



UTILISATION DE L'ÉNERGIE  
CONTENUE DANS LA VAPEUR  
A TRÈS BASSE PRESSION  
POUR L'AMÉLIORATION DES INSTALLATIONS  
DE  
CHAUFFAGE CENTRAL

---

COMMUNICATION

*faite le 29 Octobre 1921, à la Société d'Encouragement  
pour l'Industrie Nationale*

PAR

**André NESSI**

Ingénieur des Arts et Manufactures.

---

PARIS

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

44, RUE DE RENNES (6°)

—  
1922



ULTIMHEAT<sup>®</sup>  
VIRTUAL MUSEUM



UTILISATION DE L'ÉNERGIE  
CONTENUE DANS LA VAPEUR  
A TRÈS BASSE PRESSION  
POUR L'AMÉLIORATION DES INSTALLATIONS  
DE  
CHAUFFAGE CENTRAL



ULTIMHEAT®  
VIRTUAL MUSEUM



UTILISATION DE L'ÉNERGIE  
CONTENUE DANS LA VAPEUR  
A TRÈS BASSE PRESSION  
POUR L'AMÉLIORATION DES INSTALLATIONS  
DE  
CHAUFFAGE CENTRAL

---

COMMUNICATION

*faite le 29 Octobre 1921, à la Société d'Encouragement  
pour l'Industrie Nationale*

PAR

**André NESSI**

Ingénieur des Arts et Manufactures.

---

PARIS  
SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

44, RUE DE RENNES (6<sup>e</sup>)

—  
1922



ULTIMHEAT®  
VIRTUAL MUSEUM



## UTILISATION MÉCANIQUE DE L'ÉNERGIE CONTENUE DANS LA VAPEUR A TRÈS BASSE PRESSION, POUR L'AMÉLIO- RATION DES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE CENTRAL <sup>(1)</sup>

### A. — Généralités.

Cette communication a pour but d'exposer les moyens qui permettent pratiquement l'utilisation mécanique de l'énergie produite par la détente de la vapeur à très basse pression employée dans d'importantes installations de chauffage central, cette utilisation pouvant soit perfectionner le procédé de circulation de l'eau chaude, soit le mode de distribution de l'air chaud, ces fluides étant chauffés par la vapeur.

Il s'agit tout particulièrement d'installations dans lesquelles la vapeur est fournie par des générateurs à très basse pression, à fonctionnement continu et automatique.

Les perfectionnements que nous nous proposons de décrire et qui ont été réalisés depuis 1911 par la maison Nessi frères, avec la collaboration de M. Henri Dumas, ingénieur des Manufactures, sont relatifs d'une part à l'économie d'exploitation et d'autre part à la facilité d'installation des tuyauteries.

Avant d'aborder le sujet principal de cette communication je crois utile de vous exposer rapidement quelques considérations générales. Ce sont celles qui ont guidé les constructeurs vers le but qu'ils ont atteint.

Dans une importante installation de chauffage central dont les canalisations sont très étendues, il ne suffit pas d'envisager uniquement les dépenses de première installation, il faut surtout chercher à réduire au minimum les dépenses d'exploitation et en particulier la dépense de combustible.

Au point de vue de cette dépense, de sérieux progrès restent encore à faire dans la construction des chaudières employées dans le chauffage central pour améliorer leur rendement (1\*), et pour l'utilisation des combustibles autres que

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique du Conseil le 29 octobre 1921.

(1\*) Il faut malheureusement constater que les fonderies qui ont le plus répandu dans le commerce durant ces dernières années les types de chaudières en fonte à éléments, ont surtout cherché à diminuer le poids du métal pour réduire le prix de vente, en raison de la concurrence. Elles ne paraissent pas s'être soucies beaucoup de la durée des appareils, ni des perfectionnements à apporter en vue d'un meilleur rendement.

l'antracite dont le prix reste très élevé (2); mais à notre avis, une économie considérable de combustible peut être faite par l'emploi d'un système de canalisations étudié pour permettre d'obtenir le *réglage général de la température* (3).

Il faut entendre par *réglage général de la température* dans une installation de chauffage central, le réglage qui s'opère simultanément sur toutes les surfaces de chauffe, lorsque l'on agit en un seul point déterminé, sur le fluide qui sert au transport de la chaleur.

Ce réglage ne peut être réalisé d'une manière absolue avec les systèmes de chauffage actuellement connus, mais il est possible de s'en rapprocher très sensiblement avec certains (4).

Dans nos climats, la température extérieure est très variable, et ce réglage général est particulièrement intéressant.

Il y a souvent avantage à faire fonctionner les installations d'une manière continue pour maintenir une température intérieure constante, mais il ne faut pas surchauffer les pièces par un temps doux.

La quantité de chaleur que doit fournir une installation doit pouvoir être réduite au moins dans la proportion de 4 à l'unité (5).

(2) Il serait à désirer qu'en dehors de l'emploi des coques et anthracites de toutes sortes, des types de générateurs de chauffage central soient créés pour l'utilisation des combustibles pauvres et en particulier des lignites et de la tourbe préalablement séchées, en raison de l'importance des gisements qui existent dans notre pays.

(3) Dans une installation de chauffage central, on doit en outre créer dans la mesure du possible, autant de réseaux de canalisations séparés qu'il y a de groupes de locaux soumis à des régimes différents, de manière à pouvoir faire varier pour chacun de ces groupes, soit la durée de l'admission du fluide du chauffage, soit sa température ou sa pression.

La quantité de chaleur à fournir varie en effet suivant la nature des locaux à chauffer, suivant leur exposition et leur mode d'occupation.

En cas de chauffage intermittent, il faut de plus tenir compte du coefficient d'inertie calorifique des matériaux de la construction.

Pour les installations étendues, le réglage de la chaleur devra être facilité par l'emploi d'appareils indicateurs de température à distance et d'enregistreurs groupés dans la chaufferie pour contrôler le fonctionnement.

Les frais de première installation qui résultent de l'emploi de toutes ces dispositions, sont rapidement couverts par les économies de combustible réalisées.

(4) Par exemple, si, dans une installation de chauffage par l'eau chaude dont les canalisations sont convenablement calculées, nous modifions la température de l'eau au départ de la chaudière, les températures des surfaces de chauffe se trouvent modifiées simultanément. Les quantités de chaleur émises par chacune d'elles, varient sensiblement dans une même proportion. Si donc, nous modifions convenablement la température de l'eau mise en circulation suivant les variations de la température extérieure, nous pouvons obtenir une température sensiblement constante dans les pièces chauffées.

(5) Si l'on considère une installation prévue pour obtenir par chauffage continu la température de 18° tant que la température extérieure ne s'abaisse pas au-dessous de -6°, cette installation restant en fonctionnement par une température de +12° à l'extérieur, ne devra fournir sensiblement qu'un nombre de calories représentant

$$\frac{18 - 12}{18 + 6}$$

soit le quart du nombre maximum prévu.

La dépense de combustible devra être sensiblement réduite dans cette même proportion.





Le nombre de calories transportées par le fluide de circulation doit donc varier dans les mêmes proportions, si l'on veut éviter la surchauffe des locaux, et, par suite, une dépense inutile de combustible. D'autre part, la chaleur doit pouvoir être distribuée uniformément, quel que soit le régime de fonctionnement, sinon il en résulte des réclamations de la part des occupants des pièces insuffisamment chauffées. Pour donner satisfaction à ces derniers, il est nécessaire d'élever la température dans l'ensemble de l'installation; on obtient alors une chaleur exagérée dans certaines pièces et cet inconvénient se traduit par le gaspillage du combustible.

On comprend ainsi la nécessité d'étudier les moyens d'obtenir le réglage général de la température. *Cette nécessité est d'autant plus grande que l'installation est plus étendue.* Nous allons voir de quelle manière les perfectionnements que nous allons décrire réalisent ce desideratum (6).

#### B. — Modes d'emploi de l'énergie contenue dans la vapeur à basse pression.

L'énergie contenue dans la vapeur à basse pression, peut être employée :

- 1° Pour les installations de chauffage par l'eau chaude;
- 2° Pour les installations de chauffage par l'air chaud chauffé par la vapeur.

I. — Considérons d'abord :

- 1° Le cas des installations de chauffage par l'eau chaude à basse pression.

Nous savons que les systèmes actuellement employés peuvent être classés dans l'une des 3 catégories suivantes :

- 1° Chauffage par densité (thermosiphon);
- 2° Chauffages dits à circulation accélérée : circulation par émulsion, par pulsion ou par aspiration;
- 3° Chauffage par circulation mécanique (emploi d'une pompe).

(6) Il est à remarquer qu'il y a d'autres moyens de maintenir constante la température des pièces chauffées. Depuis plusieurs années, certains constructeurs emploient des appareils automatiques pour régler individuellement la température des pièces chauffées.

Ces appareils, composés d'un thermostat et d'un régulateur, agissent directement sur les vannes des surfaces de chauffe, mais il faut autant d'appareils automatiques que de pièces chauffées. Malgré les perfectionnements apportés à ces appareils, leur prix très élevé n'a pas permis d'en généraliser l'emploi. Lorsque les surfaces de chauffe sont très divisées, il faut compter doubler environ le prix de l'installation.

Ces appareils s'imposent cependant dans certains cas comme pour le chauffage des classes d'études, des salles de réunion, etc., et, en général, dans les locaux dont la température est influencée par d'autres causes que les variations de la température extérieure.

Il y a lieu de remarquer en outre, que les appareils de réglage automatique individuel, exigent pour être efficaces, que le renouvellement d'air soit réglé avec précision. On ne saurait imaginer leur installation dans des locaux où il serait possible, par exemple, de laisser aux occupants la libre ouverture des fenêtres.

Notons en passant, que dans les immeubles à loyer, une importante économie de combustible peut être réalisée par l'emploi de compteurs de calories.

Avec le chauffage par densité, il est possible d'obtenir un réglage général de la température assez satisfaisant, si toutefois l'installation n'est pas trop étendue. On n'y utilise comme force motrice, que la différence de densité des colonnes chaude et froide (7).

Dans les systèmes de la deuxième catégorie, l'énergie contenue dans la vapeur à basse pression est employée directement pour accélérer la circulation de l'eau (8).

Dans les chauffages par émulsion par exemple, une certaine quantité de vapeur est introduite dans la colonne ascendante et produit ainsi une augmentation de la force ascensionnelle de l'eau (9).

Dans les chauffages par pulsion, la vapeur formée en un point de la masse d'eau mise en circulation, produit à des intervalles plus ou moins rapprochés, l'élévation d'une certaine quantité d'eau.

Dans les chauffages par aspiration, c'est le vide produit par la condensation de la vapeur qui active la circulation (10).

Ces systèmes de la deuxième catégorie, ont permis de réduire légèrement les dimensions des canalisations, mais ils n'ont pas donné au point de vue économique les résultats que l'on en attendait (11).

Ces récents systèmes ont enlevé au chauffage à eau chaude par densité, sa principale qualité qui était le réglage général de la température, sans lui en apporter d'autres appréciables (12).

Par contre, les chauffages à circulation mécanique, où la pression dynamique est obtenue par une pompe centrifuge, ont conservé toutes les qualités du ther-

(7) Dans un thermosiphon, le mouvement de l'eau est déterminé par la différence de densité de deux colonnes d'eau dont les températures sont inégales. La charge qui produit la circulation n'est que de quelques centimètres de hauteur d'eau.

(8) De nombreux brevets ont été pris par les constructeurs de ces systèmes dans la période de 1900 à 1910. Le principe avait déjà été appliqué avant 1870 par la maison Chibout, (Voir la description donnée dans le *Traité de Physique industrielle* de Ser, 2<sup>e</sup> partie.)

(9) On obtient généralement une charge de 0,75 m de hauteur d'eau.

(10) On peut obtenir dans les chauffages par pulsion, une charge de 1 à 2 m de hauteur d'eau pour activer la circulation.

Nous avons réalisé dans des installations de chauffage par aspiration, des dépressions de 7 m (circulation accélérée par le vide), mais il faut remarquer que ces charges ou dépressions ne se produisent que par intermittence. La circulation est analogue à celle du sang dans l'organisme humain.

Les circulations par émulsion se rapprochent davantage de la circulation continue du thermosiphon, mais lorsqu'on en observe le fonctionnement, on constate que le mouvement de l'eau a lieu souvent par à-coups, surtout dans la période de mise en marche, et aussi dans la période qui précède l'arrêt lorsque le foyer fonctionne à allure réduite.

Il faut tenir compte du refroidissement de l'eau dans les conduites pendant le temps qui sépare les pulsations; il faut songer également à la circulation par densité qui se produit parfois en sens inverse. Les phénomènes qui se produisent dans ce genre d'installations sont très complexes et il est très difficile de calculer convenablement les dimensions des tuyauteries.

(11) Si, d'une part, l'on réduit les diamètres des tuyauteries, on complique d'autre part l'installation. Il est en effet nécessaire de relier la chaudière avec les appareils de circulation toujours placés à la partie supérieure des bâtiments à chauffer.

(12) Malgré les modifications très compliquées que l'on a fait subir à certains, ils n'atteignent pas la perfection du thermosiphon.



mosiphon et l'ont même amélioré pour le cas d'installations importantes (13). De plus, les diamètres des canalisations ont été réduits considérablement.

