Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 63 (1937)

Heft: 7

Artikel: Chaudière électrique à haute tension à jets d'eau: système Brown Boveri

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-48439

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

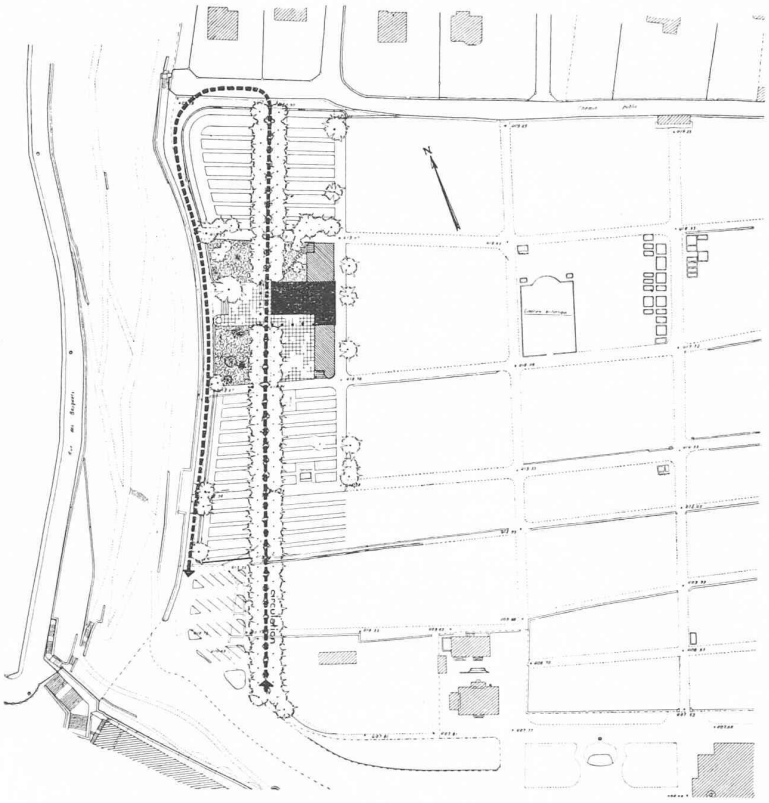
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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

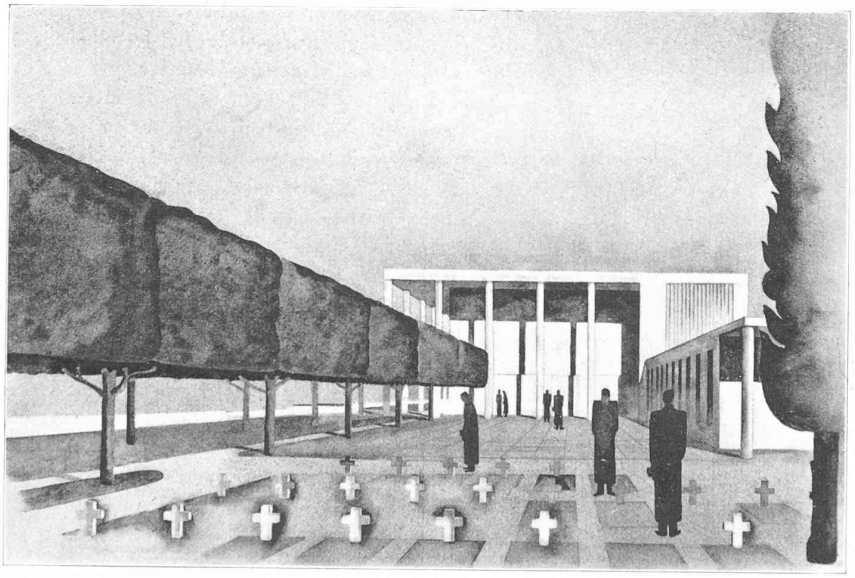
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media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

Download PDF: 15.07.2025

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



Plan de situation. — 1 : 2000.



Perspective.

CONCOURS
POUR UN CRÉMATOIRE,
A VEVEY

IIme rang :
projet « Pro mortuis nihil nisi bene »,
de M. *Marc Piccard*, architecte,
à Lausanne.

