

# **Extraits de la Communication no 4 de la Commsission suisse d'études pour la traction électrique des chemins de fer concernant le choix du système et les devis pour la traction hydro-électrique des chemins de fer suisses (suite et fin)**

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **39 (1913)**

Heft 12

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-30125>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Bulletin technique de la Suisse romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES — PARAISSANT DEUX FOIS PAR MOIS

RÉDACTION : Lausanne, 2, rue du Valentin : D<sup>r</sup> H. DEMIERRE, ingénieur.

SOMMAIRE : *Extraits de la Communication N° 4 de la Commission suisse d'études pour la traction électrique des chemins de fer concernant le choix du système et les devis pour la traction hydro-électrique des chemins de fer suisses* (suite et fin). — *Chaudière à gaz, système Sulzer*. — Greina et Splügen. — Documents pratiques d'architecture. — *De la responsabilité professionnelle des architectes et des ingénieurs*, par le D<sup>r</sup> Max-E. Porret. — Concours pour l'aménagement de l'Eierbrecht, à Zurich. — Société suisse des ingénieurs et architectes. — Ecole Polytechnique Fédérale. — Cours pour techniciens et fonctionnaires sur l'Art moderne de bâtir les villes.

## Extraits de la Communication N° 4<sup>1</sup> de la Commission suisse d'études pour la traction électrique des chemins de fer

CONCERNANT

le choix du système et les devis pour la traction hydro-électrique des chemins de fer suisses.

(Suite et fin)<sup>2</sup>.

### Les résultats des projets pour la traction électrique future sur le II<sup>me</sup> arrondissement C. F. F.

Généralités.

Dès le début, la Commission fit figurer dans son programme l'élaboration de projets d'exploitation, dans le but d'établir l'économie de la traction électrique pour différentes parties typiques du réseau des C. F. F., car les diverses régions diffèrent notablement tant au point de vue des conditions techniques que du trafic et toutes ne présentent pas les mêmes facilités pour la fourniture de l'énergie. C'est ainsi que fut choisi le II<sup>e</sup> arrondissement parce qu'il est, au point de vue de la fourniture de l'énergie, dans des conditions moins favorables que le Gothard. Les calculs furent retardés par le fait que ne disposant pas d'une statistique du trafic suffisante, on dut l'établir préalablement. La présente brochure deviendrait trop volumineuse si l'on exposait les bases et les résultats de ces projets avec la même ampleur que pour le V<sup>e</sup> arrondissement; les projets ont été élaborés d'une manière analogue et tout aussi approfondie; nous donnons ci-après quelques renseignements extraits de ces travaux.

#### Les données fondamentales concernant le trafic.

Etant donné que, suivant toute probabilité, l'électrification n'interviendra que dans plusieurs années, on

<sup>1</sup> Résumé d'après les travaux de plusieurs membres et collaborateurs de la commission, par le Prof. D<sup>r</sup> W. Wyssling, en collaboration avec M. le Prof. D<sup>r</sup> W. Kummer. — Les chapitres que nous publions ici sont extraits de la traduction française. — Librairie F. Rouge & C<sup>ie</sup>, éditeur, à Lausanne.

<sup>2</sup> Voir N° du 10 juin 1913, page 124.

a adopté, pour base, un trafic, en poids *remorqué*, de 30 % plus élevé que celui de 1908 qui est l'année de trafic le plus intense enregistrée jusqu'à la date du commencement des études. Conséquemment, le nombre des trains a été augmenté et l'horaire remanié d'une manière appropriée. On a prévu des vitesses et des accélérations supérieures à celles admises pour la traction future sur le Gothard. Comparativement à la traction à vapeur actuelle, l'augmentation de la vitesse est beaucoup plus importante que celle du projet pour le Gothard.

#### L'énergie nécessaire et sa production.

La consommation spécifique de travail mécanique, à la jante des roues, par tonne-kilomètre, fut évaluée à :

| Pour le trafic moyen : |          |                  |         | Pour le trafic maximum : |          |                  |         |
|------------------------|----------|------------------|---------|--------------------------|----------|------------------|---------|
| Trains directs         | Omni-bus | Trains de march. | Moyenne | Trains directs           | Omni-bus | Trains de march. | Moyenne |
| 42                     | 40       | 26               | 34      | 42                       | 40       | 27               | 34      |

Ce travail est donc, pour le transport des voyageurs, et en moyenne, un peu plus élevé que pour le Gothard.

