

vapeur, au-dessus du plan d'eau normal de la chaudière. Cette disposition, jointe à la très grande surface d'émersion du bouilleur supérieur, permet une vaporisation avec une proportion très faible d'eau de primage et d'eau d'entraînement.

La surface de chauffe prévue est très grande, 5.000 à 7.000 calories par mètre carré et par heure. Il en résulte une très bonne utilisation des gaz chauds, qui, avec un tirage donné par une section de cheminée convenable (1 décimètre carré pour 10.000 calories à fournir), partent à la cheminée à une température de 100 à 125°.

Le constructeur assure que le rendement de sa chaudière atteint 80 0/0, en marche normale continue.

**Chaudières du commerce.** — On trouve dans le commerce une grande quantité de chaudières, généralement de construction moins soignée que celles précédemment décrites, dont elles ne possèdent pas les petits détails qui en font les principaux avantages.

Le chauffage à vapeur, théoriquement, est très simple et très facile à installer. En réalité, une infinité de points de détails, que la pratique seule a appris aux constructeurs, de petites ficelles de métier, dirions-nous pour employer un terme commun qui nous fasse mieux comprendre, font qu'une installation est bonne ou médiocre.

La chaudière est l'organe le plus important d'un chauffage : c'est sur elle que doit porter toute l'attention de ceux qui veulent une bonne installation, et qui ne sacrifient pas le rendement à l'économie de première installation.

Dans les chaudières du commerce, la raison d'économie fait quelquefois négliger bien des détails intéressants, diamètres des grilles qui devraient être amples pour éviter la production de mâchefer, magasins de combustible trop exigus, boîtes à fumée pas très étanches, portes de foyer et cendrier un peu légères et pas très hermétiques, etc.

Tous ces points, que peuvent seuls connaître ceux qui emploient les chaudières, sont peu à peu signalés aux constructeurs du commerce, et améliorés, au grand profit des petits entrepreneurs et de leurs clients. Aussi les changements de modèles sont-ils assez fréquents, ce qui complique quelque peu la question des réparations et des pièces de rechange.

**Chaudières Chappée.** — La maison Chappée et fils, du Mans, qui s'est spécialisée dans la construction des appareils de chauffage de toutes sortes, construit, depuis quelques années, des chaudières en tôle, rivées ou assemblées à soudure autogène.

On peut citer ses modèles principaux :

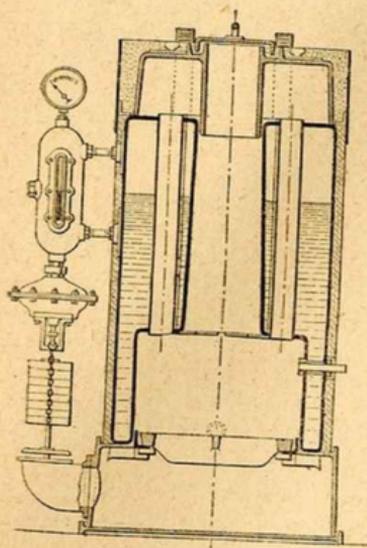


FIG. 236.

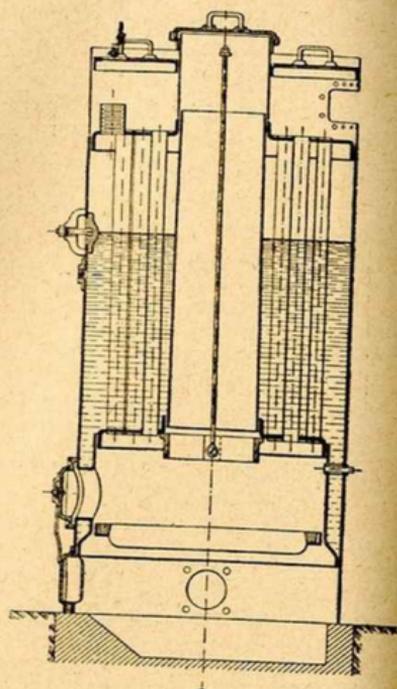


FIG. 237.

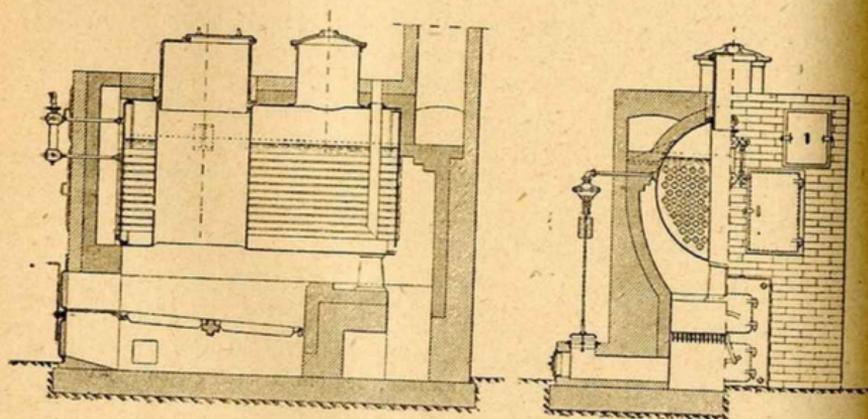


FIG. 238.

1° Les chaudières, type vertical tubulaire, de petites dimensions, de 1 à 4 ou 5 mètres carrés de surface de chauffe, vendues excessivement bon marché<sup>1</sup> (fig. 236).

2° Les chaudières verticales tubulaires, jusqu'à 30 mètres carrés de surface de chauffe (fig. 237), un peu plus robustes.

3° Les chaudières horizontales (fig. 238) à enveloppes de maçonnerie et magasin de combustible central, construites jusqu'à 45 mètres carrés de surface de chauffe, et vaporisant en moyenne 8 à 10 kilogrammes d'eau par mètre carré, en tenant compte de la surface extérieure du cylindre, qui n'a qu'un faible rendement.

La maison Chappée construit encore de nombreux modèles, chaudières horizontales à foyers en voûte, chaudières horizontales à foyer intérieur, etc.

Un modèle (fig. 239), est particulièrement intéressant en ce moment de

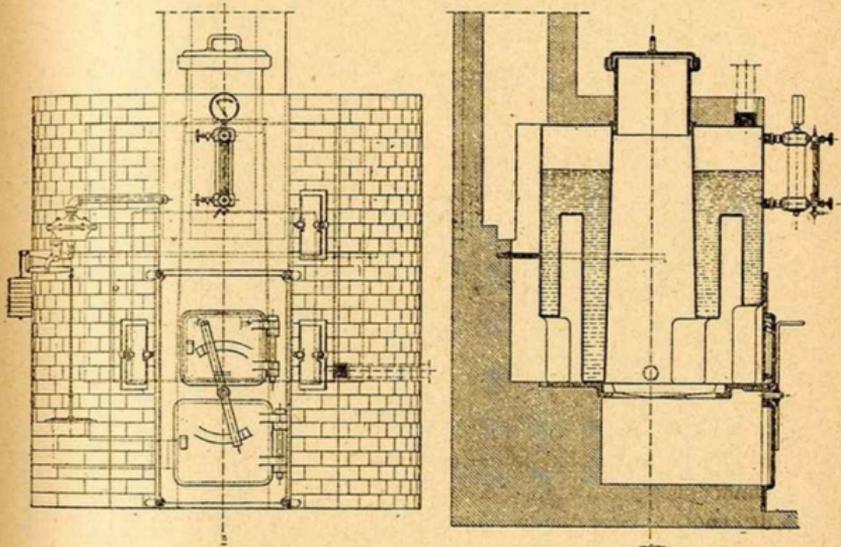


FIG. 239.

pénurie de tubes en acier. Ce modèle, à lames d'eau concentriques, analogue aux chaudières anglaises Hartley and Sugden, est un peu encombrant. Aussi ne le rencontre-t-on dans le catalogue Chappée que jusqu'à 10 mètres carrés de surface de chauffe.

1. Nous voulons parler des prix d'avant-guerre, les cours n'étant pas suffisamment établis en ce moment, pour que nous puissions aborder cette question.

CHAUDIÈRES EN FONTE A MAGASIN DE COMBUSTIBLE

**Chaudière Préférable.** — La chaudière Préférable, construite par MM. Chappée et fils, fondeurs au Mans, est un des rares modèles en fonte possédant un magasin de combustible central.

Cette chaudière (fig. 240) est composée d'éléments verticaux, assem-

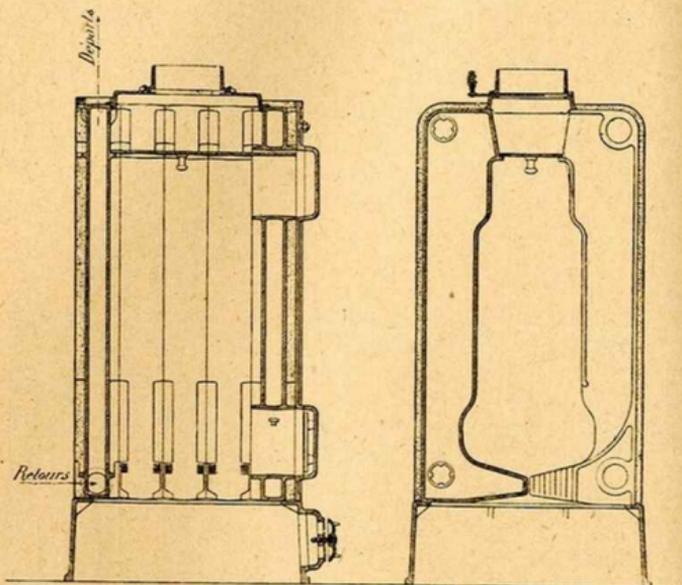


FIG. 240.

blés l'un à l'autre par des mamelons autrefois taraudés, maintenant lisses et emmanchés à force. La section avant reçoit la porte unique de foyer et de cendrier, ainsi que les tubulures de communication avec le régulateur ; la section arrière forme le fond de la chaudière ; les sections intermédiaires, en deux parties, et en nombre variable suivant la surface de chauffe nécessaire, sont toutes semblables et comprennent : à la partie basse, un barreau de grille creux, à circulation d'eau ; à la partie haute, le magasin de combustible ; entre les deux le foyer, sur les côtés duquel sont réservés les carneaux de départ des gaz chauds, qui montent d'abord à la partie supérieure, puis redescendent à la partie inférieure, pour se réunir par un carneau général sortant en bas à l'arrière du foyer.

A l'intérieur, les sections portent des cloisonnements qui dirigent la

circulation de l'eau, favorisent les courants des globules de vapeur, diminuent, autant que possible, les entrainements d'eau.

Le régulateur de pression, qui sera décrit plus loin, règle la combustion par des entrées d'air, soit sous la grille du foyer pour l'activer, soit dans les carneaux de fumée, pour arrêter ou réduire le tirage.

Une enveloppe calorifuge, maintenue par des cornières, entoure toute la chaudière.

Cette chaudière est indiquée sur les *Catalogues* pour une vaporisation de 15 kilogrammes de vapeur par mètre carré. Les *Catalogues* n'indiquent pas la combustion par mètre carré de grille. Toutefois, si on se rapporte à la longueur indiquée sur les tarifs, et à une largeur qui paraît être à peu près la moitié de celle de la chaudière, on calcule que cette vaporisation doit correspondre à une combustion de 70 kilogrammes d'anthracite par mètre carré de grille, et beaucoup plus s'il s'agit de coke. Ces chiffres sont considérables, et ne semblent pas donner complète sécurité, s'ils sont bien exactement ceux prévus par les constructeurs.

**Chaudière Phœbus** (*fig. 241*). — Cette chaudière est à magasin de combustible, et répond donc au principe que nous avons posé. On remar-

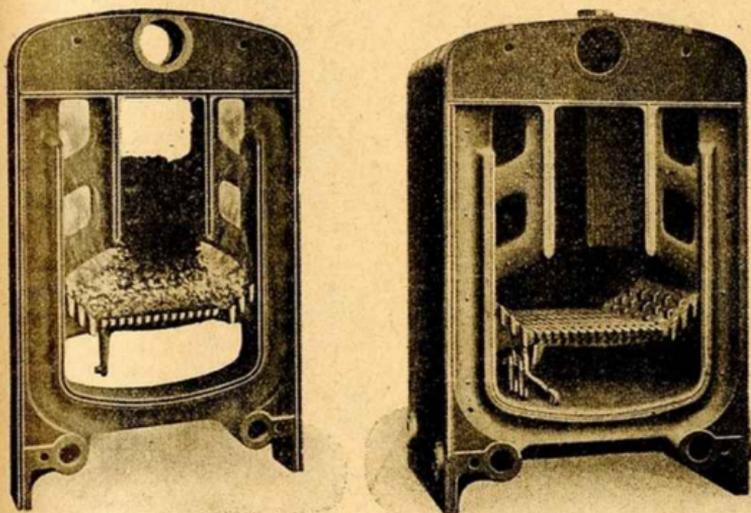


FIG. 241.

quera sur la figure que la grille, articulée, est alimentée au fur et à mesure de la combustion, et que le combustible n'entre pas en ignition dans le magasin. Sur les côtés de la grille, légèrement inclinés, la couche de com-

bustible moins épaisse laisse passer une certaine quantité d'air, qui joue le rôle d'air secondaire des foyers semi-gazogènes et achève la combustion de l'oxyde de carbone.

Les gaz s'élèvent verticalement de chaque côté, et redescendent pour se réunir dans un earneau central, sous la chaudière, le départ se faisant à la cheminée à la partie basse et à l'arrière de la chaudière.

Nous ne savons si l'expérience a permis de contrôler les avantages ou les inconvénients de cet appareil, la construction n'ayant été entreprise que peu d'années avant la guerre, et la Compagnie des chaudières Phœbus, dont l'usine était au Cateau, en territoire envahi, ayant dû interrompre sa fabrication dès l'ouverture des hostilités.

**Chaudière Soval.** — Cette chaudière (*fig. 242*), construite par la

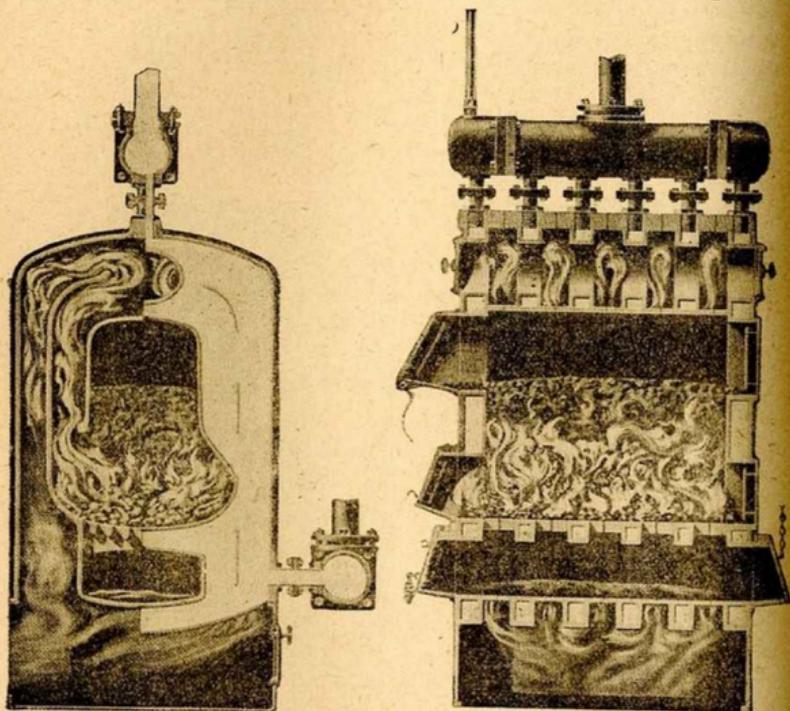


FIG. 242.

Société des Hauts Fourneaux et Fonderies de Brousseval, comporte, comme la précédente, un foyer du type semi-gazogène, dans lequel le

combustible pourrait n'entrer en ignition que sur la grille si la hauteur était un peu plus élevée, et s'il résultait forcément pour le chauffeur l'obligation de remplir le magasin de combustible jusqu'à la partie haute.

Comme dans la chaudière Phœbus, les gaz de la combustion partent, latéralement, à mi-hauteur de la couche de charbon, et de chaque côté de la grille, s'élèvent jusqu'à la partie haute, puis redescendent pour se réunir en un seul carneau collecteur, sous la chaudière, et de là gagner la cheminée.

Le départ à la cheminée se fait sur le côté et non à l'arrière, ce qui rend, peut-être, un peu délicate la répartition des gaz chauds des deux côtés de la grille entre les éléments.

La grille est creuse, à circulation d'eau, chaque barreau formant corps avec l'élément correspondant.

De même, chaque section possède sa tubulure de départ de vapeur et de retour d'eau condensée, et forme, en quelque sorte, une petite chaudière indépendante, raccordée sur deux collecteurs communs à toutes les sections.

Évidemment, cette disposition complique quelque peu le montage, mais donne l'avantage, tout à fait précieux, de permettre rapidement l'isolement d'un élément avarié et la continuation du fonctionnement de la chaudière jusqu'à ce que la réparation puisse être faite.

#### CHAUDIÈRES EN FONTE A GRAND FOYER

**Chaudières « Idéal ».** — Ces chaudières, construites en France, à Dôle, par la Compagnie nationale des Radiateurs, ne sont pas, à proprement parler, des chaudières à magasin de combustible suivant la théorie que nous avons exposée ; ce sont des chaudières à grands foyers.

Il existe deux catégories de chaudières : les petits modèles, du type vertical, cylindrique, dits Chaudières Premier (*fig. 243*), et les grands modèles, composés d'éléments verticaux, assemblés ensemble par des mamelons biconiques.

Le plus ancien modèle, dit « Chaudière Idéal », est représenté figure 244.

Il fut, quelques années avant la guerre, remplacé par la chaudière « Cyclone » dont la figure 245 montre respectivement les parcours des gaz chauds et de la circulation interne de l'eau.

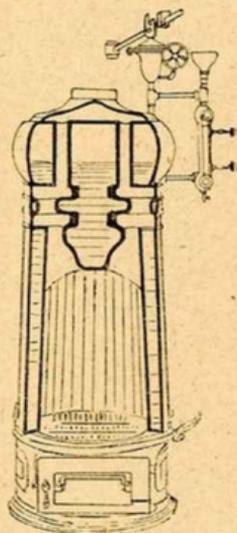


FIG. 243

Un nouveau modèle, dit chaudière « Astra », est actuellement présenté. La figure 246 montre que ce système est basé sur un principe de circulations analogue à celui de la chaudière Cyclone, dont il ne diffère que par

la forme et par des détails qui n'intéressent pas la présente étude.

Ces chaudières sont bien proportionnées, et, réserve faite de la disposition avec un grand foyer, qui, à notre avis, ne remplit pas complètement le rôle d'un magasin de combustible, elles se rapprochent sur beaucoup de points avec notre théorie.

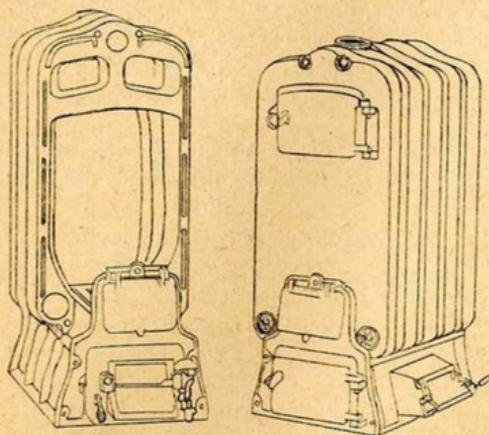


FIG. 244.

La fabrication de la C<sup>ie</sup> Nationale des Radiateurs est considérable, et probablement la plus im-

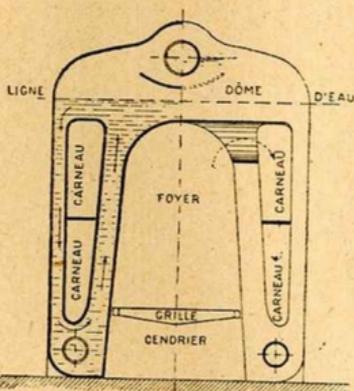


FIG. 245.

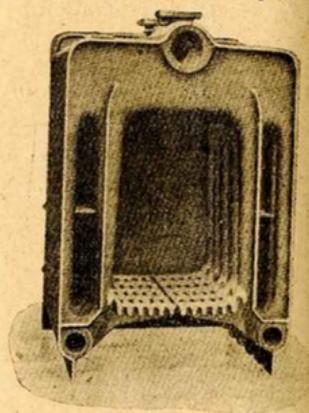


FIG. 246.

portante de France. Ces chaudières, malgré l'absence du magasin de combustible, sont certainement parmi les plus employées dans notre pays.

Elles étaient, avant la guerre, vendues très sensiblement meilleur marché que les chaudières en tôle, et nous ne doutons pas qu'elles le redeviennent, quand l'équilibre du marché sera rétabli.

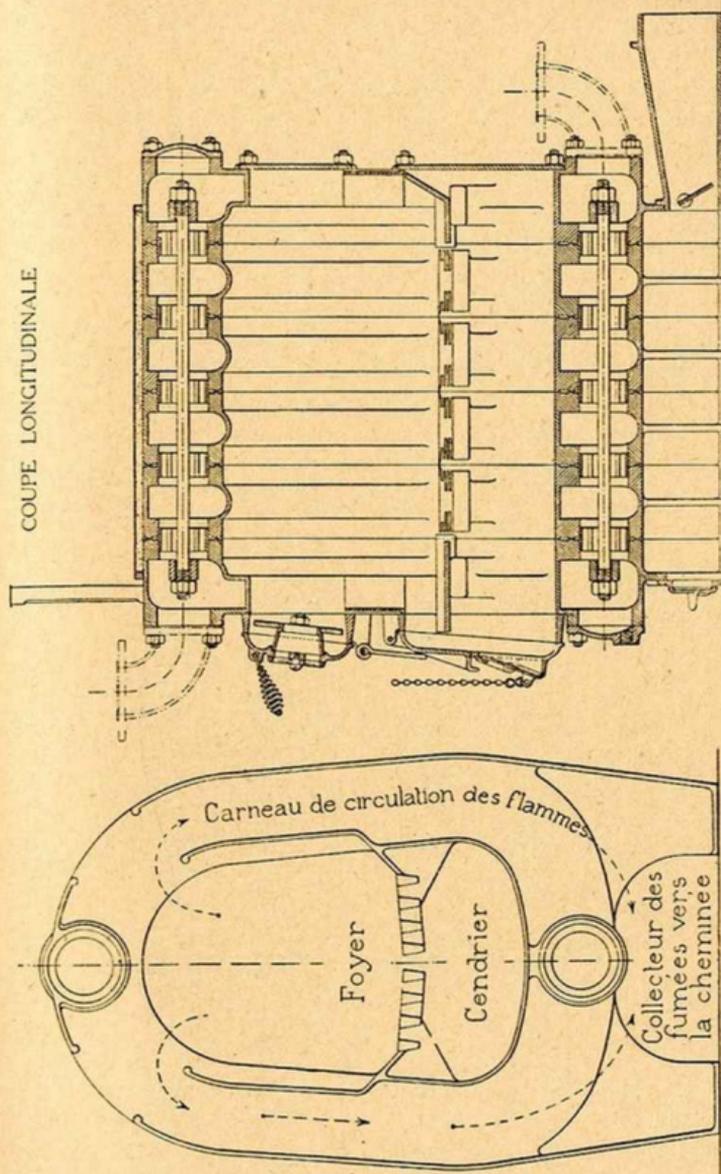


FIG. 247.

dière « Préférable », à magasin de combustible véritable, MM. Chappée mettent sur le marché leur chaudière à grand foyer « La Française ».

Comme les précédentes, cette chaudière a des départs de gaz chauds sur les deux côtés du foyer, redescendant à un collecteur général situé en dessous. Les barreaux sont fondus avec les éléments, et sont creux au point d'encastrement.

Les éléments sont assemblés entre eux par des bagues biconiques lisses, emmanchés à force, MM. Chappée ayant renoncé, et avec raison, aux bagues filetées, qui ne permettent pas les dilatations, sont cause de tant de ruptures, et rendent le démontage extrêmement difficile en cas de réparation.

Les sections avant et arrière sont interchangeables, disposition heureuse, qui, tout en réduisant le nombre des modèles pour la fabrication, donne plus de sécurité pour les rechanges en cas d'accident.

**Chaudière Volcan** (fig. 248). — La Société des chaudières Phœbus, outre sa chaudière Phœbus à magasin de combustible, fournit une chaudière à grand foyer, qu'elle appelle chaudière Volcan, et dont la figure 248

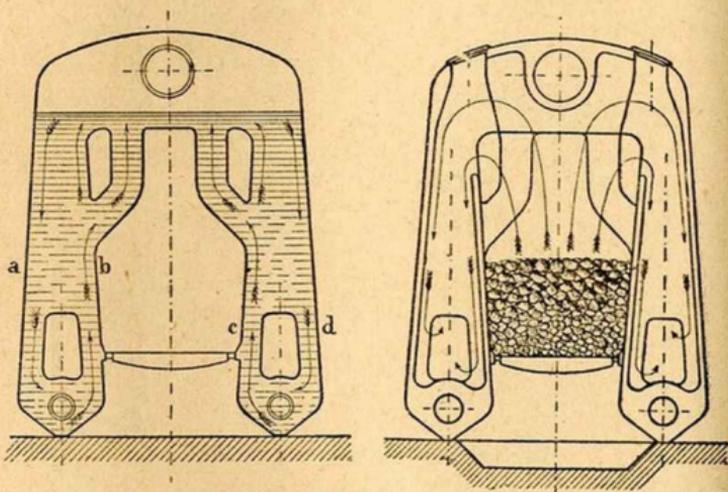


FIG. 248.

explique les principes de circulation respectivement pour les gaz chauds et pour l'eau.

Il semble bien que la raison commerciale seule, c'est-à-dire le prix de vente, qui influe si fâcheusement sur le choix des clients, guide les fabricants de chaudières en fonte. Le magasin de combustible véritable occupe à l'intérieur d'une chaudière un volume assez grand, qui se traduit

par une augmentation du poids de fonte, c'est-à-dire du prix de vente.

Le principe de la chaudière Volcan ne diffère de celui des chaudières précédemment décrites par aucune caractéristique apparente, nécessitant une explication spéciale.

**Chaudière Robur.** — Sous le nom de chaudière Robur, MM. Piat construisent dans leurs ateliers de Soissons, la chaudière représentée figure 249.

La grille est en barreaux creux, relativement de faible section.

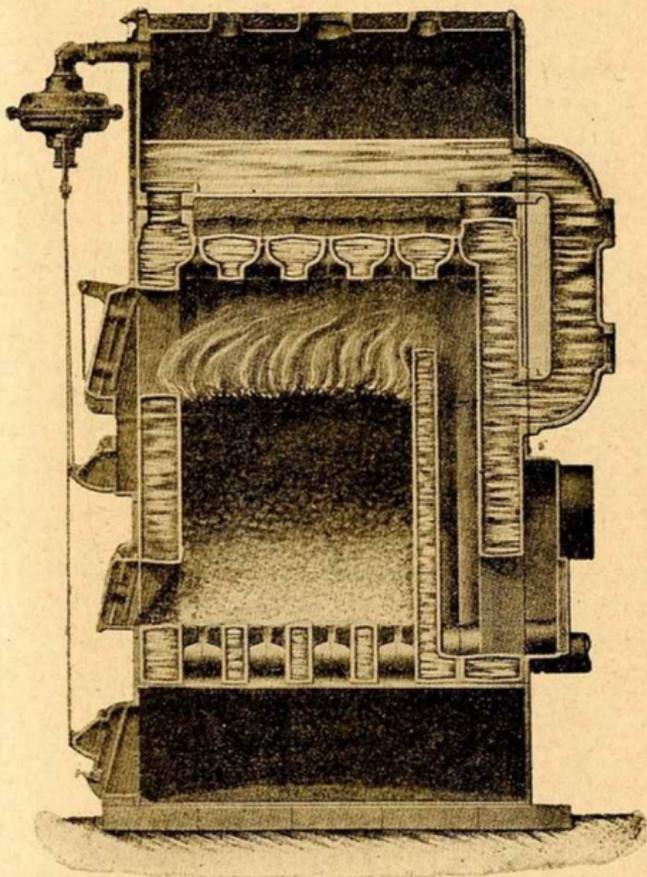


FIG. 249.

Le foyer est du type semi-gazogène, et le régulateur admet, au-dessus du charbon en ignition, un certain volume d'air qui s'est réchauffé au préalable en passant contre la façade.

Les gaz plongent à l'arrière, un des éléments, l'avant-dernier, formant autel.

Un dôme formant collecteur de vapeur est placé au-dessus de la chaudière et raccordé aux éléments extrêmes.

Le principe préconisé est de créer une section de passage réduite par les éléments, exposés à la chaleur violente du foyer, de manière à ce qu'il se produise une émulsion interne, créant à l'intérieur de la masse liquide une vitesse de circulation considérable.

Nous croyons qu'il ne faut pas exagérer ce principe, très intéressant en lui-même, de la création d'émulsions internes, la vapeur n'étant pas capable de refroidir suffisamment une paroi en fonte exposée sur une de ses faces à l'action d'un foyer. Au cours de nos expertises, nous avons été souvent amené à considérer que des ruptures de chaudières en fonte ne pouvaient avoir eu d'autre cause que le retour brusque de l'eau des retours dans une chaudière contenant de l'eau émulsionnée. Nous ne parlons que pour mémoire d'une alimentation imprudente en eau froide.

Les chaudières en fonte américaines, allemandes, anglaises, étaient excessivement nombreuses sur le marché français avant la guerre, et quand, dans leur prix de vente excessivement bas, on veut bien tenir compte des frais de transport et de douane dont elles étaient grevées, on reste légèrement sceptique sur la valeur propre de ces appareils. Celles citées dans la première édition de cet ouvrage étaient les plus répandues.

En choisissant une chaudière en fonte, le client doit savoir qu'il est exposé aux accidents inhérents à ce type d'appareils, accidents évidemment sans dangers, et qui se bornent à des ruptures, mais qui immobilisent les appareils de chauffage jusqu'à l'arrivée des pièces de rechange, arrivée qui se fait quelquefois attendre, et qui était même plus que problématique pour certaines chaudières de construction étrangère <sup>1</sup>.

Il y a en France beaucoup de bonnes chaudières en fonte et surtout en tôle, ces dernières donnant plus particulièrement sécurité; tant pis pour ceux qui, alléchés par les bas prix des chaudières étrangères, et croyant toujours qu'on fait mieux ailleurs qu'en France, se laissèrent attraper aux bluffs des courtiers. Ils en eurent toujours pour leur argent, et de fort nombreux procès leur ont prouvé bien souvent que, s'il est une justice en France, elle n'a qu'un recours platonique contre ceux qui restent au delà de nos frontières pour nous inonder de leurs appareils défectueux.

1. Au cours de la guerre, quand les usines mobilisées ne fabriquent plus de chaudières ces accidents ont été particulièrement désagréables, puisque nous étions dans l'impossibilité de faire réparer.

Avant de passer à l'étude des régulateurs, il est encore intéressant de dire quelques mots d'appareils qui eurent leur heure de célébrité, et qui, les premiers, tentèrent l'application de principes de physique judicieusement adaptés au chauffage par la vapeur sans pression sensible, presque à l'origine de ce chauffage : nous voulons parler des vaporigènes de M. Bourdon.

**Vaporigènes Bourdon.** — Il existe deux types différents, l'un vertical, pour les petits modèles, l'autre horizontal tubulaire pour les appareils plus importants.

Le vaporigène vertical (fig. 250) se compose essentiellement de deux récipients communicants, A et B. Le récipient A est le vaporisateur ; il est de forme annulaire, et contient à l'intérieur le foyer.

La continuité du feu est assurée par un magasin cylindrique concentrique G, disposé à l'intérieur du vaporisateur, dont il occupe les  $\frac{3}{4}$  de la hauteur. Les gaz chauds circulent entre ce chargeur et la paroi intérieure de l'anneau, et s'échappent par la boîte à fumée et le tuyau d, qui contient le clapet e du régulateur automatique fg.

Le second récipient B est ouvert à l'air libre. Il est en communication directe avec le premier par un tuyau de très grande section, et sert à recevoir le volume d'eau qui se trouve refoulé du vase A lorsque la pression se produit.

La pression de l'appareil est limitée d'une façon absolue à la hauteur h, c'est-à-dire à  $\frac{1}{20}$  d'atmosphère, ou 0<sup>m</sup>,50, au moyen du tube H, par lequel s'échappe l'excédent de vapeur, lorsqu'on a atteint la pression maximum que l'on s'est fixée. A ce moment, le niveau de l'eau dans le vaporisateur est descendu en K.

Ce modèle de vaporigène ne convient que pour les petits chauffages. Il correspond à une production à l'heure de 45 kilogrammes de vapeur, avec un encombrement total de 0<sup>m</sup>,55 de largeur, 0<sup>m</sup>,85 de profondeur et 2 mètres de hauteur.

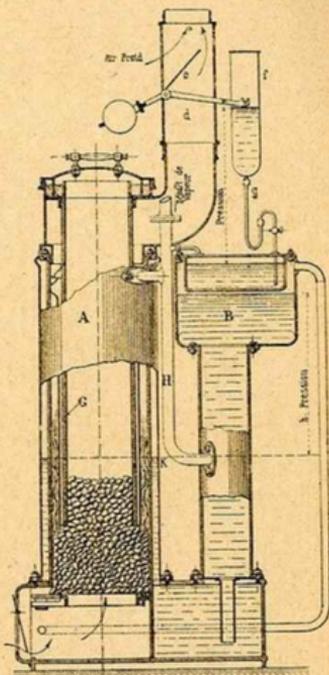


FIG. 250.

Pour les installations plus importantes, on emploie un modèle horizontal (fig. 248), à retour de flammes.

