Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 41 (1915)

Heft: 1

Artikel: Les machines thermiques et frigorifiques à l'Exposition nationale suisse de 1914, à Berne

Autor: Cochand, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-31582

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

41me Année. 10 Janvier 1915. N° 1

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 : Dr H. DEMIERRE, ingénieur.

SOMMAIRE : *Les machines thermiques et frigorifiques à l'Exposition nationale suisse de 1914, à Berne,* par J. Cochand, ingénieur (suite). — *Corrections de rivières et endiguements de torrents en Suisse,* (suite et fin). — *Chronique :* La guerre en formules. — Les Sociétés financières suisses de l'industrie électrique. — Société vaudoise des ingénieurs et des architectes. — Concours pour le pont « Butin », à Genève.

Photolechnik, Berne.

Vue de la Halle des machines de l'Exposition de Berne.

Les machines thermiques et frigorifiques à l'Exposition nationale suisse de 1914, à Berne.

par J. COCHAND, Professeur à l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne.

(Suite)[1].

Le réglage de la soufflante, entraînée au moyen d'une turbine à vapeur fig. 14 est représenté schématiquement par la fig. 15.

La variation du nombre de tours est obtenue par le déplacement d'un ressort additionnel du régulateur de vitesse *a* et ceci au moyen du moteur à huile *b*. Ce dernier est commandé par le « piston volumétrique » disposé dans

[1] Voir N° du 10 décembre 1914, page 261.

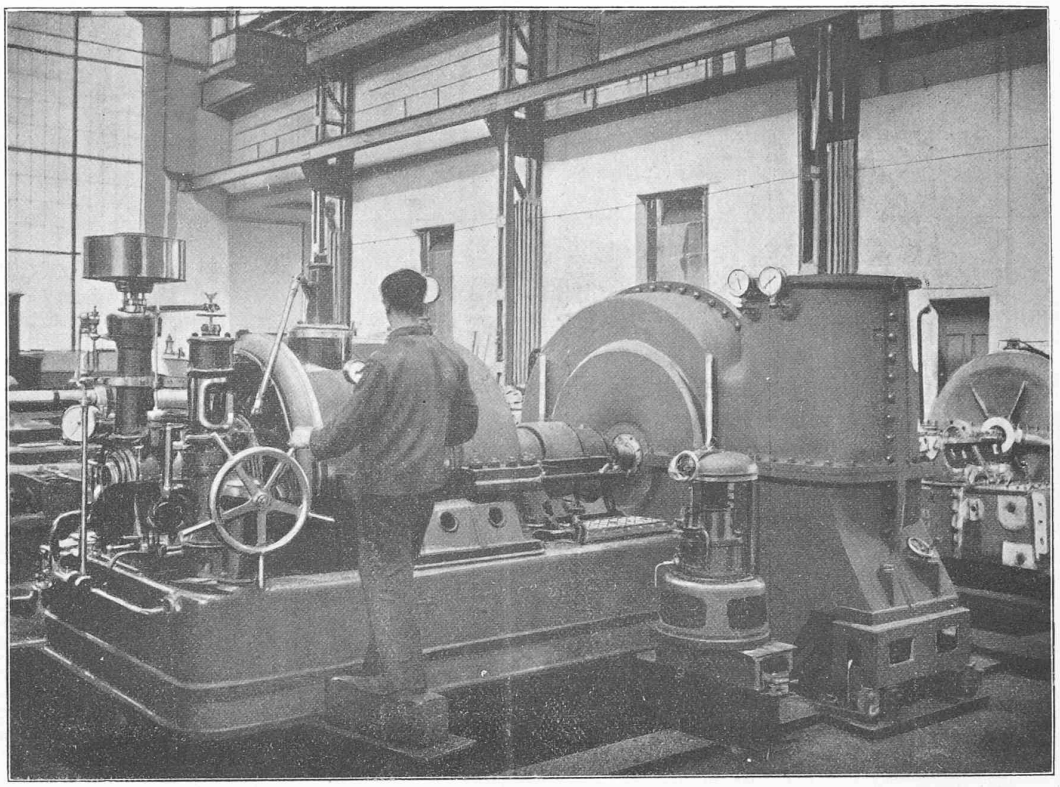

Fig. 14. — Groupe turbo-soufflante, en avant, à droite, le réglage.