Le réglage général de la température peut s'opérer dans des conditions encore plus favorables (14). Même dans des installations très étendues, il est possible de faire circuler l'eau à partir d'un degré peu élevé et de ne transporter, lorsqu'on le désire, qu'une faible fraction du nombre de calories maximum pour lequel est prévue l'installation.

La répartition des calories dans toutes les surfaces de chauffe est uniforme et l'on peut réduire la différence de température de l'eau entre le départ et le retour (15).

Depuis un certain nombre d'années à l'étranger, on active la circulation de l'eau dans des installations de chauffage par l'eau chaude pourvues de chaudières à fonctionnement continu et automatique, en intercalant une pompe centrifuge sur la tuyauterie principale de retour d'eau. La force motrice est donnée par un moteur indépendant. Ce moteur est généralement électrique; dans les grandes villes, le courant est fourni par le secteur. Les installations sont pourvues d'un moteur de secours, moteur à essence ou autre, qui doit fonctionner en cas de l'arrêt du courant du secteur.

Ce genre d'installations s'est très peu répandu en France car il a soulevé de sérieuses objections : le fonctionnement de l'installation est, en effet, à la merci de la centrale de distribution. Le moteur électrique, et surtout le moteur à essence, sont des appareils que l'on ne peut confier au personnel inexpérimenté dont on dispose pour le service du chauffage dans les immeubles. De plus, la dépense de force motrice vient grever les frais d'exploitation.

Il est nécessaire qu'une installation de chauffage central réalise un ensemble parfaitement autonome et qu'elle puisse fonctionner sans surveillance continue.

Ce sont ces résultats que nous avons atteints en employant comme force motrice pour la pompe de circulation, la vapeur à très basse pression des chaudières du chauffage. Au moteur électrique, nous avons substitué une turbine à vapeur à

(13) La charge qui détermine la circulation est en général de 2 m à 3 m de hauteur d'eau. La pompe de circulation peut être placée dans la chaufferie, ce qui n'entraîne aucune complication de tuyauteries dans le bâtiment.

(14) Les méthodes de calcul des tuyauteries sont plus simples et plus précises.

(15) L'emploi des pompes dans le chauffage à eau chaude n'est pas récent.

En Amérique depuis plusieurs années, et plus récemment en Angleterre comme en Allemagne, d'importantes installations de chauffage par l'eau chaude à circulation mécanique, sont combinées avec la force motrice dans des centrales électriques, dans lesquelles on emploie des chaudières à vapeur à haute pression. L'eau chaude est chauffée au moyen des vapeurs d'échappement des machines. Dans certains cas, la vapeur d'échappement est envoyée dans un premier condenseur à surface dans lequel circule l'eau du chauffage, puis dans un second condenseur à surface ou à mélange destiné à produire le vide nécessaire au rendement maximum des moteurs. L'eau de circulation peut de plus être réchauffée lorsque cela est nécessaire, par la vapeur vive.

Dans d'autres cas, la vapeur destinée au chauffage de l'eau est prise au réservoir intermédiaire d'une machine « Compound » ou entre les étages d'une turbine à vapeur, lorsque ces machines sont construites spécialement à cet effet.

basse pression. La force motrice est pratiquement gratuite et entièrement indépendante.

Ainsi que nous l'exposerons plus loin, des dispositifs spéciaux ont été créés pour obtenir la marche continué et automatique de l'installation.

Le système nouveau a reçu le nom de *Dynamo-circuit à eau chaude* (16).

II. — Considérons, en second lieu, le cas du chauffage par l'air chaud chauffé par la vapeur :

Pour produire la pulsion de l'air chaud, la vapeur à basse pression ne peut être employée directement. Elle ne peut être utilisée que dans un moteur actionnant un ventilateur.

Nous avons construit un dispositif dans lequel le ventilateur actionné directement par une turbine fonctionnant au moyen de la vapeur à basse pression des chaudières de chauffage permet la distribution de l'air chaud à des températures variant suivant la température extérieure.

Ce dispositif a reçu par analogie, le nom de *Dynamo-circuit à air chaud*.

### C. — Utilisation mécanique. Turbine à vapeur à très basse pression.

Pour que l'installation puisse être autonome et fonctionne sans surveillance, la maison Nessi frères a étudié un type de turbine fonctionnant par la vapeur à très basse pression et réunissant les conditions spéciales suivantes :

Cette turbine est d'une grande simplicité de construction. La pompe ou le ventilateur sont accouplés directement sur l'arbre qui supporte la roue motrice. Il n'y a donc aucun renvoi de mouvement. La disposition des aubes est étudiée pour obtenir le maximum de rendement à la pression de marche qui est très faible. La turbine se met d'elle-même en mouvement dès que la vapeur à l'admission atteint la pression extrêmement basse de  $20 \text{ g} : \text{cm}^2$ . Il n'y a aucune manœuvre à faire pour la mise en marche. Le bon graissage du palier unique est assuré automatiquement pour un mois au minimum. D'autre part, en raison de la nature et de la disposition du palier, aucun grippage n'est possible (17).

Ce type de moteur a en outre l'avantage de ne pas envoyer d'huile au condenseur. Les organes sont robustes, facilement interchangeable, et leur durée est de beaucoup supérieure à celle des générateurs de l'installation (voir figures 1, 2 et 3).

(16) Circuit dont la circulation est activée par une importante pression dynamique créée artificiellement.

(17) Quelques-unes de ces turbines qui ont fonctionné pendant les années de guerre 1914 à 1918, n'ayant pas reçu régulièrement ce graissage nécessaire, ont été démontées en 1918 : les organes étaient en bon état et ont pu être remontés après un simple nettoyage.

#### D. — Valeur de la force motrice de circulation.

Le fait d'employer la vapeur à basse pression comme force motrice, se traduit par une dépense de combustible négligeable par rapport à celle qui correspond au chauffage proprement dit.

Désignons par :

P, la puissance en kilogrammètres nécessaire à la circulation de l'eau;

R, le rendement mécanique de la turbine;

N, le nombre de calories horaire total de l'installation.

Toutes les calories contenues dans la vapeur passant dans la turbine, et qui ne sont pas transformées en travail, sont intégralement restituées au chauffage par l'intermédiaire d'un condenseur à grande surface.

Le nombre de calories  $n$  absorbées par le travail de circulation est :

$$n = \frac{P \times 3.600}{R \times 427},$$

le nombre 427 étant pris comme équivalent mécanique de la chaleur.

Si l'on établit pratiquement pour plusieurs installations le rapport  $\frac{n}{N}$  on trouve une fraction variant de  $\frac{2}{1000}$  à  $\frac{4}{1000}$ .

Il est à remarquer que le rendement thermique du moteur n'a qu'une importance très relative en raison de ce fait que la vapeur d'échappement est entièrement condensée.

La dépense de calories absorbée par le travail est donc très faible. Elle ne peut entrer en ligne de compte, surtout si l'on considère que le frottement de l'eau dans la pompe et les conduites se traduit par une récupération de travail sous forme de chaleur utilisée.

Un simple examen du diagramme entropique ci-contre (fig. 4), tracé à l'échelle permet de se rendre compte de la faible proportion de chaleur correspondant au travail de la turbine, par rapport à la quantité de chaleur totale contenue dans la vapeur d'admission, laquelle n'est d'ailleurs qu'une fraction de celle dépensée dans l'installation.

Le point figuratif de l'état de la vapeur sortant saturée sèche de la chau-

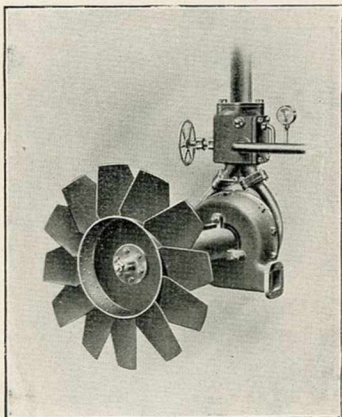


Fig. 4. — Groupe moteur-ventilateur.

dière à la pression absolue de  $1,2 \text{ kg} : \text{cm}^2$  et à la température correspondante  $104,2$  est le point B, la ligne Bs représentant une portion de la courbe de saturation. Nous admettrons pour simplifier, que la détente est adiabatique de B en C. La condensation s'opère de C en D, et nous supposons que l'eau de condensation retourne à la chaudière à une température moyenne de  $60^\circ$  après s'être refroidie au contact de l'eau, de retour de la circulation, dont la température varie de  $30$  à  $70^\circ$ . Au point E, se trouve l'intersection de l'isotherme de  $60^\circ$  et de la courbe d'échauffement de l'eau figurée de O en A.

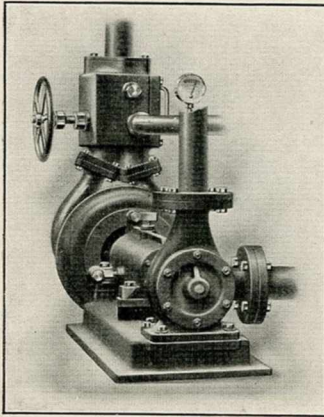


Fig. 2. — Groupe moteur-pompe.

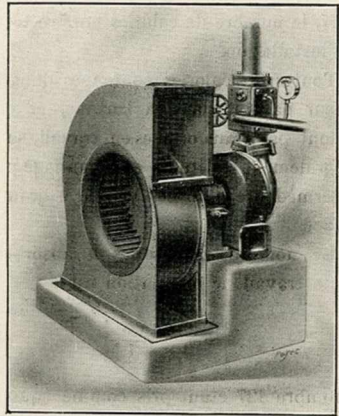


Fig. 3. — Ventilateur centrifuge actionné par turbine à vapeur.

1° La surface du rectangle ABCD représente la quantité de chaleur utilisée pour la force motrice;

2° L'aire sustendue par l'arc  $\omega\omega$  AB représente la quantité de chaleur totale de la vapeur dont l'état est figuré par le point B;

3° L'aire  $\omega\omega$ Dc $\beta$  représente celle qui est utilisée pour le chauffage;

4° La quantité de chaleur restituée au chauffage est représentée par la surface  $\omega\omega$ E $\varepsilon$ ;

5° Enfin, l'aire  $\varepsilon$ EDc $\beta$  représente la portion de la chaleur passant par la turbine consommée par le chauffage.

L'augmentation relative de chaleur absorbée pour la force motrice s'établira par le rapport des 2 aires 1 et 5 :

$$\frac{\text{aire ABCD}}{\text{aire } \varepsilon\text{EDc}\beta}$$

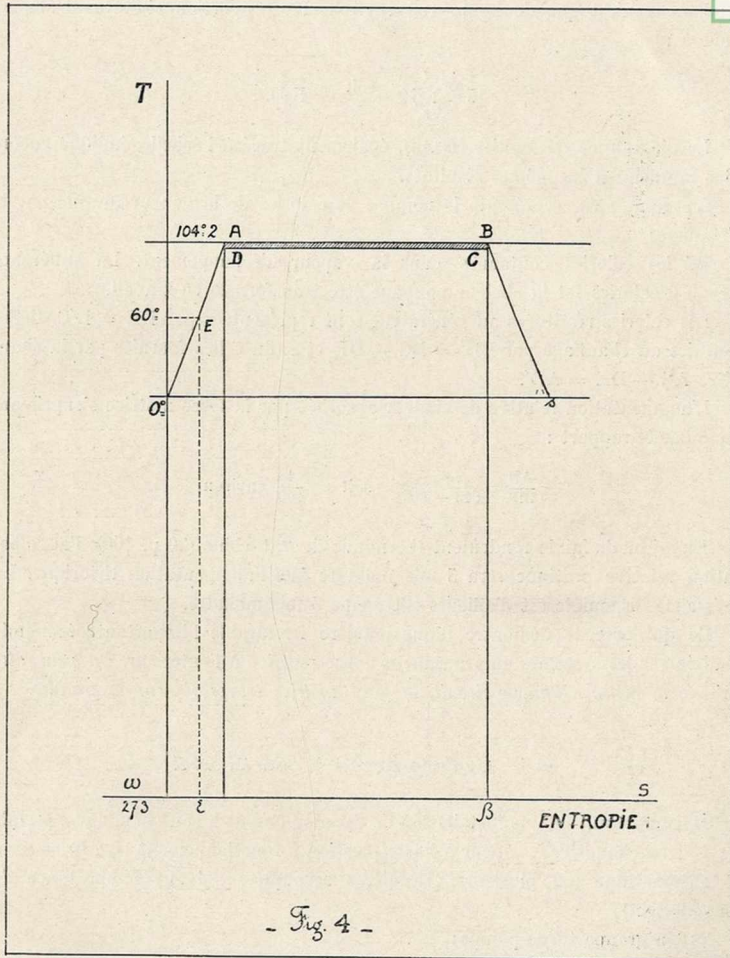


Fig. 4. — Diagramme entropique.

On trouve, en planimétrant, environ  $\frac{1}{100}$ .

En pratique, la détente n'est pas adiabatique et la turbine ne transforme en travail que  $\frac{1}{5}$  environ des calories représentées par l'aire ABCD car son

rendement n'est que de 20 p. 100 environ. La proportion ci-dessus s'abaisse donc à :

$$\frac{1}{5} \times \frac{1}{100} \quad \text{soit} \quad \frac{2}{1000}.$$

Le diagramme de Mollier (fig. 5), également tracé à l'échelle, indique encore plus rapidement les mêmes résultats.