Jugement du jury :

L'emplacement de l'édifice, à la droite de l'allée, permet de conserver celle-ci en majeure partie. Solution intéressante et originale. Salle bien proportionnée, qui, flanquée par l'aile contenant certains services, encadre, avec l'allée d'arbres, une place d'honneur qui peut compléter la salle ; celle-ci ayant une série de grandes portes. Le défaut le plus important du projet est que la relation entre les services soit interrompue par la salle et quelques-uns de ceux-ci mal proportionnés. L'annexe contenant les cellules des dépôts est bien comprise et sa relation avec la salle des cérémonies, facile. Sous-sol sous l'annexe superflu. Circulation extérieure compliquée. Le cube de construction pourrait être réduit ; celui qui est indiqué par l'auteur est inexact. Projet ayant des qualités et pouvant servir de base à une nouvelle étude.

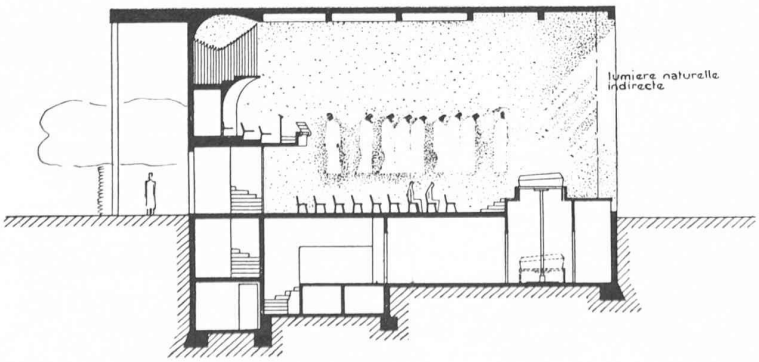
(A suivre.)

Chaudière électrique à haute tension à jets d'eau. Système Brown Boveri.

Généralités. — Les chaudières électriques que l'on emploie pour la production de vapeur ou d'eau chaude, ont un grand domaine d'applications et leur utilisation est surtout justifiée partout où l'on veut utiliser de l'énergie de déchet, donc bon marché, provenant de centrales hydro-électriques.

Un facteur qui a favorisé énormément l'utilisation des chaudières électriques dans l'industrie, a été la crise économique actuelle, par suite de laquelle les industriels ont été forcés de diminuer la consommation d'énergie

Plan du rez-de-chaussée. — 1 : 300.



Coupe longitudinale. — 1 : 300.

CONCOURS
POUR UN CRÉMATOIRE,
A VEVEY

IIme rang :
projet de M. *Marc Piccard.*

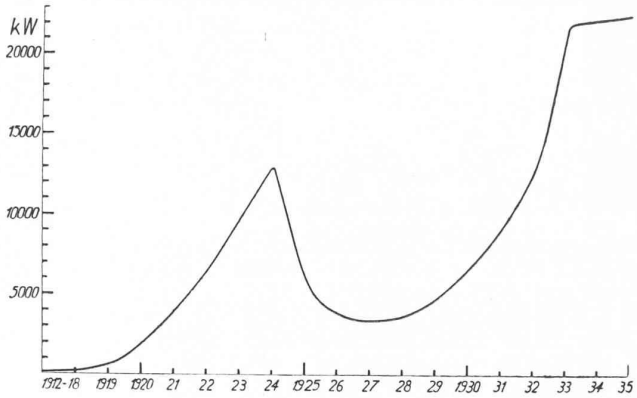


Fig. 1. — Puissance des chaudières électriques installées en Suisse, de 1912 à 1935.

électrique dans leurs usines. Une conséquence directe de cet état de choses a été l'augmentation immédiate d'énergie de déchet des centrales hydrauliques et les propriétaires de ces usines ont orienté leurs efforts pour étudier de nouvelles applications possibles dans l'industrie, afin de relever autant que possible le degré d'utilisation de leurs centrales.

