier une installation de chauffage sont les suivants :

*Essais d'étanchéité;*

*Essais de circulation;*

*Essais de souplesse (ou de réglage);*

*Essais de puissance (ou de températures).*

**Essais d'étanchéité.** — L'essai d'étanchéité se fait généralement par simple remplissage.

Il faut observer que certaines fuites qui se produisent à froid cessent à chaud ou au bout de quelques jours pour des raisons diverses (oxydation, etc...).

Chaque fois que des tuyauteries doivent être masquées après pose, il est de bonne règle de les essayer sous pression, au moyen d'une petite pompe par exemple, avant la mise en place des parquets, panneaux ou revêtements qui doivent les recouvrir.

**Essai de circulation.** — L'essai de circulation consiste à s'assurer que le fluide circule normalement dans les canalisations et appareils.

On se contente généralement d'apprécier les températures par le toucher.

Des thermomètres mobiles (thermomètres à tuyaux, par exemple) placés aux endroits convenables, permettent de vérifier plus exactement si les résultats prévus dans les calculs sont bien obtenus.

**Essai de souplesse.** — Il est particulièrement intéressant de s'assurer qu'une installation de chauffage à eau chaude par thermosiphon fonctionne correctement à toutes les allures, autrement dit que la



répartition de l'eau chaude entre les différents corps de chauffe s'effectue de la même façon, quelle que soit la température au départ de la chaudière.

Cet essai doit être précédé du réglage général dont il a été question plus haut.

**Essai de puissance.** — L'essai de puissance consiste à s'assurer que l'installation est bien en mesure de fournir les températures garanties.

Comme on n'a pas toujours la faculté d'attendre que la température extérieure atteigne exactement le minimum fixé pour faire les essais, il a fallu adopter des règles de correspondance pour le cas où la température extérieure est supérieure ou inférieure au minimum prévu.

Il importe, d'autre part, que les conditions des essais de températures soient parfaitement définies dans les devis.

On trouvera à la fin du volume (appendice I) un exemple des règles qui peuvent être adoptées à ce sujet.

Lorsque la puissance d'une installation est suffisante et ses proportions convenables, les températures au départ de la chaudière correspondent sensiblement suivant la température extérieure aux indications du tableau page 156.

En pratique, on ne fait guère les essais de températures qu'en cas de réclamation ou de contestation.

## DÉFECTUOSITÉS ET RÉFECTIONS

Lorsqu'un usager se plaint de l'insuffisance de température, il faut s'assurer, dans l'ordre, que les proportions de l'installation sont bonnes (surfaces de



**ULTIMHEAT**<sup>®</sup>  
**VIRTUAL MUSEUM**

chauffe, puissance de chaudière, diamètres des tuyauteries), et puis si elles le sont :

Que la chaudière est à sa température de marche normale;

Que les conditions dans lesquelles la température peut être obtenue sont observées (ventilation normale, etc...);

Que les corps de chauffe fonctionnent normalement.

Le mauvais fonctionnement d'un corps de chauffe peut provenir : d'une mauvaise purge résultant d'absence de pente, d'une contrepente, ou de ce que les tuyauteries, bien posées, ont été bousculées (colliers arrachés, etc.) ou d'un mauvais réglage, ou encore de la présence de corps étrangers dans la tuyauterie.

Il suffit quelquefois que le retour d'un radiateur soit à température légèrement plus basse que celle d'un radiateur voisin pour que la circulation cesse complètement dans le premier. Le remède consiste à ouvrir légèrement le double réglage du radiateur malade ou à fermer partiellement celui de son voisin.

Lorsque ce sont les proportions de l'installation qui sont défectueuses, il ne reste souvent à l'usager qu'à se repentir d'avoir voulu une installation à bon marché, de s'être adressé à un installateur incompetent ou peu scrupuleux, ou à se décider aux réfections nécessaires toujours onéreuses, et d'autant plus désagréables qu'elles entraînent des détériorations de peinture, papiers, etc...

L'insuffisance la plus grave est celle des diamètres des tuyauteries. Lorsqu'elle est générale, on peut dans certains cas y remédier par l'adjonction d'un des dispositifs d'accélération qui seront examinés plus loin.



## MODIFICATIONS — EXTENSIONS

Il est prudent de n'entreprendre aucune modification sur une installation sans s'être préalablement assuré par une vérification et un essai de l'état de l'installation et de son fonctionnement.

On ne doit adjoindre des corps de chauffe qu'après s'être assuré que la chaudière est en mesure de fournir et les tuyauteries de débiter la quantité d'eau chaude qui leur sera nécessaire. Si ce n'est pas le cas, toutes réserves doivent être faites dans le devis quant au fonctionnement simultané des appareils existants et des appareils ajoutés. Toutefois, lorsque les locaux ne sont pas utilisés tous à la fois ou lorsqu'il s'agit d'un service d'eau chaude, l'adjonction peut être faite sans inconvénient.

Par précaution et pour éviter de charger la distribution, on peut alimenter les corps de chauffe ultérieurement ajoutés, par un circuit spécial partant de la chaudière.

Toute modification ou adjonction est généralement l'occasion de travaux difficiles : démontage de tuyauteries dont les joints sont rouillés, remaniement de radiateurs, etc. Ces travaux entraînent souvent des surprises désagréables (bris d'appareils, tuyaux fendus, etc.) Ils sont à entreprendre avec circonspection.

Lorsqu'on veut établir une installation avec prévision d'extension ultérieure, il n'est pas indiqué de placer tout de suite une chaudière capable de fournir dans la suite une puissance supérieure de plus de 20 % à la puissance immédiatement nécessaire. On consommera inutilement du combustible. Les chaudières sectionnées, extensibles, donnent une solution





facile Il est bon de prévoir le massif, la disposition du tuyau de fumée et des tuyauteries principales, de façon à réduire au minimum les travaux de modifications ultérieures.

Quant aux tuyauteries, rien ne s'oppose à ce qu'elles soient dimensionnées en vue d'adjonctions ultérieures. *Si ces adjonctions sont réparties sur les divers circuits*, les tuyauteries seront dans l'ensemble un peu larges, ce qui n'aura que peu d'inconvénient (augmentation du pourcentage de perte par les tuyauteries).

*Si les adjonctions futures prévues sont cantonnées dans une certaine région de l'installation*, les circuits desservant cette région avant l'adjonction offriront une résistance relativement trop faible et il peut être impossible de freiner la circulation active qui a tendance à s'établir par les seuls robinets des corps de chauffe. Les autres circuits établis à diamètres normaux s'en ressentiront. Le réglage général sera impossible. Le remède consiste dans un étranglement provisoire des *circuits à étendre ultérieurement* par le moyen d'une portion de tube de diamètre volontairement réduit, suivant les données du calcul des pertes de charges, et intercalée dans le circuit à freiner. Au moment de l'extension, on remplacera cette portion étranglée par un tube de diamètre convenable.



## CHAPITRE V

# EXEMPLE DE RÉALISATION D'UNE INSTALLATION DE CHAUFFAGE A EAU CHAUDE PAR THERMOSIPHON

Ce chapitre présente, à titre d'exemple, la réalisation complète d'une installation courante qui a été exécutée dans la banlieue parisienne. Toutes les questions que pose une telle réalisation sont résolues ici dans l'ordre où elles se présentent habituellement.

La méthode suivie n'est donnée qu'à titre indicatif. C'est celle que nous employons depuis bientôt une dizaine d'années dans nos travaux. Chacun pourra la perfectionner ou la simplifier.

## CHAUFFAGE D'UNE VILLA

### AVANT-PROJET

Les opérations suivantes qui précèdent la décision du client, constituent ce que nous entendons par avant-projet.

- I. — *Relevé des plans et renseignements.*
- II. — *Esquisse de l'installation.*
- III. — *Mise au net des plans.*
- IV. — *Calcul des déperditions.*
- V. — *Détermination des tuyauteries.*
- VI. — *Détermination des corps de chauffe.*
- VII. — *Détermination de la chaudière.*
- VIII. — *Détermination du vase d'expansion.*



IX. — *Établissement du prix de revient.*X. — *Rédaction du devis*XI. — *Présentation du devis.*

Voici comment nous procédons à ces différentes opérations.

## I. — RELEVÉ DES RENSEIGNEMENTS ET PLANS

A défaut de plans et de cahier de charges on se rend sur les lieux pour relever, en s'inspirant du guide ci-dessous, les renseignements nécessaires.

### GUIDE POUR L'ÉTUDE D'UNE INSTALLATION DE CHAUFFAGE CENTRAL A EAU CHAUDE PAR THERMOSIPHON

L'étude d'une installation de chauffage nécessite les indications suivantes qu'il est commode de rassembler sur une fiche spéciale, dans un ordre déterminé, de façon à éviter les omissions :

*Etat actuel* des locaux à chauffer : en projet, en construction, neuf, ancien, habité, etc... et leur *état probable au moment de l'exécution* des travaux : habité, neuf et vide.

*Situation.* — Construction isolée, protégée par des constructions mitoyennes, exposée aux vents, humide. Orientation du bâtiment. S'il s'agit d'un appartement à étage.

*Températures* intérieures particulières demandées et s'il y a lieu température minimum extérieure à prendre en considération. Repérage des pièces à chauffer.



*Renseignements* nécessaires pour permettre l'évaluation des frais de transport, camionnages, octrois, déplacements des ouvriers, etc...

Enfin concernant l'installation proprement dite, il y a lieu de noter :

Le type et le modèle du générateur demandé, les radiateurs préférés, les emplacements souhaités et les desiderata particuliers du client.

Relativement aux travaux accessoires qui peuvent être nécessaires, il y a lieu de s'inquiéter :

De l'état des cheminées utilisables ou des conditions d'établissement de la cheminée à construire.

Du raccordement de l'installation sur l'eau froide.

De l'assise nécessaire pour la chaudière dès que celle-ci a une certaine importance.

Des déposes de parquets ou carrelages qui peuvent être nécessaires (particulièrement dans les appartements).

Enfin il y a toujours intérêt à signaler au client, dès cette première visite les avantages économiques de certains travaux complémentaires : calorifuges, etc.

Et il est utile de se renseigner sur les variantes à envisager, modifications ou extensions possibles ou certaines des locaux ou de l'installation.

