Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 66 (1940)
Heft: 23

Artikel: Le chauffage à distance
Autor: Meystre, P.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-50675

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

66e année 16 novembre 1940 N° 23

BULLETIN TECHNIQUE
DE LA SUISSE ROMANDE

ABONNEMENTS :
Suisse : 1 an, 12 francs
Etranger : 14 francs
Pour sociétaires :
Suisse : 1 an, 10 francs
Etranger : 12 francs
Prix du numéro :
75 centimes.
Pour les abonnements s'adresser à la librairie F. Rouge & Cie, à Lausanne.

Paraissant tous les 15 jours

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale. —

COMITÉ DE PATRONAGE. — Président: R. Neeser, ingénieur, à Genève; Vice-président: M. Imer, à Genève; secrétaire: J. Calame, ingénieur, à Genève. Membres : *Fribourg :* MM. L. Hertling, architecte ; A. Rossier, ingénieur ; *Vaud :* MM. F. Chenaux, ingénieur; E. Elskes, ingénieur ; Epitaux, architecte; E. Jost, architecte; A. Paris, ingénieur; Ch. Thévenaz, architecte; *Genève :* MM. L. Archinard, ingénieur; E. Odier, architecte ; Ch. Weibel, architecte ; *Neuchâtel :* MM. J. Béguin, architecte; R. Guye, ingénieur; A. Méan, ingénieur cantonal ; *Valais :* M. J. Dubuis, ingénieur; A. de Kalbermatten, architecte.

Rédaction : D. Bonnard, ingénieur, Case postale Chauderon 475, Lausanne.

Publicité :
TARIF DES ANNONCES
Le millimètre (larg. 47 mm.) 20 cts.
Tarif spécial pour fractions de pages.
Rabais pour annonces répétées.
ANNONCES-SUISSES S.A.
8, Rue Centrale,
LAUSANNE
& Succursales.

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE
A. Stucky, ingénieur, président ; M. Bridel ; G. Epitaux, architecte ; M. Imer.

SOMMAIRE : *Le chauffage à distance* (suite et fin), par P. Meystre, ingénieur, chef du Service de l'Electricité, Lausanne. — *La propagation du coup de bélier dans une conduite de section variable* (suite et fin), par P. de Haller, ingénieur, Dr ès sciences techniques. — *Urbanisme lausannois : A la Cité*, par M. Piccard, architecte. — *Société suisse des ingénieurs et des architectes : Communication du Comité central, Action en faveur des prisonniers de guerre.* — Bibliographie. — Carnet des concours. — Service de placement.

LES PROBLÈMES DE L'HEURE

Le chauffage à distance

par P. MEYSTRE, ingénieur,
Chef du Service de l'Electricité, Lausanne.

(Suite et fin)[1].

III. — Le chauffage urbain à Lausanne.

Nous croyons avoir pu montrer sommairement, par ce qui précède, les éléments essentiels du chauffage urbain. Si certaines caractéristiques sont générales et se retrouvent dans toute installation, le poids de chacune d'elles, dans l'élaboration d'un projet, dépend essentiellement des conditions locales. Ce sont ces dernières qui, en définitive, feront aboutir ou abandonner la réalisation.

A Lausanne, la question s'est posée en 1933. Il s'agissait, à l'origine, d'améliorer l'alimentation de groupes turbo-électriques de réserve. Une nouvelle chaudière devait être envisagée, ce qui entraînait des immobilisations importantes. Il était ainsi tout indiqué d'examiner le problème dans son ensemble, en considérant notamment qu'un très gros consommateur de calories, les établissements hospitaliers de l'Etat de Vaud, se trouvait à proximité.

La Centrale de production.

Nous avons plus haut, sous le même titre, défini les deux conceptions-types qui se sont marquées dans la technique européenne, soit la connexion avec une centrale thermique ou une centrale hydraulique d'électricité.

A Pierre-de-Plan, les deux solutions coexistent, ce qui s'explique fort bien. Pierre-de-Plan est une centrale thermique et il doit être possible, en cas de nécessité, d'alimenter les groupes turbo-alternateurs de réserve. D'autre part, la Ville de Lausanne possède une centrale hydraulique sur le Rhône à Saint-Maurice, usine au fil de l'eau et disposant, essentiellement en été, d'énergie électrique de déchet.

Il en est résulté, pour certains échelons de la production, un double appareillage utilisé suivant que la production se fait au moyen du combustible ou par l'électricité (fig. 3).

Le schéma simplifié de l'usine (fig. 4) permet de saisir facilement le fonctionnement dans l'un et l'autre cas.