Le diagramme fig. 1 représente les puissances des chaudières électriques installées en Suisse annuellement de 1912 à 1935. Nous notons déjà un bon développement pendant les années 1922-24, puis une sensible diminution pendant la période de prospérité 1925-30, et enfin depuis 1930, c'est-à-dire pendant la crise, une augmentation très marquée de la puissance.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer plus haut, la chaudière électrique a trouvé de nombreuses applications dans les pays riches en forces hydrauliques, car l'énergie de déchet peut être vendue à des prix qui permettent à l'électricité de lutter contre les combustibles solides et liquides.

L'emploi de la chaudière électrique présente un intérêt tout spécial pour les industries ci-après : industries chimiques, fabriques de cellulose et de papier, industries textiles, brasseries, fabriques de tabac, chocolat, laiteries et fabriques de produits alimentaires, fromageries, exploitations agricoles, etc., et, en outre, comme installations de chauffage d'eau pour chauffage central, établissements de bains, buanderies, piscines, etc.

Les caractéristiques principales de la chaudière électrique à jets d'eau de Brown Boveri, sont les suivantes : (fig. 2).

Cette chaudière électrique se compose principalement du corps de chaudière, des électrodes, du tube éjecteur, d'une pompe de circulation avec moteur électrique, des divers accessoires de la chaudière, des organes de réglage et de l'appareillage électrique de distribution.

Les électrodes à l'intérieur de la chaudière sont toutes placées à égale distance de l'axe principal. Elles sont au nombre de trois dans le cas du courant triphasé. Au centre se trouve le tube éjecteur disposé verticalement, qui est relié à la pompe de circulation. Cette pompe refoule l'eau

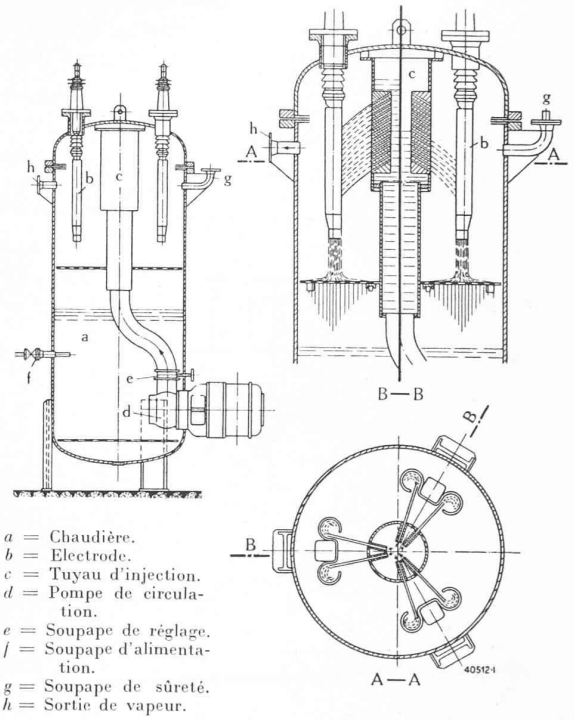


Fig. 2. — Chaudière électrique, système *Brown Boveri*.

de la partie inférieure de la chaudière dans le tube éjecteur qui comporte deux rangées de gicleurs vis-à-vis de chaque électrode.

L'eau, passant à travers ces ouvertures, est projetée tangentiellement contre les électrodes de forme *ad hoc*, coule le long de ces dernières, tombe sur une tôle perforée et, de là, retourne à la chambre à eau d'où elle est pompée à nouveau. Lors du passage de l'eau du tube éjecteur aux électrodes et des électrodes à la grille, cette eau est traversée par un courant électrique qui l'échauffe et la vaporise en partie. La vapeur s'échappe vers le haut.

Les avantages principaux offerts par ce système de chaudière, sont les suivants : simplicité de construction ; absence de toutes pièces mobiles à l'intérieur de la chaudière ; absence de toutes pièces en céramique à l'intérieur de la chaudière ; étendue du réglage de la puissance pratiquement entre 0 et 100 % de la valeur normale ; enclenchement sans à-coup pour le réseau, le courant absorbé étant à son minimum lors de la fermeture du disjoncteur principal ; réglage complètement automatique par des moyens très simples.

Nous allons décrire succinctement l'installation d'une chaudière électrique de ce système que la Maison Brown Boveri a livrée, en 1936, à la *Fédération Laitière du Léman*, à Vevey (voir fig. 4). Les caractéristiques de cette chaudière sont les suivantes :

Puissance continue maximum : 800 kW, correspondant à une production d'environ 1200 kg de vapeur à l'heure.