Une étude sérieuse nécessite encore un plan ou croquis qu'il est commode d'établir à l'échelle. Point n'est besoin de plans détaillés et, à défaut de plans d'architecture, on se contentera de relever sur place un croquis coté (figure 100.)

Sur ce croquis, il faudra porter les indications suivantes :

*Caves* : leur hauteur et leur destination (caves à vins, à charbon, à légumes), les plafonds sont-ils plats ou voûtés.

*Locaux à chauffer* : leur désignation (les numéroter) et leurs dimensions, longueur, largeur, hauteur : les coupes des mansardes et des places lambrissées.



*Murs et cloisons* : leurs nature et épaisseur.

*Fenêtres et vitrages* : leurs dimensions.

*Portes* (sauf les portes intérieures en bois) : leur nature, bois fer, vitrées, etc..., et leurs dimensions.

*Planchers* : leurs constitutions et épaisseurs (planchers sur caves, sur terre-plein, sur étage chauffé ou non), les différences de niveaux et le sens des lames de parquets (si des caniveaux sont nécessaires ou probables).

*Plafonds* : leurs constitution et épaisseur, les plafonds sous étage chauffé ou non, sous grenier (planchéié ou perdu), sous toiture, sous terrasse, différences de niveaux.

*Locaux voisins mitoyens* : leur nature, chauffés ou non, pour les cuisines, y a-t-il un fourneau à charbon ou seulement un réchaud à gaz.

*Orientation du bâtiment* :

*L'emplacement des appareils* : indiquer et coter les emplacements imposés ou possibles pour la chaudière, les radiateurs, le vase d'expansion, etc...

*Conduit de fumée* : indiquer l'emplacement des conduits utilisables, imposé ou à construire.

*Tracé des tuyauteries* : d'une façon générale, mentionner tous les accidents de nature à faciliter ou à gêner le passage des tuyauteries : c'est-à-dire sous plafonds, les soffites, poutres, solives, retombées, corniches, fenêtres, vasistas et portes ouvrant sous plafonds et le long des murs, les cheminées et leurs coffres, placards, meubles immuables, portes, compteurs divers, etc...

Esquisser au besoin le tracé des tuyauteries sur le plan.

Dans certains cas, une photographie ou une carte postale représentant les bâtiments fourniront des indications générales utiles.



ULTIMHEAT<sup>®</sup>  
VIRTUAL MUSEUM

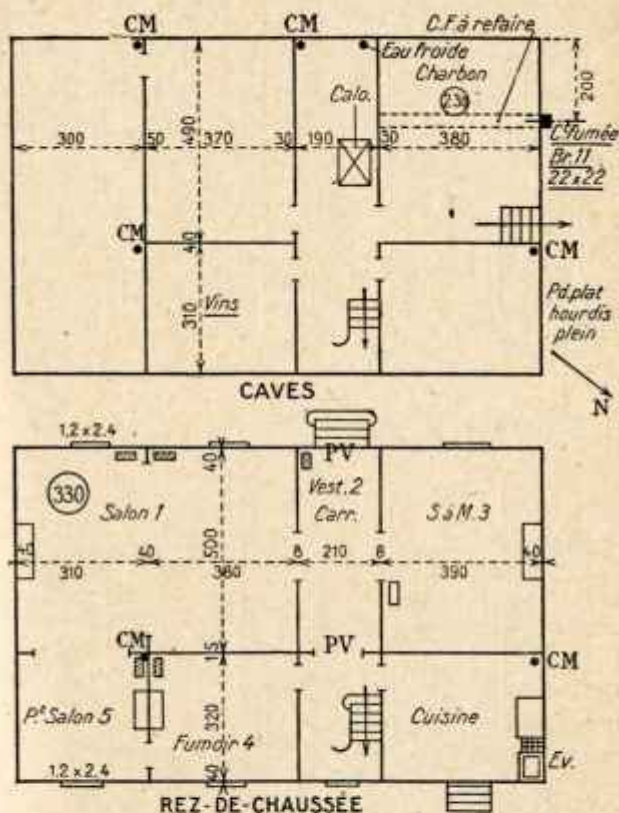
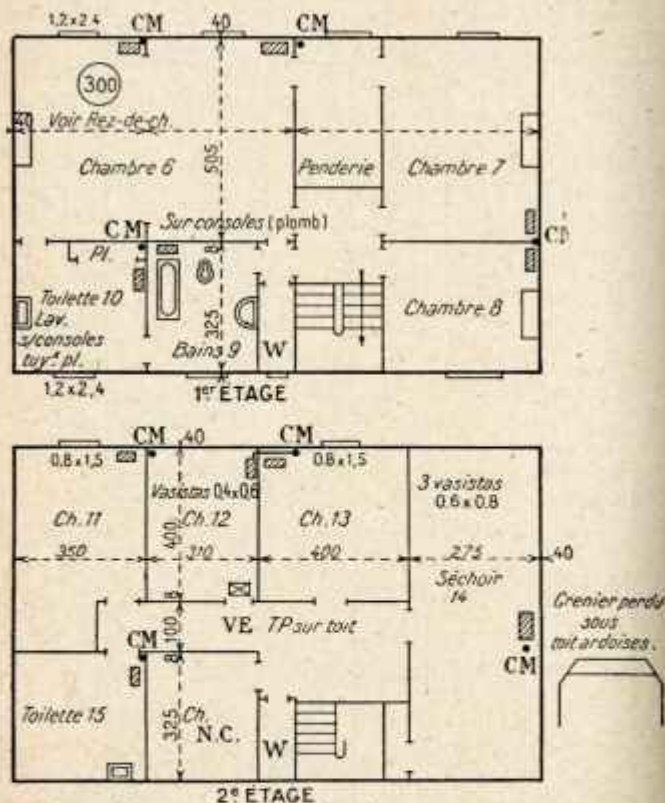


Fig. 100. — Croquis de bâtiment (caves et rez-de-chaussée)

## II. — ESQUISSE DE L'INSTALLATION

L'installation a été esquissée sur place sur le croquis (fig. 100 et 101).



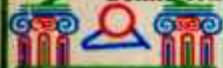


Lég.<sup>s</sup> mansardé tout autour. Plafond plâtre à augets.

Fig. 101. — Croquis de bâtiment (étages).

La chaudière est prévue à l'emplacement du vieux calorifère à démolir.

Un sondage du conduit de fumée du calorifère a permis de s'assurer qu'il était réglementaire et de bonne construction.



On a noté la proximité de l'eau froide nécessaire à l'alimentation de la chaudière.

La disposition favorable des lieux permet d'adopter pour les radiateurs des emplacements économiques, rationnels dans les pièces principales, acceptables dans les pièces sur cour. On prévoit dans la salle de bains, particulièrement encombrée par les tuyauteries de vidange, un radiateur sur consoles.

Le client ne s'opposant pas au passage des tuyauteries dans les caves, suffisamment hautes, bien accessibles, et à plafond plat, on adopte la distribution inférieure. On évite le passage de la tuyauterie dans la cave à vins. (Si cela avait été impossible, on aurait prévu un bon calorifuge.)

### III. — MISE AU NET DES PLANS

Il est commode de tracer le plan du bâtiment sur calque, à l'échelle de 2 centimètres par mètre et d'en faire tirer deux reproductions sur fond blanc, dont l'une servira de plan d'étude et l'autre pourra être présentée au client ou à l'architecte.

### IV. — CALCUL DES DÉPERDITIONS

Le calcul des déperditions effectué comme il a été indiqué au chapitre II, donne les résultats consignés dans les cinq premières colonnes du tableau suivant.







PIÈCES

PIÈCES	REPÈRES	TEMPÉRATURES	VOLUMES en m <sup>3</sup>	DÉPERDITIONS	SURFACE DE CHAUFFE NÉCESSAIRE	NOMBRE DE RADIATEURS	TYPE-HAUTEUR NOMBRE D'ÉLÉMENTS des radiateurs		SURFACE DE CHAUFFE INSTALLÉE	DIAMÈTRES BOBINETS
							Classic n° 4			
							092	076		
Salon . . . . .	1	18	124	3.550	7,10	2	26	*	7,28	15
Vestibule . . . . .	2	15	35	895	1,80	1	12	*	3,36 (1)	*
Salle à manger . . . . .	3	18	65	2.400	4,80	1	18	*	5,04	*
Fumoir . . . . .	4	18	40	1.310	2,60	1	10	*	2,80	*
Petit salon . . . . .	5	18	33	1.430	2,85	1	11	*	3,08	*
Chambre . . . . .	6	15	112	2.760	5,50	2	20	*	5,60	*
— . . . . .	7	15	60	1.820	3,65	1	14	*	3,92	*
— . . . . .	8	15	36	1.415	2,85	1	11	*	3,08	*
Bains . . . . .	9	18	27	1.105	2,20	1	*	10	2,30	*
Toilette . . . . .	10	15	32	1.095	2,20	1	8	*	2,24	*
Chambre . . . . .	11	15	44	1.830	3,65	1	13	*	3,64	12
— . . . . .	12	15	32	1.150	2,30	1	8	*	2,24	12
— . . . . .	13	15	41	1.420	2,85	1	10	*	2,80	12
Séchoir . . . . .	14	15	65	2.380	4,75	1	15	*	4,20	15
Toilette . . . . .	15	15	26	1.435	2,85	1	10	*	2,80	12
			772	25.995	51,95	17	186	10	54,38	

(1) Surface forcée en raison de ce que la porte sur cage d'escalier sera souvent laissée ouverte.