Le rapport de la puissance maxima à la puissance moyenne, à la jante des roues, est, en moyenne, égal à 3,1 pour le II<sup>e</sup> arrondissement, c'est-à-dire un peu plus favorable que pour le Gothard; mais il est notablement plus élevé dans certaines régions, à cause des grandes variations du trafic.

Les puissances maxima, à la jante des roues, nécessaires pour tout l'arrondissement, sont :

| Pour le trafic moyen | Pour le trafic maximum |
|----------------------|------------------------|
| 38 150 HP            | 48 800 HP              |

ce qui correspond à un maximum de 90 000 HP à l'arbre des turbines.

La puissance annuelle moyenne est de :

15 480 HP à la jante des roues,  
31 000 HP, en chiffres ronds, à l'arbre des turbines.

Il n'existe, ni à l'intérieur, ni dans le voisinage du II<sup>e</sup> arrondissement des forces appropriées à la fourniture de cette énergie, dont la Confédération puisse disposer.

Les recherches amenèrent d'abord à la solution, favorable au point de vue du régime des eaux, mais pas au point de vue financier, consistant dans le transport de l'énergie des centrales du Gothard qui seraient renforcées, avec ou sans l'appoint de la force hydraulique, relativement proche, de *Rapperswil*. On s'est

basé ensuite, pour établir les calculs, sur l'alimentation par cette dernière centrale, et par une centrale avec accumulation située près de *Guttannen* (concessionnaire : Bernische Kraftwerke). La première fut prévue pour 22 000 HP (puissance annuelle moyenne : 12 000 HP environ) et la dernière, pour 100 000 HP. Ces deux centrales ensemble fournissent donc considérablement plus d'énergie que ce n'est nécessaire pour le II<sup>e</sup> arrondissement.

#### Les installations pour la distribution.

Provisoirement, on a prévu des lignes de transport à 90 000 volts qui relient les centrales et les stations (stations de transformation principales). Ces dernières seraient au nombre de 8 : à Bâle, Olten, Herzogenbuchsee, Berne, Bienne, Delémont, Langnau et Lucerne.

#### Le matériel roulant.

comprendrait, pour assurer convenablement les transports :

- 64 locomotives de trains directs de 2100 HP de puissance uni-horaire,
- 68 locomotives lourdes pour trains de marchandises de 1200 HP de puissance uni-horaire,
- 62 locomotives légères pour trains de marchandises de 960 HP de puissance uni-horaire,
- 9 automotrices de 450 HP de puissance uni-horaire.

Il faut y ajouter l'augmentation du parc des wagons en prévision de l'accroissement du trafic et diverses modifications pour le chauffage, etc.

#### Les dépenses d'établissement pour l'électrification

du II<sup>e</sup> arrondissement C. F. F., comprenant tout ce qui est nécessaire pour le trafic futur, se présentent, en chiffres ronds, comme suit :

Centrales, y compris les installations électriques, les intérêts intercalaires, la direction de l'entreprise, et l'imprévu :

|                      | Fr.        |
|----------------------|------------|
| Guttannen . . . . .  | 22 000 000 |
| Rupperswil . . . . . | 12 000 000 |
| Total .              | 34 000 000 |

|   |            |
|---|------------|
| Lignes de transport et sous-stations, y compris les intérêts intercalaires, la direction et l'imprévu . . . . . | 17 500 000 |
| Lignes de contact, retour par les rails, installations à courant faible, modifications aux dépôts, etc. . . . . | 17 500 000 |
|   | 69 000 000 |

|   |             |
|---|-------------|
| Matériel roulant et augmentation du parc des wagons, modifications et réserves, imprévu . . . . . | 50 000 000  |
| Modifications aux installations des dépôts et ateliers, etc., imprévu . . . . .                   | 2 300 000   |
| Modifications aux installations à courant faible, imprévu . . . . .                               | 7 300 000   |
| Imprévu général . . . . .   | 7 400 000   |
| Total .   | 136 000 000 |

