

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 45 (1919)
Heft: 4

Artikel: Turbines à vapeur multiples type Parsons
Autor: Colombi, Ch.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-34877>

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: 30.06.2025

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

pérature déjà élevée de l'air admis, rendent facile l'inflammation des plus mauvais combustibles maigres. Cette chambre d'allumage est faite en matières réfractaires enveloppées d'un calorifuge afin d'éviter les pertes de chaleur vers l'extérieur, et elle est chauffée pour la mise en marche, par un brûleur accessoire à essence, huile lourde, acétylène ou gaz.

Sa forme assure, sur un assez long parcours, le rayonnement intense qui enflammera de sa chaleur le mélange d'air et de combustible bien dosé et sans excès d'air; en pleine marche l'inflammation entretient la chaleur des parois.

Les dimensions de l'orifice de sortie de cette voûte radiante sont telles que la pression y est plus élevée que dans le laboratoire qui lui succède, il en résulte une action catalysante qui facilite la réaction chimique oxydante qu'est la combustion.

Au sortir de cette chambre le mélange enflammé achève sa combustion dans un laboratoire où les gaz atteignent de très hautes températures; températures qu'il n'est pas toujours prudent d'admettre au contact direct des tubes d'une chaudière, parfois entartrée. Aussi emploie-t-on cette chaleur à achever de porter à 300 ou 350 degrés l'air neuf qui va ensuite alimenter le brûleur.

Pour la métallurgie, où les températures élevées sont au contraire désirables, on emploie les gaz immédiatement au laboratoire sans interposer de récupérateur-échangeur.

En ce cas la récupération des calories inemployées ou perdues se fait avant l'évacuation. Les échangeurs sont constitués par des boîtes à chicanes, reliées entre elles par des tubes placés en quinconces.

Les gaz d'évacuation lèchent l'extérieur des tubes, tandis que l'air allant aux brûleurs circule dans les tubes d'une rangée à l'autre.

Ces appareils de récupération ne sont pas seulement utilisables aux brûleurs à charbon pulvérisé, mais ils s'appliquent à toute récupération industrielle de calories perdues sur les appareils thermiques.

Les échangeurs de 5, 10, 15, 20 mètres carrés de surface radiante ont des dimensions variables et la longueur de leurs tubes qui peut être modifiée d'un appareil à l'autre permet de les loger facilement dans les carnaux ou à la base des cheminées.

On peut aussi utiliser les procédés *Reverber pulver* en maintenant les anciennes grilles du foyer qu'on réduit simplement en modifiant les maçonneries des fours et qu'on utilise comme « grille d'allumage » au dessus de laquelle le brûleur horizontal ou incliné envoie le mélange inflammable.

Les figures jointes représentent les deux dispositions décrites ci-dessus et un brûleur isolé pour 30 kg. de charbon à l'heure.

Le pavillon de la buse varie suivant la longueur des flammes que l'on veut obtenir et la distance du point à chauffer.

Le mélange d'air et du combustible se faisant au brûleur même, il n'y a, dans ce système, aucun danger d'inflammation prématurée ou d'explosion.

Ces procédés qui permettent d'utiliser avec un rendement suffisant les mauvais charbons donnent avec les charbons ordinaires une augmentation très sensible du rendement et permettent en outre de brûler les sciures de bois fins et les poussières de lignites et de tourbes desséchées et les moudres et schlamms des extractions minières.

Turbines à vapeur multiples Type Parsons

par CH. COLOMBI, ingénieur,
professeur à l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne.

(Suite¹.)