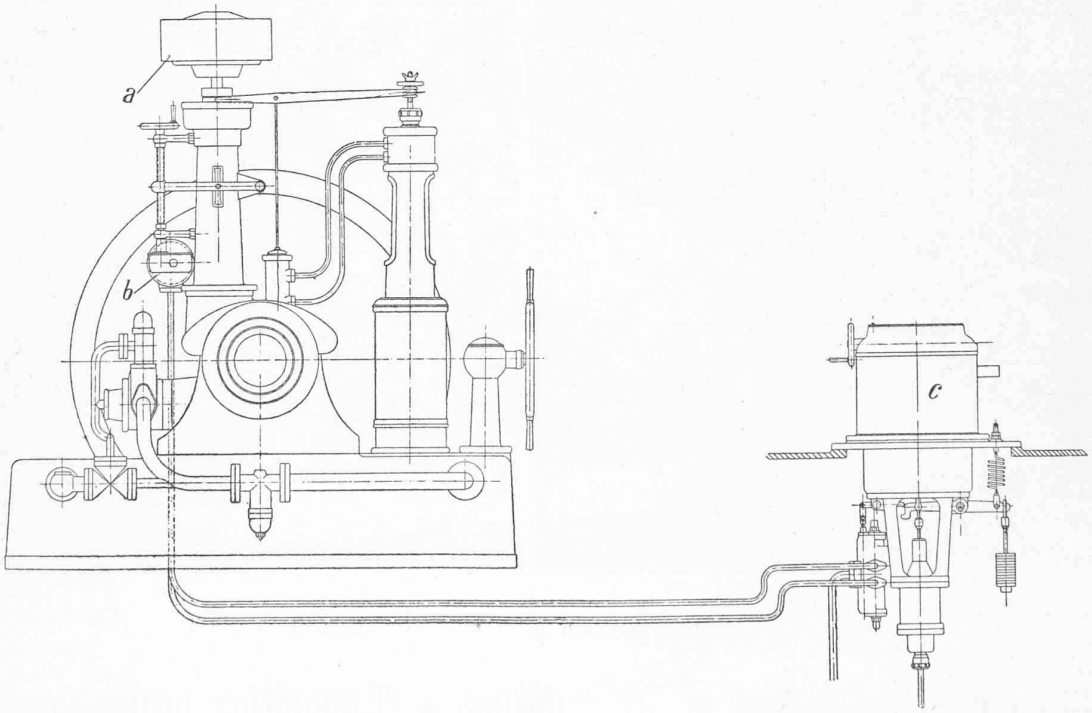

Fig. 15. — Régulateur de la turbo-soufflante.

'appareil *c* et dont la position dépend de la dépression dans la conduite d'aspiration

MM. *Escher, Wyss & Cie* utilisent la plus grande dépression qui se produit naturellement dans la conduite d'aspiration, c'est-à-dire dans la section transversale de l'amenée axiale d'air à la première roue mobile, fig. 16. Cette dépression est augmentée à l'aide d'un venturimètre, elle influence un piston, rendu étanche par du mercure, qui commande par son déplacement le tiroir à huile *d*. Ce dispositif permet d'éliminer des constructions spéciales et compliquées dans la conduite d'aspiration.

La vanne de décharge automatique brevetée pour évi-

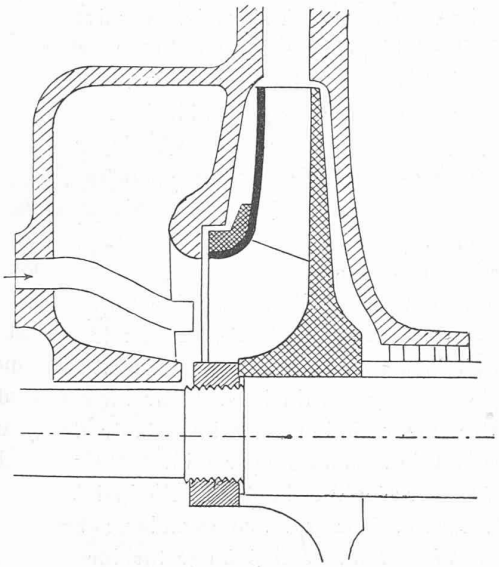

Fig. 16.