Tension :	3800-4000 V.
Nature du courant : triphasé	50 pér/sec.
Pression de service :	8 kg/cm².

Pour l'alimentation de la chaudière, on ne dispose pas

d'eau distillée et l'on doit utiliser une eau de source relativement dure (12,2° allemands de dureté) qui est traitée chimiquement dans un adoucisseur *Lamy*, à filtre néolithe, travaillant par le procédé de l'échange des bases, en assurant un débit maximum de 1,5 m³/h. Le volume total entre deux régénérations est de 8 m³ correspondant à une régénération par jour.

L'épurateur est de dimensions très réduites et travaille sans aucun entretien. Il est équipé d'un compteur d'eau muni d'un dispositif d'alarme qui prévient le personnel de la fin d'une période avant le commencement d'une nouvelle période de régénération.

Cette installation constitue donc un exemple typique d'installation de chaudière électrique sans alimentation en eau distillée, et où l'eau brute relativement dure est traitée dans un appareil d'adoucissement chimique, selon le procédé de l'échange des bases.

L'alimentation d'une chaudière électrique avec de l'eau à forte teneur en sels provenant du traitement chimique et, par conséquent, de faible résistance spécifique, est possible grâce aux remarquables propriétés de la chaudière électrique à injection, système Brown Boveri. Cette chaudière permet, en effet, une plus forte concentration en sels de l'eau d'alimentation que dans la généralité des constructions de chaudières, parce que la chute de tension varie linéairement le long du jet d'eau ; l'eau d'évacuation des boues nécessitée par le maintien d'une telle concentration de sels et la quantité de chaleur qu'elle emporte, sont négligeables. Si l'on désire récupérer ces calories, on peut pratiquement le faire entièrement et à bon compte dans un petit récupérateur de chaleur.

La fig. 3 donne la représentation schématique de l'ensemble de l'installation. L'eau adoucie passe de l'épurateur Lamy *7* dans le réservoir d'alimentation en eau *6*. L'alimentation de ce réservoir est réglée par une soupape à flotteur. Celle-ci ne laisse passer à travers l'épurateur que la quantité d'eau nécessaire à la consommation ; s'il ne passe pas d'eau dans celui-ci, la consommation en sels *néolithe* est également nulle.

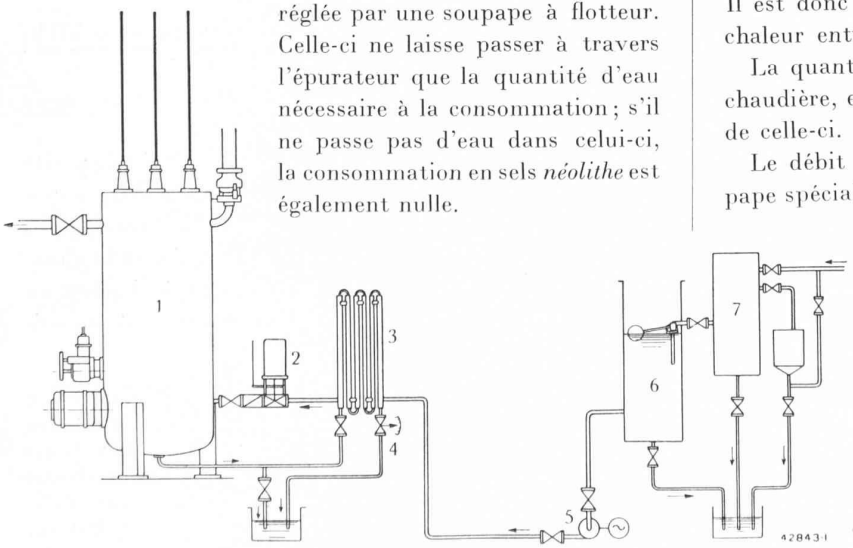


Fig. 3. — Fédération laitière du Léman, à Vevey. Installation d'une chaudière électrique, 800 kW, 4000 V, 8 kg/cm² de pression absolue.