Nous définirons en premier lieu le rendement global de l'ailetage aux aubes par la relation :

$$\eta_i = \frac{A\mathcal{T}_{u/lot.}}{\Delta H'_{2a/i}} \dots \dots \dots (1)$$

dans laquelle $A\mathcal{T}_{u/lot.}$ représente la somme de tous les travaux fournis aux aubes par les turbines élémentaires, exprimés en calories et $\Delta H'_{2a/i}$ la quantité que nous avons déjà eu l'occasion de mentionner. Les travaux fournis aux aubes par les turbines élémentaires peuvent se calculer très facilement comme différences des énergies cinétiques d'entrée et de sortie : dans le cas considéré actuellement ils s'expriment, pour chaque élément, par la formule :

$$A\mathcal{T}_u = \frac{A}{2g} (c_1^2 - \omega_1^2 + \omega_2^2 - c_2^2) = \frac{A}{g} (c_1^2 - c_2^2) \dots (2)$$

dans laquelle toutes les notations nous sont connues, $A\mathcal{T}_u$ étant, en calories, le travail cherché.

Finalement nous définirons comme suit le rendement aux aubes d'une turbine élémentaire

$$\eta_u = \frac{A\mathcal{T}_u}{2\Delta H_{2a} + \frac{A}{2g} c_2^2} \dots \dots \dots (3)$$

Cette expression contient naturellement au numérateur le travail élémentaire aux aubes et au dénominateur l'énergie fournie à chaque élément sous forme de chaleur et d'énergie cinétique. Cette dernière n'est pas autre chose que de l'énergie cinétique de sortie de la vapeur d'une roue mobile n qui réapparaît comme énergie cinétique d'entrée dans le distributeur successif, appartenant à la turbine élémentaire $n+1$.

Ces définitions établies nous pouvons procéder au calcul de la différence de quantité totale de chaleur utilisée dans chaque élément ou, ce qui revient au même, du dénominateur de la fraction de droite de l'égalité (3).

¹ Voir Bulletin technique 1919, p. 1.

Nous savons que dans chaque file d'aubes se manifestent des pertes par frottement, remous et semblables. Nous pouvons exprimer l'énergie absorbée par ces pertes sous la forme d'une portion de l'énergie cinétique de sortie de chaque file, soit en désignant par ζ le pourcentage de perte ainsi calculé, nous pouvons poser les relations suivantes ; pour une turbine élémentaire quelconque :

$$\text{Roue directrice} \quad \frac{A}{2g} c_1^2 = \frac{A}{2g} c_2^2 + \Delta H_{2a} - \zeta \cdot \frac{A}{2g} c_1^2$$

Roue mobile

$$\frac{A}{2g} \omega_2^2 = \frac{A}{2g} \omega_1^2 + \Delta H_{2a} - \zeta \frac{A}{2g} \omega_2^2 = \frac{A}{2g} c_1^2 = \frac{A}{2g} c_2^2 + \Delta H_{2a} - \zeta \frac{A}{2g} c_1^2$$

La somme de ces deux égalités nous donne, ζ étant admis constant,

$$\frac{A}{g} c_1^2 = \frac{A}{g} c_2^2 + 2\Delta H_{2a} - \zeta \frac{A}{g} c_1^2$$

$$\text{ou} \quad 2\Delta H_{2a} = \frac{A}{g} (1 + \zeta) c_1^2 - c_2^2 \quad (4)$$

Il est d'autre part évident que si nous faisons passer $\frac{A}{2g} c_2^2$ dans le premier membre de chacune des égalités écrites pour obtenir la (4) nous retrouvons dans les membres de droite les différences de chaleur totales diminuées des pertes. La somme de ces différences, diminuée de la somme des pertes, nous donne naturellement l'énergie réellement transformée aux aubes en travail mécanique et nous retrouvons ainsi sans autre l'équation (2).

Introduisons maintenant dans la (3) les valeurs trouvées au moyen de la (2) et de la (4) ; nous obtenons

$$\eta_u = \frac{c_1^2 - c_2^2}{(1 + \zeta) c_1^2 - c_2^2 + \frac{c_2^2}{2}}$$

expression que nous transformerons en faisant intervenir les relations géométriques tirées de l'examen du diagramme des vitesses. Cet examen nous permet d'écrire immédiatement (v. fig. 1)

$$c_1^2 - c_2^2 = 2uc_1 \cos \alpha - u^2$$

puisque $c_2 = \omega_2$.