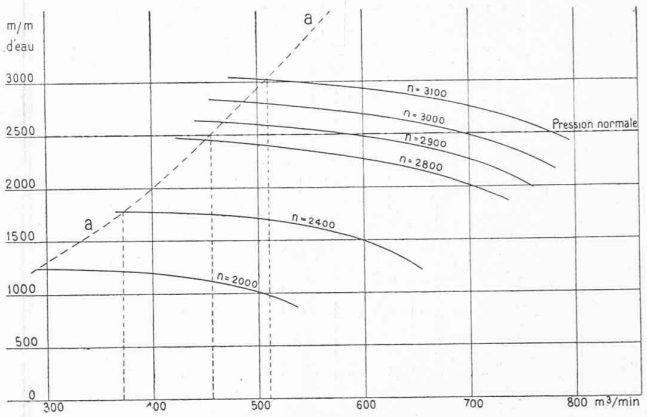

Fig. 17. — Caractéristique normale d'une soufflante.

ter des pulsations exagérées dans la soufflante ou le compresseur, ce qui amènerait une perturbation dans le service, connu sous le nom de « pompage », mérite notre attention.

On sait que le débit des turbo-compresseurs et des turbo-soufflantes devient très irrégulier lorsqu'il arrive à une fraction du débit normal. Le moyen qui semble être le plus simple, pour corriger ce défaut particulier aux compresseurs rotatifs, est d'éviter que le débit de la machine soit inférieur à une quantité déterminée, nommée « débit critique ». Pour éviter le « pompage » il suffira de faire donner à la machine un débit supplémentaire, de manière que la somme du débit utile et du débit supplémentaire soit toujours supérieure au débit critique.

Cette condition qu'il serait aisé de remplir se complique cependant par le fait que le débit critique varie avec le nombre de tours et par conséquent aussi avec la pression de refoulement. Il augmente avec la vitesse et une pression plus élevée, diminue au contraire pour une réduction de vitesse et de pression. Ces variations sont importantes, notamment pour les soufflantes, surtout celles qui travaillent à basse pression et auxquelles le réglage de MM. *Escher, Wyss & Cie* s'appliquera avec avantage.

La caractéristique de ce réglage est de permettre la variation du débit critique tout en suivant la caractéristique de la machine et obtenir dans chaque cas le rendement maximum. Le diagramme, fig. 17 représente la caractéristique normale d'une soufflante, dans laquelle on a porté le débit en abscisses et la pression en ordonnées. Les différents débits critiques, pour les vitesses de 2000, 2400, et 3100 tours min. donnent la courbe *aa* qui est la limite du débit stable.

Si la soupape de décharge n'était influencée que par le débit, le débit minimum pour la vitesse de 3100 tours min., par exemple, serait de 510 m³ min. Ce débit ne pourrait plus être diminué, sans perturbations, même si la vitesse et la pression de la soufflante devaient diminuer pendant l'exploitation. Supposons que le service ne requiert qu'un débit de 350 m³ min., à une pression de 0,12 kg/cm²; la soufflante doit débiter pour fonctionner convenablement 510 m³, on serait donc dans l'obligation de perdre 160 m³ pour cette vitesse. Or en utilisant le réglage le volume critique est de 300 m³, il n'est donc pas nécessaire d'employer la décharge.

Le réglage de la Maison *Escher, Wyss & Cie* influence donc la soupape de décharge par la pression de refoulement et aussi par le débit, ce qui permet de réaliser la limite de débit stable *aa* mentionnée plus haut.

La décharge ne s'ouvrira par exemple, pour une pression de 2500 mm, d'eau, que pour un débit inférieur à 460 m³ min., la vitesse étant d'env. 2800 tours min. Pour un autre régime, par exemple de 2400 tours min., vitesse