Schéma de principe de la chaudière électrique, avec épurateur d'eau au Néolithe.

1 = Chaudière électrique ; 2 = Soupape d'admission de l'eau d'alimentation ; 3 = Récupérateur de chaleur ; 4 = Soupape d'évacuation des boues ; 5 = Pompe d'alimentation ; 6 = Réservoir d'alimentation ; 7 = Epurateur au Néolithe (Lamy).

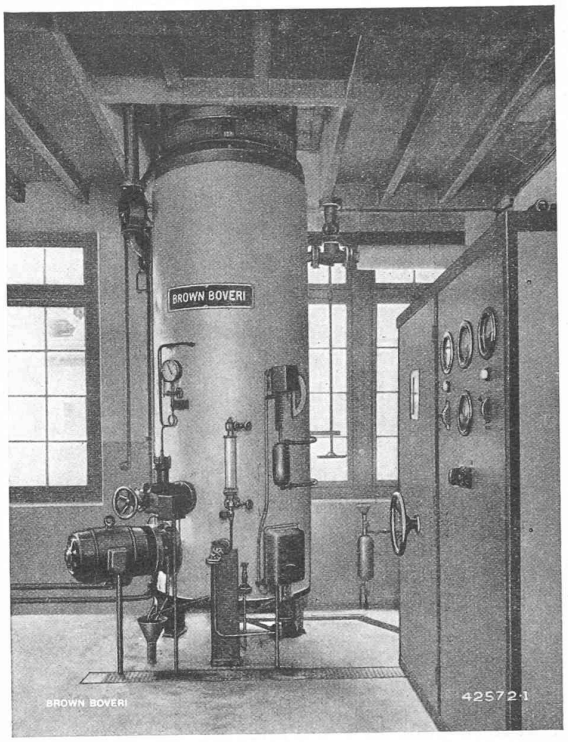


Fig. 4. — Fédération laitière du Léman, à Vevey. Installation d'une chaudière électrique, 800 kW, 4000 V, 8 kg/cm² de pression absolue.

L'eau d'alimentation aspirée hors du réservoir par la pompe d'alimentation *5*, est refoulée dans la chaudière *1*, à travers le récupérateur *3*. Ce dernier travaille d'après le principe des contre-courants. Il est dimensionné de telle sorte que l'eau d'évacuation des boues sortant de la chaudière à une température d'environ 170° sera, à la sortie du récupérateur, refroidie jusqu'à une température dépassant seulement de 5° celle de l'eau d'alimentation. Il est donc pratiquement possible de récupérer toute la chaleur entraînée par les eaux d'évacuation des boues.

La quantité d'eau d'alimentation à admettre dans la chaudière, est automatiquement réglée suivant la charge de celle-ci.

Le débit de l'eau d'évacuation est réglé par une soupape spéciale munie d'une échelle de vérification. Ce dispositif permet au personnel de service de proportionner l'évacuation des boues au débit de la chaudière.

La chaudière électrique est, en outre, munie d'un dispositif de réglage de pression permettant de maintenir la pression à une valeur pratiquement constante, quelles que soient les variations de charge, donc entre 0 et 100 % de la valeur nominale.

La fig. 4 représente l'installation complète. Le tableau de distribution (haute et basse tension) est monté près de la chaudière ; il est disposé de manière que les instruments de contrôle de la distribution, pour la commande des appareils placés sur la chaudière, soient bien visibles.

Il est donc possible de surveiller d'un seul point l'ensemble de l'installation et le fonctionnement de chaque appareil.

L'installation est en service depuis mars 1936 et travaille à l'entière satisfaction du client.

Comparaison des frais d'exploitation pour des chaudières à charbon, à mazout et électriques.

Les considérations suivantes permettront d'étudier plus à fond la production de chaleur et de vapeur dans la chaudière électrique. On sait qu'il existe entre l'énergie sous forme électrique et sous forme thermique la relation suivante :

$$1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal.}$$

Il en résulte qu'un kWh pourra fournir théoriquement les quantités de vapeur indiquées par la fig. 5 (vapeur saturée).