L'ordonnée AC représente le nombre de calories de la vapeur fournie par la chaudière;

BC les calories contenues dans la vapeur d'échappement. La différence AB = 6 calories est la chaleur pouvant être transformée en travail.

Les calories restituées au générateur sont représentées par DE = D'C. Celles fournies au chauffage par BD' = BC — DE et enfin celles fournies par la chaudière AC — DE = AD'.

L'augmentation relative de chaleur absorbée par la force motrice s'exprimera donc par le rapport :

$$\frac{AB}{BD'} = \frac{6}{643 - 60} \quad \text{soit} \quad \frac{1}{100} \text{ environ.}$$

En raison du faible rendement thermique de la turbine (20 p. 100), l'augmentation relative pratique sera 5 fois moindre que l'augmentation théorique. La puissance disponible est d'ailleurs elle-même 5 fois moindre.

Ce qui précède démontre d'une manière irréfutable l'importante économie réalisée sur les systèmes empruntant la force motrice à l'extérieur. *On peut dire qu'avec le système dynamo-circuit, la force motrice est pratiquement gratuite.*

#### E. — Dynamo-circuit à eau chaude.

**Description.** — Une installation de dynamo-circuit à eau chaude comprend :

1° Une chaudière à vapeur à basse pression à fonctionnement (fig. 6) continu et automatique (ou plusieurs chaudières accouplées suivant l'importance de l'installation);

2° Un groupe turbo-pompe;

3° Un condenseur à surface;

4° Des appareils de réglage et de distribution;

5° La tuyauterie de circulation d'eau chaude;

6° Les surfaces de chauffe munies de leurs robinets de réglage.

Sur le schéma ci-contre (fig. 7) :

B est une chaudière à vapeur à fonctionnement continu. Elle est munie de son régulateur hydraulique de pression G qui agit sur l'entrée d'air sous la grille.



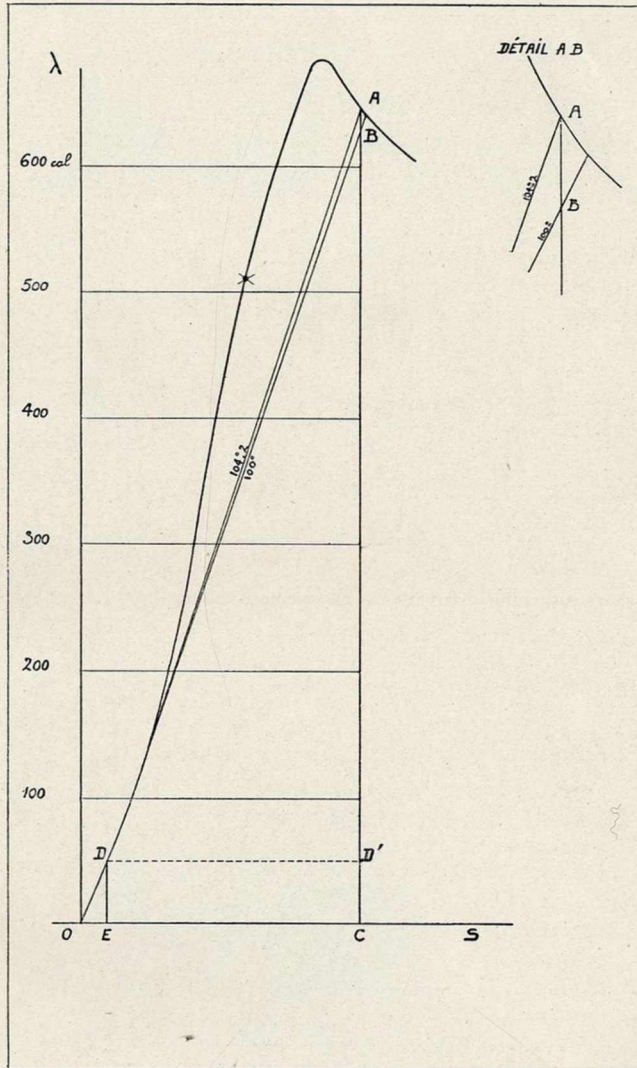


Fig. 3. — Diagramme de Mollier.

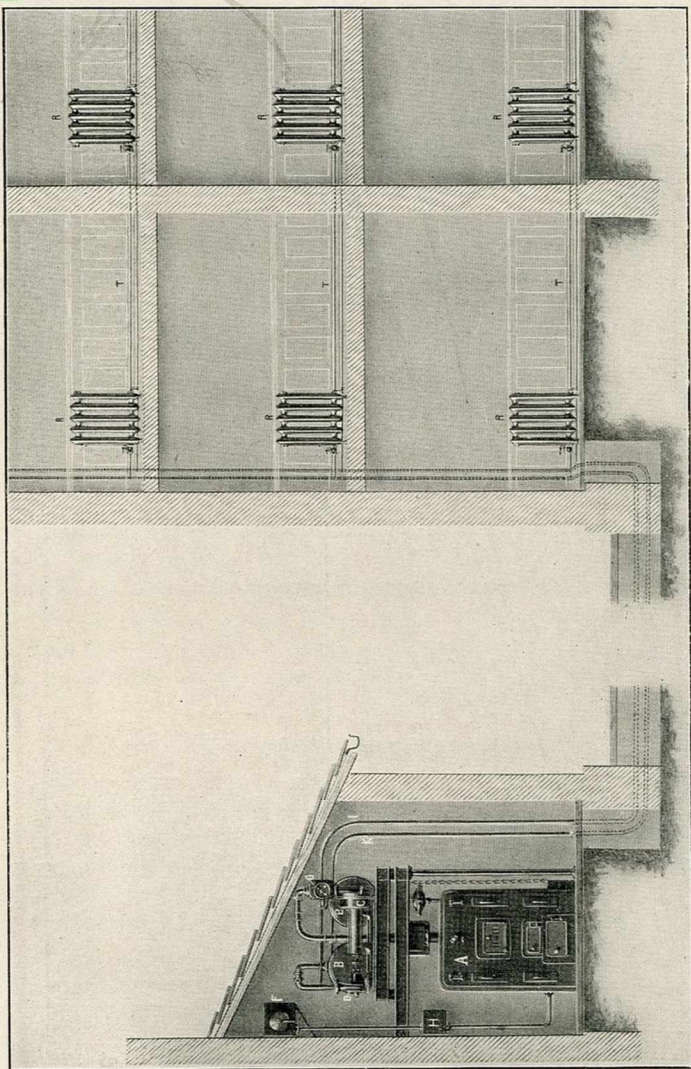


Fig. 6. — Installation de dynamo-circuit à eau chaude.

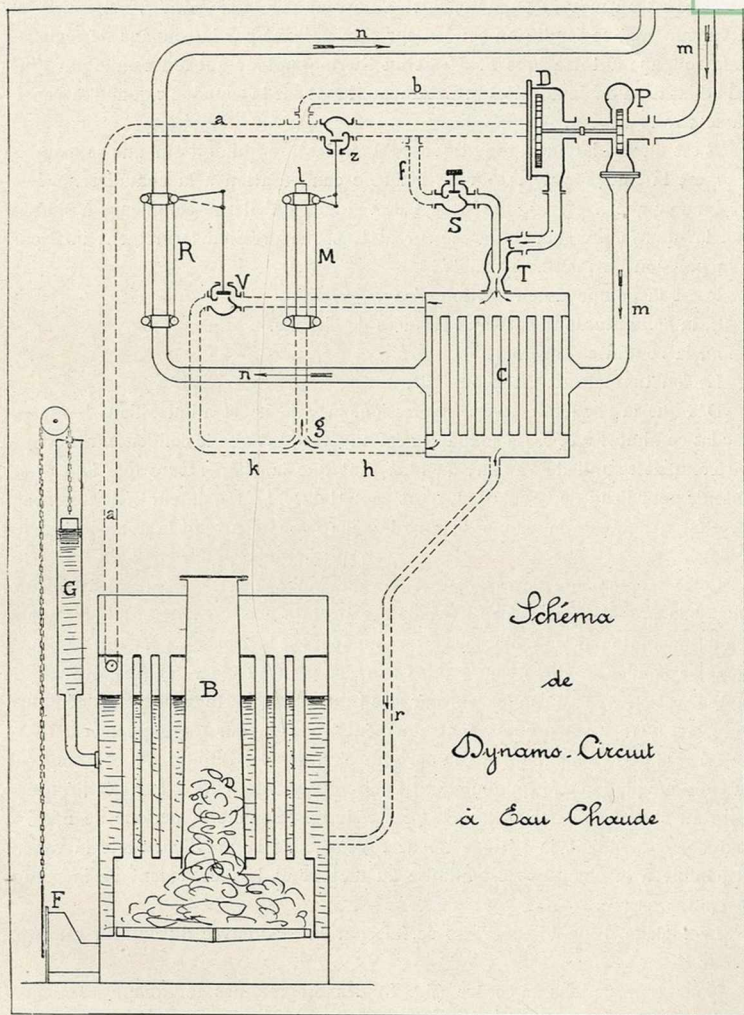


Fig. 7. — Schéma de dynamo-circuit à eau chaude.

La vapeur produite dans la chaudière, peut se rendre par la conduite *a* soit directement au moteur *D* par *b*, soit en passant par la soupape *z*. Une partie de la vapeur peut se rendre au condenseur *c* en passant par la soupape de réglage *z* et la soupape automatique *S*. *M* est un thermo-moteur qui fonctionne par l'inégale dilatation de deux métaux. Cet appareil agit sur la soupape *z* quand la vapeur passe par le tube *g*.

*R* est un régulateur automatique de température qui agit sur une soupape *V*.  
*r* est la conduite de retour de l'eau de condensation à la chaudière.

La soupape *S* est équilibrée de telle manière qu'elle ne commence à s'ouvrir que lorsque la pression de la vapeur atteint une pression légèrement inférieure à la pression de marche normale.

*P* est la pompe de circulation d'eau.

*n*, la conduite de départ aux surfaces de chauffe.

*m*, la conduite de retour.

Le fonctionnement est le suivant.

Dès que la chaudière entre en pression, la vapeur est admise dans le moteur par les conduites *b* et *c*. La soupape *z* est ouverte tant que le condenseur n'est pas entièrement rempli de vapeur, ou bien tant que la température que l'on désire obtenir pour l'eau de circulation, n'est pas atteinte. Le régulateur *R* ne commence en effet à agir sur la vanne *V*, que lorsque l'eau a atteint la température de réglage.

Cette température de réglage est variable suivant la température extérieure. Quand la pression de marche normale est atteinte à la chaudière, elle est maintenue constante par le régulateur *G*. La soupape *S* se lève et une partie de la vapeur vient se condenser directement dans le réchauffeur d'eau *c*. L'échappement du moteur est envoyé au condenseur par une tubulure *T*. Cette dernière est combinée avec la tuyère *i* qui produit l'entraînement de la vapeur d'échappement.

Le rôle de la soupape *S* est important. En effet, les tubulures *b* et *c* sont calculées pour n'admettre qu'une quantité de vapeur inférieure à la quantité nécessaire au chauffage pour l'allure la plus réduite. Pendant la période de mise en marche, et pendant la période de décroissance de la pression, toute la vapeur disponible à la chaudière est admise au moteur et le mouvement de la pompe se trouve assuré.

Le réglage de la température se fait par la manœuvre du curseur du régulateur *R*.

Nous représentons ci-contre (fig. 8) des diagrammes indiquant les températures de l'eau au départ et au retour, diagrammes pris en 1912 dans l'installation du chauffage d'un immeuble parisien.

La température de départ s'est maintenue dans le voisinage de 35° pendant 24 h. Celle de retour dans le voisinage de 32°.

La même installation a donné des diagrammes analogues en marche, voisine de la marche maxima.

Le départ étant à 85°, le retour s'est maintenu dans le voisinage de 65°.

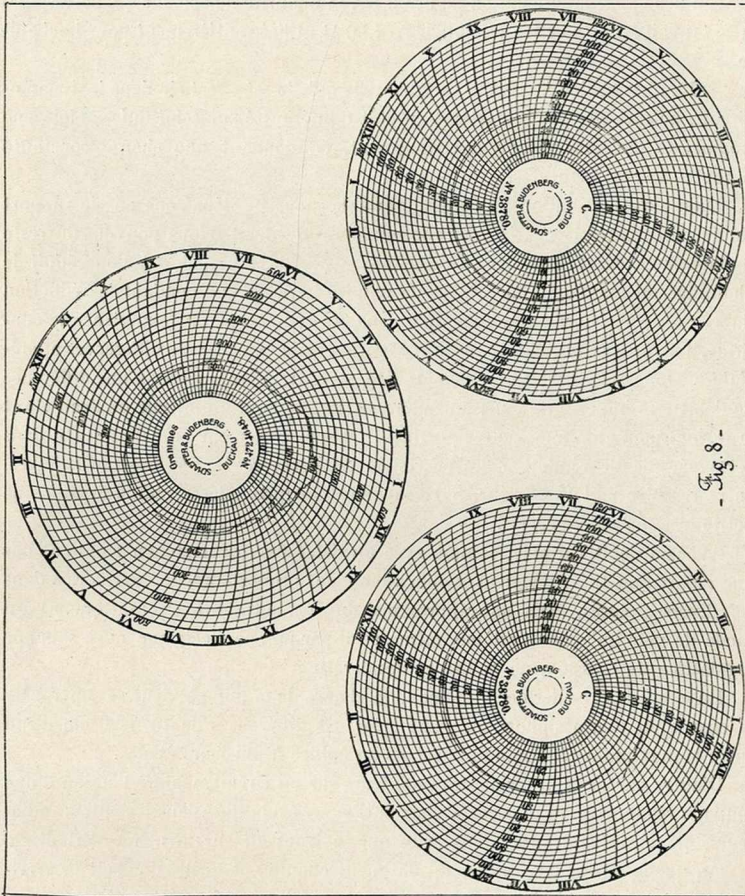


Fig. 8. — Diagrammes de température et diagramme de pression.