Nous pouvons écrire cette égalité aussi sous la forme

$$c_1^2 - c_2^2 = u^2 \left(2 \frac{c_1}{u} \cos \alpha - 1 \right)$$

$$\text{et en posant} \quad \left(2 \frac{c_1}{u} \cos \alpha - 1 \right) = B \quad (5)$$

$$\text{on a encore} \quad c_1^2 - c_2^2 = B \cdot u^2 \quad (6)$$

$$\text{d'où finalement} \quad c_2^2 = u^2 \left(\frac{c_1^2}{u^2} - B \right) \quad (7)$$

Ces valeurs introduites dans le dénominateur de la fraction qui définit η_u nous permettent d'écrire

$$(1 + \zeta) c_1^2 - c_2^2 + \frac{c_2^2}{2} = (1 + \zeta) c_1^2 - \frac{c_2^2}{2} = u^2 \left\{ \left(\frac{1}{2} + \zeta \right) \frac{c_1^2}{u^2} + \frac{1}{2} B \right\}$$

ce qui nous donne la valeur du rendement

$$\eta_u = \frac{c_1^2 - c_2^2}{u^2 \left\{ \left(\frac{1}{2} + \zeta \right) \frac{c_1^2}{u^2} + \frac{1}{2} B \right\}} = \frac{B}{\left(\frac{1}{2} + \zeta \right) \frac{c_1^2}{u^2} + \frac{1}{2} B} \quad (I)$$

Cette dernière équation définit donc η_u pour chaque turbine élémentaire de l'ailettage considéré.

Examinons maintenant l'expression du rendement global de ce même ailettage. La valeur de cette quantité résulte de l'équation de définition (1), dans laquelle nous pouvons poser

$$A \mathcal{T}_{u, tot.} = z \cdot A \mathcal{T}_u,$$

mais, d'après l'équation (3)

$$A \mathcal{T}_u = \eta_u \left\{ 2\Delta H_{2a} + \frac{A}{2g} c_2^2 \right\}$$

et d'autre part en tenant compte de la (a)

$$\Delta H'_{2a/t} + \sum_1^{2z} s = 2z \cdot \Delta H_{2a} + \frac{A}{2g} c_2^2$$

soit avec

$$\sum_1^{2z} s = \sigma \cdot \Delta H'_{2a/t}$$

$$(1 + \sigma) \Delta H'_{2a/t} = 2z \cdot \Delta H_{2a} + \frac{A}{2g} c_2^2 \quad (b)$$

En substituant comme dit ci-dessus :

$$\eta_i = \frac{z \cdot \eta_u \cdot \left\{ 2 \cdot \Delta H_{2a} + \frac{A}{2g} c_2^2 \right\} (1 + \sigma)}{2z \cdot \Delta H_{2a} + \frac{A}{2g} c_2^2}$$

$$\eta_i = \eta_u (1 + \sigma) \left\{ 1 + \frac{\frac{A}{2g} c_2^2}{2 \cdot \Delta H_{2a} + \frac{A}{2g} \cdot \frac{1}{z} \cdot \frac{c_2^2}{z}} \cdot \frac{z - 1}{z} \right\}$$

$$\text{Nous savons que } c_2^2 = u^2 \left(\frac{c_1^2}{u^2} - B \right)$$

d'autre part de la (4) nous tirons :

$$2 \cdot \Delta H_{2a} = \frac{A}{g} \{ c_1^2 - c_2^2 + \zeta c_1^2 \} = \frac{A}{g} \cdot u^2 \cdot \left(B + \zeta \frac{c_1^2}{u^2} \right)$$

