

1930 ca



CHAUFFAGE

A VAPEUR

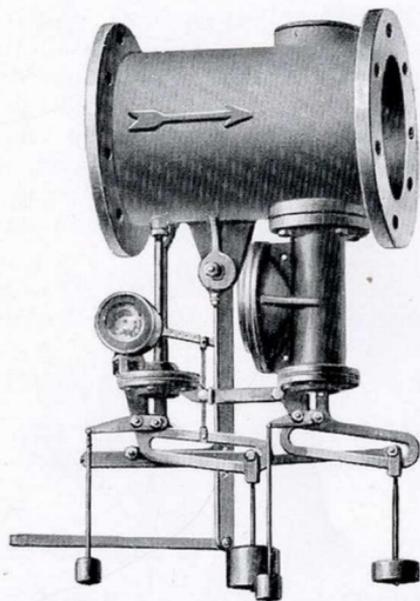
SOUS VIDE

AUTOCALOR



EXEMPLAIRE
N° 04132

CHAUFFAGE SOUS VIDE



AUTOCALOR

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.000.000 FRANCS

I, RUE LORD BYRON - PARIS (8^e)

Téléphone : Élysées 51-80 à 82 et 99-71 à 73

Adresse télégraphique : AUTOCALOR-PARIS

R. C. SEINE 251.679 B

R. P. SEINE C. A. 28.540

CHARLETTA SOBSEVIDE



AUTOGRAPH

1870-1871
1872-1873
1874-1875
1876-1877
1878-1879
1880-1881
1882-1883
1884-1885
1886-1887
1888-1889
1890-1891
1892-1893
1894-1895
1896-1897
1898-1899
1900-1901
1902-1903
1904-1905
1906-1907
1908-1909
1910-1911
1912-1913
1914-1915
1916-1917
1918-1919
1920-1921
1922-1923
1924-1925
1926-1927
1928-1929
1930-1931
1932-1933
1934-1935
1936-1937
1938-1939
1940-1941
1942-1943
1944-1945
1946-1947
1948-1949
1950-1951
1952-1953
1954-1955
1956-1957
1958-1959
1960-1961
1962-1963
1964-1965
1966-1967
1968-1969
1970-1971
1972-1973
1974-1975
1976-1977
1978-1979
1980-1981
1982-1983
1984-1985
1986-1987
1988-1989
1990-1991
1992-1993
1994-1995
1996-1997
1998-1999
2000-2001
2002-2003
2004-2005
2006-2007
2008-2009
2010-2011
2012-2013
2014-2015
2016-2017
2018-2019
2020-2021
2022-2023
2024-2025

AVANT-PROPOS

Fidèle à sa politique de collaboration avec MM. les Architectes, Ingénieurs-Conseils, Entrepreneurs et Installateurs de chauffage, la Société AUTOCALOR a rédigé cette brochure à leur intention. Cet opuscule n'a pas la prétention de constituer un traité complet de chauffage sous vide et n'a d'autre but que de présenter à ses lecteurs un résumé des théories et principes concernant ce mode de chauffage ainsi qu'une documentation susceptible de faciliter leur tâche.

Les procédés et appareils divers décrits dans ce livret sont brevetés tant en France qu'à l'étranger, notamment :

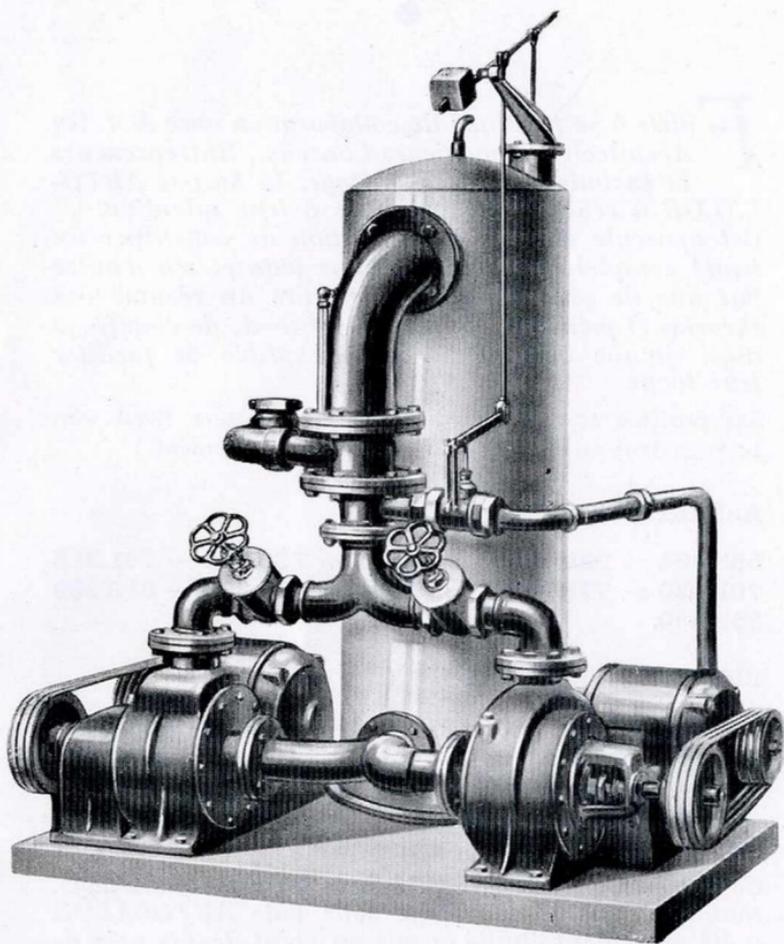
BREVETS FRANÇAIS N^{os} :

558.804 — 729.325 — 729.362 — 738.538 — 761.315
761.420 — 778.143 — 803.960 — 813.393 — 813.209
859.630.

BREVETS ETRANGERS N^{os} :

Allemagne : D. R. P. A. L. 90.414 — Grande-Bretagne : 415.394, 465.204 — Canada : 380.605 — U. S. A. : 2.028.675, 2.186.680 — Belgique : 398.863, 398.982, 409.563, 411.304, 412.459 — Luxembourg : 22.418, 22.426.

Ces brevets, pris depuis 1923 dans les principaux pays, montrent que le chauffage sous vide AUTOCALOR a été mûrement étudié et mis au point depuis près de 20 ans. Il a été adopté par de nombreuses Administrations (Beaux-Arts, Bâtiments Nationaux, P.T.T., Chemins de fer, Compagnies d'assurances, etc...) et les installations importantes ainsi réalisées constituent la plus sûre des garanties que la Société AUTOCALOR peut offrir à sa clientèle.



GROUPE MOTO-POMPE A VIDE DOUBLE AUTOCALOR

HISTORIQUE DU CHAUFFAGE SOUS VIDE

Les premières installations de chauffage paraissent avoir été réalisées vers le milieu du dix-neuvième siècle, en utilisant l'eau chaude sous pression.

Quelques années plus tard, sont apparues les premières installations de chauffage à vapeur à moyenne pression, rapidement perfectionnées et rendues pratiques, surtout en Amérique, par l'emploi de chaudières spéciales, et de radiateurs qui, en dépit d'une conception assez rudimentaire à l'origine, donnèrent néanmoins des résultats suffisants pour se généraliser.

Ces premières installations comportaient une chaudière à vapeur fonctionnant, avec régulateur automatique de combustion, sous pression de 5 à 700 grammes par cm².

Les radiateurs, branchés entre deux canalisations de vapeur par l'intermédiaire de deux robinets, étaient munis d'un purgeur d'air se manoeuvrant à la main, et, pour la mise en service, il fallait ouvrir les deux robinets, ainsi que le purgeur d'air.

Lorsque la vapeur sortait par le purgeur, on fermait ce dernier, et l'appareil se trouvait en plein fonctionnement.

La température de la vapeur étant à peu près constante, la quantité de chaleur abandonnée devenait excessive par temps moyen et, par temps doux, le réglage ne pouvait s'opérer que par tout ou rien, et pour chaque appareil isolément.

En exploitant ce système, on s'aperçut que le robinet et la tuyauterie de retour n'étaient pas indispensables par suite des très faibles volumes d'eau condensée à évacuer, et c'est alors que l'on vit surgir sur le marché le chauffage à vapeur à un tuyau.

Ce système est, en tous points, semblable au précédent, sauf toutefois qu'il ne comporte qu'un seul tuyau d'alimentation de vapeur, lequel est utilisé également pour le retour des eaux de condensation.

Pour la mise en service des radiateurs, on ouvrait en grand le robinet et le purgeur. La fermeture du purgeur ayant lieu dans les mêmes conditions que précédemment, on pouvait n'extraire que partiellement l'air du radiateur, et réduire ainsi l'intensité du chauffage lorsque la température extérieure le permettait.

Ces deux systèmes avaient toutefois l'un et l'autre l'inconvénient de donner lieu à des claquements dans les canalisations, surtout lorsque les robinets étaient insuffisamment ouverts, ou qu'ils n'étaient pas étanches à la fermeture.

Ils avaient, de même, l'inconvénient de ne pouvoir permettre le réglage de la quantité de chaleur distribuée à chaque radiateur depuis la chaudière, la température de la vapeur étant sensiblement constante. Ceci entraînait un gaspillage considérable de combustible, et corrélativement des frais élevés d'exploitation. Néanmoins, ces deux systèmes ont été utilisés pendant de nombreuses années, et ce n'est que vers la fin du siècle dernier que furent exécutées les premières installations de chauffage à vapeur, avec retour à la chaudière des eaux condensées au moyen d'une canalisation en communication directe avec l'atmosphère.

Les créateurs de ce système portaient du principe suivant : étant donné une chaudière fonctionnant d'une manière automatique à une pression P , et produisant une vapeur saturée sèche, si les pertes de charge à l'écoulement de la vapeur sont les mêmes entre la chaudière et chaque radiateur, ces derniers ne recevront que la quantité exacte de vapeur qu'ils sont capables de condenser. L'air sera expulsé librement à l'atmosphère par les canalisations de retour qui serviront en même temps à ramener à la chaudière les eaux de condensation.

En pratique, le calcul des pertes de charge pour chaque tronçon de distribution de vapeur, ne pût se faire qu'approximativement, et on fût contraint de placer à l'entrée des radiateurs, soit des résistances fixes, telles que des diaphragmes percés en mince paroi, soit des robinets à ouverture réglable pour régulariser la distribution de la vapeur à chaque radiateur.

Pour une température extérieure donnée, le réglage de cette répartition devenait possible, quoique délicat, mais, lors d'une élévation de la température extérieure, cette répartition devenait irrégulière, et certains appareils déversaient à l'extérieur de la vapeur en pure perte.

Par temps doux, si on abaissait la pression P pour moins dépenser de vapeur, les appareils éloignés ne chauffaient plus, et faisaient l'objet de réclamations constantes.

Pour remédier en partie aux inconvénients indiqués ci-dessus, beaucoup de constructeurs plaçaient à la sortie de chaque radiateur des purgeurs, lesquels laissaient passer l'air et l'eau, et arrêtaient la vapeur pour l'empêcher de se déverser dans l'atmosphère.

Mais ce système, tout comme les précédents, utilisait de la vapeur à température constante, ce qui rendait impossible un réglage central de la température à partir de la chaudière.

Aussi quand, après plusieurs années d'exploitation de ce système, on s'aperçut des inconvénients indiqués ci-dessus, les préférences allèrent au chauffage à eau chaude, de création alors récente.

Le système type de chauffage à eau chaude est le chauffage par gravité, dont le principe est connu de tous. Son fonctionnement est assez correct pour des températures de départ à la chaudière suffisamment élevées, mais la répartition de la chaleur devient très irrégulière aux basses températures.

Pour remédier à cette irrégularité, beaucoup de constructeurs placent à l'entrée de la chaudière une pompe aspirant sur les retours. De cette manière, la force hydromotrice, dûe à la différence de densité entre l'eau chaude des départs et l'eau refroidie des re-

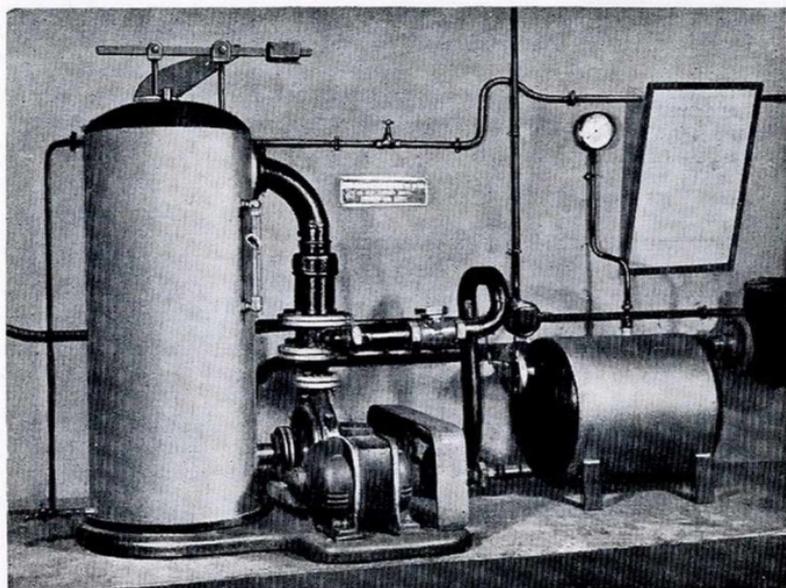


Fig. 1. — MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, PARIS
Groupe de chauffage sous vide — Puissance 1.250.000 cal./H.

tours, est augmentée de la hauteur manométrique de la pompe, ce qui permet de faire circuler l'eau à des températures plus basses, et d'obtenir une meilleure répartition de la chaleur à travers les radiateurs.

Ce sont ces deux systèmes de chauffage à eau chaude par gravité et par pompe, qui ont supplanté le chauffage à vapeur, et cela malgré les inconvénients ci-après :

a) Inertie calorifique considérable rendant difficile la mise en régime rapide du chauffage, notamment dans les locaux à chauffage intermittent.

b) Haute pression statique dans les immeubles élevés, rendant dangereuses les fuites d'eau surtout aux étages inférieurs.

c) Risque de gelée pendant la saison très froide, nécessitant

une surveillance constante de la température de fonctionnement, et l'obligation de vidanger les installations en cas d'arrêt.

Pour éviter ces inconvénients, il était nécessaire de mettre au point un système alliant, à la souplesse et à la sécurité de fonctionnement données par le chauffage à vapeur, les possibilités de variations de température du chauffage à eau chaude.

La faculté de faire varier la température de la vapeur sous l'action du vide, a conduit les techniciens à mettre au point le **CHAUFFAGE A VAPEUR SOUS VIDE**, lequel réunit les avantages des deux systèmes employés jusque là sans en présenter les inconvénients.

Son but est d'apporter à chaque surface de chauffe la quan-

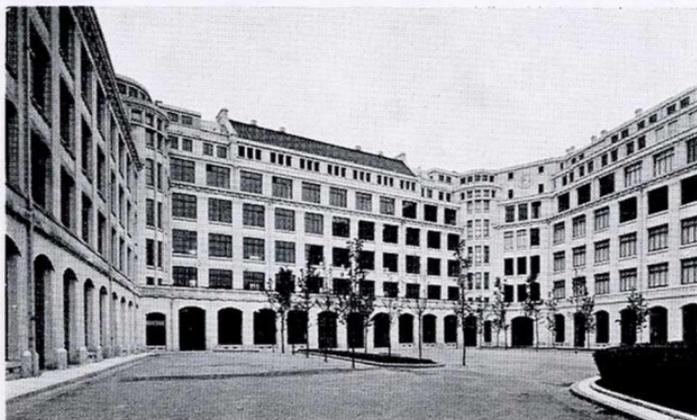


Fig. 2. — LYCEE JEAN DE LA FONTAINE, PARIS
Chauffage sous vide. — Puissance 2.000.000 cal./H.

tité exacte de calories nécessaires au chauffage des locaux, quelle que soit la température extérieure, résultat obtenu en utilisant comme fluide chauffant, de la vapeur à pression inférieure à la pression atmosphérique.

Le chauffage à vapeur sous vide nécessite un appareillage extrêmement simple, dont la description sera donnée plus loin.

Invention française, il a pris en Amérique, au cours des vingt dernières années, un développement considérable, prouvant ainsi qu'il constituait la solution attendue de tous. En France, et d'une manière générale en Europe, son développement a suivi une évolution parallèle, quoique plus modeste en raison des crises économiques qui ces dernières années ont touché le bâtiment et les industries connexes.

Le chauffage sous vide peut être utilisé dans toutes les installations neuves de chauffage domestique ou industriel, im-

meubles de rapport, bureaux, écoles, hôpitaux, sanatoria, etc... Sa technique extrêmement souple, permet de résoudre tous les problèmes de chauffage indépendamment de la source de chaleur utilisée (chaudières chauffées au charbon, au mazout, au gaz, etc...)

Il apporte également une solution élégante au problème de la récupération des chaleurs perdues, et conduit à des résultats que nul autre procédé n'est en mesure d'atteindre.

Le chauffage à vapeur sous vide permet en outre la réalisation du chauffage à grande distance, grâce à l'installation de centrales à vapeur à haute pression, desservant des stations de détente placées dans chaque bâtiment ou groupe de bâtiments isolé.

Il permet la transformation d'installations existantes à vapeur à basse pression, soit pour obtenir une économie de combustible et apporter un confort égal à celui d'une installation à eau chaude, soit (et dans ce cas l'application de ce système est la seule solution possible), pour améliorer d'une façon définitive le fonctionnement d'une installation défectueuse.

AVANTAGES DU CHAUFFAGE SOUS VIDE

Le chauffage central sous vide réunit tous les avantages des techniques anciennes, sans en présenter les inconvénients. Notamment, le chauffage sous vide est :

- Economique,**
- Propre,**
- Souple,**
- Rigoureusement réglable,**
- De mise en régime instantanée,**
- Silencieux,**
- Facile à installer,**
- Hygiénique.**

Il est hygiénique et propre parce qu'il fonctionne avec de la vapeur à température relativement basse, et qu'il évite la carbonisation de poussières et la surchauffe des locaux.

On verra plus loin les raisons pour lesquelles il est souple, rigoureusement réglable, de mise en régime instantanée, silencieux, et facile à installer.

Il y a lieu, toutefois, d'insister dès maintenant sur les économies importantes qu'il permet d'obtenir, ce qui, vu les circonstances économiques actuelles, constitue certainement un de ses avantages les plus importants.