Au moyen du *combustible*, la production se fait normalement par la chaudière Sulzer à 45 atm. (fig. 5) d'une capacitéde production de 20 t/h. La pression de la vapeur est ramenée à 12 kg par un détendeur (ultérieurement turbine à contre-pression). Elle est disponible soit pour les groupes turbo (cas de panne par exemple), soit pour le réseau de chauffage. La vapeur passe alors dans des transformateurs de chaleur dont le secondaire est constitué par l'eau surchauffée, à 180° env., du réseau de chauffage. Si momentanément la production est supérieure à la consommation, l'excédent s'emmagasine dans les accumulateurs de chaleur ; dans le cas contraire, ceux-ci viennent compenser l'insuffisance de la production.

Dans l'exploitation d'été, où la demande est beaucoup plus faible, la production est assurée normalement par *l'électricité*, soit les excédents de la production de l'usine

[1] Voir *Bulletin technique* du 2 novembre 1940, p. 238.

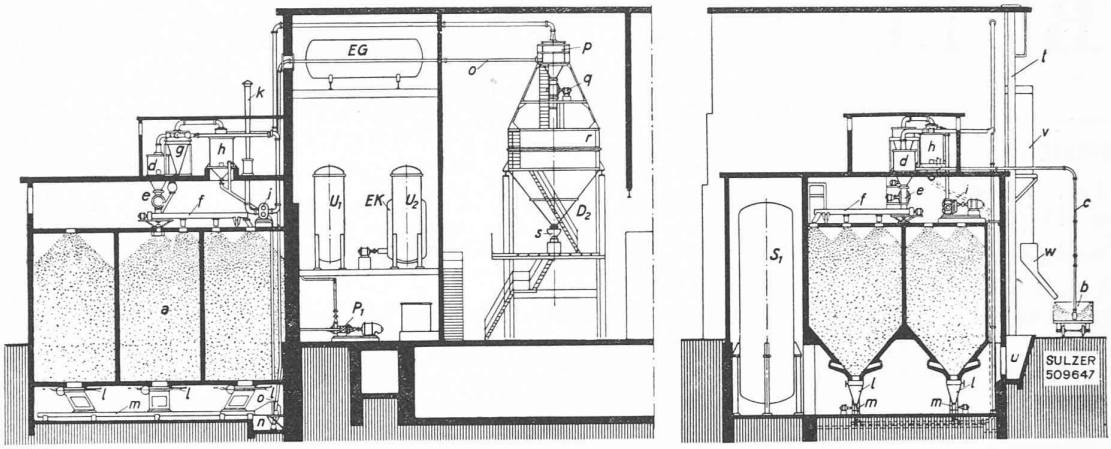
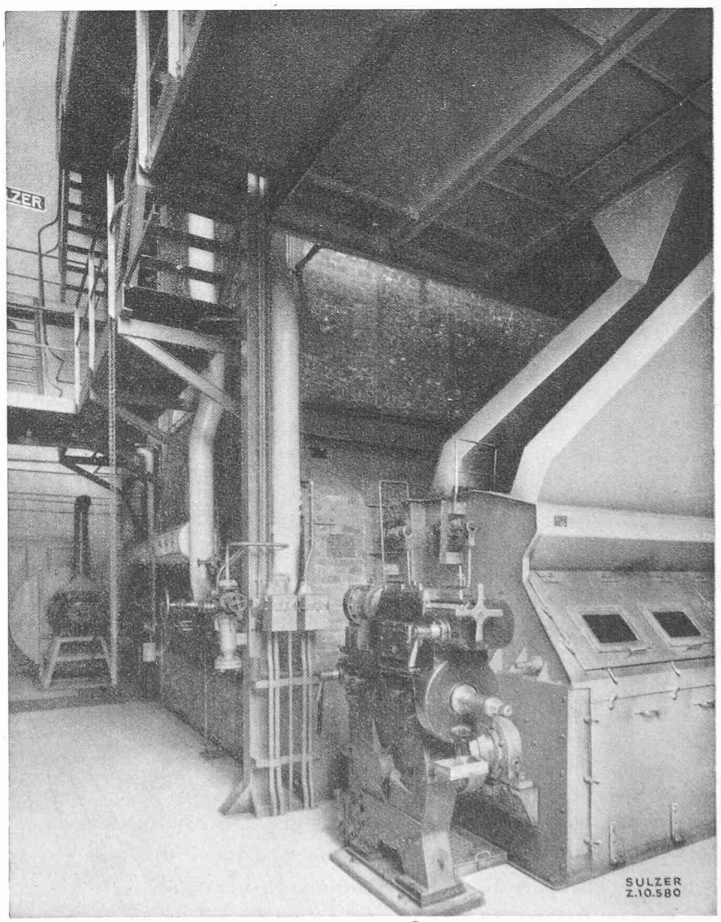