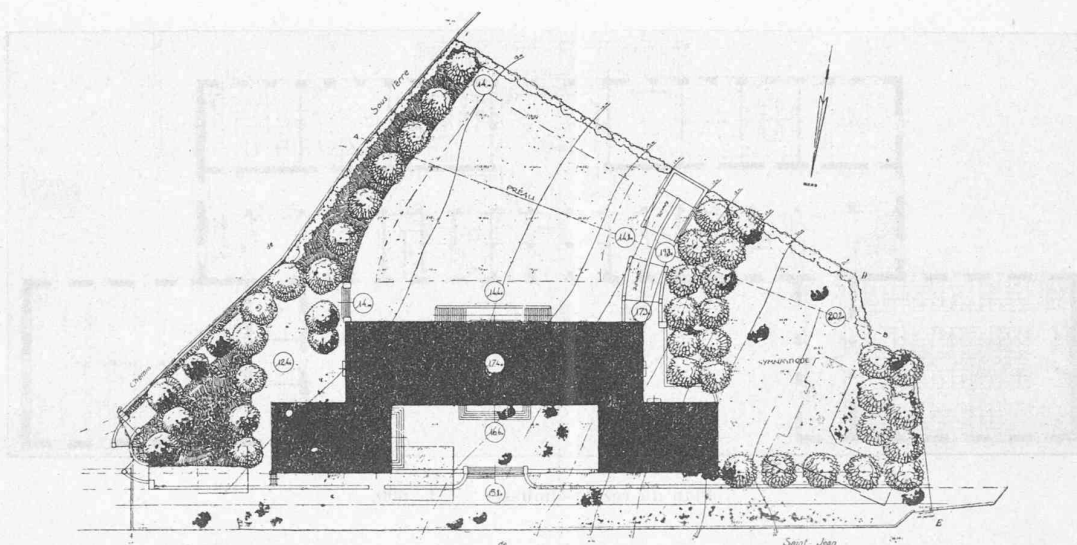
Ces valeurs introduites dans la dernière des équations trouvées nous donnent finalement :

$$\eta_i = \eta_u (1 + \sigma) + \eta_u (1 + \sigma) \frac{z - 1}{z} \cdot \frac{\frac{c_1^2}{u^2} - B}{2 \left\{ \left(B + \zeta \frac{c_1^2}{u^2} \right) + \frac{1}{2z} \left(\frac{c_1^2}{u^2} - B \right) \right\}} \quad (II)$$

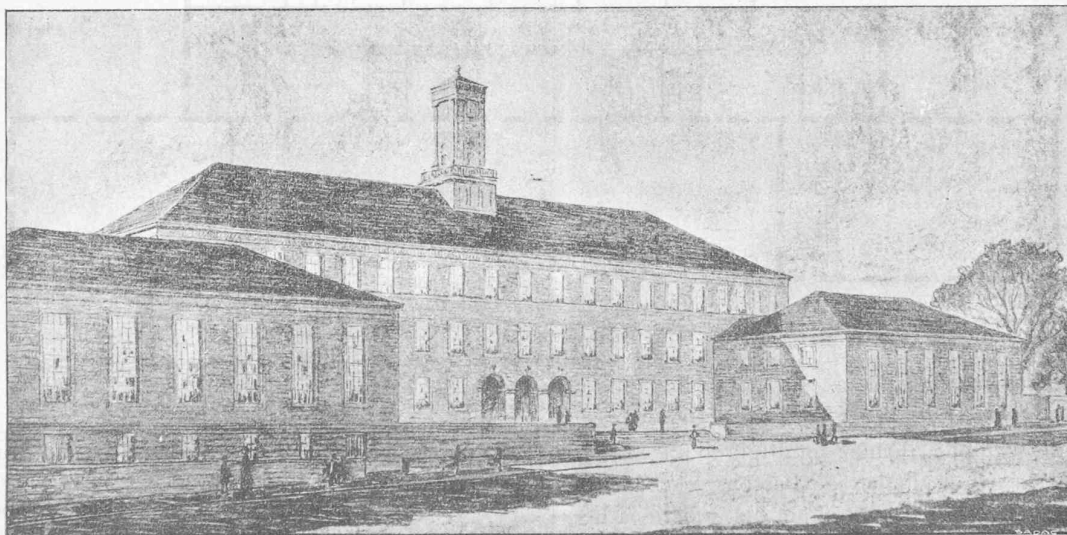
Introduisons maintenant dans l'équation (b) les valeurs de c_2^2 et de $2 \cdot \Delta H_{2a}$ trouvées ci-dessus ; nous obtenons :