#### Les dépenses pour l'exploitation électrique future.

La récapitulation suivante fournit le résultat des calculs effectués de la même façon que pour la traction électrique future du Gothard :

| Dépenses annuelles directes :  | Fr.       | Fr.       | Fr.        |
|--|-----------|-----------|------------|
| Dépenses de personnel . . . . .  |           | 5 151 000 |            |
| Dépenses de matériaux, non compris l'énergie électrique . . . . .              |           | 1 743 000 |            |
| Energie électrique :   |           |           |            |
| Pour les centrales et les installations de distribution.                       |           |           |            |
| Dépenses directes, y compris redevance pour l'eau . . . . .                    | 1 363 000 |           |            |
| Intérêts des capitaux . . . . .  | 2 040 000 |           |            |
| Versements au fonds de renouvellement . . . . .                                | 747 000   | 4 150 000 |            |
| Entretien et réparation du matériel roulant et des lignes de contact . . . . . |           | 3 900 800 |            |
| Dépenses diverses . . . . .  |           | 135 200   | 15 080 000 |
| <b>Dépenses annuelles indirectes :</b>   |           |           |            |
| Intérêts du capital d'établissement . . . . .                                  |           | 4 871 100 |            |
| Amortissement du capital d'établissement . . . . .                             |           | 206 360   |            |
| Versements au fonds de renouvellement . . . . .                                |           | 1 413 040 | 6 490 560  |
|  |           | Total.    | 21 570 560 |

#### Les résultats des comptes d'exploitation,

en tenant compte du trafic accru par rapport au trafic actuel, fournissent, pour les

#### Dépenses spécifiques totales (directes et indirectes) du service de traction

dans le même sens que pour le projet du Gothard :

|                           | pour la traction électrique | pour la traction à vapeur, en 1908, |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| par tkm de poids remorqué | 1,06 ct.                    | 0,98 ct.                            |

Le résultat est donc un peu moins favorable que pour le V<sup>e</sup> arrondissement et, dans les circonstances admises, la traction électrique future reviendrait un peu plus cher que la traction à vapeur. Il ne faut pas oublier qu'on n'a pas choisi la possibilité la plus économique de fourniture de l'énergie, mais des forces plus chères et insuffisamment utilisées. Lorsqu'il s'agira de fournir l'énergie pour tout le réseau des C. F. F. les centrales pourront être beaucoup mieux utilisées ; pour le II<sup>e</sup> arrondissement, en particulier, une bonne partie des frais d'établissement et d'exploitation des centrales qui figurent dans le devis ci-dessus, pourra être économisée. Le prix plus élevé, en apparence, de la traction électrique pourra être réduit de ce fait.

En outre, il ne faut pas oublier qu'une traction à vitesses accrues, telle que sera la traction électrique, nécessiterait, avec la vapeur aussi, des dépenses par unité de travail (tkm) notablement plus élevées, comme on le montre plus loin.

#### Observations finales au sujet du coût.

Pour apprécier l'économie réalisée par la traction électrique sur la traction à vapeur, il n'est pas indiqué de se baser sur les données d'un trafic qui est déjà dépassé aujourd'hui ; mais la comparaison, pour être décisive, doit porter sur le trafic tel qu'il se présentera après l'introduction de la traction électrique.

C'est pourquoi les devis comparatifs relatifs, l'un à la traction à vapeur pour le trafic de 1904 et l'autre, à la traction électrique pour le même trafic, n'ont guère d'importance pour l'avenir.

D'autre part, les résultats financiers des projets pour l'électrification du V<sup>e</sup> et du II<sup>e</sup> arrondissement ne permettent pas une comparaison directe des prix de revient spécifiques de l'unité de travail de transport, parce que toute augmentation du trafic, même en conservant le même système de traction, entraîne une diminution de ces prix spécifiques. Les remarques suivantes sont en faveur de la traction électrique.