Fig. 3. — Centrale de Pierre de Plan. — Coupe par la centrale de chauffage, la salle des appareils et la soute.

a = Silo principal.	m = Transporteur.	v = Silo à scories.
b = Wagon.	n = Caisson.	w = Evacuateur des scories
c = Conduite d'aspiration.	o = Conduite de transport.	D_2 = Chaudière à H. P.
$d\,g$ = Séparateurs.	p = Séparateur de charbon.	$U_1\,U_2$ = Echangeurs.
f = Distributeur à vis sans fin.	$e\,q$ = Ecluses.	EK = Chaudière électrique.
h = Filtre à eau.	r = Trémie pour chaudière.	EG = Réservoir d'expansion.
i = Soufflante.	s = Balance automatique.	S_1 = Accumulateur.
k = Evacuation d'air.	t = Elévateur	P_1 = Pompe d'alimentation.
l = Fermeture à tiroir.	u = Trémie de chargement.	

du Bois-Noir. L'énergie électrique alimente une chaudière électrique Sulzer de 5000 kW (fig. 6) produisant directement l'eau surchauffée à 180°. Cette chaudière se trouve dans le circuit interne d'eau et, comme dans le cas de la production par le combustible, les accumulateurs de chaleur se chargent ou se déchargent, suivant que les besoins du réseau de chauffage sont inférieurs ou supérieurs aux possibilités momentanées de la production.

On voit immédiatement l'extrême souplesse qu'apportent dans l'exploitation les accumulateurs de chaleur. Ils donnent une certaine indépendance entre la production et la consommation, cette indépendance étant fonction elle-même de la capacité des accumulateurs et des besoins du réseau. Ce tampon est extrêmement précieux aussi bien en hiver qu'en été. En été, cela permet de tirer un parti optimum de l'énergie disponible, la production pouvant s'adapter avec une très grande fidélité aux variations du diagramme des besoins totaux d'énergie du réseau d'électricité. En hiver, le point de vue est totalement différent. Le but recherché est de faire fonctionner l'ensemble avec un rendement maximum, et ceci pour la chaudière à combustible en particulier. Le moyen d'atteindre ce résultat est de conserver une allure aussi régulière que possible et, par là même, d'obtenir la meilleure combustion, bien entendu pour couvrir la demande de calories considérée. Cela n'est encore possible que grâce aux accumulateurs de chaleur.



Fig, 5. — Chaudière Sulzer, à haute pression, vue du poste du chauffeur.

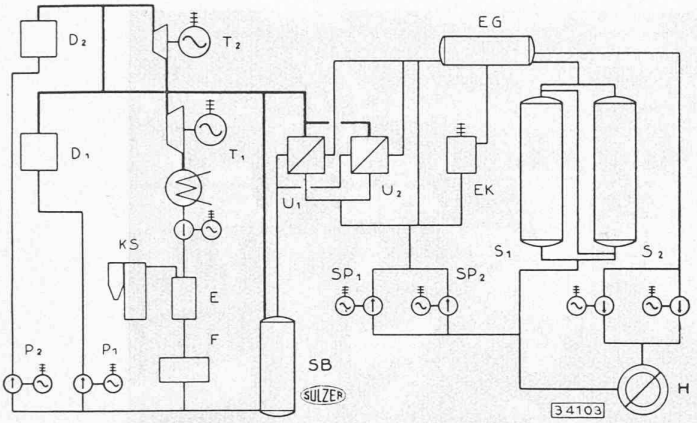


Fig. 4. — Centrale thermique de Pierre de Plan.

D_1 = Chaudières à basse pression.
D_2 = Chaudière à haute pression.
P_1 P_2 = Pompes d'alimentation.
T_1 = Turbo-groupes à condensation.
T_2 = Turbo-groupes à préexpansion.
KS = Adoucissage de l'eau.
E = Dégazeur.
F = Filtre.
U_1 U_2 = Echangeurs vapeur-eau surchauffée.
SP_1 SP_2 = Pompes circuit interne.
SB = Réservoir d'eau d'alimentation.
EG = Vase d'expansion.
EK = Chaudière électrique.
S_1 S_2 = Accumulateurs de chaleur.
H_1 H_2 = Pompes eau surchauffée.
H = Réseau de chauffage.