En effet, grâce au chauffage sous vide, la vapeur est produite à une température qui n'excède jamais les nécessités du moment,

et son émission peut être réglée en fonction des besoins, sans sujétion relative au bon remplissage de tous les radiateurs, celui-ci se faisant automatiquement, quelle que soit la quantité de vapeur produite. En outre, l'emploi de purgeurs spéciaux rendant impossible toute perte de vapeur, permet l'obtention des plus hauts rendements. *Les économies ainsi obtenues atteignent, au minimum, 20 % par rapport au fonctionnement d'un chauffage à vapeur à basse pression ordinaire, et de 10 à 15 % par rapport au fonctionnement du chauffage à eau chaude intermittent.* A cette économie s'ajoute d'ailleurs son moindre coût d'installation.

Par rapport à une installation de chauffage à eau chaude à fonctionnement intermittent, il n'y a en effet pas d'inertie calorifique à vaincre, et la variation de la température ainsi que le remplissage des surfaces de chauffe sont pratiquement instantanées.

Connaissant la fréquence de l'intermittence d'une installation donnée, il est d'ailleurs facile de calculer l'économie de combustible réalisée, ainsi que la lecture de ce qui suit le fera ressortir.



Fig. 3. — CITE DE REFUGE DE L'ARMEE DU SALUT
Chauffage sous vide. — Puissance 1.200.000 cal./H.

TECHNIQUE DU CHAUFFAGE SOUS VIDE

PRINCIPE

Chacun sait que si, au niveau de la mer, l'eau bout à 100°, il n'en est plus de même à haute altitude, où la pression atmosphérique est plus faible.

Par conséquent, en abaissant la pression dans les conduits de chauffage, la vapeur se trouvera à une température inférieure à 100°. En outre, du fait de l'abaissement de la pression, le poids de vapeur nécessaire pour remplir l'installation ira en diminuant avec la température.

En l'état actuel de la technique, il est possible, dans une installation de chauffage convenablement exécutée, d'obtenir des températures de l'ordre de 60 à 70°.

Il est d'ailleurs à remarquer que, contrairement à ce qui se passe avec le chauffage à eau chaude, la température minimum obtenue n'a qu'une importance secondaire, étant donné qu'il est toujours possible indépendamment de celle-ci, d'obtenir en chauffage sous vide, le champ de réglage désiré.

Dans les lignes qui vont suivre, il ne sera naturellement question que du chauffage sous vide variable, le chauffage avec vide fixe ne constituant qu'un cas particulier de ce mode de chauffage.

CHAMP DE REGLAGE. — CHALEUR A FOURNIR.

Pour obtenir à l'intérieur des locaux chauffés une température constante, de 20° par exemple, quand la température extérieure varie de - 10° à + 15°, il faut un champ de réglage de :

$$\frac{20 + 10}{20 - 15} = \frac{30}{5} = \frac{1}{6}$$

Une installation de 600.000 calories, par exemple, ne doit donc plus fournir, par temps doux, que 100.000 calories.

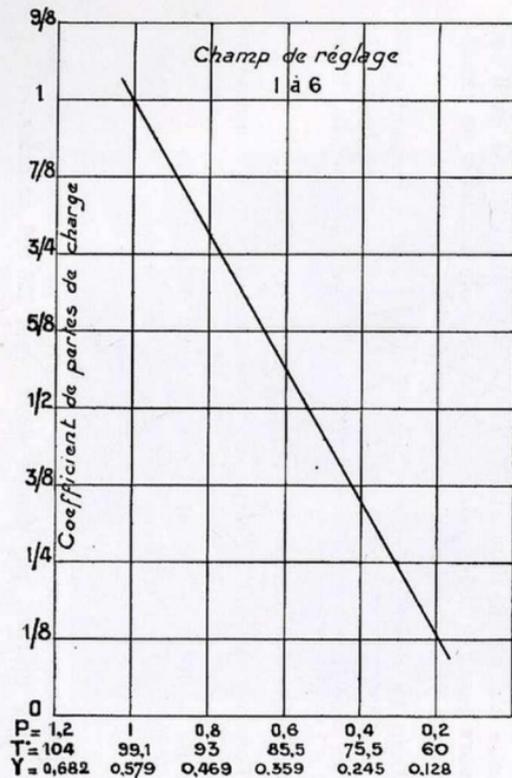


Fig. 4. — Diagramme de fonctionnement d'une installation de chauffage sous vide.

Pression absolue Kg C ^{m2}	Pression m/m Hg	Vide en m/m Hg	Température t° C	Chaleur de Vapor ^o pour 1 Kg	Chaleur de Vapor ^o pour 1 m ³	Volume de 1 Kg en M ³	Poids de 1 M ³ en Gr
0.125	92	668	50	567	46	12.091	82.7
0.160	117.5	642.5	55	564	58	9.607	104
0.202	148.8	611.2	60	562	73	7.695	128
0.254	186.9	573.1	65	559	90	6.211	161
0.317	233.1	526.9	70	556	110	5.050	198
0.392	288.5	471.5	75	554	133	4.135	241
0.482	354.6	405.4	80	550	161	3.408	293
0.589	433	327	85	547	193	2.827	353
0.714	525.4	234.6	90	545	231	2.359	424
0.862	633.7	126.3	95	542	273	1.979	505
1.033	760	0	100	537	321	1.670	598
1.232	906	+ 146	105	536	378	1.416	706
1.462	1.075	+ 315	110	533	441	1.207	827
1.726	1.269	+ 509	115	529	511	1.033	967

CONSTANTES DE LA VAPEUR D'EAU

Fig. 5

En se reportant au tableau des constantes de la vapeur, donné en page 12, il est facile de voir qu'en produisant la vapeur à une pression absolue de 0,202 kg/cm² soit à 60°, un kilogramme de vapeur qui remplissait à 100° un volume de 1,670 m³ remplira 7,695 m³.

Le remplissage de l'installation ne nécessitera donc plus que :

$$\frac{7,695}{1,670} = 4,6 \text{ fois moins de vapeur, c'est-à-dire que nous aurons,}$$

— en considérant que la chaleur de vaporisation à température variable d'un kilogramme de vapeur est sensiblement constante, — une quantité de calories mise en œuvre dans l'installation de :

$$\frac{600.000}{4,5} = 135.500 \text{ calories, quantité largement suffisante pour}$$

assurer la température intérieure prévue de 20°.

Cette quantité est même un peu supérieure à celle qui est strictement nécessaire, mais comme il n'est nullement besoin de remplir totalement les radiateurs, le dosage de la vapeur sera réglé pour que seules les 100.000 calories réellement nécessaires soient effectivement débitées.

VARIATION DES PERTES DE CHARGE EN CHAUFFAGE SOUS VIDE.

Les pertes de charge éprouvées par la vapeur le long d'une canalisation sont de deux sortes :

a) les pertes de charge en ligne R₁, représentées par la formule :

$$R_1 = C \times \frac{1}{y} \times \frac{M^2}{d^5}$$

dans laquelle :

C = une constante,

y = poids spécifique de la vapeur,

d = diamètre du tube,

M = calories transportées.

On en déduit que :

$$R_1 = f \left(\frac{M^2}{y} \right) \quad (1)$$

b) les résistances locales R₂, par changement de direction ou de section y compris les écoulements en mince paroi, sont représentées par la formule :

$$R_2 = C' y \frac{v^2}{2g}$$

dans laquelle v est la vitesse de la vapeur et C' une constante.

D'où :

$$R_z = f(yv^2) \quad (2)$$

La vitesse de la vapeur dans la tuyauterie est représentée par la formule :

$$v = \frac{M}{\pi \frac{d^2}{4} \times y \times 3.600 \times 535}$$

d'où :

$$v = f\left(\frac{M}{y}\right) \quad (3)$$

Portant cette valeur de v dans la formule (2) on constate que toutes les pertes de charge, soit en ligne, soit locales, et d'écoulement en mince paroi, sont fonction de :

$$\frac{M^2}{y}$$

On voit donc que les pertes de charge seront, en fin de compte, fonction de la quantité de chaleur que nous fournissons à l'installation à une température donnée. Ces quantités devant être dans le rapport de 1 à 6, entre 60° et 100°, nous aurons, en posant :

$$A = \left(\frac{M^2}{y}\right)_{60^\circ} = \frac{1}{0,130}$$

$$B = \left(\frac{M^2}{y}\right)_{100^\circ} = \frac{6^2}{0,598}$$

$$\frac{B}{A} = 8$$

Donc, pour avoir un champ de réglage de 1 à 6, il faudra faire varier la différence de pression entre les départs et les retours dans les proportions de 1 à 8, c'est-à-dire qu'une installation fonctionnant sous 200 g. de différence de pression à 100°, devra être réglée pour fonctionner sous une différence de 25 g. à 60°.

Le diagramme en page 12 donne la ligne de fonctionnement d'une telle installation. En ordonnée sont indiqués les rapports entre les différences de pression représentant les pertes de charge ; en abscisse, les pressions absolues de 1 kg à 0,2 kg avec les températures et poids spécifiques correspondants.

Pour une installation donnée, il suffit de multiplier les chiffres des ordonnées par la différence de pression nécessaire au fonctionnement à basse pression.

FONCTIONNEMENT DU CHAUFFAGE SOUS VIDE



Le volume total libre d'une installation comprend :

- a) le volume de vapeur destiné au chauffage constitué par les capacités des chaudières, tuyauteries de vapeur et radiateurs.
- b) le volume des conduits de retour.

La pression de la vapeur au départ des chaudières doit être telle qu'elle permette l'alimentation de tous les radiateurs à la pression désirée, c'est-à-dire qu'elle soit supérieure à cette dernière de la quantité représentant les pertes de charge de l'installation.

Si la pression à la sortie des radiateurs était parfaitement réglée, celle-ci se trouvant à son point de condensation, les retours ne contiendraient que de l'eau.

Pratiquement, ce résultat est obtenu à l'aide de purgeurs qui ne doivent laisser passer que de l'eau condensée. Ceci est facile à obtenir en cas de production d'un vide fixe, prédéterminé, mais l'est moins dans le cas qui intéresse le chauffage sous vide variable. En effet si, dans le cas de vide fixe, l'appareillage peut être réglé une fois pour toutes, de façon que la différence de pression entre les départs et les retours correspondent exactement aux pertes de charge de l'installation, le problème est plus délicat en cas de vide variable, les pertes de charge d'une installation décroissant au fur et à mesure de la descente en vide.

Deux solutions ont été successivement envisagées :

a) **fonctionner avec une différence de pression fixe, correspondant au cas le plus défavorable (en pratique la basse pression ordinaire), et munir l'installation de purgeurs spéciaux, interdisant le passage de la vapeur, quelles que soient la pression et la température.**

b) **fonctionner avec une différence de pression variable de façon à correspondre exactement aux pertes de charge du moment de l'installation. Il n'y a alors jamais excès de vapeur et la purge peut être assurée par un appareil simplifié.**

Dans le premier système, un régulateur de vide assurerait une différence de pression fixe entre les départs et les retours.

L'installation ne pouvait fonctionner correctement, qu'à l'aide d'un purgeur destiné à ne permettre le passage des eaux condensées qu'à une température inférieure à celle du point de vaporisation sous le vide du moment.

Certains constructeurs avaient adopté, dans ce but, des purgeurs dans lesquels l'écoulement était commandé essentiellement par une membrane contenant un liquide dilatable. Dès que la vapeur attei-

Ennait la membrane, la dilatation empêchait le passage des eaux de condensation. Celles-ci s'accumulaient autour de la membrane et dans le radiateur. Lorsque l'abaissement de la température de l'eau était suffisant, la membrane se contractait et assurait l'écoulement de l'eau.

D'une façon générale, les purgeurs à liquide dilatable ont mauvaise réputation. Ces appareils basés sur la dilatation d'un liquide (alcool, benzine et dérivés) enfermés dans une membrane en métal ondulé, exigent une construction soignée et un réglage précis, au laboratoire, pièce par pièce. Les plus petites installations de chauffage sous vide comportent de nombreux radiateurs, donc une importante quantité d'organes délicats et coûteux dont la défaillance d'un seul est suffisante pour arrêter le fonctionnement de l'ensemble de l'installation.

La deuxième solution, qui permet de suivre exactement la variation des pertes de charge en fonction de la variation de la température, constitue évidemment la solution la plus rationnelle du chauffage sous vide à température variable. Elle nécessite, par contre, un dispositif de réglage général qui réalise la variation de différence de pression correspondant aux pertes de charge résultant de l'écoulement de la quantité de vapeur en œuvre.

Ce dispositif est constitué dans l'appareillage construit par la Société AUTOCALOR par le **régulateur de vide différentiel**, lequel assure automatiquement une différence de vide entre les départs et les retours correspondant aux pertes de charge réelles de l'installation, quelle que soit la température de marche.

Avec cet appareil, le problème de la purge devient aisé, et est réalisé simplement à l'aide de **purgeurs statiques** à résistances robustes et indé réglables.

Les purgeurs à résistances sont établis de telle sorte qu'ils assurent l'écoulement de l'air et de l'eau de condensation, tout en empêchant le passage de la vapeur dans les retours.

Il est à noter, en outre, que si l'on fonctionne avec une différence de pression fixe entre les départs et les retours, l'installation ne se trouve correctement réglée que pour une seule pression de marche; dès que l'on descend en vide, la différence de pression devient trop grande, et les radiateurs sont toujours remplis de vapeur. Or, nous avons vu que, pour obtenir un réglage correct en ne descendant qu'à 60°, il est nécessaire de ne pas remplir complètement les radiateurs. Il en résulte que seul le procédé à différence de vide variable permettra d'obtenir le champ de réglage désiré.

Ceci est particulièrement important dans le cas où les imperfections de l'installation, et notamment les rentrées d'air, ne permettent pas une descente en vide aussi notable que celle envisagée

plus haut. Il suffira alors de prévoir un régulateur donnant le champ de réglage désiré pour la plus faible pression susceptible d'être effectivement obtenue.

INERTIE DU CHAUFFAGE SOUS VIDE

Si nous considérons une installation de chauffage sous vide en fonctionnement normal avec une différence de pression P et sous un vide au départ de 300 m/m de mercure, la température de la vapeur est de 86° , le poids d'un mètre cube de cette vapeur est de 360 grammes, et la quantité de chaleur contenue dans ce mètre cube de vapeur est de 200 calories.

Ceci montre le peu d'inertie du fluide transportant la chaleur aux points d'utilisation et la possibilité d'en opérer le réglage avec une très grande précision.

Si l'on compare, par exemple, deux installations à eau chaude et à vapeur sous vide de même puissance, 300.000 calories par exemple, le volume de l'installation sera de 3 mètres cubes environ. Fonctionnant à eau chaude avec une différence de température de 20° , elle nécessitera la mise en œuvre de 60.000 calories pour assurer la circulation de 3.000 kg. d'eau. Fonctionnant sous vide à 86° , le poids du fluide chauffant est de 1,110 kg. et la quantité de chaleur mise en œuvre de 600 calories.

L'inertie calorifique du métal des surfaces chauffantes est à peu près négligeable ; elle est de 3 calories par degré et pour un poids de métal correspondant à 1 m^2 de surface, soit 30 kg. environ. La vitesse de la vapeur comble rapidement cette inertie dans le cas d'un accroissement nécessaire de la température et inversement, en cas de réduction, la quantité de chaleur contenue dans le métal disparaît pratiquement dans le temps nécessaire à l'obtention de la variation de température de la vapeur.

APPAREILLAGE NÉCESSAIRE AU CHAUFFAGE SOUS VIDE A RÉGLAGE DIFFÉRENTIEL

Nous avons vu plus haut que seul le chauffage sous vide à réglage différentiel est susceptible de permettre l'obtention du champ de réglage désiré sans l'obligation de descente en vide exagérée. C'est de ce seul système que nous nous occuperons dans les lignes qui vont suivre.

Il est nécessaire de réunir dans une installation les appareils permettant :

- 1) la création du vide,
- 2) la variation du vide,
- 3) la variation de la quantité de vapeur nécessaire au chauffage,

4) la variation de la différence de vide correspondant aux pertes de charge résultant de l'écoulement de la vapeur mise en œuvre.

La distribution de la vapeur à une pression inférieure à la pression atmosphérique sera réalisée au moyen d'une **pompe à vide**. Cette pompe extrait la vapeur de la chaudière, et la répartit dans les radiateurs où elle se condense. L'eau revient ensuite aux chaudières pour être vaporisée à nouveau.

Suivant le type des chaudières employées, on pourra soit mettre les chaudières directement sous vide, soit prévoir après les chaudières un **détendeur** qui permettra de maintenir le fonctionnement des chaudières à basse pression ordinaire ou à haute pression, tout en mettant sous vide le réseau de chauffage.

Le réglage de la variation du vide et de la quantité de vapeur nécessaire au chauffage est réalisé soit par un régulateur de combustion approprié si les chaudières sont sous vide, soit à l'aide du détendeur qui, en même temps qu'il dose les quantités de vapeur, en règle la pression. *Il est bien évident que l'emploi de cet appareil sera toujours à préférer à celui d'un régulateur de combustion, vu l'inertie des chaudières.*

Un **régulateur de différence de vide** assurera enfin la variation de vide nécessaire au fonctionnement de l'installation, et à l'alimentation des surfaces de chauffe.

En outre, les installations comprendront les **purgeurs** et les **robinets de réglage** appropriés.

APPAREILLAGE SPÉCIAL DE CHAUFFAGE SOUS VIDE



Nous avons vu quels sont les appareils nécessaires au fonctionnement d'une installation de chauffage sous vide différentiel variable. Ceux-ci seront décrits dans les pages qui vont suivre, sauf toutefois le régulateur de combustion utilisable lors de la mise sous vide des chaudières.

En effet, ainsi que nous l'avons dit, la mise sous vide des chaudières présentant certains inconvénients, il est préférable de prévoir systématiquement un détendeur, le prix de cet appareil étant au surplus peu élevé, surtout si l'on considère qu'il évite l'approvisionnement d'appareils spéciaux de sécurité, indispensables en cas de mise sous vide de la chaudière.

GROUPE MOTO-POMPE A VIDE

Le groupe moto-pompe à vide sert à la fois, à la création du vide nécessaire au fonctionnement des installations et à la réalimentation des chaudières à l'aide des eaux de condensation accumulées dans un bac spécial adjoint au groupe.

Il est composé d'une pompe centrifuge accouplée à un moteur électrique.