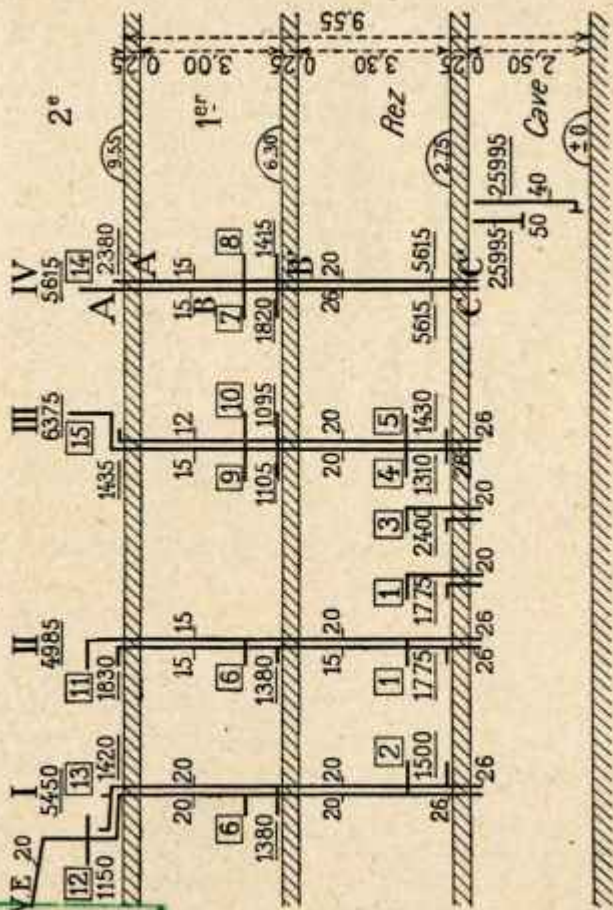


Fig. 101. — Schéma des colonnes.



## V. — DÉTERMINATION DES TUYAUTERIES

**Détermination des tuyauteries.** — On trace les tuyauteries horizontales sur le plan et on trace, d'autre part, un schéma de colonnes (fig. 102).

On inscrit sur le plan et le schéma le nombre de calories que doivent transporter les tuyauteries (soulignées sur la figure), c'est-à-dire les calories de déperdition, et les totaux relatifs aux colonnes et aux tronçons principaux des tuyauteries horizontales. On note sur le schéma les différences de niveau entre la chaudière et les corps de chauffe. (Inscrites dans des demi-cercles sur la figure.)

On peut alors déterminer rapidement et approximativement les tuyauteries au moyen de l'abaque (fig. 81 bis) qui convient dans ce cas, puisque la colonne III la plus éloignée de la chaudière s'en trouve à une distance horizontale mesurée suivant le tracé des tuyauteries (fig. 100) sensiblement égale à 10 mètres.

Voici comment on procède pour la colonne IV de la figure 102.

Pour les tronçons AB et A'B' :

Le radiateur n° 14 émet 2.380 calories (voir tableau, p. 136) et est situé à 9 m. 55 au-dessus du niveau de la chaudière. Sur l'abaque, la rencontre de la ligne horizontale correspondant à la hauteur de 9 m. 55 avec la ligne verticale correspondant à 2.380 calories se produit au point A. Le diamètre convenable est donc 15.

Pour les tronçons BC et B'C' :

Le nombre de calories à transporter correspond au total des pouvoirs d'émission des radiateurs n° 7, 8 et 14, soit (revoir même tableau,  $1.820 + 1.41 + 2.380 = 5.615$ ).



Les radiateurs les plus défavorisés de la colonne, c'est-à-dire les radiateurs n<sup>os</sup> 7 et 8, *les plus bas*, sont situés à 6 m. 30 au-dessus de la chaudière. On suit donc sur l'abaque les lignes correspondantes à 5.615 calories et à 6 m. 30. Elles se rencontrent au point B entre les diamètres 20 et 26, ce qui signifie que le diamètre 20 serait trop juste et le diamètre 26 trop large. On peut prendre 26 pour l'aller et 20 pour le retour.

On continue de la même façon pour les autres colonnes. Pour les tuyauteries horizontales on prend toujours la hauteur du radiateur qui se trouve situé au niveau le plus bas parmi ceux qui sont desservis par les tronçons de tuyauteries considérés. De cette façon, on pêche par excès, mais on évite tout mécompte.

On mesure ensuite les tuyauteries horizontales sur le plan et les tuyauteries verticales sur le schéma en commençant, par exemple, par les gros diamètres et en procédant toujours dans le même ordre : colonnes, tuyauteries horizontales, branchements, etc..., pour ne rien oublier. Les longueurs sont majorées de 10 % pour tenir compte des chutes, déchets, etc.

## VI. — DÉTERMINATION DES CORPS DE CHAUFFE

Dans cette étude simplifiée, on néglige, en considération du faible diamètre des colonnes traversant les pièces chauffées, les quantités de chaleur émises par ces colonnes et que l'on considère comme des appoints de garantie.

En compensation on néglige également l'influence du refroidissement de l'eau dans les tuyauteries sur le pouvoir d'émission des radiateurs.



Le client ayant choisi les radiateurs « Classic », de la Compagnie nationale des radiateurs, et les dimensions des emplacements disponibles permettant de placer dans toutes les pièces des radiateurs quadruples, on obtient les surfaces de chauffe nécessaires qu'on inscrit dans la colonne 6 du tableau, page 136, en divisant par 500 les chiffres de la colonne 5.

On détermine les nombres d'éléments nécessaires en s'efforçant d'appropriier les hauteurs des appareils à leur longueur en vue d'obtenir des proportions harmonieuses. Les surfaces sont prises plutôt larges dans les salons, salle à manger, bureau, et plutôt justes dans les vestibules, chambres, etc.. Il convient de les majorer de 10 à 15 % dans les pièces où les radiateurs occupent des emplacements défavorables (pièces sur cour). Il aurait également fallu les majorer (de 10 %, par exemple) si l'exiguïté des emplacements avait obligé à employer des radiateurs sextuples.

## VII. — DÉTERMINATION DE LA CHAUDIÈRE

Pour déterminer la chaudière, on totalise les surfaces des radiateurs prévus et on multiplie par 500, ce qui donne le nombre de calories émises par les radiateurs.

Comme on prévoit le calorifuge de toutes les tuyauteries en cave, on ne majore que de 15 % pour les pertes par tuyauteries. Si aucun calorifuge n'est prévu, on majore de 25 %. Ces pertes pourraient être calculées au moyen des tableaux pages 85 et 86.

On obtient :

$$54 \text{ m}^2 \times 38 \times 500 = 27.190$$

$$\text{Majoration } 15 \% \quad 4.100$$

$$\text{Total} \dots \dots \quad 31.290 \text{ calories-heure.}$$



ULTIMHEAT<sup>®</sup>  
VIRTUAL MUSEUM

Admettant comme pouvoir de transmission de la chaudière « Idéal » Série EF qu'on se propose d'employer, 11,000 calories-heure par mètre carré de surface de chauffe, on obtient la surface de chauffe de la chaudière par une simple division. (1),

Soit 31.290 :

$$11.000 = 2 \text{ m}^2 84$$

On a adopté une chaudière « Idéal » EF n° 35 de 2 m<sup>2</sup> 85 (fig. 103), type commercial le plus voisin.

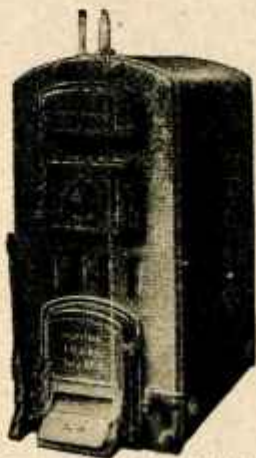


FIG. 103. — Chaudière « Idéal » E. F.

### VIII. — DÉTERMINATION DU VASE D'EXPANSION

On calcule la contenance d'eau de l'installation :

Chaudière.....	79 litres,	d'après les catalogues.
Radiateurs....	215 —	—
Tuyauteries...	80 —	d'après le tableau (p. 84).
	<u>374</u>	

(1) Il serait plus logique de déterminer d'abord la surface de grille en tablant sur une allure de combustion normale et sur le rendement correspondant. La surface de chauffe serait ensuite calculée pour absorber la chaleur émise. Mais on se trouve enserré dans les dimensions commerciales des appareils.



Le volume du vase s'obtient en divisant le total par 15, soit :

$$374 : 15 = 25 \text{ litres.}$$

On a adopté un vase rectangulaire n° 3 R de 35 litres, type commercial immédiatement supérieur.

Pour le devis, dans les cas normaux, on peut se contenter de prendre environ un litre pour 750 calories.

## IX. — ÉTABLISSEMENT DU PRIX DE REVIENT

Tous les éléments de l'installation étant déterminés, on établit le prix de revient suivant. On peut se référer au guide donné page 118, pour ne rien oublier.

### PRIX DE REVIENT

APFAIRE : X... RÉFÉRENCE : 151. DATE :

(NC indique fournitures ou travaux indispensables, mais non compris.)

Générateur : 1 chaudière Astra 19.....	2
2 collecteurs.....	2
1 jaquette calorifuge.....	2
1 régulateur.....	2
1 thermomètre, 2 robinets, 1 jeu d'ustensiles.....	2
1 indicateur de hauteur d'eau.....	2
1 tuyau tôle.....	2
1 conduit de fumée poteries.....	2
1 assise sous chaudière.....	2



Vase d'expansion 3 R avec consoles et niveau d'eau.....	*
Corps de chauffe : 17 radiateurs 186 <i>EI Classic</i>	
<i>n° 4 de 92</i> .....	*
10 <i>EI Classic</i>	
<i>n° 4 de 76</i> .....	*
17 robinets à double réglage.....	*
2 colliers et consoles.....	*
Tubes fer noir qualité chauffage : 13 mètres, 12 ST.	*
35 — 15....	*
45 — 20....	*
26 — 26....	*
9 — 33....	*
19 — 40....	*
2 — 50....	*
60....	*
Raccords <i>GF</i> colliers, ingrédients.....	*
Calorifuges <i>bourellets soie et toile en cave</i> .....	*
Transports, camionnages (matériaux, outillage, gravois). Octroi.....	*
Main-d'œuvre.....	*
Déplacements (frais de voyage et de séjour).....	*
Dépose des appareils pour peinture et repose....	*
Raccordement sur eau froide.....	*
Raccordement sur vidange.....	}
Peinture des appareils et tuyauteries.	
Raccords de peinture, menuiserie, tentures.	
Eau et combustible pour essais.	} N. C....
Gros percements.....	
Fourniture et pose de fourreaux.....	*
Démolition d'installations existantes ( <i>calo et conduits</i> ).....	*
	<hr/>
Total débours.....	*
A déduire : récupération de matériel existant....	<i>négligeable.</i>
	<hr/>
Prix de revient net.....	*
	<hr/> <hr/>

Les robinets de radiateurs peuvent être choisis d'après le tableau suivant.