Le rendement de la chaudière électrique varie entre 96 et 99 % suivant sa grandeur ; les pertes consistent en chaleur soutirée en même temps que les boues, en chaleur de rayonnement et en une faible partie de l'énergie électrique, utilisée pour la commande de la pompe de circulation. La plus grande partie de cette énergie est également récupérée sous forme de chaleur. Pour être complet, il faudrait encore mentionner les pertes par électrolyse ; elles sont cependant tout à fait négligeables.

Afin de pouvoir juger de la valeur économique de la chaudière électrique par rapport à la chaudière à foyer, on a comparé ci-après les frais de production des deux systèmes :

a) *Chauffage au charbon (au mazout) :*

$$\text{Coût par kg de vapeur} = \frac{\text{Prix du charbon (mazout) p. kg}}{\text{Coefficient de vaporisation.}}.$$

On entend par « coefficient de vaporisation », X, la quantité de vapeur, en kg, que peut produire un kg de combustible employé ; ce coefficient est donné par :

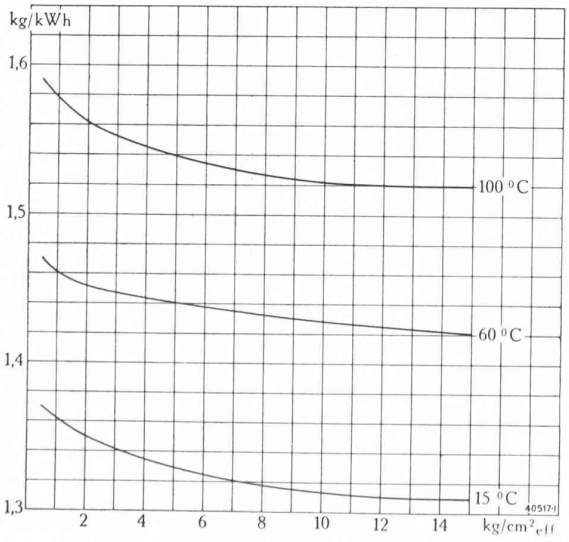


Fig. 5. — Production théorique de vapeur, par kWh, en fonction de la pression, pour différentes températures de l'eau d'alimentation.

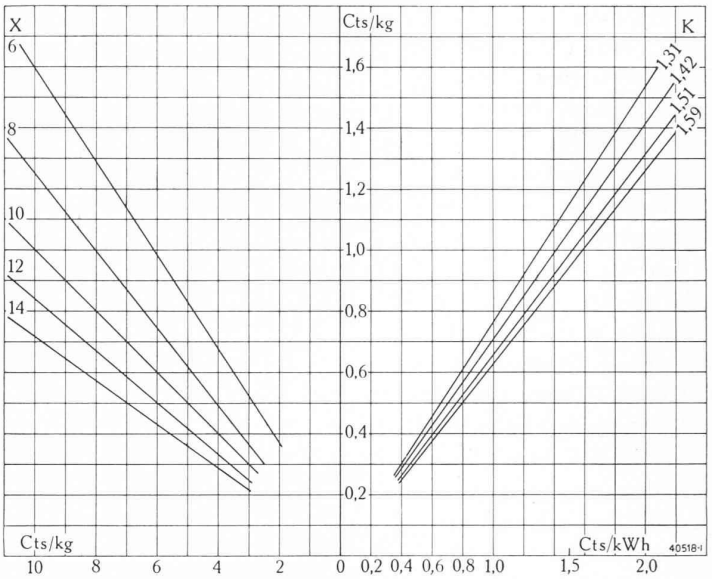


Fig. 6. — Prix de revient de la vapeur, en fonction du prix du combustible, pour différents « cœfficients de vaporisation », et du prix du *kWh*, pour différentes quantités de vapeur produites par *kWh*.

X = cœfficient de vaporisation.
K = quantité de vapeur produite par *kWh*.

$$X = \frac{H.\eta}{i - t_s} \qquad \text{où}$$

H = pouvoir calorifique du combustible

η = rendement de la chaudière

$i - t_s$ = quantité de chaleur de la vapeur, moins la quantité de chaleur de l'eau d'alimentation.

b) *Chauffage électrique :*

$$\text{Coût par kg de vapeur} = \frac{\text{prix du courant par kWh}}{\text{kg de vapeur par kWh.}}.$$

Les deux systèmes seront équivalents si le prix du *kWh* est donné par la formule suivante :

$$\text{Prix du kWh} = \frac{\text{Prix du charbon (mazout) par kg} \times \text{kg de vapeur par kWh}}{\text{coefficient de vaporisation}}.$$

La fig. 6 représente graphiquement le coût des deux systèmes.