$$\begin{aligned} (1 + \sigma) \cdot \Delta H'_{2a/t} &= zu^2 \cdot \frac{A}{g} \left(B + \zeta \frac{c_1^2}{u^2} \right) + u^2 \cdot \frac{A}{2g} \left(\frac{c_1^2}{u^2} - B \right) \\ &= zu^2 \cdot \frac{A}{g} \left\{ \left(B + \zeta \frac{c_1^2}{u^2} \right) + \frac{1}{2z} \left(\frac{c_1^2}{u^2} - B \right) \right\} \end{aligned}$$

CONCOURS POUR LE COLLÈGE DE SAINT-JEAN, A GENÈVE



Plan de situation. — 1 : 1400.



Perspective.

3^{me} prix ex æquo : Projet de MM. P. Aubert et A. Hæchel.

Remarquons que $\frac{A}{2g}$ a comme valeur numérique $\frac{1}{8380}$ et définissons par

$$k = \frac{zu^2}{\Delta H'_{2a|t}}$$

le chiffre caractéristique de l'ailettage considéré.

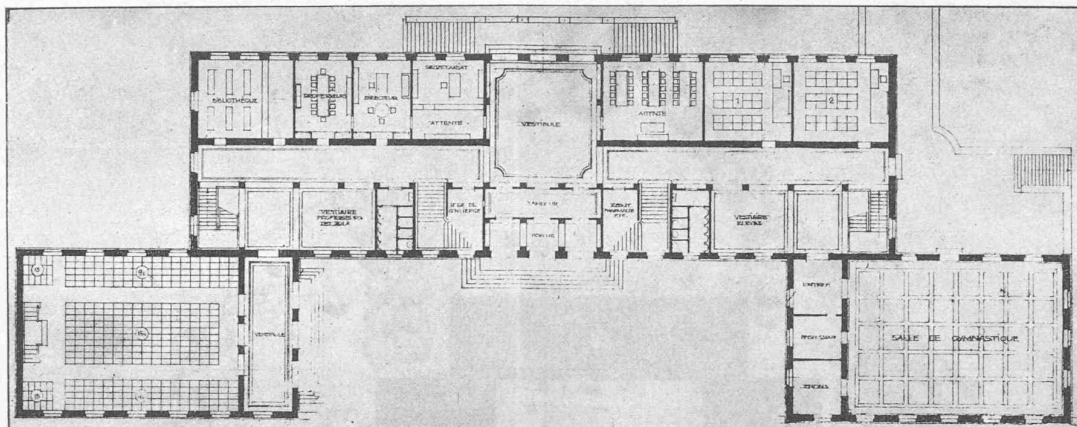
Nous pouvons donc écrire :

$$k = \frac{z \cdot u^2}{\Delta H'_{2a|t}} = \frac{8380(1 + \sigma)}{2 \left\{ \left(B + z \frac{c_1^2}{u^2} \right) + \frac{1}{2z} \left(\frac{c_1^2}{u^2} - B \right) \right\}} \dots (III)$$