Les diagrammes relevés sur plusieurs radiateurs ont montré que leur température moyenne s'était maintenue pendant 24 heures constamment entre ces deux limites.

Je dois ici répondre à quelques objections faites à ce système.

1° Le fait d'élever la pression de la vapeur pour la condenser ensuite, ne cor-

respond-il pas à une perte importante de calories? Il suffit pour répondre à cette objection, d'examiner de nouveau la figure 4 (diagramme entropique). La pression de la vapeur n'est élevée juste que de la quantité nécessaire pour produire le travail utile pour la circulation de l'eau. Or, la quantité de chaleur qui correspond à ce travail est très petite (rectangle ABCD) et utilisée entièrement pour le chauffage.

2° La distribution à volume variable telle qu'elle est effectuée dans le dynamocircuit, ne met-elle pas ce système en état d'infériorité sur celui qui emploie une pompe de circulation mue électriquement, en donnant une charge constante à toutes les températures.

Dans nos distributions à volume variable, nous ne dépassons pas le rapport du 1 à 0,75 entre le maximum et le minimum de débit. Nous pouvons du reste maintenir ce débit sensiblement constant pendant la période où l'on réduit le chauffage du maximum au  $1/3$ , et ne réduire le débit que pendant la réduction du  $1/3$  au  $1/6$ . Nous estimerons que, dans ces conditions, et l'expérience le confirme, il ne peut se produire, dans la répartition de la chaleur, des différences appréciables. Dans une distribution bien étudiée, en effet, il faut arriver à une différence de débit très importante dans un radiateur (la température initiale de l'eau étant la même) pour diminuer de même 10 p. 100 son rendement en calories. Or, dans cette période de réduction, les écarts de température varient de 8 à 4 degrés, entre ces pièces et l'extérieur. S'il y a une différence, elle se réduit donc à une petite fraction de ces écarts.

Avec un débit variable, comme avec un débit fixe, du reste, on n'obtient pas une répartition théoriquement et obligatoirement proportionnelle des calories dans les diverses pièces, mais une approximation très suffisante en pratique. Il est facile de voir qu'aucun système, même celui par pompe électrique avec soupape régulatrice de pression, ne réalise ce desideratum.

En effet, dans ce dernier système, à la charge de la pompe vient se superposer la charge du thermosiphon, qui peut créer des différences de 15 à 20 cm d'eau entre le maximum et le minimum dans un édifice à plusieurs étages.

D'autre part, si l'on ferme des radiateurs sur un circuit, malgré l'action d'une soupape régulatrice au départ, la distribution sera modifiée dans les autres radiateurs, et considérablement dans ceux qui se trouvent sur la même dérivation.

Or, quelle que soit la nature du bâtiment chauffé, et quelle que soit la précision du réglage général, il y aura toujours des radiateurs fermés, car la sensation de chaud et de froid dépend essentiellement du tempérament et de l'état de santé de l'habitant.

Il paraît donc impossible d'établir un chauffage dont le fonctionnement reste théoriquement et pratiquement parfait, comme répartition des calories à toutes es allures et dans toutes les éventualités.

Nous pensons que le régime décrit plus haut a un coefficient de régularité largement suffisant.

3° La température de l'eau des chaudières d'un système dynamo-circuit, étant supérieure à 100°, les gaz à la combustion ne sont-ils pas aussi bien refroidis que dans le cas de chaudières à eau chaude, à chauffage direct de l'eau et le rendement thermique de l'installation ne se trouve-t-il pas de ce fait moins élevé?

Le rendement thermique du générateur n'est pas seulement fonction de la tem-

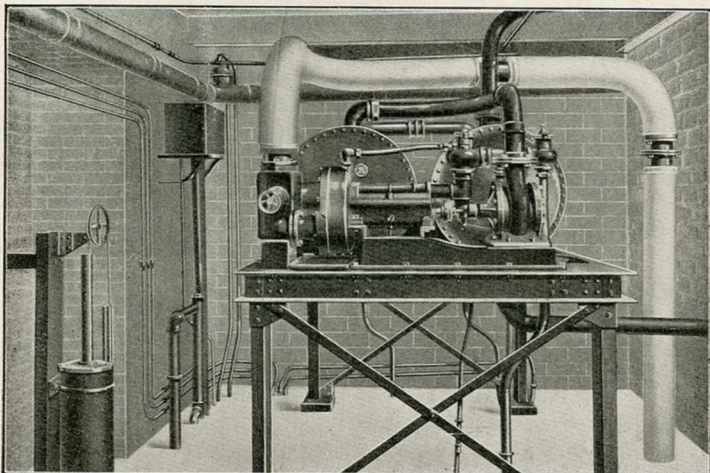


Fig. 9. — Groupe de circulation.

pérature de l'eau. Il dépend principalement de la différence entre la température des gaz dans le foyer et celle à la sortie de la chaudière.

Or, qu'il s'agisse de générateur à vapeur ou à eau chaude, la sortie des gaz reste généralement supérieure à 150°, température nécessaire pour le bon tirage de la cheminée.

L'utilisation de la chaleur contenue dans les gaz de la combustion peut donc être aussi bonne avec l'emploi d'un générateur de vapeur (18).

La figure 9 représente une vue d'ensemble des appareils de circulation, la figure 6 un schéma d'ensemble d'une installation.

(18) Au point de vue de la durée de la chaudière, il est reconnu que les tôles s'usent rapidement, lorsque l'eau est au-dessous de 100°. Cet inconvénient a été constaté dans les économiseurs des grandes chaudières industrielles. Nous avons nous-mêmes constaté que nos chaudières à vapeur avaient une durée supérieure à celles à eau chaude.

**Caractéristiques du système.** — Le dynamo-circuit à eau chaude possède tous les avantages généraux du chauffage à eau chaude par densité : réglage général de la température, conservation prolongée de la tuyauterie et des appareils, avantages hygiéniques par suite de la faible élévation de température des surfaces de chauffe, les poussières en suspension dans l'air n'étant pas décomposées, l'air n'étant pas desséché (19).

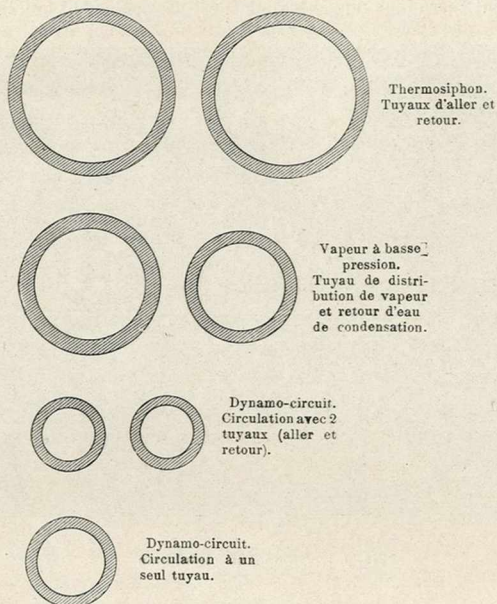


Fig. 10. — Comparaison entre les diamètres moyens des tuyauteries suivant les différents systèmes.

Il permet de faire circuler l'eau chaude à grande vitesse dans des canalisations de diamètre très réduit, sans observation de pentes régulières, avec une différence de température n'excédant pas 20° entre l'aller et le retour (20).

Le tableau ci-contre (fig. 10) permet la comparaison des différentes sections

(19) Le système de chauffage par la vapeur, tel qu'il est généralement installé actuellement, ne permet pas le réglage général de la température. Les variations de pression à la chaudière ne correspondent pas aux variations des quantités de chaleur émises par les surfaces de chauffe. Il est d'autre part pratiquement impossible d'obtenir une égale répartition de la chaleur dans les pièces chauffées à tous les régimes de marche.

Les surfaces de chauffe à une température de 102° produisent beaucoup plus le noircissement des peintures qu'avec le chauffage par l'eau chaude. Dans le chauffage par la vapeur, l'air humide désagrège peu à peu les tubes de fer et surtout les conduites de retour d'eau de condensation.

(20) Les canalisations du chauffage par la vapeur, comme ceux du thermosiphon, nécessitent des pentes régulières pour leur bon fonctionnement.





à donner aux canalisations pour les principaux systèmes de chauffage employés.

Ce système conduit à une économie de combustible par rapport au thermosiphon et surtout par rapport au chauffage à vapeur. En effet, les conduites principales de distribution qui passent dans les locaux, sont à des températures qui varient avec le régime de marche. Ces conduites peuvent donc servir au chauffage des locaux et, dans le cas contraire, les pertes de chaleur sont ramenées au minimum en raison des dimensions très réduites des canalisations (21).

Le faible volume d'eau permet une mise en marche rapide.

Le dynamo-circuit présente une plus grande sécurité que le chauffage par l'eau chaude ordinaire. La pression statique de l'eau ne varie que très légèrement. Elle ne peut être augmentée en certains points que de la pression dynamique qui détermine la circulation et qui ne dépasse pas 5 m de hauteur d'eau. La masse d'eau n'est pas mise directement en contact avec les parois chaudes du foyer, et les risques d'explosion sont entièrement écartés (22).

Nous avons vu que le système était autonome, et qu'il ne nécessitait pratiquement aucune dépense supplémentaire de force motrice (23).

Tous les appareils de circulation sont placés dans la chaufferie ce qui facilite la surveillance et le réglage (24).

Les chaudières peuvent être installées au même niveau et même au-dessus des radiateurs, au besoin même dans un bâtiment voisin.

Remarquons en passant que la distribution des tuyauteries se prête à l'installation des compteurs de calories. Nous savons que dans les immeubles à loyer des grandes villes, le moyen le plus pratique d'obtenir des économies de combustible consiste à intéresser chaque locataire à ces économies.

La circulation d'eau chaude peut être faite suivant le schéma ci-contre (fig. 11).

Or, ce mode de distribution par étages n'est possible qu'avec une circulation très active.

Les compteurs, quel que soit leur principe, qu'il s'agisse de compteurs électrolytiques avec couples thermo-électriques d'application, ou de compteurs

(21) Avec le chauffage par la vapeur, il est absolument impossible de faire varier la quantité de chaleur dégagée par les canalisations. Que celles-ci soient calorifugées ou non, le nombre de calories qu'elles dégagent est à peu près constant à tous les régimes de marche. Ce nombre peut être par temps doux, supérieur à celui qui est nécessaire dans les locaux qu'elles traversent.

Avec le thermosiphon, les canalisations principales sont de très fort diamètre et la quantité de chaleur qu'elles dégagent dans les locaux qui ne doivent pas être chauffés, peut être considérable.

(22) Le chauffage direct de l'eau dans la chaudière, soit dans un thermosiphon, soit dans une circulation accélérée par pompe mue électriquement ou par émulsion, présente un grave danger en cas d'obstruction des conduites, ou en cas d'arrêt fortuit de la pompe de circulation.

(23) Dans le cas de chauffage par circulation accélérée avec moteur électrique, la dépense d'électricité peut atteindre 5 p. 100 en marche maxima et 15 p. 100 en marche réduite, de la dépense de combustible.

(24) Dans les installations de circulation accélérée par émulsion, les appareils de condensation sont placés à la partie supérieure des immeubles. Ils nécessitent, en outre, des conduites supplémentaires de fort diamètre les reliant aux chaudières.

thermo-volumétriques, peuvent être appliqués facilement sur les collecteurs d'entrée et de sortie des appartements.