Cet appareil comme le précédent se compose de deux récipients. Le

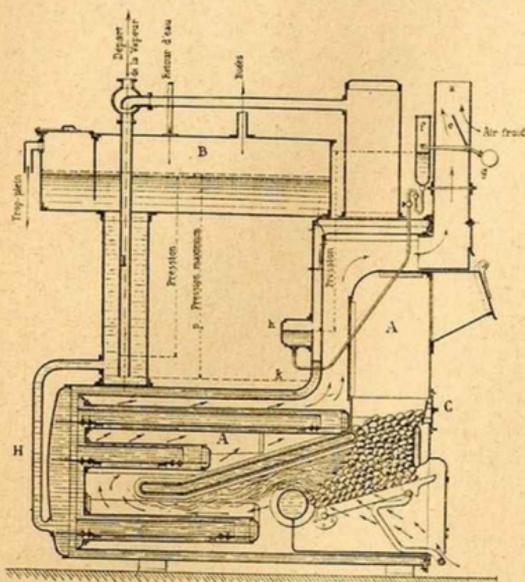


Fig. 251.

récipient A est le vaporisateur; sa surface de chauffe est très développée, et complétée par un retour de flammes. La continuité du chauffage est assurée par une trémie, ou magasin, placée à l'avant; le nettoyage des dépôts calcaires est rendu possible par le foyer amovible; enfin, l'enlèvement des suies se fait par un simple démontage de la porte C, qui permet de ramoner toute la partie supérieure du foyer.

Le second récipient, B, est ouvert à l'air

libre; il communique avec le premier par un tuyau H, de très grande section, et sert à recevoir le volume d'eau qui se trouve refoulé du récipient A lorsque la pression s'y produit.

La pression dans l'appareil est limitée d'une manière absolue à la hauteur P, qui varie de 0<sup>m</sup>,70 à 1<sup>m</sup>,50 d'eau, au moyen du tube I, par lequel s'échappe l'excédent de vapeur.

Le tableau ci-dessous indique les puissances et dimensions des divers types de vaporigènes horizontaux à retour de flamme.

NUMÉRO de l'appareil	PRODUCTION DE VAPEUR à l'heure	DIMENSIONS D'ENCOMBREMENT			PRESSION MAXIMUM en mètres d'eau
		HAUTEUR	LARGEUR	PROFONDEUR	
1	80 kilogr.	2 <sup>m</sup> ,10	0 <sup>m</sup> ,60	1 <sup>m</sup> ,65	0 <sup>m</sup> ,70
2	130 —	2 25	0 73	2 00	0 90
3	200 —	2 80	0 85	2 50	1 20
4	300 —	3 10	1 00	2 90	1 35
5	400 —	3 55	1 30	3 20	1 50

Le régulateur hydraulique de pression sera décrit plus loin.

## II. — RÉGULATEURS AUTOMATIQUES DE PRESSION

### I. — RÉGULATEURS A MEMBRANES FLEXIBLES

Ces régulateurs se composent essentiellement d'une membrane flexible, en caoutchouc ou en métal écroui, ou encore en métal plissé en accordéon, qui se déforme sous l'action de la pression de vapeur de la chaudière et agit, par l'intermédiaire d'une tige ou d'une bielle, sur un levier équilibré. Ce levier commande par l'une de ses extrémités l'entrée de l'air nécessaire à la combustion, et par l'autre extrémité un système de réglage du tirage de la cheminée.

La forme la plus habituelle, mais aussi la plus grossière et celle qui donne le moins de sécurité, est le régulateur à membrane en caoutchouc (fig. 252). C'est, en général, ce système de régulateur qui est placé sur toutes les chaudières à bas prix que l'on trouve dans le commerce, et en particulier sur beaucoup de chaudières en fonte.

Il se compose essentiellement d'une membrane en caoutchouc AB, placée et serrée par des boulons, entre deux calottes sphériques en fonte. La calotte inférieure, par l'intermédiaire d'un siphon rempli d'eau, pour éviter l'action directe de la vapeur, nuisible au caoutchouc, reçoit la pression de la chaudière, avec laquelle elle est en

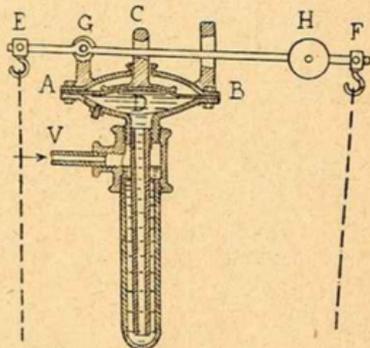


FIG. 252.

communication par la tubulure V. La calotte supérieure est ouverte au centre, et laisse passer la tige CD, qui peut monter ou descendre, en suivant les déformations que fait subir la pression à la membrane en caoutchouc. Cette tige CD vient agir sur un levier EF, mobile autour d'un axe G, et portant à chaque extrémité un crochet avec une tige ou une chaîne, qui se raccorde à la porte d'entrée d'air sous le cendrier, et à un appareil de réglage du tirage de la cheminée. Enfin, un contrepoids H, mobile à volonté sur le levier EF, règle la charge qui pèse sur la membrane, et qui doit être juste équilibrée par la pression maximum que l'on permet à la chaudière.

On comprend que, si la pression augmente, la membrane se gonfle, et, par l'intermédiaire de l'axe CD, soulève le levier EF. L'extrémité E, raccordée à la prise d'air du cendrier, s'abaisse, et diminue la section d'ar-

riyée d'air sous la grille. L'extrémité F se soulève, et fait agir le système de réglage du tirage.

On comprend aussi que, plus on éloigne sur le levier le contrepoids H de l'articulation G, et plus la pression de vapeur capable de soulever le levier devra être importante, et inversement.

En général, dans beaucoup de chaudières du commerce, la chaîne raccordée au point E ouvre ou ferme une porte basculant autour d'un axe, et placée sur l'enveloppe du cendrier, tandis que la chaîne qui part du point F agit sur une porte semblable, qui ouvre une entrée d'air dans la cheminée pour couper le tirage (fig. 253).

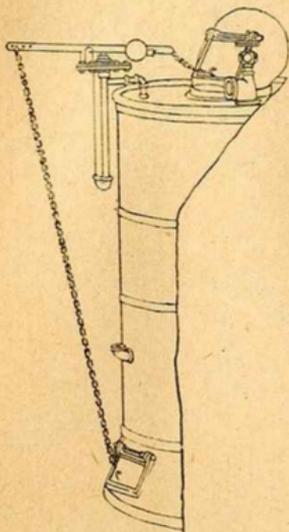


FIG. 253.

On peut voir immédiatement les points défectueux d'un tel régulateur.

Tout d'abord on remarque l'inconvénient de la membrane, dont la composition se modifie chimiquement au contact de l'eau chaude, et qui devient de plus en plus dure et de moins en moins sensible, jusqu'à ce qu'elle se rompe. Cet inconvénient n'est pas très grave si on a sur le syphon de communication un robinet d'arrêt qui permette de faire le changement de la membrane pendant la marche, et la dépense de cette réparation est peu importante. Mais un défaut plus grave résulte du nombre d'articulations (articulations de l'axe et des deux portes), qui finissent, sous l'action de l'humidité et des poussières, par ne plus fonctionner.

Un régulateur à membrane ainsi construit ne donne pas sécurité, et il faut le refuser énergiquement.

Il existe, du reste, des régulateurs à membranes mieux construits, et parfaitement sensibles, comme nous allons le voir.

**Régulateur Chappée à poche déformable** (fig. 254). — Le principe de MM. Chappée est de ne pas faire intervenir l'élasticité du caoutchouc dans le fonctionnement du régulateur, celle-ci, disent-ils, diminuant au fur et à mesure de l'extension de la membrane. Un clapet dont le déplacement est, par exemple, de 38 millimètres pour régler une chaudière à la pression maximum de 100 grammes, se déplace de 25 millimètres pendant les 20 premiers grammes, puis son déplacement devient de moins en moins grand, pour devenir nul pendant les 20 derniers

grammes, c'est-à-dire au moment où, approchant de la pression limite l'action devrait être le plus efficace.

Le régulateur à poche déformable est établi, au contraire, pour rester en repos pendant la plus grande partie de l'augmentation de pression, et pour se fermer complètement, dans un temps très court, au moment où on arrive près de la pression limite. La membrane n'agit que par déplacement, sans utilisation de son élasticité, elle fatigue donc très peu.

Il est bien évident qu'un tel dispositif doit donner d'autant plus sécurité que la chaudière est à fonctionnement plus régulier. Très rationnelle pour les chaudières à magasin de combustible une telle disposition semble moins efficace avec les chaudières à grand foyer. Car, si le régulateur n'agit que lorsque toute la masse du combustible est en ignition, aucun dispositif de réglage ne serait capable d'agir avec sécurité.

Le régulateur Chappée agit sur l'entrée d'air au cendrier par un clapet simplement suspendu à une chaîne, sans aucune articulation, suivant la théorie que nous préconisons.

MM. Chappée fournissent, quand on le désire, un modérateur de tirage par introduction d'air dans la cheminée qui peut être monté sur le levier de leur régulateur (fig. 255).

Mais ils donnent la préférence à un coupe-tirage indépendant (fig. 256) à effet permanent, qui a pour but d'arrêter l'intensité de la combustion en cas de non-fonctionnement du régulateur, par exemple si le chauffeur a négligé de fermer la porte du cendrier, ou le couvercle du magasin.

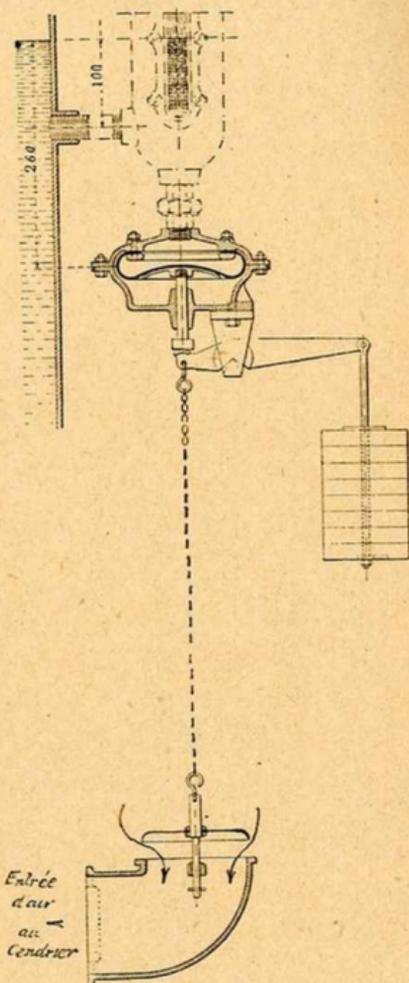


FIG. 254.

Cet appareil agit en fermant un papillon K dans le tuyau de fumée F, en laissant cependant tout autour un vide de 2 centimètres pour qu'il n'y ait pas de refoulement dangereux des gaz à la chaudière. Le levier du papillon est muni d'un contrepoids, et le papillon ne peut s'ouvrir, c'est-à-

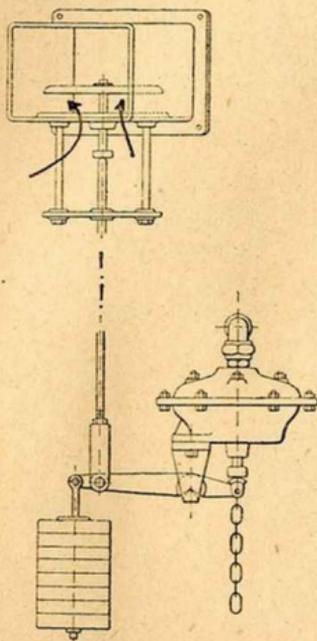


FIG. 255.

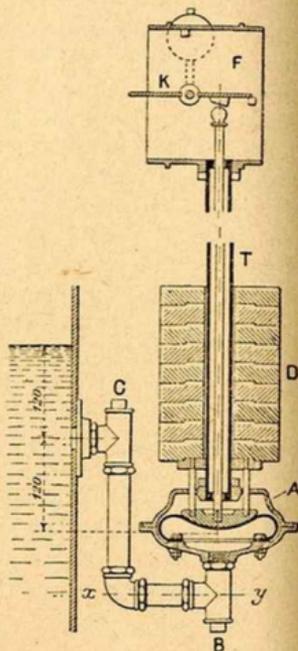


FIG. 256.

dire le fonctionnement de la chaudière ne peut reprendre, qu'après l'intervention du chauffeur, qui s'aperçoit alors de son oubli et le répare.

On remarquera que cet appareil correspond mieux que le précédent au principe de réglage à la cheminée que nous préconisons.

**Régulateur « Idéal ».** — La Compagnie nationale des Radiateurs fournit, avec ses chaudières en fonte, un régulateur à membrane en caoutchouc représenté sur la figure 257. Ce régulateur est monté sur une bouteille formant syphon, qui empêche le contact direct de la vapeur avec la membrane. La tige qui soulève la membrane est en cuivre, guidée en dessus et en dessous, et surmontée d'une chape, portant un anneau de suspension dans lequel repose le levier du régulateur, les points de contact étant en forme de couteau, comme ceux des fléaux des balances.

Cette disposition réduit les frottements dans une très importante mesure, et supprime en grande partie les inconvénients dus à l'action des poussières et de la rouille.

Malheureusement, ce régulateur vient agir sur des portes d'entrée d'air au cendrier et à la boîte à fumée, dont les axes sont placés dans la cendre et dans la suie, ce qui doit certainement nuire à sa très réelle sensibilité.

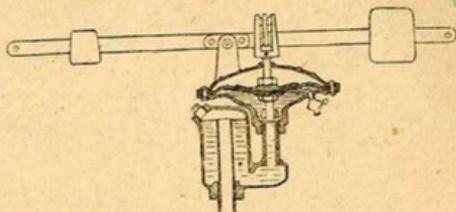


FIG. 257.

**Régulateur Sylphon** (fig. 258). — La même Compagnie fournit, avec ses modèles de chaudières en fonte à éléments assemblés, un régulateur dans lequel la pression se transmet

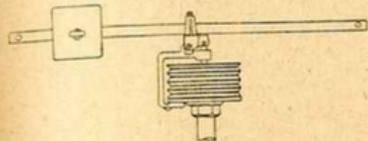


FIG. 258.

à l'intérieur d'un récipient en cuivre écroui, plissé en forme d'accordéon.

Quand la pression augmente, le tube plissé se déforme, s'allonge, et communique son mouvement,

par l'intermédiaire d'une tige en cuivre, à un levier très long, environ 1 mètre, qui amplifie considérablement les oscillations.

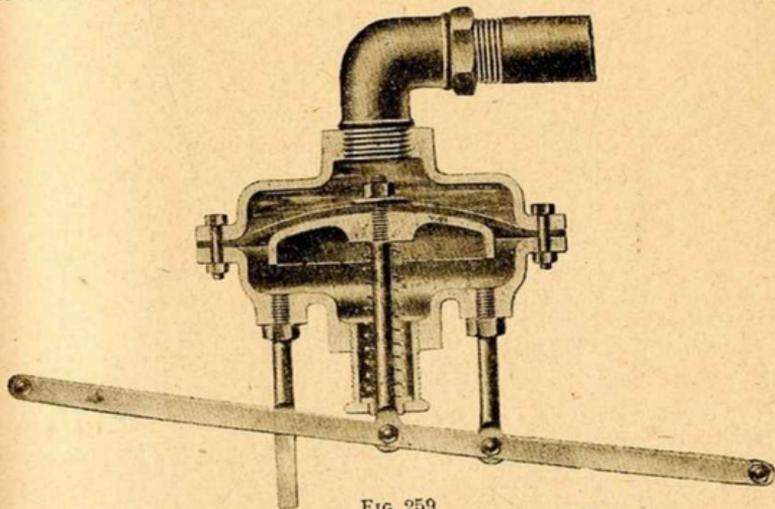


FIG. 259

**Régulateur Piat** (*fig. 259*). — Comme le régulateur à poche Chappée, le régulateur Piat agit de haut en bas, par syphon renversé.

Un ressort à boudin tend sans cesse à ramener la membrane en sa position normale, que l'excès de pression tend à modifier.

Ce régulateur possède deux articulations, et agit sur deux portes elles-mêmes articulées.

C'est dire qu'il faut avoir grand soin de vérifier fréquemment le fonctionnement de ces axes.

**Régulateur Leroy.** — Les Établissements Leroy, à peu près les seuls parmi les maisons de chauffage qui construisent exclusivement elles-

mêmes les générateurs qu'elles emploient dans leurs installations, ont conservé le régulateur à membrane en caoutchouc. Mais ils l'ont perfectionné et en ont fait un appareil assez sensible, permettant de régler à 5 grammes près le régime de marche d'une chaudière à fonctionnement continu régulier. Ce régulateur (*fig. 260*) possède bien, il est vrai, l'inconvénient de la membrane qui se durcit ou se fissure, mais le remplacement en est facile et peu coûteux.

La pression se transmet à la membrane par un très long syphon double, de manière à ce que le liquide en contact avec le caoutchouc soit maintenu à basse température.

L'axe vertical qui transmet le mouvement au levier est composé de deux parties entrant l'une dans l'autre, et frottant, par une partie

demi-sphérique, dans une encoche conique tournée, de manière à ce que cette tige puisse prendre toutes les positions d'inclinaisons possibles, sans danger de coincements. Le contact de cette tige avec le levier se fait par un axe en bronze à couteau, l'axe d'articulation du levier est semblable, cette disposition ayant pour but d'éviter l'action de la rouille et des poussières. Le levier porte à une extrémité deux chaînes, correspondant au réglage de l'entrée de l'air au cendrier et à celui du tirage, et à l'autre extrémité

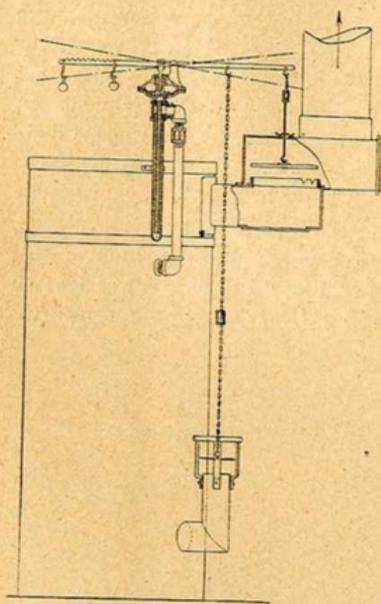


FIG. 260.

un contrepoids fixe destiné à l'équilibrer. De ce côté, un deuxième contrepoids, dont l'anneau de suspension peut se déplacer dans des crans d'arrêt, sert au réglage de la pression, qu'on fait augmenter ou diminuer en reculant le contrepoids vers l'extrémité, ou en le rapprochant de l'axe de rotation.

Le réglage se fait sans aucune articulation. A une première chaînette est suspendu un disque en tôle léger, qui vient obturer l'entrée d'air au cendrier, en s'abaissant ou s'élevant au-dessus de l'ouverture du tuyau d'admission d'air. A une seconde chaînette est suspendu un lourd disque en fonte, placé dans le raccordement de la boîte à fumée à la cheminée, et agissant sur le tirage par réduction de l'orifice de passage. L'expérience a montré que ce mode de réglage de la fumée, à la manière d'un registre ordinaire, est beaucoup plus sensible et plus régulier que l'introduction d'air dans la cheminée adoptée dans les autres systèmes, qui est lente pour arrêter et lente pour remettre en marche. On a soin, du reste, de ménager dans le disque des crans de passage, qui empêchent l'obturation complète du carneau, et laissent toujours un léger tirage, de manière à éviter les refoulements et les distillations lentes, qui laisseraient emmagasiner des gaz explosibles dans la boîte à fumée. On règle encore l'appareil pour que le registre d'entrée d'air au cendrier se ferme un peu avant le tirage de la cheminée, pour la même raison.

Ce régulateur est réglé, à la mise en route, à la pression de 50 à 100 grammes, suivant les installations, et son action est si efficace qu'un manomètre enregistreur, placé sur une chaudière à magasin de combustible réel munie d'un tel régulateur, enregistre presque une ligne droite.

## II. — RÉGULATEURS A EAU

En 1893, M. Leroy, sous l'inspiration et suivant les idées de M. Suffit, le regretté architecte de la ville de Paris, avait étudié, dans le but de l'appliquer au chauffage des écoles de la ville, une chaudière domestique pour le chauffage de la vapeur sans pression sensible, et qui était munie d'un régulateur à eau.

L'idée n'était pas nouvelle, du reste, et bien que M. Suffit ne connût pas cette antériorité, une disposition identique avait été brevetée en Allemagne, dès le 11 juillet 1884, par MM. Kauffer et C<sup>ie</sup> de Mayence. Nous la donnons ci-dessous pour en expliquer le principe. M. Gérard Bécuwe l'a reproduite et appliquée à sa chaudière (*fig.* 234).

**Régulateur Kauffer.** — La figure 261 montre le régulateur de MM. Kauffer. La colonne AB, en communication avec la partie basse de la

chaudière, est une colonne d'eau en équilibre hydrostatique, formant soupape de sûreté hydraulique. Son niveau d'eau *ab* s'élève plus ou moins, suivant la pression, dans une boîte A, munie de deux ouvertures D et E, séparées par une chicane verticale C. Une ouverture D est en libre communication avec l'atmosphère ; une autre ouverture E est raccordée, par un double coude et un tuyau vertical FG, avec l'entrée d'air sous le cendrier.

On comprend que, plus la pression augmente, et plus la section de

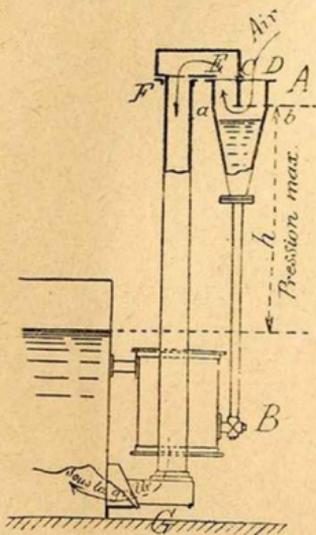


Fig. 261.

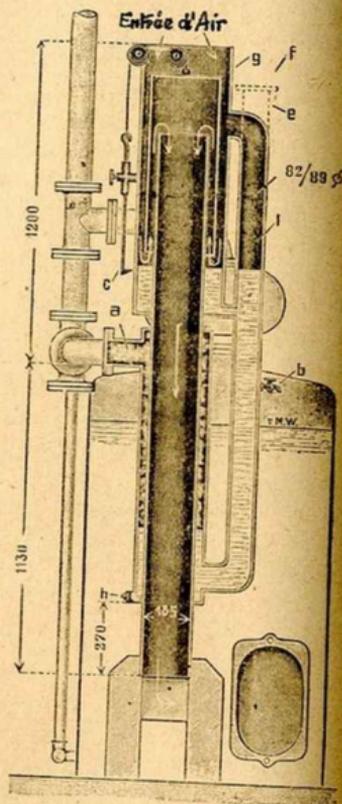


Fig. 262.

passage comprise entre le niveau d'eau *ab* et la chicane C tend à diminuer. Quand le maximum de pression est atteint, la section de passage est complètement obstruée, l'air cesse d'arriver sous la grille, et la combustion s'arrête.

Ce régulateur est évidemment grossier et possède de multiples défauts ; il n'est intéressant que par son ancienneté, qui montre que, dès 1884, les Allemands cherchaient des systèmes de réglage plus parfaits que les régulateurs à membranes, déjà connus en Amérique.

**Régulateur Klingner (fig. 262).** — Basé sur la même idée de réduc-

tion de la section de passage d'air par l'élévation de l'eau donnée par l'excès de pression dans un syphon d'eau, le régulateur allemand Klingler permet néanmoins un réglage dans une certaine mesure. Une cloche régulatrice de cette section de passage est suspendue à l'extrémité d'une chaîne dont l'autre extrémité est solidaire d'un index qu'on peut déplacer à volonté sur une échelle graduée C. Les proportions du régulateur représenté (fig. 262) permettent le réglage de la pression de 10 en 10 grammes, entre 30 et 100 grammes par centimètre carré.

**Régulateur Monnot (fig. 263).** — Le régulateur que M. Monnot employa vers 1884 ou 1885, quand il installa en France les premiers chauf-

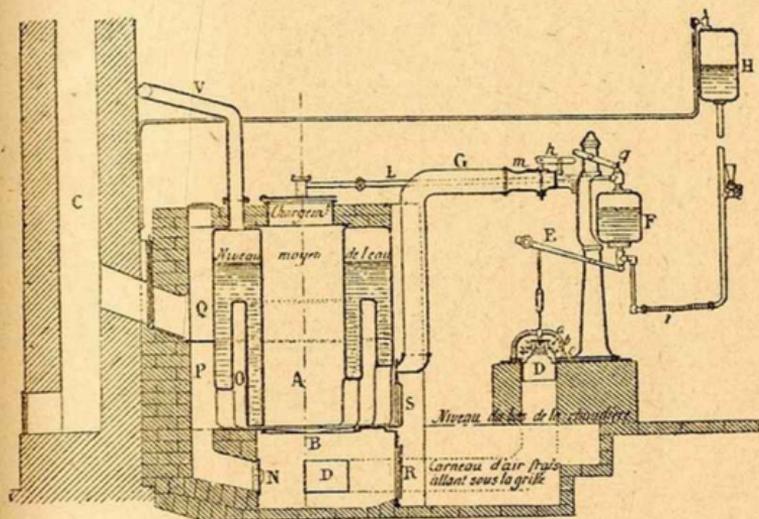


FIG. 263.

fages du système Leeds (écoles de la ville de Paris, rue Blomet et rue des Volontaires), était un régulateur à eau, basé non sur la modification du niveau d'eau produite par l'augmentation de la pression, mais sur l'augmentation du volume, c'est-à-dire du poids de l'eau refoulée.

Un récipient F, en communication avec la chaudière par deux tuyaux articulés, l'un I à la partie basse, l'autre L à la partie haute, était placé sur un système de deux bielles g et E dont les axes étaient portés par une colonne verticale fixe. Ce récipient était maintenu en équilibre par un gros contrepois E, en fonte, se déplaçant sur le levier inférieur, de manière à graduer la pression permise, en équilibrant un volume d'eau plus ou moins grand dans le récipient F. Lorsque la pression ten-

devenait à augmenter, une plus grande quantité d'eau était refoulée du récipient dans un réservoir H, puis dans la chaudière ; l'ensemble devenant plus léger, l'équilibre se trouvait rompu, et le contrepois E s'abaissait. Inversement, quand la pression diminuait, l'eau revenait dans le récipient F, augmentant son poids et faisant remonter le contrepois E. Un clapet D, composé d'anneaux *a, b, c* se superposant, attaché à l'un des leviers, suivait son mouvement, et réglait l'admission d'air au cendrier sous la grille ; un autre clapet *m*, raccordé à l'autre levier, introduisait de l'air au-dessus de la grille, dans la chambre de combustion.

Ce régulateur avait beaucoup d'inconvénients, puisque son bon fonctionnement était lié au niveau de l'eau dans la chaudière, qui est assez variable, et qu'en outre il possédait de nombreuses articulations, et ses deux tuyaux flexibles d'eau et de vapeur, qu'il fallait remplacer souvent.

Employé longtemps par M. Monnot, puis par ses successeurs MM. Vaïsse et Périssé, et enfin par MM. Mathieu et Garnier, il est aujourd'hui complètement abandonné.

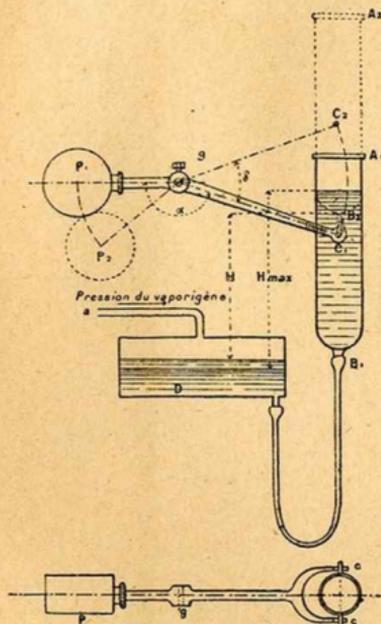


FIG. 264.

1° D'un fléau  $P_1, C_1$  mobile avec son axe  $g$ , sur lequel est monté le papillon  $gP_1$ , qui ouvre plus ou moins une entrée d'air dans le conduit de fumée (Voir fig. 251).

2° D'un récipient  $A, B$ , suspendu à l'extrémité  $C_1$  du fléau, équilibré à l'autre extrémité  $P_1$  par un contrepois, et en communication par un tuyau flexible avec un réservoir D.

3° Ce réservoir D est fermé, et communique par sa partie supérieure avec le réservoir de vapeur de la chaudière.

Le réservoir D étant rempli d'une quantité convenable d'eau, celle-ci

**Régulateur Bourdon.** — M. Bourdon a repris un principe identique, en appliquant à son système de vaporigène un appareil qu'il a nommé régulateur à balance hydrostatique (fig. 264).

L'appareil se compose essentiellement :

1° D'un fléau  $P_1, C_1$  mobile avec son axe  $g$ , sur lequel est monté le



remplit également le tuyau flexible ; mais, lorsque la chaudière est sans pression, le réservoir  $A_1B_1$  est vide, et le contrepois  $P_1$  le soulève dans la position  $A_2B_2$ , indiquée en lignes ponctuées sur la figure.

Aussitôt que la vaporisation commence, la pression de vapeur vient s'établir à la surface de l'eau contenue dans le récipient  $D$ , et refoule l'eau peu à peu, dans le récipient  $A_1B_1$ , dont le poids augmente, et qui s'abaisse proportionnellement, en entraînant le contrepois  $P_1$ .

Comme le papillon  $gP$  est fixe sur l'axe  $g$ , il suit le mouvement du fléau et de cet axe, et ouvre une introduction d'air dans la cheminée, réduisant ainsi le tirage, et, par suite, l'activité du foyer de la chaudière et la vaporisation.

Ce régulateur, très simple et peu coûteux, n'est cependant pas parfait. Il se dérègle par suite de la condensation de la vapeur à la surface de l'eau dans le récipient  $D$ , et il faut fréquemment rectifier le réglage; son tuyau flexible se détruit rapidement, et laisse écouler une partie de l'eau, enfin il est prouvé que le réglage par une simple action sur le tirage de la cheminée n'est pas suffisant, et doit toujours être complété par un réglage de l'entrée d'air sous la grille.

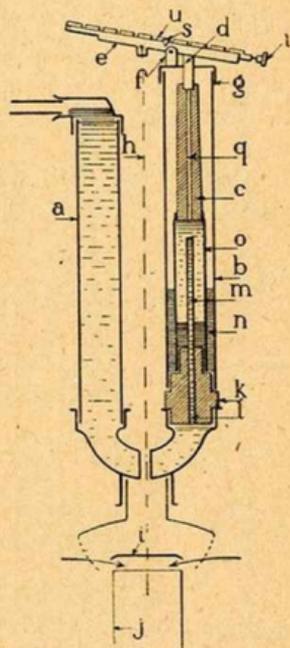


FIG. 264 bis.

**Régulateur Louis Arquembourg** (fig. 264 bis). — Ce régulateur est du système à eau, à joint de mercure. Il comprend essentiellement un tube en V, dont l'une des branches  $A$  est en communication permanente avec la chaudière, et dont l'autre branche  $b$  contient un piston  $c$ , solidaire d'une cloche inférieure  $o$ , et dont la tige  $d$  peut soulever un levier  $e$ , basculant autour d'un axe  $f$ , porté sur le couvercle  $g$  du tube  $b$ .

La pression de la chaudière est transmise par de l'eau au piston  $c$ , et comme celui-ci est massif, il n'est soulevé que si la pression est suffisante pour vaincre son poids.

L'étanchéité entre le piston  $c$  et le tube  $b$  est assurée par un joint de mercure. A cet effet, un bouchon  $K$ , percé d'un canal  $I$ , est branché à la partie inférieure de la branche  $b$ ; le canal  $K$  est prolongé sous la cloche  $o$  par un tube  $m$ . Une petite quantité de mercure  $n$ , suffisante pour contrebalancer la poussée de l'eau est disposée au-dessus du bouchon  $K$ .

Le canal  $q$  dans le piston ne sert qu'à évacuer l'air au moment du remplissage, on l'obture ensuite avec un bouchon à vis.

Le levier  $e$  porte une tringle  $h$ , qui commande un clapet  $i$ , au-dessus de l'arrivée  $j$  de l'air au cendrier. Ce levier  $e$  est creusé au-dessus d'une rigole, dans laquelle se déplace un contrepoids  $s$ , commandé par une vis de réglage  $t$ , à tête molletée.

Ce contrepoids est muni d'un index  $v$  qui se déplace sur une échelle graduée sur le levier  $e$ , et sert à indiquer la pression de marche.

Ce régulateur est très sensible, et absolument précis. Mais les abaissements de pression, et le vide qui se produit dans la chaudière quand elle se refroidit après extinction du foyer, ont, parfois, l'inconvénient d'aspirer le mercure dans la partie inférieure du tube  $ab$ . Il en résulte un entretien assez coûteux.

**Régulateur allemand Albert Senff** (*fig. 265*). — Ce régulateur est, en réalité, une soupape hydraulique, qui combine à la fois le dispo-

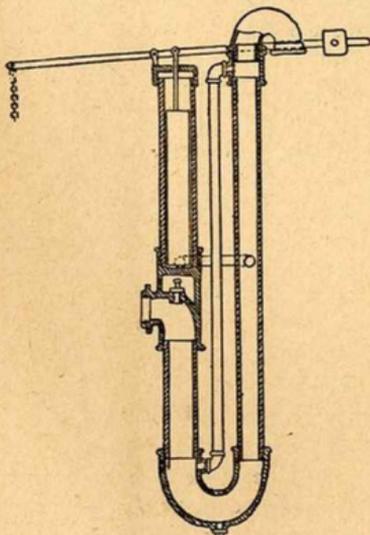


FIG. 265.

sitif de tuyau de sûreté imposé par la loi française pour mettre la chaudière en communication permanente avec l'atmosphère, et l'organe automatique de réglage de la combustion et de la pression.