Le calcul ci-dessus donne simplement les prix de parité du combustible et du *kWh*, mais pour faire une comparaison complète entre les deux moyens de chauffage, il faut encore tenir compte des avantages qu'offre la chaudière électrique par rapport à la chaudière à charbon ou au mazout, avantages dont les principaux sont les suivants :

a) La chaudière électrique offre une sécurité de service absolue car il ne peut se produire en aucun endroit des températures plus élevées que la température de vaporisation correspondant à la pression de service. Un niveau d'eau anormalement bas ou l'arrêt complet de l'eau d'alimentation ne présente aucun danger pour l'installation. Il est donc superflu de prévoir une deuxième pompe d'alimentation, comme on doit le faire pour les autres chaudières.

b) La mise en service est très rapide puisqu'il suffit de fermer un interrupteur et que la pleine pression est obtenue en un temps relativement court.

c) Possibilité de réglage rapide et adaptation instantanée à des conditions de service variables.

d) Surveillance réduite car l'amenée de combustible et l'enlèvement des cendres n'existent pas. Le fonctionnement peut également être prévu automatique sans grands frais supplémentaires.

e) Encombrement réduit de la chaudière et de ses accessoires.

f) Pas de stock de combustible à constituer à l'avance entraînant, pour une grosse installation, l'immobilisation de capitaux importants.

g) Frais d'installation pas plus élevés que pour une installation au charbon, si on tient compte de tous les frais inhérents aux deux genres d'installation.

h) Grande propreté et suppression des fumées, suies et poussières ; suppression des longues canalisations de vapeur en plaçant la chaudière au point même de consommation.

i) Pas de consommation de courant réactif et, par conséquent, conditions très favorables pour le réseau électrique.

Si l'on tient compte de tous ces avantages, on arrive à la conclusion qu'une installation de chaudière électrique peut toujours se justifier là où l'on dispose d'énergie de déchet et qu'elle permet de valoriser cette énergie en offrant aussi bien au fournisseur de courant qu'à l'industriel, des avantages indiscutables et très importants aux points de vue technique, économique et social.

La *Société Nestlé* a commandé à *B. B. C.*, dernièrement, une chaudière électrique de ce système et tout à fait analogue à celle des *Câbleries de Cossonay* (4000 kW, alimentée directement sous la tension de 13 000 volts du réseau des « Forces de Joux »).

Enfin, une chaudière du même système encore (2000 kW, triphasé 6000 V) vient d'être mise en marche pour desservir en vapeur et en eau chaude la *Société coopérative d'habitation de Vieusseux*, à Genève, décrite dans le « Bulletin technique » du 7 janvier 1933, et comprenant plus de 70 bâtiments.

Réd.

L'activité du Bureau d'entr'aide technique de Lausanne (B. E. T.)

Nous avons, à plusieurs reprises, signalé ici l'existence du bureau d'entr'aide technique, organisé par la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes, avec l'appui financier des autorités.

Au début de mars, après plus d'une année d'activité, ce bureau invitait le public à visiter une exposition de ses travaux.

On ne peut que se féliciter de la façon judicieuse dont furent occupés utilement et selon leurs aptitudes si diverses, plus de 60 techniciens (ingénieurs, architectes ou dessinateurs), totalisant chacun 110 journées de travail en moyenne et cela sans nuire d'aucune manière aux bureaux établis de la place.

Il s'agit, tout d'abord, de travaux exécutés pour la Commune de Lausanne et qui rendront des services signalés, non seulement aux organes techniques de la Ville, mais aussi à tous propriétaires, sociétés immobilières ou entrepreneurs envisageant la construction ou la transformation d'immeubles.