Comme on l'a montré précédemment (page 131), les transports *plus rapides* admis comme bases des horaires futurs nécessitent 10% d'énergie de plus que pour le transport des mêmes quantités avec les vitesses actuelles. Ce supplément de travail devrait aussi être développé pour accélérer la traction à vapeur, ce qui entraînerait une consommation de charbon plus grande que celle admise pour fixer le prix unitaire de la traction à vapeur, dans les comparaisons précédentes. Ce surcroît de dépenses compenserait l'économie réalisée par tonne-kilomètre du fait de l'augmentation du trafic ; pour ces raisons, les prix unitaires de la traction électrique future deviennent à peu près comparables avec ceux de la traction à vapeur dans les dernières années de trafic le plus intense.

En plus de l'augmentation considérable des vitesses, la fourniture, relativement irrationnelle, de la force influe désavantageusement sur les dépenses spécifiques pour la traction électrique future du II<sup>e</sup> arrondissement mais on peut prévoir que cet inconvénient résultant du mode de production de l'énergie sera très atténué le jour où l'ensemble du réseau des C. F. F. sera électrifié.

C'est pourquoi ces chiffres ont moins de valeur que ceux relatifs au chemin de fer du Gothard :

*Dépenses pour l'ensemble du service de traction, par tonne-kilomètre brute de poids remorqué, pour la traction électrique future : 0,70 et ; pour la traction à vapeur actuelle : 0,88 et, en 1907 et 0,49 et, en 1908.*

A l'avantage économique — qui ressort de cette comparaison — de la traction électrique future, il faut joindre les considérations suivantes :

Dans l'avenir, les dépenses annuelles pour la traction électrique se réduiront encore davantage, par rapport à celles de la traction à vapeur correspondante, parce que l'énergie, qui représente environ le ¼ des dépenses du service de traction, deviendra meilleur marché au fur et à mesure que l'amortissement des centrales s'effectuera et que leur utilisation s'améliorera (car les dépenses pour le personnel des centrales sont tout à fait secondaires comparées aux dépenses d'établissement), tandis que les dépenses correspondantes pour la traction à vapeur, soit le prix du combustible augmenteront certainement d'une façon continue et pourraient même subir des hausses inattendues.

En outre, la traction électrique, telle qu'elle a été projetée et prise pour base des calculs, amènera une amélioration considérable des transports, grâce à

*l'accroissement des vitesses et à une bien meilleure utilisation des installations du chemin de fer, et cela dans une mesure à laquelle la traction à vapeur n'aurait guère pu atteindre.*

Si l'on voulait obtenir les mêmes résultats avec la traction à vapeur, il faudrait, en tout cas, d'autres locomotives ; les locomotives actuelles devraient donc, en vue de la traction à vapeur à venir, être amorties et remplacées par de nouvelles et on devrait en outre examiner si l'emploi de locomotives à vapeur de même puissance que les locomotives électriques ne nécessiterait pas le renforcement de la voie. Il en résulte que *si l'on voulait imposer à la traction à vapeur les mêmes exigences que celles qui sont à la base des projets de traction électrique, on s'exposerait, dès le début, — à supposer que la traction à vapeur fût capable de réaliser ces exigences — à des dépenses bien supérieures.*

Finalement, on peut s'attendre à ce que les améliorations des conditions de transport dues à la traction électrique — *diminution des temps de parcours pour les trains de voyageurs, meilleure utilisation des installations pour les trains de marchandises, sans compter l'agrément résultant de l'absence de fumée* — entraînent aussi une augmentation *spécifique* du trafic et, par suite, un accroissement du *rapport des recettes aux dépenses.*

On arrive ainsi à la *conclusion* :

*La traction électrique des chemins de fer à grand trafic peut être réalisée facilement, au point de vue technique, et donner toute satisfaction.*

*Etant données les conditions qui caractérisent le réseau des Chemins de fer fédéraux suisses, et eu égard, en particulier, au chemin de fer du Gothard, le système de traction le mieux approprié est le courant monophasé, à 15 périodes environ et avec une tension de ligne de 15 000 volts, ce courant étant produit directement dans des centrales hydro-électriques pourvues autant que possible de bassins d'accumulation.*

*Les projets élaborés sur la base de ce système pour la traction du chemin de fer du Gothard, montrent que la traction électrique, pour le trafic tel qu'il existera au moment de l'électrification, et malgré la supposition de vitesses plus grandes, sera notablement plus économique que la traction à vapeur, même en établissant la comparaison au moyen des prix actuels de la houille ; et à cet avantage, il faut joindre ceux qui résultent de l'absence de fumée et de la possibilité d'une meilleure utilisation des installations du chemin de fer.*

### III. La possibilité de la production de l'énergie nécessaire pour la traction électrique de tous les chemins de fer suisses.

