Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 27 (1901)
Heft: 21

Artikel: Le développement de la turbine à vapeur
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-22150

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: 12.07.2025

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

5 Novembre 1901. — N° 21

Bulletin Technique de la Suisse Romande

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

Rédacteur en chef et Editeur responsable : E. IMER-SCHNEIDER, Ingénieur-Conseil, GENÈVE, Boulevard James-Fazy, 8

SOMMAIRE : *Le développement de la turbine à vapeur. — Exposition cantonale vaudoise de Vevey en 1901* (suite et fin), par M. Ch. Panchaud, ingénieur.— *Des inventions brevetables en Suisse*, par M. J. Spiro, professeur. — *Divers :* Détermination par le calcul des dimensions des cônes étagés de poulies. — SUPPLÉMENT : *Mises au concours :* Bourses pour les beaux-arts. — *Chemins de fer fédéraux :* Bâtiment d'administration. — Divers. — *Résultats de concours :* Hôtel de Ville de Vallorbe. — Timbres postes.

Le développement de la turbine à vapeur

Nous empruntons à la plume de notre éminent collègue M. Anatole Mallet le résumé publié dans les *Mémoires et compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France* d'un mémoire présenté à l'American Society of Mechanical Engineers par M. le professeur R. H. Thurston.

L'auteur, dit M. Mallet, rappelle d'abord la grande analogie de principe qui existe entre les deux principales formes actuelles de la turbine à vapeur, celles de de Laval et de Parsons, avec l'appareil à réaction de Héron d'Alexandrie et la roue de Branca, l'un de 120 avant J. C., l'autre de 1629.

La turbine à vapeur doit être, en principe, d'un emploi économique, parce qu'elle est d'une rigoureuse simplicité et qu'elle n'est sujette qu'à des frottements très réduits auxquels donnent lieu seulement deux tourillons de faible diamètre. Elle a de plus l'avantage d'être entièrement soustraite à la cause principale de perte des machines à mouvement alternatif, la variation de température des parois intérieures en contact alternatif avec la vapeur sortant de la chaudière et la vapeur s'échappant de la machine, perte qui est d'au moins 10 o/o et peut s'élever à 50 o/o et même plus de la quantité fournie au moteur. Dans la turbine à vapeur, les surfaces intérieures sont toujours à la même température. La seule perte thermique est celle qui se produit par rayonnement et par contact, et c'est très peu de chose. Les pertes thermodynamiques sont dues, comme dans les autres moteurs à vapeur, à la détente incomplète dans l'appareil et à la sortie du fluide moteur avec une vitesse qui n'est pas en rapport avec celle qui serait nécessaire pour réduire la perte au minimum.

Les résultats obtenus avec le *Turbina* muni de machines du type Parsons aux essais qui eurent lieu en 1894 et dans lesquels on a réalisé des vitesses supérieures à 32 nœuds, avec une dépense inférieure à 9 kg de vapeur par cheval-heure, ont attiré l'attention sur la possibilité d'employer couramment la turbine dans la navigation et les résultats obtenus avec un second navire le *Viper* qui a donné une vitesse de 37 nœuds ou 68,5 km à l'heure, ont confirmé la valeur des principes sur lesquels le navire et son appareil moteur avaient été établis.

Il n'est pas douteux qu'on arrive à employer des turbines à vapeur de grande puissance pour beaucoup d'applications, maintenant que leur fonctionnement a été reconnu satisfaisant, notamment pour les torpilleurs, et leur construction sur une vaste échelle permettra de résoudre sans difficulté diverses questions dont un usage très restreint ne pouvait donner la solution. Il semble que, comme cela s'est produit pour les moteurs à gaz, plus on construit de machines, plus les questions d'études et d'exécution se simplifient et plus on arrive à se rapprocher du rendement théorique dans le problème de la transformation de la chaleur en travail.

Les grandes turbines ont une vitesse de rotation relativement réduite et on peut considérer comme pratiquement réalisable dès à présent la construction d'un paquebot transatlantique avec des turbines de 30000 à 40000 *ch* tournant à 400 tours au plus par minute et actionnant quatre arbres et huit hélices, en consommant peu de vapeur et de combustible et réalisant une énorme réduction de poids et d'encombrement. Avec ces moteurs on n'aurait ni bruit ni vibrations désagréables pour les passagers et la simplicité de la construction et la suppression des innombrables parties frottantes des machines ordinaires donneraient une précieuse garantie contre les avaries ou dérangements provenant de fuites, échauffements de coussinets, etc., qu'on rencontre avec les machines à mouvements alternatifs.

On pourrait employer des pressions de vapeur très élevées limitées seulement par la résistance des chaudières.