La pompe centrifuge aspire l'eau d'un réservoir et la refoule dans un ou plusieurs venturi, lesquels produisent le vide dans la canalisation de retour.

La même eau fonctionne en court-circuit. Lorsque les eaux de condensation sont aspirées également dans le venturi, il en résulte un accroissement du volume de l'eau du bac sur lequel aspire la pompe. Un dispositif à flotteur permet alors à la pompe de refouler directement cet excès d'eau dans les chaudières.

La figure 6 représente un **groupe moto-pompe à vide AUTO-CALOR.**

Il est composé d'un réservoir d'eau circulaire vertical (1) rempli jusqu'à mi-hauteur et constituant la masse d'eau servant à l'amorçage et au service de la pompe centrifuge (2).

Cette pompe aspire l'eau dans le réservoir (1) et la refoule à travers un système de venturi composé d'injecteurs (5) et de diffuseurs (6).

La pompe est elle-même entraînée par un moteur électrique silencieux (3). Pompe et moteur sont accouplés à l'aide de courroies trapézoïdales (4).

Le vide produit par le venturi dans la chambre (20) aspire à travers un clapet de retenue silencieux (16) et la canalisation (8) dans le bac des eaux de condensation (non figuré).

L'air et l'eau sont aspirés simultanément et sont refoulés par

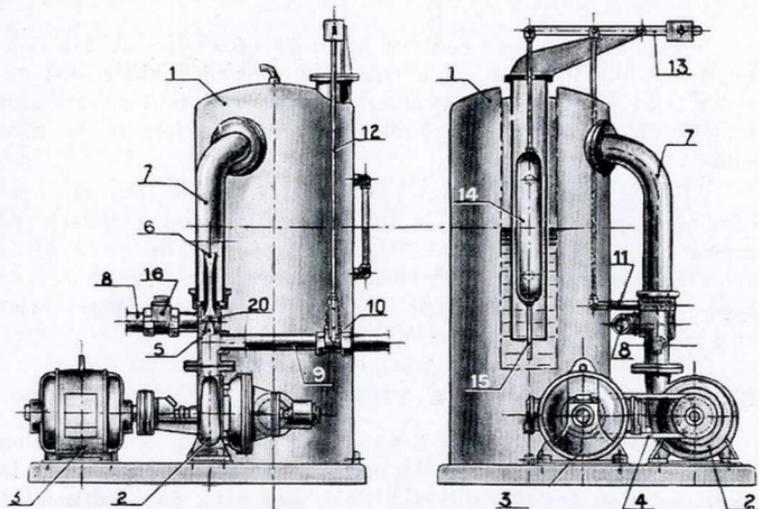


Fig. 6. — Groupe moto-pompe à vide AUTOCALOR à réalimentation automatique.

la tubulure (7) dans le réservoir vertical où ils se séparent, l'air s'évacuant à la partie supérieure.

Les eaux s'accumulent dans le réservoir dont le volume d'eau augmente progressivement. Un dispositif de réalimentation effectue automatiquement le retour de l'excès d'eau aux chaudières. Ce dispositif est constitué par un tube (9) raccordé sur le refoulement de la pompe centrifuge avant l'entrée de l'eau dans l'injecteur du venturi, fermé par un robinet équilibré spécial breveté (10), lequel est actionné progressivement par les leviers (11, 12, 13) en liaison avec un flotteur (14).

Ce flotteur, dont le déplacement est commandé par la variation du niveau d'eau dans le réservoir, est enfermé dans une enveloppe destinée à le soustraire aux agitations de la nappe liquide. Les eaux

à évacuer pénètrent dans cette enveloppe par le trou de guidage de la tige (15) et soulèvent progressivement le flotteur qui transmet son mouvement fortement démultiplié au robinet (10) et assure ainsi l'alimentation régulière des chaudières.

En effet, lorsque ce robinet s'ouvre, la résistance opposée par la canalisation (9) étant inférieure à celle normalement opposée par le venturi, les eaux refoulées par la pompe se dirigent vers cette canalisation qui les amène aux chaudières, ou à leurs bâches d'alimentation.

Le groupe décrit ci-dessus est du type utilisé dans les installations de puissance supérieure à 400.000 calories; il peut d'ailleurs comprendre une deuxième pompe couplée à un moteur, afin de permettre en alternant le fonctionnement des deux ensembles, leur entretien sans interruption de marche de l'installation.

Pour les installations de plus faible puissance, un groupe de conception spéciale et de dimensions plus réduites a été mis au point; cet ensemble qui se place au niveau des retours ne comporte pas de dispositif automatique de réalimentation des eaux, celle-ci se faisant simplement par gravité. Il est représenté en fig. 7 avec son bac d'accumulation des eaux de condensation et ne nécessite après ce qui a été dit, aucune description particulière.

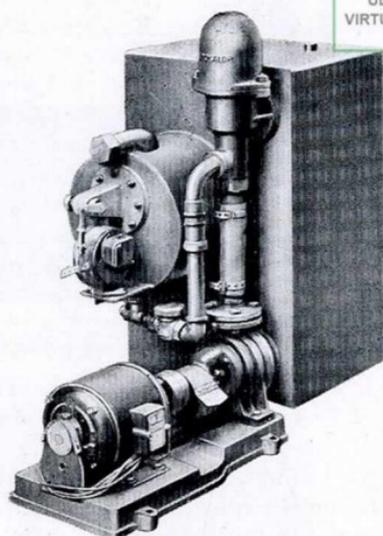


Fig 7. — Groupe moto-pompe à vide AUTOCALOR à réalimentation par gravité

RESERVOIR D'ACCUMULATION DES EAUX DE CONDENSATION.

Les eaux de condensation qui reviennent du réseau de chauffage s'accumulent dans un bac, représenté en fig. 8. Il est constitué par un réservoir en tôle soudée (1) muni d'un orifice d'arrivée des eaux (2) et d'un orifice de départ vers la pompe (3).

En outre, un filtre destiné à arrêter les impuretés doit être monté sur le retour. Ce filtre est représenté en fig. 9.

Il y a lieu également de monter à la sortie du réservoir une crosse (4) qui aboutira au clapet de retenue silencieux dont il est parlé plus haut.

Dans le réservoir se trouve placé un flotteur qu'on munit d'un dispositif à levier (7) actionnant un interrupteur électrique (8) servant à l'arrêt et à la mise en route du moteur de la pompe.

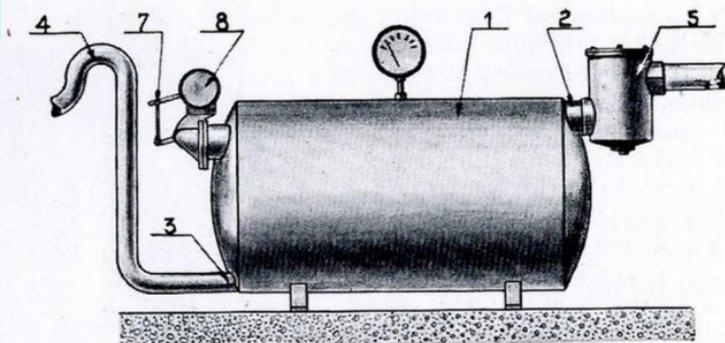


Fig. 8

Réservoir d'accumulation des eaux condensées AUTOCALOR

L'interrupteur électrique est en liaison avec celui du régulateur différentiel de vide, de telle sorte que la commande du moteur peut être effectuée soit par le flotteur du réservoir des eaux de condensation, soit par le régulateur de vide.

Pendant l'arrêt de la pompe, les eaux s'accumulent dans le bac, et si celles-ci risquent de remplir le réservoir avant que le vide

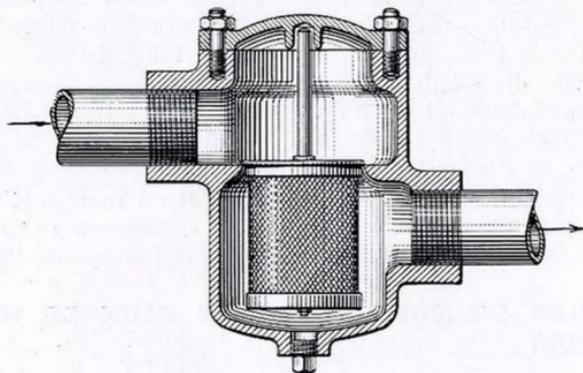


Fig. 9. — Filtre AUTOCALOR

ait diminué d'une valeur suffisante pour mettre en route la pompe, c'est le flotteur du bac qui met celle-ci en service pour en épuiser le contenu.

DETENDEUR DOSEUR DE VAPEUR ET REGULATEUR DE VIDE.

Ces appareils sont représentés en fig. 10 laquelle comporte l'ensemble des appareils : régulateur et détendeur de vapeur, utilisés dans les installations de plus de 250.000 calories. Pour les installa-

tions de moindre importance, les deux appareils sont séparés pour des raisons de moindre encombrement; certaines modifications de construction ont dû leur être apportées de ce fait, mais leur principe général de fonctionnement étant le même, ils ne seront pas décrits spécialement; ils sont toutefois représentés en fig. 11 et 12.

Le régulateur-détendeur comprend essentiellement un corps (1) formant collecteur de vapeur et divisé en deux chambres A et B par un clapet équilibré (3) assurant la détente et le dosage de la vapeur avant son arrivée dans les conduits de chauffage.

La position de ce clapet équilibré doit varier de façon, d'une part, à détendre la vapeur en fonction de la température désirée, d'autre part, à doser la quantité de vapeur à admettre dans l'ensemble de l'installation.

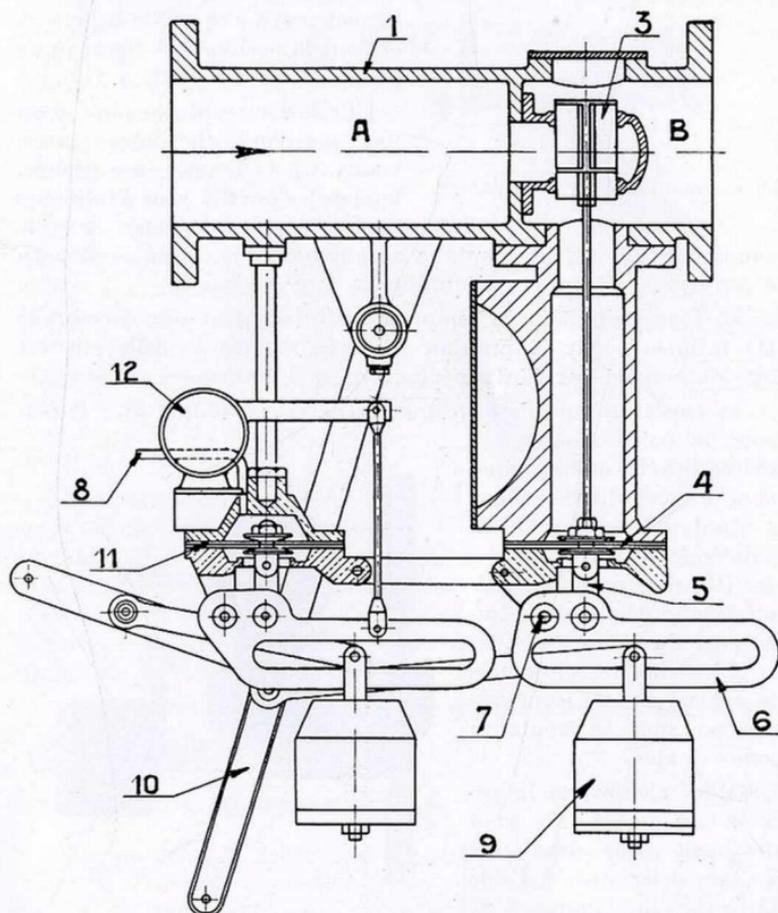


Fig. 10. — Détendeur-régulateur AUTOCALOR

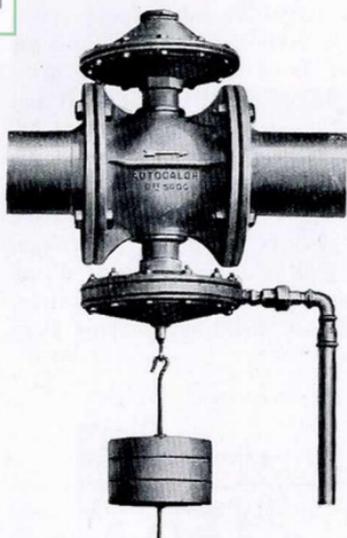


Fig. 11

Détendeur différentiel AUTOCALOR

A cet effet, la tige du clapet est commandée par une membrane en caoutchouc souple (4) dont la face inférieure est en communication avec l'atmosphère et l'autre face en contact avec la vapeur détendue.

En outre, cette membrane est en liaison par l'intermédiaire d'une bielle (5) avec un système de levier (6) pouvant osciller autour du point fixe (7).

Le levier (6) est influencé par un poids (9) pouvant se déplacer tout au long d'un chemin de roulement prévu à sa partie inférieure et dont la position est commandée par un levier de réglage (10).

Ce levier ayant été placé dans une position déterminée correspondant à la température désirée, le clapet s'ouvrira sous l'influence de la dépression créée par la

pompe; dès que celle-ci diminue ou augmente, le clapet s'ouvre ou se ferme jusqu'à ce que l'équilibre se trouve rétabli.

Le régulateur de vide comporte essentiellement une membrane (11) influencée par la pression des retours avec laquelle elle est mise en contact par l'intermédiaire de la tubulure (8).

La face inférieure de cette membrane est en liaison avec le système de poids montés sur un équipage mobile analogue à celui du détendeur et dont la position commandée également par le levier (10) détermine, en liaison avec le détendeur, l'importance du vide à créer.

L'ensemble commande un contacteur (12) lequel arrête ou met en route la pompe à vide.

Si l'on ajoute que la position du levier (10) peut être, soit fixée dans une position déterminée à l'aide d'une broche montée à sa partie supérieure et péné-

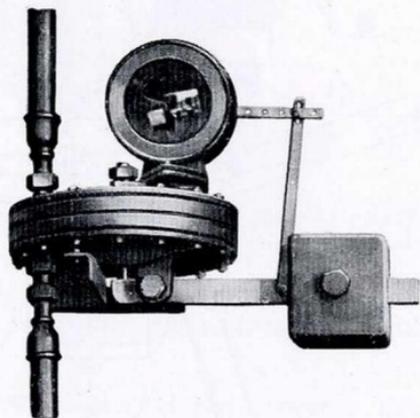


Fig. 12

Régulateur différentiel AUTOCALOR

trant dans des trous convenablement disposés le long d'un secteur gradué, soit commandée par la régulation automatique de l'installation reliée par un organe de commande convenable à sa partie inférieure, on comprendra aisément que le réglage général de l'installation peut-être effectué indifféremment de façon manuelle ou automatique.

L'ensemble détenteur-doseur et régulateur assure ainsi automatiquement et rigoureusement le réglage de la pression de la vapeur, ainsi que son dosage en fonction des conditions de réglage imposées.

ROBINETS DE CHAUFFAGE SOUS VIDE.

Les robinets généralement employés dans les installations de chauffage ont un presse-étoupe composé d'une garniture à base d'amiante, d'une bague en bronze placée au-dessus et d'un écrou de serrage qui vient exercer sa pression sur cette garniture pour empêcher toute fuite. Lorsque le système est bien monté, réglé en usine et à nouveau à la mise en service, il n'y a pas de crainte de fuite pendant un certain temps. Au bout d'un service prolongé, la garniture se dessèche et, en chauffage sous vide, l'air extérieur pénètre dans le réseau et doit être expulsé par la pompe.

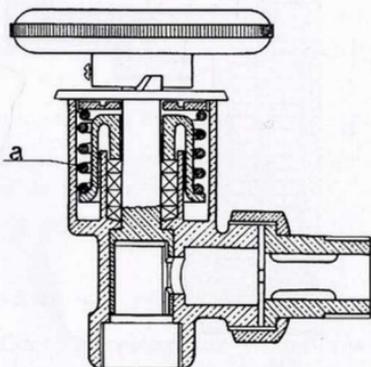


Fig. 13. — Robinet de chauffage sous vide AUTOCALOR

Pour éviter cet inconvénient, nous avons créé un robinet à double réglage dont le serrage de la garniture est constant. Cette garniture peut alternativement se dessécher et se ramollir, le ressort calibré *a* (voir fig. 13), exerce une pression constante sur cette garniture et empêche toute entrée d'air, même après plusieurs années de service.

Comme indiqué sur la figure, le deuxième réglage est réalisé à l'aide d'un diaphragme.

PURGEURS A RESISTANCES.

Les purgeurs à résistances sont composés d'un corps *a* (fig. 14) raccordé d'un côté au radiateur, et de l'autre à la canalisation de retour. Ce corps est pourvu à l'intérieur d'une garniture amovible composée d'une lamelle plate (fig. 15), sur laquelle vient s'assembler

une série de rondelles calibrées (fig. 16) et d'une entretoise destinée à séparer les dites rondelles. Le tout est assemblé et maintenu fixe par un ressort et une clavette (fig. 17).

Cet assemblage forme une série de chambres de détente b (fig. 14) de volume très grand par rapport à l'orifice calibré qui les met en communication. Les trous de chaque rondelle sont placés en chicane, c'est-à-dire que leurs positions alternent successivement d'un côté et de l'autre.

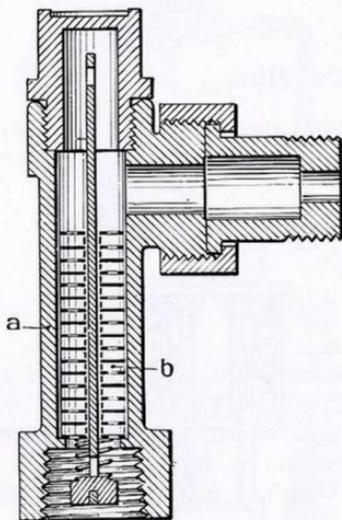


Fig. 14



Fig. 15



Fig. 16

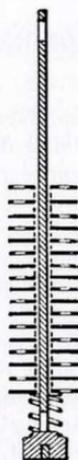


Fig. 17

Purgeur de chauffage sous vide AUTOCALOR

La dimension des trous calibrés détermine la capacité de purge de l'appareil et les limites entre lesquelles on peut l'utiliser. Ces limites sont très larges. Le même purgeur peut être employé sur des appareils dont le taux de condensation varie de 1 à 4. Il est donc suffisant qu'il puisse débiter avec la différence de pression P , la quantité maximum d'eau que peut condenser l'appareil au moment de la mise en service. Ensuite, quelles que soient les conditions de marche de l'appareil, le purgeur ne laisse passer que l'air et l'eau, et forme un barrage absolu au passage de la vapeur.