Après avoir établi, en tous points, et de façon la plus minutieuse, la possibilité, tant au point de vue technique qu'à celui de l'économie, de la traction électrique des chemins de fer suisses et avoir contrôlé les résultats de ces recherches par des projets complets d'exécution, la Commission d'études a cru indiqué d'examiner, en s'appuyant sur ces résultats rigoureux,



s'il n'y aurait pas des modifications à apporter aux calculs, établis précédemment<sup>1</sup> sur la base des données fournies par la traction à vapeur, de l'énergie nécessaire pour la *traction électrique future*; la Commission a pensé, en outre, qu'il lui appartenait de rechercher s'il existait des forces hydrauliques propres à assurer, pour toujours, le service de la traction électrique.

C'est le chemin de fer du Gothard qui accuse, jusqu'à ce jour, la plus forte augmentation du trafic par rapport au trafic de 1904, pris pour base; cette augmentation atteint, pour 1907 et 1908, à peu près également, 40 % du travail de transport utile, c'est-à-dire, des tonnes-kilomètres brutes « remorquées ». Or, le projet de traction électrique future du chemin de fer du Gothard prévoit, comme on l'a déjà fait remarquer, une augmentation de 85 %, en tonnes-kilomètres brutes remorquées, sur le trafic de 1904. Cependant, par mesure de sécurité, on a adopté, pour les nouveaux calculs, une *augmentation de 100 %*, en tonnes-kilomètres brutes remorquées, en d'autres termes on a *doublé, pour tous les chemins de fer suisses, le trafic à vapeur de l'année 1904*. Les projets d'exécution contenaient des données, calculées avec précision, sur le poids des organes moteurs et la consommation spécifique d'énergie, au fil de contact et au départ des centrales, par tonne-kilomètre brute, à l'aide desquelles on put calculer l'énergie nécessaire à la jante des roues et dans les centrales. Les projets fournissaient aussi, pour les différentes régions, le rapport des puissances *maxima* aux puissances *moyennes*, dont on déduisait la valeur des premières.

Le tableau ci-dessous donne, en chiffres ronds, les *quantités d'énergie totale nécessaires*. Afin d'obte-

<sup>1</sup> Communication N° 1 de la Commission d'études pour la traction électrique des chemins de fer, Zurich, 1906.

nir une certaine vue d'ensemble, on a procédé à une répartition entre les 5 arrondissements des C. F. F.; la consommation des chemins de fer privés a été ajoutée à celle de l'arrondissement dans lequel ou près duquel ils se trouvent.

Naturellement, on a *évalué* le trafic (qui, comme on l'a vu précédemment, est égal au double du poids remorqué en 1904).

*Pour le trafic futur de tous les chemins de fer suisses qu'on peut raisonnablement prévoir, il suffira de disposer de forces hydrauliques capables de fournir 1200 à 1300 millions de chevaux-heures aux turbines et aménagées pour une puissance maxima de 500 000 chevaux aux turbines.* (Les recherches antérieures, pour lesquelles on ne disposait pas de données aussi exactes, notamment en ce qui concerne le rapport de la puissance maxima à la puissance moyenne, avaient conduit à prévoir la même puissance *maxima* déjà pour le trafic actuel, avec une consommation d'énergie égale aux  $\frac{2}{3}$  environ de celle qui vient d'être calculée pour le trafic futur.)

Or les études sur les forces hydrauliques, faites par des spécialistes, sur mandat de la Commission, ont procuré, en peu de temps, une liste d'une douzaine, environ, de chutes d'eau encore disponibles ou déjà réservées par les Chemins de fer fédéraux, qui, combinées d'une façon appropriée, fourniraient, en chiffres ronds, 1800 millions de chevaux-heures à l'arbre des turbines et qui pourraient donc facilement être aménagées pour livrer une puissance maxima de 625 000 HP.