En discutant la théorie générale de la turbine à vapeur, le professeur Thurston montre que ces appareils fonctionnent dans le cycle de Rankine ou de Clausius et donne une analyse complète du cas idéal de ce cycle où il n'y a pas de compression. Il fait voir que la turbine satisfait à ce cycle plus complètement qu'aucune autre forme de moteur à vapeur et constitue le moteur du genre le plus simple et le plus efficace au point de vue thermique.

L'étude très complète qu'il fait de la question conduit l'auteur aux conclusions suivantes :

1° La turbine à vapeur se rapproche plus de l'idéal théorique au point de vue thermodynamique qu'aucun autre moteur ; il ne lui manque que la compression pour satisfaire au cycle de Carnot ;

2° Elle n'est point sujette au genre de perte qui, dans les machines ordinaires, constitue la plus importante des pertes qu'on peut appeler extra-thermodynamiques, l'action des parois ;

3° Elle se prête particulièrement bien aux pressions très élevées dont l'emploi est justement considéré comme

un moyen efficace d'améliorer le rendement des moteurs à vapeur ;

4° Sa vitesse de rotation n'est limitée que par la résistance des matériaux employés dans sa construction ;

5° La turbine s'accommode très bien de l'emploi de la vapeur surchauffée, parce qu'elle ne contient pas de parties frottantes et la limite de la surchauffe est seulement la température à laquelle la résistance des métaux serait sensiblement altérée. Dans ce cas, la limite est à la chaudière et non à la machine comme dans les moteurs alternatifs ;

6° Il suffira, pour assurer au moteur le maximum d'effet utile, de prendre quelques précautions très simples pour réduire les frottements de l'axe et isoler autant que possible la partie tournante du contact de l'air ;

7° Les pertes dans la turbine à vapeur sont toutes extra-thermodynamiques, sauf la perte due à l'absence de compression adiabatique de la vapeur qui a agi. Ces pertes consistent dans 1° le frottement des coussinets qu'on peut réduire au minimum par l'emploi de matériaux et de lubrifiants convenablement choisis ; 2° le frottement de la vapeur à l'entrée et à la sortie de la roue, frottement qu'on peut réduire d'une part par la surchauffe, de l'autre par l'emploi de la condensation ; 3° les pertes par fuites qu'on peut minimiser par une construction très soignée ; 4° la perte par détente incomplète qui peut être réduite dans une limite dépendant de considérations telles que l'augmentation des frottements et de la dépense qu'entraînerait l'emploi de roues de très grand diamètre ; 5° les pertes thermodynamiques provenant de l'absence de compression adiabatique de la vapeur qui a agi, compression nécessaire pour passer du cycle de Rankine-Clausius au cycle de Carnot. Il paraît difficile de parer à cette cause de perte, à moins de recourir à l'emploi d'une pompe séparée pour comprimer la vapeur, ce qui ôterait la plus grande partie des avantages de l'appareil au point de vue de la simplicité et introduirait les pertes d'un autre ordre.

Comme le professeur Thurston, dans le remarquable exposé qui précède, a abordé la question de l'application de la turbine à vapeur à la navigation océanienne, il nous paraît intéressant d'exposer ici l'opinion sur ce point d'une autorité incontestable, le contre-amiral Melville, ingénieur en chef de la marine des Etats-Unis, lequel, consulté par le *Scientific American*, a formulé dans les colonnes de ce journal ses appréciations sur la matière.

L'amiral Melville se défend énergiquement d'être le moins du monde opposé au progrès et considère qu'il n'est pas digne d'un grand pays de rester tranquille et d'attendre que les autres nations aient étudié les choses nouvelles pour profiter ensuite de leur expérience.

Mais, d'autre part, un appareil nouveau doit avoir dépassé dans une certaine mesure la période expérimentale pour pouvoir aspirer à remplacer des machines éprouvées depuis longtemps et rien n'est plus difficile que de fixer la minute précise où cette période expérimentale est accomplie. On a bien des exemples de machines qui ont subi triomphalement les essais les plus sévères et qui n'ont pas résisté à l'épreuve d'une pratique un peu prolongée.

Il n'y a pas le moindre doute que la turbine à vapeur ne fonctionne d'une manière satisfaisante et qu'elle n'ait donné de brillants résultats au point de vue de la vitesse sur le *Turbinia* et le *Viper*, mais, si la vitesse est quelque chose en marine, ce n'est pas tout.

Sur ces navires elle n'a rien fait probablement que n'eussent pu faire des machines ordinaires et l'amiral croit que celles-ci peuvent faire ce que ne fera pas la turbine. Pour les choses nouvelles, en mécanique, il faut non des semaines ni des mois, mais des années d'épreuve avant qu'on puisse décider qu'un appareil est pratique. Or on demande aux torpilleurs un essai de vitesse de quelques heures et on les laisse ensuite au repos pendant des années.