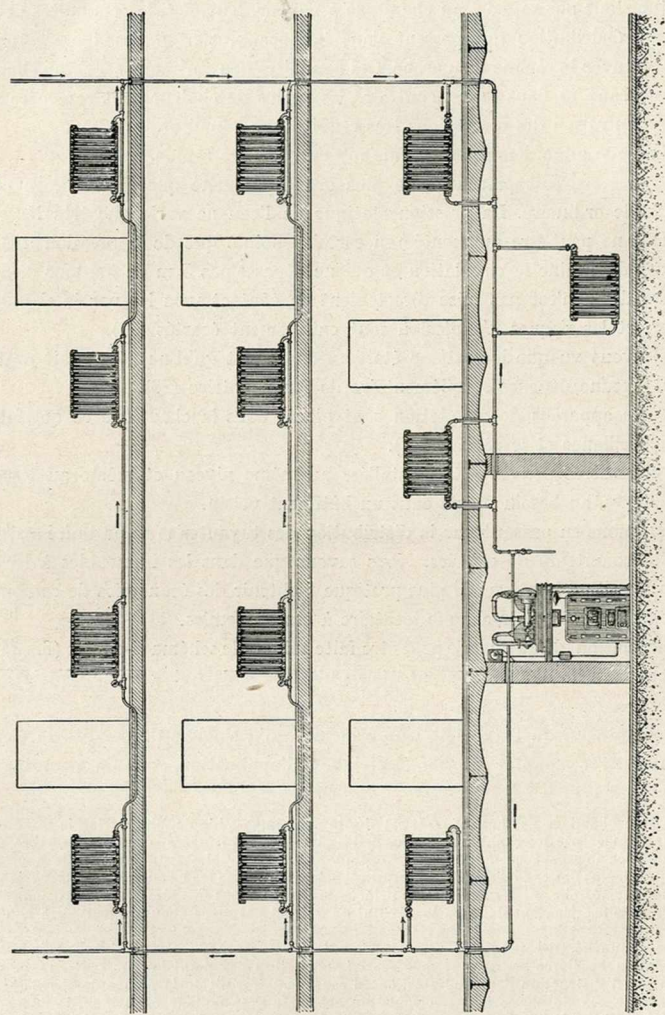


Fig. 11. — Schéma de distribution de chauffage à eau chaude.

Applications. — De nombreuses applications du système dynamo-circuit à eau chaude ont été faites depuis 1912. La figure 9 représente un *appareil de cir-*

culatlon pour 750.000 calories. La figure 12 représente la *chaufferie d'une installation de 350 radiateurs*. La figure 13 représente les *appareils de circulation d'une double installation* : deux immeubles voisins, une compagnie d'assurances et un immeuble de rapport contigus, sont chauffés par une même batterie de chaudières qui alimente les groupes de circulation. Cette batterie alimente en outre les appareils de réchauffage d'air de la ventilation mécanique, ainsi que le service de distribution d'eau chaude.

La figure 14 se rapporte au *système de circulation par turbo-pompe appliqué*

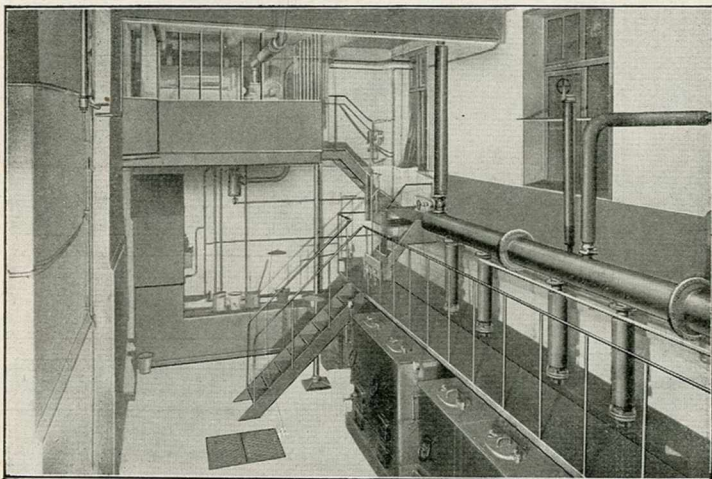


Fig. 12. — *Chaufferie d'une installation de chauffage par l'eau chaude système dynamo-circuit.*

en 1912 à la *distribution d'eau chaude d'un important hôpital parisien*. L'eau chaude est en circulation sur une longueur de plus de 800 m. En raison de sa vitesse, elle arrive immédiatement chaude à chaque prise, ce qu'il eût été impossible d'obtenir avec une circulation par densité. De plus, les canalisations étant d'un diamètre réduit, il en résulte une notable économie de combustible.

Le dynamo-circuit a permis la réalisation d'une *centrale thermique de chauffage comprenant 17 immeubles parisiens* (fig. 15) : 1.130 radiateurs sont alimentés par une seule chaufferie. La puissance horaire de l'installation est de 1.485.000 calories. Les circuits de distribution des radiateurs les plus éloignés ont un parcours d'environ 350 m.

Un groupe de 8 chaudières est installé dans la cave de l'un des immeubles; les deux groupes de circulation sont placés immédiatement au-dessus. Chacun

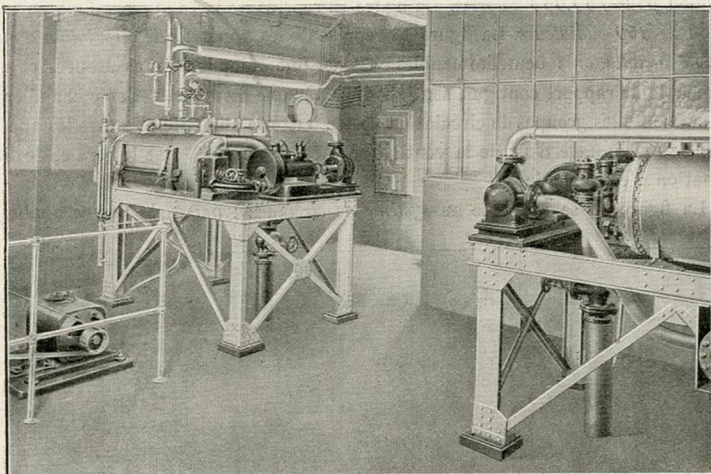


Fig. 13. — Salle de distribution de chaleur et de ventilation d'un groupe de 2 immeubles.

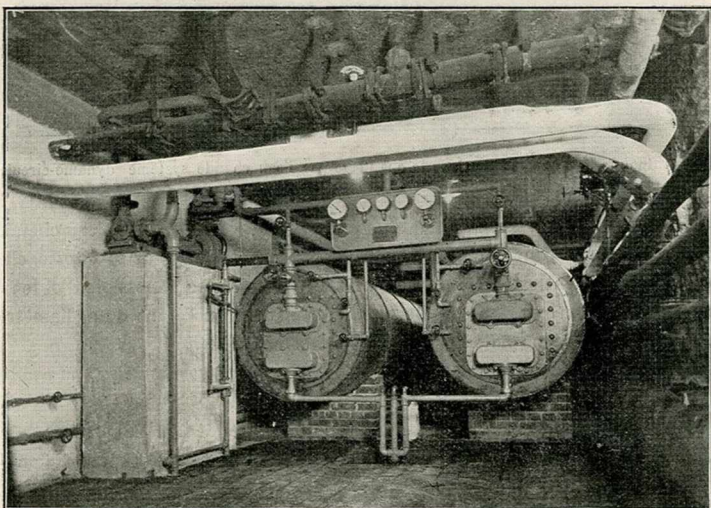


Fig. 14. — Appareils de production et de distribution d'eau chaude dans un hôpital.

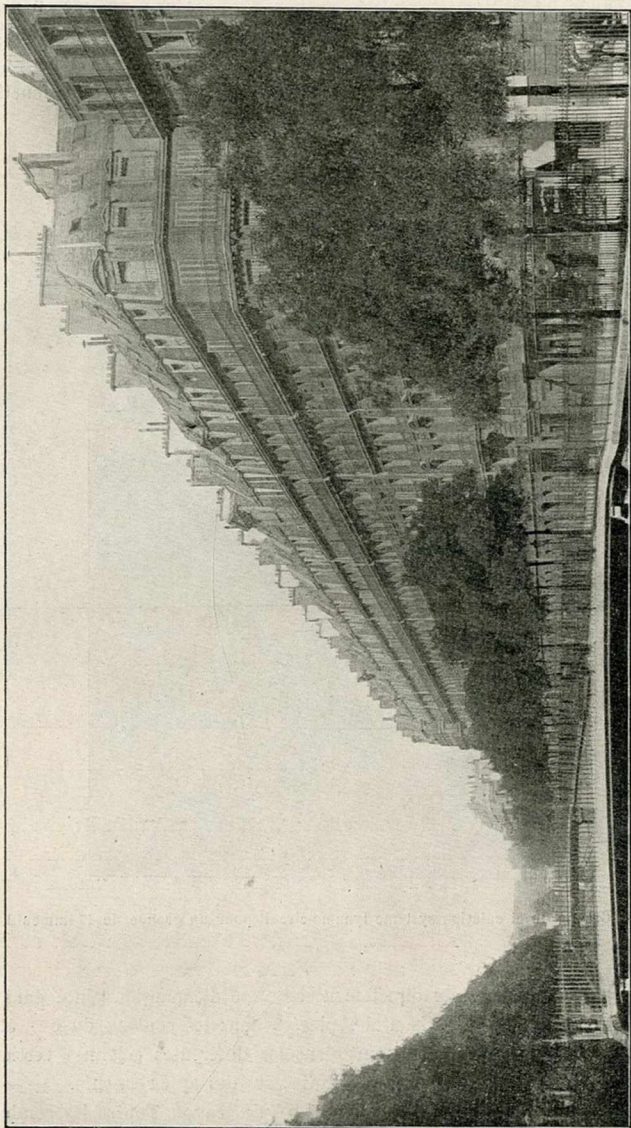


Fig. 15. — Vue extérieure d'un groupe de 47 immeubles chauffés par centrale thermique à Paris.

de ces groupes (fig. 16) est susceptible de faire circuler l'eau chaude en pleine allure de marche. Les 8 chaudières sont disposées en 2 séries de 4 pouvant alimenter chacune l'un des groupes. Un dispositif de vannes (fig. 17) permet la manœuvre. Ces dispositions sont établies en vue de parer à tout arrêt de fonctionnement en cas de nettoyage ou de réparation.

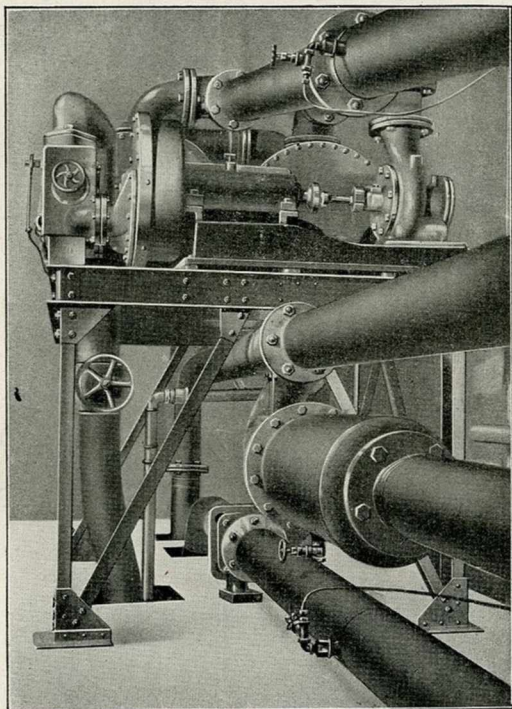


Fig. 16. — Groupe de circulation système dynamo-circuit pour un groupe de 17 immeubles.

L'eau chaude est conduite directement au vase d'expansion placé dans les combles. Des distributions horizontales placées dans les couloirs du 6<sup>me</sup> étage de tous les immeubles, la répartissent dans les différentes colonnes verticales descendantes alimentant les groupes de radiateurs des appartements.

Les retours d'eau sont ramenés au plafond des caves. Toutes les conduites de distribution et de retour sont calorifugées.

Il nous paraît intéressant de donner ici quelques chiffres permettant la comparaison entre l'installation réalisée et les projets établis pour le chauffage des mêmes immeubles avec l'emploi soit de la vapeur à basse pression, soit du chauffage à eau chaude par thermosiphon, en supposant que les canalisations aient pu suivre le même chemin, ce qui d'ailleurs eût été impossible avec l'emploi de

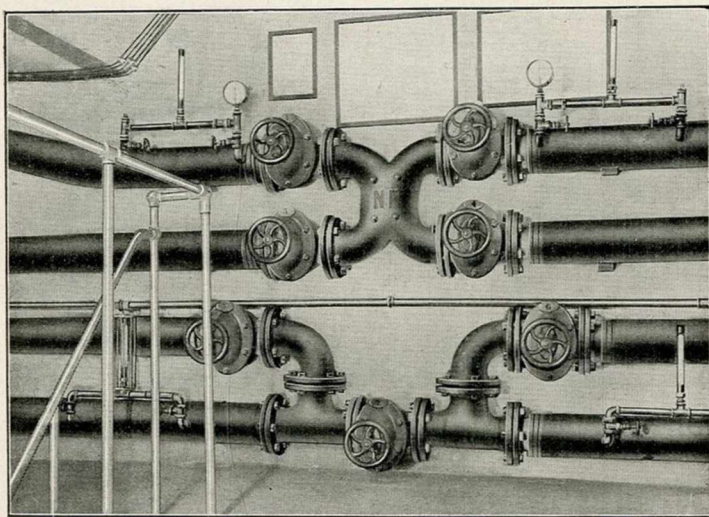


Fig. 17. — Tuyauteries et vannes d'intercommunication entre deux groupes de circulation.

la vapeur à basse pression, en raison de la difficulté de ramener par gravité les retours à la chaufferie.

	Eau chaude.	Vapeur, basse pression.	Dynamo- circuit.
1° Diamètre du collecteur vertical de départ (millimètres) . . . . .	300	200	160
2° Sections (centimètres carrés) . . . . .	706	314	201
3° Nombre de calories non utilisées par les canalisations non employées au chauffage (conduits calorifugés) :			
Marche maxima (calories). . . . .	64.000	54.000	32.000
Marche réduite — . . . . .	30.000	54.000	15.000

**Résultats.** — Les consommations de combustible qui ont été relevées dans cette installation, montrent l'efficacité du réglage général de la température.