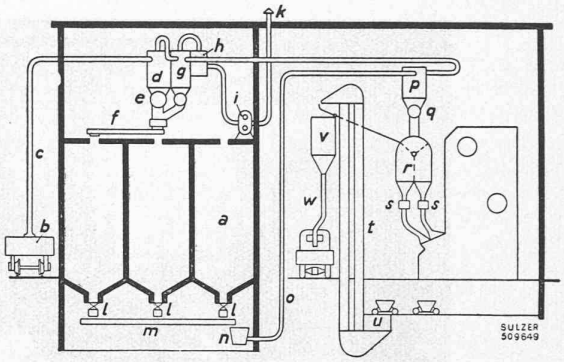


Fig. 7. — Installation de transport et d'alimentation du combustible.

a = Silo principal.
b = Wagon.
c = Conduite d'aspiration.
d = Séparateur de charbon.
eq = Ecluse.
f = Distributeur à vis sans fin.
g = Séparateur de poussière.
h = Filtre à eau.
i = Soufflante.
k = Cheminée d'évacuation d'air usé.
l = Fermeture à tiroir.
m = Transporteur.
n = Caisson.
o = Conduite de transport.
p = Séparateur de charbon.
r = Trémie pour chaudière.
s = Balances automatiques.
t = Elévateur.
u = Trémie de chargement.
v = Silo à scories.
w = Tube d'évacuation des scories.

Il est inutile de revenir ici sur toute une série de caractéristiques spéciales qui ont constitué alors des constructions nouvelles ou originales (fig, 7). Signalons simplement que la chaudière Sulzer est munie d'une grille compartimentée du type à chaîne, avec alimentation continue et automatique. Cette chaudière permet d'utiliser les fines de houille, le poussier de coke et les deux simultanément, autrement dit des combustibles dont l'utilisation est généralement impossible.

Le réseau (fig. 8, page 250).

Il se compose de deux conduites parallèles, l'aller et le retour. Les tubulures sont en acier doux, soudées de bout en bout, sans aucun joint. Elles sont placées dans des caniveaux de béton dont la presque totalité ne sont pas visitables. Un calorifuge entoure les deux conduites, de façon que les pertes restent dans les limites fixées.

La température extrêmement élevée du fluide transporteur, la haute pression (jusqu'à 20 atm.) qui est celle du régime, obligent naturellement à des précautions tout à fait spéciales pour permettre les dilatations. Les supports de la conduite comportent donc des galets qui permettent tout déplacement axial ; en outre, des compensateurs, boucles de dilatation, absorbent, de distance en distance, les différences de longueurs qui peuvent se produire.

Le fluide distributeur de la chaleur est de l'eau surchauffée à 180° environ au départ de l'usine. Ce mode de faire est celui adopté dans tous les réseaux modernes, et ceci grâce aux progrès techniques qui ont été atteints dans la construction des réseaux. La conduite de retour a une température qui dépend de l'utilisation des calories prises par les consommateurs. On a évidemment intérêt à ce que la température de retour soit aussi basse que possible, ce qui augmente le degré d'utilisation, ainsi que le rendement du réseau.

L'eau surchauffée n'est qu'un moyen de transport, un

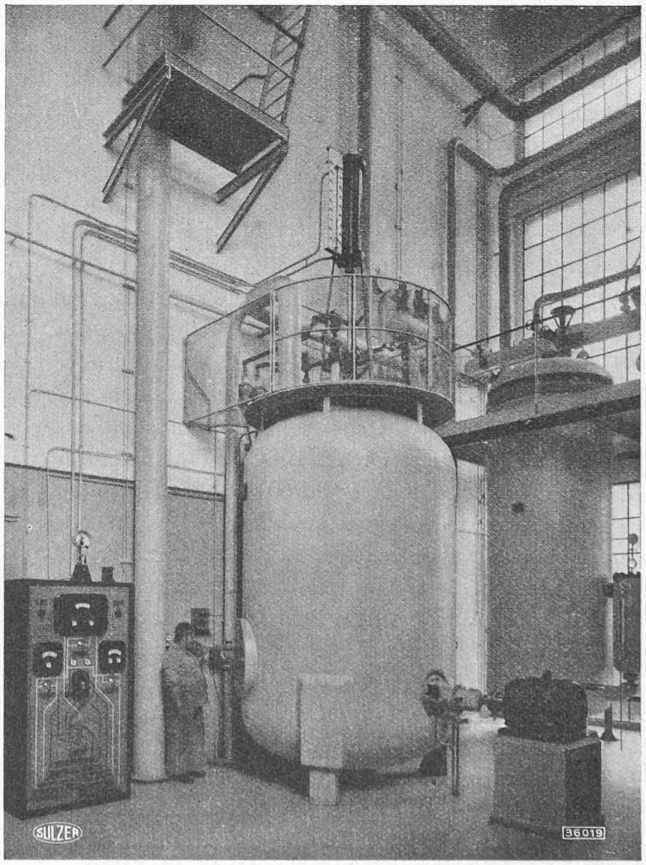


Fig. 6. — Chaudière électrique Sulzer à eau surchauffée. 5000 kw, 6000 volts.