La turbine tourne à des vitesses auxquelles on n'est pas accoutumé en marine et pour l'adapter à la propulsion des navires, on doit recourir à des combinaisons de moteurs et de propulseurs qui ne sont pas très simples. Pour réduire la vitesse des moteurs à celle qui convient généralement aux hélices il faudrait arriver à des diamètres de turbines difficiles à admettre et donnant lieu à de sérieuses objections.

L'amiral Melville conclut que la turbine est toute indiquée pour certaines applications où une vitesse très élevée convient parfaitement et que ce serait lui rendre un mauvais service que vouloir la transporter sur un terrain qui ne lui est pas propice comme la marine, il faudra que sa consommation de vapeur s'abaisse encore notablement pour qu'elle puisse lutter à terre d'une manière générale avec la machine alternative.

Il nous semble qu'à côté de ces observations très judicieuses, mais d'un caractère un peu général, on pourrait formuler quelques réserves d'une nature plus précise.

Le grand avantage de la turbine à vapeur est son extrême simplicité, avantage qui peut faire passer, dans beaucoup de cas, sur une consommation de vapeur plus élevée dans certaines limites ; mais il faut éviter, semble-t-il, de l'amener sur un terrain où elle doit forcément perdre tout ou partie de cette simplicité. C'est précisément ce qui a lieu dans les applications à la marine où elle doit pouvoir tourner dans les deux sens, recevoir l'addition de condenseurs à surface avec tout leur attirail de pompes à air, pompes de circulation, etc., à moteurs spéciaux peu économiques, et se subdiviser en appareils multiples, ce qui entraîne une complication inévitable, sans compter le percement d'orifices plus ou moins nombreux pour la sortie des arbres des hélices, choses que les marins ne voient pas d'un bon œil et qui doivent toujours donner lieu à quelque appréhension.

M. Thurston, indique que la turbine, n'ayant pas de pièces frottantes, se prête admirablement à l'emploi de la surchauffe ; c'est exact, mais il ne faut pas perdre de vue que la surchauffe agit ici tout autrement que dans la machine alternative. Elle réduit le frottement de la vapeur dans les aubages par la suppression de la présence d'eau dans la vapeur, ce qu'on peut obtenir également sans surchauffe par de bonnes proportions de l'appareil évaporatoire et une conduite convenable des feux, tandis que, dans les machines alternatives, elle agit en réduisant les conden-

sations initiales sur les surfaces intérieures des cylindres, ce qu'on ne peut pas obtenir au même degré par d'autres moyens.

De plus, la limite de la surchauffe n'est pas seulement, comme le dit M. Thurston, dans la résistance des matériaux à la chaleur, elle est, avant tout, dans la quantité de chaleur disponible et la température des gaz à la sortie de la boîte à fumée, et ces éléments ont une valeur d'autant plus faible que l'appareil évaporatoire est plus parfait.

Dans certaines machines marines la température de ces gaz ne dépasse guère 300° C., ce qui donne une marge très faible pour la surchauffe. Il y aurait d'ailleurs lieu d'examiner quel est le parti le plus avantageux à tirer de la chaleur conservée par ces gaz. Est-ce de surchauffer la vapeur ? Est-ce de réchauffer l'eau d'alimentation ou enfin de chauffer l'air destiné à la combustion ? On n'est pas fixé sur cette question.

Pour surchauffer énergiquement la vapeur, il faut recourir à l'emploi d'un foyer séparé, c'est peu pratique à la mer. Un fait très remarquable à notre avis, c'est que M. Schmidt qui a fait de nombreuses et heureuses applications d'une très forte surchauffe à terre et même l'a essayée sur des locomotives comme on a pu le voir l'année dernière à Vincennes, ne l'a pas encore, croyons-nous, tentée sur mer. Nous avons indiqué en mars 1895 (Mémoires et compte rendu..., page 477), que M. Schmidt s'occupait d'appliquer son système à un torpilleur pour en mieux faire ressortir les avantages ; il semble que cette application est encore à faire, tant à ces torpilleurs qu'à un navire quelconque, ce qui prouve bien qu'il y a des difficultés très sérieuses, sinon insurmontables. Il ne faut donc pas, pensons-nous, s'exagérer la supériorité que la facilité de l'emploi de la surchauffe peut conférer à la turbine à vapeur si, comme il semble, la vraie difficulté est, non pas d'employer la vapeur surchauffée, mais de la produire.

Il est évident, en outre, qu'une condition *sine qua non* est que la consommation de vapeur de la turbine marine arrive à ne différer que d'une valeur assez faible de la consommation des machines ordinaires, parce que l'approvisionnement supplémentaire de combustible et les chaudières additionnelles nécessaires enlèveraient rapidement tout l'avantage dû au moindre poids et au moindre encombrement de la turbine.