Nous représentons (fig. 18) deux courbes dont les ordonnées sont portées

positivement en ce qui concerne les quantités de combustible qui ont été consommées réellement par 24 h. et négativement pour les minima de température

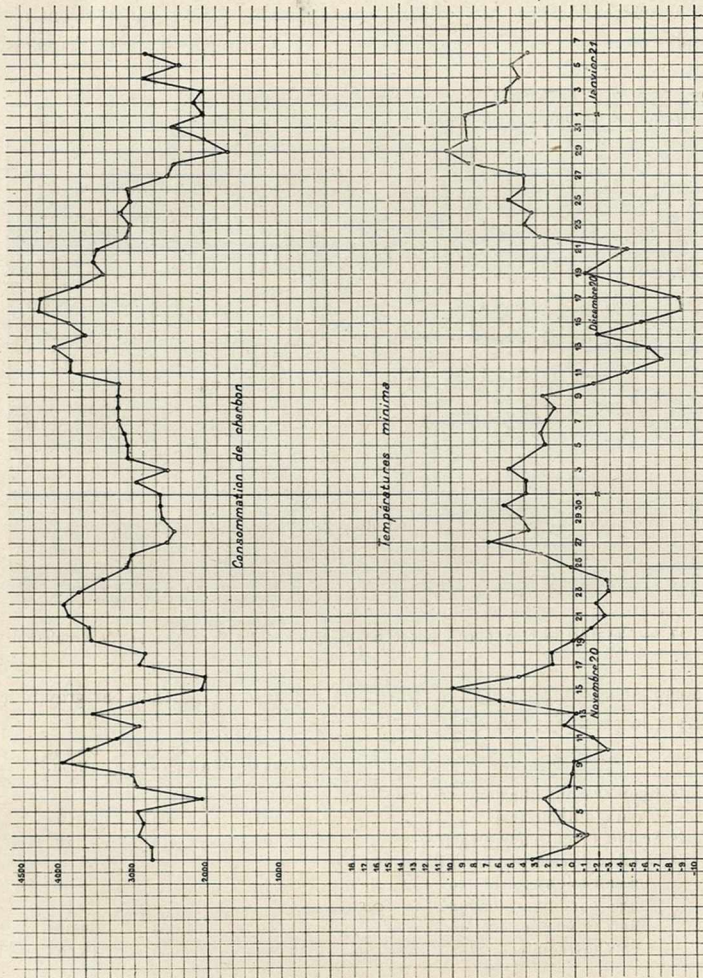


Fig. 18. — Consommation de charbon et températures minima extérieures.

extérieure journalière, la température ayant été maintenue à 18° dans les pièces chauffées.





On a pu constater que la personne chargée de la conduite de l'installation, avait bien fait suivre au régulateur de température les variations du thermomètre extérieur.

Le relevé de la consommation totale, faite dans cette installation pendant l'hiver, a démontré également l'économie du système. Cette consommation a été de : 519.000 kg pour un hiver de 150 jours, soit, avec du charbon à 200 f. la tonne une dépense de 103.800 f. Or, la consommation totale peut s'évaluer théoriquement de la manière suivante :

Il résulte de statistiques relevées sur un certain nombre d'installations, que l'on peut admettre dans la région parisienne que, pour un hiver de 150 jours, la consommation réelle est environ la moitié de la consommation théorique maxima.

Elle s'établit donc comme suit :

$$\frac{1.485.000 \times 24 \times 150}{4.000} \times \frac{1}{2} = 668.250 \text{ kg.}$$

L'économie annuelle avec du combustible à 200 f la tonne est donc :

$$(668.250 - 519.000) \frac{200}{1000} = 29.850 \text{ f, soit environ } 30 \text{ p. } 100.$$

Il est également intéressant de calculer pour cette installation, la quantité de combustible nécessaire pour produire la force motrice de circulation.

Appliquons la formule :

$$n = \frac{P \times 3.600}{R \times 427}$$

Le débit de la pompe étant de 75.000 l par heure soit 20,8 l par seconde, et la pression moyenne de 4,50 m de hauteur d'eau, le travail effectif sera :

$$T = 20,8 \times 4,5 = 93,6 \text{ kgm.}$$

En ne prenant pour la pompe qu'un rendement de 40 p. 100, le travail à fournir par le moteur devra être :

$$\frac{93,6}{0,4} = 234 \text{ kgm.}$$

En prenant pour le rendement mécanique de la turbine  $R = 0,9$ , le nombre de calories transformées en travail sera :

$$\frac{234 \times 3.600}{0,9 \times 427} = 2.190 \text{ calories.}$$

En prenant le charbon à son prix actuel, soit environ 200 f la tonne, le prix horaire de la force motrice sera de :

$$\frac{2.190 \times 0,20}{4.000} = 0,1095 \text{ f.}$$

La dépense annuelle sera de :

$$0,1095 \times 24 \times 150 = 394,20 \text{ f.}$$

Établissons la dépense dans le cas d'emploi d'un moteur électrique.

La puissance en chevaux-vapeur est

$$\frac{234}{75} = 3,12 \text{ ch.}$$

Le moteur consommant environ 1 kW par cheval, la consommation totale d'électricité pour les 150 jours de chauffage sera

$$3,12 \times 24 \times 150 = 11.232 \text{ kW.}$$

soit pour Paris une dépense annuelle de :

$$11.232 \times 0,95 = 10.670,40 \text{ f.}$$

Ce nombre fait ressortir l'importante économie réalisée par l'emploi de la vapeur à basse pression du chauffage.

Ajoutons qu'une seule personne, assistée de 2 à 3 manœuvres pour la manutention du charbon, assure le service.

#### F. — Dynamo. Circuit à air chaud.

**Description.** — Une installation de dynamo-circuit à air chaud (fig. 19) comprend :

- 1° Une ou plusieurs chaudières à vapeur à basse pression;
- 2° Un groupe moteur-ventilateur;
- 3° Une batterie d'aéro-condensation;
- 4° Les appareils de réglage et de distribution;
- 5° Les conduites de distribution d'air chaud avec leurs bouches de réglage.

L'inspection du schéma ci-contre (fig. 20), analogue à celui relatif au dynamo-circuit à eau chaude, permet de comprendre aisément le fonctionnement.

Le réglage de la température de l'air distribué aux locaux à chauffer s'opère à la sortie de la batterie de condensation au moyen du régulateur R.

Le réglage peut être également fait à la main par la manœuvre de vannes d'admission de vapeur au moteur et à l'aéro-condenseur. La figure 21, montre les dispositions adoptées pratiquement.

**Caractéristiques du système.** — L'emploi du dynamo-circuit à air chaud dans les habitations, permet de supprimer les radiateurs dans les pièces chauffées et d'y installer des bouches de chaleur. Les conduites de distributions d'air chaud de sections très réduites encombrant peu les caves.

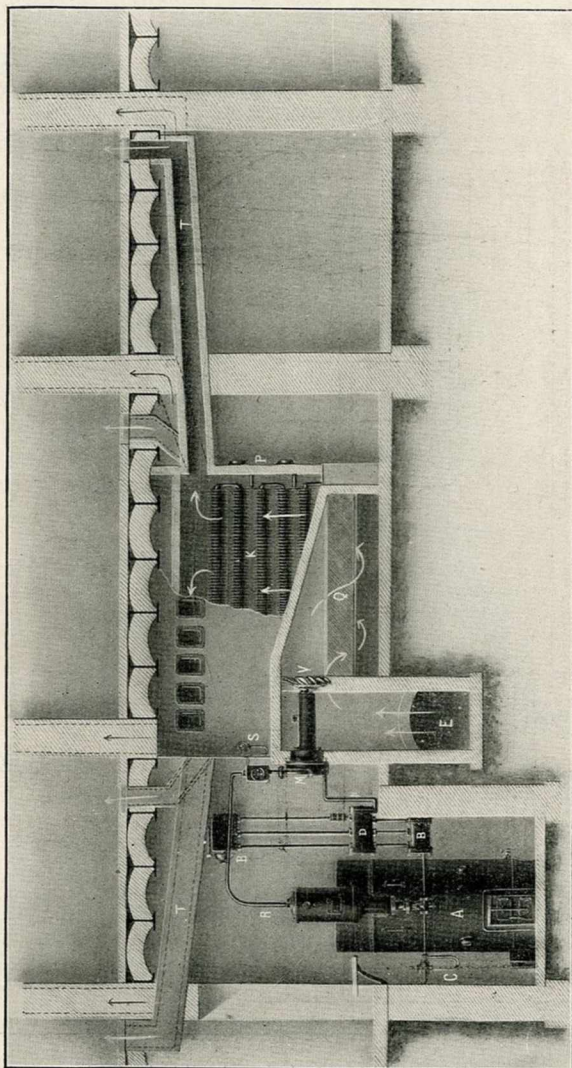


Fig. 19. — Aéro-calorifère dynamo-circuiteil.

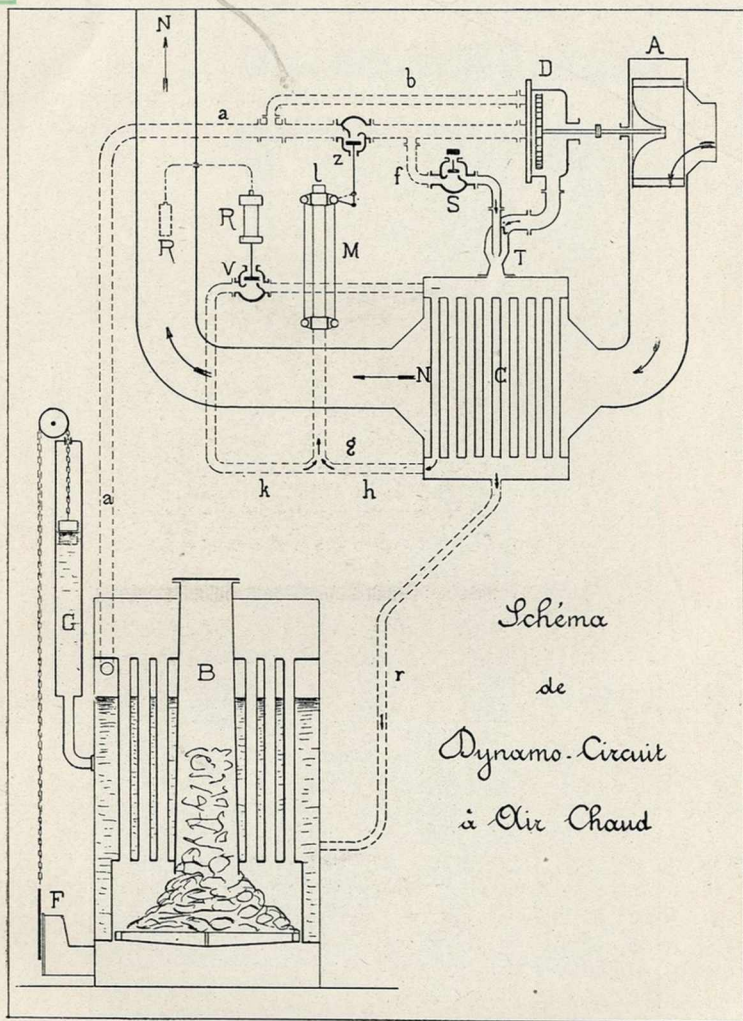


Fig. 20. — Schéma de dynamo-circuit à air chaud.

Le dynamo-circuit à air chaud, supprime la dépense d'énergie électrique nécessaire pour obtenir la pression de l'air chaud. Avec ce système, il est possible de faire le réglage de la température.

L'insufflation d'air déterminant un léger excès de pression dans les pièces chauffées, on évite des rentrées d'air froid par les fissures des fenêtres et la chaleur est répartie uniformément. Il est en outre possible de filtrer, d'humidifier et même d'ozoniser l'air destiné au chauffage.

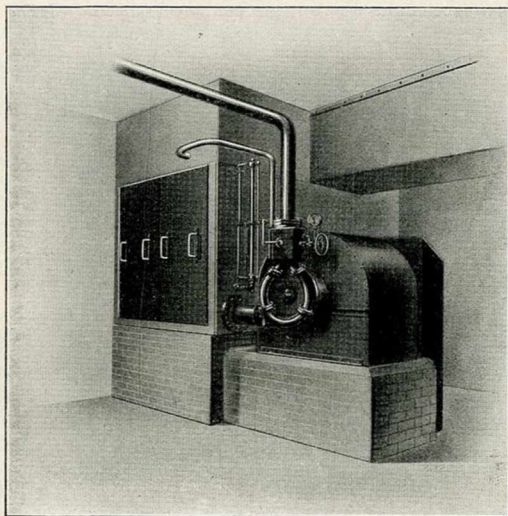


Fig. 21. — Batterie centrale de chauffe avec réglage automatique de la température.

**Applications.** — Un certain nombre d'*hôtels particuliers* ont été chauffés par ce système qui convient particulièrement aux habitations luxueuses. Pour quelques-uns d'entre eux qui possédaient des calorifères à air chaud, les conduits de chaleur existants ont pu être entièrement utilisés, ce qui a permis de supprimer les dépenses accessoires importantes nécessitées habituellement par le passage des tuyauteries dans les locaux richement décorés.

