

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 115/116 (1940)  
**Heft:** 4

## Inhaltsverzeichnis

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

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

INHALT: Application d'un nouveau diagramme thermodynamique  $i - \Phi$  à l'étude du cycle d'une turbine aéro-dynamique. — Die Entwicklung der kombinierten Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlagen. — Rennbahn-Tribüne in Yodo bei Kyoto, Japan. — Elektrifikation Andermatt-Disentis der F. O.-Bahn. — Kleinsiedlungen im ländlichen Bezirk. — Bettbildung, Geschiebe- und Schwebestoffführung. — Mitteilungen: Feuerlöschboot für den Hafen von Stavanger. Von der Schweizer Mustermesse

1940. Grosser Windkanal von Guidonia. Entlastungsringe für Kreiselpumpen aus Kunstharz-Pressstoff. Baulicher Luftschutz. Eidg. Tech. Hochschule, S. B. B. Lohnersatzordnung für mobilisierte Wehrmänner. Zementhalle der LA. E. T. H. Schlittenseilbahn Airolo-Culiccio. Anhänger mit Einrichtung zur Vergasung fester Brennstoffe. — Wettbewerbe: Aktuelle Probleme des architekten. Wettbewerb. Verwaltungsgebäude der Schweiz. Nationalversich.-Ges. in Basel. — Nekrologe: Louis Girod. Ernst Ziegler.

Band 115

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Verelnsorgane nicht verantwortlich der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 4

## Application d'un nouveau diagramme thermodynamique $i - \Phi$ à l'étude du cycle d'une turbine aéro-dynamique

Par CH. COLOMBI, Ing., Professeur à l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne

Diverses publications ont renseigné, au cours de ces derniers mois, les thermiciens sur le principe d'une installation thermo-aérodynamique préconisée par MM. le Prof. Dr. J. Ackeret et Dr. C. Keller et exécutée actuellement, à titre expérimental, par la Maison EscherWyss<sup>1)</sup>. L'étude de ce cycle étant facilitée et rendue particulièrement commode par l'emploi d'un nouveau diagramme thermodynamique, nous estimons intéressant de résumer, aussi brièvement que possible, en ce qui suit, le principe de ce diagramme et son application à l'examen du cycle précité.

### I. Le diagramme enthalpie-potential thermodynamique ( $i - \Phi$ ).

Dans une étude qui va paraître<sup>2)</sup> nous exposons de façon détaillée la théorie du diagramme  $i - \Phi$  et mettons en évidence de nombreuses particularités de cette nouvelle représentation. Cette publication est accompagnée de trois graphiques à grande échelle pour l'air, le  $CO_2$  et le  $NH_3$ ; elle contient en outre divers exemples d'applications au dit diagramme au calcul des turbo-compresseurs (qui a du reste été le point de départ de la recherche du diagramme en cause lui-même), aux installations frigorifiques, etc.

Ce travail est susceptible de renseigner sur une série de questions qui sortiraient du cadre de la présente notice; nous renvoyons donc les personnes que cela pourrait intéresser au petit volume cité, en nous limitant ici à quelques explications aptes à mettre en évidence les notions fondamentales qui nous ont servi de base.

Soit, pour l'unité de poids (1 kg) d'un corps ou d'un système de corps :

$T$  = température absolue du corps ( $^{\circ}K$ ),

$t$  = température centigrade du corps ( $^{\circ}C$ ),

$s$  = entropie du corps (Cl/kg),

[Cl = Clausius = unité de l'entropie]

$v$  = volume spécifique du corps ( $m^3/kg$ ),

$p$  = pression à laquelle est soumis le corps ( $kg/m^2$ ; indications numériques en  $kg/cm^2$ ),

$A$  = équivalent thermo-mécanique =  $1/427,2$  (correspondant à 860 Cal par kWh).

On connaît les deux relations suivantes, en quelque sorte classiques, qui définissent les variations élémentaires de quantités fondamentales en thermodynamique :

$$\text{Enthalpie} \dots \dots \dots di = T ds + A v dp \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Potential thermodynamique} \dots \dots \dots d\Phi = -s dT + A v dp \dots \dots \dots (2)$$

La somme de ces deux variations élémentaires, qui sont (notoirement et comme nous l'avons montré, entre autres, en de précédentes publications<sup>3)</sup> tout en insistant sur cette propriété dans le travail précité concernant les diagrammes  $i - \Phi$ ) des différentielles exactes est :

$$di - d\Phi = d(sT) \dots \dots \dots (3)$$

soit une autre différentielle exacte.

Dès lors on a immédiatement les résultats suivants :

a) Transformations isentropiques ( $s = ct$ )

travail élémentaire  $di = A v dp$

travail  $i - i_0 = AL$

b) Transformations isobares ( $p = ct$ )

chaleur échangée (élémentaire)  $di = T ds$

chaleur échangée  $i - i_0 = Q$

c) Transformations isothermiques ( $T = ct$ )

travail élémentaire  $d\Phi = A v dp$

travail  $\Phi - \Phi_0 = AL$

chaleur échangée (élémentaire)  $di - d\Phi = T ds = dQ$

chaleur échangée

$$(i - i_0) - (\Phi - \Phi_0) = T(s - s_0) = Q$$

<sup>1)</sup> Eine aerodynamische Wärmekraftanlage, par Ackeret et Keller; «Schweizerische Bauzeitung», 13. Mai 1939. — Idem. «Escher Wyss-Mitteilungen», 1939, Nos. 1/2. Turbine thermo-aérodynamique; «La Technique Moderne», Paris, 1er août 1939.