EXÉCUTION DES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE SOUS VIDE

Les installations de chauffage sous vide sont exécutées comme toutes les installations de chauffage à vapeur ordinaires. Néanmoins ce système présente en outre, des possibilités de réalisation beaucoup plus étendues.

Les types de montages principaux sont les suivants :

1° — *montage à un tuyau où les eaux de condensation reviennent par le même tube qui conduit la vapeur.*

2° — *montage à deux tuyaux, où les eaux de condensation reviennent par un conduit séparé.*

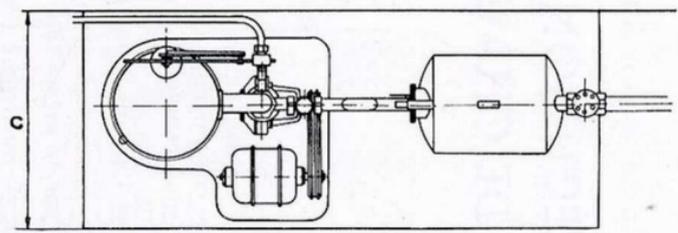
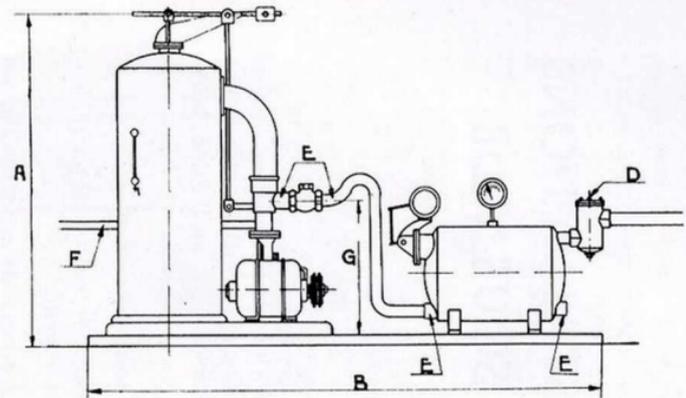
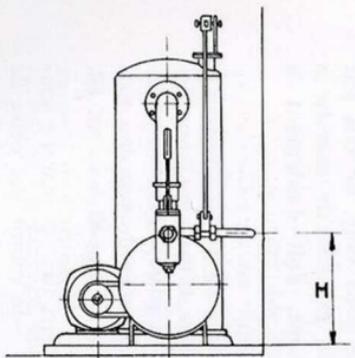
3° — *montage comprenant des circuits à un ou deux tuyaux.*

Dans ces trois types d'installations, le retour aux chaudières des eaux de condensation qui, en marche sous vide, se fait par l'intermédiaire des pompes, peut se faire en cas de marche à basse pression ordinaire, soit directement, soit également à l'aide de la pompe.

Si l'on prévoit à basse pression le retour direct aux chaudières des eaux de condensation, il est évident que le tuyau de retour des eaux condensées doit se trouver au-dessus du plan d'eau des chaudières à une hauteur correspondant à la différence de pression maximum de marche augmentée d'une garde de 0 m. 30 à 0. m. 50.

Si les pompes à vide assurent dans les deux cas, — marche sous vide et marche à basse pression ordinaire, — le retour des eaux de condensation aux chaudières, ces dernières peuvent alors être placées à un niveau quelconque.

Cette dernière possibilité trouve son application dans les installations où l'on éprouve des difficultés pour établir des caves suffisamment profondes et dans celles où il faut alimenter des



Puissance maxima (Cal.)	Moteur cv	A	B	C	D	E	F	G	H
400000	2,5	1,750	3,000	1,250	50/60	50/60	40/49	650	550
600000	3	1,750	3,000	1,250	50/60	50/60	40/49	650	550
900000	4	1,750	3,000	1,250	50/60	50/60	40/49	650	550
1 200000	4	1,750	3,250	1,250	102/114	66/76	66/76	650	550
1600000	4	1,750	3,750	1,250	102/114	66/76	66/76	650	550
2000000	5	1,750	3,750	1,250	102/114	66/76	66/76	650	550
3000000	6	1,750	Cotes sur demande						

Fig. 18. — ENCOMBREMENT DES GROUPES MOTO-POMPES DE CHAUFFAGE SOUS VIDE SIMPLE A REALIMENTATION AUTOMATIQUE

radiateurs placés sur un même plan ou sur un plan inférieur à celui des chaudières. Par exemple, lorsqu'on redoute une inondation de la chaufferie et que les travaux de terrasse et de maçonnerie sont d'un prix trop élevé ; de même si l'extension de l'installation a rendu nécessaire l'accroissement de la pression de marche, celui-ci peut être obtenu sans approfondir la chaufferie. On peut ainsi placer le local des chaudières à une hauteur quelconque et les eaux de condensation qui viennent se déverser dans un réservoir maintenu sous vide par la pompe, sont refoulées directement dans les chaudières.

Les chaudières fonctionnent au-dessus de la pression atmosphérique, à basse ou haute pression. Ensuite, par l'emploi d'un détenteur à vide, on ramène cette pression au niveau utile pour assurer le fonctionnement du chauffage sous vide. La pompe placée près des chaudières assure dans tous les réseaux le vide et réintroduit les eaux de condensation, soit directement dans les chaudières, soit dans une bache centrale, en cas de chaudières à haute pression. Des dispositions spéciales peuvent être prises (pompes à plusieurs étages) pour assurer la réalimentation des chaudières à haute pression, sans intermédiaire d'une bache.

INSTALLATIONS NEUVES

CHOIX DES CHAUDIERES.

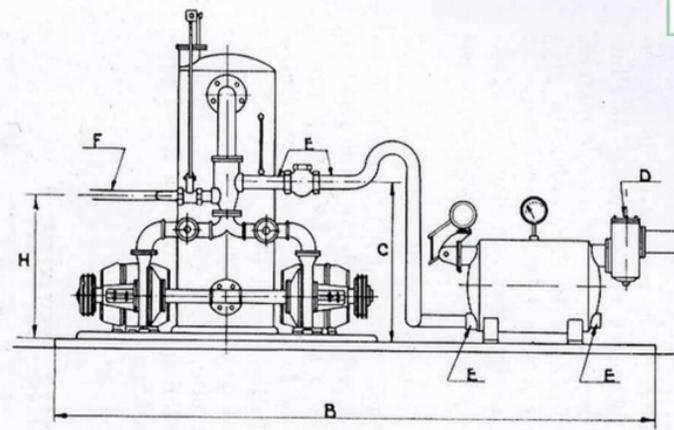
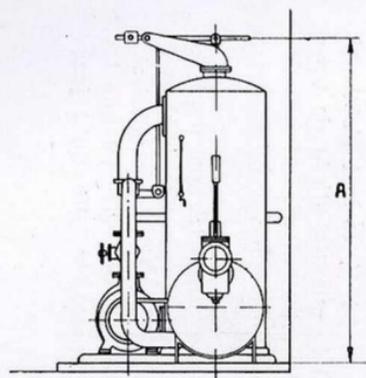
Pour la bonne économie des installations de chauffage sous vide, il est recommandé de prendre des chaudières à vapeur présentant une section d'émersion suffisante.

Le but à rechercher est d'avoir une vapeur aussi sèche que possible, c'est-à-dire titrant au minimum 98 % ce qui s'obtient assez aisément si l'eau est pure, la faible quantité d'eau de primage restant dans la vapeur se vaporisant instantanément lors de son passage dans le détenteur, ce qui, au surplus, évite la surchauffe.

En prenant de la vapeur à la pression atmosphérique dont le poids spécifique est de 0 kg. 600, il ne faut pas que la vitesse dépasse 10 mètres-seconde dans les départs allant au collecteur général. Le collecteur doit être purgé et son diamètre doit être tel que la vitesse de la vapeur retombe à 5 mètres-seconde, afin qu'il joue le rôle de séparateur.

CANALISATIONS.

Celles-ci doivent être calculées comme pour le chauffage à vapeur à basse pression.



Puissance maxima (Cal.)	Moteur cv	A	B	C	D	E	F	G	H
600000	3	1,800	3,500	1,250	50/60	50/60	40/49	950	850
900000	4	1,800	3,500	1,250	50/60	50/60	40/49	950	850
1200000	4	1,800	3,750	1,250	102/114	66/76	66/76	950	850
1600000	4	1,800	4,250	1,250	102/114	66/76	66/76	950	850
2000000	5	1,800	4,250	1,250	102/114	66/76	66/76	950	850
3000000	6	1,800	4,250	1,250	Cotes sur demande				

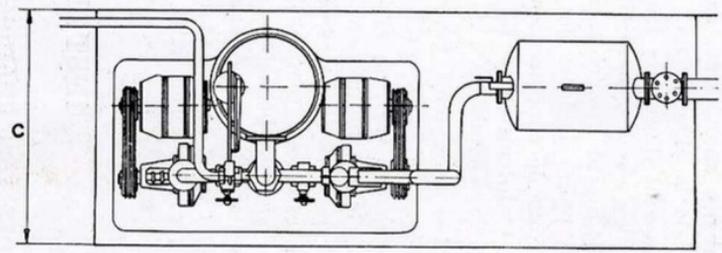


Fig. 19 — ENCOMBREMENT DES GROUPES MOTO-POMPES DE CHAUFFAGE SOUS VIDE DOUBLE A REALIMENTATION AUTOMATIQUE

Dans le but de réduire le plus possible les résistances locales, il est préférable d'utiliser des coudes forgés à grand rayon et des raccords spéciaux présentant de faibles résistances tel que les tés à empattements courbes.

La grosse tuyauterie peut être soudée à l'autogène et les dispositifs de dilatation ne doivent comporter aucun presse-étoupe.

SIPHONS DE PURGE.

Les siphons doivent être exécutés comme pour les installations de chauffage à basse pression ordinaire.

Un purgeur spécial doit être intercalé au sommet de la remontée du siphon comme indiqué en fig. 26. Il est préférable de placer ces purgeurs aussi verticalement que possible, de façon à faciliter l'écoulement des eaux de condensation, mais en cas de nécessité, ils peuvent être également placés horizontalement.

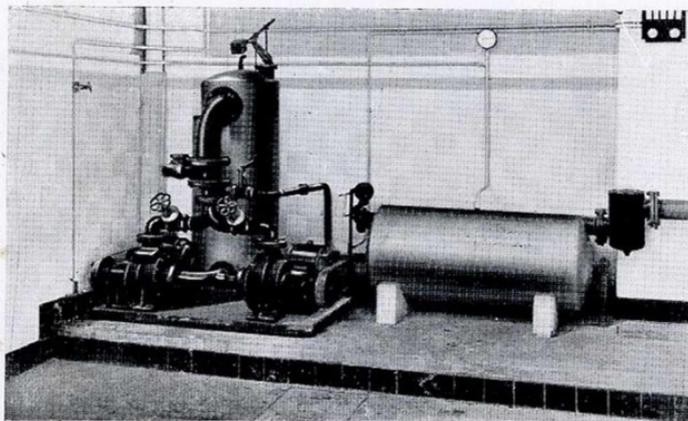


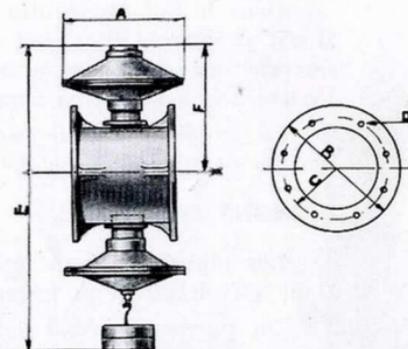
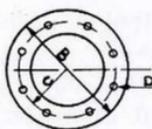
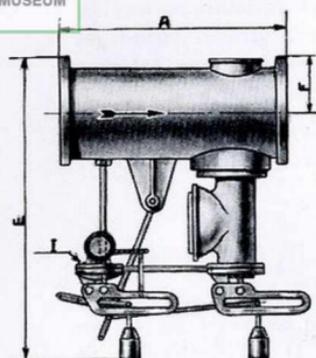
Fig. 20. — Groupe moto-pompe à vide double, bac de réalimentation et filtre montés

Il faut avoir soin de prolonger le tube descendant de 0 m. 30 pour permettre l'accumulation des dépôts qui devront être vidangés.

Il faut établir les siphons en tenant compte de la quantité d'eau de condensation qu'ils sont destinés à recevoir et à déverser dans les canalisations de retour.

Les eaux de condensation proviennent des colonnes montantes de vapeur, ainsi que des canalisations horizontales qui sont presque toujours revêtues de calorifuges.

On calcule les quantités d'eau condensées que doivent évacuer les siphons en comptant chaque colonne montante et chaque par-



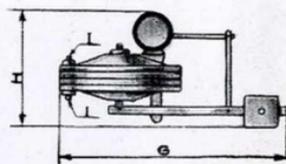
Detendeur-régulateur

Puissance : 400.000 à 2.000.000 de cal./H.

Régulateur

Puissance : 250.000 cal./H.

Puissance maxima (Cal)	A	B	C	D	E	F	G	H	I
250.000	160	215	85	17	500	170	400	300	1/4
400.000	550	320	140	18	1.200	160			3/8
600.000	550	320	140	18	1.200	160			3/8
800.000	550	320	140	18	1.200	160			3/8
1.200.000	550	320	140	18	1.200	160			3/8
1.600.000	650	445	200	20	1.400	222 ^S			3/8
2.000.000	650	445	200	20	1.400	222 ^S			3/8



Detendeur

Puissance : 250.000 cal./H.

Fig. 22. — ENCOMBREMENT DES DETENDEURS-REGULATEURS DE CHAUFFAGE SOUS VIDE

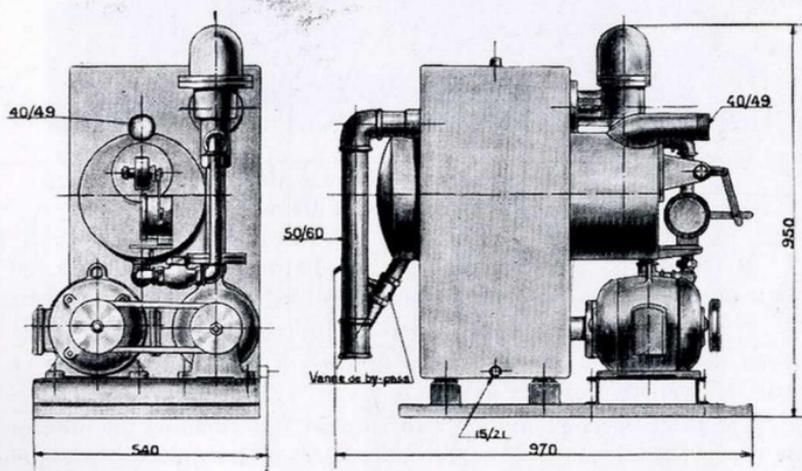


Fig. 21

ENCOMBREMENT DES GROUPES MOTO-POMPES DE CHAUFFAGE SOUS VIDE A REALIMENTATION PAR GRAVITE

tie de tuyauterie de cave desservie pour 1.000 calories par m² de surface de tuyau nu ou 350 calories par m² de surface de tuyau calorifugé.

Pour éviter que l'eau évacuée ne se revaporise dans les retours sous l'action du vide, il est nécessaire de refroidir cette eau de quelques degrés dans les siphons de façon à ce que sa température corresponde au vide des tuyauteries des retours.

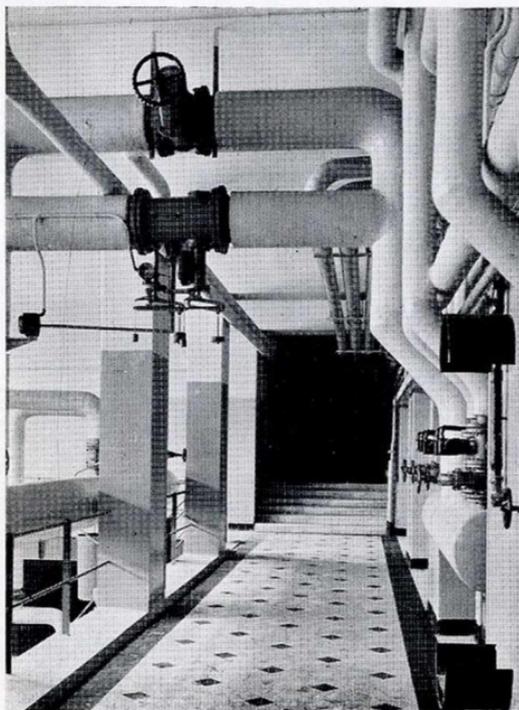


Fig. 23. — Détendeur-régulateur de 300 m/m monté

à évacuer l'eau de plusieurs colonnes ayant en tout 4 m² de surface nue et d'une canalisation de cave ayant 2 m² de surface calorifugée, soit en tout 4.700 calories ou 9 kg. d'eau à l'heure, nécessitera un siphon dont la surface S devra être de :

$$S \times K (T - T') = 9 \times 4$$

ou T représente la température moyenne de l'eau dans le siphon T' la température ambiante et K un coefficient que l'on peut prendre égal à 6, coefficient que nous avons admis particulièrement faible pour tenir compte de la position souvent défavorable des siphons.

En estimant que la chute de température à obtenir est de 4°, on peut considérer qu'on se trouve placé dans des conditions convenables dans tous les cas. En effet, cette différence, pour une marche voisine de la pression atmosphérique représente une différence de pression de 100 gr. environ et, au fur et à mesure de la descente en vide, les différences de pression se réduisent, ainsi que les quantités d'eaux de condensation.

Par exemple, un siphon destiné

SURFACES DE CHAUFFE.

Celles-ci doivent être prévues comme pour le chauffage à vapeur à basse pression ordinaire et munies d'un robinet et d'un purgeur pour le chauffage sous vide. Ceux-ci doivent être raccordés côtés opposés, à partir de 6 ou 7 éléments. Les robinets peuvent être indifféremment montés en bas ou en haut, les purgeurs eux, doivent naturellement être montés en bas et aussi verticalement que possible.

EVENTS.

L'installation doit être entièrement close et par conséquent, ne pas comporter d'évents, sauf la purge centrale qui se trouve en général dans la chaufferie et qui doit être munie d'un **purgeur d'air général** fourni spécialement à cet effet et destiné à la marche au-dessus de la pression atmosphérique.