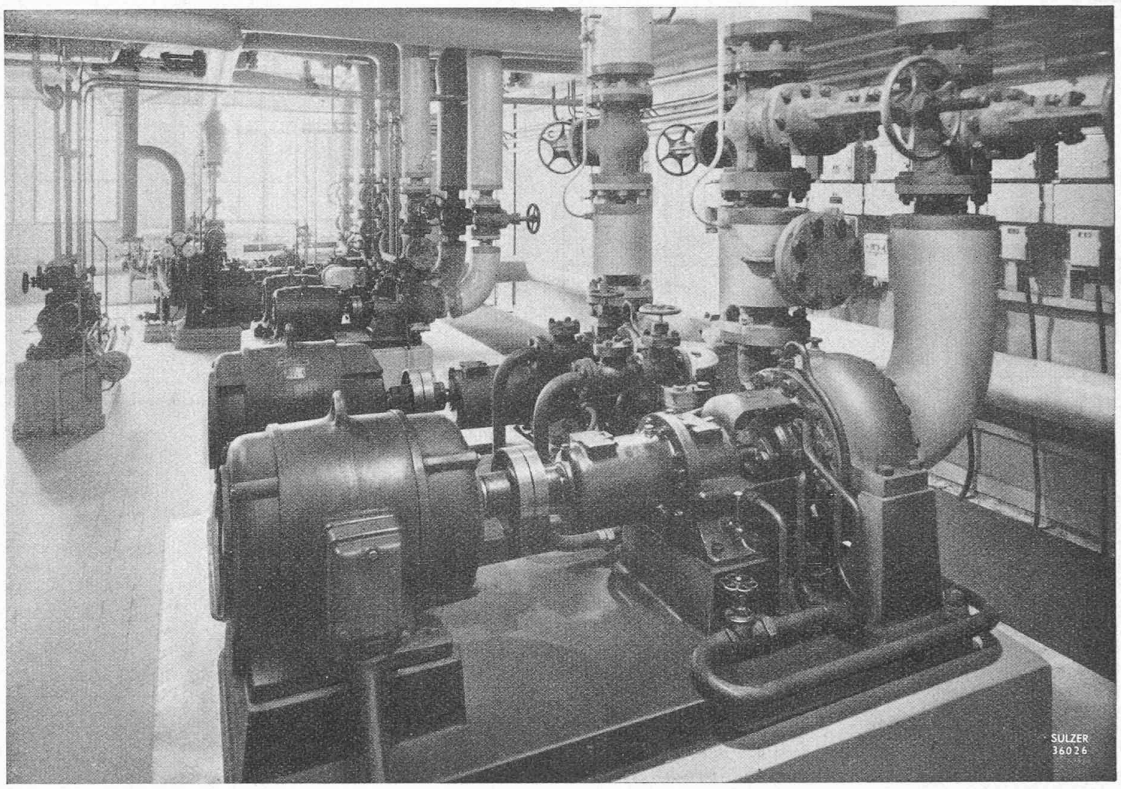


Fig. 9. — Centrale de Pierre de Plan. Salle des pompes.

véhicule de calories. Elle parcourt un circuit fermé, ce qui réduit à un minimum les quantité d'eau de réalimentation. Cette eau est bien entendu épurée, filtrée et dégazée, afin de réduire les risques d'entartrage et de corrosion.

La circulation de l'eau est commandée par des pompes, dites pompes de chauffage (fig. 9). La vitesse de l'eau varie avec les quantités de calories à fournir par le réseau.

Les stations de distribution.

La transmission de la chaleur du réseau chez l'abonné se fait dans les *stations de distribution* (fig. 10). Ces stations ont, en somme, une grande analogie avec les postes de transformation des réseaux d'électricité. L'importance de chaque station dépend des besoins en qualité et en quantité de l'abonné. Par qualité il faut entendre s'il s'agit de vapeur ou d'eau, la température, la pression du côté secondaire, toute transformation qui s'établit dans des échangeurs ou transformateurs de chaleur. Les principes de construction sont les mêmes pour tous les appareils. Le circuit primaire relié au réseau comprend des serpentins dont le développement dépend de la puissance à transmettre et des conditions à obtenir au secondaire.