Pour un *important immeuble à loyers*, les pièces de réception ont pu être chauffées par dynamo-circuit à air chaud, et les pièces secondaires par dynamo-circuit à eau chaude. Une unique batterie de chaudières à vapeur alimentait à la fois les différents groupes de circulation ainsi que le service de distribution d'eau chaude.

Le groupe turbo-ventilateur, a reçu en outre des applications industrielles parmi lesquelles il y a lieu de citer un certain nombre de *chauffages d'ateliers*.

Le type d'aéro-calorifère automateur représenté sur la figure 22 permet d'insuffler l'air chaud, en employant une force motrice pratiquement gratuite.

**G. — Retour automatique des eaux de condensation  
aux chaudières à vapeur à basse pression.**

L'utilisation mécanique de l'énergie contenue dans la vapeur à basse pres-

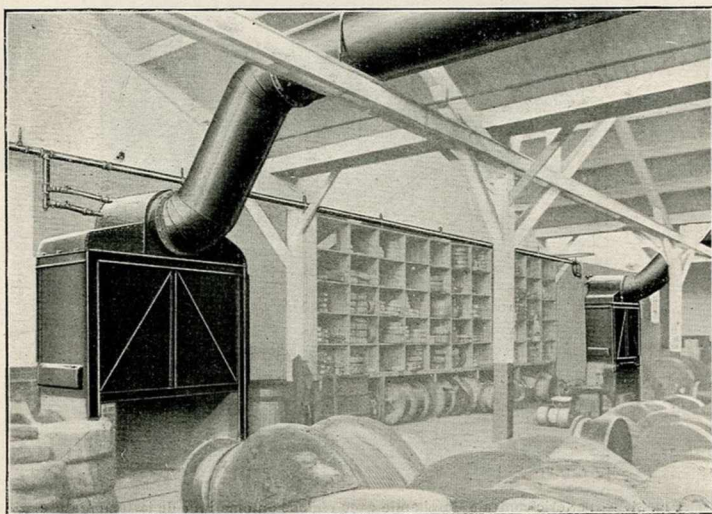


Fig. 22. — Aéro-calorifère automateur pour chauffage d'ateliers.

sion, produite par des chaudières de chauffage central, peut donner lieu à d'autres applications.

Parmi celles-ci, il convient de signaler le retour automatique des eaux de condensation aux chaudières à vapeur à basse pression, lorsque celles-ci ne peuvent y être ramenées par simple gravité.

Deux cas sont à considérer :

1<sup>er</sup> cas (fig. 23) : Les surfaces de chauffe les plus basses sont situées au-dessus du niveau de la chaudière, mais à une hauteur  $h$  inférieure à la hauteur d'eau qui correspond à la pression maxima de marche. Il suffit d'interposer sur la conduite de retour une ou plusieurs bouteilles alimentaires dont le fonctionnement est

réglé automatiquement par un flotteur actionnant une soupape de vapeur à ouverture et fermeture instantanées. La figure 24 montre l'application de ces appareils dans une installation d'une puissance de 800.000 calories (25).

2° cas (fig. 25) : Les surfaces de chauffe les plus basses sont situées au niveau des chaudières. Ce cas s'est présenté récemment pour l'installation du chauffage par la vapeur de vastes ateliers de peinture de wagons d'une de nos grandes compagnies de chemin de fer (fig. 26). Le terrain sur lequel s'élève la construction est perméable à l'eau, et la construction d'une chaufferie étanche pour abriter contre les inondations, la batterie de chaudières d'une puissance horaire de 1.150.000 calo-

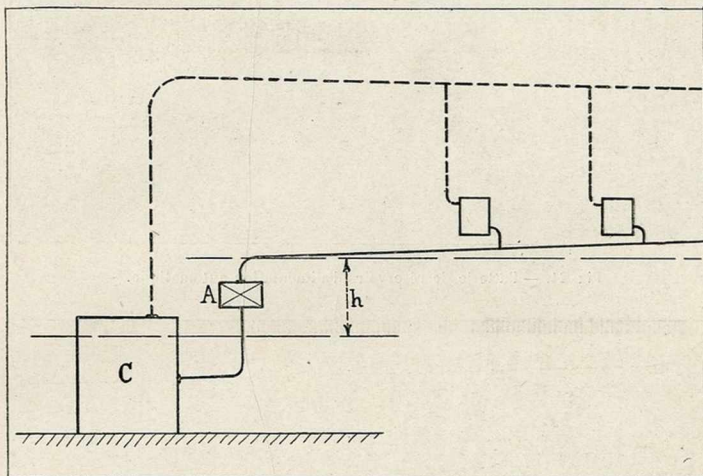


Fig. 23.

ries aurait entraîné une dépense considérable. En raison de la hauteur des bâtiments, il n'y avait pas lieu de songer à placer les surfaces de chauffe en élévation à 3 m du sol. D'autre part, l'emploi d'aéro-calorifères n'était pas indiqué car il faut dans les ateliers de peinture éviter les mouvements d'air qui favorisent le transport des poussières.

Le problème a pu être résolu de la manière suivante. Les radiateurs sont placés sur le sol des ateliers. Les eaux de condensation sont ramenées à l'air libre dans un réservoir B placé en contre-bas et dans le voisinage des chaudières, ces dernières étant au niveau des radiateurs.

(25) Ces appareils, installés en 1912, ont fonctionné normalement jusqu'à ce jour, sans qu'il ait été nécessaire d'en opérer le démontage.

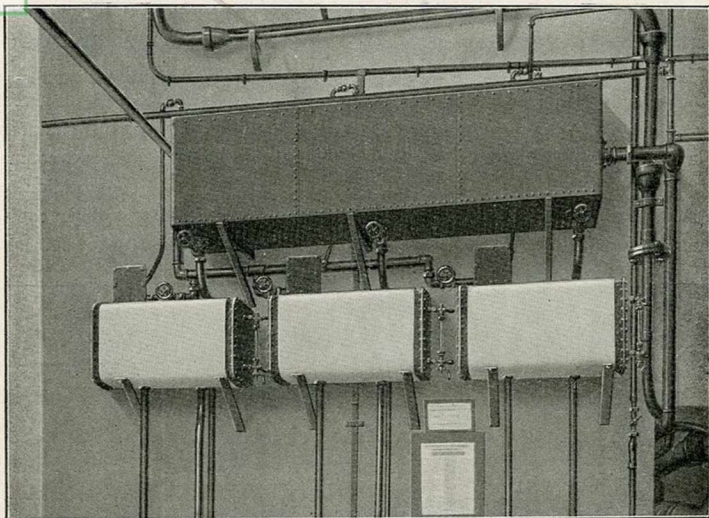


Fig. 24. — Batterie de réservoirs d'alimentation automatique.

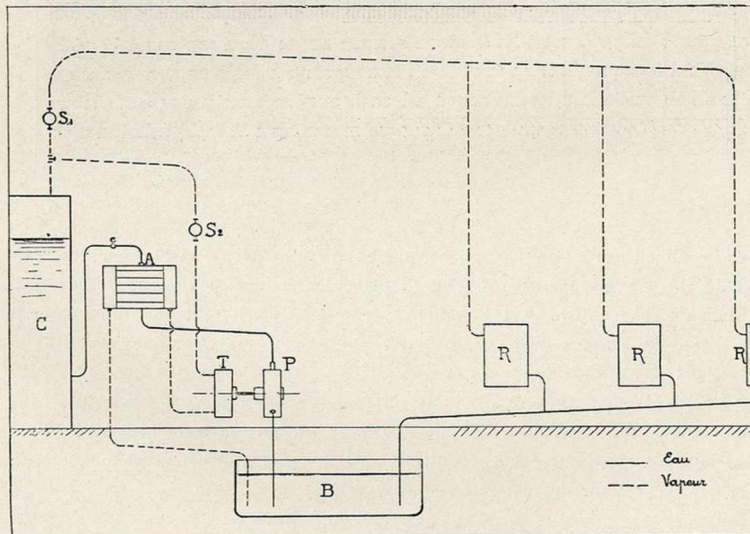


Fig. 25.



La pression nécessaire pour la rentrée de l'eau dans les chaudières devant être supérieure à la pression maxima de la vapeur, on s'est servi d'une pompe centrifuge d'alimentation P accouplée directement sur une turbine à vapeur à basse pression T dont la description a été donnée précédemment et dont l'échappement a été utilisé pour le réchauffage de l'eau de retour (Réchauffeur A). Il a été alors possible d'obtenir, pour l'eau d'alimentation, une pression dynamique supérieure à la pression statique de la vapeur aux chaudières.

Il fallait toutefois tenir compte de la période de mise en pression de l'instal-

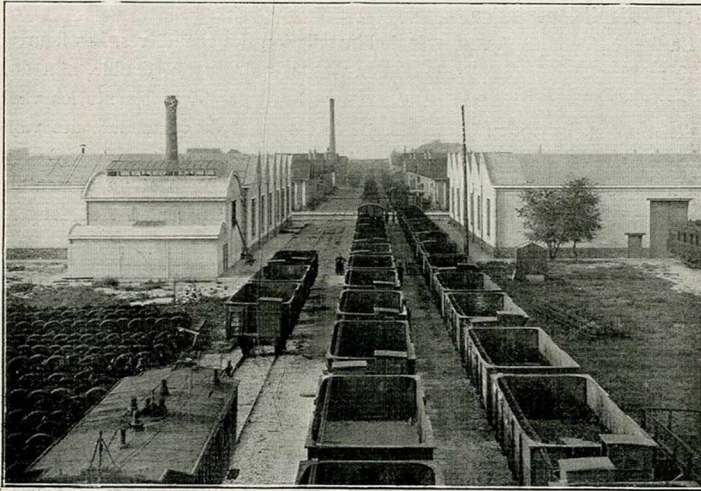


Fig. 26.

lation, et de celle de décroissance de cette même pression pendant laquelle celle-ci peut être insuffisante pour obtenir avec la pompe d'alimentation la charge d'eau nécessaire.

Le dispositif suivant a été réalisé pour assurer l'alimentation dans toutes les circonstances de marche de l'installation.

Le régulateur hydraulique de pression de vapeur, commun à toutes les chaudières, met en mouvement, par l'intermédiaire d'un câble d'acier, un chariot qui se meut dans un plan vertical sur un chemin de roulement dont la forme est étudiée pour obtenir simultanément les déplacements horizontaux transmis par des câbles qui y sont fixés dans deux sens différents.

A ces câbles, sont reliés :

- 1° Les soupapes de départ de vapeur  $S_1$  de l'installation;
- 2° Celles de commande du moteur de la pompe d'alimentation  $S_2$ ;
- 3° Les registres d'entrée d'air des six chaudières.

Tous ces systèmes de transmissions, ainsi que les soupapes, sont équilibrés et il suffit de la rupture de l'équilibre du système, pour obtenir l'ouverture ou la fermeture des organes de distribution.

Il est facile de concevoir qu'en échelonnant convenablement les pressions d'ouverture et de fermeture des différentes vannes et registres, toute la quantité de vapeur disponible aux chaudières à un moment donné, peut être réservée pour les appareils d'alimentation.

La figure 27 montre l'ensemble de l'installation des chaudières. Les figures 28 et 29 représentent les appareils d'alimentation qui sont en double, afin de ne pas arrêter la marche en cas de réparation. La figure 30 représente les vannes de distribution. La figure 31 représente le dispositif de commande des vannes et registres.

Un appareil de sûreté, un indicateur de manque d'eau et un alimentateur automatique d'eau de ville complètent l'installation et parent à tout danger de vidange, même partielle, des générateurs.

#### H. — Conclusions.

*L'expérience que nous avons acquise depuis 1912, par l'emploi des appareils que nous venons de décrire, nous permet de déduire qu'il n'y a pas à hésiter pour l'emploi des appareils mécaniques dans les importantes installations de chauffage et de ventilation, dont le fonctionnement doit être continu et automatique, s'il s'agit d'en améliorer le fonctionnement, de réaliser d'importantes économies de combustible et de réduire les frais d'exploitation.*

Nous venons de voir en outre que l'introduction de ces appareils mécaniques ne complique en rien le service. Comme dans toute installation ordinaire de chauffage central, le chauffeur n'a à s'occuper que de l'entretien du foyer et de la manœuvre des appareils de réglage. *Dès que la pression de marche est atteinte, le moteur se met en route de lui-même.* La grande simplicité de sa construction en assure la marche régulière.

\*  
\*  
\*

Revenons en terminant sur l'application du dynamo-circuit à eau chaude, au chauffage d'un groupe de 17 immeubles parisiens, et montrons comment l'emploi de ce système peut constituer un pas important vers la solution rationnelle du problème de distribution générale de la chaleur dans nos grandes villes.