APPAREILS DE CHAUFFAGE SOUS VIDE PROPREMENT DITS

CHOIX DU GROUPE MOTO-POMPE

Les groupes de chauffage sous vide comprenant les pompes à vide et différents accessoires et bacs d'alimentation doivent être choisis, en fonction de la puissance de l'installation.

Les fig. 18, 19, 21 donnent l'encombrement des groupes.

La puissance totale de l'installation suffira d'ailleurs pour déterminer en général, le numéro du groupe nécessaire.

En outre, suivant les conditions d'exploitation demandées, il y aura lieu de porter son choix sur des groupes simples ou doubles, ces derniers étant prévus avec 2 moteurs et 2 pompes destinés à pouvoir être mis alternativement en route, afin de permettre sans interruption de fonctionnement la révision et l'entretien de l'ensemble moto-pompe momentanément arrêté.

CHOIX DU REGULATEUR ET DU DETENDEUR.

Ces deux appareils constituent deux ensembles distincts pour les puissances inférieures à 250.000 calories et sont réunis en un seul appareil dénommé régulateur-détendeur pour les puissances supérieures.

Pertes gr/cm ²		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Vitesses m/s		40	56	70	80	90	98	106	113	120	126	133	139	144	150	155
Volumes cm ³ /s	Calories heure	Diaphragmes théoriques en dixièmes de millimètres														
		0.432	500	37	31	28	26	24	23	22	22	21	21	20	20	19
0.870	1 000	52	44	40	37	35	33	32	31	30	29	29	28	27	27	26
1.300	1 500	64	54	48	45	43	41	39	38	37	36	35	34	34	33	32
1.730	2 000	74	63	56	52	49	47	45	44	43	42	40	40	39	38	37
2.160	2.500	83	70	63	58	55	53	51	49	48	47	45	44	43	43	42
2.600	3 000	91	77	69	64	60	58	56	54	52	51	50	49	48	47	46
3.000	3 500	98	82	74	69	65	62	60	58	56	55	53	52	51	50	49
3.470	4.000	105	89	79	74	70	67	64	62	61	59	57	56	55	54	53
3.900	4.500	111	94	84	79	74	71	68	66	64	62	61	60	58	57	56
4.330	5.000	118	100	89	83	78	75	72	70	68	66	64	63	62	60	59
4.770	5.500	123	104	93	87	82	79	75	73	71	69	67	66	65	63	62
5.200	6.000	129	109	97	91	86	82	79	76	74	72	71	70	68	66	65
5.600	6.500	134	113	101	94	89	85	82	79	77	75	73	72	70	69	68
6.070	7.000	140	118	105	98	92	89	85	82	80	78	76	75	73	72	70
6.500	7.500	144	122	109	102	96	91	88	85	83	81	79	77	76	74	73
7.000	8.000	150	126	113	106	100	95	91	89	86	84	82	80	79	77	76
7.350	8.500	153	130	116	108	102	97	94	91	88	86	84	82	80	79	78
7.750	9.000	157	133	119	111	105	100	96	93	91	88	86	84	83	81	80
8.200	9.500	162	137	122	114	108	103	99	96	93	91	89	87	85	83	82
8.600	10.000	166	140	125	117	110	106	102	98	95	93	91	89	87	85	84

Fig. 24. — Diaphragmes de réglage des robinets

LES DIAPHRAGMES SONT FOURNIS PERCÉS DE MILLIMÈTRE EN MILLIMÈTRE

La fig. 22 représente l'encombrement de nos différents régulateurs, détendeurs et régulateurs-détendeurs. Sur cette figure, nous avons également donné les indications nécessaires pour l'établissement des contrebrides destinées à leur montage.

ROBINETS ET PURGEURS

Les robinets et purgeurs doivent être choisis en fonction de la puissance des surfaces de chauffe ou des siphonages.

Il y a lieu de ne jamais employer de matériel de dimensions inférieures à 15/21. Les robinets et purgeurs de 15/21 conviennent pour des radiateurs allant jusqu'à 6.000 calories, ceux de 20/27 pour des puissances s'échelonnant entre 6.000 et 10.000 calories.

Sur les siphons, les purgeurs de 15/21 sont à prévoir jusqu'à 15.000 calories, ceux de 20/27 jusqu'à 300.000 calories.

Les tableaux fig. 24 et 25 donnent en fonction des surfaces de chauffe et de la pression restant disponible à l'entrée de ces appareils, les dimensions des diaphragmes à utiliser pour les robinets et les garnitures de purgeurs à prévoir.

Les dimensions des diaphragmes ont été déterminées à l'aide de la formule :

$$V = \varphi \sqrt{2g \frac{H}{y}}$$

ou $y = 0,600$, poids spécifique de la vapeur en kg/m^3 pour une pression de 10.000 kg/m^2 .

$\varphi = 0,7$, coefficient de contraction.

V = Vitesse en mètre par seconde.

H = Pertes en kgs par m^2 ou hauteur de $\frac{\text{m}}{1000}$ d'eau.

PURGEURS		
SURFACE DE CHAUFFE		
PUISSANCE (Cal./h)	DIMENSION	GARNITURE
Jusqu'à 2000	15/21	16/10
2000 à 3000	15/21	25/10
3000 à 5000	15/21	30/10
5000 à 6500	15/21	40/10
4000 à 5500	20/27	30/10
5500 à 6500	20/27	35/10
6500 à 7500	20/27	40/10
7500 à 8500	20/27	45/10
8500 à 10000	20/27	50/10
SIPHONS		
Jusqu'à 15000 Cal/h purgeurs de 15/21		
De 15000 à 30000 Cal/h purgeurs de 20/27		

Fig. 25

Garnitures de réglage des purgeurs

PRESCRIPTIONS SPÉCIALES A OBSERVER POUR LA TRANSFORMATION DES INSTALLATIONS EXISTANTES

Les recommandations données précédemment sont naturellement valables en cas de transformations d'installations existantes et il sera toujours bon de les respecter autant que faire se pourra. Il est cependant très rare, lorsqu'on se trouve en présence d'une installation existante, que celle-ci soit réalisée dans des conditions telles qu'elle ne puisse être transformée ; aussi l'on pourra toujours la considérer comme pouvant recevoir l'adjonction du chauffage sous vide, quitte à demander aux Services techniques de la Société AUTOCALOR des précisions concernant la nécessité d'améliorer certaines dispositions qui apparaîtraient comme défectueuses.

Cependant dans ce cas, il sera le plus souvent nécessaire de modifier les dispositions des départs des circuits devant être mis sous vide, ceux-ci devant être exclusivement placés après le régulateur-détendeur. Les dispositions les plus fréquentes ont été représentées en fig. 28 et 30 et il suffira de s'y reporter.

En outre, il ne faut pas oublier de supprimer ou de boucher les évents ou purgeurs d'air automatiques.

Il est indifférent que les radiateurs soient raccordés par le bas ou par le haut ; même les anciens radiateurs ayant une petite tubu-

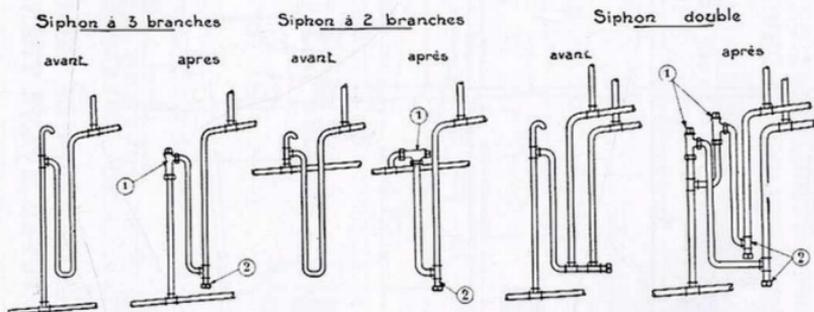
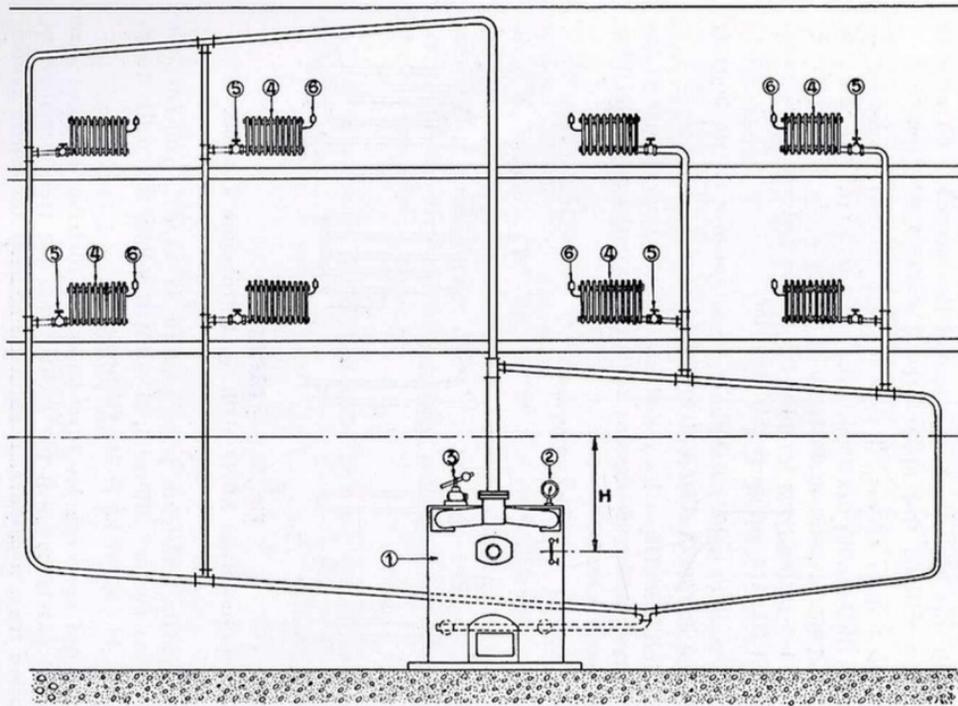


Fig. 26. — SIPHONS

1. Purgeurs d'eau AUTOCALOR. — 2. Tubulure à dépôts.

lure à la partie inférieure pour répartir la vapeur, peuvent être réutilisés sans aucune difficulté ; il suffit d'enlever les petits tubes répartissant la vapeur entre les éléments.

En ce qui concerne les tuyauteries, la distribution peut être assurée soit par le bas, soit par le haut ; aucune transformation ni intervention n'est nécessaire. Il suffit de boucher les évents généra-



H. Hauteur de la pression de marche.

1. Chaudière.
2. Manomètre.
3. Soupape de sûreté.
4. Radiateurs.
5. Robinets de barrage.
6. Purgeurs d'air automatiques.

Fig. 27. — INSTALLATION DE CHAUFFAGE A VAPEUR
A UN TUYAU AVANT TRANSFORMATION

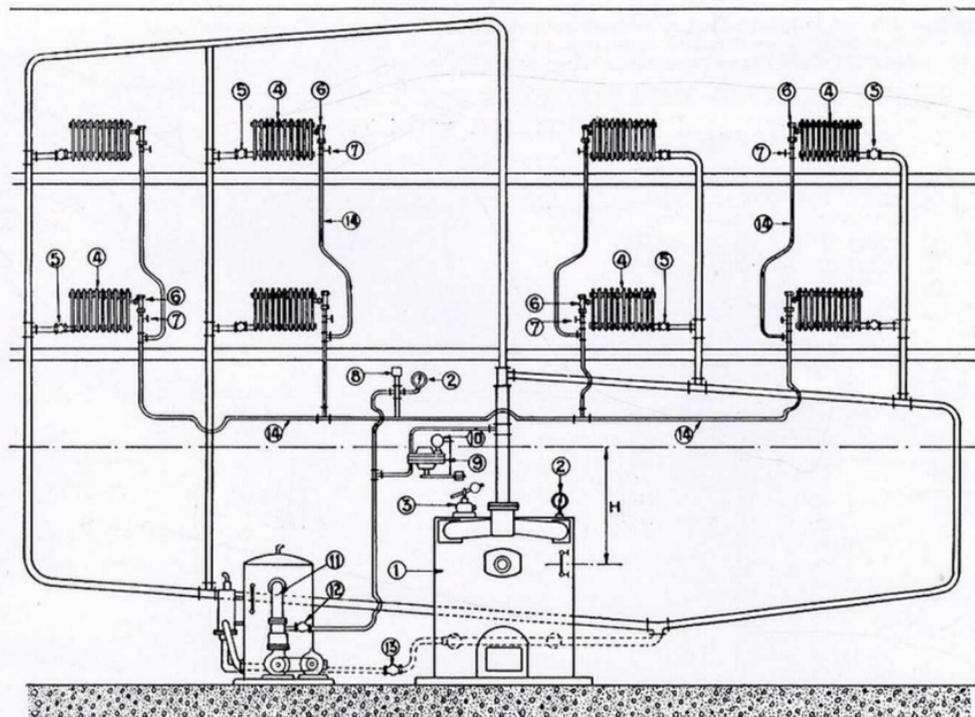


Fig. 28. — INSTALLATION DE CHAUFFAGE A VAPEUR
A UN TUYAU APRES TRANSFORMATION, CHAUDIERE SOUS VIDE

H. Hauteur de la pression de marche.

1. Chaudière.
2. Manomètre.
3. Soupape de sûreté.
4. Radiateurs.
5. Robinets de barrage immobilisés en position ouverte.
6. Purgeurs d'air spéciaux AUTO-CALOR.
7. Robinets de barrage.
8. Purgeur d'air général AUTO-CALOR.
9. Régulateur de différence de pression AUTO-CALOR.
10. Contacteur électrique AUTO-CALOR.
11. Groupe moto-pompe à vide spécial AUTO-CALOR pour chauffage à un tuyau.
12. Clapet de retenue silencieux AUTO-CALOR.
13. Clapet de retenue.
14. Tuyauterie d'aspiration d'air.



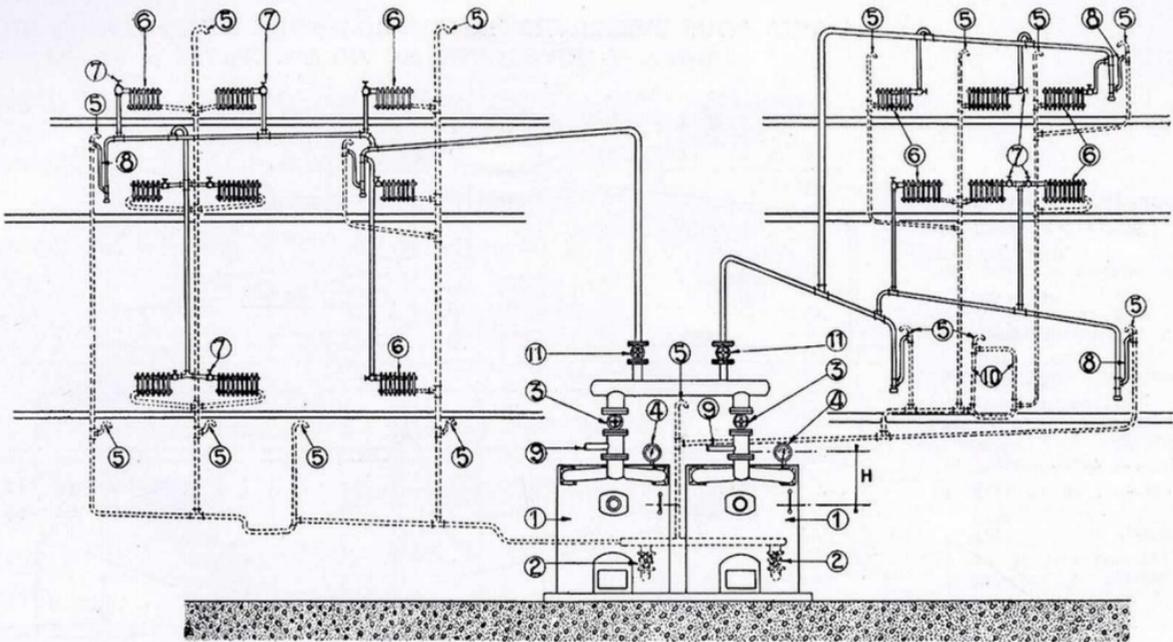
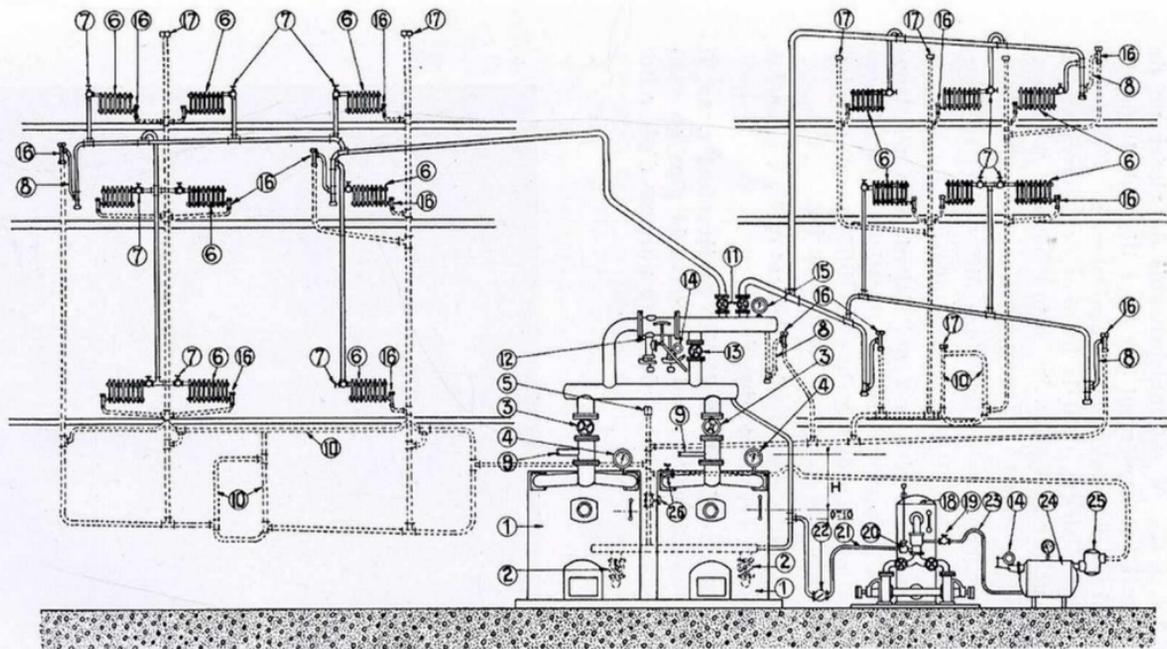


Fig. 29. — INSTALLATION DE CHAUFFAGE A VAPEUR
A 2 TUYAUX AVANT TRANSFORMATION

H. Hauteur de la pression de marche. — 1. Chaudières. — 2. Vannes d'isolement des chaudières (eaux condensées). — 3. Vannes d'isolement des chaudières (vapeur). — 4. Manomètres. — 5. Events. — 6. Radiateurs. — 7. Robinets de réglage. — 8. Siphons. — 9. Raccordements vers appareils de sécurité. — 10. Ponts d'air. — 11. Vannes d'isolement des circuits vapeur.