Les stations comportent en outre des régulateurs qui chargés de l'exécution d'une consigne (température, pression), commandent le fonctionnement des transformateurs et assurent une adaptation pratiquement instantanée aux conditions requises. Ces régulateurs agissent généralement sur des vannes motorisées, commandées le plus fréquemment à distance. Ces commandes sont soit électriques (cas le plus fréquent), soit pneumatiques.

Les stations en question se trouvent naturellement placées dans les sous-sols des immeubles alimentés, dans le local de la chaufferie s'il s'agit d'une transformation, avec un encombrement beaucoup moindre qu'avec les chaudières. Les soutes à charbon deviennent inutiles et peuvent être consacrées à d'autres usages (abris DAP par exemple).

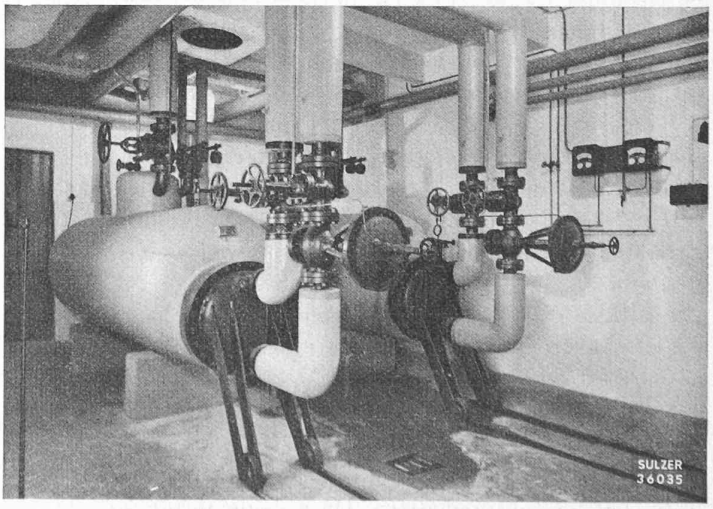


Fig. 10. — Réseau de chauffage urbain. — Une station de distribution.

La mesure.

A la Centrale. Est-il besoin de rappeler ici qu'un phénomène n'est vraiment connu que s'il peut être traduit en chiffres et qu'une condition primordiale pour obtenir dans n'importe quelle opération les conditions optima est qu'on puisse suivre son évolution et intervenir à temps pour y apporter les corrections nécessaires. Il est donc nécessaire que le personnel contrôle constamment la conduite de la chauffe et ceci par les différents facteurs qui entrent dans le rendement de la chaudière : température de l'air à l'entrée, de l'eau d'alimentation, teneur en CO^2, température des gaz à la sortie, etc. Ces indications, réunies sur un tableau vont permettre au chauffeur d'effectuer à coup sûr la correction qui s'impose et d'obtenir les rendements les plus élevés. Il s'agit en somme d'une vraie fabrique de vapeur avec tous les moyens propres à une conduite scientifique des opérations.

Disons, en passant, que le rendement annuel bas des chaufferies individuelles provient du fait que pour une bonne part leur conduite ne peut être qu'empirique ; elle dépend de l'expérience et il est bien certain qu'on ne peut agir séparément sur les composantes qui constituent la combustion.

Le contrôle de la chaudière à combustible n'est qu'une des composantes de la mesure. Des appareils de contrôle électriques multiples, quoique plus simples, donnent également toutes les valeurs utiles (fig. 11). La mesure, à l'usine, des calories produites vient compléter le tout (fig. 12).

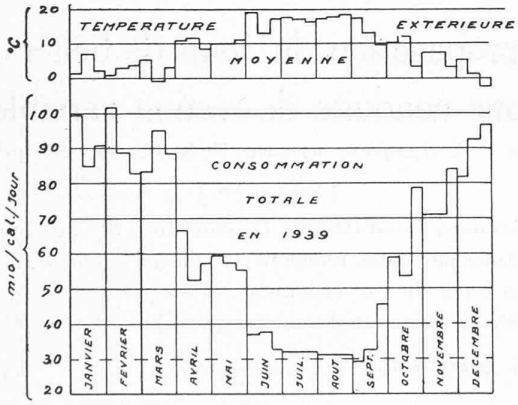


Fig. 11. — Température extérieure et consommation totale en 1939.