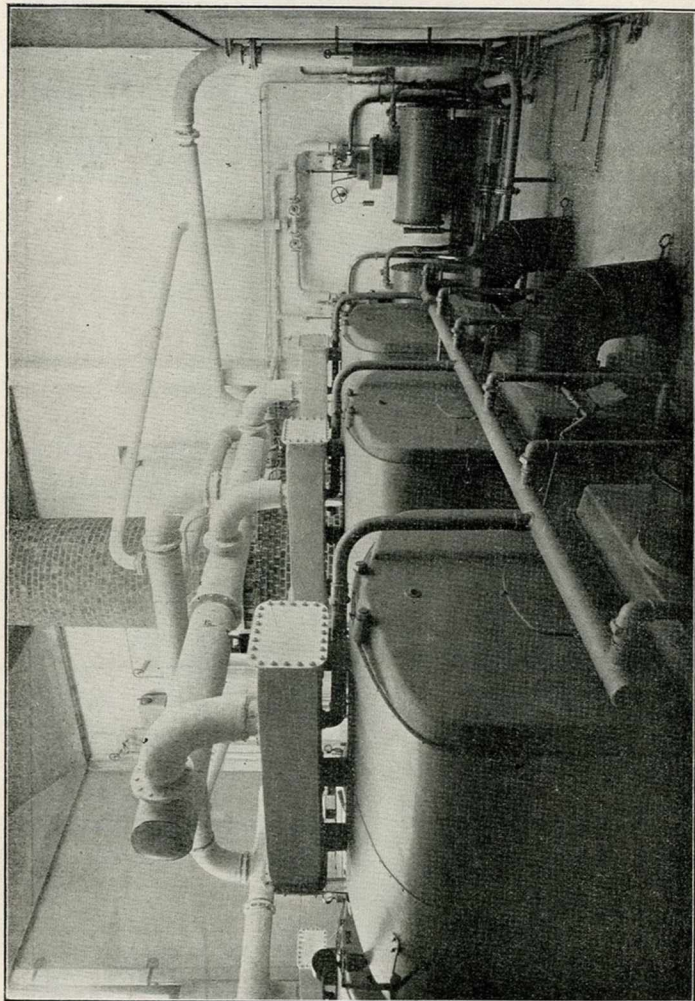


Fig. 27. — Batterie de six chaudières à vapeur à basse pression avec retour automatique des eaux de condensation.

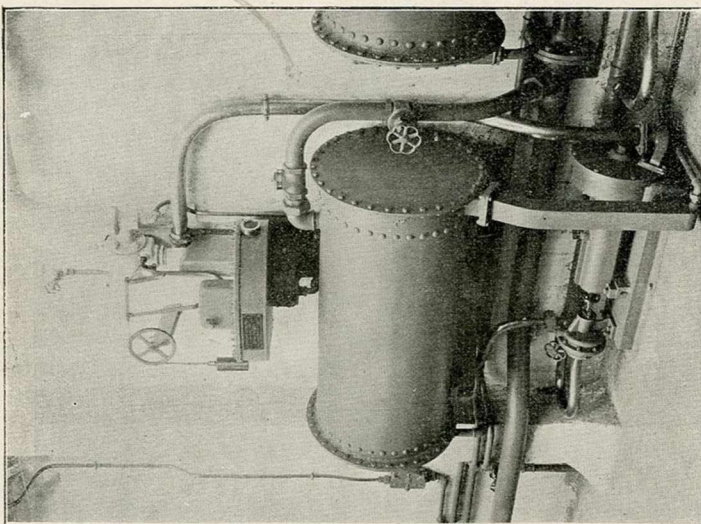


Fig. 29. — Détail d'un alimentateur.

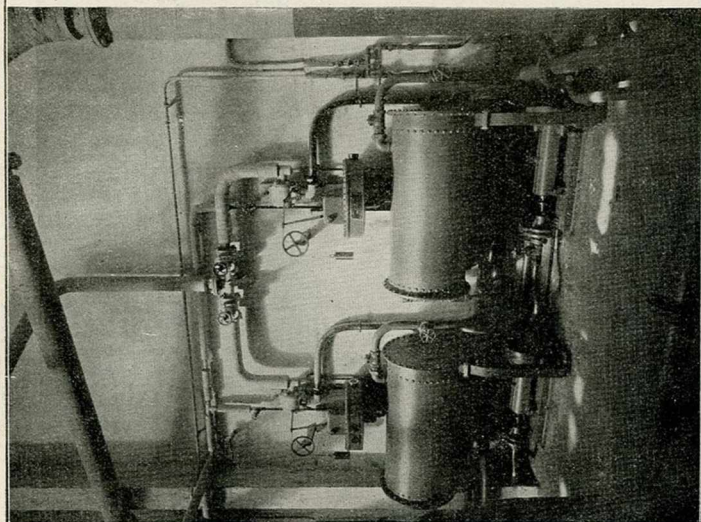


Fig. 28. — Alimentateurs automatiques.

L'on sait quel intérêt présente cette question en présence du coût actuel du combustible, de la diminution de main-d'œuvre, et des exigences des domestiques, et en raison des avantages hygiéniques résultant de la suppression dans les villes des fumées, des mâchefers et des cendres, de la suppression de la manutention du combustible.

Je ne suis pas de ceux qui croient possible d'appliquer pour nos grands centres urbains, les systèmes de distribution de chaleur, tels qu'ils sont réalisés en Amérique, systèmes que l'on nous a exposés comme modèles dans de nombreuses revues et conférences.

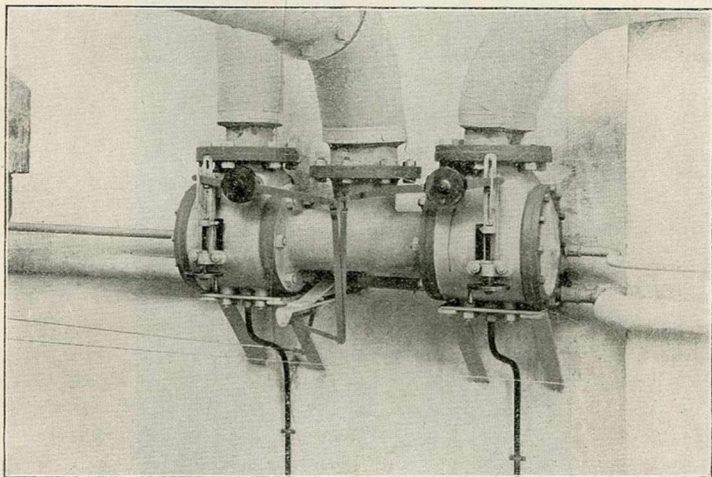


Fig. 30. — Soupapes de distribution de vapeur.

Les usines centrales de production de chaleur, qu'elles soient ou non combinées avec la force motrice, doivent être placées en dehors des villes. Il n'y a donc pas lieu de songer à transporter la chaleur à grande distance, au moyen de la vapeur ou de l'eau chaude. Les pertes de chaleur par les conduites atteignent par les temps doux un pourcentage considérable. Nous ne pouvons gaspiller le combustible comme le faisaient les Américains avant 1914.

On parle beaucoup en ce moment de l'utilisation pour le chauffage central de l'énergie électrique des secteurs, énergie disponible à certaines heures de la journée. Mais la nécessité d'accumuler cette énergie pour ne la distribuer sous forme de chaleur, dans une juste mesure, qu'à certaines heures et suivant les variations de la température extérieure, rend l'exécution de ce genre d'installa-

tion très difficile. Elle reste toutefois possible et nous voyons très bien, à côté de notre batterie de générateurs chauffés au charbon dans notre groupe d'immeubles, une seconde batterie chauffée électriquement munie des appareils de réglage et de distribution, et mise en service d'une manière intermittente.

Mais, il nous faut supposer naturellement un courant fourni à un prix accep-

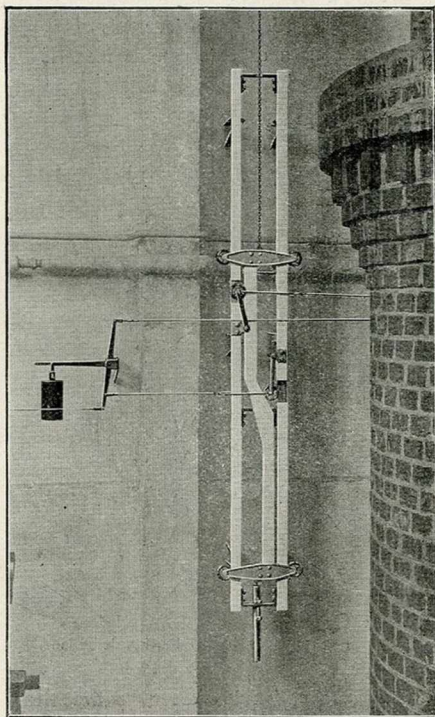


Fig. 31. — Chariot de commande.

table. Or, nous nous demandons si cette question est d'un intérêt immédiat, lorsque nous calculons pour Paris le prix de revient du courant électrique, produit par le charbon avec la vapeur comme intermédiaire. Les secteurs parisiens arriveront-ils jamais, avec leur meilleure volonté, à faire réaliser par ce procédé des économies sur l'emploi direct du charbon? Nous ne le pensons pas. Peut-être pouvons-nous espérer dans quelques années, disposer de courant provenant de nouvelles usines hydro-électriques. Mais les immenses capitaux mobilisés per-

mettront-ils de réduire suffisamment le prix du courant et ne devons-nous pas rester sceptiques sur l'utilisation pour le chauffage central de cette énergie transformée en chaleur?

A notre avis, la distribution de la chaleur à grande distance sous forme de gaz combustible, reste seule à envisager pour le moment (26), et c'est sur ce point que je désire appeler l'attention à cause de sa relation possible avec le type de centrale thermique que nous avons réalisé.

C'est avec le gaz produit dans les usines situées en dehors des villes que nous voulons voir alimenter les sous-stations constituées par les batteries de générateurs à vapeur ou à eau chaude des groupes d'immeubles à chauffer.

Ce procédé permettrait d'abord d'utiliser le combustible d'une manière plus rationnelle avec un rendement supérieur à celui obtenu jusqu'ici dans les générateurs employant directement le charbon. Un personnel très restreint suffirait pour assurer le service d'une sous-station.

Avec le gaz, la distribution peut se faire sous faible pression et à n'importe quelle distance sans perte de chaleur.

Ce gaz devrait être fourni dans de bonnes conditions, puisque la vente des sous-produits provenant de l'usine de transformation, permettrait de couvrir tout ou partie des frais d'installation et d'entretien.

Souhaitons donc voir nos grandes usines à gaz se transformer rapidement pour nous livrer à un prix très réduit, en partie par les conduites existantes, le combustible gazeux, et, en attendant, nous perfectionnerons les installations de chauffage de nos immeubles, et nous les grouperons pour réduire au minimum les frais d'exploitation (27).

Souhaitons enfin, que les constructeurs français, trouvent l'appui nécessaire

(26) Il y a intérêt à produire la combustion du gaz dans un groupe de générateurs dont on peut opérer la surveillance, plutôt que de la distribuer à des appareils de chauffage répartis dans les pièces et même aux petites chaudières de chauffage d'appartements.

L'emploi du gaz peut présenter de graves dangers et il faut réduire le nombre de personnes chargées de son emploi. — Des précautions spéciales doivent être prises pour l'évacuation des produits de la combustion. Des conduits spéciaux doivent être établis en dehors des murs des immeubles. — Il y a intérêt à ne pas les multiplier.

Les procédés perfectionnés de combustion, peuvent être facilement appliqués aux générateurs de grande puissance et difficilement aux foyers de peu d'importance (emploi par exemple d'un surpresseur, réchauffage du comburant, etc.).

Notons en passant que le groupe des générateurs chauffés au gaz, ne doit pas être établi dans une cave. On peut en prévoir l'établissement dans une construction spéciale établie dans la cour commune à deux ou plusieurs immeubles.

On peut même concevoir ce groupe à la partie supérieure des constructions, la source de chaleur et les appareils de circulation d'une distribution d'eau chaude par dynamo-circuit, pouvant être en effet établis à n'importe quelle hauteur, au-dessus des surfaces de chauffe. Cette disposition pourra paraître fantaisiste, nous croyons toutefois à sa réalisation.

(27) Si l'on se place uniquement au point de vue de l'économie du combustible, il est probable qu'un meilleur rendement sera obtenu en groupant simplement les chauffages d'un certain nombre d'immeubles (chauffages par îlots) et en établissant pour chacun de ces groupes, autant que possible vers leur centre, une chaufferie munie des derniers perfectionnements, utilisant un combustible industriel à bas prix. Mais il faut remarquer que l'on perdra les avantages de la distribution du gaz à grande distance, au point de vue de l'hygiène des villes et de la facilité du service.



(46)

AMÉLIORATION DU CHAUFFAGE CENTRAL.

1363

pour mettre au point les perfectionnements qui s'imposent dans nos modernes cités, et surtout ne laissons pas l'étranger prendre l'initiative de l'œuvre à accomplir.

Permettez-moi d'adresser mes remerciements à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, qui a bien voulu me permettre d'exposer aujourd'hui quelques modestes travaux concernant l'industrie du chauffage central, industrie dans laquelle bien des progrès restent encore à réaliser.

ANDRÉ NESSI,

*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

---





---

COULOMMIERS  
IMPRIMERIE  
PAUL BRODARD.  
10-22. — 2-22.

---



ULTIMHEAT®  
VIRTUAL MUSEUM



ULTIMHEAT®  
VIRTUAL MUSEUM



ULTIMHEAT®  
VIRTUAL MUSEUM