**DIAMÈTRES DES ROBINETS  
DES CORPS DE CHAUFFE A EAU CHAUDE**

POUVOIR D'ÉMISSION DU CORPS DE CHAUFFE	DIFFÉRENCE DE NIVEAU EN MÈTRES entre chaudière et corps de chauffe				
	0	2,5	5,5	8,5	11,5
	0 à 750.....	15 %	12 %	12 %	12 %
750 à 1.500.....	20	15	15	12	12
1.500 à 2.250.....	26	20	15	15	15
2.250 à 3.000.....	26	20	20	20	15

Le prix des raccords, colliers, ingrédients s'apprécie en pourcentage du prix des tubes. On peut prendre :  
100 % lorsque le prix des tubes n'excède pas 1.000 francs;

80 % lorsque le prix des tubes est compris entre 1.000 et 2.500 francs;

60 % lorsque le prix des tubes est supérieur à 2.500 francs.

Ces pourcentages varient suivant le prix des raccords utilisés et l'habileté des monteurs. Des statistiques de chantiers tenues à jour sont très utiles à ce sujet.

Les frais de transport, camionnages et octrois sont estimés d'après le tonnage des marchandises qu'on trouvera dans les catalogues et sur le tableau (p. 84).

La main-d'œuvre peut être estimée par les méthodes indiquées au chapitre XIII en s'aidant de l'expérience d'installations semblables et de statistiques de chantiers tenues à jour.

L'établissement du prix de revient « à l'œil » est une gymnastique difficile et dangereuse. Les instal-



lateurs pour qui c'est quelquefois une nécessité feront bien d'étayer leurs approximations sur des statistiques se rapportant à des affaires étudiées et traitées normalement et dans lesquelles on fait ressortir parallèlement le nombre de calories exigées en moyenne par mètre cube à chauffer, suivant la nature, la destination et la position des locaux, et le prix de la calorie-heure « installée » dans ces conditions.

Faire un prix au radiateur est un non-sens, une source de déboires et de surprises. C'est d'ailleurs une pratique contre laquelle les installateurs sérieux doivent s'élever avec véhémence dans leur intérêt, dans l'intérêt de leur profession et dans celui de leurs clients.

## X. — RÉDACTION DU DEVIS

Le devis a été rédigé comme suit :

*DEVIS forfaitaire pour l'installation du chauffage central à eau chaude par thermosiphon, à double tuyauterie, dans la propriété de M.... sise à.....*

Le devis comporte les fournitures et travaux suivants :

*Générateur :*

Une chaudière « Idéal Astra » n° 19 en fonte, à éléments assemblés, à grille fixe, d'une surface de chauffe de 4 m<sup>2</sup> 05 et munie des accessoires suivants :

Un collecteur de départ et un collecteur de retour en fonte;

Une jaquette calorifuge en feutre et tôle;

Un thermomètre;

Un robinet d'alimentation raccordé sur la distribution d'eau froide;

Un robinet de vidange raccordé sur la vidange des eaux usées;

Un régulateur automatique de tirage et de combustion;

Un indicateur de niveau d'eau à cadran;

Un tuyau de fumée en tôle noire avec tampons de visite et de ramassage;



Un conduit de fumée en poteries enduites extérieurement, courant sous plafond de la cave à charbon pour rejoindre le conduit de fumée de l'ancien calorifère supposé en bon état et réglementaire (1).

*Vase d'expansion :*

Un vase d'expansion en tôle galvanisée d'une capacité de 35 litres placé sur consoles et muni d'un niveau d'eau.

*Corps de chauffe :*

17 radiateurs « Idéal Classic » n° 4 d'une surface totale de chauffe de 54 m<sup>2</sup> 50 environ, peints une couche usine;

17 robinets à double réglage en bronze, à volants isolants permettant le réglage individuel de chaque radiateur;

Purgeurs d'air à main nécessaires.

*Tuyauteries :*

Tuyauteries pour la circulation de l'eau chaude en tubes de fer noir qualité chauffage, assemblés par raccords en fonte malléable et fixés par colliers en fer noir. Développement total des tuyauteries, x... mètres environ.

Calorifuge des tuyauteries ne concourant pas au chauffage en bourrelets de soie recouverts de toile.

*Montage :*

Le montage serait exécuté par des ouvriers spécialistes.

*Travaux accessoires compris dans le devis :*

Démolition du calorifère et des conduits de chaleur existants sous plafond des caves;

Bouchement des conduits verticaux;

Évacuation des gravats résultant des travaux et démolitions;

Construction du massif d'assise de la chaudière.

*Garantie de température :*

L'installation proposée permettrait d'obtenir, par un chauffage régulier et continu de toutes les pièces à la fois et tant que la température extérieure ne s'abaisse pas en dessous de 5 degrés au-dessous de zéro, les températures suivantes :

18 degrés dans les salon, salle à manger, fumoir, petit salon, salle de bains;

15 degrés dans le vestibule, 6 chambres, 2 toilettes et le séchoir.

L'installation est munie des moyens de réglage nécessaires pour modifier l'allure de marche suivant la rigueur de la température extérieure.

(1) Légèrment, cette clause ne décharge pas l'installateur de sa responsabilité.



*Prix forfaitaire :*

L'installation, établie conformément au présent devis, et suivant le plan ci-annexé, serait livrée aux conditions générales de vente ci-jointes, prête à fonctionner, pour le prix net et forfaitaire de francs : x...

Payable : x % à la livraison des marchandises; x % après réception; x % à trois mois de date de la réception provisoire.

On joint généralement aux devis, soit un extrait du règlement général de la Chambre syndicale du chauffage, soit un texte simplifié dans le genre du suivant :

### Conditions générales de vente.

*Devis :*

Sauf indications contraires, les prix remis comportent tous les frais de transport, camionnages, octrois, déplacements ou séjour des ouvriers, la fourniture des ingrédients nécessaires aux montages, les percements et les rebouchements.

La peinture des appareils et tuyauteries, les raccords de menuiserie, tentures, peinture, la fourniture de l'eau et du combustible pour les essais ne sont jamais compris.

Lorsqu'une installation nécessite l'intervention de spécialistes (maçon, menuisier, etc.), il en est toujours fait mention dans le devis.

La dépose des appareils pour peinture et leur repose après peinture sont, en principe, à la charge du client.

*Essais :*

Le monteur essaie toujours l'installation, avant son départ et en présence du client ou de son représentant. — Cet essai constitue la réception provisoire. La réception définitive est acquise de droit un an après.

Les essais contradictoires qui pourraient être demandés par le client auraient lieu à ses frais.

*Garantie :*

Le bon fonctionnement des installations est garanti pendant un an à dater de la réception provisoire.

La garantie contre tout vice de matière ou de construction est de deux ans. Elle est limitée au remplacement pur et simple des pièces reconnues défectueuses, sans indemnité d'aucune sorte.



Les températures indiquées sur les plans ou dans les devis d'installations de chauffage sont garanties pour un chauffage régulier et continu de toutes les pièces à la fois et tant que la température extérieure ne s'abaisse pas en dessous de cinq degrés au-dessous de zéro (sauf indications spéciales).

*Paiement :*

Les prix s'entendent sans escompte, aux conditions indiquées dans les devis ou acceptées par écrit par l'installateur.

Sauf convention particulière, les retards de livraison ne peuvent justifier l'annulation d'une commande. Le paiement d'un solde ne peut jamais être différé mais son versement ne dégage pas la responsabilité de l'installateur.

*Contestations :*

En cas de contestation, la juridiction du domicile de l'installateur est seule compétente.

Il est d'usage de fournir au client un plan portant le tracé des tuyauteries et l'indication des emplacements des appareils, ainsi que des vignettes fournies par les constructeurs et qui donnent l'image des appareils proposés.

## XI. — PRÉSENTATION DU DEVIS

Un client avisé, un architecte documenté, porte son attention sur les points suivants :

Les garanties de températures (qui sont, en définitive, les seules sur lesquelles il soit nécessaire d'être intransigeant);

La conception générale de l'installation (emplacements des appareils, passage des tuyauteries, etc.);

Les qualités et caractéristiques des appareils proposés;

Les accessoires prévus, indispensables ou commodes.

Il s'assure que tous les travaux nécessaires au complet achèvement de l'installation sont prévus ou, s'ils sont laissés au soin des spécialistes, mentionnés tels dans le devis.



Enfin, il peut exiger des renseignements techniques : coefficients de déperditions utilisés, renouvellement d'air admis, pouvoir d'émission ou de transmission des appareils proposés, allure de combustion envisagée, combustible à employer, etc. . .

Tous ces points peuvent d'ailleurs être explicités dans un cahier de charges.

*L'installateur fera éventuellement observer :*

Que des surfaces trop justes, outre qu'elles ne permettent pas de faire face aux températures extrêmes, oblige généralement à faire fonctionner la chaudière à une température supérieure à la température normale (tableau page 156) ce qui accroît la consommation de combustible.

Que, pourtant, l'installateur qui offre la plus grande surface de chauffe n'est pas toujours celui dont la proposition est la plus juste et la mieux étudiée, car de mauvais emplacements de radiateurs conduisent normalement à renforcer les surfaces de chauffe.

Qu'à égalité de surfaces de chauffe, la meilleure installation est celle dans laquelle les corps de chauffe sont le plus rationnellement disposés.

Que l'économie d'installation est négligeable auprès de l'économie d'exploitation qui se répète chaque année et ne peut être obtenue que par l'emploi de chaudière et de corps de chauffe de puissance suffisante et de tuyauteries de diamètres convenables. Une installation trop juste peut faire illusion pendant longtemps. Il suffit d'un hiver un peu rigoureux pendant lequel le minimum de température extérieure prévue soit atteint pour que l'insuffisance se révèle subitement et trop tard pour qu'un recours puisse être exercé sur l'installateur. Les conséquences de cette insuffisance peuvent être graves lorsqu'il s'agit, par exemple, d'un propriétaire que ses engagements mettent dans l'obligation de fournir à ses locataires



certaines températures jusqu'à un minimum bien déterminé de température extérieure.

Que certains accessoires, quelquefois négligés, comme le régulateur, sont à peu près indispensables.

Et maintenant voici comment on peut répondre à la question toujours posée : « *Quelle sera la consommation en combustible de l'installation proposée.* »

— La consommation d'une installation de chauffage dépend avant toute chose de la rigueur de l'hiver et, pour une très grande part, de la conduite générale de l'installation. Ainsi une chaudière dont la surface de chauffe est fréquemment ramonée, la grille convenablement décrassée et le chargement effectué à bon escient, consomme beaucoup moins qu'une chaudière négligée.