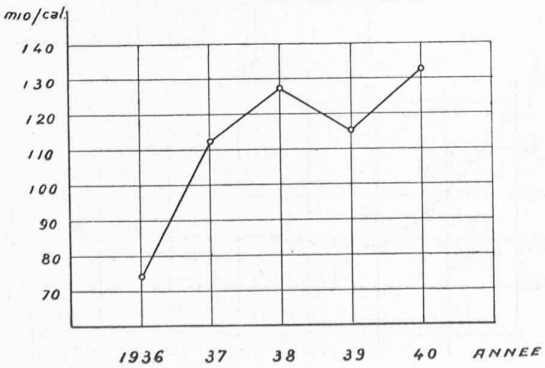


Fig. 12. — Production journalière maximum.

Dans le réseau. Le réseau fournit aux abonnés de la chaleur ; la mesure enregistre donc les calories fournies à chaque abonné par des appareils dont la lecture se rapproche de celle des compteurs d'électricité.

Il est bien évident que c'est l'existence d'appareils de mesure et de contrôle pratiques qui contribue à donner au chauffage urbain la souplesse et la précision, en en faisant un système économique. Les gaspillages s'enregistrent ; on peut donc y apporter les corrections voulues et en constater les effets.

IV. — L'exploitation.

Dès sa création, le chauffage urbain à Lausanne avait à couvrir les besoins de chaleur des bâtiments hospitaliers dont les allures max. horaires étaient évaluées à $7{,}1 \times 10^6$ cal/h par une journée d'hiver et pour une température extérieure de —12° C avec une consommation annuelle de 14 520 millions de calories.

Les différents graphiques ci-joints (fig. 13, 14) montrent commentles données au départ ont très rapidement été complétées grâce à des extensions du réseau dont le développement a été poussé assez loin de l'Usine, comme il est aisé de le constater sur le plan de situation (fig. 8). Ces différentes extensions ont pu être effectuées sans qu'aucune modification ne soit apportée à la Centrale de production. Il en est simplement résulté une meilleure utilisation des installations de production et du réseau. Il est intéressant à ce sujet de se reporter au graphique (fig. 15)

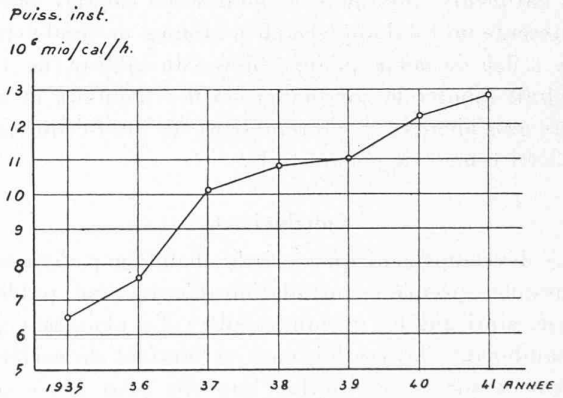


Fig. 13. — Puissance installée totale des installations raccordées au réseau.

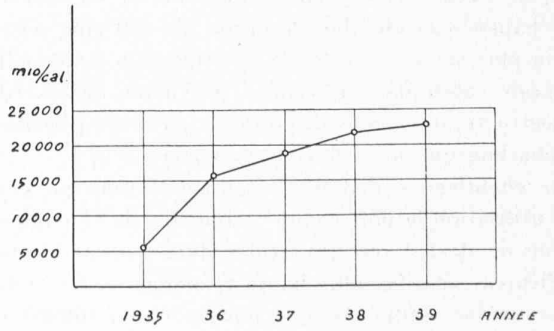


Fig. 14. — Production annuelle en millions de calories.

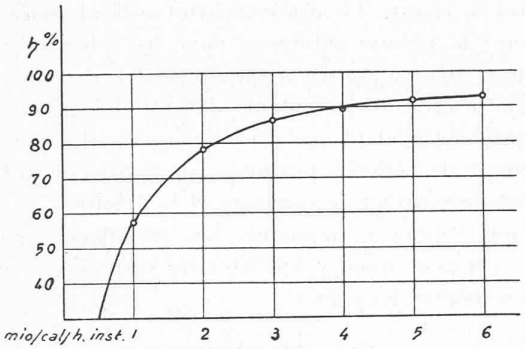


Fig. 15. — Rendement moyen annuel pour 1 km de conduite en fonction de la puissance installée.