Si par exemple, pour fixer les idées, la turbine dépensait 150 gr de charbon de plus par cheval-heure que la machine ordinaire, pour les 36,000 HP du *Deutschland*, ce serait un excédent de consommation de 5.4 t à l'heure, 130 par 24 heures et 1,040 pour 10 jours (réserve comprise). Il faut y ajouter 25 % environ en plus d'appareils évaporatoires, soit pour 12 chaudières doubles et 2 simples, 3 doubles et 1 simple, les premières pesant avec l'eau 600 t et la seconde 120 t, total 720 t, ou, avec le charbon, 1,660 t à compenser avec la différence de poids entre la machine alternative (cylindres, mécanisme et bâtis seulement) et les turbines à vapeur, et cela sans compter la même augmentation de 25 % sur les appareils de condensation, etc. C'est un calcul à faire, calcul dont nous ne possédons pas les éléments.

La question reste donc ouverte et on ne peut que désirer la voir s'élucider peu à peu sous l'action des nouvelles applications dont on parle dans les journaux, entre autres celles qui auraient pour objet un paquebot de la Manche et un bateau de la Clyde.

Exposition cantonale vaudoise de Vevey

en 1901

(Suite et fin.)

Le cadre de notre journal ne nous permet pas de nous attarder à certains groupes, aussi ne ferons-nous que signaler en passant ce qui peut intéresser.

Dans le Groupe II, *groupe de l'ameublement*, il faut mentionner l'exposition très complète de la *Société suisse d'ameublement*, à Lausanne. Les douze pièces sont meublées avec un goût parfait (médaille d'or). — M. *H.-L. Schopper*, tapissier à Vevey, a présenté une chambre à coucher art nouveau et une salle à manger Louis XVI (médaille d'or).

Le salon de réception de l'Exposition a été meublé et décoré par M. *L. Lequatre*, tapissier à Lausanne (médaille d'argent). — Deux *parqueteries* ont exposé leurs produits. Ce sont celle d'*Aigle* avec un superbe parquet de salon en chêne et noyer (médaille d'or) et celle de *Bassecourt* avec des panneaux, boiseries et parquets (médaille d'argent). — Des installations perfectionnées pour bains, douches et W.-C. sont l'œuvre de M. *L. Welti fils*, à Lausanne (médaille d'argent).

L'exposition des poêles est importante. Nous en trouvons de tous genres, depuis l'antique fourneau *en catelles* jusqu'au poêle pour hôtel le plus perfectionné. Citons MM. *A. Treichler*, à Lausanne, *Duret et Cie*, à Rolle, *J. Weber*, à Lausanne, *Sambuc fils et Cie*, à Lausanne, *Société anonyme de Sursee* et *Fritz Bettig et fils* à Vevey, qui ont obtenu la méaille d'or. Des médailles d'argent sont dévolues à MM. *L. Jaquet fils*, à Vallorbe, *L. Bonjour*, à Yverdon, *F. Messmer*, à Vevey et *A. Roulin*, à Lucens. MM. Weber et Sambuc ont exposé des calorifères et appareils pour chauffage central. Un four pour pâtissier est l'ouvrage de M. *E. Senaud*, à Avenches (médaille de bronze).

Les vitraux d'art de MM. *Diekmann et Wullschleger*, à Lausanne (médaille d'argent) et *C. Kunz*, à Lausanne (médaille de bronze) jettent une douce lumière dans les pavillons d'angle nord-ouest et sud-ouest.

Des pavillons rustiques pour jardins sont exposés par MM. *Ulysse Nicolas* et *Samuel Chappuis*, décorateurs aux Croisettes (médaille de bronze).

Nous laisserons de côté le Groupe III (*industrie textile et vêtements*) et le Groupe IV *(alimentation)*. A signaler cependant dans ce dernier groupe un four mécanique avec sole tournante, de m 2,10 diam., exposé par les *Ateliers de constructions mécaniques* à Vevey. Un foyer à houille est placé à la base. Les gaz chauds circulent dans des canaux en terre réfractaire, placés sous la sole, font le tour de la sole et finalement passent sur le ciel de la voûte. Ce système de four est économique au point de vue du combustible, facile à desservir par le fait de la mobilité de la sole, dont la manivelle de commande se trouve à portée de la porte de service du four. Il se maintient très chaud et est employé pour la petite comme pour la grosse boulangerie.

Le pétrin mécanique exposé par les mêmes ateliers est du système Grob breveté et peut pétrir 100 kg en 20 minutes. La pâte obtenue égale celle pétrie à la main.

Les petites machines peuvent marcher à bras d'homme. A partir de 80 kg on les actionne par un moteur. Ces deux objets ont valu aux ateliers de construction une médaille d'or.