Par conséquent, la fourniture économique d'une force hydraulique suffisante et appropriée à la traction électrique de tous les chemins de fer suisses paraît donc être hors de doute, si l'on s'assure, dans ce but, des chutes dont il est question ci-dessus. Les besoins pour l'éclairage et les usages industriels pour-

## Récapitulation

de l'énergie nécessaire approximativement pour la traction électrique future de tous les chemins de fer de la Suisse, et du trafic pris pour base de cette évaluation.

| C. F. F.<br>et<br>chemins<br>de fer privés<br>dans la région<br>de l'arrondis-<br>sement | Trafic futur<br>en millions<br>de tonnes-ki-<br>lomètres<br>brutes (poids<br>totaux<br>des trains)<br>par an | Energie nécessaire approximativement       |                 |         |  |                 |         |
|--|--|--|-----------------|---------|--|-----------------|---------|
|  |  | à la jante des roues                       |                 |         | à l'arbre des turbines des centrales       |                 |         |
|  |  | Travail<br>en millions<br>de HPh<br>par an | Puissance en HP |         | Travail<br>en millions<br>de HPh<br>par an | Puissance en HP |         |
|  |  |  | Moyenne         | maxima  |  | Moyenne         | maxima  |
| I  | 3 000  | 136  | 15 500          | 54 000  | 272  | 31 000          | 98 000  |
| II   | 3 600  | 162  | 18 500          | 65 000  | 324  | 37 000          | 118 000 |
| III  | 3 600  | 162  | 18 500          | 65 000  | 324  | 37 000          | 118 000 |
| IV   | 2 000  | 90   | 10 250          | 36 000  | 180  | 20 500          | 65 000  |
| V  | 2 000  | 90   | 10 250          | 36 000  | 180  | 20 500          | 65 000  |
| Total  | 14 200   | 640  | 73 000          | 256 000 | 1 280                                      | 146 000         | 464 000 |

ront aussi être largement couverts, d'après les prévisions normales, car les forces qui ont été relevées sur la liste en question en un temps très court et sans qu'on se heurtât à des difficultés spéciales, ne constituent pas une très grande fraction des chutes de la Suisse aménageables économiquement. Ce n'est pas l'objet de la présente publication d'entrer dans des détails au sujet de ces forces disponibles; il suffit d'énoncer le résultat de ces recherches, savoir que, à ce point de vue, l'électrification de tous les chemins de fer suisses ne peut éveiller aucune crainte.

## Chaudière à gaz, système Sulzer.

Répondant à un besoin de la technique moderne du chauffage, la Maison Sulzer frères, de Winterthur et de Ludwigshafen s. Rhin, met en vente depuis quelque temps une chaudière fonctionnant au gaz pour les installations de chauffage à eau chaude et de préparation d'eau chaude; elle se distingue par son rendement très élevé, sa grande simplicité de construction et les grandes facilités de son service.

Cette chaudière composée de cinq éléments est représentée en vue d'ensemble et en diverses coupes dans les fig. 1 à 4.

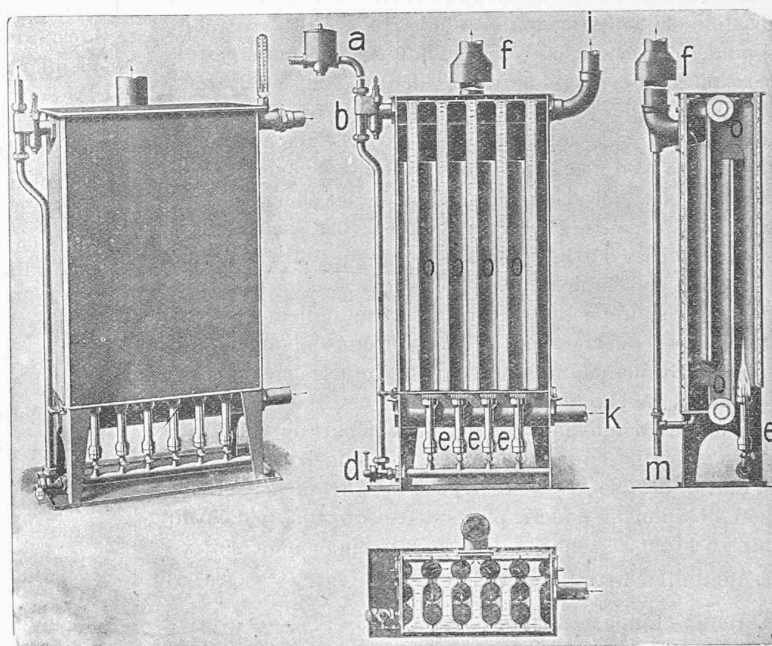
Le gaz de chauffage passe d'abord par un régulateur de pression *a*, d'un fonctionnement sûr, puis par le régulateur de température *b*, le robinet principal *d* et arrive alors aux brûleurs *e*. Les gaz de combustion parcourent les carneaux *o*, montent, puis descendent et enfin remontent, pour arriver à l'air libre par le conduit d'évacuation. Grâce à ce mouvement de montée et de descente, la teneur en calorique du gaz est amplement utilisée, de telle sorte que le rendement de la chaudière est on ne peut plus élevé.