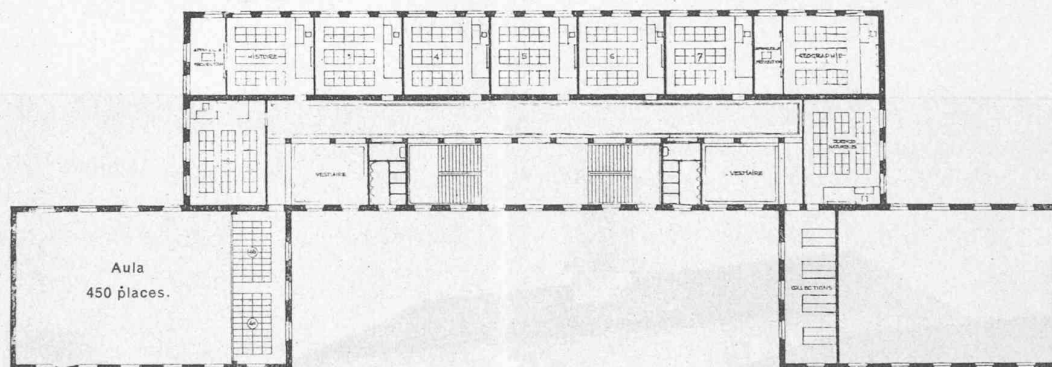
Les équations (I), (II) et (III) sont les relations cher-

chées qui permettent de calculer, et définissent, somme toute, l'ailettage Parsons étudié. Nous allons les discuter brièvement ; leur étude ne présente d'ailleurs rien qui diffère en principe de celle que nous avons faite au sujet des équations semblables — quoique présentées à dessein sous une autre forme — trouvées au sujet des turbines multiples à action. Dans notre première étude nous nous sommes arrêtés spécialement sur des considérations théoriques car, étant donné l'état actuel de la construction des turbines multiples à action, l'intérêt pratique immédiat de la méthode de calcul exposée nous semblait, somme toute, moindre que celui présenté, par exemple, par l'analyse des divers facteurs qui influent

CONCOURS POUR LE COLLÈGE DE SAINT-JEAN, A GENÈVE



Plan du rez-de-chaussée. — 1 : 600.

Plan du 1^{er} étage. — 1 : 600.3^{me} prix *ex aequo* : Projet de MM. P. Aubert et A. Hæchel.

sur le rendement d'une turbine multiple d'une façon générale. Dans le cas de l'ailette Parsons le contraire se vérifie et c'est l'application pratique des équations déterminées ci-dessus pour le calcul des dimensions principales d'une turbine du type étudié qui apparaît pour nous au premier plan. C'est donc l'étude de la détermination d'un ailette Parsons que nous allons entreprendre en détail en ne consacrant que quelques remarques aux questions théoriques, ce qui ne présente aucun inconvénient, puisque les conclusions générales de notre précédente étude peuvent être étendues sans autre aussi au cas considéré actuellement.

(A suivre.)

Concours pour l'étude d'un projet de collège à Saint-Jean, Genève.

(Suite et fin)¹

3^{me} prix *ex aequo* : Projet de MM. Aubert et Hæchel. — Bâtiment central avec deux annexes, renfermant l'aula et la salle de gymnastique. Plan très condensé. Locaux administratifs

¹ Voir *Bulletin technique* 1919, p. 26.

bien groupés. Les escaliers ne se trouvent pas facilement. L'édifice est bien assis sur le terrain; le groupement des masses est bon. L'architecture est d'une bonne tenue mais d'une sobriété excessive. Les préaux sont ordonnés d'une façon claire et simple. Le caractère monumental du mur de la terrasse supérieure est un peu trop accentué.

NÉCROLOGIE

Alfred Richner.

La triste nouvelle du décès de M. Alfred Richner, architecte, a causé parmi ses nombreux amis une vive émotion.

Obligé de se rendre à Paris pour affaires, il y a trois semaines, M. Richner y est mort des suites de la grippe.

Le défunt avait fait toutes ses classes à Neuchâtel (école primaire, collège latin et gymnase cantonal). Il s'était rendu ensuite à Stuttgart pour y faire ses études d'architecture. Rentré dans sa chère ville de Neuchâtel qu'il aimait en vrai patriote, il entra dans le bureau de son père, M. Alfred Richner, mort en mai dernier. Le défunt fut pendant douze ans le dévoué secrétaire de la section de Neuchâtel de la Société suisse des Ingénieurs et des Architectes.

Enlevé aux siens à l'âge de 37 ans, il avait cependant déjà