Ces raisons font qu'il n'est pas du pouvoir de l'installateur de donner une garantie de consommation. Tout au plus peut-il donner une garantie de rendement de la chaudière dans des conditions de marche et de conduite bien déterminées.

Sous réserves : que le combustible employé soit conforme aux indications du constructeur (comme qualité et comme calibre), que l'installation soit conduite et réglée centralement et localement suivant les indications de l'installateur, que les appareils soient entretenus et chargés correctement.

On peut donner, à titre d'indication, les chiffres suivants, pour l'antracite et les charbons anthraciteux, chauffage du 1<sup>er</sup> novembre au 31 mars et température extérieure minimum : 5 degrés en dessous de zéro :

*Petites chaudières* : 4 tonnes par hiver et par mètre carré de surface de chauffe.

*Chaudières sectionnées* : 3,5 tonnes par hiver et par mètre carré de surface de chauffe.

Il ne faut pas manquer de signaler à tous ceux qui posent la question de la consommation les possibi-



lités d'économie qu'on acquiert en calorifugeant la chaudière et les tuyauteries qui ne concourent pas au chauffage, c'est-à-dire toutes celles qui passent dans les locaux non chauffés.

## EXÉCUTION DE L'INSTALLATION

La mise en place d'une installation de chauffage à eau chaude comporte les opérations suivantes :

- a) *Vérification de l'avant-projet ;*
- b) *Tracé des plans et schémas de montage ;*
- c) *Rédaction des commandes et listes de matériaux ;*
- d) *Approvisionnement du chantier ;*
- e) *Montage ;*
- f) *Essai de l'installation.*

Voici comment ces différentes opérations ont été effectuées dans le cas présenté.

a) **Vérifications.** — On se rend sur place, plans et documents d'étude en mains pour vérifier les données utilisées, s'assurer de la disposition générale, des emplacements d'appareils, du tracé définitif des tuyauteries.

On peut procéder dans l'ordre suivant, en apportant le plus grand souci de précision dans les détails.

**Cheminée.** — Examiner, s'il y a lieu, comment on établira le conduit de fumée, comment on raccordera le tuyau de tôle. Il suffit quelquefois de bien choisir l'emplacement exact de la chaudière pour que ce raccordement puisse se faire très simplement.

**Chaudière.** — Il faut déterminer l'emplacement exact le plus commode pour une disposition facile du tuyau de fumée, des collecteurs, des tuyauteries de départ et de retour et des accessoires. Voir exactement où l'on raccordera l'eau froide et la vidange.





Fixer l'emplacement du matériel qui fera l'objet d'un petit croquis coté dont les cotes principales sont relevées dans les catalogues, et qui doit être disposé de façon à permettre la pose et la dépose facile du tuyau de fumée.

*Radiateurs.* — S'assurer que les emplacements prévus sont suffisants. On doit prévoir 5 à 7 centi-



FIG. 104.  
Radiateur : Classic ».

mètres derrière les radiateurs pour permettre le mouvement de l'air chaud et 12 à 15 centimètres aux extrémités pour le robinet et le raccordement. Vérifier que les hauteurs admises sont convenables, particulièrement lorsque les radiateurs doivent être placés sous les fenêtres.

*Tuyauteries.* — Vérifier le tracé général. S'assurer que sa réalisation est possible.

Sonder au besoin certains passages que l'on a des raisons de présumer difficiles. S'assurer que les trous qu'il sera nécessaire de percer pour le passage des tuyauteries ne compromettent pas la solidité des pans de murs, huisseries de portes, etc. ou n'entraîneront pas de dégâts importants (dégradations de corniches, par exemple), ou de travaux aléatoires (percements de marbre, etc.).

Modifier au besoin certaines parties du tracé pour éviter ces possibilités d'accidents ou de difficultés.

*Calculs.* — Avant de commander les appareils, on



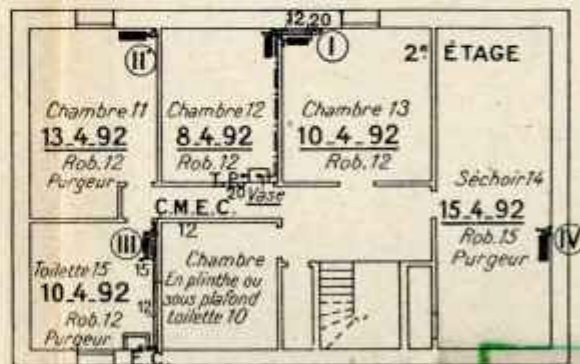
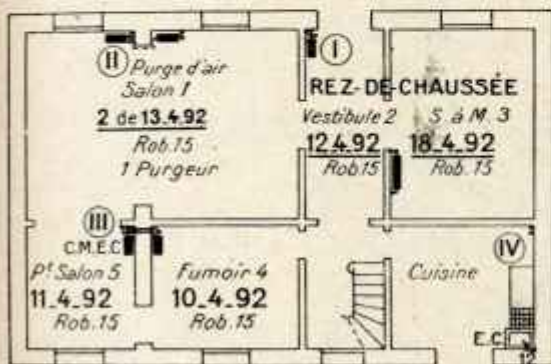
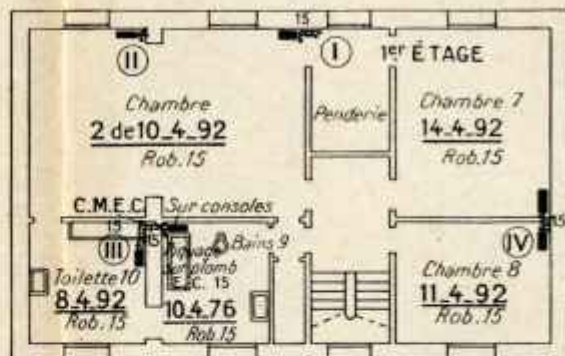
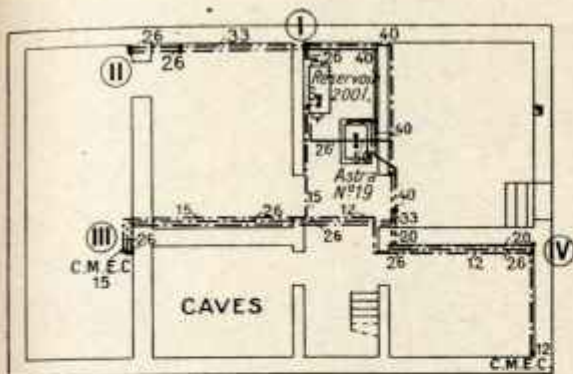
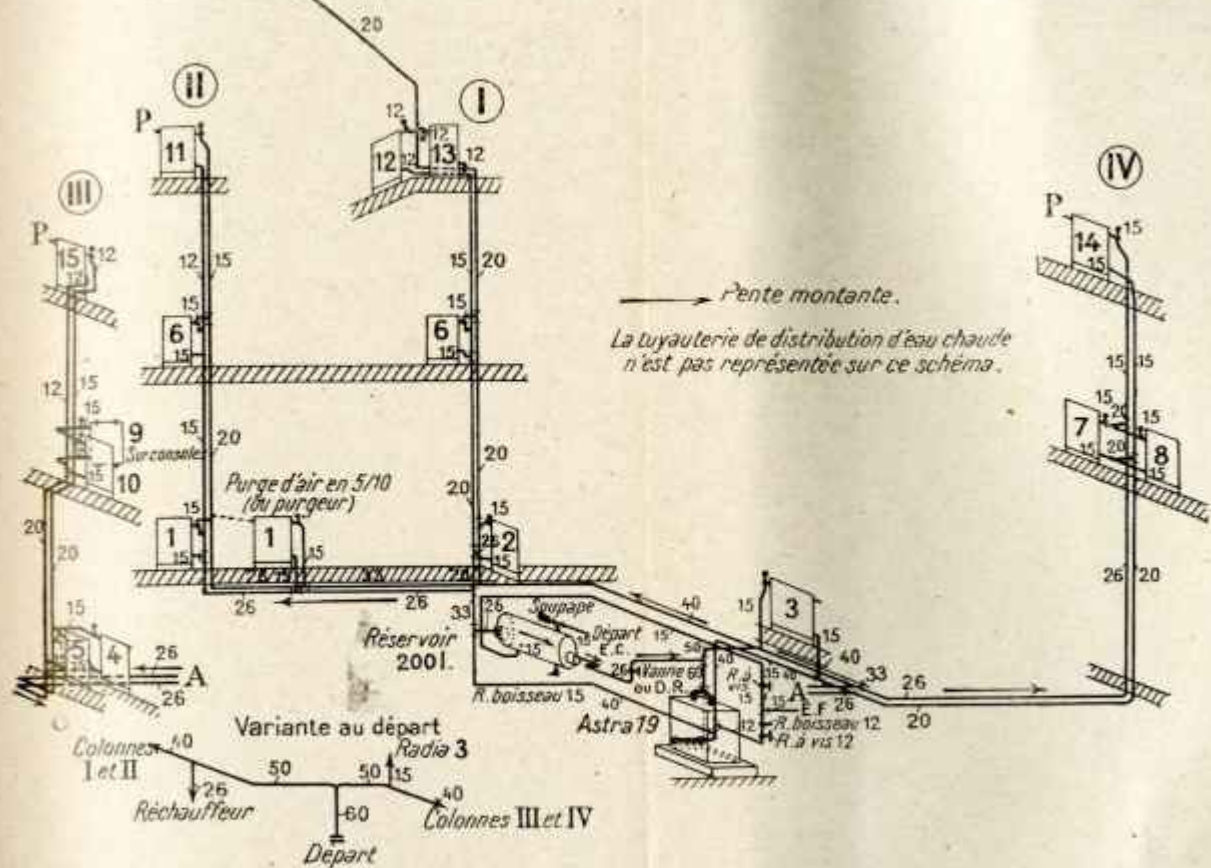


Fig. 104 bis. — Plan de montage.



Trop-plein sur le toit

Vase au plafond



La tuyauterie de distribution d'eau chaude n'est pas représentée sur ce schéma.