**Fig. 30. — INSTALLATION DE CHAUFFAGE A VAPEUR
A DEUX TUYAUX APRES TRANSFORMATION**

H. Pression de marche. — 1. Chaudières. — 2. Vannes d'isolement (eaux condensées). — 3. Vannes d'isolement (vapeur). — 4. Manomètres B. P. ordinaire. — 5. Purgeur d'air général AUTOCALOR. — 6. Radiateurs. — 7. Robinets AUTOCALOR. — 8. Siphons. — 9. Raccordements vers appareils de sécurité. — 10. Pont d'air. — 11. Vannes d'isolement (vapeur). — 12. Détendeur-régulateur AUTOCALOR. — 13. Vanne de by-pass (vapeur). — 14. Contacteurs AUTOCALOR. — 15. Manomètres sous vide AUTOCALOR. — 16. Purgeurs d'eau à résistances AUTOCALOR. — 17. Bouchons. — 18. Moto-pompe à vide AUTOCALOR. — 19. Clapet silencieux AUTOCALOR. — 20. Robinet de réalimentation des eaux condensées AUTOCALOR. — 21. Refoulement des eaux condensées. — 22. Clapet de retenue. — 23. Aspiration des eaux condensées. — 24. Accumulateur des eaux condensées AUTOCALOR. — 25. Filtre AUTOCALOR. — 26. Vannes d'isolement (eaux condensées).

lement placés au bout des colonnes des retours ou quelquefois sur les extrémités des conduits de retours.

En ce qui concerne les siphonnages placés à la fin des circuits ou aux reprises des pentes, **il est indispensable de placer un de nos purgeurs spéciaux**, conformément aux dispositions de la fig. 26 où nous avons indiqué les siphonnages généralement réalisés en forme d'U par les installateurs, dont la hauteur doit correspondre, pour la vapeur à basse pression ordinaire, à une hauteur correspondant à la pression de marche en colonne d'eau.

La pose des purgeurs ne présente aucune difficulté et la transformation de ces siphonnages est peu importante.

Les purgeurs créant une résistance qui s'ajoute à la résistance due à la colonne d'eau permettent sans modification de ces siphonnages, d'augmenter la pression de marche ou la différence de pression pendant la marche sous vide comme indiqué plus haut.

Bien entendu, les petits événements généralement prévus pour ces siphonnages doivent être également bouchés.

En un mot, il faut rendre l'installation entièrement close; il ne subsistera que l'évent central qui se trouve le plus souvent dans la chaufferie et qui sera muni de notre purgeur d'air automatique.

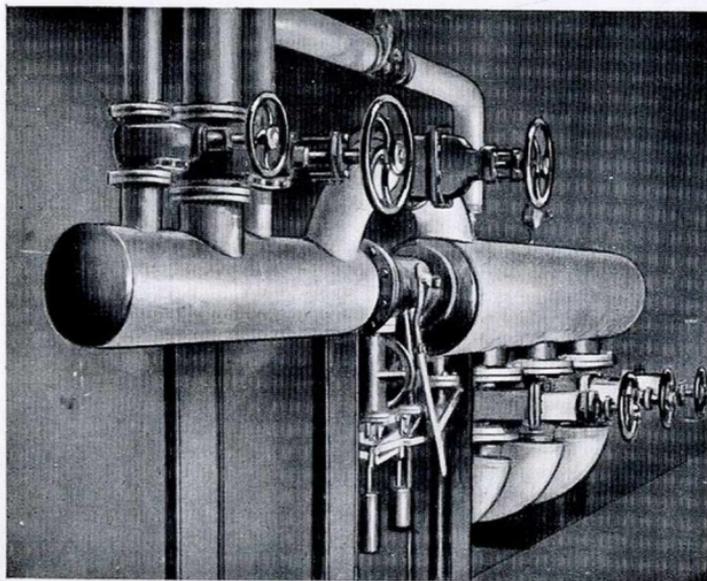


Fig. 31. — Régulateur-détendeur monté, collecteur, départs et by-pass

Les figures 27-28 et 29-30 représentent des installations avant et après transformation, afin de montrer clairement les modifications à effectuer sur les installations primitives.

On voit sur les figures 28-30 que les événements ont été bouchés et que seul subsiste l'événement central qui doit être muni d'un purgeur d'air spécial général; ce petit purgeur est composé d'un siège et d'une pastille rodée. Pendant la marche à vapeur à basse pression ordinaire, l'air accumulé soulève la pastille et s'évacue; pendant la marche sous vide, la pastille se colle sur son siège sous l'action du vide.

Les diverses interventions nécessaires n'entraînent pas de travaux accessoires dans les locaux habités, tels que : raccords de peinture, parquets, etc... puisque le remplacement des robinets et la pose des purgeurs ne nécessitent qu'une toute petite transformation de la tuyauterie de raccordement des surfaces de chauffe et des siphonnages.

En dehors de la pose de ces appareils, toute la tuyauterie de distribution reste telle qu'elle était avant la transformation, les autres travaux s'effectuant dans la chaufferie.

En ce qui concerne les événements qui se trouvent en bout des colonnes de retours, quelquefois prolongées à travers les combles sur le toit, il n'est pas nécessaire de les déposer : il suffit de couper immédiatement l'extrémité des colonnes de retours, et de boucher la partie ouverte de ces dernières, en laissant l'ancien événement sur place pour n'occasionner aucune réfection éventuelle.

Certains installateurs placent de petits événements également sur les ponts d'air nécessaires quand les eaux de condensation passent sous un passage de porte; ces ponts d'air sont indispensables aussi bien pour une installation marchant au-dessus qu'au dessous de la pression atmosphérique; il suffit par conséquent, de boucher ces événements comme il est indiqué plus haut.

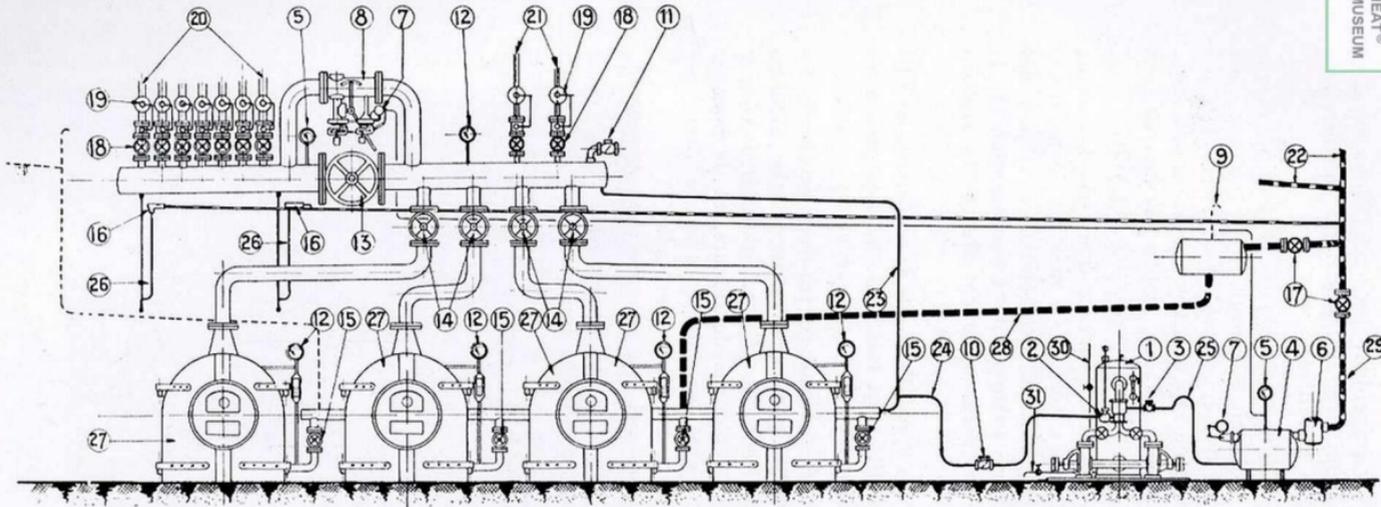


Fig. 32. — **CHAUFFERIE DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS**

Chauffage sous vide, puissance 2.000.000 cal./H.

- 1. Groupe de moto-pompe à vide double AUTOCALOR. — 2. Robinet de réalimentation des eaux condensées AUTOCALOR. — 3. Clapet de retenue silencieux AUTOCALOR. — 4. Réservoir d'accumulation des eaux condensées AUTOCALOR. — 5. Manomètres sous vide AUTOCALOR. — 6. Filtre AUTOCALOR. — 7. Contacteurs électriques AUTOCALOR. — 8. Détendeur-régulateur AUTOCALOR. — 9. Event d'air général. — 10-11. Clapets de retenue. — 12. Manomètres B. P. ordinaire. — 13. Vanne de by-pass (vapeur). — 14. Vannes d'isolement des chaudières (vapeur). — 15. Vannes d'isolement des chaudières (eaux condensées). — 16. Purgeur d'eau à résistances AUTOCALOR. — 17. Vannes de by-pass (eaux condensées). — 18. Vannes d'isolement des circuits. — 19. Vannes automatiques des circuits. — 20. Circuits vapeur sous vide. — 21. Circuits vapeur B. P. ordinaire. — 22. Conduits de retour des eaux condensées. — 23. Purge du collecteur de vapeur B. P. ordinaire. — 24. Conduit de réalimentation automatique des eaux condensées. — 25. Conduit d'aspiration des eaux condensées. — 26. Siphons du collecteur sous vide. — 27. Chaudières. — 28. Retour des eaux condensées, marche à B. P. ordinaire. — 29. Retour des eaux condensées, marche sous vide. — 30. Alimentation en eau froide. — 31. Vidange.

MONTAGE DES APPAREILS DE CHAUFFAGE SOUS VIDE

GRUPE MOTO-POMPE A VIDE.

Pour le raccordement proprement dit du groupe de pompe à vide et du bac d'accumulation des eaux de condensation qui se trouve en général à côté du groupe, il est nécessaire de prévoir:

- a) *le retour par gravité des eaux de condensation jusqu'au filtre qui est livré avec ce bac.*
- b) *l'établissement d'un tube d'aspiration entre le bac et le groupe de pompe à vide en forme de crosse.*
- c) *l'établissement d'un tube de refoulement muni d'un clapet de retenue simple entre le clapet équilibré livré avec le groupe et la purge généralement existant entre le collecteur réunissant les départs de la vapeur des chaudières et le collecteur général des retours aux chaudières.*

La seule précaution à prendre est de s'assurer que le tube de refoulement arrive sur la purge indiquée plus haut, à 10 cm. en dessous du milieu du niveau d'eau de la ou des chaudières.

Le vide étant créé à l'aide d'une pompe centrifuge, le bac vertical forme niveau constant; il est indispensable de prévoir l'alimentation de ce bac en eau froide et un robinet de vidange pour pouvoir le vidanger, le cas échéant.

Dans le cas où les eaux de condensation peuvent s'écouler par gravité dans les chaudières, il est nécessaire de prévoir deux vannes de by-pass, l'une pour permettre cet écoulement par gravité vers les chaudières en cas de fonctionnement en basse pression, l'autre permettant cet écoulement vers le bac d'accumulation des eaux de condensation.

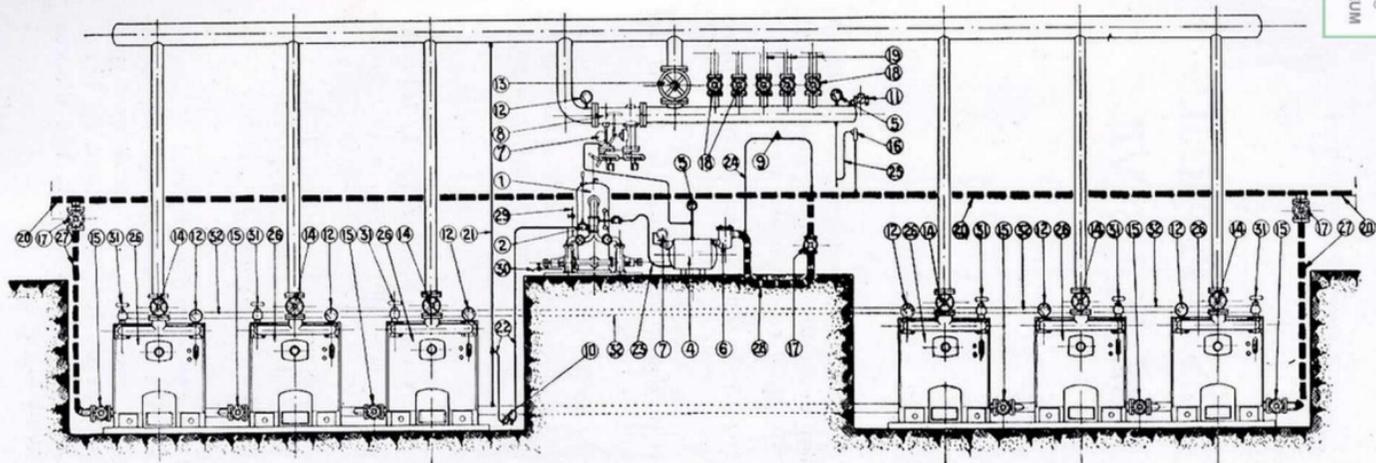


Fig. 33. — **CHAUFFERIE DE L'HOTEL CENTRAL DES P.T.T. A METZ**

Chauffage sous vide, puissance 1.500.000 cal./H

1. Groupe moto-pompe à vide double AUTOCALOR. — 2. Robinet de réalimentation des eaux condensées AUTOCALOR. — 3. Clapet de retenue silencieux AUTOCALOR. — 4. Réservoir d'accumulation des eaux condensées AUTOCALOR. — 5. Manomètres sous vide AUTOCALOR. — 6. Filtre AUTOCALOR. — 7. Contacteur électrique AUTOCALOR. — 8. Détendeur-Régulateur AUTOCALOR. — 9. Purgeur d'air général AUTOCALOR. — 10-11. Clapets de retenue. — 12. Manomètres B. P. ordinaire. — 13. Vanne de by-pass (vapeur). — 14. Vannes d'isolement des chaudières, (vapeur). — 15. Vannes d'isolement des chaudières (eaux condensées). — 16. Purgeur d'eau à résistances AUTOCALOR. — 17. Vannes de by-pass (eaux condensées). — 18. Vannes d'isolement : circuits vapeur sous vide. — 19. Circuits vapeur sous vide. — 20. Conduits de retour des eaux condensées. — 21. Purge du collecteur de vapeur B. P. ordinaire. — 22. Conduit de réalimentation automatique des eaux condensées. — 23. Conduit d'aspiration des eaux condensées. — 24. Pont d'air. — 25. Siphon du collecteur sous vide. — 26. Chaudières. — 27. Retours des eaux condensées : marche à basse pression ordinaire. — 28. Retour des eaux condensées : marche sous vide. — 29. Alimentation en eau froide. — 30. Vidange. — 31. Vannes de barrage du tube d'équilibre. — 32. Conduit d'équilibrage.

Dans les groupes de puissance inférieure à 400.000 calories, les vannes ne sont pas nécessaires, le dispositif de by-pass étant prévu.

Dans le cas où les surfaces de chauffe se trouvent à une hauteur telle que les eaux de condensation ne puissent pas revenir par gravité dans la chaudière, les vannes de by-pass n'ont pas raison d'être, et dans ce cas, les eaux de condensation passeront toujours par le bac accumulateur, le groupe servant à refouler automatiquement les eaux de condensation accumulées au fur et à mesure.

Cette dernière possibilité est très intéressante puisqu'elle permet de placer les radiateurs pratiquement à la même hauteur que les chaudières et d'éviter ainsi la construction toujours onéreuse de fosses pour y placer les générateurs.

La seule précaution à prendre, ainsi qu'il a déjà été dit, est de veiller à ce que toutes les eaux de condensation s'écoulent par gravité dans le bac qui pourra éventuellement être mis dans une petite fosse.

Le refoulement des eaux de condensation dans des chaudières marchant à vapeur basse pression, même éloignées du groupe de pompe à vide, est parfaitement possible.

D'ailleurs, en cas de chauffage à distance, ou dans le cas où la vapeur est produite à moyenne ou à haute pression, le groupe de pompe à vide se trouve souvent éloigné des chaudières et dans ce cas, il refoule les eaux de condensation dans la bâche centrale qui se trouve toujours dans la chaufferie centrale.

REGULATEUR-DETENDEUR.

Le régulateur-détendeur doit être placé sur le collecteur de vapeur réunissant les départs des chaudières; une tubulure de by-pass munie d'une vanne est nécessaire pour permettre la mise hors circuit du détendeur en cas de marche à une pression au-dessus de la pression atmosphérique, par exemple, lors d'une panne de courant.

Pour marcher soit en dessous, soit au-dessus de la pression atmosphérique, il suffit de fermer ou d'ouvrir la vanne de by-pass; bien entendu, les vannes correspondantes des conduits de retour décrites plus haut doivent être fermées ou ouvertes.

Pour la pose du régulateur-détendeur, il ne faut prévoir, en dehors des contrebrides, joints et boulons, qu'une tubulure de 15/21 destinée à assurer la liaison au conduit de retour général, en un point quelconque placé le plus près possible du bac accumulateur des eaux de condensation indiqué ci-dessus.