Lorsque la pression tend à augmenter, l'eau monte dans la branche ouverte, et passe par le tuyau horizontal dans le réservoir du régulateur qui contient un flotteur en cuivre. Celui-ci, raccordé par un système de chaînes ou de tiges aux clapets de réglage d'entrée d'air sous la grille et dans le carneau de fumée, règle alors la combustion à la manière des régulateurs précédemment décrits.

Si la pression augmente encore pendant un certain temps, la colonne d'eau est refoulée dans le tube ouvert à une hauteur suffisante pour démasquer l'ouverture inférieure d'un tuyau intermédiaire, qui permet à l'excédent de vapeur de s'échapper librement dans l'atmosphère, la partie supérieure de ce tube débouchant, dans le tube ouvert, à une hauteur toujours supérieure à celle de la colonne d'eau.

Un des gros avantages de ce régulateur est que, pendant cette évacuation de vapeur, le flotteur reste soulevé, et la combustion est maintenue à son point minimum d'activité, jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli.

Ce régulateur est très sensible, et peut être exécuté pour toutes les pressions demandées; le modèle normal est construit pour des pressions maxima de 0<sup>m</sup>,80 à 3 mètres de colonne d'eau.

Néanmoins, il possède l'inconvénient commun à tous les régulateurs à eau: s'il est placé au-dessus du niveau d'eau de la chaudière, la vapeur qui se condense à la surface de l'eau dans la première branche augmente son volume d'eau et oblige à faire un réglage périodique. Il semble, à première vue, que cet inconvénient serait de beaucoup diminué en branchant le régulateur sur la chaudière au-dessous de la ligne d'eau, à la hauteur généralement admise pour le tube de sûreté ouvert à l'atmosphère; dans ce cas, le contact de la vapeur n'aurait lieu que dans les conditions très exceptionnelles de fonctionnement de cette évacuation de sûreté. Il semble, d'après la construction de ce régulateur, que rien ne s'oppose à son installation suivant cette disposition.

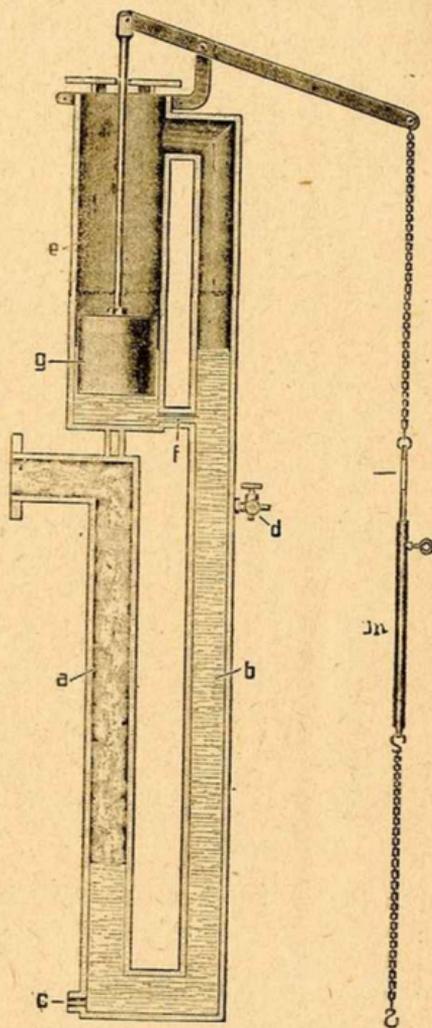


FIG. 266.

**Régulateur allemand**

**Klinger à flotteur (fig. 266).**—

Avec cet appareil, nous

entrons dans la catégorie des fort nombreux régulateurs dans lesquels l'eau, refoulée par la pression de vapeur de l'une des branches

*a* d'un syphon s'élève dans l'autre branche *b*, pénètre par une tubulure *f* dans une boîte *e*, et soulève un flotteur *g*, qui commande un levier articulé *l*. Ce levier, au moyen d'une chaîne munie d'un coulisseau *m*, dont on peut faire varier à volonté la longueur, commande une entrée d'air sous la grille, et un dispositif quelconque de réglage du tirage à la cheminée.

Le défaut de tous ces régulateurs est l'augmentation du volume de l'eau dans le syphon, par suite de la condensation de la vapeur dans la branche *a*. Un robinet *d*, placé à la hauteur de l'arrivée de vapeur, permet de faire le réglage périodique du niveau, opération qui ne peut se faire que lorsque la pression à la chaudière est nulle.

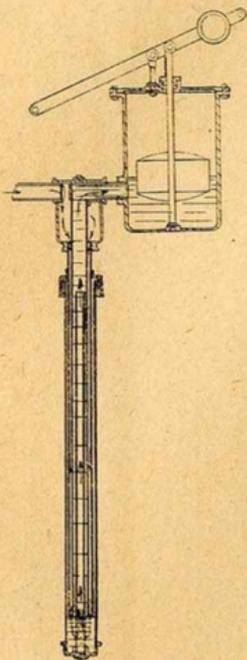


FIG. 267.

### Régulateur allemand DR (fig. 267). —

Ce régulateur se compose d'un double syphon, qui comprend quatre tuyaux verticaux concentriques, un tuyau extérieur formant enveloppe, un tuyau moyen recevant la pression de vapeur par l'intermédiaire de la boîte supérieure, raccordée à la chaudière par une tubulure; enfin un tuyau intérieur, fermé en bas, en communication avec la boîte par un quatrième tuyau, ouvert à sa partie inférieure, de manière que tout le système soit bien noyé dans l'eau, et que la vapeur ne puisse jamais passer.

Le tuyau intérieur ouvert en haut, muni d'un bouchon de remplissage, communique avec un gros récipient, qui contient un flotteur.

La pression de vapeur fait monter plus ou moins le niveau de l'eau dans ce récipient, et le flotteur, suivant les mouvements d'oscillation du niveau d'eau, vient agir sur un levier,

oscillant autour d'un axe, par l'intermédiaire d'une tige verticale creuse, qui coulisse sur une tige fixe, servant de guide.

Ce levier, sur lequel peut se déplacer un contrepois mobile de réglage, peut être raccordé, par une chaîne à chaque extrémité, avec les entrées d'air sous la grille et dans le carneau de fumée.

Ce régulateur semble, outre son articulation et son grand nombre de joints, posséder deux défauts : le presse-étoupe dans lequel coulisse la tige, et qui peut faire craindre des coincements, et la nécessité de régler périodiquement, par le bouchon, le niveau de l'eau, dont le volume est sans cesse augmenté par la condensation de la vapeur.

**Régulateur hydraulique Kœrting-Chappée** (fig. 268) (extrait du Catalogue 1904 de la Maison Chappée et fils). — Ce régulateur comprend un réservoir inférieur 40, en communication avec la chaudière, au-dessus du niveau d'eau, par les branchements 41 et 42, et au-dessous par les branchements 43 et 44 ; et un réservoir supérieur 45, portant une tubulure 46, qui est la prise de vapeur de la chaudière, et une tubulure 47,

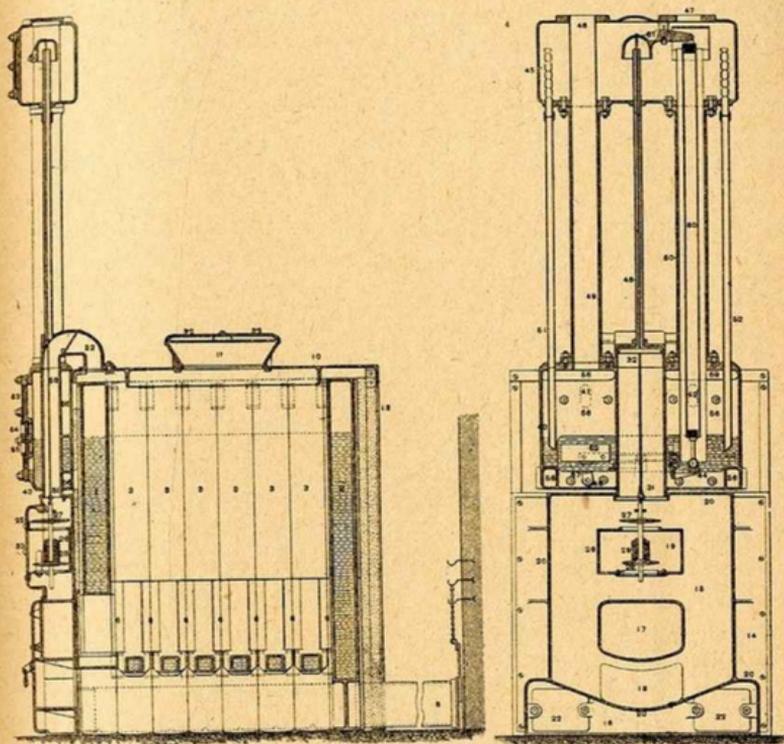


FIG. 268.

ouverte à l'air libre. Les deux réservoirs sont raccordés par les tubes 48, 49, 50, 51, 52.

Deux regards fermés par des glaces, 54 et 55, sont placés sur le couvercle 53 du réservoir inférieur.

Les orifices 41 et 42, amenant la vapeur, et les orifices 43 et 44, amenant l'eau dans le réservoir inférieur, débouchent dans un canal 56, qui est raccordé avec ce réservoir, à la partie haute par les ouvertures 58 et 59, et à la partie basse par un coude 57, dont l'extrémité relevée est dressée comme un siège de clapet.

La communication 50 plonge de 0<sup>m</sup>,10 environ au-dessous du niveau de l'eau dans le réservoir inférieur, et s'élève à une certaine hauteur dans le réservoir supérieur.

Les communications 51 et 52 plongent, dans le réservoir inférieur, de 2 à 3 centimètres au-dessous du niveau de l'eau, et se terminent chacune par une crépine dans le réservoir supérieur.

La communication 48 sert simplement de passage au câble commandant les soupapes 27 et 28 d'entrée d'air à la chaudière.

Dans la communication 50 se meut un flotteur 60, qui, par le levier 61, commande le câble des soupapes. Ce flotteur est équilibré par un levier à contrepoids 62, qui, dans sa position inférieure, vient reposer sur le siège du coude 57, dont il ferme hermétiquement l'orifice.

La chaudière est remplie d'eau, de façon à ce qu'on voie en noir le regard inférieur 55, et en clair le regard 54.

Le clapet 32 est mis dans la position qui convient à la nature du combustible employé. Les soupapes d'entrée d'air 27 et 29 sont alors soulevées par le poids du flotteur.

Lorsque la pression de vapeur s'établit, elle fait monter l'eau dans le tube 50, dont le flotteur est convenablement équilibré pour que, dès que l'eau atteint un certain niveau, il puisse manœuvrer les soupapes 27 et 28, et maintenir la pression constante. Cet état d'équilibre s'établit, et se modifie, suivant la pression désirée, au moyen des contrepoids 29, que l'on place en quantité variable sur la soupape 28.

Si, par suite d'un brusque changement de régime, la pression montait à la chaudière malgré la fermeture des soupapes 27 et 28, le flotteur 60 se leverait entièrement, entraînant le contrepoids 62, qui fermerait la communication 57 avec l'eau de la chaudière. L'eau du réservoir serait alors refoulée dans le réservoir supérieur, et dégagerait l'extrémité inférieure des communications 51 et 52. La vapeur s'échapperait à ce moment à l'extérieur, par l'ouverture 47, jusqu'à ce que la pression s'abaisse. L'eau reviendrait alors dans le compartiment inférieur, et la communication avec la chaudière se rétablirait, ainsi que le fonctionnement normal de l'ensemble.

Ce régulateur, d'un montage très difficile sur la chaudière, est lourd, compliqué et coûteux, ses organes mobiles, placés dans l'eau, sont un peu délicats.

**Régulateur hydrostatique avec appareillage de sûreté, système Chappée.** (*fig.* 269). — Par les tubulures VE, le coffre en fonte A est relié à la chaudière de part et d'autre du niveau normal. Il est surmonté de deux colonnes creuses CL aboutissant à l'intérieur de la boîte de sûreté B, et prolongées vers le bas pour déboucher sous l'eau.

Dans la colonne C peut se mouvoir le flotteur F suspendu à l'un des bras du fléau J, l'autre soutenant par une chaîne la soupape admettant l'air au cendrier. La chaîne, chargée en permanence du bloc K, peut recevoir des disques D en nombre variable jusqu'à concurrence de 7, 11 ou 15 suivant que le régime maximum est prévu à 100, 150 ou 200 grammes. En balance autour de l'axe O la soupape comporte deux plateaux dont celui accroché, P, a sur l'autre, P', un léger excès de poids qui tend toujours à la fermeture.

Le niveau normal étant en *mn*, tout accroissement de pression dans la chaudière se traduit par l'ascension de l'eau dans les colonnes CL et l'allègement progressif du flotteur F, à raison de 6 grammes par centimètre immergé. Dès qu'au-dessus du niveau normal l'eau atteint une certaine hauteur *h*, choisie d'avance de manière à réaliser le régime qu'on s'est fixé, le flotteur est soulevé et tout nouvel accroissement de pression manœuvre la soupape PP' dans le sens de la fermeture.

Le système mobile suspendu au fléau J a été préparé pour réaliser les conditions d'équilibre suivantes :

1° Le flotteur F étant immergé jusqu'au niveau normal *mn*, ce qui reste de son poids neutralise exactement la somme des poids du bloc K, des disques D, et de l'excès  $P - P'$ , (les disques D étant au nombre de 7, 11 ou 15 suivant que ce régime maximum est prévu à 100, 150 ou 200 gr.).

2° Le flotteur F étant immergé jusqu'à la ligne *xy*, dont la hauteur H au-dessus de *mn* fixe le régime maximum, ce qui reste de son poids neutralise exactement le poids du bloc K, ajouté à l'excès  $P - P'$  (tous les disques D étant enlevés).

Les conséquences de ce double équilibre sont :

a) Le fonctionnement au régime maximum est obtenu quand aucun disque n'est utilisé ;

b) Chaque disque ajouté au bloc K abaisse d'environ 13 grammes la pression de régime ;

c) Dès que le bloc K est surchargé de la série régulière et complète des disques, la soupape d'admission d'air se ferme à froid, commandant ainsi une pression de régime nulle, c'est-à-dire ne permettant plus la combustion dans le foyer.

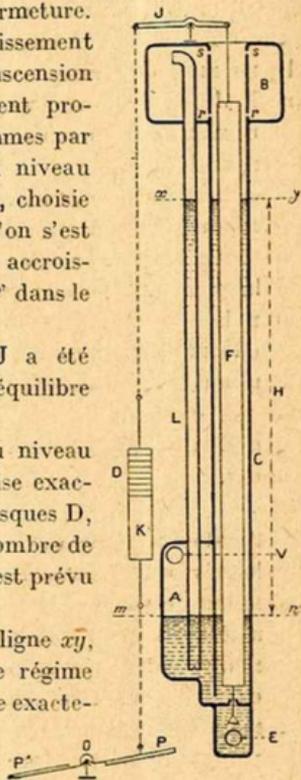


FIG. 269.

Le régulateur ainsi constitué est sensible à 2 grammes près en plus ou en moins, la course entière de la soupape PP' étant obtenue pour une variation de pression d'environ 4 grammes.

L'appareil réalise en outre le dispositif de sûreté prescrit par le décret du 9 octobre 1907, c'est-à-dire qu'il permet la suppression du réservoir d'expansion, ou du tube de sûreté.

Dans son mouvement ascensionnel le flotteur entraîne avec lui un petit clapet, dont la position de levée maximum ferme l'accès au coffre A de l'eau que contient la chaudière. La fermeture étant réalisée aussitôt le dépassement du régime, si la pression dans la chaudière continue à croître par l'effet de circonstances extérieures, l'excès agit par l'orifice V, et vide rapidement l'eau du coffre A dans les colonnes, jusqu'à découvrir l'orifice inférieur de L.

Pénétrant à ce moment dans cette colonne L, la vapeur en chasse l'eau dans la boîte B, puis s'échappe à l'extérieur par les trous *s*. tandis que l'eau projetée retombe dans la colonne C par les trous *r*. Une chute de la pression s'ensuit, qui fait reprendre aux organes leur position normale.

Pendant le phénomène, dont les phases se succèdent, la colonne C, plongeant plus bas dans le coffre, est restée pleine, et le flotteur n'a pas cessé de maintenir fermée la soupape d'admission d'air. Il reste dans cette position jusqu'à complet écoulement de l'excès de vapeur.

**Régulateur Wyss et C<sup>ie</sup> (fig. 270).** — Il se compose de 2 cylindres boulonnés bout à bout. Le cylindre inférieur, qui communique avec le collecteur de vapeur et avec le tuyau de retour, est aussi raccordé à la chaudière à hauteur du niveau d'eau minimum. Il est en communication avec l'atmosphère par un tube plongeur.

Le cylindre supérieur renferme le tube du flotteur, muni, au fond, d'un tube de faible diamètre raccordé au tuyau de retour. L'espace restant libre autour du flotteur forme, avec le cylindre inférieur et le tube plongeur, le tube de sûreté réglementaire, en communication avec l'atmosphère par la partie supérieure.

Le flotteur commande l'admission d'air au cendrier et un coupe-tirage à la cheminée, par l'intermédiaire d'une chaîne, passant sur deux galets, et munie d'un contrepoids et d'une glissière de réglage.

La pression fait monter l'eau, qui soulève le flotteur, et manœuvre les clapets d'air. Si elle dépasse accidentellement la limite, elle se déverse, par des orifices à la partie haute, dans le tube de sûreté, pour retourner ensuite à la chaudière.

Si la pression monte encore, l'orifice du tube plongeur est démasqué,

et la vapeur s'échappe dans l'atmosphère jusqu'à ce que l'équilibre soit établi.

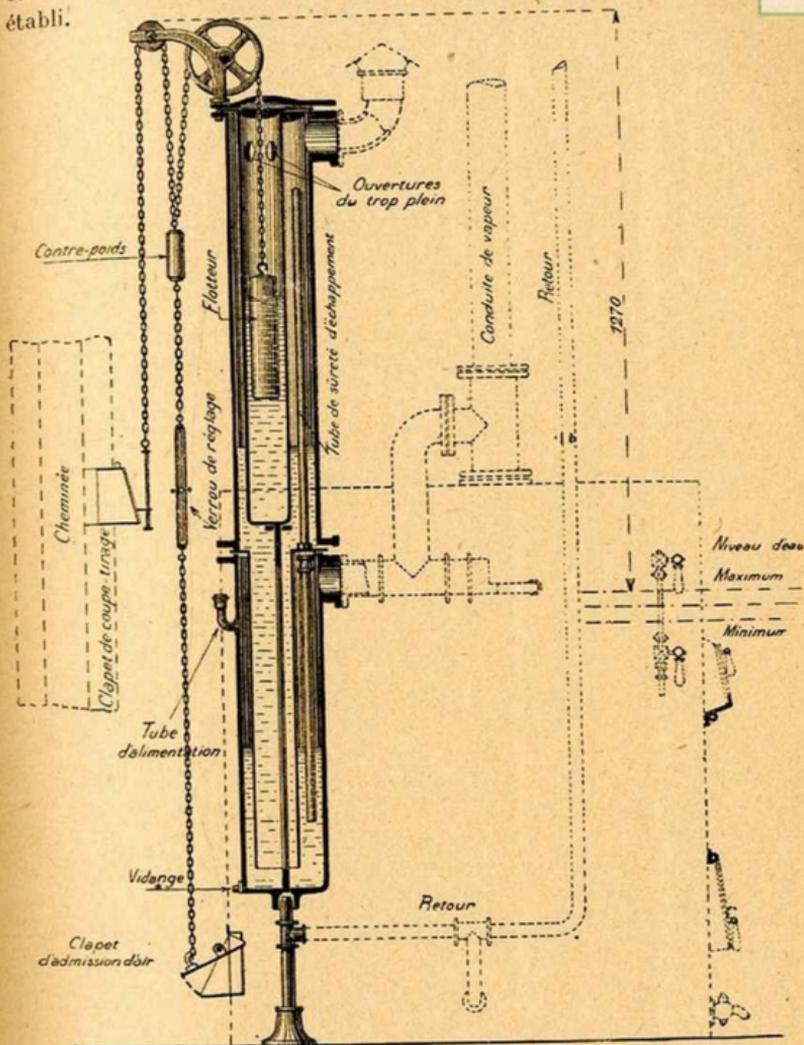


FIG. 270.

### III. — RÉGULATEURS À MERCURE

La forme la plus ordinaire des régulateurs à mercure se trouve dans la plupart des chaudières commerciales allemandes, et tous les appareils

sont établis sur le même principe, avec seulement quelques légères différences dans la construction.

Ces appareils se composent, en général, d'une cloche mobile, dont la partie inférieure plonge dans un bain de mercure formant joint, et dont la partie supérieure, fermée, se soulève, et agit sur un levier, exactement comme les membranes flexibles des régulateurs à membranes précédemment décrits.

**Régulateur allemand de la Société des mines Budérus (fig. 271).**

— Ce régulateur se compose essentiellement d'un cylindre intérieur fixe *b*, raccordé avec la tuyauterie de vapeur à sa partie inférieure, et ouvert à la partie supérieure sous une cloche mobile *x*, qui coulisse elle-même dans un cylindre extérieur fixe *d*, fermé en bas et ouvert en haut à l'atmosphère. Dans le fond du cylindre *d* est placée une certaine quantité de mercure, environ 2 1/2 à 3 kilogrammes, dans lequel plonge la cloche à sa partie inférieure,

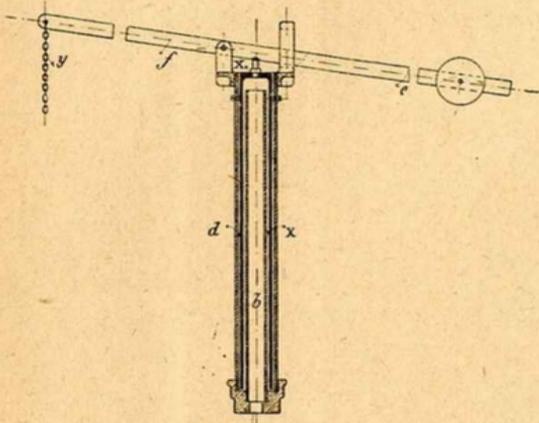


FIG. 271.

de manière à constituer un joint d'air absolument étanche. Au-dessus du mercure, la cloche *x* est remplie d'eau. A sa partie supérieure, une tige, terminée par un couteau, supporte un levier *ef*, mobile autour d'un axe, muni d'un contrepoids à une extrémité, et commandant, par une chaîne fixée à l'autre extrémité, un clapet d'entrée d'air sous la grille.

On comprend facilement que, si la pression de vapeur s'élève au-dessus de la limite fixée par le contrepoids, elle soulève la cloche *x*, et celle-ci entraîne dans son mouvement le levier *ef*, qui ferme plus ou moins l'arrivée de l'air sous la grille, et, par suite, ralentit la combustion.

**Régulateurs allemands Kœrting.** — L'un des premiers modèles de la maison Kœrting (*Catalogue 70 bis*, de 1890) se compose d'un récipient *Q*<sub>1</sub>, rempli de mercure, et qui reçoit par une tubulure *a* la pression de la chaudière, agissant à la surface du mercure (fig. 272). Au milieu se trouve un flotteur *e*, en papier comprimé, qui nage sur le mercure, et suit

les mouvements ascendants ou descendants qui résultent variations de la pression.

Ce flotteur commande, par une tige verticale *g*, les soupapes *dd*, qui règlent l'admission de l'air sous la grille.

Si la pression s'élève au-dessus de la limite fixée, et qui est réglée au moyen de contrepoids *m*, ajoutés en nombre plus ou moins grand sur la tige *g*, les soupapes *dd* ferment les entrées d'air sous la grille.

A ce moment, un taquet fixé sur la tige *g* vient entraîner et soulever un autre clapet *c*, qui

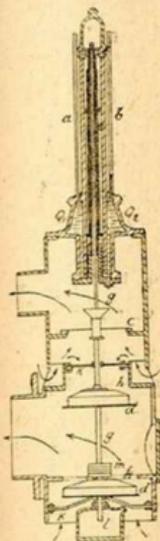


FIG. 272.

ouvre une autre entrée d'air dans le

Le *Catalogue* de janvier 1906 de la même maison montre un nouveau système de régulateur, représenté sur la figure 273.

La pression de vapeur de la chaudière, transmise par le tuyau *D*, agit sur le mercure contenu dans le récipient *Q*, et le refoule dans un cylindre qui contient un flotteur *S*.

Le flotteur se soulève plus ou moins sous l'action de cette pression, et transmet son mouvement, par un axe vertical, à un levier *H*, mobile autour d'un axe. Un contrepoids *F*, qui se déplace sur ce levier *H*, règle et permet de faire varier la pression pour laquelle le déplacement du levier se produit. Aux deux extrémités du levier sont suspendus deux clapets, l'un *V*, qui règle l'entrée d'air sous la grille, l'autre *V* qui règle l'entrée d'air dans le carneau de fumée.

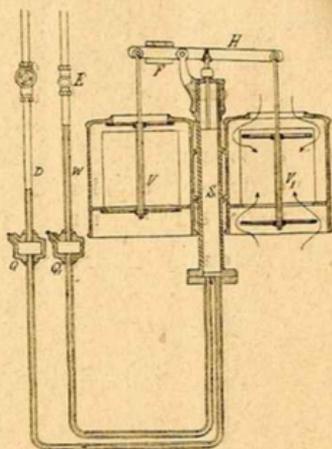


FIG. 273.

carneau de fumée.

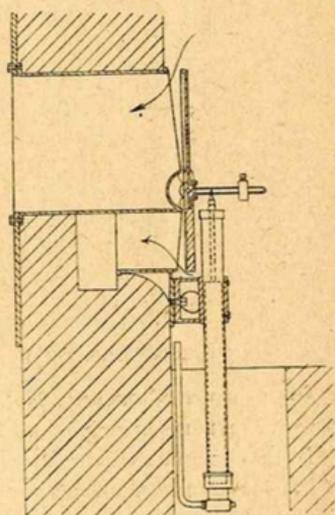


FIG. 274.

Le fonctionnement de ce régulateur est identique à celui des appareils précédemment décrits.

Enfin, dans le même *Catalogue*, est décrit un troisième type de régulateur (*fig. 274*).

Il se compose d'un cylindre vertical, qui contient une cloche plongeant dans un bain de mercure qui forme joint. La pression de la vapeur se transmet par un tuyau sous la cloche, qui, en se levant, agit sur un levier, actionnant un système de deux clapets équilibrés, qui ouvrent ou ferment alternativement l'entrée d'air sous la grille, et l'entrée dans le carneau de fumée.

Un contrepoids, mobile sur un levier horizontal, permet de régler l'appareil pour une pression déterminée, variable suivant la position de ce contrepoids.

**Régulateur Sulzer frères** (*fig. 275*). — Ce régulateur, basé sur un

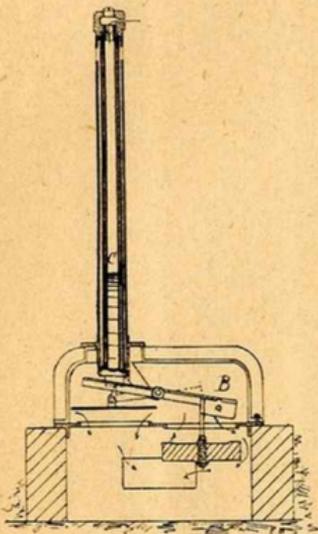


FIG. 275.

principe analogue, se compose également de deux tubes verticaux concentriques: le tube intérieur, fixe, reçoit à la partie supérieure la pression de la chaudière par une tubulure, et est ouvert à sa partie inférieure, qui plonge dans un bain de mercure; le tube extérieur est mobile, glisse verticalement le long du précédent, et est soutenu en dessous par un levier, muni d'un contrepoids B, et supportant deux soupapes qui ouvrent ou ferment les entrées d'air au cendrier.

Le fonctionnement est identique à ceux précédemment décrits.

Lorsque la pression de vapeur augmente, le mercure est refoulé du tube fixe dans le tube mobile, dont le poids augmente. Ce tube tend à s'abaisser, entraînant le levier et son contrepoids

B, et en fermant plus ou moins les clapets d'entrée d'air sous la grille.

**Régulateur allemand Kaeflerle.** (*fig. 276*). — Ce régulateur est basé sur le même principe que les précédents.

Il comporte un cylindre M, entouré d'une enveloppe isolante, fermée haut et bas, et renfermant un autre cylindre concentrique C. Dans l'espace annulaire compris entre ces deux cylindres, et contenant du mercure à la partie basse, coulisse une cloche G, fixée sur l'axe Z, qui peut se mouvoir dans le sens vertical, et commander un levier H, mobile autour d'un axe.

Ce levier, dont l'état d'équilibre est réglé par un contrepoids mobile qu'on déplace suivant la pression demandée à la chaudière, commande au moyen de chaînes, deux registres équilibrés, K et K<sub>1</sub>, qui ouvrent respectivement une entrée d'air sous la grille et une entrée d'air dans le carneau de fumée.

Lorsque la vapeur pénètre sous la cloche par l'intérieur du cylindre C, sa pression tend à soulever cette cloche, qui entraîne elle-même le levier H, et fait ou-

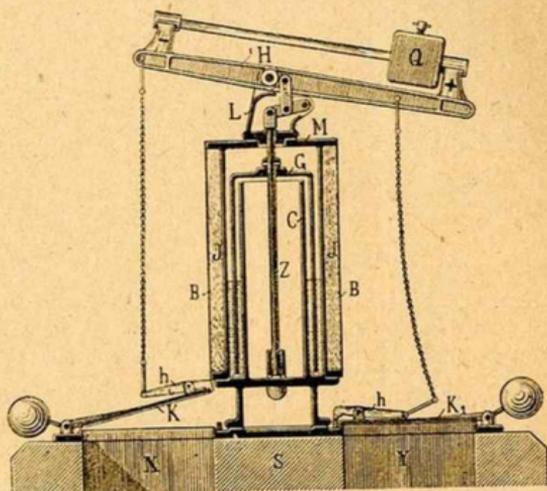


FIG. 276.

vir ou fermer alternativement les registres K et K<sub>1</sub>.

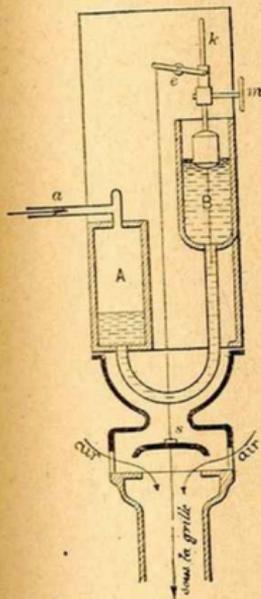


FIG. 277.

**Régulateur Grouvelle et Arquembourg** (brevet 249 021 du 13 juillet 1894). — Ce régulateur est composé de deux petits récipients A et B, communiquant par un tuyau recourbé, et contenant du mercure (fig. 277).

Le récipient A est fermé, et reçoit la pression de la chaudière par un tuyau a. Le récipient B est ouvert à la partie haute, et contient un contrepoids en fer, qui, par une tige e, agit sur un levier e, mobile autour d'un axe. Ce levier porte à une extrémité une chaînette, à laquelle est suspendue une soupape S, qui règle l'entrée d'air sous la grille.

La tige K se termine par une crémaillère, commandée par un petit pignon, et un volant m permet de faire monter plus ou moins le point d'attache de cette tige avec le levier e, et de régler ainsi la position d'ouverture maximum de la soupape S, c'est-à-dire la pression limite que l'on s'est fixée.

Ce régulateur, qui n'a varié que dans ses détails depuis son origine,

est excessivement sensible, et permet de régler la pression de la chaudière pour des variations de 10 centimètres de hauteur d'eau, c'est-à-dire de 10 grammes en 10 grammes.

**Régulateur Simplex (Garnier et Courtaud) (fig. 278).** — Ce régulateur est analogue au précédent comme principe et comme fonctionnement ; il n'en diffère que par des détails de construction, et, en particulier, par suppression absolue de toute articulation et de tout renvoi de

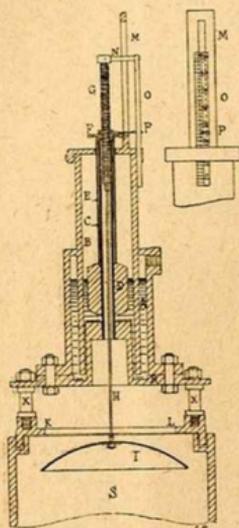


FIG. 278.

mouvement. Il se compose de deux récipients communicants A et B, concentriques, et contenant du mercure. Le réservoir A est fermé, et reçoit la pression de la chaudière. Le récipient B n'est pas hermétiquement fermé, et son couvercle ne sert qu'à éviter les projections de mercure à l'extérieur, en cas de surpression brusque accidentelle. Il contient un flotteur annulaire D, surmonté d'un cylindre creux E, qui transmet ses mouvements de montée et de descente à une molette F. Cette molette commande un axe fileté G, dont elle fait varier à volonté la position pour la pression de vapeur jugée nécessaire, et cet axe fileté se prolonge en dessous par une tige H, qui traverse le flotteur annulaire et à laquelle est accrochée, à la partie basse, une soupape en forme de calotte cylindrique I, venant obturer plus ou moins l'ouverture KL de la prise d'air S, alimentant la grille.

La position de cette soupape I est réglée, comme nous l'avons dit, par la montée ou la descente de la tige filetée G dans la molette F, et indiquée par un index P sur le cadran vertical gradué O solide, au moyen du guide N qui se déplace dans la glissière M. Les graduations du cadran représentent, en grammes ou en centimètres d'eau, la pression de la chaudière.