Fig. 104 ter. — Schéma des colonnes.



vérifie les calculs de déperdition et les calculs de détermination des appareils. Dans l'exemple présenté, les diamètres admis pour le devis ont été vérifiés par la méthode générale en s'aidant de tableaux de pertes de charge. Les corrections ont été très réduites et toutes en diminution, ce qui montre que dans le cas très particulier étudié où les colonnes alimentant les radiateurs sont semblables, de même hauteur, chargées également, et à peu près équidistantes de la chaudière (à part la colonne 1), l'abaque avait donné des résultats acceptables pour l'exécution. Il ne faut pas en conclure que l'abaque donné fournira dans tous les cas les diamètres convenables pour toutes les exécutions.

*b) Tracé des plans et schéma de montage.* — Tous les calculs étant soigneusement vérifiés, on établit le plan de montage (fig. 104 bis) et le schéma des colonnes (fig. 104 ter). Un schéma perspectif est d'une lecture facile (1).

*c) Rédaction des commandes et listes de matériaux.* — Les commandes de chaudières et radiateurs sont rédigées sur des bons spéciaux et passées immédiatement en considération des délais assez longs généralement demandés par les fonderies.

Les tubes sont mesurés sur le plan et le schéma comme pour le devis. Les longueurs sont majorées de 10 % comme pour le devis.

Bien que des erreurs et des omissions soient à peu près inévitables dans la liste des raccords, et que, d'autre part, les modifications de détail apportées en cours d'exécution rendent inutiles certaines pièces prévues et nécessaires des pièces imprévues, il faut

(1) Sur le plan et le schéma figure un service d'eau chaude combiné avec le chauffage central. Voir à ce sujet le chapitre XII.



apporter la plus grande attention à l'établissement de cette liste. Toute pièce qui manque se traduit sur le chantier par une perte de temps. La pratique du chantier est fort utile, sinon indispensable, à celui qui dresse les listes de matériaux qui ne doit d'ailleurs jamais hésiter à faire appel à la collaboration du monteur pour l'établissement de ces listes.

Les tés, réductions, et pièces spéciales sont relevés sur le schéma. Pour les pièces de raccords courantes, on peut adopter les proportions indiquées par le tableau suivant :

**PROPORTIONS DES RACCORDS**  
(en pourcentage du métrage des tubes)

Coudes.....	15 %	
Mamelons.....	20 %	
Manchons.....	30 %	
Écrous.....	15 %	
Colliers.....	50 %	pr les diam. 12, 15 et 20.
	30 %	— sup <sup>rs</sup> à 20.

(Moyennes d'estimation).

Une bonne méthode pour ne rien oublier dans les listes de matériaux consiste à pointer le prix de revient ou le duplicata du devis au fur et à mesure.

Il est toujours utile de donner au monteur un duplicata de la liste de matériaux qui lui permettra de vérifier les approvisionnements et de justifier ses réclamations éventuelles de matériel.

d) **Approvisionnement.** — Le tonnage des marchandises employées dans les installations de chauffage est élevé. Les tubes sont encombrants. Toutes choses qui compliquent le stockage, les manutentions, et qui grèvent lourdement le budget de transports et camionnages.



e) **Montage.** — Quelques renseignements généraux sur le montage sont donnés au chapitre XIII.

f) **Essais de l'installation terminée.** — On procède d'abord au remplissage, en ouvrant le robinet d'alimentation de la chaudière, après s'être assuré que toutes les vannes, robinets de radiateurs et purgeurs d'air sont ouverts. On referme les purgeurs d'air à mesure qu'ils crachent de l'eau. On s'assure de l'étanchéité générale (1) et dès que le niveau normal est atteint au vase d'expansion, on peut allumer la chaudière et chauffer lentement. On procède, s'il y a lieu, au réglage en agissant sur le dispositif de double réglage des robinets de radiateurs. (Voir chapitre IV.)

Le réglage terminé, l'indicateur de hauteur d'eau et le régulateur de combustion réglés, on peut livrer l'installation au client en lui donnant toutes les explications nécessaires pour la conduite et l'entretien.

Il est prudent de faire signer à ce moment un certificat de réception provisoire qui marquera l'origine du délai de garantie. Ce certificat peut être rédigé sous la forme suivante :

Je soussigné, Monsieur X..... demeurant..... reconnaît avoir assisté ce jour aux essais d'étanchéité et de bon fonctionnement de l'installation de chauffage central exécutée dans ma propriété par M. Y... suivant son devis n° .....

L'installation est étanche et la circulation normale.

Ce certificat n'infirmes pas les garanties générales.

*Date et signature.*

**Défauts de montage.** — Les défauts de montage les plus fréquents sont : *les fuites* provenant de joints mal faits, de raccords mal serrés, de tubes ou de raccords fendus.

(1) On peut faire un essai sous pression au moyen d'une petite pompe à main.



Pour éviter tous dégâts, il faut réparer les fuites immédiatement et d'une façon définitive. Les anti-fuites, la soudure à l'étain et autres moyens de fortune ne doivent être employés qu'avec discernement et modération. Certains suintements qui se produisent à la mise en route s'étanchent à chaud ou par oxydation au bout de quelques jours, mais il faut les surveiller.

*L'insuffisance des colliers nécessaires au maintien des tuyauteries et à la conservation des pentes;*

*Les fuyaux bouchés;*

*Les contrepenches et l'oubli ou la mauvaise position des pièces destinées à favoriser la purge d'air (réductions excentrées).*

### TEMPÉRATURE AU DÉPART DE LA CHAUDIÈRE, SUIVANT TEMPÉRATURE EXTÉRIEURE

EXTÉRIEUR	CHAUDIÈRE	EXTÉRIEUR	CHAUDIÈRE
- 5	90	+ 6	65
- 3	85	+ 8	60
0	80	+10	55
+ 2	75	+12	50
+ 4	70		



## CHAPITRE VI

# CAS PARTICULIERS ET SYSTÈMES SPÉCIAUX DE CHAUFFAGE A EAU CHAUDE

### CHAUFFAGE A NIVEAU PAR THERMOSIPHON

**Chauffage d'appartement.** — On établit de plus en plus les chauffages par appartement qui représentent le cas général du chauffage à niveau.

Si cette solution est discutable du point de vue de l'économie générale, elle a l'avantage d'être une solution indépendante qui permet à chacun de se chauffer correctement, à sa guise et de ne payer que le chauffage qu'il utilise.

*Difficultés.* — Les installations de chauffage central à eau chaude par thermosiphon dans lesquelles les radiateurs doivent être placés au même niveau que la chaudière présentent de nombreuses difficultés.

Du point de vue technique, l'élément principal de la force hydromotrice : la différence de niveau entre le générateur et les radiateurs, fait défaut. L'eau circule surtout en raison du refroidissement des tuyauteries horizontales d'alimentation H 1, H 2, etc... qui fait que les colonnes descendantes d'alimentation





C 1, C 2, etc. sont légèrement plus denses que la colonne montante de départ C (fig. 105).

La charge est extrêmement faible. Elle n'excède guère 10 millimètres d'eau par centimètre carré dans les installations courantes. Le calcul des tuyauteries est très délicat et conduit à de gros diamètres qui coûtent cher, dont le montage est onéreux et qui sont inesthétiques.

D'autre part, l'obligation à peu près générale de placer le vase d'expansion sous le plafond de l'étage à

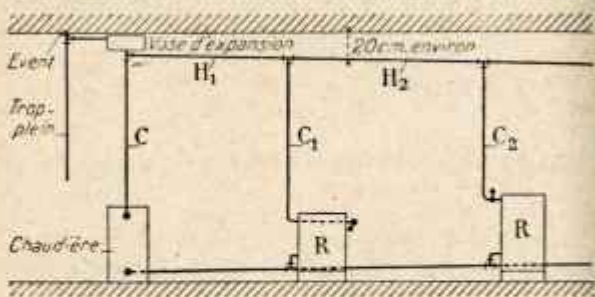


FIG. 105. — Chauffage à niveau.

chauffer oblige à faire circuler les tuyauteries horizontales d'alimentation à quelques 20 centimètres sous le plafond. Si les plafonds comportent des corniches, cette disposition peut avoir un aspect acceptable, mais s'il n'y en a pas l'aspect est déplorable.

Il est impossible de faire circuler les tuyauteries de retour sous le plafond de l'étage inférieur. On se trouve donc dans l'obligation de les disposer le long des plinthes et on doit franchir les portes par des caniveaux dont l'établissement entraîne des frais accessoires importants (coupe de parquets, dépose et repose de parquets ou carrelages) (fig. 106).



Le montage des installations à niveau ne peut être confié qu'à des ouvriers exercés. Les tubes doivent être bien cintrés de façon à réduire les pertes de charge au minimum et les pentes rigoureusement observées. On doit tenir compte dans les prévisions de main-d'œuvre des conditions généralement très difficiles du montage (espace restreint, étages à monter par des escaliers de service étroits, etc.).

*Emplacement de la chaudière et cheminée.* — Dans tous les chauffages d'étage et en particulier dans les chauffages d'appartements parisiens, il est souvent difficile de trouver un emplacement convenable pour la chaudière. Cet emplacement est généralement imposé par la présence d'un conduit de fumée utilisable, car dans la plupart des cas on ne peut songer à construire un conduit.



FIG. 106.  
Caniveau.

On place souvent la chaudière dans la cuisine. Si la cuisine n'a qu'un conduit de fumée, on perd la faculté de pouvoir utiliser la cuisinière (voir réglementation des conduits de fumée (page 45, art. 6).

On place quelquefois la chaudière dans un vestibule possédant un conduit de fumée ou on l'adosse à une pièce dont on peut prolonger convenablement le conduit de fumée, ou même plus rarement, dans une des pièces de l'appartement. Dans ces deux derniers cas, la chaudière chauffe plus ou moins la pièce dans laquelle elle se trouve, mais la disposition est souvent peu esthétique en raison de la présence inévitable de la tuyauterie de départ, toujours de gros diamètre.

En règle générale, la plus grande circonspection est de rigueur dans l'utilisation des conduits de fumée



existants particulièrement dans les appartements parisiens.

*Dispositions générales des tuyauteries.* — Pour éviter le vilain aspect de la tuyauterie, on s'efforce de placer les tuyauteries principales de distribution et de retour dans les vestibules et dégagements et de les faire passer à contre-jour.