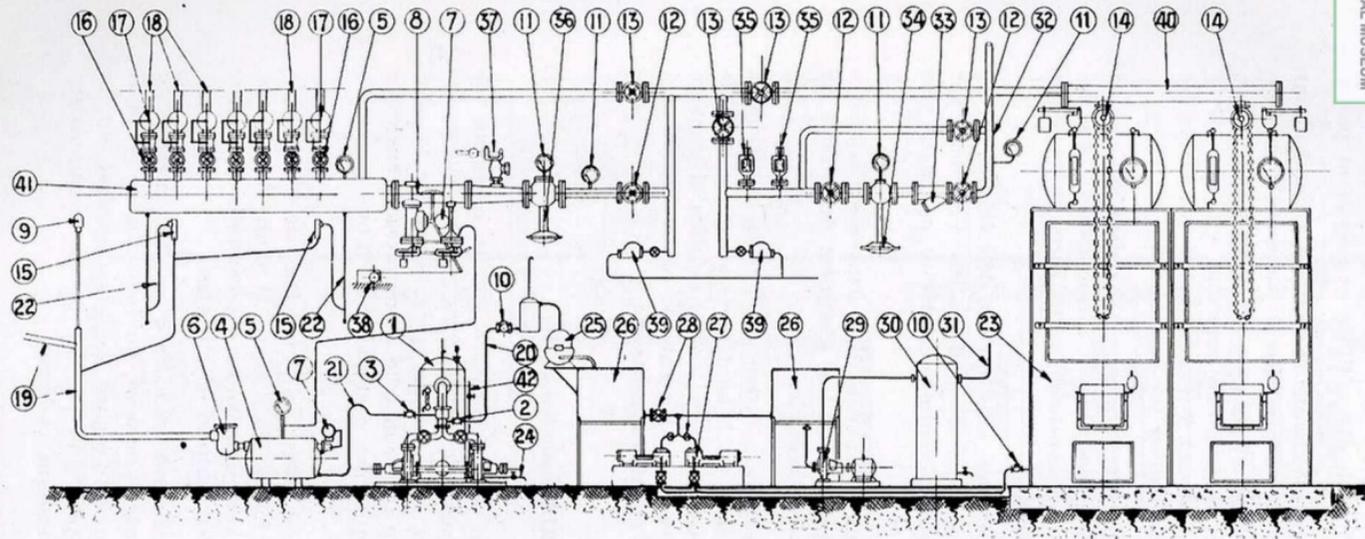


Fig. 34. — **CHAUFFERIE DE LA FACULTE DE MEDECINE DE PARIS**
Chauffage sous vide, raccordement avec le chauffage urbain, puissance 1.500.000 cal./H.

1. Groupe moto-pompe à vide double AUTOCALOR. — 2. Robinet de réalimentation des eaux condensées AUTOCALOR. — 3. Clapet de retenue silencieux AUTOCALOR. — 4. Réservoir d'accumulation des eaux condensées AUTOCALOR. — 5. Manomètres sous vide AUTOCALOR. — 6. Filtre AUTOCALOR. — 7. Contacteurs électriques AUTOCALOR. — 8. Détendeur-régulateur AUTOCALOR. — 9. Purgeur d'air général AUTOCALOR. — 10. Clapet de retenue. — 11. Manomètres H. P. — 12. Vannes d'arrêt (vapeur). — 13. Vannes de by-pass (vapeur). — 14. Vannes d'isolement des chaudières (vapeur). — 15. Purgeurs d'eau à résistances AUTOCALOR. — 16. Vannes d'isolement (circuits sous vide). — 17. Vannes automatiques. — 18. Circuits sous vide. — 19. Retour des eaux condensées sous vide. — 20. Conduit de réalimentation automatique des eaux de condensation. — 21. Conduit d'aspiration des eaux de condensation. — 22. Siphons du collecteur sous vide. — 23. Chaudières à haute pression. — 24. Vidange. — 25. Compteur d'eaux condensées. — 26. Bâches alimentaires. — 27. Pompe alimentaire. — 28. Vanne de by-pass (eaux condensées). — 29. Pompe de refoulement des eaux condensées du chauffage urbain. — 30. Aérateur. — 31. Conduit de refoulement des eaux de condensation (chauffage urbain). — 32. Arrivée vapeur haute pression (chauffage urbain). — 33. Filtre. — 34-36. Détendeurs H. P. — 35-37. Soupapes de sûreté. — 38. Servo-moteur de commande du détendeur AUTOCALOR. — 39. Purgeurs à flotteur. — 40. Collecteur H. P. — 41. Collecteur sous vide. — 42. Alimentation en eau froide.

ROBINETS ET PURGEURS :

Les robinets et purgeurs, livrés avec raccords unions, se montent sans difficulté, ces derniers devant être placés aussi verticalement que possible pour permettre un écoulement rapide des eaux de condensation.

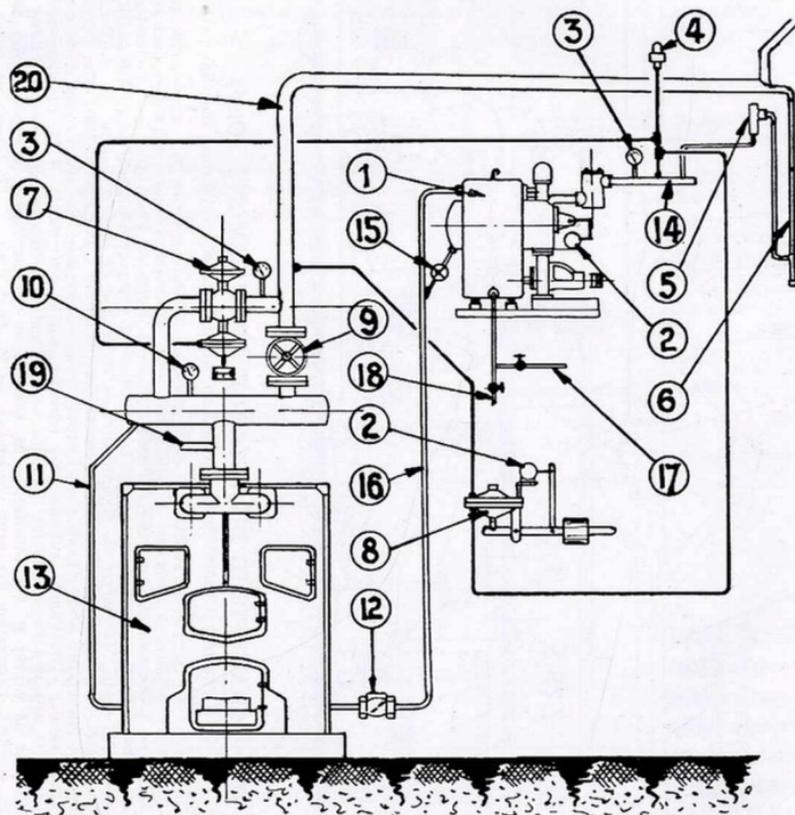


Fig. 35. — Chaufferie de chauffage sous vide.

Puissance 200.000 cal./H.

1. Groupe moto-pompe à réa'limentation par gravité AUTO-CALOR. — 2. Contacteur électrique AUTO-CALOR. — 3. Manomètre sous vide AUTO-CALOR. — 4. Purgeur d'air général AUTO-CALOR. — 5. Purgeur d'eau à résistances AUTO-CALOR. — 6. Siphon. — 7. Détendeur AUTO-CALOR. — 8. Régulateur de différence de pression UTO-CALOR. — 9. Vanne de by-pass (vapeur). — 10. Manomètre B. P. — 11. Purge du collecteur de vapeur. — 12. Clapet de retenue. — 13. Chaudière. — 14. Conduit des eaux condensées sous vide. — 15. Vanne de by-pass des eaux condensées. — 1. Conduit des eaux condensées B. P. — 17. Alimentation en eau froide. — 18. Vidange. — 19. Raccordement de l'appareil de sécurité. — 20. Départ de vapeur sous vide.

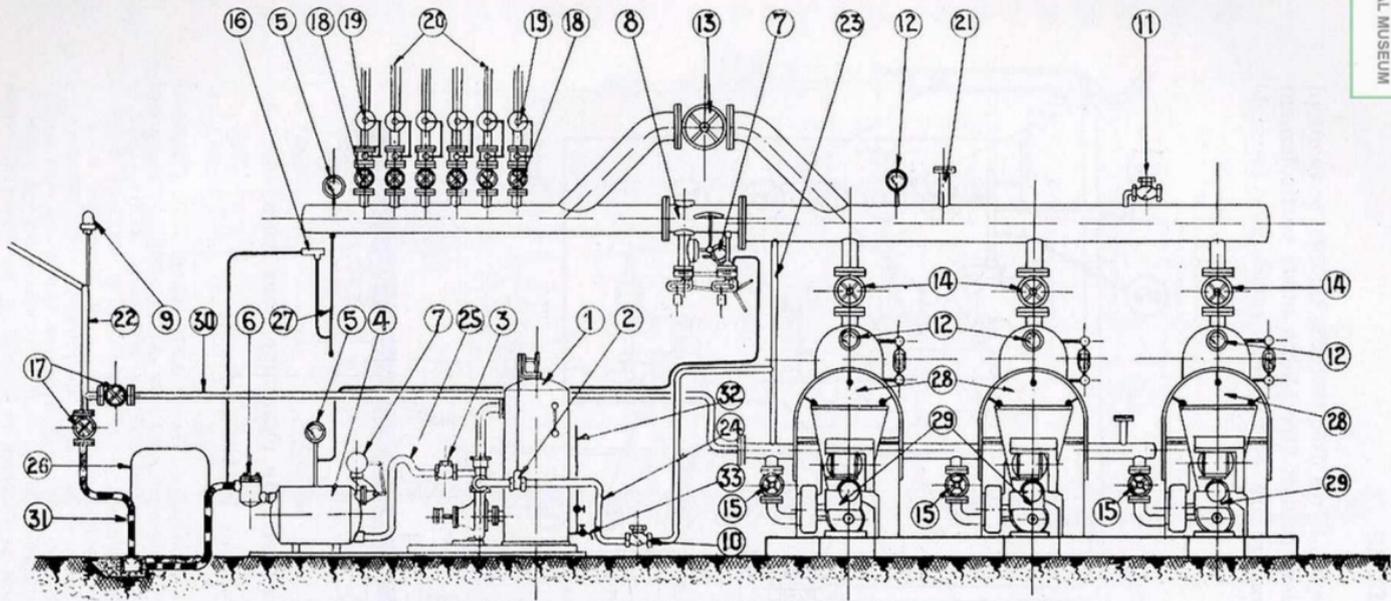


Fig. 36. — **CHAUFFERIE DU COLLEGE DE CLERMONT (Oise)**

Chauffage sous vide et brûleurs automatiques à charbon AUTOCALOR, puissance 850.000 cal./H.

1. Groupe moto-pompe à vide simple AUTOCALOR. — 2. Robinet de réalimentation des eaux condensées AUTOCALOR. — 3. Clapet de retenue silencieux AUTOCALOR. — 4. Réservoir d'accumulation des eaux condensées AUTOCALOR. — 5. Manomètres sous vide AUTOCALOR. — 6. Filtre AUTOCALOR. — 7. Contacteurs électriques AUTOCALOR. — 8. Détendeur-régulateur AUTOCALOR. — 9. Purgeur d'air général AUTOCALOR. — 10-11. Clapets de retenue. — 12. Manomètre B. P. ordinaire. — 13. Vanne de by-pass vapeur. — 14. Vannes d'isolement des chaudières (eaux condensées). — 15. Purgeur d'eau à résistances AUTOCALOR. — 16. Vannes de by-pass (eaux condensées). — 17. Vannes d'isolement (circuits vapeur sous vide). — 18. Vannes d'isolement (circuits vapeur sous vide). — 19. Vannes automatiques (circuits vapeur sous vide). — 20. Circuits vapeur sous vide. — 21. Circuits vapeur à basse pression ordinaire. — 22. Conduit de retour des eaux condensées. — 23. Purge du collecteur de vapeur B. P. ordinaire. — 24. Conduit de réalimentation automatique des eaux condensées. — 25. Conduit d'aspiration des eaux condensées. — 26. Pont d'air. — 27. Siphon de purge du collecteur sous vide. — 28. Chaudières. — 29. Brûleurs automatiques à charbon AUTOCALOR. — 30. Retour des eaux condensées : marche à B. P. ordinaire. — 31. Retour des eaux condensées : marche sous vide. — 32. Alimentation en eau froide. — 33. Vidange.

LIAISONS ELECTRIQUES.

Le groupe moto-pompe et le régulateur de vide sont munis de contacteurs destinés à assurer la mise en route du moteur électrique de la pompe. Cette mise en route doit être assurée par l'intermédiaire d'un contacteur-disjoncteur.

La figure 37 donne le schéma général des raccordements à prévoir en cas de mise en place d'un groupe double. Si un groupe simple est seulement prévu, il suffit de supprimer l'inverseur.

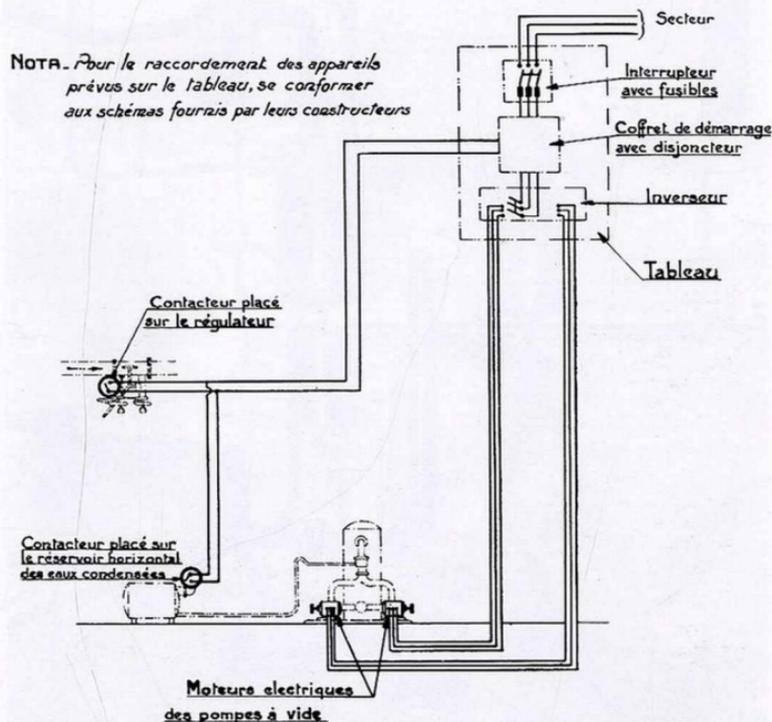


Fig. 37

LIAISONS ELECTRIQUES

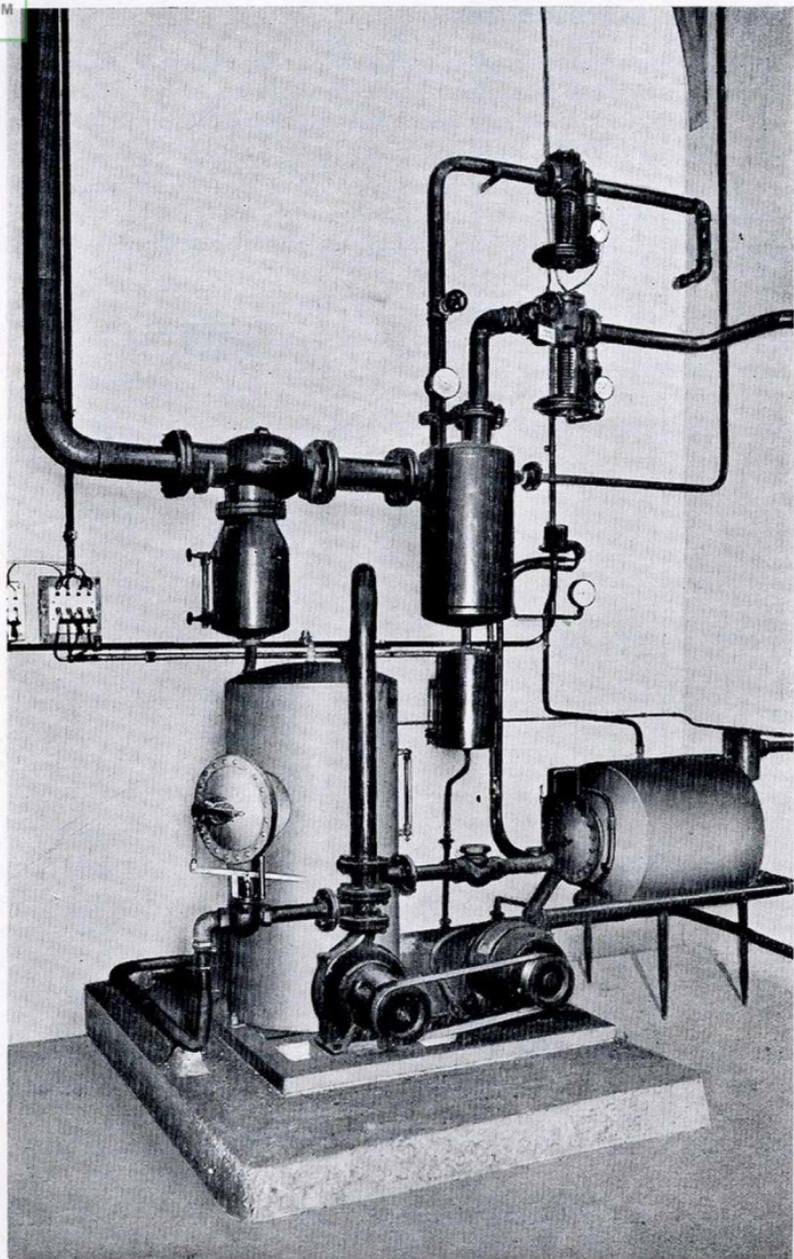


Fig. 38. — S. N. C. F. REGION NORD.
Récupération des vapeurs d'échappement des marteaux-pilons.
Groupe de chauffage sous vide. Puissance : 500.000 cal./H.

RECUPÉRATION DES CHALEURS PERDUES DANS L'INDUSTRIE

Qu'il s'agisse des eaux de refroidissement des moteurs de toutes espèces, des eaux de condensation provenant des moteurs ou des purges des circuits de vapeur, ou même des vapeurs elles-mêmes qu'on laisse s'échapper directement à l'atmosphère, il est toujours possible de récupérer de nombreuses calories contenues dans ces eaux ou vapeurs et de réaliser, par conséquent, d'appréciables économies.