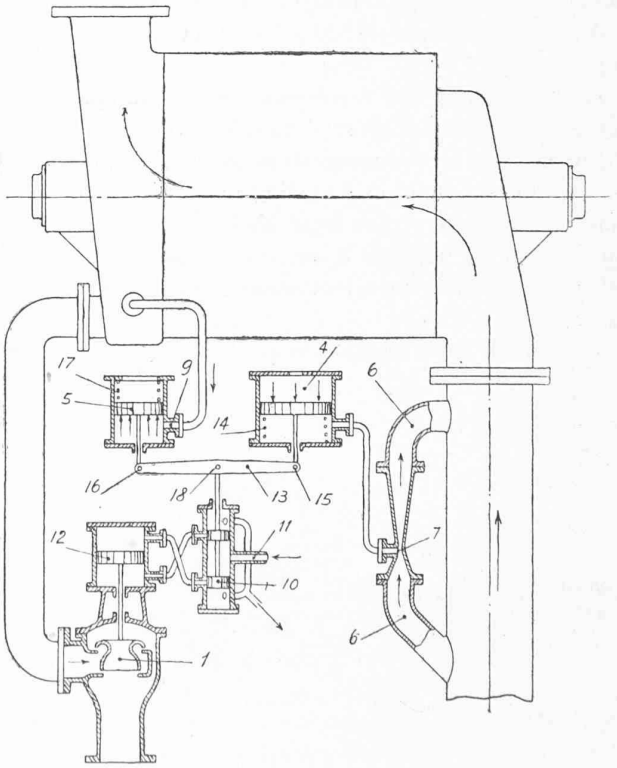

Fig. 18. — Schéma de réglage d'une soufflante, *Escher, Wyss & Cie*.

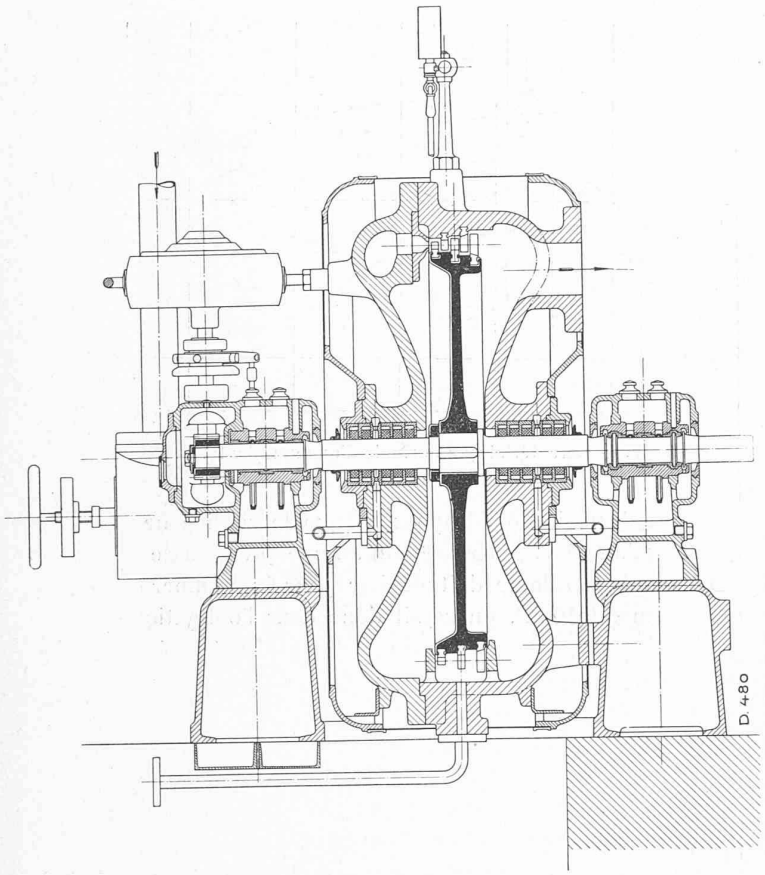

Fig. 19. — Turbine commandant le groupe de pompes de condensation.

à laquelle correspond une pression de refoulement de 1780 mm. d'eau, le débit critique sera de 370 m³. Il est clair que pour la vitesse maximum, cette même soupape de décharge ne s'ouvrira qu'à partir de 510 m³, comme pour le réglage simple.

La fig. 18 donne une représentation schématique de ce réglage. Le cylindre 5 est relié au refoulement, tandis que le cylindre 4 est en communication avec un venturimètre qui est relié à l'aspiration. Le cylindre 4 est donc le « cylindre volumétrique ». Les deux pistons respectifs déplacent le tiroir de réglage 8 qui commande la vanne de décharge 1 à l'aide du servomoteur 2, au moyen du levier 3.