Des essais qui ont été entrepris en juillet 1912, avec une chaudière de 1,74 m<sup>2</sup> de surface de chauffe, dans le laboratoire de l'usine à gaz de la ville de Zurich, ont donné avec une forte pression des effets utiles de 78 à 82 % et même avec une faible pression jusqu'à 85 %.

Un organe dit interrupteur *f* est placé dans le conduit d'évacuation des gaz brûlés; cet interrupteur a pour effet d'empêcher que les coups de vent ne produisent éventuellement des refoulements dans le carneau et n'éteignent les flammes des brûleurs. L'eau qui se forme constamment pendant la combustion du gaz, en raison des condensations (1 m<sup>3</sup> gaz donne 1 kg. d'eau), est évacuée par un conduit d'écoulement *m*. Les carneaux *o* sont constitués par l'assemblage même des éléments distincts. Ils sont accessibles par le simple enlèvement des couvercles et peuvent être ainsi facilement nettoyés. L'eau de chauffe entre en *k* dans la chaudière et sort en *i*. Comme le font voir les figu-

res, la chaudière est parfaitement isolée vers l'extérieur et recouverte d'une enveloppe en tôle. Au besoin, au lieu de la plaque, on peut aussi disposer un recouvrement émaillé.

La chaudière est constituée de 4 à 7 éléments. Dans le premier cas, elle a 1,74 m<sup>2</sup> de surface de chauffe, dans le dernier 3,48 m<sup>2</sup>. La largeur est de 0,285 m., la hauteur de 1,34 m., ces dimensions sont invariables. Quant à la longueur, elle varie de 0,42 à 0,72 m. Par conséquent, l'encombrement de la chaudière est minime et convient partout, même pour l'installation dans le sous-sol d'une habitation. Il convient d'insister sur le fait que le foyer est toujours très propre et qu'à l'encontre des chaudières d'autres genres il n'est manipulé ni charbon, ni cendres. Le



magasin à combustible nécessaire pour le foyer à coke est supprimé avec le chauffage au gaz.

Il convient spécialement de faire ressortir la rapidité de mise en marche de ces chaudières à gaz, attendu que le plein effet de chauffe du foyer s'établit; il en est de même lors de l'allumage des brûleurs pour le réglage automatique de la température de l'eau de chauffage qui est produit par le régulateur de température breveté *b*. Ce réglage repose sur le fait que les fluctuations de la température de l'eau de chauffage influent au moyen du régulateur sur l'admission du gaz. Naturellement, on peut également ici, comme dans les chaudières à coke, suivant la température extérieure, par conséquent selon le degré de chauffage désiré, régler les brûleurs pour obtenir une température plus ou moins élevée de l'eau en circulation.

Il faut s'attendre à ce que ce système de chaudière, étant donnée l'extension des nouvelles installations de gaz, telles qu'on les exécute en grand nombre dans ces derniers temps, principalement là où le gaz est disponible et à bon marché, se répande bientôt et qu'il soit employé encore comme auxiliaire aux chaudières de chauffage d'autres genres et surtout pour l'exploitation des installations de distribution d'eau chaude.