Citons, entre autres, le repérage et le relevé exact, en plan et en élévation, du cours du Flon et de la Louve. Ces cours d'eau, collecteurs d'une grande partie des égoûts de la ville, furent voûtés par tronçons, au cours de ces dernières décades, sans qu'il subsistât de ces travaux des données permettant de localiser de manière certaine le tracé de ces rivières et surtout leurs nombreux points de jonction avec le réseau d'égoûts.

Le bureau d'entr'aide a entrepris, en outre, par quartiers, l'élaboration d'une statistique des zones habitées. Ce travail se présente sous forme de cahiers où plans et tabelles permettent d'être fixé rapidement sur la densité de la population, sur la possibilité d'envisager de nouvelles constructions, etc. Nul doute que ces documents ne soient d'une grande utilité, particulièrement aux services d'extension et d'urbanisme de notre ville.

Divers relevés topographiques, parmi lesquels celui de la région sous-lacustre de Bellerive, celui de la grande digue du port d'Ouchy dont on ne connaissait plus le profil exact et d'autres, constituent autant de documents appelés à faciliter grandement l'élaboration de nouveaux projets ou la réfection d'ouvrages existants.

Mais l'activité du bureau d'entr'aide s'est étendue au delà des limites de Lausanne. Ses services ont entrepris la mise au net d'un plan à l'échelle du 1 : 5000 des régions riveraines du Léman, entre Cully et Morges. Il permettra une étude plus facile de l'aménagement de cette contrée, spécialement en ce qui concerne les voies de communication (traversée de Lausanne).

Il n'existait aucun dessin de nombreux bâtiments cantonaux, en particulier des cures. Cette absence de données précises rendait la transformation de ces immeubles et leur entretien difficiles. Cette lacune fut comblée dans le cas des cures de Pampigny, Champagne, Donneloye Perroy et Vufflens-la-Ville.

Dans le même ordre d'idées les hôpitaux de Saint-Loup firent appel au *B. E. T.* pour la mise au net des plans de leurs établissements. En outre, les organisations de défense aérienne passive eurent recours à lui pour des relevés de caves susceptibles de constituer des abris.

Nous n'avons donné ci-dessus qu'un aperçu des travaux techniques du *B. E.T.* En marge de ceux-ci, nombreux furent les services rendus et dans des domaines fort variés. Le *B. E. T.* confectionna pour divers établissements d'enseignement, soit des collections de dessins ou de diapositifs, soit des appareils de démonstration ; en particulier pour l'Ecole d'ingénieurs, l'Ecole normale les écoles secondaires, etc.

Lors de l'ouverture de l'exposition, en présence des autorités cantonales et communales, M le professeur *A. Stucky*, initiateur du Bureau d'entr'aide technique et président de la commission de surveillance, se félicita de l'excellent esprit qui règne parmi les ingénieurs, architectes et dessinateurs occupés temporairement à ces divers travaux. Il remercia les pouvoirs publics de l'appui efficace qu'ils donnent à cette institution et exprima le vœu qu'au cours des prochains mois, du fait de l'amélioration de la situation générale, chacun pût retrouver une occupation régulière dans les entreprises ou bureaux privés.

En attendant le *B. E. T.* poursuit sa tâche éminemment utile. On se rendra compte de l'importance des services rendus par cette organisation en songeant que, durant cette première année, elle a payé en salaires une somme globale d'environ Fr. 53 000, les frais généraux ne s'étant élevés qu'à Fr. 2300.

Conférence internationale : l'esperanto dans la vie moderne.

Cette conférence se déroulera à Paris, du 14 au 17 mai 1937, dans le cadre de l'*Exposition internationale des arts et des techniques dans la vie moderne.* Elle est placée sous le haut patronage de M. le Président de la République et sous les auspices d'un Comité de patronage qui groupe les personnalités les plus éminentes de la pensée, de la science et de l'industrie.

La participation est gratuite. Réduction de 40 % sur les chemins de fer français. Secrétariat général : Paris (10e), 34, rue de Chabrol.

Réunion internationale d'architectes.

La quatrième « Réunion internationale d'architectes » aura lieu à Paris, à l'occasion de l'Exposition internationale « Arts et Techniques dans la Vie moderne », du 28 juin au 5 juillet 1937.

Un comité exécutif, composé des représentants de tous les