Il résulte de cette disposition que la vanne de décharge automatique commence à s'ouvrir, en suivant la courbe de la limite stable, c'est-à-dire aussitôt que pour différents nombres de tours, le débit atteint le minimum critique ; ce qui permet d'éviter des pertes inutiles.

On peut aussi combiner les deux réglages pour obtenir encore le réglage ordinaire à volume constant. Le cylindre volumétrique dont il a été question agit pour une partie de sa course, sur le réglage à débit constant et pour l'autre partie, sur la soupape de décharge.

La turbo-soufflante de l'exposition de Berne est destinée à une installation de haut-fourneau de petit modèle, elle ne possède pas de réglage pour débit constant. Par contre le régulateur ordinaire de la turbine est prévu pour permettre une variation assez importante du nombre de tours, allant de 2000 à 2750 par min.

La troisième turbine du stand principal de l'exposition de MM. *Escher, Wyss & Cie*, commande *un groupe de pompes de condensation*, destiné à une turbine de 7500 chevaux analogue à celle qui figure à l'exposition.

La turbine fig. 19, est pourvue d'une roue à un étage de pression et trois étages de vitesse ; c'est-à-dire que l'énergie thermique de la vapeur est transformée par une détente unique en énergie cinétique qui se dépense alors plus ou moins également dans les trois couronnes d'aubes de la roue mobile. La dernière possède un diamètre de 800 mm. Cette turbine utilise seulement la chute de pression entre l'admission et 2 atm. environ ; la vapeur d'échappement est alors envoyée avec cette pression dans la pression correspondante de la turbine principale de 7500 chevaux pour y être utilisée plus économiquement. Les paliers de cette turbine sont munis d'un graissage à bagues ; la commande de la vanne de réglage s'effectue directement par le régulateur, donc sans l'intervention d'un servomoteur.

Le groupe de condensation fig. 20, se compose d'une pompe jumelle pour la circulation de l'eau de réfrigération, d'une pompe à air et d'une pompe de condensation, toutes montées avec la turbine sur une plaque de fondation commune.

Ce groupe est calculé pour une quantité d'eau de réfrigération de 2000 m³ à l'heure et une hauteur manométrique de refoulement de 12 mètres.

Pour obtenir une marche aussi économique que possi-

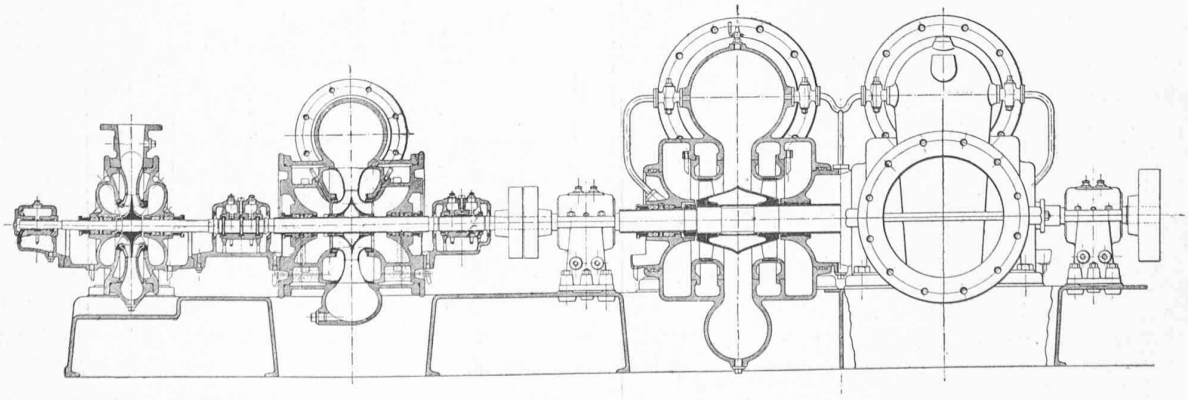

Fig. 20. — Groupe de pompes de condensation. — Echelle 1 : 25.

ble de la turbine, on a choisi une vitesse de 2000 tours min. Ceci exige pour la pompe de circulation une répartition du débit sur deux roues doubles qui, en vue d'atteindre des vitesses assez faibles, sont du type axial. Afin de permettre un usinage soigné des aubes, ces dernières ne sont enveloppées d'aucun cylindre à leur diamètre extérieur. Le bâti lui-même porte un cylindre fixe extérieur qui est en deux parties pour en faciliter le démontage. Il n'y a aucun vannage fixe, ni à l'entrée ni à la sortie de l'eau.