Ce régulateur est remarquable par sa simplicité et sa précision ; peut-être peut-on regretter qu'il n'agisse que sur l'entrée de l'air dans le cendrier, sans action sur le tirage de la cheminée, comme le précédent, du reste.

Il existe évidemment bien d'autres modèles de régulateurs à eau, à membranes, à mercure, et nous n'avons pas la prétention de les décrire tous, ni même de prétendre que ceux détaillés ci-dessus sont les meilleurs. Basés sur des principes analogues, ils ne diffèrent entre eux que par des détails. Nous rappellerons seulement que le principe qui doit les gou-

verner est la simplicité, la suppression des articulations, l'action simultanée sur l'entrée d'air à la grille et sur le tirage de la cheminée. Plus un régulateur est simple et plus il doit inspirer confiance. Les chaudières de chauffage ne sont pas des machines de précision, et leurs organes doivent être assez rustiques pour être conduits, compris et vérifiés, par le personnel domestique chargé du chauffage.

A ce point de vue, un bon régulateur à membrane en vaut bien un autre plus compliqué, en même temps que plus délicat, mais nous devons regretter que certains constructeurs de chaudières du commerce ne s'attachent pas à supprimer les articulations, qui s'encrassent et se rouillent dans la poussière et l'humidité des chaufferies, et rendent si aléatoire le fonctionnement de leurs appareils. Nous critiquons également la position des clapets d'admission d'air sur les portes de cendrier, dont l'ouverture produit si fréquemment les accrochages, dérèglages, et même ruptures de chaînes. Le régulateur doit être indépendant de la porte, c'est une condition que nous ne cesserons de préconiser.

#### TUBES ET RÉSERVOIRS DE SURETÉ

Le décret du 9 octobre 1907 excepte de l'application du règlement du Service des Mines, de la formalité du timbrage et de l'épreuve décennales, les « générateurs de capacité quelconque où des dispositions matérielles efficaces empêchent la pression effective de la vapeur de dépasser 300 grammes par centimètre carré, à la condition que ces générateurs soient munis d'une plaque portant ces mots NON SOUMIS AU DÉCRET DU 9 OCTOBRE 1907, et indiquent la pression maximum pour laquelle ces dispositions sont prises ».

En fait, un simple tube de 3 mètres de haut, en communication par le bas avec la chaudière, et ouvert à la partie haute, répond donc à cette prescription de la loi.

En Allemagne, en Suisse, en Belgique, on a réglementé le diamètre d'un tel tuyau :

En Suisse, 75 millimètres ; en Autriche 100 millimètres ; en Allemagne 80 millimètres ; en Bavière 450 millimètres-carrés par mètre carré de surface de chaudière, avec une section minimum de 700 millimètres carrés, en Prusse 1 tuyau de 25 millimètres pour 1 chaudière jusqu'à 1 mètre carré de surface, 30 millimètres jusqu'à 2 mètres carrés, 35 jusqu'à 3 mètres carrés, 40 jusqu'à 4 mètres carrés, 45 jusqu'à 5 mètres carrés, 50 jusqu'à 6 mètres carrés, 55 jusqu'à 7<sup>m²</sup>,5, 60 jusqu'à 8<sup>m²</sup>,5, 65 jusqu'à 10 mètres carrés, 70 jusqu'à 11<sup>m²</sup>,5, 75 jusqu'à 13 mètres carrés, 80 millimètres pour les surfaces supérieures à 13 mètres carrés.

En pratique, un tel tuyau serait dangereux, parce que l'eau à l'ébulli-

tion a toujours tendance à s'émulsionner, et qu'on risquerait de vider la chaudière par syphonage.

Certains constructeurs se servent du régulateur à eau comme dispositif de sûreté (*fig. 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270*).

D'autres emploient la disposition d'un réservoir de sûreté, ouvert à l'atmosphère, et en communication avec la chaudière par deux tuyaux, l'un à la partie basse, qui est le tube de sûreté proprement dit, l'autre à 10 à 12 centimètres au-dessus du plan d'eau normal, de manière à laisser la vapeur s'échapper à l'atmosphère quand l'augmentation de pression

a refoulé dans le réservoir une quantité d'eau suffisante (*fig. 166, 188, 192, 193, 194*).

Quelques constructeurs profitent même de ce réservoir de sûreté pour y ramener les eaux de condensation du chauffage, en même temps que l'air évacué des tuyauteries et appareils, ce qui a l'avantage de supprimer la pratique, assez défectueuse, des *évents*, qui laissent toujours échapper de la vapeur à l'atmosphère quand la pression à la chaudière dépasse celle pour laquelle le ré-

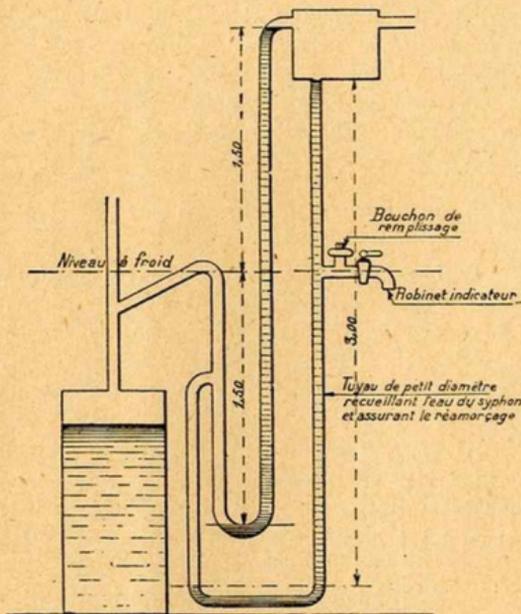


FIG. 279.

glage des robinets de radiateurs a été fait, c'est-à-dire presque toujours.

La figure 279 représente une disposition simple, qui assure à la fois l'expansion réglementaire, et l'évacuation de vapeur à l'atmosphère en cas de surpression accidentelle.

Cette disposition a l'avantage de permettre la position du réservoir en un point quelconque de la chaufferie, indépendamment de la position de la chaudière, et de ne pas nécessiter un approfondissement excessif du sol de la chaufferie, puisque la position du réservoir est quelconque par rapport au niveau d'eau de la chaudière.

Elle nous a donné toujours satisfaction partout où nous l'avons employée.

La figure 280 représente le dispositif de la Maison Piat pour les chaudières Robur.

Pour des surfaces de chauffe indiquées au Catalogue de  $1\text{ m}^2,50$  à  $2\text{ m}^2,50$ , ces constructeurs conseillent de placer le dessous du réservoir à 1 mètre au-dessus du plan d'eau de la chaudière, et d'avoir des tuyaux de raccordement de  $26 \times 34$ .

Il est bien évident que, avec cette faible hauteur et ces petits tuyaux, il ne faut pas faire travailler la chaudière à des allures de vaporisation excessives, sous peine d'avoir des émulsions dangereuses dans le tuyau voisin du plan d'eau.

### III. — ACCESSOIRES DIVERS DES CHAUDIÈRES

#### ALIMENTATEURS AUTOMATIQUES

En principe, l'eau provenant de la condensation de la vapeur dans les radiateurs revient directement à la chaudière par gravité.

Mais, en pratique, une légère quantité d'eau est toujours perdue par les purgeurs d'air, si le système en comporte, par les événements placés sur les tuyaux de retour chez certains constructeurs, enfin par le tuyau faisant communiquer le réservoir d'expansion avec l'atmosphère, ou encore par le tube de sûreté, dans les systèmes de chauffage à réglage.

Cette perte d'eau n'est que de quelques litres par jour, et, dans la plupart des cas, les constructeurs n'y attachent aucune importance, et se bornent à donner, dans leur instruction, le conseil de rétablir le niveau normal chaque matin, au moment du chargement de la chaudière. Dans ce but, la chaudière est raccordée par un branchement, muni d'un robinet d'arrêt et d'un clapet de retenue, avec la distribution d'eau de la ville, sous pression, ou avec une conduite venant d'un réservoir placé à une certaine hauteur au-dessus de la chaudière.

Dans quelques cas, cependant, on préfère adjoindre un organe qui alimente automatiquement la chaudière, et maintient régulièrement son niveau d'eau normal.

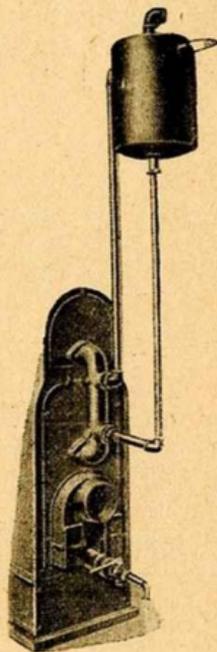


FIG. 280.

Cet alimentateur automatique est surtout utile pour les chaudières en fonte, pour lesquelles un abaissement brusque ou trop important du niveau d'eau risquerait de produire une rupture qui mettrait ces chaudières hors de service, accident malheureusement trop fréquent.

**Alimentateur américain** (fig. 281). — Cet appareil est un simple robinet à flotteur, placé dans une caisse en fonte hermétiquement close, et sous pression de la chaudière.

Il est placé de telle manière que son niveau d'eau corresponde à celui de la chaudière. La tubulure d'extrémité, munie d'une soupape qui est commandée par la boule-flotteur, est raccordée avec la canalisation d'eau, qui doit elle-même être à une pression plus haute que celle de la chaudière. La tubulure supérieure est raccordée au réservoir de vapeur de la chaudière, et la tubulure inférieure à la partie basse de cette chaudière.

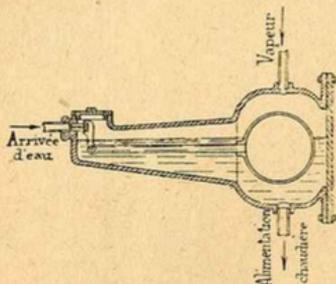


FIG. 281.

Dans ces conditions, le niveau de l'eau dans l'appareil suit les fluctuations de celui de la chaudière. S'il vient à s'abaisser, la boule-flotteur descend, ouvre la soupape d'arrivée d'eau froide, et l'équilibre normal se rétablit.

Cet appareil n'est pas très sûr, il peut être déréglé par un grain de sable, un dépôt calcaire, une impureté quelconque ; dans ce cas, une fuite d'eau permanente de la conduite alimente constamment la chaudière, qui se remplit d'eau peu à peu ; l'eau s'élève dans les conduites, pénètre dans les canalisations en produisant des perturbations désagréables dans le fonctionnement, et, s'il existe un tube de sûreté ou un réservoir d'expansion, l'eau s'écoule jusqu'à ce que le chauffeur vienne remettre les choses dans leur état normal.

**Alimentateur Chappée** (fig. 282). — Un mélangeur *a* est en communication avec la chaudière par un tuyau *b*, un peu au-dessous du niveau d'eau normal, et par un tuyau *c* à la partie inférieure. Un troisième tuyau *d* est branché sur le mélangeur en *o*, et raccordé à sa partie haute, à environ 0<sup>m</sup>,50 plus haut que la colonne d'eau correspondant à la pression de marche maximum, avec un tube de dilatation *e*.

Enfin, un quatrième tuyau *i* est raccordé à la canalisation d'eau sous pression, et se termine au point de raccordement par un clapet *g*.

Le tube de dilatation *e* est fixé au point de raccordement avec le tuyau

*d*, et mobile à l'autre extrémité, qui commande le levier de manœuvre *f* du clapet *g*. A l'état normal, la tubulure *b* est légèrement au-dessous du niveau de la chaudière, et la pression refoule l'eau dans le tuyau *d*. Mais, si le niveau vient à baisser, la vapeur passe par le tuyau *b*, l'orifice *o* de l'alimentateur, et le tuyau *d*, jusqu'au tube à dilatation *e*, en chassant l'air, qui s'évacue par un petit trou percé à l'extrémité de ce tuyau. Le tube *e* se dilate, pousse le levier *f*, qui ouvre le clapet *g*, et l'eau, passant par les tuyaux *i* et *c*, pénètre dans la chaudière et rétablit le niveau normal. A ce moment, la tubulure *o* étant masquée par

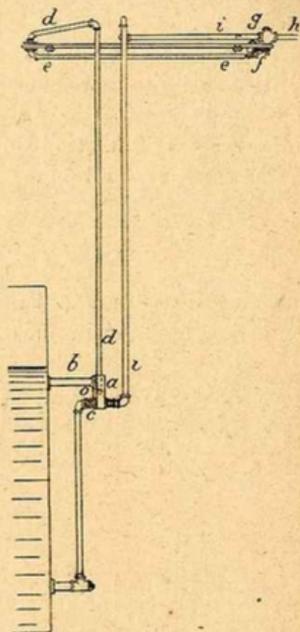


FIG. 282.

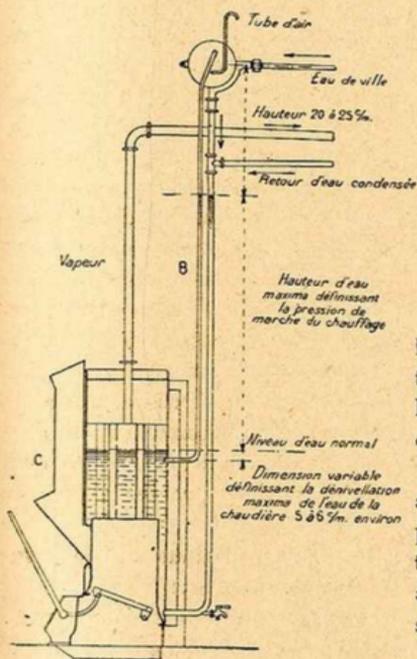


FIG. 282 bis.

l'eau, la vapeur cesse de passer, le tuyau *e* se refroidit, se contracte, la valve se ferme, et le système d'alimentation s'arrête.

On peut dire de cet ingénieux appareil ce que nous avons dit du précédent. Bien installé, il doit très bien fonctionner, mais il peut aussi être dérangé par les impuretés, sable ou calcaire, de l'eau.

**Alimentateur Quîès.** — Cet appareil se compose essentiellement d'une boîte *A*, étanche, dans laquelle est placé un tube Heintz, qui commande une valve d'arrivée d'eau de la ville sous pression (fig. 282 bis). La boîte *A* communique avec la partie inférieure de la chaudière par un tube d'alimentation de gros diamètre, et par un tube plus petit *B* raccordé

à 5 ou 6 centimètres au-dessous du niveau d'eau normal de la chaudière ; si le niveau vient à s'abaisser, la vapeur passe par le tuyau B dans la boîte A, dilate le tube Heintz, qui ouvre le robinet d'alimentation d'eau de la ville.

Cet alimentateur est en communication avec l'atmosphère par un tube de très petit diamètre pour permettre l'évacuation de l'air ; son couvercle est muni d'ailettes pour refroidir et condenser rapidement la vapeur et faire cesser la dilatation du tube Heintz et l'alimentation, dès que le niveau normal est rétabli.

### AVERTISSEURS

Ces alimentateurs sont peu employés, mais beaucoup de constructeurs emploient des avertisseurs de manque d'eau.

**Avertisseur électrique Bourdon** (fig. 283). — Cet appareil comprend essentiellement une membrane métallique A, placée au-dessus d'une cuvette en bronze B, en communication avec la bêche d'alimentation du vaporigène.

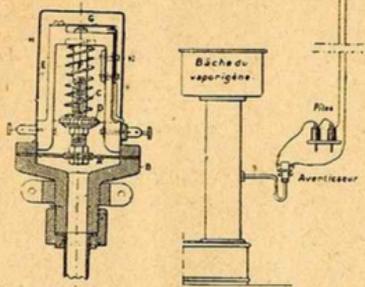


FIG. 283.

pôle de la pile.

Si le niveau d'eau vient à baisser, la pression diminue sous la membrane A, qui s'abaisse sous l'effort du ressort à boudin ; la tige F cesse d'appuyer sur le ressort G, et celui-ci vient en contact avec le ressort H. Le courant électrique se ferme, et la sonnerie de manque d'eau se fait entendre.

Si on voulait que cet appareil indiquât aussi l'excès d'eau, il suffirait de le raccorder avec un pôle d'une autre sonnerie, dont le contact serait placé au-dessus du ressort G. Quand le niveau d'eau serait trop élevé, la membrane soulèverait la tige F et le ressort G, et viendrait établir le courant de la seconde sonnerie.

Cette indication d'excès d'eau n'était généralement pas adoptée dans les installations du vaporigène Bourdon.



**Sifflets avertisseurs.** — Un certain nombre de constructeurs, MM. Sulzer frères entre autres, emploient des sifflets avertisseurs de manque d'eau.

Ces appareils fonctionnent soit par flotteurs, comme les avertisseurs des chaudières à haute pression, soit plus simplement par une tubulure débouchant sous un sifflet, et raccordée à la chaudière un peu au-dessous du niveau de l'eau, l'ouverture de raccordement se trouvant démasquée, et laissant passer la vapeur, quand l'eau s'est abaissée à un niveau dangereux pour la sécurité de la chaudière.

En réalité, on a grand tort de ne pas employer plus souvent ces appareils, toujours utiles, mais surtout indispensables avec les chaudières en fonte. Qu'une fuite importante vienne à se déclarer dans une tuyauterie, cela suffit pour que la chaudière, qui ne contient que très peu d'eau, reçoive un coup de feu et soit mise hors service. Les avertisseurs de manque d'eau devraient être rigoureusement exigés sur toutes les chaudières en fonte.

#### SÉPARATEURS D'EAU ET DE VAPEUR

Lorsqu'une installation de chauffage est mise en service aussitôt après son achèvement, l'huile et la graisse qui ont été employées pendant l'exécution des filetages et des joints sont ramenées par les retours d'eau chaude dans la chaudière, et produisent à la surface de l'eau, au moment de la vaporisation, une mousse qui part avec la vapeur dans les canalisations, et nuit à la circulation. C'est là un phénomène passager, qui ne dure pas longtemps, si on a soin de vidanger et de remplir successivement plusieurs fois la chaudière.

Mais il est un phénomène plus important, qui apporte en permanence une perturbation très grave, si on n'y remédie pas par un dispositif sérieusement étudié et installé : il s'agit des entraînements d'eau.

Presque toutes les chaudières de chauffage sont à faible volume d'eau ; en particulier, les chaudières en fonte ont une capacité intérieure très réduite, et l'eau est, en outre, divisée dans les sections multiples en une infinité de lames très minces, soumises à l'action intense de la chaleur. Cette disposition, excellente pour l'utilisation de la chaleur, est, en général, toujours très mal étudiée au point de vue du dégagement de vapeur.

Lorsque chaque section de la chaudière est raccordée isolément à un collecteur de retours d'eau et à un collecteur de vapeur, la circulation d'eau se fait assez bien, et la vaporisation, quoique très tumultueuse, se produit dans des conditions acceptables.

Mais, d'une part, ces collecteurs sont assez difficiles à monter, et sont peu désirés par les entrepreneurs, qui recherchent surtout l'économie et la rapidité d'installation, et, d'autre part, ils augmentent la dépense. A ce point de vue, ils sont repoussés par les constructeurs et les marchands de chaudières, qui, n'ayant pas les soucis de l'installation ni les ennuis du fonctionnement défectueux, recherchent avant tout un excessif bon marché, et ne se rendent pas assez compte des déficiences de leurs appareils.

Dans la plupart des chaudières en fonte, les éléments ne communiquent entre eux que par les bagues d'assemblage, et un ou deux éléments seulement possèdent une tubulure d'arrivée d'eau à la partie basse, et une tubulure de départ de vapeur à la partie haute.

La vaporisation est donc intense dans ces éléments, et certains d'entre eux ne contiennent souvent que de la vapeur et de l'eau émulsionnée, c'est-à-dire remplie de globules de vapeur, et absolument à l'état de mousse.

Certains cas de rupture d'éléments en fonte doivent être certainement attribués à cette vaporisation intense.

Lorsque la pression s'élève dans les éléments de la chaudière, la vapeur cherche une issue, et s'évacue brusquement, brutalement, vers le départ de vapeur, en entraînant une très grande quantité d'eau. C'est ce qu'on appelle l'*entraînement d'eau*.

Les conduites de vapeur à la suite, au lieu de contenir de la vapeur sèche, renferment alors surtout de l'eau, que les syphons communiquant avec les tuyauteries de retours ne suffisent pas à ramener à la chaudière aussi vite qu'elle arrive : la vapeur circule difficilement, et le fonctionnement du chauffage est très défectueux.

Il faut, pour éviter ce défaut, exiger des chaudières à collecteur de vapeur, si on emploie des chaudières en fonte ; il faut surtout prendre des précautions pour arrêter cette eau d'entraînement, avant d'envoyer la vapeur dans les conduites de distribution.

Les chaudières en tôle, du reste, ne sont pas à l'abri de cet inconvénient, quoi qu'il y soit moins fréquent et moins important. En particulier, lorsqu'on emploie des chaudières à surface de chauffe trop faible, et qu'on fait vaporiser plus de 12 et, à la grande rigueur, 15 kilogrammes d'eau par mètre carré de surface de chauffe, la vaporisation est également très intense ; il se dégage depuis le foyer des globules de vapeur, qui montent tumultueusement le long des surfaces en contact avec les gaz

chauds; l'eau semble mousser abondamment, c'est-à-dire qu'elle s'émulsionne, et il se produit des entraînements d'eau dans les conduites vapeur.

Les séparateurs d'eau et de vapeur, peut-on dire, sont indispensables avec toutes les chaudières à vapeur employées en chauffage.

Dans quelques types de chaudières, par exemple dans les chaudières Grouvelle et Arquembourg, Garnier et Courtaud, etc., les séparateurs font partie intégrale des générateurs.

La vapeur passe d'abord par une crépine, ou par des tubes perforés, qui arrêtent une partie de l'eau au passage des trous, puis elle traverse ensuite une série de chicanes dans la bouteille latérale, avant de partir dans les conduites.

Mais, dans la plupart des chaudières, et en général dans toutes les chaudières du commerce, rien n'est prévu à ce sujet, et il faut ajouter des appareils spéciaux, qui augmentent d'autant la dépense.

La disposition la meilleure consiste à avoir sur la chaudière le plus grand nombre possible de grosses tubulures de vapeur, à les raccorder par un très gros tuyau, disposé en pente, avec, à l'extrémité basse, une purge de grand diamètre, qui ramène à un ou deux éléments de la chaudière l'eau entraînée (fig. 284).

Quelquefois, souvent même, ceci ne suffit pas, et il faut de toute nécessité placer un séparateur d'eau.

La disposition la plus simple consiste à employer un gros ballon, de manière à faire tomber instantanément la vitesse d'écoulement de la vapeur, et à y ajouter un cloisonnement intérieur formant chicane (fig. 285).

L'eau ruisselle au contact des parois, se dépose à la partie basse, et la vapeur s'échappe relativement sèche à la partie haute, de l'autre côté de la chicane.

Il existe dans le commerce de fort nombreux modèles de séparateurs

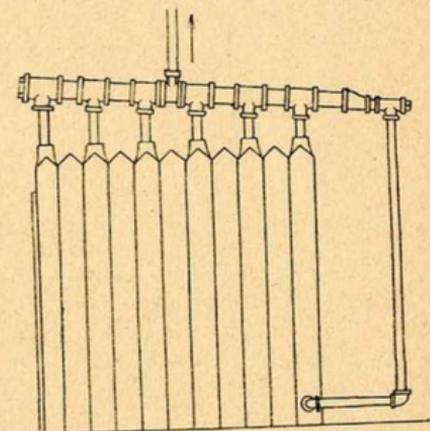


FIG. 284.

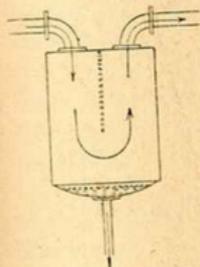


FIG. 285.

d'eau, tous basés sur le même principe, c'est-à-dire des changements brusques de direction de l'écoulement de vapeur se faisant dans

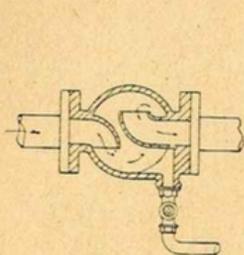


Fig. 286.

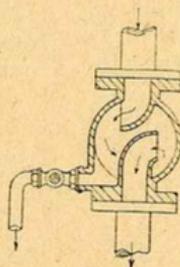
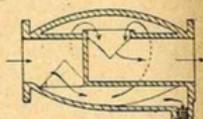


Fig. 287.



une grande chambre, et la purge de l'eau à la partie basse.

Nous n'avons pas la prétention de décrire tous les séparateurs; ceux de nos figures 286, 287, 288, 289 extraits des *Catalogues Chappée, Fritz Kaerlé, Grouvelle et Arquembourg*, et de divers autres constructeurs, se décrivent d'eux-mêmes et ne demandent pas une explication plus longue.

Le séparateur Euler (*fig. 290*) n'est guère employé que pour les canalisations à haute pression, dans lesquelles les *vitesse*s

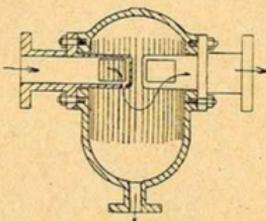


Fig. 288.

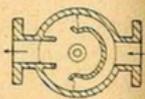
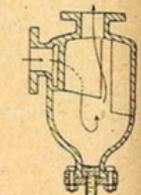


Fig. 289.

*d'écoulement* sont très grandes, et nécessitent plusieurs chicanes et changements de direction.

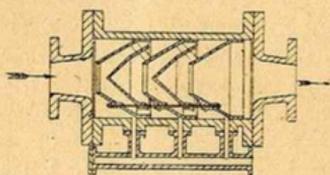


Fig. 290.

#### IV. — DES ROBINETS

Les robinets constituent une des parties les plus importantes des chauffages, puisque c'est d'eux que dépend la plus ou moins bonne répartition de la vapeur dans les appareils de chauffage.

Pour les chauffages du type en cycle fermé, à un ou deux tuyaux, on emploie de simples valves, composées d'un clapet mobile à l'extrémité d'une tige filetée, et qui vient fermer plus ou moins le siège du robinet.

Ces robinets (*fig. 291*) sont, en général, en bronze, à douilles taraudées

à chaque extrémité pour le raccordement avec la tuyauterie, et munis d'un volant de manœuvre en bois ou en matière isolante.

Quelle que soit leur forme, ils sont tous basés sur le même principe. Un clapet (*fig. 292*), placé à la partie inférieure d'une tige verticale, vient

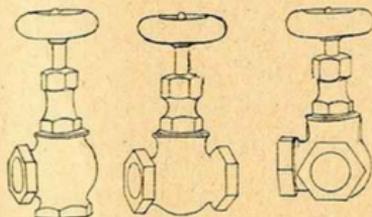


FIG. 291.

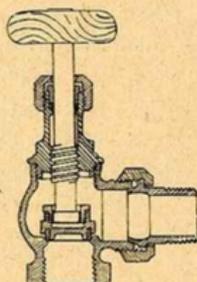


FIG. 292.

obturer plus ou moins une ouverture, dont la partie supérieure est dressée, de manière qu'elle soit complètement fermée lorsque le clapet s'applique dessus.

La tige de manœuvre, qui traverse un presse-étoupe, se termine par un volant en bois ou en matière isolante, et est filetée sur une partie de sa hauteur, de façon à se déplacer dans le sens vertical lorsqu'on tourne le volant.

Ces robinets, fabriqués en série et vendus à très bas prix, ne sont en général pas étanches, le contact entre le clapet et son siège étant toujours mauvais, et le bronze très mou employé ne pouvant jamais être très bien rodé.

Les robinets un peu soignés, comme celui de la figure 292, possèdent un disque en métal mou, par exemple en cuivre rouge, qui, en s'écrasant, forme une obturation meilleure. Ce disque est interchangeable, et peut être remplacé quand il est usé.

D'autres (*fig. 293*) sont munis d'une rondelle demi-dure, en composition spéciale, formant joint étanche, et pouvant aussi être remplacée après usure.

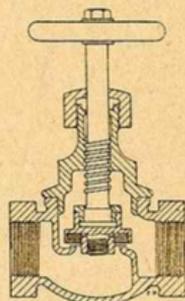


FIG. 293.

Dans ce genre, les rondelles en composition Jenkins, fabriquées en Amérique et vendues dans le monde entier, sont les plus connues et les plus réputées.

Nous avons dit précédemment que ce type de robinet, employé seulement dans les systèmes de chauffage en cycle fermé, ne permet pas de

réglage, et est presque entièrement ouvert dès que la soupape est simplement décalée de son siège (p. 265, fig. 195).

Aussi son emploi oblige-t-il, sauf dans le système à un seul tuyau, à placer du côté du retour d'eau condensée, soit un second robinet, soit un clapet de retenue, soit un petit purgeur automatique laissant passer l'eau et retenant la vapeur.

Les modèles de clapets de retenue sont excessivement nombreux, et les deux figures ci-jointes, 294 et 295, montrent les dispositions les plus communes entre cent autres. En

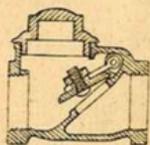


FIG. 294.

réalité, ce sont des valves comme celles des robinets, dont les clapets oscillent autour d'un axe, au lieu d'être commandés par un volant et une tige verticale.

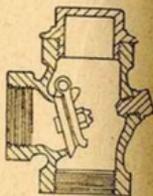


FIG. 295.

On fait des clapets aussi légers que possible, de manière que, lorsqu'ils

sont noyés dans l'eau, ils présentent le minimum de résistance à la circulation. On réserve toujours un gros bouchon de visite, pour permettre le démontage du clapet et sa réparation, et aussi, le plus souvent, un petit bouchon permettant de décoller le clapet lorsqu'il s'immobilise sur son siège, par suite de l'oxydation.

#### ROBINETS RÉGLABLES

Depuis les brevets américains Tudor, des 19 mai et 9 juin 1885 (voir p. 273), on peut compter par centaines les différents modèles de robinets dits à réglage, inventés par les constructeurs français, allemands, anglais

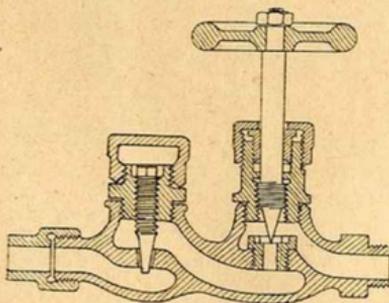


FIG. 296.

et américains, dans le but de régler une fois pour toutes la quantité maximum de vapeur qui sera admise dans le radiateur, étant donné sa surface, puis de permettre le réglage depuis ce maximum jusqu'à 0, suivant la quantité de chaleur dont on a besoin à un moment donné.

En France, le robinet à pointeau de M. Grouvelle semble être le premier qui ait tendu à résoudre le problème.

Dans le livre de M. Denfer (*Fumisterie, Chauffage et Ventilation*), pu-



blié en 1896, on voit que ce robinet se composait de deux organes, savoir (fig. 296):

1<sup>o</sup> Un régleur, qui avait pour but de déterminer par tâtonnement l'orifice de passage maximum, au moyen d'une tige filetée, terminée par une partie tronconique, et qu'on faisait descendre dans un siège de clapet, pour réduire dans la proportion voulue la section restant libre entre le cône et le siège ;

2<sup>o</sup> Une soupape, comprenant un pointeau, manœuvré par un volant, de manière à venir pénétrer plus ou moins dans un orifice un peu plus grand que l'orifice jaugé de l'organe précédent.

Cette disposition réalisait bien le programme de détentes successives que l'on s'était fixé.

**Robinet Grouvelle et Arquembourg** (fig. 297). — Plus tard, à la suite de simplifications, le premier organe de réglage fut réuni au second, et, dans le modèle qui figura à l'Exposition Universelle de 1900, on ne trouve plus qu'un seul robinet, comprenant toujours le pointeau, qui vient obturer un orifice jaugé, de section variable suivant la surface du radiateur.

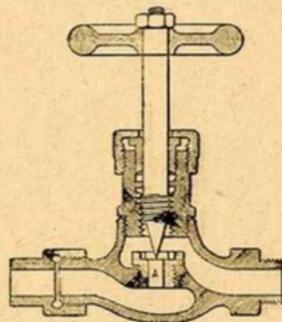


FIG. 297.

Cet orifice est déterminé une fois pour toutes pour une surface donnée et une pression déterminée, comme l'indiquent, par exemple, les Cahiers des Charges de la Marine française, qui imposent souvent le robinet à pointeau pour les appareils de chauffage des navires.

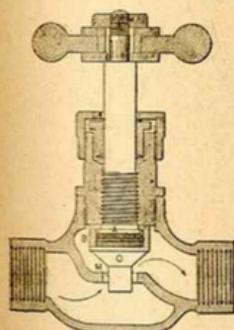


FIG. 298.

Toutefois, comme il est à peu près impossible de calculer, d'une manière précise, les pertes de charges dans les canalisations, et de connaître rigoureusement la pression de vapeur qui existera dans une conduite à une certaine distance de la chaudière, l'orifice jaugé est percé dans un organe mobile A, interchangeable, vissé dans le siège du robinet, de manière à pouvoir le changer, au moment de l'essai, par un autre, d'orifice plus ou moins grand, si c'est nécessaire.

**Robinet Mathelin et Garnier.** — On pouvait voir, du reste, à la même Exposition de 1900, un robinet, dit *robinet sanitaire*, de MM. Mathelin et Garnier, basé sur un principe identique, et permettant à l'essai un réglage analogue.

Ce robinet (*fig. 298*) se compose encore d'un pointeau descendant plus ou moins dans un orifice ; mais, au lieu de jauger la section de l'orifice et de changer l'organe dans lequel celui-ci est percé, ce robinet a un orifice M, immuable, et c'est le pointeau O qui est mobile, et vissé en A dans un manchon B. En donnant un diamètre convenable à l'organe O, et, en changeant au moment de l'essai, si c'est nécessaire, cet organe par un autre de diamètre plus ou moins grand, on arrive par tâtonnements à la section juste et suffisante.

**Robinet Leroy et C<sup>ie</sup>.** — La méthode de MM. Leroy et C<sup>ie</sup> est différente, et se rapproche davantage de l'idée du premier robinet Tudor, à boisseau, tandis que les précédents suivent plutôt l'idée du second robinet Tudor, à pointeau, avec lequel ils présentent une analogie curieuse.