ANNEE	NOMBRE de BATIMENTS	NOMBRE de APPARTEMENTS	PUISS. INST. en CAL/H.	CONSOM. EN TONNES de CHARBON
1937	22	296	2500000	920
38	8	66	645000	215
39	2	20	190000	70
TOTAL A FIN 1939	32	382	3335000	1205

Fig. 16. — Immeubles particuliers raccordés.

qui montre combien le rendement d'une conduite augmente avec les calories transportées. Il y a lieu de relever que si le nombre de bâtiments raccordés reste encore dans des limites modestes par rapport au nombre total des bâtiments lausannois, le nombre des calories fournies représente un total appréciable de tonnes de combustible. Il y a lieu de noter qu'aux chiffres du tableau (fig. 16) il faudrait ajouter la consommation des hôpitaux et d'un autre gros abonné, ce qui représente au total l'équivalent de 5500 tonnes de combustible.

Conclusions.

Le développement qu'a pris le chauffage à distance à Lausanne, première installation d'entreprise publique suisse, ainsi que les quelques années d'exploitation qu'il a maintenant derrière lui, nous permettent de porter un jugement sur cette solution nouvelle pour notre pays d'un problème qui dure depuis l'origine de l'humanité : le chauffage.

La situation actuelle, en rendant difficile nos possibilités de ravitaillement en combustible et en entraînant une hausse considérable des prix, n'a fait que poser de façon plus aiguë ce problème : l'utilisation rationnelle de l'énergie calorique, que celle-ci provienne des excédents d'électricité, dont nous disposons à certaines périodes, ou de charbon que nous devons importer.

Le chauffage à distance est une solution qui permet une utilisation la plus complète possible de l'énergie électrique de déchet, et qui utilise dans les conditions les meilleures (avec les plus hauts rendements) les combustibles, même médiocres, que nous pouvons importer.

Des applications de ce système existent en Suisse,

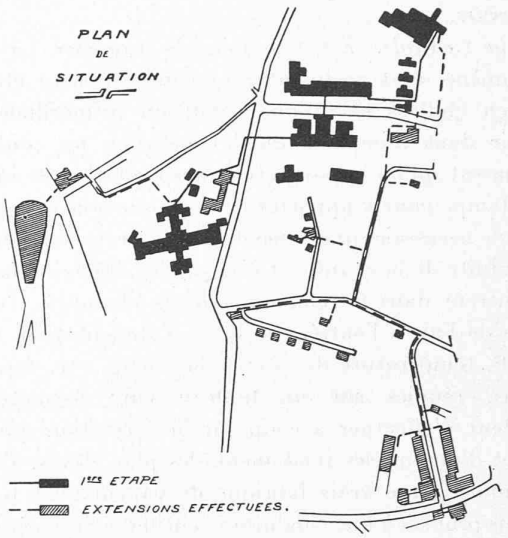


Fig. 8. — Réseau de chauffage urbain de Lausanne.

Autorisé officiellement le 6. 11. 1940, conformément à l'A. C. F. du 3. 10. 39.

notamment à Zurich (Centrale de l'Ecole polytechnique) et des études récemment faites à Berne et à Bâle montrent qu'on se rend compte actuellement un peu partout de l'intérêt de la voie où Lausanne s'est engagée.

Je tiens à remercier particulièrement ici MM. Dutoit, ingénieur et Barraud, dessinateur, qui ont collaboré à l'établissement des graphiques.

La propagation du coup de bélier dans une conduite de section variable

par P. de HALLER, ingénieur, Dr ès sciences techniques.

(Suite et fin.) [1]

Reprenons maintenant la conduite de la figure 1, constituée par deux tronçons de diamètre constant reliés par un cône de raccordement de longueur L (fig. 6) et considérons une onde à front raide $F(\zeta - \theta) = H$

[1] Voir *Bulletin technique* du 2 novembre 1940, p. 233.

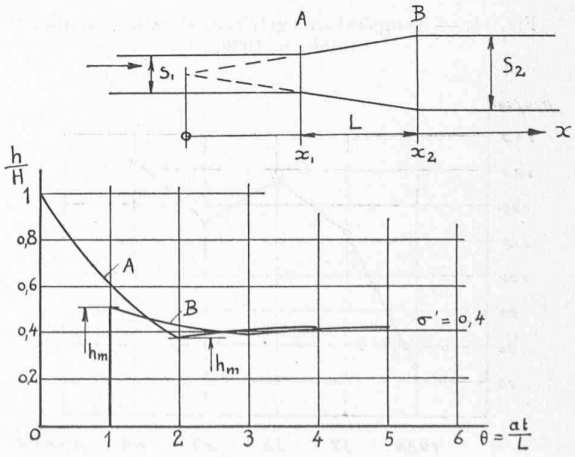


Fig. 6. — Surpressions dans un cône de raccordement divergent.