Les étuves, les appareils à cuire, à sécher, à désinfecter, à distiller, les réchauffeurs d'eau desservant des postes de nettoyage ou des bains-marie sont, le plus souvent, chauffés avec de la vapeur dont les eaux de condensation sont, soit évacuées à l'égout, soit ramenées à un bac d'accumulation où elles se refroidissent sans profit, en attendant d'être réintroduites dans les chaudières par des pompes qui, lorsqu'elles sont actionnées par de la vapeur, voient leurs échappements également perdus.

Les échappements de vapeur ayant servis à la production de la force motrice, particulièrement dans le cas des machines alternatives sont peu ou mal utilisées.

Les chaleurs perdues dans les radiateurs de moteurs à explosion ou à combustion interne ne sont pas non plus, en général, récupérées.

Pourtant, partout où il y a des vapeurs d'échappement à haute ou basse pression, partout où se trouve de l'eau chaude entre 70 et 100°, il y a des calories dont la qualité n'est pas négligeable.

Aussi, la récupération de ces chaleurs perdues présente-t-elle un intérêt de premier plan du fait des économies importantes qu'elle permet de réaliser.

Si la diversité des problèmes de récupération de chaleur ne permet pas de traiter ici tous les cas qui peuvent se présenter, on

peut toutefois considérer que le problème à résoudre revient toujours à extraire des calories, soit d'eau chaude de refroidissement ou de condensation, soit de vapeurs d'échappement.

A) Les eaux de refroidissement proviennent, en général, des :

- condensats de vapeurs à haute pression par les purgeurs,
- eaux de refroidissement des moteurs à explosion et à combustion interne.

B) Les vapeurs d'échappement peuvent provenir des :

- moteurs, séchoirs, étuves, appareils de distillation, pompes, etc..

Afin de montrer la souplesse des solutions que le chauffage sous vide permet d'envisager, deux cas concrets vont être décrits ci-après, mais les problèmes de récupération étant complexes et ne pouvant tous être passés ici en revue, il sera toujours préférable de consulter directement les techniciens de la Société AUTOCALOR pour l'étude des cas d'espèce qui se présenteront.

RÉCUPÉRATION DES VAPEURS D'ÉCHAPPEMENT DES MOTEURS

L'utilisation directe de ces vapeurs à la pression d'échappement entraîne une perte de puissance des moteurs par contre-pression, laquelle est d'autant plus élevée que le transport de cette vapeur doit être fait à plus longue distance. Dans les turbines, par exemple, on soulève la vapeur à l'étage correspondant à la pression utile pour assurer l'alimentation du réseau à alimenter; il en résulte une perte de puissance et de rendement.

Au contraire, la distribution de cette vapeur sous vide permet d'assurer le transport à une distance quelconque, de supprimer toute contre-pression et même d'accroître la force motrice en assurant l'évacuation de la vapeur sous une pression sensiblement inférieure à celle de l'atmosphère.

Il en résulte une amélioration du rendement par suite de l'accroissement des différences de température qui régissent le cycle thermodynamique.

La quantité de vapeur nécessaire pour répondre aux besoins du chauffage industriel peut être plus considérable que celle fournie par les échappements et autres vapeurs perdues. L'emploi du vide permet, tout d'abord, d'utiliser en totalité ces vapeurs résiduels et, en outre, de prélever aux chaudières ou sur les distributions de vapeur vive le complément nécessaire. Les variations

dans le débit des vapeurs d'échappement entraînent automatiquement des variations correspondantes de la quantité de vapeur vive prélevée.

Les eaux condensées peuvent être entièrement récupérées. Elles sont évacuées par la pompe à vide à une température voisine de 60°.

Ce système de distribution est représenté fig. 40.

Le circuit 7 distribue la vapeur sous vide pour le chauffage. Les surfaces (A) peuvent être des batteries de tuyaux à ailettes, des radiateurs, des aérothermes, etc... Le retour général de cette distribution de chauffage est raccordé à la pompe à vide (6).

En (4) est représenté un détendeur de vapeur vive qui s'ouvre automatiquement sous l'influence du vide produit par la pompe dans le cas où l'échappement du moteur (2) ne fournirait pas suffisamment de vapeur pour assurer les services.

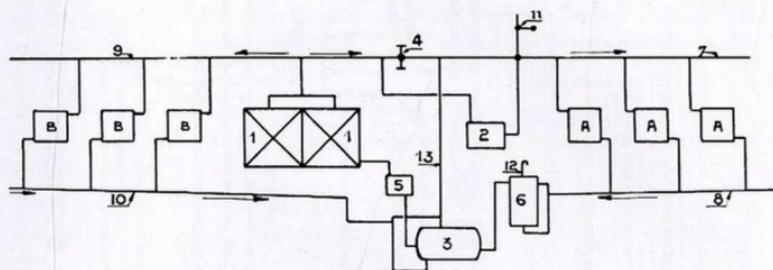


Fig. 40. — Récupération des vapeurs d'échappement des moteurs

En cas au contraire, d'excès de vapeur d'échappement, cette dernière est évacuée à l'extérieur par le clapet automatique (11).

Le circuit (9) représente la distribution de vapeur sous pression à des appareils (B), lesquels peuvent être des appareils de cuisson ou de distillation, ou des étuves à haute température, etc...

Le retour (10) de ce circuit canalise l'eau de purge à une température voisine de celle correspondant à la pression de la vapeur régnant dans les appareils (B). Cette eau se rend au bac fermé (3) qui, par son branchement (13) est raccordé à la ligne (7) de distribution de vapeur sous vide.

L'eau du bac (3) refroidie sous l'action de la vaporisation produite par le vide est refoulée à une température de 60° environ, dans le circuit d'alimentation des chaudières (1) par la pompe alimentaire (5).

Cette disposition générale permet l'utilisation totale des chaleurs mises en jeu.

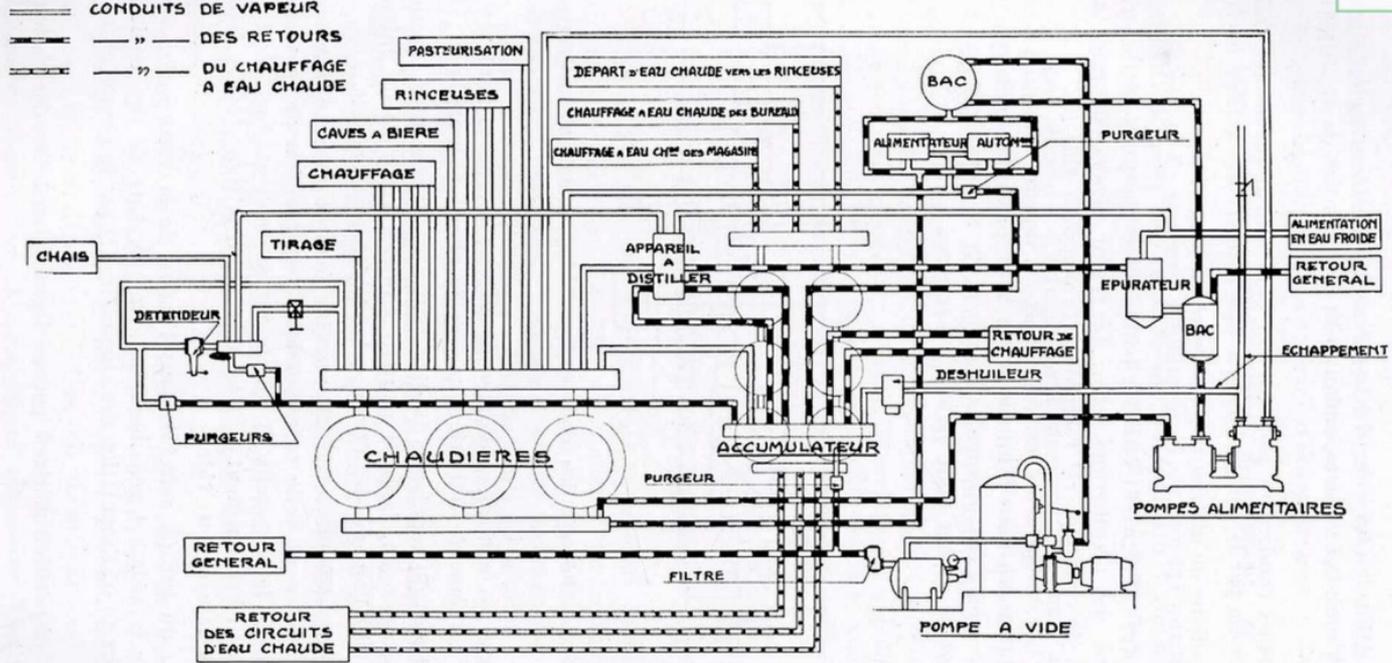


Fig. 39. — SCHEMA DE LA CHAUFFERIE D'UNE INSTALLATION DE CHAUFFAGE INDUSTRIEL.
 Récupération des chaleurs perdues à l'aide du chauffage sous vide.
 (Puissance installée : 3.800.000 cal./H.)

RÉCUPÉRATION DES CHALEURS PERDUES D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

Les eaux de refroidissement des moteurs à combustion sont parfois utilisées directement pour le chauffage en étant distribuées au moyen d'une pompe dans les surfaces de chauffe disposées dans les locaux.

Cette façon de faire présente les graves inconvénients suivants : quand les moteurs sont arrêtés, les canalisations et radiateurs risquent de geler par temps froid, et de plus, au démarrage, la grande masse d'eau en mouvement retarde la mise en régime, tant du moteur que du chauffage lui-même.

La transformation de cette eau en vapeur sous vide évite les inconvénients signalés ci-dessus; elle permet en outre, d'assurer un chauffage régulier au moyen des chaleurs perdues, sans augmenter de façon appréciable la quantité d'eau utilisée au refroidissement du ou des moteurs.

Ainsi à titre d'exemple, l'application de ce système à un moteur Diesel de 180 CV. permet de récupérer en marche à plein régime 200.000 calories à l'heure.

Le schéma de la fig. 41 représente une application de ce genre. Le refroidissement du moteur à combustion interne (1) est assuré

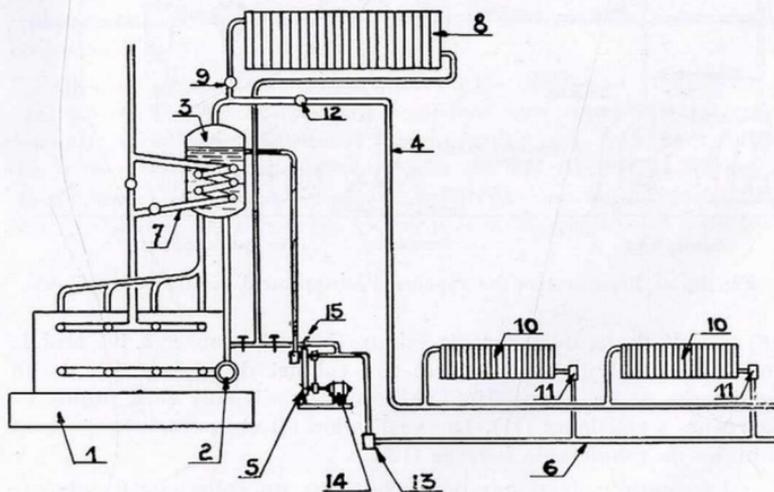


Fig. 41

Récupération des chaleurs perdues d'un moteur à combustion interne.

par une circulation d'eau commandée par la pompe à eau (2); cette eau passe à travers un réservoir (3) communiquant avec une canalisation de vapeur (4) dans laquelle un vide convenable est maintenu au moyen de la pompe (5) par l'intermédiaire d'une conduite de retour d'eau (6). L'eau de refroidissement du réservoir (3) reçoit aussi la chaleur des gaz d'échappement qui passent par un serpentin (7) immergé dans le réservoir (3).

Entre la canalisation de vapeur (4) et la conduite de retour d'eau (6) sont établis en dérivation un radiateur de refroidissement

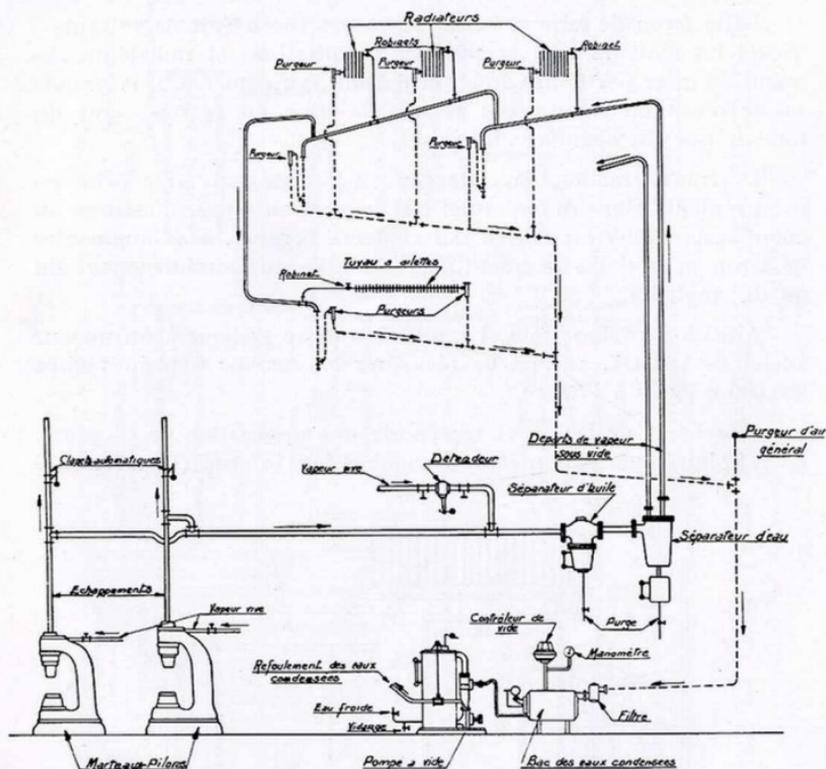


Fig. 42. — Récupération des vapeurs d'échappement des marteaux-pilons.

(8) calculé de façon à pouvoir éventuellement, assurer à lui seul le refroidissement du moteur avec son robinet de réglage (9) et des radiateurs de chauffage (10); ces derniers radiateurs sont munis de purgeurs à résistance (11). La canalisation (4) et la conduite (6) sont munies de robinets de barrage (12).

La conduite de retour débouche dans un collecteur d'eau condensée (13) et la pompe à vide refoule l'eau dans le réservoir (3).

La pompe à vide (5) est entraînée par un moteur électrique (14).

Le moteur (1) et la pompe à vide (5) peuvent être mis en route simultanément.

La pompe à vide aspire l'air à travers le collecteur (13), les canalisations (6) et (4) et le réservoir (3) et expulse cet air à l'extérieur par un purgeur approprié (15).

Quand la quantité de chaleur fournie par le moteur dépasse le nombre de calories nécessaires au chauffage, un robinet à trois directions commandé par un thermostat à dilatation permet de mettre en circuit un radiateur (8) généralement placé à l'extérieur des locaux chauffés.

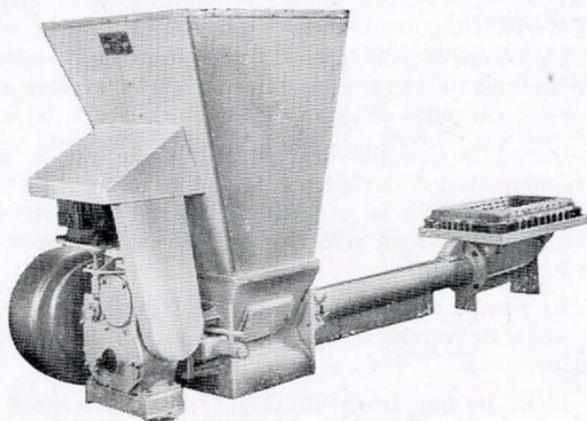
La pompe assure en même temps que le vide utile, le retour des eaux de condensation dans le réseau de refroidissement du moteur.

L'été, lorsque le chauffage n'a pas besoin de fonctionner, on ferme les robinets (12) et l'on remplit d'eau le radiateur (8) qui joue alors le rôle d'un radiateur ordinaire de moteur. Dans ce cas, on peut aussi, par un by-pass évacuer les gaz d'échappement directement à l'extérieur sans les faire passer par le serpentín de récupération (7).

De nombreux problèmes de récupération de chaleurs perdues ont été résolus. Entre autres, les vapeurs d'échappement de moteurs-pilons ont été utilisées pour le chauffage des locaux et ateliers. Une telle installation est représentée schématiquement fig. 42. On a également figuré, à titre documentaire page 56, un plan schématique d'une chaufferie réalisée dans un important établissement industriel de la région parisienne, où un problème extrêmement complexe de mise en régime et de récupération de chaleur a été résolu grâce au vide.

Il n'est naturellement pas question de décrire ici, tous les cas qui peuvent se présenter, mais possédant une expérience extrêmement étendue des problèmes de récupération des chaleurs perdues en matière de chauffage industriel, la **Société AUTOCALOR** est à la disposition des exploitants qui voudront bien lui soumettre les cas particuliers auxquels ils désirent voir apporter une solution.

BRULEUR
AUTOCALOR
N° 4



LES **B**RULEURS **A**UTOMATIQUES

A **C**HARBON **A**UTOCALOR

Les brûleurs automatiques à charbon "AUTOCALOR" dont la réputation n'est plus à faire sont le complément naturel des installations de chauffage sous vide. Leur souplesse permet en effet, de faire suivre instantanément aux chaudières de chauffage les variations de production de vapeur demandées par le chauffage sous vide.

Les brûleurs "AUTOCALOR" s'adaptent d'ailleurs à toutes les chaudières de chauffage central et à tous les systèmes de chauffage : vapeur, eau chaude, air chaud.

L' "AUTOCALOR" permet l'utilisation de combustibles menus en fines et en grains, très abondants en France et dont le prix est très inférieur à celui de l'antracite.

Il assure une combustion rationnelle et complète, sans imbrûlés solides ou gazeux.

Il améliore le fonctionnement des chaudières, réduit sensiblement le budget de chauffage et apporte à ses usagers tous les agréments du chauffage automatique.

AUTOCALOR

ÉCONOMIE... **50 %**

CONFORT.... **100 %**

Autres Constructions de la Société **AUTOCALOR** :
GRILLES SOUFLÉES

GRILLES MÉCANIQUES

RÉGULATEURS DE TIRAGE

BRULEURS A PELLETAGE

CHAUDIÈRES SPÉCIALES

DES MILLIERS DE RÉFÉRENCES

DOCUMENTATION ET RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE

École professionnelle de St-Étienne. Bruleurs Autocalor et chauffage sous vide.