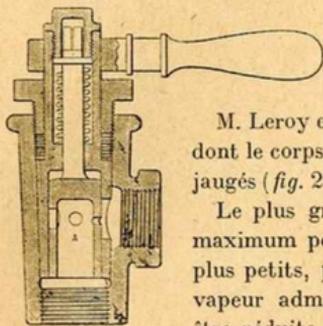


FIG. 299.

M. Leroy employait, en 1884, un robinet à boisseau, dont le corps était creux, et percé d'orifices circulaires jaugés (*fig. 299*)<sup>1</sup>.

Le plus grand orifice correspondait à l'ouverture maximum permise, et une série de trous, de plus en plus petits, permettaient de réduire la quantité de vapeur admise. La section de ces orifices pouvait être réduite, en outre, au moment de l'essai, s'il était nécessaire, en coulant de l'étain dans les trous trop grands, et en faisant ensuite dans l'étain le trou de diamètre réduit, au moyen d'une pointe en acier.

Ce mode de réglage, comme celui des robinets précédents, du reste, a un très gros inconvénient, parce qu'il oblige l'ouvrier à démonter le robinet, c'est-à-dire à arrêter le chauffage, pendant le temps du changement de pièce. Le réglage, par ce moyen, est très long et très coûteux. Il faut allumer la chaudière et la mettre en pression normale ; puis, après vérification et constatation du mauvais réglage, laisser tomber la pression, démonter les robinets, les rectifier, remettre la chaudière en pression, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on ait obtenu un résultat parfait.

On comprend que, pour une installation importante, un tel réglage dure plusieurs jours, et doit être fait par un monteur très compétent, très patient et très exercé.

1. C'est aussi, croyons-nous, le principe du robinet plus moderne des Établissements Grouvelle et Arquembourg dit « Robinet Revolver », dans lequel les trous sont placés sur un disque horizontal, et non plus sur le boisseau.



Aussi, dès 1895, M. Leroy fit-il breveter son *robinet progressif à ra-*  
*nure*, à double réglage (*fig. 300*).

Ce robinet progressif se compose de deux parties identiques, dont l'une, fermée par un chapeau, est réglée par le constructeur, et l'autre, munie d'un volant de manœuvre, avec index et cadran indicateur, est à la disposition des personnes qui veulent faire varier le chauffage. Chaque partie se compose d'un boisseau en bronze, sur lequel est creusée une cannelure triangulaire, à pointe excessivement effilée; la pointe extrême du triangle correspond à 0, c'est-à-dire à la fermeture complète; la base correspond à l'ouverture totale, c'est-à-dire à la section du tuyau d'amenée.

Ce robinet est parfait; le réglage est excessivement précis et facile à faire; il peut être modifié très simplement, en dévissant le chapeau du régleur, et en rectifiant la position du boisseau, et ceci sans arrêter le chauffage.

Toutefois, il est un peu coûteux, à cause du poids de bronze qui rentre

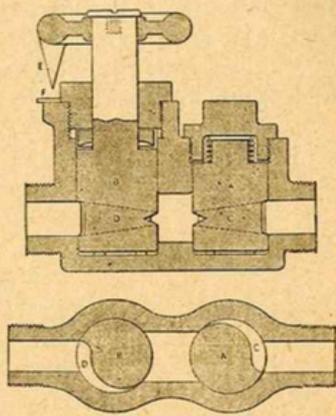


FIG. 300.

dans sa construction.

Aussi, en présence de l'envahissement du marché français par les nombreux systèmes de robinets du commerce, beaucoup moins précis, mais d'un extrême bon marché, MM. Leroy et C<sup>ie</sup> ont-ils créé, en 1905, leur robinet type D, bien qu'ils l'apprécient moins que leur robinet progressif.

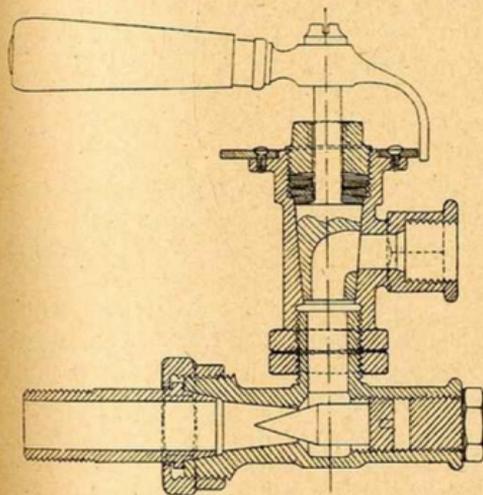


FIG. 301.

Ce robinet (*fig. 301*) se compose de deux parties:

- 1° Un boisseau creux, commandé par une manette, avec index indicateur de l'ouverture se déplaçant sur un cadran gradué;
- 2° Un régleur, composé d'un orifice jaugé par un pointeau mobile,

réglable par un pas de vis, et suivi d'une tubulure de détente amortisseur de bruit.

Les deux parties sont indépendantes, et vissées l'une sur l'autre, de manière à pouvoir prendre toutes les positions que nécessite la disposition du tuyau d'arrivée de vapeur.

Ce robinet, très simple, orientable à volonté, est d'un emploi très commode, et son réglage est assez précis.

**Robinet Sulzer frères.** — Ce robinet (*fig. 302*) est du type à boisseau. L'ouverture du boisseau, placée devant la tubulure d'arrivée, peut être réduite à volonté, pour le réglage fait à l'origine par les constructeurs, au moyen d'un déplacement vertical que produit une vis, relevant ou abaissant plus ou moins le boisseau dans sa chambre. Ce réglage peut également être fait ou rectifié avec beaucoup de précision, pendant la marche, et sans arrêter le fonctionnement du chauffage.

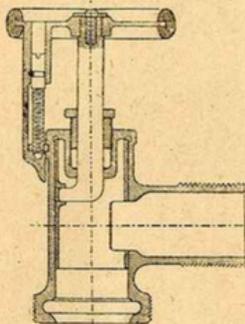


FIG. 302.

Nous n'avons pas la prétention de décrire ici tous les robinets des constructeurs, qui sont pour la plupart arrivés maintenant à un point touchant presque la perfection. Ces robinets, au surplus, sont basés sur des principes analogues.

**Robinets du commerce.** — On trouve maintenant dans le commerce des centaines de robinets, de construction française, américaine, mais surtout des robinets allemands, dont la qualité et la perfection, hélas ! n'égalent pas la variété, et ne sont compensées que par l'extrême bon marché <sup>1</sup>.

Les dispositions sont plus ou moins heureuses, et les quelques types que nous décrirons, au hasard, n'ont pour but que de fixer les idées sur les principes appliqués.

On trouve dans un grand nombre de catalogues le régleur représenté par la figure 303, et qui doit être complété par un robinet du type valve ou boisseau.

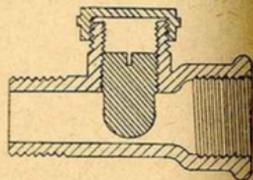


FIG. 303.

1. Espérons que les robinets allemands, dont l'extrême modicité de prix ne compensait pas l'infériorité manifeste, ont disparu pour longtemps de notre marché.

Ce régleur, en bronze, est un simple té, dans la branche verticale duquel est placé un bouchon fileté, qu'on descend plus ou moins dans le passage du tuyau de vapeur pour réduire sa section.

Dans une autre disposition (*fig. 304*), fournie aussi par plusieurs marchands d'accessoires et de raccords de chauffage, le cylindre fileté obturateur est placé dans le robinet même, au-dessous du siège du clapet.

La forme la plus commune et la plus défectueuse, dont d'innombrables

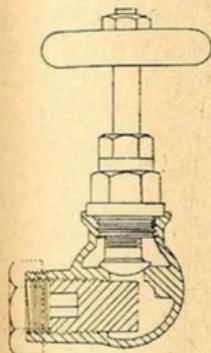


FIG. 304.

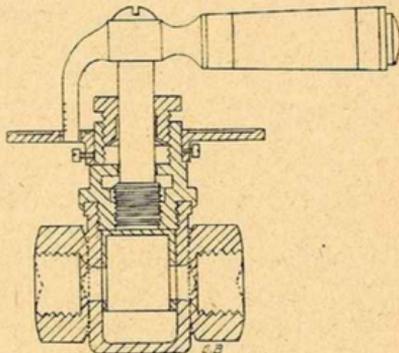


FIG. 305.

constructeurs allemands avaient infecté la France, est représentée par la figure 305.

C'est un simple robinet à boisseau, commandé par une tige, avec poignée et index se déplaçant sur un cadran gradué.

La tige est munie d'un pas de vis, de sorte qu'en lui faisant faire un tour complet on déplace la position de l'ouverture du boisseau, en face de l'ouverture, d'une hauteur égale à celle du pas de vis.

En faisant faire un certain nombre de tours, on peut donc arriver à descendre assez le boisseau pour que l'ouverture n'ait plus que la section nécessaire.

Toutefois, ce réglage n'est pas assez précis, parce que l'index, se déplaçant dans une cannelure du cadran, doit toujours revenir à son point de départ, c'est-à-dire que le boisseau ne peut descendre ou monter que d'une hauteur correspondant à un tour complet de la tige. Il arrive fréquemment qu'un tel robinet, trop ouvert dans une certaine position, est trop fermé quand on a descendu son boisseau de la hauteur égale à un tour.

Pour obtenir un bon réglage par cette méthode, il faudrait pouvoir le faire par fractions de tour, ce qui est impossible avec la disposition de ce type de robinet.

**Robinet Chappée et fils.** — MM. Chappée et fils avaient autrefois un type de robinet auquel ils semblent avoir renoncé, car il a disparu de leur *Catalogue*. Ce robinet (*fig. 306*) était certainement bien meilleur et

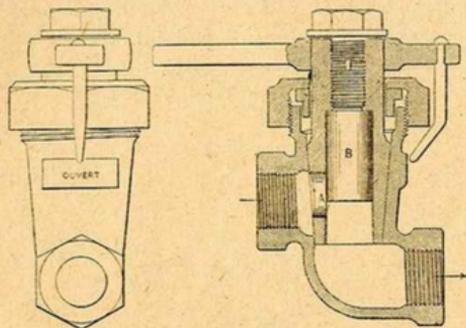


FIG. 306.

permettait un réglage beaucoup plus précis que les robinets allemands ci-dessus.

C'est encore un robinet à boisseau, mais le boisseau est placé dans une position verticale immuable, et ne peut se déplacer que dans le sens de la rotation, pour ouvrir ou fermer plus ou moins l'arrivée de va-

peur au radiateur. Le réglage peut se faire d'une manière très précise par le déplacement, dans l'intérieur du boisseau creux, d'un obturateur cylindrique qui vient se placer devant l'ouverture de ce boisseau.

Réglage précis, réglage pendant le fonctionnement du chauffage, ce robinet réunissait évidemment un grand nombre des bonnes qualités demandées à un robinet de chauffage. On peut remarquer, du reste, son analogie avec le système de réglage du robinet américain Tudor, du 9 juin 1885 (*fig. 209*.)

**Robinet Barré et Juranville.** — L'idée a été reprise par MM. Barré et Juranville, qui emploient dans leurs installations, et vendent, dans le commerce, un robinet dont le système de réglage (*fig. 307*) est identiquement celui de l'ancien robinet Chappée.

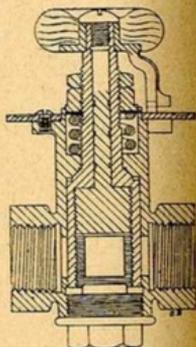


FIG. 307.

On peut remarquer toutefois, dans ce robinet, quelques dispositions heureuses pour certains détails de construction. Par exemple, le boisseau est cylindrique, et non conique, ce qui assure une manœuvre très douce, sans crainte de coincement, et sans nécessité de rodages périodiques. Il n'y a pas de presse-étoupe, le joint du boisseau se faisant par frottement de deux parties coniques rodées, maintenues en contact par un écrou extérieur, disposition presque identique à celle du robinet Broomell (*fig. 217*). Ce robinet, sans avoir la précision des robinets des constructeurs précédemment cités, peut

certainement être considéré comme l'un des meilleurs parmi les modèles en vente dans tout le commerce.

Nous croyons que les Établissements Leroy ont perfectionné une disposition basée sur ce principe, qu'ils appliquent maintenant dans leurs installations.

**Robinet Idéal** (fig. 308). — La Compagnie Nationale des Radiateurs fournit en ce moment un robinet à double réglage, caractérisé par un boisseau intérieur dont l'ouverture est taillée, en biseau et se déplace devant l'arrivée de vapeur pour le premier réglage, fait par le constructeur à la mise en route de son installation, et dont le second réglage, à la disposition des personnes qui sont chauffées par le radiateur, est un clapet conique.

Ce robinet est très sensiblement plus précis que tous les robinets du commerce en usage jusqu'ici.

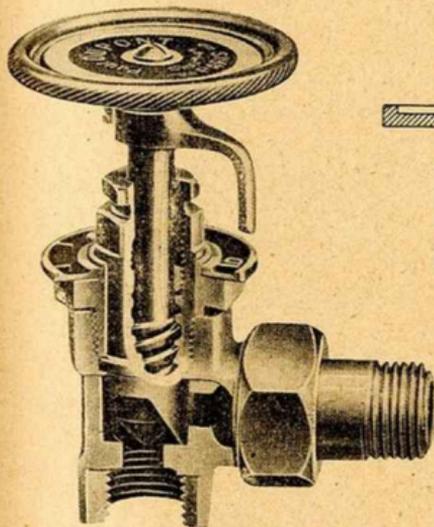


FIG. 308.

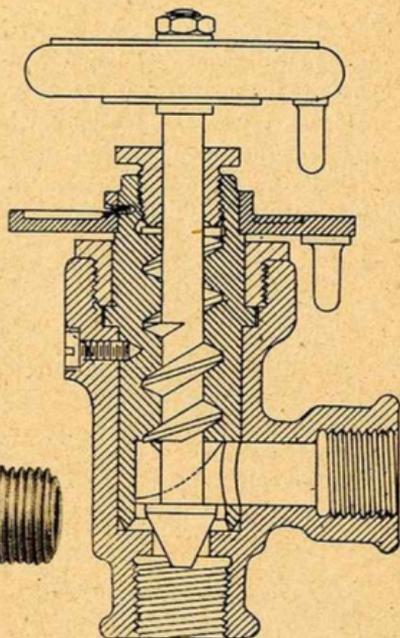


FIG. 309.

**Robinet de précision GD** (fig. 309). — Avec une disposition analogue, le robinet GD réunit à la fois le système d'ouverture à section progressive du robinet progressif Leroy (fig. 300) pour le boisseau extérieur de réglage, et le pointeau du robinet Tudor (fig. 210).

Dans ce robinet, la position verticale avec tubulures d'équerre est

seule possible, car la vapeur, détendue après son passage par l'ouverture progressive du boisseau, ne doit pas venir barboter dans l'eau qui reste toujours à la partie inférieure des robinets droits. Ce barbotage, outre le bruit désagréable qu'il produit, nécessite une très légère pression, que le réglage du boisseau a précisément pour objet de réduire au strict minimum.

Nous arrêtons ici cette description des robinets à réglage du commerce, dont on trouvera facilement une centaine de variétés différentes dans les catalogues des marchands d'accessoires de chauffage.

### V. — PURGEURS D'AIR

Les systèmes de chauffage à réglage en cycle ouvert n'ont pas besoin comme nous l'avons dit, de purgeurs d'air, l'évacuation de l'air contenu dans les radiateurs au moment de l'ouverture des robinets, et son retour après leur fermeture, se faisant par les tuyaux de retour d'eau condensée, avec ou sans addition d'évents.

Mais les purgeurs d'air restent indispensables pour les chauffages en cycle fermé, à un ou deux tuyaux.

**Purgeur à main.** — Les purgeurs à main sont, en général, de simples

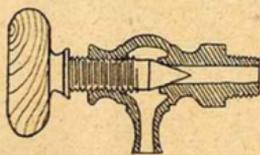


FIG. 310.

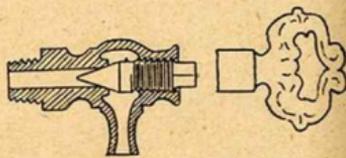


FIG. 310 bis.

petits robinets à pointeau, dont la manœuvre se fait au moyen d'un volant en bois (*fig. 310*), ou d'une clef à carré (*fig. 310 bis*).

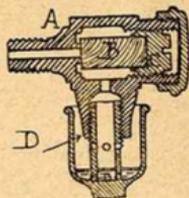


FIG. 311.

On emploie aussi quelquefois des petits robinets à boisseaux, comme les robinets de jauge et de niveau d'eau.

La plupart des purgeurs d'air automatiques employés en France sont de construction américaine, de nombreux étaient allemands avant la guerre, on en trouve maintenant quelques-uns provenant des usines de décolletage françaises.

**Purgeur Jenkins.** — Le plus ancien et le plus connu est le purgeur

Jenkins (*fig. 311*). Il se compose d'un petit corps de robinet en cuivre, poli ou nickelé, composé d'une tubulure A qui se visse sur le radiateur, d'une tubulure D ouverte à l'atmosphère, et d'un cylindre B, en composition dilatable, monté sur une vis de réglage C.

Tant que l'air seul passe par les tubulures A et D, le cylindre B est contracté, et laisse la tubulure A ouverte. Aussitôt que la vapeur arrive, le cylindre B se dilate, et ferme l'ouverture; la vis B sert à régler la position du cylindre B, pour que cette dilatation soit juste suffisante pour fermer l'orifice.

Il s'écoule presque toujours, en même temps que l'air, des gouttes d'eau, qui mouillent et tachent les parquets. Aussi est-il utile de compléter ces purgeurs par une coupe, ou recueille-gouttes, placée sous la tubulure A, et qui reçoit les gouttes d'eau et les laisse s'évaporer peu à peu.

**Purgeur d'air Davis** (*fig. 312*). — Ce purgeur est analogue comme disposition et comme principe, et, de même que le purgeur Jenkins, il comporte un cylindre dilatable, qui laisse passer l'air et arrête la vapeur.

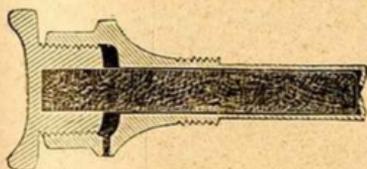


FIG. 312.

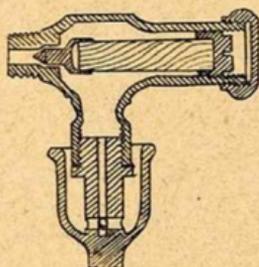


FIG. 313.

**Purgeur Monash** (*fig. 313*). — Sur le même principe est basé le purgeur Monash, dont le cylindre dilatable commande un pointeau, qui ferme l'ouverture de communication avec le radiateur quand la vapeur arrive.

Ce purgeur d'air est souvent aussi complété par une petite coupe recueille-gouttes.

**Purgeur Heintz** (*fig. 314*). — La maison Heintz, et tous les imitateurs de son procédé, construisent de petits purgeurs d'air, basés sur le même principe que les purgeurs de vapeur et d'eau. Un tube écroui déformable contient un liquide dilatable à basse température. Lorsque la vapeur arrive, ce tube se dilate, et le pointeau placé à l'extrémité libre vient fermer la tubulure de communication avec le radiateur.

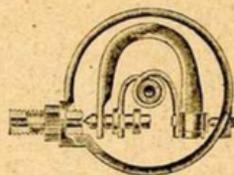


FIG. 314.

**Purgeur Duplex** (fig. 315). — Ce purgeur, qui peut servir pour les radiateurs à eau et à vapeur, possède à la fois un corps dilatable sous la température de la vapeur, et un flotteur qui se soulève dans le cas de l'eau. Sa tubulure de communication avec le radiateur est percée de deux trous, l'un au-dessus pour laisser passer l'air, l'autre au-dessous pour l'eau. De cette manière on évite les coupes recueil-gouttes, l'eau étant ramenée au radiateur.

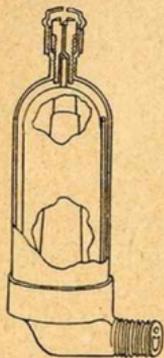


FIG. 315.

Du même ordre sont les purgeurs d'air américains et allemands Norwal, Arion, Acme, Van Aucken, Breck, etc., qui n'intéressent que médiocrement le système de chauffage en cycle ouvert, sauf pour certains radiateurs que des dispositions locales obligent à placer en dérivation sur le circuit.

## VI. — DES SURFACES DE RADIATION

On appelle *surfaces de chauffe directes*, ou *radiateurs directs*, des appareils placés dans des locaux à chauffer, et transmettant leur chaleur uniquement par radiation et par convection, c'est-à-dire sans introduction d'air neuf dans les locaux chauffés. Ces surfaces, ou *radiateurs directs*, peuvent, du reste, être placés directement dans les salles sans aucune enveloppe de protection, c'est-à-dire être complètement apparents, ou être dissimulés derrière des enveloppes plus ou moins ajourées, de façon à permettre l'émission de la chaleur par suite de la circulation de l'air du local qui se produit à leur contact.

On appelle *surfaces de chauffe*, ou *radiateurs indirects*, ceux qui sont disposés dans des enveloppes en métal, en bois, en maçonnerie, et placés, soit dans les locaux chauffés, soit dans des locaux adjacents, dans des niches ou dans des gaines verticales réservées dans les murs, ou encore sous forme de batteries placées dans les sous-sol, et qui ne chauffent que par arrivée d'air pris à l'extérieur, échauffé à leur contact, et distribué dans les locaux à chauffer par des ouvertures, des grilles ajourées ou des bouches de chaleur.

Enfin les Américains donnent le nom de *radiateurs directs-indirects* à des appareils placés dans les locaux eux-mêmes, qu'ils chauffent par rayonnement, et recevant néanmoins une arrivée d'air extérieur, qui s'échauffe sur une partie de leur surface avant d'être émis dans le local.

Les appareils employés dans les trois cas sont identiquement les

mêmes, et nous allons les passer successivement en revue, avant de montrer leurs applications différentes.

## DES SURFACES A AILETTES

Les surfaces à ailettes sont appliquées depuis fort longtemps en France, aussi bien pour les chauffages à vapeur que pour les chauffages à eau chaude, et sous les formes les plus variées.

On leur reproche en vain, bien qu'avec juste raison, d'être des réceptacles à poussières à peu près impossibles à nettoyer. Leur bas prix, leur facilité d'installation, les variétés considérables de leurs formes, en maintiendront longtemps l'emploi.

La forme la plus commune est le tuyau en fonte, à ailettes circulaires, moulé mécaniquement, et connu sous le nom de *tuyau à ailettes* (fig. 316).

Le tuyau à ailettes se construit en longueurs courantes de 1 mètre, 1<sup>m</sup>,50, 2 mètres et 2<sup>m</sup>,50, mais peut aussi se faire sur commande en toutes longueurs intermédiaires, depuis 0<sup>m</sup>,50 jusqu'à 2<sup>m</sup>,50; le diamètre intérieur le plus courant est de 70 millimètres, mais on emploie aussi des tuyaux à ailettes de 100 millimètres de diamètre intérieur. Les diamètres

des ailettes sont de 160, 175, 180, 190, 210 millimètres, et, suivant le plus ou moins grand nombre d'ailettes réparties sur une longueur de 1 mètre, on obtient des surfaces de chauffe de 1<sup>m</sup>²,30, 1<sup>m</sup>²,65, 1<sup>m</sup>²,80, 2<sup>m</sup>²,10, 2<sup>m</sup>²,35 ou 2<sup>m</sup>²,50 par mètre de longueur de tuyau.

Les assemblages de ces tuyaux entre eux, ou avec leurs pièces de raccords, se font par joints de brides, avec interposition de rondelles en filasse, minium ou céruse, ou en amiante, ou en plomb, ou de joints spéciaux

dont nous parlerons plus loin, serrés par quatre ou six boulons. Pour plus de facilité, les diverses fonderies françaises ont uniformisé les diamètres de brides, qui ont en



FIG. 316.

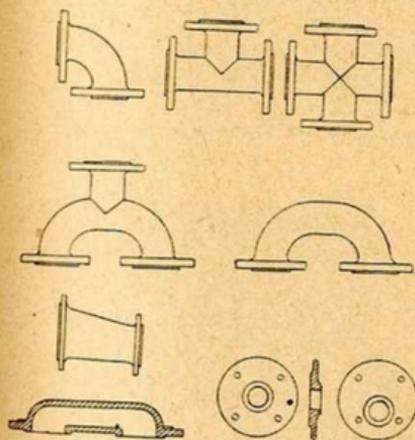


FIG. 317.

général 160 millimètres pour les tuyaux de 70 millimètres intérieur, et 190 millimètres pour ceux de 100 millimètres. Les boulons, de 11 millimètres de diamètre et 65 millimètres de longueur, sont répartis sur un diamètre de 130 millimètres pour les premiers, et 154 millimètres pour les seconds.

Les pièces d'assemblages, brides, coudes, coudes doubles, tés, croix, etc., sont à peu près les mêmes pour toutes les fonderies (*fig. 317*).

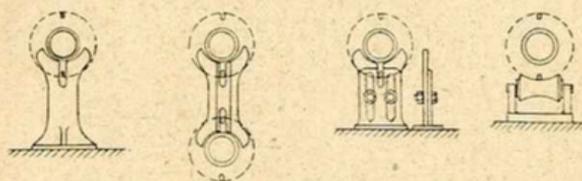


FIG. 318.

Les supports de ces surfaces se font en fer ou en fonte; on trouve dans les fonderies des supports en fonte, fixes ou à rouleaux permettant la dilatation, avec lesquels on peut faire des montages dans toutes les dispositions possibles nécessitées par les emplacements (*fig. 318*).

Certaines fonderies construisent des tuyaux à ailettes carrées ou rectangulaires, plus faciles à placer (*fig. 319*).

Le rendement est, en général, moins uniforme



FIG. 319.

que pour les tuyaux à ailettes circulaires, dont tous les points sont à

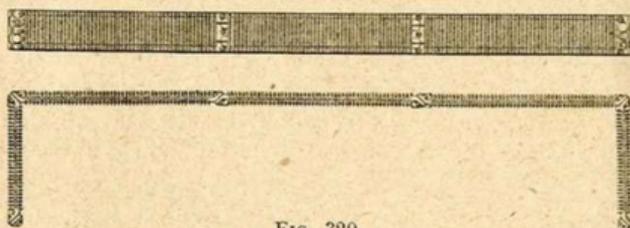


FIG. 320.

égale distance de la vapeur, et, par suite, à la même température.

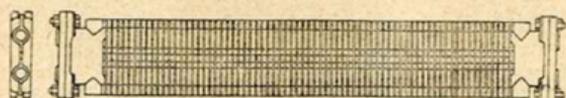


FIG. 321.

On fait aussi des tuyaux très plats, destinés à être placés le long des plinthes, apparents ou dissimulés. Les

figures 320, 321 et 322 représentent respectivement les tuyaux de MM. Chappée et fils (encombrement : 0<sup>m</sup>,15 de haut, 0<sup>m</sup>,05 de large ; surface

de chauffe: 1 mètre carré par mètre courant), ceux des fonderies de

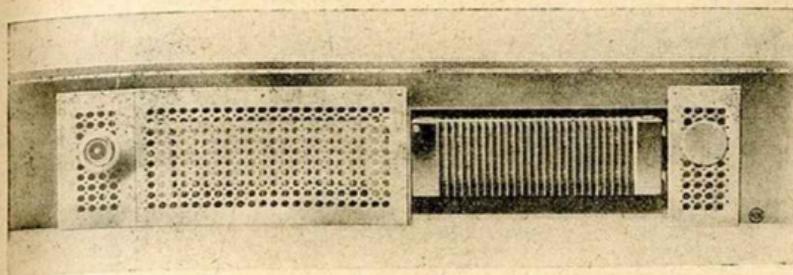


FIG. 362.

Brousseval (0<sup>m</sup>,18 de haut, 0<sup>m</sup>,042 d'épaisseur; surface de chauffe: 1 mètre carré par mètre courant), et ceux de la Compagnie Nationale des Radiateurs (fig. 322), hauteur 0<sup>m</sup>,15, épaisseur 0<sup>m</sup>,05, qui se font en 2 longueurs 1 mètre et 0<sup>m</sup>,50, qui s'assemblent par mamelons, comme les radiateurs, surface de chauffe 1 mètre carré par mètre courant; ils sont désignés sous le nom de *radiateurs de plinths*.

Enfin on construit aussi des poêles à ailettes (fig. 323), composés d'éléments de 0<sup>m</sup>,66, 0<sup>m</sup>,96, 1<sup>m</sup>,25 de longueur, 0<sup>m</sup>,145 d'épaisseur, qui se superposent par rangées, de chacune 0<sup>m</sup>,205 de hauteur, pour former la surface de chauffe nécessaire, dans l'emplacement dont on dispose.

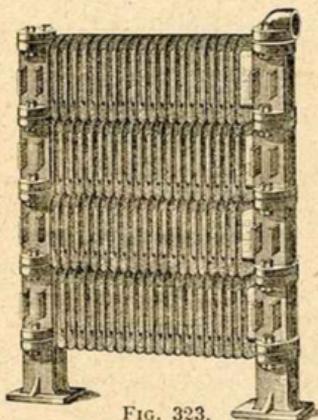


FIG. 323.

Des poêles à ailettes analogues peuvent être aussi établis avec des élé-

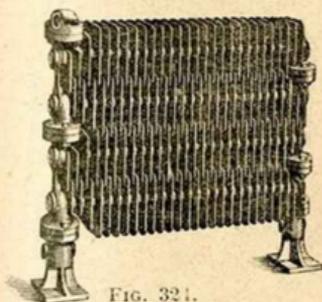


FIG. 321.

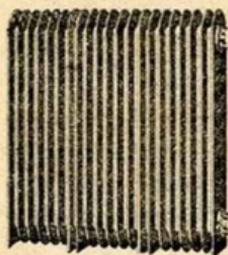


FIG. 325.

ments carrés, montés en forme de serpents, et présentant une solution de continuité depuis l'entrée jusqu'à la sortie (fig. 324).

On constitue encore des poêles à ailettes, ou radiateurs à ailettes, composés d'éléments verticaux, de 0<sup>m</sup>,60 de haut, 0<sup>m</sup>,15 de saillie, et 0<sup>m</sup>,18 de largeur, assemblés côte à côte, soit par joints à boulons, soit par mameçons filetés, exactement comme les radiateurs (*fig. 325*). Chaque élément a 1 mètre carré de surface de chauffe.

Pour tous ces poêles et radiateurs à ailettes le rendement est, en général, assez faible, en raison de la grande longueur des ailettes, qui donnent

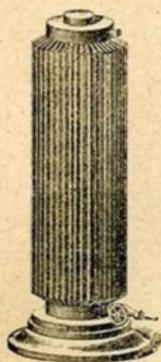


FIG. 326.



FIG. 327.

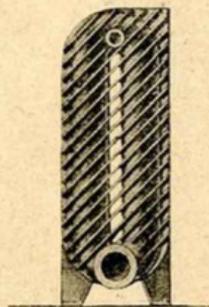


FIG. 328.

une transmission défectueuse, et il n'est guère possible de compter un rendement supérieur à 5 ou 600 calories par mètre carré de surface de chauffe, c'est-à-dire que ces appareils condensent 1 à 1<sup>kr</sup>,2 de vapeur par mètre carré.

Certains constructeurs adoptent des dispositions de radiateurs verticaux à ailettes, de forme cylindrique. Nous citerons, entre autres, l'ancien radiateur des Établissements Leroy (*fig. 326*), cylindrique, qui se construisait en divers diamètres, de 0<sup>m</sup>,20 à 0<sup>m</sup>,45 extérieur, et de 1 mètre à 1<sup>m</sup>,30 de haut, présentant des surfaces de chauffe de 1<sup>m</sup>²,30 à 8 mètres carrés.

Le rendement de ces radiateurs verticaux ne dépasse pas celui des poêles à ailettes précédents.

Certains constructeurs construisent des radiateurs à ailettes inclinées (*fig. 327 et 328*), qui ont l'avantage de créer des courants obliques et d'éviter en partie les poussières qui se déposent le long des murs avec les appareils ordinaires.

Les ailettes en fonte sont cassantes, et il est assez difficile, sauf en employant des emballages coûteux, de transporter les tuyaux à ailettes par chemin de fer sans les casser. Certains constructeurs préfèrent, malgré

les prix élevés, des tuyaux en fonte coulés avec des ailettes en tôle, sur lesquels ces ailettes sont soudées (fig. 329).

D'autres emploient, et surtout pour les chauffages à haute pression, des ailettes en tôle, soudées ou emmanchées à force sur des tuyaux en fer. Le contact entre l'ailette et le tuyau est en général imparfait, et ces tuyaux ont, le plus souvent, de très mauvais coefficients de transmission.

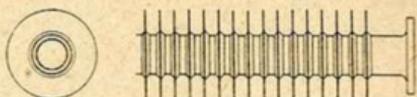


FIG. 329.

Les fonderies fabriquent aussi des tuyaux à ailettes verticales, destinés surtout à être placés dans des enveloppes ou dans des gaines, et à chauffer l'air circulant à leur contact (fig. 330, 331, 332).

Ces tuyaux se font par bouts de 1 mètre à 1<sup>m</sup>,50, de 0<sup>m</sup>,40 et 0<sup>m</sup>,60 de diamètre intérieur, filetés intérieurement, pour être assemblés par joints vissés, lorsqu'ils doivent recevoir de la vapeur (fig. 331), ou assemblés par le système de joint Petit, à garniture de caoutchouc (fig. 330), lorsqu'ils sont utilisés pour le chauffage par l'eau chaude. Leur surface de chauffe est, en général, de 0<sup>m</sup>2,6 à 0<sup>m</sup>2,7 par bout de 1 mètre.



FIG. 330.