*Vase d'expansion.* — Si l'on veut rapprocher les tuyauteries horizontales du plafond, il faut placer le vase d'expansion au-dessus du niveau de ce plafond, c'est-à-dire à l'étage supérieur, dans un escalier de service, dans une courette, etc. Le vase est alors exposé au froid et doit être calorifugé ou réchauffé par une circulation.

*Caniveaux.* — Pour réduire les frais accessoires au minimum, il faut s'efforcer d'éviter les caniveaux qui nécessitent des coupes de parquets en travers. En tout cas, il faut prendre soin d'éviter les joints dans les caniveaux et donner une bonne pente aux tuyauteries qui y sont placées de façon à ce que la purge d'air soit parfaite, car la moindre résistance perturbe la circulation.

Les tuyauteries en caniveaux doivent être démontables et on fixe souvent les lames de parquets qui les recouvrent par des vis de façon à pouvoir les visiter si besoin est. On ne devrait pas placer une tuyauterie en caniveaux ni refermer un caniveau sans avoir, au préalable, fait un essai sous pression.

*Purge.* — Il peut arriver qu'une tuyauterie de retour circule en plinthes entre deux portes. On ne peut alors la purger ni d'un côté ni de l'autre. Il faut donc prévoir un point haut au voisinage d'une des portes et y placer un purgeur d'air à l'extrémité d'une petite longueur de tuyauterie formant réservoir d'air. On pourrait également réunir le point haut à la



tuyauterie d'alimentation (qui se purge sur le vase d'expansion) par un tube de petit diamètre. Ce dispositif présente l'inconvénient d'établir un court circuit entre les tuyauteries d'aller et les tuyauteries de retour (fig. 81, page 103).

*Retours sous plafonds.* — Pour éviter les caniveaux, on peut établir une installation d'étage avec retours sous plafonds (fig. 107).

Les installations avec retours sous plafonds sont d'une réalisation délicate. Les diamètres néces-

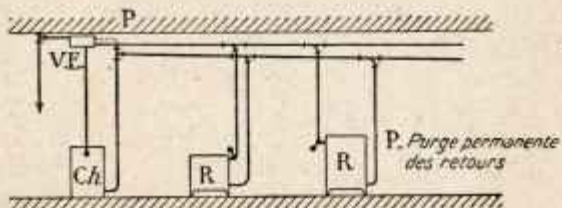


FIG. 107. — Retours sous plafonds.

saires sont généralement plus forts que les diamètres employés pour les installations ordinaires, la longueur des tuyauteries est accrue, des raccords spéciaux assez cher (tés cintrés, etc.) peuvent devenir nécessaires. Tout ceci conduit à une augmentation de prix de revient qui peut compenser et même dépasser les frais entraînés par l'établissement des caniveaux. D'autre part, l'esthétique de ces installations est déplorable puisqu'elles présentent deux tuyauteries visibles sous plafond au lieu d'une et que ces tuyauteries ont généralement des diamètres encore plus gros que celles d'un thermosiphon ordinaire.

Les retours sous plafonds ne paraissent présenter d'intérêt que dans des cas tout à fait particuliers où



l'établissement des caniveaux entraînerait des frais (normes).

*Remarque.* — Lorsque l'appartement à chauffer est situé au premier étage il y a lieu de bien observer si certaines pièces ne se trouvent pas au-dessus du passage d'entrée de l'immeuble ou de locaux froids (magasins, etc...). Si l'appartement à chauffer est situé à un étage intermédiaire on peut admettre, sauf renseignements particuliers, une température de 10 à 12 degrés dans les appartements mitoyens, inférieurs et supérieurs. Si l'appartement à chauffer est situé sous l'étage des chambres de bonnes, on peut admettre pour cet étage une température moyenne de 8 à 10 degrés.

*Calcul des tuyauteries.* — Ce calcul est inséparable de celui des radiateurs et l'on peut comprendre ce dernier de deux façons. On peut par exemple admettre une chute uniforme de température dans tous les radiateurs. Comme le refroidissement de l'eau est assez considérable dans les gros tuyaux de distribution où la vitesse de l'eau est très faible, l'eau arrive aux radiateurs éloignés à température relativement basse. On ne peut donc admettre une chute élevée, car les derniers radiateurs auraient un pouvoir de transmission très faible. On se limitera par exemple à 20 degrés et le pouvoir de transmission des radiateurs décroîtra au fur et à mesure que leur éloignement de la chaudière augmentera. Un radiateur tubulaire à quatre colonnes situé à quelques quinze mètres de la chaudière aura un pouvoir de transmission à peine supérieur à 400 calories-heure par mètre carré de surface de chauffe. Il faudra tenir compte de cette décroissance rapide et, en principe, calculer chaque radiateur en particulier pour l'exécution.

Une autre méthode qui nous semble plus simple et plus sûre consiste à admettre une chute de tempé-



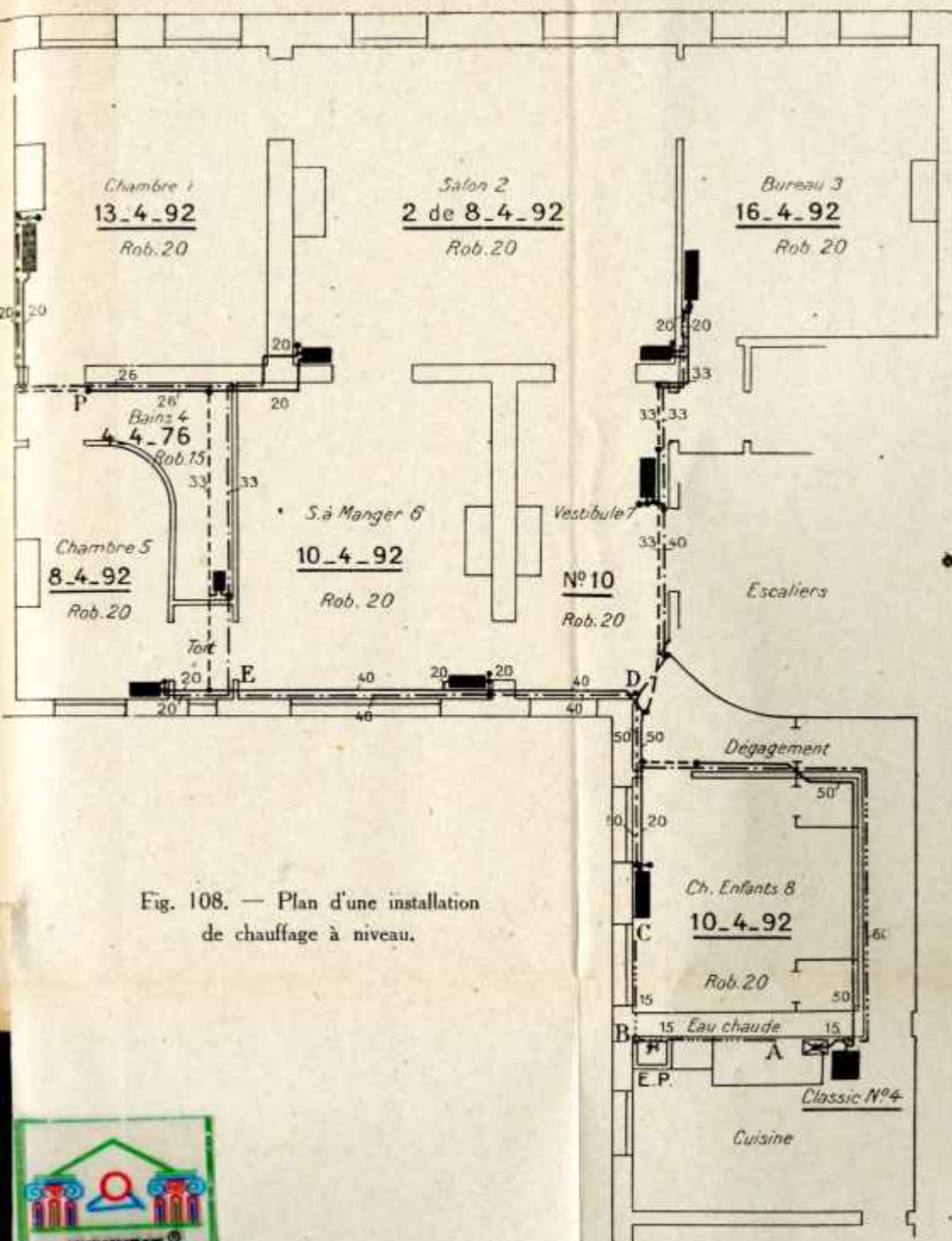


Fig. 108. — Plan d'une installation de chauffage à niveau.