Une partie de l'énergie contenue dans la composante relativement petite de la vitesse absolue de sortie est récupérée dans le diffuseur à parois parallèles formé par les anneaux-guide et se raccordant à la bâche en spirale, cette dernière est sectionnée pour faciliter l'accès des pièces intérieures. L'étanchéité entre le corps de bâche et les couvercles latéraux est obtenue par des bagues en caoutchouc, ce qui permet d'éviter tout boulon de fixation. La partie supérieure de la bâche peut être éloignée dès que les boulons de la bride ont été dévissés.

L'étanchéité des presse-étoupe est assurée de la manière connue par la prise d'eau sous pression dans la chambre de refoulement.

Le double couvercle du milieu possède un raccordement pour la prise d'eau sous pression, rendant ainsi possible la mise hors de service d'une moitié de la pompe, si bien que celle-ci travaillera avec la moitié de son débit. Cette combinaison est importante au point de vue de l'économie de la force par le fait qu'avec des pompes de cette construction, la puissance nécessaire s'accroît avec l'augmentation de la résistance dans la conduite, ce qui oblige de renoncer à l'étranglement habituel et très étendu à l'aide d'une vanne dans la conduite de refoulement, comme on a intérêt à le faire généralement en vue de diminuer la puissance absorbée.

La pompe est commandée par la turbine à l'aide d'un accouplement élastique isolant, et transmet par un même accouplement une partie de la force sur l'arbre de la pompe à air et de condensation.

La pompe à air est une pompe centrifuge à haute pression avec roue motrice et distributeur en bronze et à double adduction. L'eau sous pression est utilisée par un injecteur se raccordant directement à la spirale de pompe et aspirant l'air du condenseur. L'eau consommée est amenée par un tuyau d'écoulement disposé dans la plaque de fondation, dans un réservoir, duquel elle est de nouveau aspirée par la pompe.

L'arbre de la pompe à air porte également la roue mobile de la pompe de condensation, roue qui est de même à double adduction. Afin d'éviter des garnitures et obtenir un vide élevé, chacun des couvercles de la pompe est muni d une tubulure d'amenée, réunie par une culotte à une seule conduite commune.

Un vannage fixe disposé à l'avant de la roue motrice, permet une entrée d'eau, aussi exempte de pertes que possible. Le diffuseur n'a pas d'aubes.

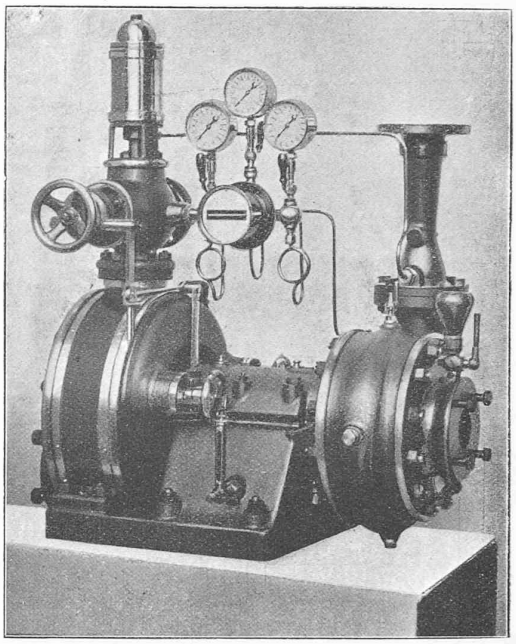

Fig. 21. – Turbo-pompe pour alimenter les chaudières.

Par suite de la grande vitesse, et pour éviter un fléchissement de l'arbre, la pompe à air et celle de condensation reposent sur trois paliers. Le palier à cannelure, entre les deux pompes, de même que le palier-support, côté accouplement, sont exécutés en deux parties, pour faciliter le démontage des coussinets. Le palier extérieur est d'une pièce.

L'étanchéité des presse-étoupe est assurée de la même façon que dans la pompe à eau de réfrigération.

L'arbre de la pompe à eau de réfrigération et de la pompe à air sont revêtus de douilles en bronze afin d'être protégés contre les influences du liquide à débiter. Vu la pureté chimique de l'eau de condensation, ces douilles de protection n'ont pas été prévues pour la pompe de condensation.