Le rendement est assez médiocre, et ces tuyaux à ailettes ne sont guère employés que dans les installations de chauffage par gaines, dont nous parlerons plus loin, et que ses inconvénients tendent peu à peu à faire disparaître.

En Amérique et en Angleterre on emploie très peu les tuyaux à ailettes. Tout au plus, pour les surfaces de chauffe indirectes, destinées à être placées en batteries au plafond des sous-sols, on fait usage d'éléments à ailettes très courtes, assemblés ensemble, comme les radiateurs lisses dont nous parlerons plus loin, par des manchons filetés biconiques.



FIG. 331.

La Compagnie Nationale des Radiateurs construit en plus son radiateur de plinthe (fig. 332) un modèle de ces appareils, qu'elle appelle

*radiateurs Excelsior* (fig. 333). Il se compose de deux tuyaux en fonte superposés, de 40 millimètres intérieur, raccordés à leurs extrémités, le tuyau inférieur étant en pente légère par rapport au tuyau supérieur, pour faciliter l'écoulement de l'eau vers la tubulure de sortie. Ces tuyaux

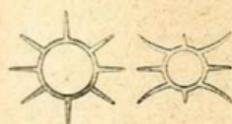


FIG. 332.

sont munis de très petites ailettes, en forme de demi-ailettes alternées.

## LE CHAUFFAGE DES HABITATIONS

Une section a une longueur de 0<sup>m</sup>,93 (36 pouces), une hauteur de 0<sup>m</sup>,20 au point le plus haut, et une surface de chauffe de 1<sup>m</sup><sup>2</sup>,12; elle peut condenser environ 1<sup>kg</sup>,2 de vapeur à basse pression.

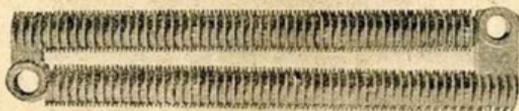


FIG. 333.

On les assemble en batteries au moyen de bagues courtes (86 millimètres d'axe en axe) ou de bagues longues (110 millimètres d'axe en axe).

## RADIATEURS D'AUTOMOBILES

Enfin, on emploie quelquefois, et principalement pour les appareils dissimulés, les radiateurs des types utilisés dans l'industrie automobile pour refroidir l'eau de la circulation des moteurs (fig. 334). Ce sont, en

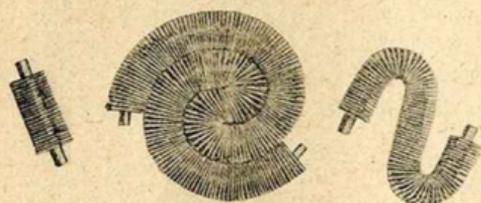


FIG. 334.

général, des serpentins en tubes de cuivre, sur lesquels sont enfilées à frottement de petites ailettes. Découpées en leur centre d'une manière ou d'une autre, soudées avec le tuyau, ou rendues simplement adhérentes par

un gonflement du tuyau à la presse, en cuivre ou en tôle, unies ou ondulées, suivant les constructeurs, ces ailettes augmentent la surface de chauffe du tuyau, mais peu sa puissance de radiation; 1 mètre carré de surface d'un tel radiateur condense à peine 0<sup>kg</sup>,8 à 1 kilogramme de vapeur; et ces types de tuyaux, admirables réceptacles de poussières, impossibles à nettoyer, sont peu employés.

## LES RADIATEURS

Les radiateurs, dont l'usage nous vient d'Amérique, sont des surfaces en fonte à parois lisses, décorées ou non d'ornements venus de fonte, et composées d'éléments assemblés l'un à l'autre, de manière à former les

surfaces de chauffe nécessaires, soit avec un certain nombre d'éléments hauts, soit avec un nombre plus grand d'éléments bas.

C'est vers 1892 ou 1893 que furent importés en France les premiers radiateurs américains. Ils étaient alors composés d'un socle creux, à un ou plusieurs compartiments, sur lequel on vissait des colonnes ou élé-

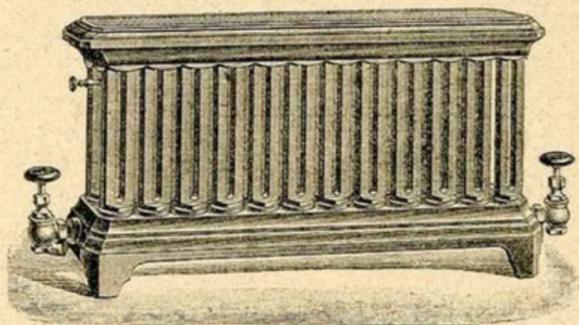


FIG. 335.

ments en fer ou en fonte (*fig. 335*). Le socle avait une forme rectangulaire, ou circulaire, ou autre, pour que l'appareil puisse facilement être placé à l'emplacement disponible; les tubes étaient plus ou moins écartés, placés sur un ou plusieurs rangs; leur hauteur variait suivant les types. Enfin les extrémités supérieures des tubes étaient dissimulées par un couvercle, ajouré presque toujours, pour permettre la circulation de l'air autour des tubes.

Il semble qu'en France M. Henry Hamelle ait été le premier à importer des États-Unis un radiateur de ce genre, le radiateur Bundy, qu'il employa sur une vaste échelle dans ses anciennes installations de chauffage américain, en cycle fermé, à un seul tuyau.

On peut cependant rappeler qu'il existait, peut-être avant les importations de M. Hamelle, le chauffage d'un groupe scolaire de la ville de Paris installé par M. Monnot, rue Blomet et rue des Volontaires, et qui comprenait des radiateurs de ce type ou d'un type analogue.

Dans ce radiateur, les colonnes sont en fonte, à deux branches, à pans coupés, et le socle est disposé d'une manière rationnelle pour l'arrivée de vapeur et la sortie d'eau de condensation (*fig. 336*).

Peu après, M. Leroy introduisit en France les radiateurs américains Nason et fit, en 1893, avec ces appareils, l'installation de chauffage du pavillon Nélaton à l'hôpital Necker, qui fut la première application du chauffage par la vapeur à basse pression faite dans les hôpitaux de l'Administration de l'Assistance publique à Paris.

Le radiateur Nason (*fig. 337*) avait un principe de construction analogue à celui du radiateur Bundy, c'est-à-dire le socle creux inférieur et



FIG. 336.

le chapeau mobile supérieur ; mais les colonnes étaient en fer, vissées à la partie inférieure sur le socle, et fermées à la partie supérieure ; elles contenaient à l'intérieur un cloisonnement en tôle, destiné à produire une certaine circulation de vapeur (*fig. 338*), le socle étant lui-même divisé en deux parties superposées, celle du dessus recevant la vapeur, celle du dessous recueillant l'eau de condensation, et la

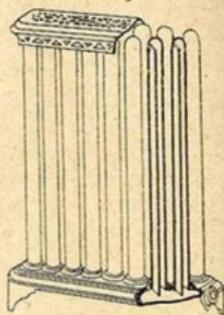


FIG. 337.

partition intérieure des colonnes descendant jusque dans la partie inférieure, pour favoriser cette circulation.

Les frais de transport, les droits de douane rendaient ces appareils très coûteux ; aussi un certain nombre de constructeurs, M. Leroy, MM. Grouvelle et Arquembourg, M. Lebœuf, essayèrent-ils de construire eux-mêmes leurs radiateurs.



FIG. 338.

Le radiateur Leroy fut probablement le premier en date.

Il se composait d'éléments placés côte à côte, et maintenus ensemble par deux tiges qui les traversaient en haut et en bas, et qui étaient serrées à bloc par des écrous aux extrémités. Les tiges étaient chauffées au rouge, puis les écrous vissés fortement à ce moment, de manière à ce que le serrage soit encore augmenté par la contraction des tiges au refroidissement (*fig. 339*).

Ces radiateurs eurent un grand succès, bien que le système de fixation laissât à désirer et dût être remplacé plus tard par les mamelons vissés, en usage actuellement dans tous les types de radiateurs. La forme était agréable à l'œil ; la fonte était épaisse et ne vibrait pas par la détente de la vapeur dans son passage dans le régleur du robinet, et, à ce point de vue, ces radiateurs sont encore aujourd'hui supérieurs aux radiateurs du commerce, excessivement minces, qui amplifient parfois d'une manière si désagréable ce bruit de détente, et nous donnent dans

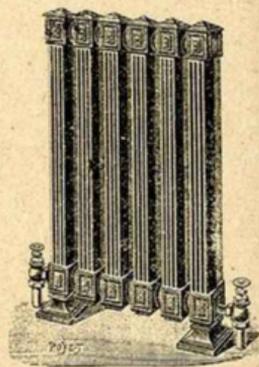


FIG. 339.

nos maisons l'impression d'être dans la chaufferie d'une usine.

Le radiateur Paul Lebœuf avait une disposition et une construction analogues.

Le radiateur Grouvelle et Arquembourg était assemblé, en haut et en bas, avec deux boîtes formant collecteurs de vapeur, et composé de un à douze éléments de 0<sup>m</sup>,47, 0<sup>m</sup>,62, 0<sup>m</sup>,77, 0<sup>m</sup>,92, ou 1<sup>m</sup>,12 de haut, présentant respectivement 0<sup>m</sup>2,25, 0<sup>m</sup>2,33, 0<sup>m</sup>2,45, 0<sup>m</sup>2,50 et 0<sup>m</sup>2,66 de surface de chauffe par élément (fig. 340).

A l'intérieur de chaque élément était judgeonné, en haut et en bas, un tube en acier ou en cuivre, et des ouvertures étaient réservées dans la base du socle, de manière à permettre une circulation d'air, qui montait à l'intérieur des tubes et sortait à la partie supérieure, par les ouvertures d'un couvercle ajouré.

Ces tubes avaient, en outre, pour but de maintenir entre les deux réservoirs de vapeur, en bas et en haut, les sections, munies d'un épaulement, de manière à former joint avec du mastic de fonte ou une autre disposition.

On retrouve, du reste, cette disposition en coupe dans la figure 341, extraite du *Catalogue* daté de 1898-1899, de M. Perdu aîné, fondeur-constructeur à Avallon.

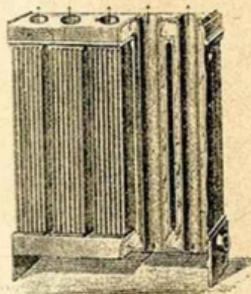


FIG. 341.

L'Exposition universelle de 1889 et, surtout, celle de 1900, nous révélèrent les radiateurs américains, tels qu'ils existent actuellement sur le marché français.

La puissante maison américaine l'« American Radiator Co » avait, en 1900, une exposition extrêmement importante.

En même temps, à l'instigation de M. Courtot, fondeur à Dôle, se créait une Société française, sous le nom de Compagnie Nationale des Radiateurs, qui fut longtemps le principal fabricant de ces appareils en France, et qui est encore l'un des plus importants.

La Maison Chappée et fils, du Mans, organisa bientôt une construction régulière de radiateurs, dont son exposition de 1900 nous montra les premiers spécimens. D'autres fonderies suivirent : Société des Hauts Fourneaux et Fonderies de Brousseval, puis MM. Piat et fils, etc., et la

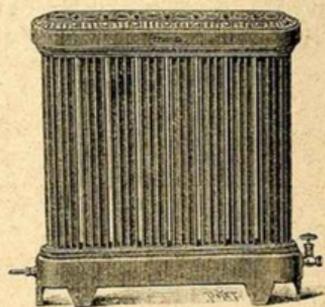


FIG. 340.

fonderie des radiateurs est maintenant une branche excessivement importante de l'industrie française, et occupe des centaines d'ouvriers.

Les radiateurs sont composés d'éléments assemblés ensemble par des bagues biconiques filetées, partie à droite, partie à gauche, et serrant à bloc les éléments l'un contre l'autre (fig. 342). Certaines fonderies, comme MM. Piat, construisent aussi des groupes de plusieurs éléments fondus ensemble, sans aucun joint d'assemblage.

Quelquefois, cet assemblage se fait seulement à la partie inférieure

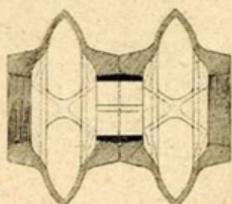


FIG. 342.

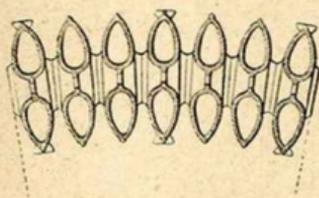


FIG. 343.

de l'élément : on dit alors que le radiateur est à simple connexion. Ce fut le type de radiateur le plus employé pour le chauffage à vapeur. Aujourd'hui la raison commerciale de simplification des modèles et de fabrication en série l'a à peu près fait disparaître. Nombreux sont les Ingénieurs spécialistes qui le regrettent.

Dans une autre disposition, l'assemblage se fait à la fois à la partie basse et à la partie haute : c'est un radiateur à double connexion. Ce radiateur est le seul possible pour les chauffages à eau chaude.

Les éléments sont généralement assemblés en ligne droite, mais on peut aussi les assembler sous des formes courbes, cintrées (fig. 343), en quart de

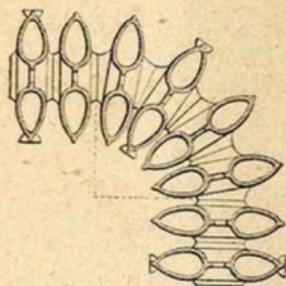


FIG. 344.

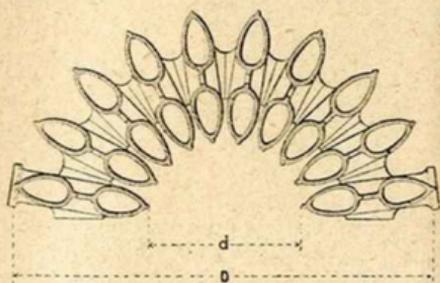


FIG. 345.

cerle (fig. 344), en demi-cercle (fig. 345), pour épouser des angles, des colonnes, des parties courbes des murs auxquels ils sont adossés.

Les éléments peuvent être composés d'une seule colonne creuse : dit alors qu'ils sont *simples* ; ils peuvent comprendre deux colonnes formant un seul élément : ce sont alors des *radiateurs doubles* (fig. 346) ; ou trois colonnes, pour les *radiateurs triples* (fig. 347).

Il existe même, à l'étranger, des radiateurs quadruples, quintuples, etc., qui ne sont pas employés en France, et dont le rendement est, du reste, moins bon, parce que la surface est trop condensée, et la circulation de l'air difficile.



FIG. 346.

Chacune de ces séries se construit suivant des hauteurs différentes, de



FIG. 347.

manière à pouvoir se placer facilement aux emplacements disponibles.

La Compagnie Nationale des Radiateurs, qui fond en France sur des modèles américains, a conservé les hauteurs en pouces, qui semblent assez anormales et ne s'expliquent guère ; ce sont respectivement les hauteurs de :

0 <sup>m</sup> ,51	qui correspond à	.....	20	pouces
0 <sup>m</sup> ,66	—	.....	26	—
0 <sup>m</sup> ,81	—	.....	32	—
0 <sup>m</sup> ,96	—	.....	38	—
1 <sup>m</sup> ,15	—	.....	45	—

Les surfaces de chauffe de ces radiateurs varient de 0<sup>m</sup>²,14 à 0<sup>m</sup>²,28 par élément pour les radiateurs simples, 0<sup>m</sup>²,19 à 0<sup>m</sup>²,46 pour les radiateurs doubles, et 0<sup>m</sup>²,58 pour les radiateurs triples.

MM. Chappée et fils ont adopté des hauteurs qui se rapprochent des précédentes, 0<sup>m</sup>,48, 0<sup>m</sup>,60, 0<sup>m</sup>,80, 1 mètre et 1<sup>m</sup>,20, avec des surfaces de chauffe comparables, à hauteurs égales ou voisines.

Les autres fonderies, Fonderies de Brousseval, MM. Piat, etc., ont adopté des dimensions analogues.

Il serait fastidieux d'essayer de donner ici

la description de tous les radiateurs, de construction française, américaine, allemande ou suisse, employés en France.

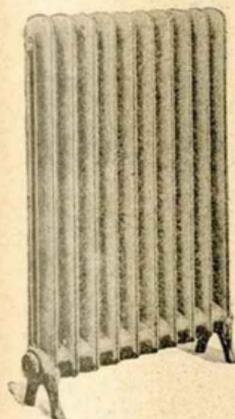


FIG. 348.

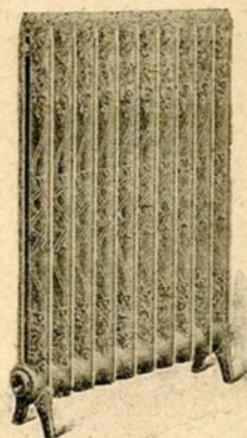


FIG. 349.

Les figures 348, 349, 350, 351 représentent deux dispositions d'appareils de la Compagnie Nationale des Radiateurs, et deux de la Maison Chappée

et fils, choisies au hasard, pour fixer les idées entre les trente ou quarante modèles employés en France.

On dispose quelquefois, dans les salles à manger, des radiateurs dont la partie centrale est composée d'éléments moins hauts que les éléments latéraux, et on fixe sur ces éléments bas une caisse en fonte, formant chauffe-assiettes. Cette disposition (*fig. 352*) n'est,

du reste, pas très goûtée en France; l'ensemble est assez laid; le coffre, chauffé seulement par circulation d'air, ne forme qu'un chauffe-assiettes à température peu élevée; enfin, comme cette disposition nécessite un grand radiateur, presque toujours trop puissant pour la salle à manger à chauffer, on est incommodé par la chaleur qu'il dégage.

Citons encore, pour mémoire, les radiateurs très plats, de construction

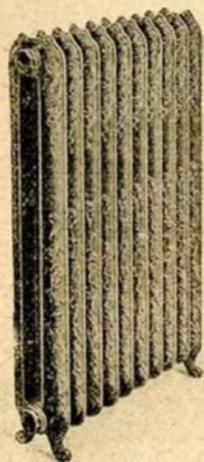


FIG. 350.

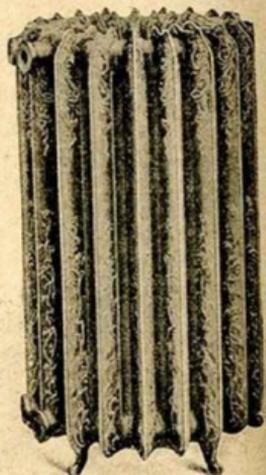


FIG. 351.

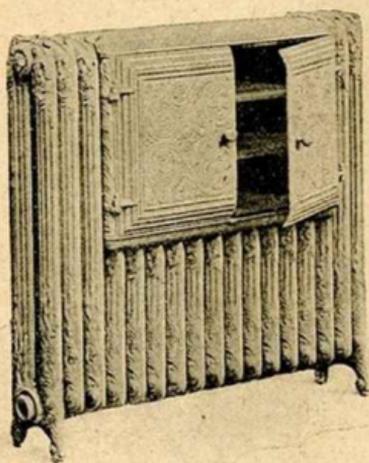


FIG. 352.

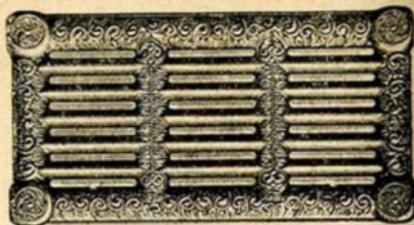


FIG. 353.

américaine (*fig. 353*) ou suisse, et le radiateur mural (*fig. 354*) de la Compagnie Nationale des Radiateurs, destinés à être placés sous les fenêtres

ou derrière les portes, quand les écoinçons sont de faibles dimensions. Ces radiateurs plats, séduisants au premier abord, sont en réalité plus encombrants que les autres, puisqu'il faut rattraper sur la largeur la surface de chauffe qui leur manque dans le sens de l'épaisseur, et aussi parce que les connexions, ou raccordements des sections entre elles, se faisant sur la faible épaisseur, ont des diamètres quelquefois insuffisants pour permettre une bonne circulation de vapeur.

#### APPAREILS DISSIMULÉS. — ENVELOPPES

Les surfaces à ailettes ne peuvent pas être laissées apparentes, sauf dans les usines ou dans les locaux commerciaux, en raison de leur aspect vraiment trop peu esthétique.

Les radiateurs sont destinés à rester apparents, et c'est vraiment dans ce but qu'ils ont été construits.

Peints dans le ton des pièces dans lesquelles ils sont placés, avec une couleur vernissée, ou avec une couleur métallique, en ton bronze ou aluminium, ils donnent leur maximum de rendement, et sont faciles à nettoyer et à tenir parfaitement indemnes de poussière.

A la vérité, ornés ou lisses, ils sont peu décoratifs, et trouvent difficilement leur place dans un salon luxueux et richement décoré. Mais dans une salle à manger, une chambre à coucher, un dégagement, un cabinet de toilette, etc., ils ne sont pas déplacés, et, l'habitude aidant, ils sont très facilement acceptables.

Il est infiniment préférable, à tous les points de vue, de les laisser apparents, pour empêcher, par des nettoyages fréquents, les dépôts de poussières à leur surface, en les écartant des murs, ou en les plaçant sous une console, pour éviter les trainées noires produites par la circulation d'air intense qui s'établit dans leur voisinage, et qui laisse déposer, sur les peintures amollies par la chaleur, les poussières dont notre atmosphère est toujours chargée.

C'est bien à tort, certainement, que la plupart de nos architectes imposent aux constructeurs de dissimuler ces appareils dans des enveloppes ou derrière des coffrages, ou encore dans des encastrement qu'ils réservent dans l'épaisseur des murs pendant la construction.

Les inconvénients de ces dispositions sont si nombreux qu'il est impossible de les énumérer, et qu'il faut seulement se borner à citer les suivants, pris au hasard.

La dépense d'installation est augmentée, car, outre les frais très impor-

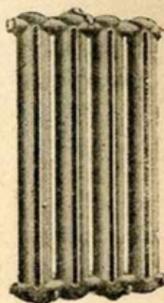


FIG. 354.

que nécessite la construction des enveloppes, les appareils eux-mêmes, ne chauffant plus par radiation, mais par circulation d'air, doivent être augmentés d'importance.

Ils deviennent pour cette raison plus encombrants, immobilisent des pans de murs si nécessaires pour placer des meubles, ou empêchent d'approcher des fenêtres, si on a choisi les ébrasements pour les loger.

Ils s'encombrent de poussières, très difficiles à enlever, et deviennent, surtout pendant l'été, de véritables nids à microbes.

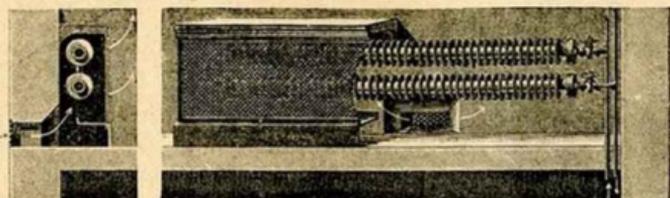


FIG. 355.

Ils font jouer les boiseries des enveloppes, ou font tomber les enduits de plâtre dans leur voisinage, donnant ainsi naissance à des fissures par lesquelles passe l'air chaud, en laissant sur la peinture de grandes traînées noires.

Enfin, et pour clore la description avant d'épuiser la série des défauts, ils sont difficilement visitables, et si une fuite vient à se produire, on

n'en est averti que par les dégâts qu'elle a produits, et un travail important de dépose d'enveloppes et de réfection de peinture s'impose après la réparation.

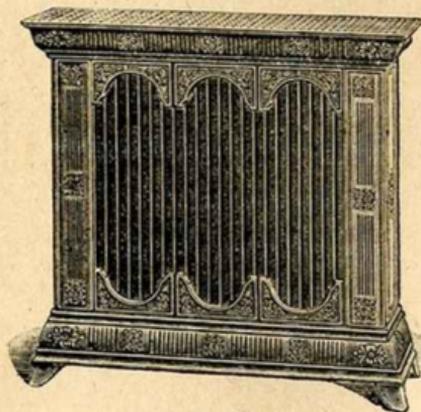


FIG. 356.

Néanmoins, la plupart des architectes tenant à dissimuler les appareils, les constructeurs ont imaginé les formes d'enveloppes les plus diverses

Quelquefois (*fig. 355*), c'est un coffrage, formant banquette dans un vestibule ou dans l'ébrasement d'une fenêtre, avec ou sans conduit amenant de

l'extérieur une prise d'air frais. Cette banquette est généralement en bois, avec une tôle perforée ou un grillage ondulé sur la face, et une garniture calorifuge sous le couvercle en bois.

APPAREILS DE CHAUFFAGE PAR LA VAPEUR A BASSE PRESSION

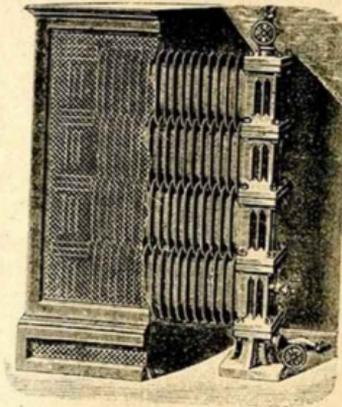


FIG. 357.

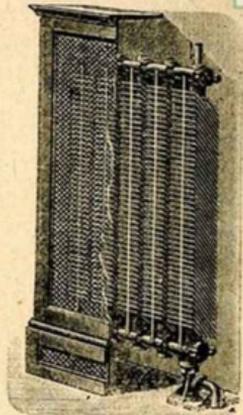


FIG. 358.

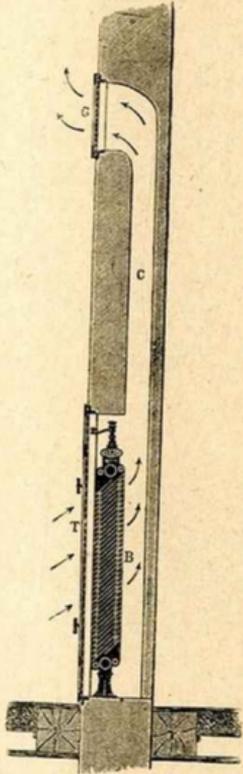


FIG. 359.

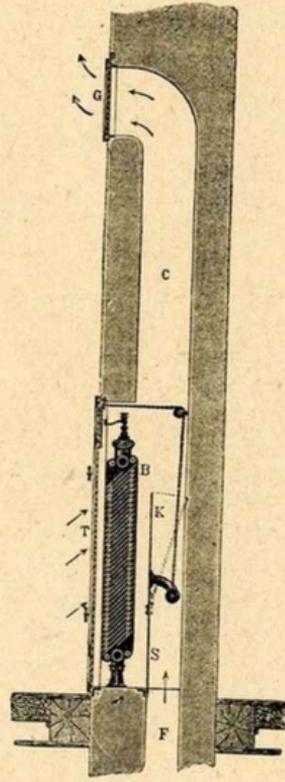


FIG. 360.

Parfois (*fig. 356*), on se contente d'une enveloppe en fonte appropriée, laissant visible une partie de la face.

Souvent (*fig. 357*), on constitue un véritable poêle, avec une tôle perforée en façade et des moulures, disposé comme le serait un poêle à foyer ordinaire.

D'autres fois encore, on utilise la partie basse d'un placard, en plaçant l'appareil dans l'épaisseur du mur, avec une tôle perforée en façade, et une grosse moulure en haut, pour éloigner la circulation d'air de la face du mur au-dessus.

Les surfaces à ailettes inclinées (*fig. 358*) conviennent particulièrement bien pour cette disposition, et favorisent la circulation d'air, qu'elles éloignent du mur.

Souvent, en Allemagne principalement, quand une telle surface est placée dans une niche, on crée une circulation d'air très active en plaçant une bouche de chaleur en élévation (*fig. 359*).

On y ajoute même, dans certains cas, une arrivée d'air frais, réglable au moyen d'un registre, de manière à graduer à volonté la température de l'air qui sort par la bouche de chaleur (*fig. 360*).

Avec les tuyaux de plinthes

en fonte, ou avec les tuyaux à petites ailettes, type automobile, on

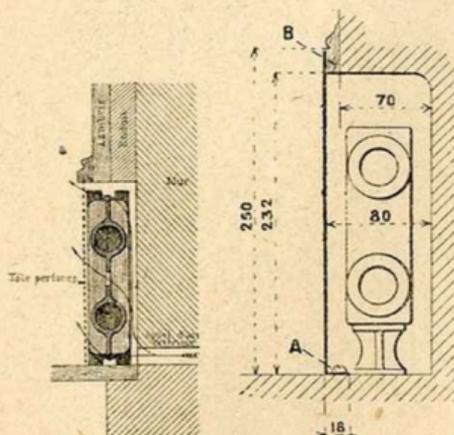


FIG. 361.

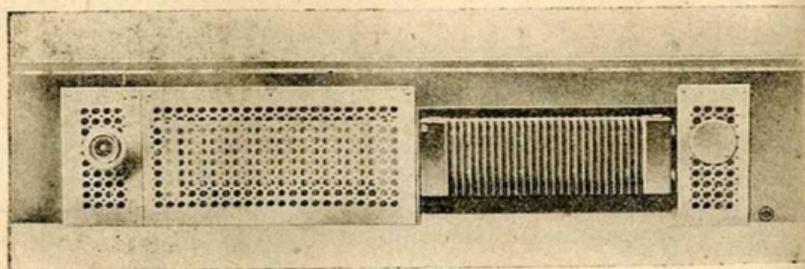


FIG. 362.

dispose les surfaces à la partie basse, derrière une plinthe métallique ajourée, avec une grosse moulure au-dessus (*fig. 361 et 362*). Cette dispo-

sition est certainement critiquable, puisqu'elle répartit sur des pans de murs de grande longueur les inconvénients de noircissage des peintures, et aussi parce qu'elle ne laisse plus de place pour les meubles.

Dans les cas où on veut simplement aérer une pièce par une entrée d'air permanente, et continuer néanmoins à chauffer par radiation, on peut dissimuler une partie de la surface de chauffe ou du radiateur par une enve-

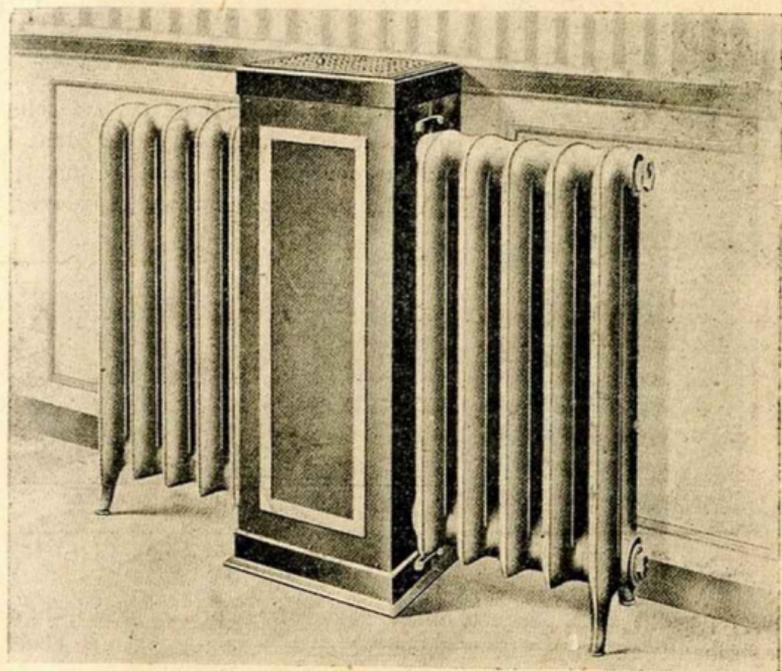


FIG. 363.

loppe, recevant l'air frais extérieur à la partie basse, et laissant sortir l'air chaud à la partie haute. Le reste du radiateur est laissé apparent. M. Bourdon a fait breveter la disposition (*fig. 363*), qui figure au catalogue de la Compagnie Nationale des Radiateurs.

#### CHAUFFAGE EN GAINES

Une disposition qui a eu un moment de vogue chez les architectes, et qui a reçu le nom de chauffage en gaines, est représentée par les figures 364 et 365.

On réserve, pendant la construction du bâtiment, une gaine parfaitement verticale, soit dans l'épaisseur d'un mur, soit dans un angle obscur ou dans une série de placards superposés.

Puis on installe du haut en bas une colonne de surfaces à ailettes verticales, raccordées à la partie basse avec une canalisation d'amenée de vapeur et une conduite de retour, avec siphon obturateur (*fig. 366*). A la partie haute on termine par un purgeur d'air.

Toute la colonne repose sur un solide collier, et est seulement guidée dans la hauteur, pour permettre la dilatation.

A chaque étage une conduite de ven-

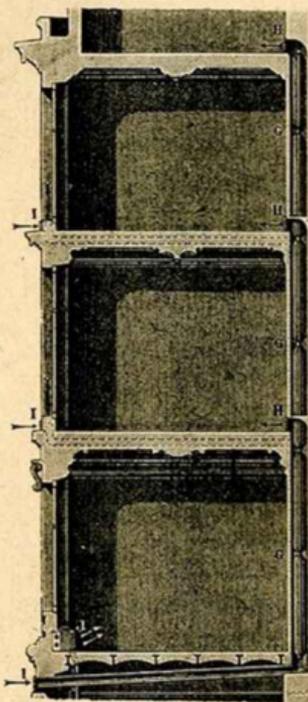


FIG. 334.

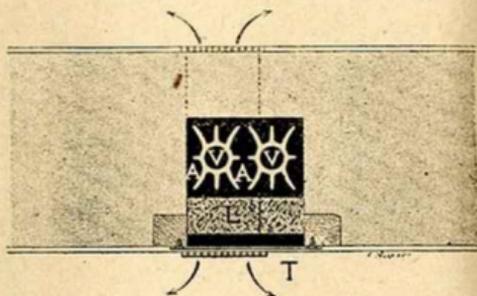


FIG. 35.

touse, passant sous parquet, amène de l'air frais pris à l'extérieur; cet air s'échauffe au contact de la colonne à ailettes, et sort par une bouche de chaleur à l'étage supérieur.