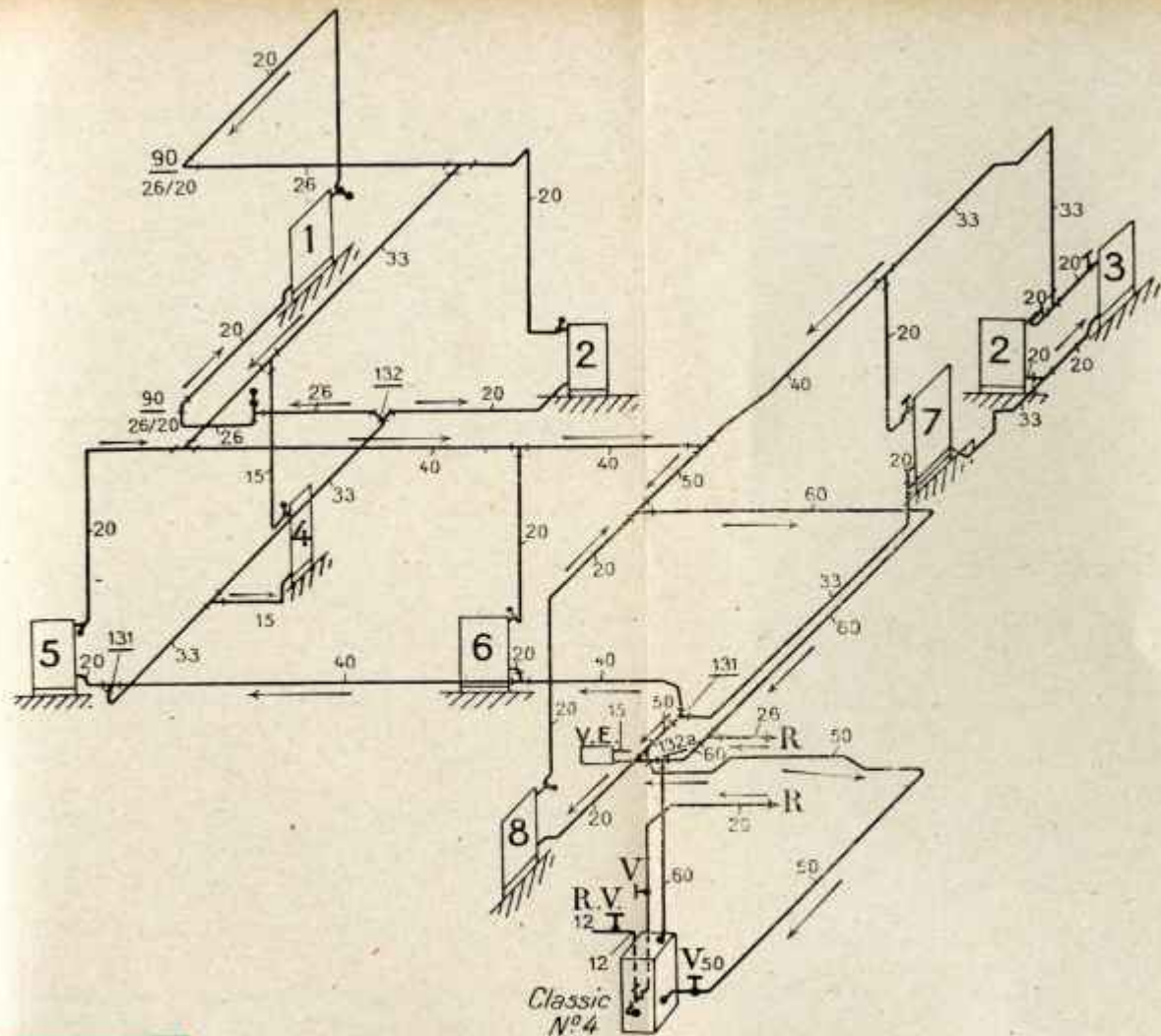


Fig. 109. — Schéma d'installation de chauffage à niveau.



rature dans les radiateurs de plus en plus faible au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la chaudière. Ainsi pour un radiateur voisin de la chaudière, recevant de l'eau à 90 degrés, on admettra une chute de 40 degrés et pour un radiateur éloigné recevant de l'eau à 80 degrés on admettra 20 degrés seulement. La température moyenne des deux radiateurs sera alors la même : 70 degrés, donc leurs pouvoirs de transmission seront les mêmes (voir page 75). La détermination des radiateurs sera ainsi grandement facilitée. Pour des installations dont l'étendue varie de 10 à 20 mètres on peut admettre dans ces conditions des pouvoirs de transmission moyens variant de 450 à 400 calories-heure par mètre carré.

Nous n'entrerons pas ici dans le calcul exact d'un thermosiphon à niveau. Nous nous contenterons d'indiquer que pour des installations courantes (c'est-à-dire dans lesquelles le radiateur le plus éloigné de la chaudière n'en est pas à plus de 20 mètres), on peut, pour le projet, au moins prendre les diamètres correspondant à une perte de charge linéaire de 0,2 millimètre par mètre pour les débits obtenus en divisant les calories à transporter par 20 à 30 suivant que les radiateurs considérés sont plus ou moins éloignés de la chaudière.

*Exemple d'installation.* — Les figures 108 et 109 donnent le plan et le schéma de montage d'une installation réalisée dans un appartement parisien.

## CHAUFFAGE PAR FOURNEAU DE CUISINE

*Indications.* — Le chauffage par fourneau de cuisine présente un grand attrait pour l'utilisateur qui n'a ainsi qu'un seul feu à conduire pour la cuisine et le chauffage.

Il est particulièrement intéressant pour les petits





pavillons de banlieue où on a l'habitude d'allumer la cuisinière et les petites maisons de campagne où l'on allume toujours la cuisinière parce qu'on ne dispose pas du gaz.

Ce système ne s'applique pas dans de bonnes conditions aux installations d'une certaine importance (plus de 15.000 calories).



FIG. 110. — Fourneau Robur mixte.

*Difficultés.* — Du point de vue

technique il est difficile de concilier deux services,

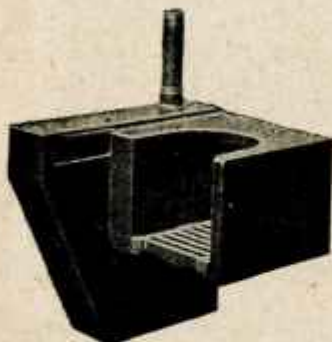


FIG. 111. — Bouilleur Ducharme.

l'un intermittent, la cuisine; et qui exige fréquemment un feu vif, c'est-à-dire des épaisseurs de combustible assez faibles, l'autre continu, le chauffage, qui exige un feu lent et un foyer à grande capacité.

D'autre part, il est difficile de loger dans un fourneau de cuisine un bouilleur présentant une grande surface de chauffe.

Appareils ordinaires. — Les appareils les plus



simples (fig. 110) sont des fourneaux de cuisine

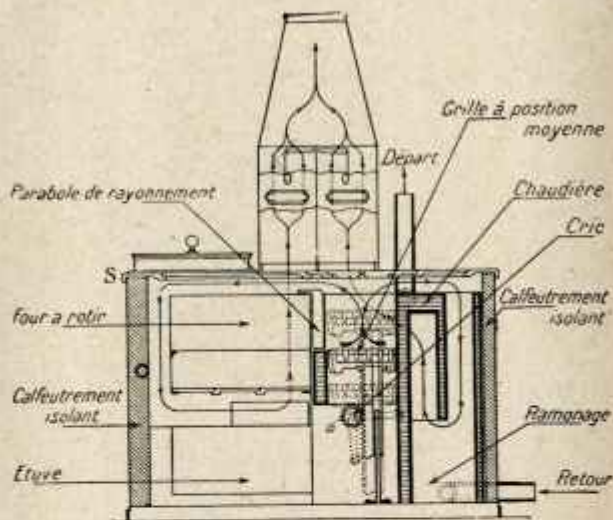


FIG. 112. — Coupe du fourneau CAP.

dans lesquels on a disposé une sorte de boîte à eau en tôle (bouilleur) en forme d'équerre ou d'U, dont les parois intérieures forment foyer et dont les parois extérieures sont balayées par les gaz chauds (fig. 111). Deux clés de fumées permettent de faire circuler les gaz soit autour du bouilleur, soit autour du four pour les besoins de la cuisine (fig. 112).



FIG. 113.  
Foyer d'été.

Certains de ces fourneaux ont une grille mobile en hauteur (qu'on manœuvre de l'extérieur par une manivelle) qui permet de faire varier la capacité du foyer et la épaisseur de la couche de combustible. Ce



dispositif résoud partiellement la difficulté technique signalée plus haut.

On reproche généralement aux fourneaux de chauffage d'émettre de fortes quantités de chaleur dans la cuisine et d'être difficiles à conduire en été. Les paraboles ou foyer d'été (fig. 113) en fonte qu'on place à cette époque dans le foyer d'hiver

pour en réduire la capacité n'empêchent pas la transmission de chaleur entre le foyer et le bouilleur et celui-ci ne débitant pas, puisque les radiateurs sont fermés, peut entrer en ébullition.



FIG. 115. — Foyer d'été du fourneau Culina (C. N. R.).



FIG. 114.  
Fourneau Culina (C. N. R.)

*Fourneaux particuliers.* — Un certain nombre d'appareils présentent des dispositifs intéressants :

*Le fourneau « Culina »* (fig. 114), que

la Compagnie des radiateurs a constitué en accolant par exemple à une cuisinière une chaudière en



fonte Classic, a, du point de vue chauffage, tous les avantages d'une chaudière. Son foyer d'été, séparé de la chaudière par une lame d'air continuellement renouvelée, est très efficace (fig. 115).

Le fourneau « Robur scientifique » (fig. 116), construit par les établissements Odelin, Nattey, Bourdon,



FIG. 116.

Fourneau Robur « Scientifique ».

est muni de grilles verticales à travers lesquelles les fumées viennent balayer le combustible en ignition, ce qui achève leur combustion. Un récupérateur constitué par une chemise d'eau entourant le tuyau de fumée réduit le rayonnement dans la cuisine et ramène les gaz qui s'échappent à une température compatible avec une marche économique. Il faut naturellement prendre garde à ce que le récupérateur ne soit pas trop effi-

cace, c'est-à-dire à ce que le tirage reste suffisant malgré l'action refroidissante qu'il exerce sur les gaz.

On construit des fourneaux de cuisine et chauffage à deux foyers indépendants assurant, l'un le service de la cuisine et éventuellement le service d'eau chaude en toutes saisons, l'autre, de plus grande capacité, assurant le service du chauffage.

M. R. a mis au point un fourneau de chauffage automatique commandé par la



ULTIMHEAT  
VIRTUAL MUSEUM

diminution de poids du combustible placé sur la grille au fur et à mesure de la combustion. Cet appareil peut assurer une marche très régulière de plusieurs

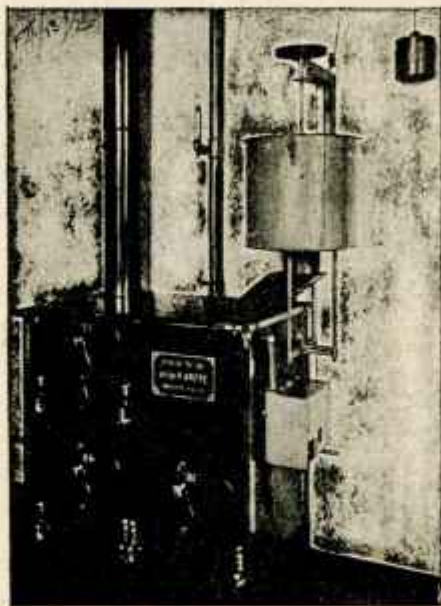


FIG. 117. — Fourneau R. André.

heures sans rechargement. Son mécanisme est robuste et relativement simple (fig. 117).

*Installation.* — L'installation d'un chauffage à eau chaude par thermosiphon avec fourneau de cuisine comme générateur ne diffère pas en principe d'une installation avec chaudière. Il faut toutefois se souvenir que le bouilleur se trouve placé assez haut