<sup>2)</sup> «Le diagramme enthalpie-potential thermodynamique  $i - \Phi$  ses propriétés et ses applications au calcul des turbo-compresseurs et des installations frigorifiques». Dunod, Edit., Paris.

<sup>3)</sup> Par exemple: «Potentiels et représentations géométriques de la thermodynamique». Dunod et Pinat, Paris, 1914.

Si maintenant on choisit comme coordonnées d'une représentation graphique les différences de  $i$  et de  $\Phi$ , dont seules les variations nous intéressent (comme c'est le cas pour celles de  $s$  d'ailleurs), en portant, p. ex. et pour des raisons de commodité, comme abscisses horizontales les valeurs de l'enthalpie à partir d'un zéro arbitraire et, comme ordonnées verticales, celles du potentiel thermodynamique également comptées à partir d'un zéro arbitraire, il est bien évident que les données rappelées ci-dessus seront fournies sous la forme de simples mesures de segments droits, ce qui facilite tous les calculs numériques. On le verra d'ailleurs dans l'examen du cycle de l'installation thermo-aérodynamique que nous entreprendrons ci-dessous. Il est manifeste cependant, et de façon générale, que dès qu'un cycle comporte des transformations isothermiques non isobares (et de tels cycles deviennent, dans la pratique, de plus en plus fréquents et intéressants) le diagramme  $i - \Phi$  présente des avantages déterminants.

Ainsi que nous l'avons signalé, la publication<sup>1)</sup> comporte comme annexe, entre autres, un diagramme relatif à l'air atmosphérique sec, établi en tenant compte de la variabilité des chaleurs spécifiques avec la température et sur la base de procédés graphiques que nous y exposons en détail; il nous est naturellement impossible, dans le cadre de cette notice, d'exposer les particularités de ces déterminations, mais ce qui suit donnera une idée suffisamment nette de l'allure générale du diagramme en cause et de ces caractéristiques pour que nous puissions nous passer de plus amples discussions, pour le moment du moins.

### II. Représentation du cycle de l'installation thermo-aérodynamique au moyen du diagramme $i - \Phi$ et calculs y relatifs.

Le schéma de l'installation visée est rappelé, dans les formes que nous utilisons de coutume à cet effet, par le croquis de la fig. 1. Conformément à ce que signalent les articles de MM. Ackeret et Keller, le générateur de chaleur est rappelé en 1; il reçoit l'air nécessaire à la combustion par 2, cet air circulant

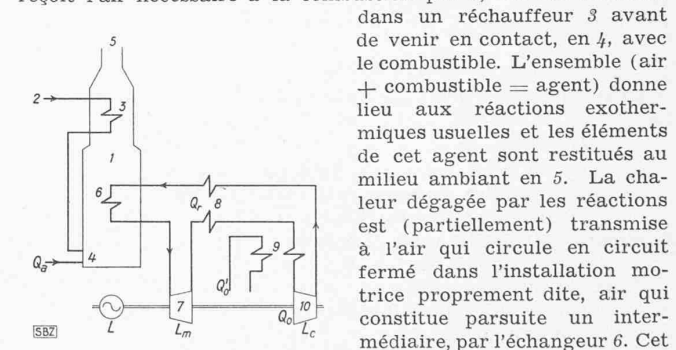


Fig. 1. Schéma d'installation thermo-aérodynamique

dans un réchauffeur 3 avant de venir en contact, en 4, avec le combustible. L'ensemble (air + combustible = agent) donne lieu aux réactions exothermiques usuelles et les éléments de cet agent sont restitués au milieu ambiant en 5. La chaleur dégagée par les réactions est (partiellement) transmise à l'air qui circule en circuit fermé dans l'installation motrice proprement dite, air qui constitue ensuite un intermédiaire, par l'échangeur 6. Cet intermédiaire, qui circule en 6 sous une certaine pression supérieure à l'atmosphérique, se détend dans la turbine 7 en produisant du travail. Après sa sortie de cette turbine il traverse un échangeur de chaleur 8 qui permet la récupération de calories contenues dans le fluide évacué de 7, puis un autre échangeur 9 déterminant, éventuellement, une cession de chaleur au milieu ambiant, pour aboutir enfin à l'aspiration du turbo-compresseur 10 qui le refoule derechef dans le circuit.

Comme l'ont fait MM. Ackeret et Keller, nous allons admettre ce qui suit afin de ne prendre en considération que le cycle théorique de l'installation: a) les éléments constitutifs de l'agent quittent le générateur en 5 à la température et à la pression du milieu ambiant, soit dans le même état thermique qui les caractérisaient lors de leur admission dans ce générateur; b) la détente dans la turbine 7 est isentropique; c) la compression dans le turbo-compresseur 10 est isothermique; d) les échangeurs de chaleur sont parfaits.