Cette disposition, accueillie au début avec faveur par les architectes, parce qu'elle était peu encombrante et permettait de chauffer sans nuire à la décoration, n'a pas tardé à montrer ses multiples défauts, dont quelques-uns excessivement graves. Aussi est-elle aujourd'hui presque complètement abandonnée, sauf par quelques constructeurs qui s'y sont spécialisés.

Au point de vue du résultat, elle est en effet très aléatoire. Nos planchers de Paris sont généralement très minces, et il est excessivement difficile de réserver des conduits de ventouses assez grands pour le volume d'air relativement important qui doit y passer; aussi, le plus souvent, la quantité d'air étant trop faible, le chauffage est défectueux.

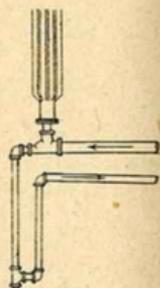


FIG. 366.

On n'aime pas, par raison d'esthétique, disposer les grilles de vent sur les façades principales. Si on place les prises d'air sur les courettes, on ne tarde pas à empoisonner la maison par les odeurs de cuisines, toilettes, water-closets, généralement aérés sur ces courettes.

Le constructeur n'est pas infallible ; s'il a fait une erreur, et placé des surfaces trop faibles, tout remède est impossible, les gaines existent, et ne permettent pas de mettre des surfaces de chauffe supplémentaires.

Si la pression est insuffisante à la chaudière, une partie du tuyau en gaine ne reçoit pas de vapeur, et les bouches de chaleur n'émettent que de l'air froid.

Lorsqu'on ferme une bouche de chaleur, l'air confiné autour des surfaces à ailettes s'échauffe peu à peu jusqu'à 100°, température de la vapeur et, en dépit des surfaces isolantes, les murs rayonnent et incommode les locataires de l'étage inférieur.

Pour la visite des joints et pour les réparations éventuelles, on doit réserver des portes de visite, s'ouvrant sur toute la hauteur des appareils, et coupant désagréablement les panneaux.

Enfin, si une fuite vient à se déclarer, surtout dans le cas des chauffages à eau chaude, c'est un désastre, car on est averti de l'accident seulement par les dégâts qu'il a produits, inondations, murs et tentures tachés, plâtres pourris, etc.

Les constructeurs téméraires, qui s'étaient lancés dans cette voie, ont appris à leurs dépens, par de nombreux procès et des indemnités à payer, qu'ils étaient sur une pente dangereuse, et peu d'entre eux ont aujourd'hui l'audace de continuer.

#### CHAUFFAGE PAR LES CHEMINÉES

Les nombreux inconvénients des surfaces dissimulées ont fait rechercher des emplacements plus appropriés, et près desquels les poussières ne produiraient pas de dégâts. Le voisinage de la cheminée a paru tout indiqué à beaucoup de constructeurs.

Si la cheminée ne doit pas servir, le moyen est très simple. On place un radiateur dans le foyer, et on chauffe, soit par radiation directe, soit en ajoutant une prise d'air, qui est celle de la ventouse, convenablement amenée sous le radiateur.

Si le radiateur reste apparent, il donne à la cheminée l'aspect d'un appareil Fondet, auquel nos yeux sont habitués, et qui ne nous semble pas anormal.

Si même on veut dissimuler le radiateur, il est facile de disposer, à

l'emplacement habituel du châssis à rideau, une plaque perforée en tôle ou en cuivre poli.

Mais, avec l'une ou l'autre de ces dispositions, la cheminée ne peut plus servir, et c'est un défaut excessivement grave. D'une part, on est souvent heureux de faire dans une cheminée, malgré le chauffage à vapeur, ou en cas de froid exceptionnel, un peu de feu de bois, pour avoir le plaisir de tisonner, ou pour l'agrément des yeux.

D'autre part, quand le chauffage ne fonctionne pas, on peut avoir besoin de faire du feu, par exemple lorsqu'on a un malade, pendant la saison où le chauffage de la maison n'est pas en service.

Certains architectes n'hésitent pas à condamner toutes les cheminées des appartements, sauf une, conservée dans une chambre secondaire, qu'ils appellent infirmerie.

On a longtemps cherché des solutions appropriées, permettant

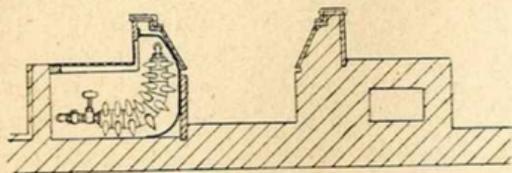


FIG. 367.

de loger un radiateur dans un chambranle de cheminée.

La figure 367 représente un radiateur cintré en quart de cercle, placé dans un chambranle de cheminée et dans un coffrage latéral. Cette disposition est critiquable ; elle oblige à faire un coffre en saillie dans la pièce, elle supprime un des deux conduits de ventouse de la cheminée, enfin elle n'est pas applicable dans tous les cas.

M. d'Anthonay, dans son rapport sur les appareils exposés en 1900, à l'Exposition Universelle, décrit une disposition adoptée par MM. Grouvelle et Arquembourg pour le chauffage de la maison de rapport de la Compagnie la New-York, boulevard des Italiens et rue Le Pelletier.

Dans les chambranles des cheminées sont placées des batteries de tuyaux à petites ailettes, du type automobile (fig. 368). La chaleur se

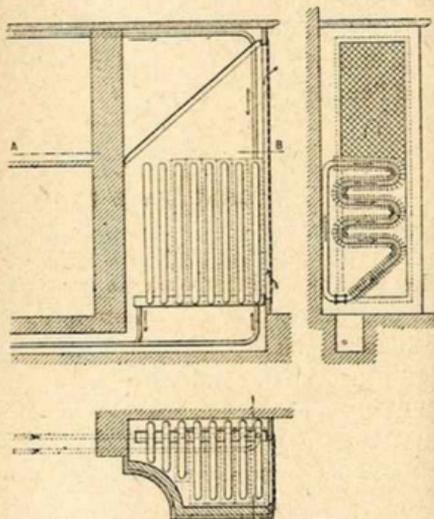


FIG. 368.

dégage par des grilles perforées encastrées dans le marbre du revêtement, c'est-à-dire en retour sur le côté de la cheminée.

Quand le volume de la pièce, et c'est le cas le plus général, oblige à placer des surfaces chauffantes dans les deux chambranles, la cheminée n'a plus de ventouse, et fume fatalement. Ce n'est donc pas encore la solution rêvée. De plus, il faut découper les marbres des cheminées, et la solidité de leurs assemblages devient douteuse.

La Cie Nationale des Radiateurs a créé un appareil spécial, son Radia-

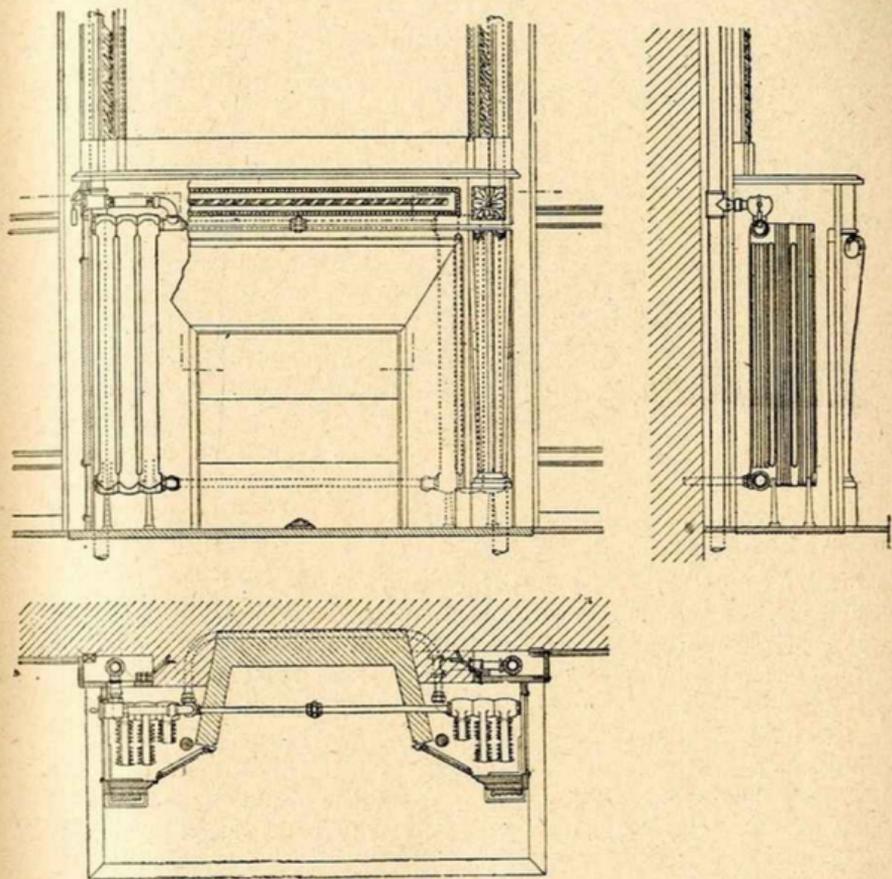


FIG. 369.

teur Idéal de cheminée, qui répond à ce but, et qui peut s'appliquer à n'importe quels types de cheminées.

La figure 369 montre une installation de ce type de radiateur, et permet

de comprendre la difficulté des raccordements de tuyauteries et le danger des fuites aux multiples joints.

On conserve avec ce système l'apparence normale de la cheminée ; on peut continuer à y faire du feu, en prenant certaines précautions, en raison de l'absence de ventouses : on supprime les inconvénients des peintures abimées et noircies, que présentent presque tous les autres appareils.

**Disposition Gérard-Bécouve.**— Dans le même ordre d'idées, M. Gérard installe depuis longtemps un radiateur en tôle soudée ayant la

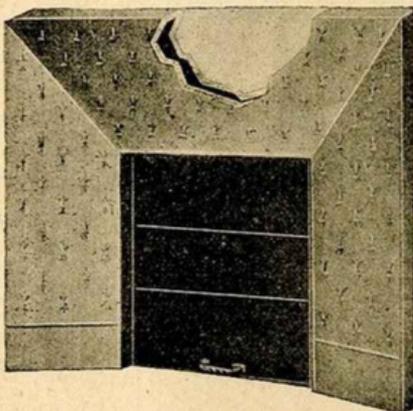


FIG. 370.

forme et l'aspect extérieur d'un rétrécissement ordinaire de cheminée, dont il prend la place (fig. 370 et 371), et qu'il appelle « Rétréci ».

Ce rétrécissement est composé de deux plaques raccordées entre elles par des parties soudées à la soudure autogène, et formant une caisse dans laquelle on fait arriver la vapeur.

La plaque extérieure, qui peut être emboutie et gaufrée pour présenter l'aspect d'un rétrécissement en fonte ordinaire, chauffe par radiation

directe, comme un radiateur ordinaire. La plaque intérieure chauffe l'air pris à la partie basse par une grille réservée de chaque côté dans le revêtement, à hauteur des plinthes, et l'air chaud sort à la partie haute par une autre grille placée dans le revêtement, au-dessous de la tablette. Comme la chaleur émise par la partie radiante serait appelée par le conduit de fumée, on laisse le châssis à rideau fermé. Parfois on place une trappe dans le conduit de fumée, bien que cette disposition de trappe soit interdite à Paris par l'arrêté du Préfet de la Seine concernant l'établissement des conduits de fumée dans l'intérieur des maisons de la ville de Paris, du 25 novembre 1897. L'inconvénient, toutefois, subsiste quand on veut faire du feu dans la cheminée, et il est nécessaire de laisser le rideau légèrement baissé.

L'alimentation de vapeur se fait par un seul côté, toute la caisse ne formant qu'un seul récipient, qu'il suffit d'alimenter en un point. Pour le retour d'eau condensée, il est nécessaire de prévoir un collecteur, passant derrière la cheminée, ou en caniveau sous l'âtre, ou au plafond de l'étage inférieur si c'est possible.

En résumé, toutes les dispositions de chauffage par les cheminées citées précédemment sont intéressantes, et méritent d'être encouragées, parce qu'elles témoignent de l'effort que font les constructeurs pour harmoniser les systèmes de chauffage par la vapeur à basse pression et par l'eau chaude à la décoration de nos appartements. Il serait prématuré de dire qu'elles sont applicables dans tous les cas, et qu'elles ne possèdent pas de défauts, mais on peut certainement affirmer qu'elles réalisent, d'une manière élégante, le problème de la suppression des radiateurs, lorsque l'aspect de ceux-ci choque le goût de l'esthétique dans les pièces décoratives.

Il est bien évident que le radiateur n'est pas un appareil ornemental, et qu'il s'harmonise mal avec la décoration des appartements luxueux. Mais toutes les difficultés d'exécution, toutes les déficiences possibles de fonctionnement, toutes les chances de fuites auxquelles on s'expose dans la recherche des méthodes

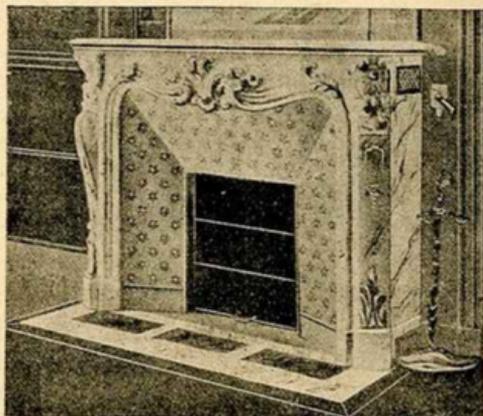


FIG. 371.

propres à le dissimuler doivent être considérées avant tout lorsqu'on installe des appareils de cheminées.

Et bien imprudents sont les entrepreneurs qui, contraints et forcés par leurs clients à faire des tours de force de ce genre, n'en déclinent pas la responsabilité, qui leur coûte souvent si cher après exécution.

## VII. — BATTERIE DE RAPPEL

Dans certains cas, il est impossible de placer des radiateurs, soit que l'emplacement manque, soit qu'on désire ne pas les voir en raison de la décoration. C'est le cas, par exemple, des escaliers monumentaux, halls, grands salons, pièces de réception luxueuses.

On dispose alors sous le plafond de l'étage inférieur, — par exemple en sous-sol, s'il s'agit de locaux situés au rez-de-chaussée, — des surfaces à ailettes placées dans une enveloppe en maçonnerie ou en métal. On fait une prise d'air dans le local même, au moyen d'une bouche de parquet, et d'un conduit amenant l'air à la partie inférieure de la batterie,

et on distribue l'air chaud dans le local par une ou plusieurs bouches de chaleur placées au-dessus de la surface de chauffe (fig. 372).

Cette disposition est un peu coûteuse de première installation, mais elle est économique au point de vue du fonctionnement, autant que le serait un radiateur, dont elle n'a pas l'aspect désagréable.

On peut la compléter par l'addition d'un conduit spécial, allant cher-

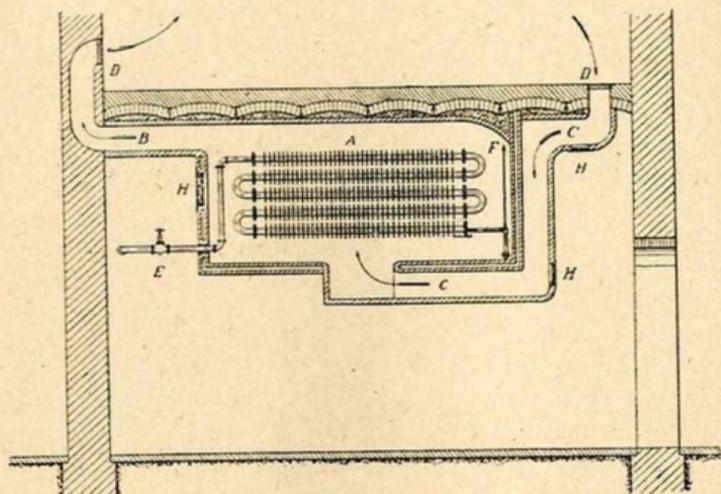


FIG. 372.

cher à l'extérieur une certaine quantité d'air pur, pour assurer la ventilation en même temps que le chauffage.

### VIII. — CHAUFFAGE PAR BATTERIES

Nous avons expliqué dans le chapitre XII (pp. 245 et suiv.) *Théorie du chauffage par la vapeur à basse pression*, le principe, les avantages et les défauts du chauffage par batteries, qui doit être considéré comme un chauffage de luxe, applicable seulement dans les appartements décoratifs. Nous avons montré aussi (chap. V, p. 97, *Application des formules de transmission*) comment on calcule une batterie.

Les figures 373 et 374 montrent deux dispositions de batteries, l'une avec surface à ailettes verticales, l'autre avec des surfaces à ailettes horizontales.

Le principe est facile à comprendre. Les surfaces à ailettes sont dispo-

sées à l'intérieur d'une enveloppe en maçonnerie, sur laquelle on a prévu des portes pour la visite des joints. Ces surfaces sont aussi rapprochées que possible, et des chicanes, ou des tôles d'obturation, sont placées aux endroits convenables, pour obliger l'air, dans son mouvement ascendant, à venir lécher toutes les parois des surfaces de chauffe, et à prendre une température aussi élevée que possible, généralement 55° à 60° pour le chauffage à vapeur, et 54° à 50° pour l'eau chaude.

La prise d'air frais arrive à la partie inférieure ; les départs des conduits de chaleur se font à la partie supérieure, absolument comme nous l'avons montré pour les calorifères à air chaud.

Nous n'insisterons donc pas sur les batteries de vapeur, que les figures expliquent elles-mêmes.

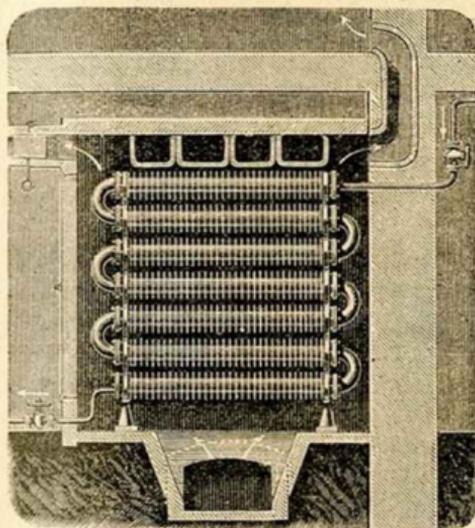


FIG. 374.

une température modérée, c'est-à-dire combinaison heureuse d'un chauffage très doux et d'une ventilation énergique.

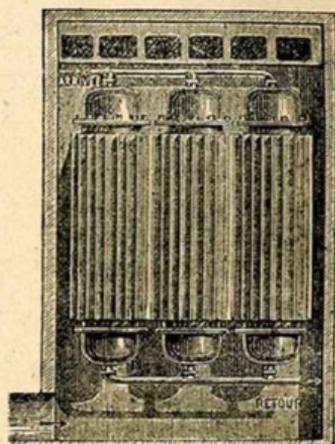


FIG. 373.

L'augmentation de dépense d'installation et surtout de fonctionnement, la difficulté de loger les conduits de chaleur, dans nos maisons de Paris, où les épaisseurs de murs sont réduites au strict minimum, ont fait peu à peu abandonner le chauffage par batteries, qui n'est plus considéré maintenant que comme un chauffage de luxe.

C'est, du reste, grand dommage, car il réalise les desiderata des hygiénistes: chauffer avec une grande quantité d'air, arrivant à

### RÉGLAGE DES BATTERIES

L'installation des batteries présente quelques difficultés techniques. Il est évident qu'on ne peut les régler, comme on le fait pour les radiateurs, puisque le principe même du réglage par un robinet suppose que le radiateur est placé dans une atmosphère à température constante. Or ce n'est pas le cas d'une batterie, dans laquelle l'air arrive à température essentiellement variable, depuis sept degrés au-dessous de zéro, et même moins par les temps très froids, jusqu'à douze et quinze degrés par les temps doux, où, cependant, le chauffage est nécessaire.

L'inconvénient d'une batterie est donc qu'elle chauffe toujours en allure maximum, c'est-à-dire qu'elle donne dans les locaux chauffés une température gênante par les temps doux, en même temps qu'elle donne lieu à une dépense parfois inutile de combustible.

On peut bien régler, dans une certaine mesure, en divisant la batterie en deux ou trois groupes, qu'on met en service simultanément ou séparément suivant la rigueur de la température extérieure (*fig. 194*).

Mais il faut alors avoir grand soin d'employer deux dispositions absolument indispensables :

1<sup>o</sup> Laisser toujours une surface de chauffe en circuit, de préférence à la partie basse de la batterie, pour éviter la gelée de l'eau qui pourrait rester dans les surfaces à ailettes après fermeture du robinet ;

2<sup>o</sup> Se rappeler que, lorsqu'on ferme un robinet de batterie, la condensation de la vapeur qui reste dans les appareils après fermeture du robinet produit un vide, qui fait succion de l'eau de la chaudière, et peut la vider et en provoquer la rupture.

Certains constructeurs ont des dispositifs de sûreté hydrauliques qui évitent ce danger. Le plus simple, et celui qui donne le plus sécurité, est un simple robinet à 3 voies, placé sur l'admission de vapeur, et qui met en communication la batterie avec l'atmosphère lorsqu'on ferme l'admission de vapeur.

Le vide qui se produit appelle l'air atmosphérique, et évite le danger de vider la chaudière.

Bien entendu, cette disposition est rendue d'autant plus facile que la batterie est placée à un niveau plus élevé au-dessus du plan d'eau de la chaudière ; le retour des batteries ou des parties de batteries doit être indépendant jusqu'au-dessous du plan d'eau de la chaudière, l'évacuation de l'air par un purgeur doit être assurée à la mise en route.

---

## CHAPITRE XV

### CHAUFFAGE PAR LA VAPEUR A HAUTE ET A MOYENNE PRESSIONS

Les chauffages par la vapeur à haute pression rentrent dans les catégories des chauffages industriels, qui ne sont pas traités dans la présente étude.

Les chauffages par la vapeur à moyenne pression, de 1 à 3 kilogrammes, sont plutôt également employés dans les usines. Néanmoins, comme dans certains grands édifices, hôpitaux, grandes administrations, etc., on fait encore quelquefois des installations de chauffage par usine centrale, il n'est pas sans intérêt de décrire brièvement ici les appareils employés.

Notons en passant qu'il n'est pas inadmissible qu'un courant d'opinion, dans les grandes villes, ne fasse revivre l'idée du chauffage des groupes d'immeubles par stations centrales de chauffage. Les grosses difficultés rencontrées pendant la guerre, et qui lui survivront, dans l'approvisionnement des combustibles spéciaux pour les chauffages domestiques, les prix qui resteront longtemps élevés pour l'anthracite anglais, nous amènent tous, logiquement, à rechercher les solutions économiques.

Si perfectionnées soient-elles, les chaudières domestiques de chauffage resteront des gouffres à charbon. L'utilisation des déchets industriels de chaleur, dans les usines et les secteurs électriques, nous conduira certainement à envisager des chauffages autres que ceux précédemment décrits. L'application immédiate intéresse certainement la reconstruction des villes détruites au cours de la guerre.

Une installation de chauffage par la vapeur à haute ou moyenne pression comprend essentiellement :

1° Un ou plusieurs générateurs, produisant la vapeur pour l'usage seul du chauffage, ou pour la force mécanique, l'éclairage électrique, le chauffage et le service de distribution d'eau chaude combinés. Dans ce cas, la pression de la vapeur aux générateurs est de 5 à 6 kilogrammes pour les

types de chaudières verticales, horizontales à bouilleurs, horizontales tubulaires, horizontales à foyer amovible, etc. ; cette pression est souvent plus élevée, 8, 10 et même 12 kilogrammes, quand on emploie les générateurs multitubulaires, qui sont maintenant d'un usage si fréquent dans l'industrie.

2° La vapeur ne pourrait être employée sans inconvénients à ces hautes pressions, dangers de fuites par les joints, qui nécessiteraient des réparations fréquentes, dangers de ruptures de certains appareils, etc.

Quand on n'a qu'un seul bâtiment, on réduit immédiatement la pression au départ de la chaudière.

Lorsqu'on veut chauffer, avec une usine centrale un certain nombre de bâtiments, éloignés l'un de l'autre, on conduit la vapeur à haute pression jusqu'en un point choisi comme centre dans chaque bâtiment, et on réduit sa pression en ce point central, pour l'utiliser à pression moindre dans les tuyauteries et appareils de chauffage.

Les appareils employés pour réduire cette pression s'appellent des *délendeurs*, ou *réducteurs régulateurs de pression*.

3° La vapeur à pression réduite est conduite, par des canalisations en

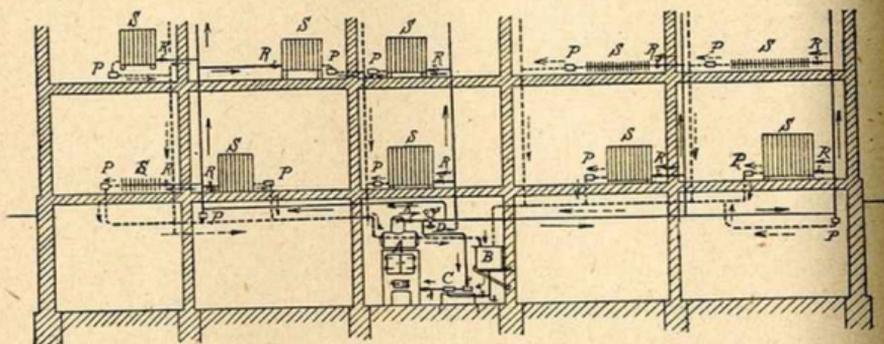


FIG. 375.

fer ou en cuivre, aux radiateurs ou surfaces à ailettes, précédés chacun d'un robinet de réglage.

4° A la sortie de chaque surface de chauffe est placé un appareil destiné à arrêter la vapeur, et à laisser passer seulement l'air et l'eau de condensation. Cet appareil se nomme un *purgeur automatique* d'eau condensée.

5° Des canalisations, en fer ou en cuivre, sont raccordées à chacun de ces purgeurs, soit pour conduire l'eau à un écoulement d'égout, soit, le plus souvent, pour la ramener à un réservoir nommé *bâche alimentaire*, placé dans la chaufferie.

Il y a, en effet, un gros intérêt à conserver l'eau de condensation pour la réutiliser, parce que cette eau est distillée, et ne laisse pas de résidus calcaires ou boueux dans la chaudière.

6° Enfin, un appareil spécial, injecteur, pompe ou bouteille alimentaire, reprend l'eau dans la bêche, et la refoule dans la chaudière, pour qu'elle soit vaporisée de nouveau (fig. 375).

## DES GÉNÉRATEURS

Les générateurs à haute pression nécessitant la présence continue d'un chauffeur, en raison des dangers qu'il y aurait à les abandonner à eux-mêmes sans surveillance, ne sont généralement pas à foyer continu, et sont munis de grilles ordinaires, appropriées au combustible dont on veut faire usage.

Leur emploi est réglé par le décret du 1<sup>er</sup> mai 1880 et par celui du 9 octobre 1907, qui stipulent les conditions qu'ils doivent remplir, savoir :

1° Avoir été éprouvés par le service du Contrôle des Mines à une pression supérieure à celle qui correspondra à leur fonctionnement normal. Cette épreuve, constatée par l'apposition d'une médaille spéciale, doit être renouvelée tous les dix ans ;

2° Faire l'objet d'une déclaration au Préfet du département, qui la transmet à l'ingénieur du contrôle, pour faire faire régulièrement les visites prescrites par le règlement ;

3° Être munis de deux soupapes de sûreté, d'un manomètre, d'un clapet de retenue de l'eau d'alimentation, d'un robinet de vapeur, d'un indicateur de niveau d'eau, de robinets de jauge, etc. ;

4° Être classés dans une catégorie convenable.

La catégorie est établie en multipliant la capacité du générateur, en mètres cubes, par le nombre qui exprime la température en degrés de l'eau, à la pression correspondant au timbre prescrit au paragraphe 1<sup>er</sup> ci-dessus, ce nombre étant diminué de 100°.

Quand le produit de ces deux nombres est inférieur à 50, la chaudière est en 3<sup>e</sup> catégorie, et peut être placée dans un immeuble quelconque.

Quand ce produit est supérieur à 50 et inférieur à 100, la chaudière est classée en 2<sup>e</sup> catégorie. Elle ne peut être placée dans une maison d'habitation, et ne peut être installée que dans un atelier, et sous la condition que le foyer soit éloigné d'au moins 1 mètre des maisons voisines.

Enfin, quand le produit est supérieur à 100, la chaudière est en 1<sup>re</sup> catégorie ; elle doit être éloignée des maisons d'habitation d'au moins 3 mètres, et, si la distance est inférieure à 10 mètres, elle doit en être séparée par un

mur de défense, construit dans certaines conditions indiquées au décret.

Des contraventions et des pénalités assez rigoureuses sont établies pour l'application stricte de ce décret.

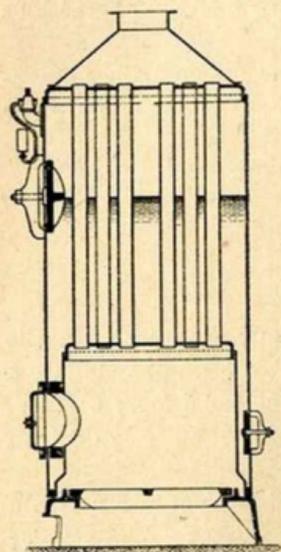


FIG. 376.

**Générateur tubulaire vertical.** — La figure 376 représente ce type de générateur, qui comprend deux cylindres concentriques de hauteurs différentes, raccordés par des tubes verticaux.

Le cylindre intérieur, composé d'une virole et d'une plaque de dessus, renferme la grille du foyer. Les produits de la combustion traversent les tubes, et se réunissent à la partie haute dans une boîte à fumée, pour aller de là à la cheminée.

Ce type de générateur, à faible capacité d'eau, se construit de 1 à 30 mètres carrés et plus de surface de chauffe. Il a un excellent rendement, et vaporise de 15 à 20 kilo-

grammes d'eau par mètre carré. Toutefois, les tubes s'encrassent rapidement, à moins qu'on ne fasse usage de charbon maigre. On ne peut, du reste, l'employer qu'avec des eaux parfaitement pures, car le faisceau tubulaire s'entartre en peu de temps, et est très difficilement nettoyable.

**Générateur vertical à tubes Field.** — Ce générateur (fig. 377) est composé, comme le précédent, de deux cylindres concentriques ; le cylindre intérieur forme le foyer, mais les tubes sont placés seulement dans la plaque tubulaire du foyer, et pendent verticalement au-dessous de cette plaque, et au-dessus du feu.

Ces tubes enfoncés à force dans la plaque tubulaire, où ils sont encastrés par une partie conique, sont fermés à la partie basse en forme de calotte sphérique, et contiennent à l'intérieur un tube léger, plus petit, maintenu en haut par deux ailettes, et nommé *tube plongeur*. Le tube plongeur est ouvert à ses deux extrémités ; l'extrémité inférieure vient à 1 ou 2 centimètres du fond du premier tube ;

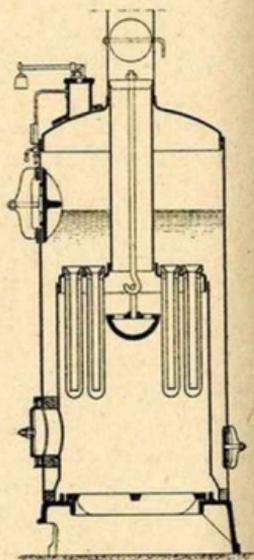


FIG. 377.

l'extrémité supérieure dépasse le haut du premier tube de 5 à 10 centimètres.

Sous l'action intense du foyer, la vaporisation est très rapide et très tumultueuse ; il se produit entre les deux tubes un courant violent, qui aspire l'eau par le tube intérieur, et empêche les dépôts des incrustations dans le fond du premier tube, si la distance de 1 à 2 centimètres n'est pas augmentée. Ces dépôts calcaires se déposent à la partie basse de la virole extérieure, d'où il est facile de les extraire par de petits autoclaves ou trous à main. Un grand autoclave en façade permet d'introduire les tubes, qui sont simplement enfoncés avec un maillet en bois.

Les produits de la combustion gagnent la cheminée par un tuyau de fumée central, et, pour les forcer à passer au contact des tubes Field, un gros obturateur en fonte est suspendu au-dessus du foyer, pour empêcher le passage direct à la cheminée.

Les générateurs Field vaporisent 15 à 25 kilogrammes d'eau par mètre carré de surface de chauffe, mais leur rendement n'est pas très bon, et le principal avantage est la mise rapide en pression, en raison de la faible capacité d'eau par rapport à la grande surface du foyer et des tubes Field placés en plein feu.

**Générateur semi-tubulaire horizontal.** — Ce type de générateur

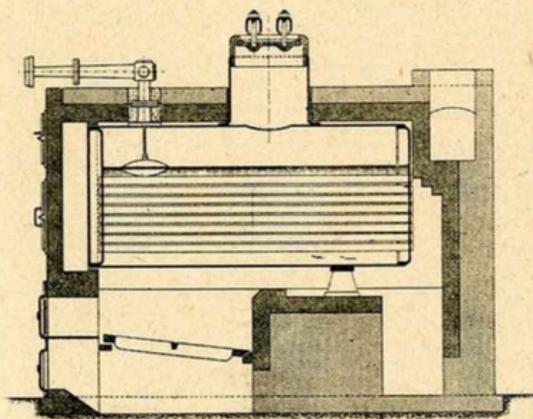


FIG. 378.

(fig. 378) se construit depuis 6 jusqu'à 40 mètres carrés de surface de chauffe, mais il n'est guère intéressant qu'entre 20 et 30 mètres carrés. Au-dessous de cette dimension il est trop coûteux ; au-dessus il est trop

encombrant. Il se compose d'un cylindre horizontal, traversé par des tubes serts dans ses fonds.

Le foyer est placé en dessous, et les gaz de la combustion, après avoir chauffé la partie inférieure du foyer, reviennent à l'avant en traversant les tubes, puis retournent en arrière par des carneaux latéraux, d'où ils gagnent la cheminée.

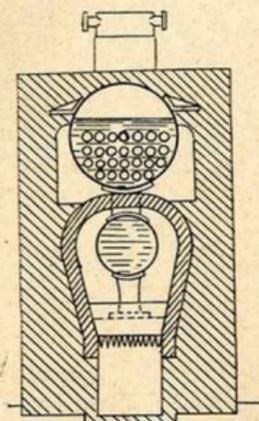


FIG. 379.

Ce générateur est excellent ; les gaz sont très bien utilisés, la mise en pression rapide, à cause du faible volume d'eau, et l'encombrement modéré. La vaporisation est de 10 à 12 kilogrammes par mètre carré de surface de chauffe.

Toutefois, il ne peut être employé qu'avec des eaux peu incrustantes, car les dépôts calcaires qui se forment autour des tubes sont difficilement nettoyables.

On obvie en partie à cet inconvénient en employant des tubes démontables (tubes Bérendorf, coniques aux deux extrémités et emmanchés à force ; tubes Langlois, à bagues intérieures à une extrémité, etc.), mais le meilleur

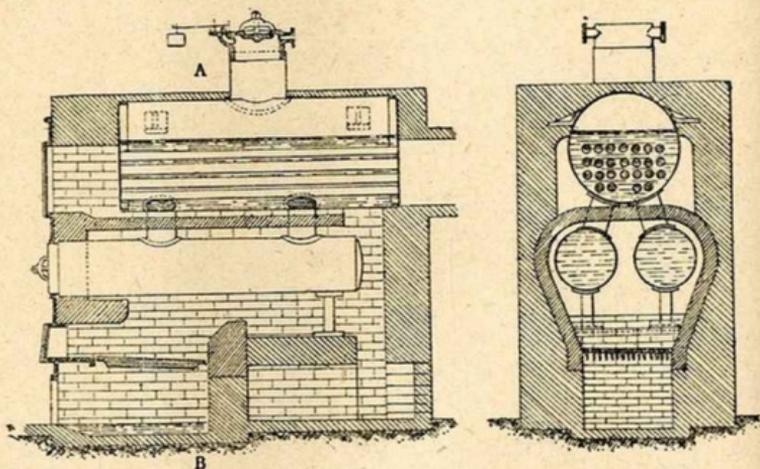


FIG. 380.

dispositif, quand on a des eaux sales et incrustantes, est d'ajouter un ou plusieurs bouilleurs sous le corps cylindrique semi-tubulaire (fig. 379 et 380). Ces générateurs possèdent sensiblement les mêmes avantages que

le précédent, sauf que, le volume d'eau étant plus grand, la mise en sion est moins rapide. Par contre, la constance et la régularité de pression sont plus assurées, et les dépôts de boues et incrustations se font principalement dans les bouilleurs inférieurs, plus faciles à nettoyer. La vaporisation dans ces chaudières est de 8 à 12 kilogrammes par mètre carré, et l'utilisation du combustible est très bonne.

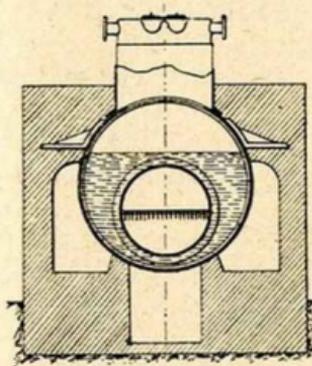


FIG. 381.

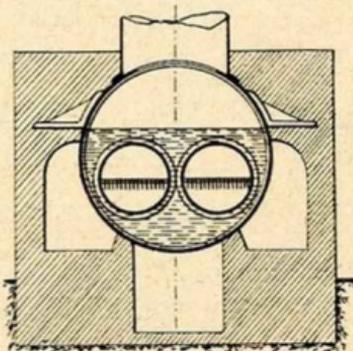


FIG. 382.

**Chaudières à foyers et carnaux intérieurs.** — Dans le nord de la France, et surtout en Angleterre, on emploie des chaudières à foyer et carneau intérieur, avec retour de flamme extérieur (fig. 381 et 382).

Lorsqu'il n'y a qu'un seul foyer, on appelle ces chaudières type Cornouailles. Mais on construit aussi des chaudières à deux et même à trois foyers, auxquelles on donne le nom de type Lancashire.

Ce sont d'excellentes chaudières, de construction simple et peu coûteuse ; mais elles sont assez encombrantes, et la vaporisation ne dépasse pas 8 à 10 kilogrammes par mètre carré.

En Angleterre, on ajoute quelquefois au-dessus de ces chaudières un second corps cylindrique tubulaire, dans lequel on fait passer les gaz chauds au sortir des carnaux qui font suite au foyer, puis on fait un se-

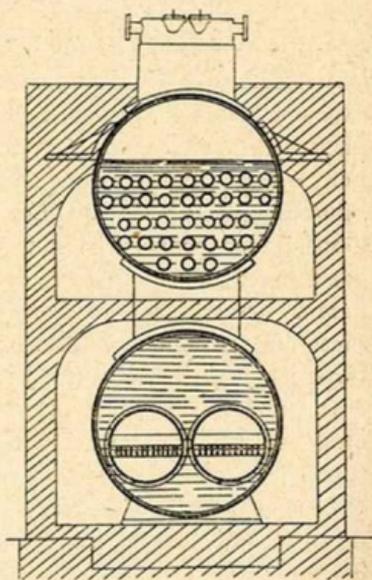


FIG. 383.

cond, et quelquefois un troisième parcours de fumée autour des corps cylindriques, dans des carnaux entourés de maçonnerie (fig. 383).

Ces chaudières sont à grand volume d'eau, et ne peuvent être employées qu'avec un très bon tirage. On les construit pour de grandes surfaces, 60 à 150 mètres carrés, et la vaporisation est aussi à peine de 8 à 10 kilogrammes par mètre carré de surface de chauffe utile.

**Chaudières à foyer amovible, ou chaudières type Weyher et Richmond (fig. 384).** — Ces chaudières, qui furent très à la mode, il y a

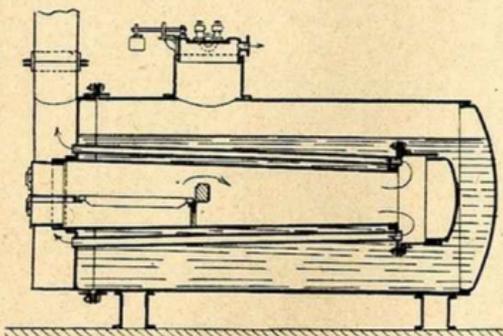


FIG. 384.

une vingtaine d'années, principalement pour les locomobiles, machines agricoles ou machines demi-fixes, sont d'excellents appareils, malheureusement un peu coûteux.

Elles se composent essentiellement d'un vaporisateur, placé dans une enveloppe cylindrique remplie d'eau. Le vaporisateur comprend

un cylindre, dans la partie avant duquel on place la grille, et dont la partie arrière sert de carneau réchauffeur ; ce cylindre est raccordé à l'arrière avec une boîte cylindrique, nommée chambre de combustion, et des tubes, disposés tout autour du foyer, ramènent les gaz chauds à l'avant. Une boîte à fumée, concentrique au foyer, recueille les gaz refroidis, et la cheminée est placée à l'avant. Cependant, on peut placer, autour de l'enveloppe, une maçonnerie laissant des carnaux de retour à l'arrière, mais les gaz déjà refroidis n'ont guère de puissance de vaporisation, et ce retour de flamme nécessite un très bon tirage. La plaque tubulaire de façade est raccordée au cylindre extérieur par un joint à brides boulonnées, avec interposition de caoutchouc vulcanisé, ou d'une simple tresse.

Quand on veut débarrasser l'intérieur des incrustations et des boues, on déboulonne la façade, et on tire le vaporisateur en avant, ce qui laisse toutes les surfaces apparentes pour les nettoyages.

Ce type de générateur se construit depuis 15 jusqu'à 120 mètres carrés de surface de chauffe, et vaporise 12 à 13 kilogrammes d'eau par mètre carré.

Pour l'utilisation au chauffage, on lui reconnaît l'avantage d'un faible volume d'eau et d'une mise en pression rapide ; par contre, la vaporisa

tion est tumultueuse, et, en raison de la faible capacité du réservoir de vapeur, il faut avoir soin d'employer un séparateur de vapeur et d'eau au départ, les entrainements d'eau étant assez importants quand on pousse l'allure du foyer.

A faible allure de marche, le rendement n'est pas très bon, parce que le volume des gaz de la combustion étant réduit proportionnellement, ces gaz ont tendance à passer seulement par les tubes supérieurs, et à ne pas se refroidir suffisamment.

**Chaudières multitubulaires.** — Ces chaudières sont très à la mode, et excessivement répandues. Les principaux types, et les plus connus, sont les chaudières Belleville (*fig. 385*), Niclausse (*fig. 386*), Babcock et Wilcox, de Naeyer, Montupet, etc.

En principe, ces chaudières se composent d'un faisceau tubulaire for-

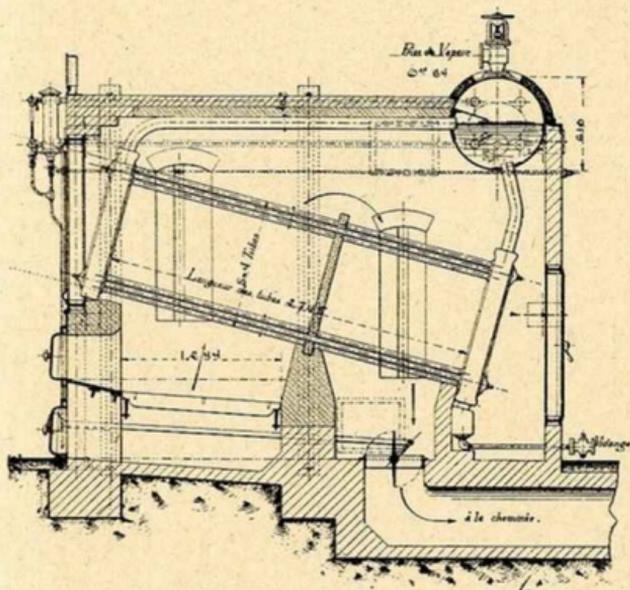


FIG. 385.

mant vaporisateur, placé au-dessus du foyer, et lèché par les gaz chauds, que des séries de chicanes dirigent pour augmenter la durée de contact, et d'un gros collecteur placé au-dessus, alimentant les tubes vaporisateurs en eau, et recueillant la vapeur produite.

Partant de ce principe commun, tous ces générateurs sont essentiellement différents dans leurs détails, et l'étude nécessiterait des développements qu'il est inutile d'aborder dans cette révision succincte.

Leurs caractères communs sont :

- a) Le faible encombrement pour une très grande surface de vaporisation ;
- b) La faible capacité d'eau, et, par suite, la facilité de les placer en 3<sup>e</sup> catégorie ;
- c) La mise en pression très rapide, qui a comme contre-partie une

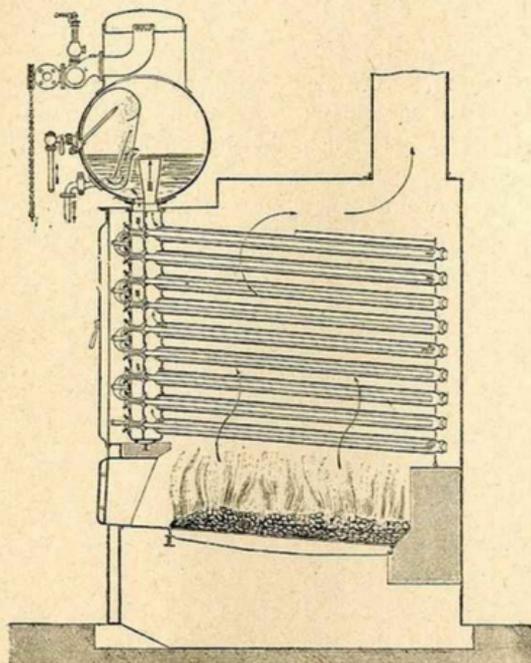


FIG. 386.

chute de pression non moins rapide, à moins de les faire construire spécialement, avec un grand réservoir de vapeur ;

- d) La vaporisation tumultueuse, qui produit des entraînements d'eau excessivement importants. En réalité, les tubes ne contiennent que de l'eau émulsionnée, et, malgré les sécheurs de vapeur, les chicanes, les cloisonnements et les changements de direction, il est toujours indispensable, pour le chauffage, d'avoir un séparateur d'eau et de vapeur au départ du générateur ;

- e) Enfin, la haute pression à laquelle on est obligé de marcher.

En pratique, ces générateurs ne sont intéressants que pour 12, 15 kilogrammes de pression par centimètre carré, et même davantage. Il est donc toujours indispensable, quand on applique ces générateurs au chauffage, de réduire la pression par un et même plusieurs détendeurs à la suite.

Nous n'insisterons pas davantage sur le grand nombre de générateurs de modèles et construction différents, qui gravitent autour des types principaux que nous venons de citer.

Nous ne décrirons pas non plus les appareils de sûreté, soupapes, ma-

nomètres, niveaux d'eau, robinetteries diverses, indicateurs magnétiques de niveaux, appareils d'alarme, appareils d'alimentation, injecteurs, pompes alimentaires, bouteilles alimentaires, etc., qui n'ont aucun intérêt dans l'étude du chauffage.

### DÉTENDEURS RÉGULATEURS DE PRESSION

Ce sont des appareils qui reçoivent des générateurs la vapeur à une pression déterminée, et la distribuent aux canalisations de chauffage à la pression réduite que l'on s'est fixée.

Nous avons expliqué, dans notre chapitre de *Notes techniques*, que la densité d'une vapeur est d'autant plus grande que sa pression est plus élevée, ce qui, inversement, signifie que le volume de la vapeur est d'autant plus faible que sa pression est plus grande.

On peut donc comprendre que, si la vapeur, à une pression donnée, arrive par un tuyau d'un certain diamètre dans un tuyau d'un diamètre plus grand, son volume augmente, et sa tension diminue : on dit alors que la vapeur se détend.

Les appareils qui produisent cette détente s'appellent des *détendeurs* ou *réducteurs régulateurs de pression*.

La figure 387 fera comprendre le principe d'un détendeur.

Supposons la vapeur arrivant à la pression  $P$  par une tubulure  $A$ , tra-

versant un orifice  $C$ , dont la section est rendue plus petite que  $A$  au moyen d'un clapet  $C$ , oscillant autour d'un axe  $E$ , et maintenu dans sa position par un contrepoids  $F$ . Il est bien évident que, pour un écoulement continu de vapeur, le volume de va-

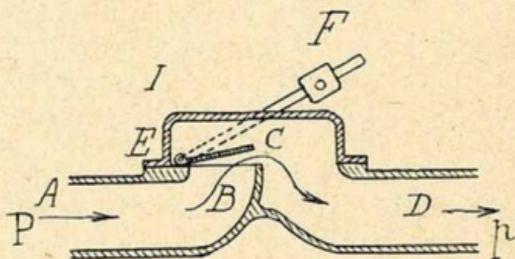


FIG. 387.

peur qui passe par l'orifice  $C$  sous l'action de la pression  $P$ , se détendra, et, si l'orifice d'écoulement  $D$  est égal ou plus grand que l'orifice d'arrivée  $A$ , la pression  $p$ , à la sortie, sera plus petite que la pression  $P$  à l'entrée.

On comprend aussi que, si l'écoulement venait à se ralentir, la pression  $p$  tendrait à augmenter, jusqu'à devenir égale à la pression  $P$ .

Mais, si on examine l'état d'équilibre du clapet  $C$ , on voit qu'il supporte sous sa face inférieure une pression  $P$ , et sur sa face supérieure une

pression  $p$ , plus une pression correspondant au contrepoids  $F$ . Pour la position représentée sur le dessin, on a :

$$P > p + F,$$

le clapet est ouvert d'une quantité correspondant à cette différence.

Mais, si  $p$  augmente pour se rapprocher de  $P$ , l'expression de l'équilibre tendra à devenir :

$$P = p + F,$$

le clapet aura tendance à se fermer.

Puis, si  $P < p + F$ , le clapet restera fermé.

Généralement, on n'adopte pas exactement la position du clapet oscillant de ce croquis, mais on dispose un ou deux clapets en forme de pistons, qui coulisent dans un cylindre, et viennent, soit masquer ou démasquer les ouvertures d'extrémités de ce cylindre, soit intercepter ou laisser libres des lumières placées à la surface de ce cylindre.

Quant à la force  $F$ , elle est représentée, soit par un contrepoids qui peut se déplacer sur un levier, de manière à augmenter ou diminuer la longueur du bras de levier, et, par suite, la puissance de l'effort qu'il exerce pour fermer, soit par un ressort ou une membrane flexible qui représente le même effort.

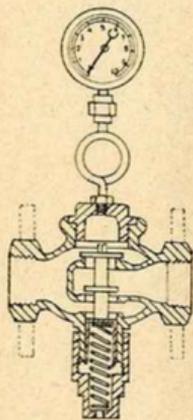


FIG. 388.

**Détendeur à ressort** (fig. 388). — La vapeur à haute pression tend à passer par deux ouvertures, que ferment deux clapets montés sur une tige verticale. Un ressort à boudin, placé sous la tige qui commande les clapets, tend à ouvrir ces clapets, et son action seule règle la position d'ouverture. En effet, les deux clapets sont équilibrés et indépendants de l'action de la pression de la vapeur, aussi bien du côté de la haute pression que du côté de la pression réduite, puisque, du côté de l'arrivée comme du côté de la sortie, ces pressions agissent à la fois sur les deux faces égales des deux clapets.

La tension du ressort est réglée au moyen d'un écrou, qui peut se visser verticalement, et comprime ce ressort plus ou moins, en augmentant ou diminuant sa puissance de tension.

Ce détendeur, qui se recommande par son prix très bas, est loin d'être un appareil parfait, car la tension des ressorts à boudin diminue avec le temps de service, et finit à la longue par devenir presque nulle.

Comme c'est lui seul qui règle la détente, si l'écoulement de vapeur

s'arrête, la pression du côté de la sortie augmente peu à peu, jusqu'à devenir égale à la haute pression du côté de l'entrée, sans que les ressorts puissent rien faire pour l'empêcher.

Ce défaut s'accroît encore si la tension de vapeur diminue.

Le détendeur à contrepoids (*fig. 389*), basé sur le même principe, ne possède pas le dernier défaut, puisque l'effort du contrepoids est constant, mais on peut lui faire encore le premier reproche.

Il permet, toutefois, de vérifier la position du clapet et le fonctionnement de l'appareil, en faisant mouvoir le levier à la main, et en observant s'il reprend de lui-même sa position quand la main cesse d'appuyer.

En réalité, ces détendeurs, parfaitement suffisants pour un écoulement de vapeur continu, sont moins bons dans les installations de chauffage, puisque la plus grande partie des robinets peuvent être fermés à la fois, et arrêter presque le débit de vapeur.

Si les radiateurs et les surfaces chauffantes ne peuvent supporter accidentellement la pression, ce type de détendeur doit être évité; il ne donne pas plus de sécurité, dans ce cas, qu'un simple robinet de vapeur, qu'on ouvrirait plus ou moins à la main.

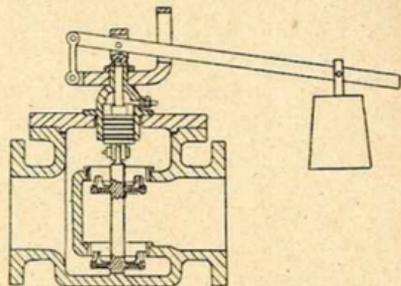


FIG. 389.

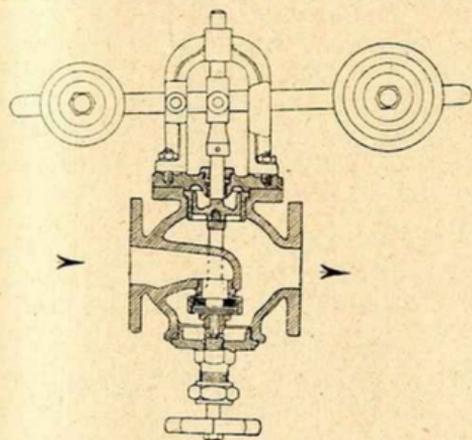


FIG. 390.

Si le bon marché exigé par le client oblige à employer ce type de détendeur, il faut avoir soin de le compléter par un robinet d'arrêt, un manomètre indicateur de pression détendue, et une soupape de sûreté réglée pour la pression maximum permise, suivant la résistance des matériaux et appareils de l'installation.

**Détendeur Pils.** — Ce détendeur (*fig. 390*), de construction allemande et

qui n'est cité que pour fixer les idées, ne possède qu'une seule soupape,

soumise à la haute pression de l'arrivée de vapeur, tandis que la pression de la vapeur détendue agit sur la partie inférieure de cette soupape, et aussi, dans le même sens, sur la partie inférieure d'une autre soupape montée sur la même tige. Si la pression maximum de la vapeur détendue, réglée par un système de contrepoids mobiles sur un levier, tend à augmenter, la pression réduite, agissant à la fois sur les faces inférieures des deux soupapes, tend à fermer l'ouverture de la vapeur, et à réduire ainsi la pression du côté de la sortie.

Une tige filetée, manœuvrable en dessous par un volant, règle, du reste, la position d'ouverture maximum.

Ce détendeur semble donc donner plus de sécurité que les précédents.

**Détendeur universel.** — On vend en France, sous ce nom, un détendeur américain, système Foster (fig. 391). La tige F, sur laquelle sont

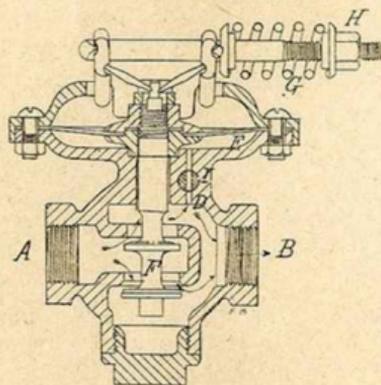


FIG. 391.

montés deux clapets équilibrés, qui règlent les ouvertures de passage entre l'arrivée A de vapeur à haute pression, et la sortie B de vapeur à pression réduite, est solidaire d'une membrane flexible E. Cette membrane est soumise par-dessous à l'action de la pression réduite, la vapeur pouvant arriver par une petite tubulure D, et par-dessus à l'action d'un ressort C, dont la tension se règle par un écrou H.

Quand la pression en B tend à augmenter, la membrane E se lève, en entraînant la tige F; celle-ci pousse sur les deux leviers inclinés supérieurs, qui forcent sur le ressort.

En réglant convenablement la tension de ce ressort au moyen de l'écrou, on peut maintenir la pression demandée.

La membrane E, comme toutes les membranes, change peu à peu de flexibilité, et doit être périodiquement remplacée. Si un accident arrive en marche, on ferme la communication D au moyen d'un robinet I, on desserre l'écrou H, et, en maintenant à la main la tige F, on fait le remplacement de la membrane.

Ce détendeur est relativement bon marché, mais il n'est pas très précis, et il peut être classé dans la catégorie des appareils américains, qu'il ne faut pas trop laisser sans surveillance.

**Détendeur Belfield.** — Ce détendeur (*fig. 392*), également de construction américaine, est absolument basé sur le même principe que le précédent.

Toutefois, la membrane flexible est placée en dessous, et le ressort est remplacé par un contrepoids qui se déplace sur un levier, de façon à augmenter ou diminuer la pression réduite permise en faisant varier la longueur du bras du levier.

La pression intérieure de la vapeur se transmet sur la face supérieure de la membrane par un petit trou *a*; peu à peu, le tube dans lequel coulisse la tige de commande, ainsi que la partie du réservoir au-dessus de la membrane, se remplissent d'eau, et la vapeur ne vient pas directement en contact avec cette membrane.

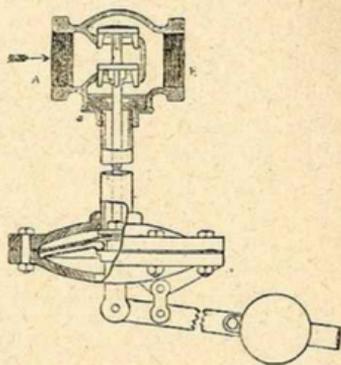


FIG. 392.

Néanmoins, comme l'eau finit par prendre la température de la vapeur, cette membrane n'est guère mieux protégée, et, en résumé, ce détendeur américain doit être fréquemment surveillé, et ne donne qu'une sécurité toute relative.

Sa sensibilité est très grande lorsque la membrane est en bon état.

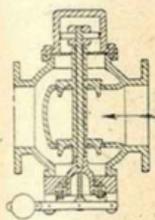


FIG. 393.

**Détendeurs Kieley.** — Les détendeurs Kieley, très réputés en Amérique, sont basés sur un principe analogue, et le seul examen des figures 393, pour le modèle à basse

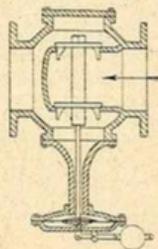


FIG. 394

pression, et 394 pour le modèle à moyenne pression, suffira pour en faire comprendre le fonctionnement et le mode d'opération.

#### DÉTENDEURS FRANÇAIS

Les détendeurs des constructeurs français sont des appareils infiniment plus soignés et plus sérieux que les appareils allemands et américains.

On ne peut pourtant pas dire que les détendeurs français sont des appareils de tout repos, et, quoique très bien construits et très rigoureusement ajustés, ils ne donnent pas non plus complète sécurité au point de vue de la détente.

Il faut qu'on sache bien que, quels que soient le modèle et le constructeur, en France comme à l'étranger, les détendeurs sont des appareils fort délicats, qu'on ne doit jamais laisser sans surveillance fréquente, et qui ne donnent réellement le résultat demandé qu'autant qu'il existe un écoulement permanent de vapeur, dans la proportion d'au moins la moitié du maximum de débit permis. Si, dans un chauffage, on ferme la plus grande partie des radiateurs, le débit est trop faible, et la pression tend à monter.

Pistons qui se coincent, membranes qui se crèvent, soupapes qui collent sur leurs sièges, contrepoids qui s'accrochent, ressorts qui se détendent et se déforment, tous les détendeurs ont leurs défauts, et le meilleur d'entre eux est sujet à caution.

**Détendeur Muller et Roger** (fig.

395). — Le détendeur Muller et Roger se compose d'un corps en bronze, en acier ou en fonte, dans lequel se trouve une soupape double équilibrée  $ss'$ , commandée par le ressort  $R'$ , dont la tension est réglée par le volant  $V$ . La vapeur, arrivant en  $O$ , agit sur les surfaces égales des deux soupapes  $ss'$ , que le ressort  $R'$  équilibre et tend à fermer. Ce ressort permet de placer l'appareil dans n'importe quel sens, et est destiné à vaincre les frottements légers dans l'appareil.

Lorsque la vapeur à haute pression arrive, on tend le ressort extérieur  $R'$ , au moyen du volant de manœuvre  $V$ , jusqu'à ce que le manomètre indique que la pression réduite est établie normalement. La vapeur détendue, agissant sur la tige  $T$ , tend à fermer l'appareil,

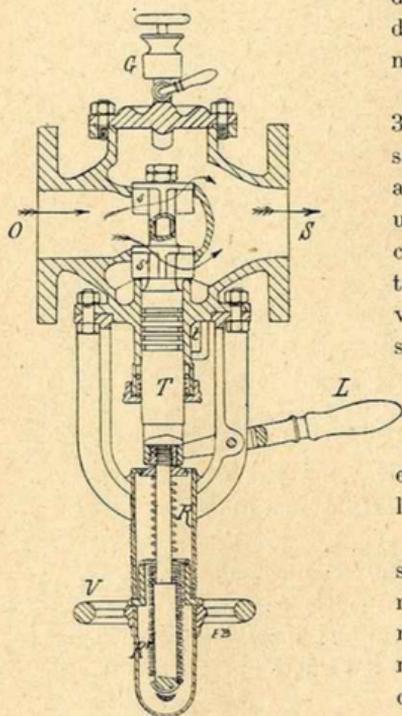


FIG. 395.

tandis que le ressort  $R'$  tend à l'ouvrir.

Si la pression augmente à l'entrée, le ressort  $R'$  s'allonge, la soupape  $ss'$  se ferme, et ne laisse passer que la quantité de vapeur suffisante pour maintenir la pression réduite pour laquelle l'appareil est réglé. Si, au contraire, la pression diminue à l'entrée, le ressort  $R'$  se détend, la soupape  $ss'$  s'ouvre, et la vapeur passe en plus grande quantité pour rétablir l'équilibre.

Le levier L permet de se rendre compte à tout moment du fonctionnement de l'appareil.

Ce détendeur est très bien construit, mais il ne permet pas une détente de plus de 5 à 6 kilogrammes, et, quand on veut détendre d'une très haute pression à une basse, il faut se servir de plusieurs détendeurs successifs.

**Détendeurs Belleville.** — Les générateurs multitubulaires Belleville étant toujours construits pour fonctionner à des pressions très élevées, la vapeur doit, dans la plupart des cas, être détendue, pour être ramenée à la pression demandée dans les moteurs ordinaires.

Les détendeurs Belleville ont été étudiés pour remplir ce but, et ce sont d'excellents appareils, capables de maintenir, par exemple, à 5 ou 6 kilogrammes la pression initiale de 12 à 15 kilogrammes de la vapeur fournie par les générateurs.

Lorsqu'on veut les appliquer au chauffage à vapeur, on doit tenir compte qu'ils n'ont pas été prévus pour détendre à moyenne et surtout à basse pression, aussi est-il presque toujours nécessaire de les conjuguer et d'employer plusieurs détendeurs successifs.

Le passage du compartiment à haute pression dans le compartiment à basse pression ne se fait pas, comme dans les détendeurs précédents, par des orifices à soupapes plus ou moins ouverts.

La figure 396 montre qu'il se fait par des lumières réservées à la fois dans un corps cylindrique en bronze et dans un piston en forme de lanterne, qui coulisse dans ce cylindre, de manière que leurs lumières soient placées en face l'une de l'autre.

Le piston est monté sur un axe vertical, dont la position est fonction d'un levier horizontal, réglé lui-même par des ressorts, la tension de

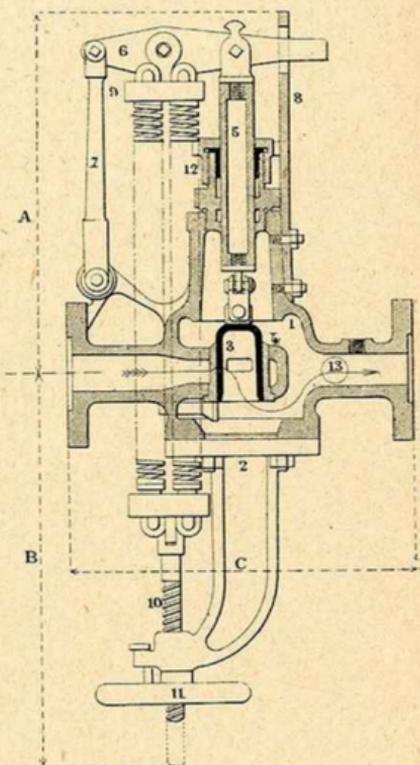


FIG. 396.

Ceux-ci pour la pression de vapeur réduite demandée étant établie par un volant inférieur.

Ce sont les efforts, dirigés en sens inverse, de la vapeur réduite et de la tension des ressorts, qui règlent la position du piston-lanterne, pour que les passages dans les lumières de ce piston et dans celles du cylindre soient convenablement proportionnés. Si la pression augmente du côté de la sortie, les sections des passages diminuent, parce que le piston remonte et masque en partie les orifices du cylindre.

Ce détendeur est construit avec beaucoup de soin, c'est un appareil mécanique relativement coûteux ; aussi ne trouve-t-il sa place que dans les installations très soignées et d'une certaine importance.

**Détendeur Deniau.** — Ce détendeur est à piston, comme le détendeur Belleville, mais il est d'une construction plus simple, quoique très soignée, et d'un prix plus modéré.

L'organe détendeur est également un piston, simple ou double, qui se déplace dans un cylindre. Ce piston est cannelé, de manière à former joint d'eau, sans qu'il soit nécessaire de le graisser.

Il doit être ajusté très juste dans le cylindre, et

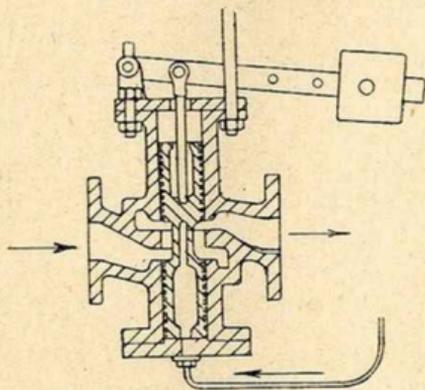


FIG. 397.

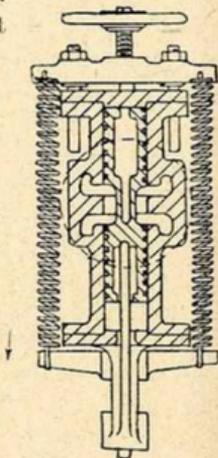


FIG. 398.

il y a une grosse difficulté, parce qu'il faut tenir compte à la fois de sa dilatation et de celle du cylindre dans lequel il se coulisser.

Si les proportions ne sont pas rigoureusement observées, il se produit un coincement, et il est nécessaire de démonter l'appareil pour rétablir le fonctionnement normal.

C'est, en somme, un appareil délicat, mais il donne d'excellents résultats quand il est bien établi et bien installé.

On le construit soit avec contrepois (*fig. 397*), soit à ressorts (*fig. 398*).