La pompe à eau de réfrigération et la pompe à air sont munies d'un dispositif qui empêche un désamorçage de la colonne d'aspiration, même si l'eau est saturée d'air. Dans ce but, on a disposé dans la partie supérieure de la chambre d'aspiration un tuyau débouchant à l'admission de la roue motrice, où règne le plus grand vide, ce qui permet d'évacuer l'air tout en séparant l'eau. L'évacuation de l'air nuisible de la pompe de condensation s'effectue par une conduite de vide se raccordant à la pompe à air.

Une autre petite turbine exposée au stand des chaudières et accouplée avec une turbo-pompe d'alimentation est représentée à la fig. 21. La turbine ainsi que la pompe sont construites à un seul étage de pression; la roue mobile est pourvue de deux couronnes. Le roteur de ces deux machines, turbine et pompe centrifuge, est monté en porte à faux à gauche et à droite d'un palier central. Le réglage est obtenu au moyen d'un régulateur de pression très simple, son fonctionnement dépend uniquement de la

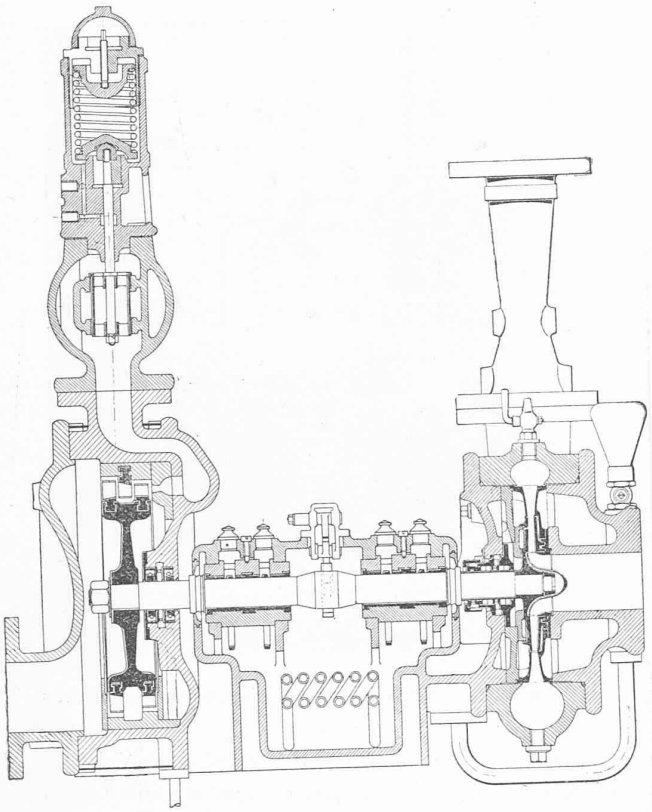

Fig. 22.— Coupe du groupe turbo-pompe pour alimenter les chaudières.

pression de refoulement de la pompe. La chaleur contenue dans la vapeur d'échappement est utilisée pour le chauffage de l'eau d'alimentation.

Le groupe tourne à la vitesse d'environ 5000 tours min., il est pourvu de tous les manomètres nécessaires au contrôle du fonctionnement, d'un tachymètre par vibration et d'un tube Venturi en communication avec un appareil de mesure qui permet d'enregistrer à n'importe quel moment la valeur du débit.

La pompe centrifuge est d'une construction simple, fig. 22. Le corps de pompe en volute est boulonné à la bride du corps cylindrique de la turbine.

L'appareil de réglage de pression consiste en un piston qui d'une part est réglé et fait équilibre à la pression de la pompe ; d'autre part à un ressort antagoniste. Le mouvement de ce piston se reporte directement sur la vanne de réglage d'admission de vapeur. Le ressort est prévu de telle façon que la pression de refoulement de la pompe soit un peu plus grande que le timbre maximum de la chaudière. Tant que la pression de refoulement n'atteint pas la pression du ressort, la soupape de réglage s'ouvre. Dans le cas contraire elle se ferme.

C'est donc un réglage tendant à maintenir une pression constante au refoulement.

La soupape d'arrêt fonctionnant comme obturateur instantané ne peut être ouverte que lorsque le mécanisme de fermeture instantané est déclanché, fig. 23. Nous publions ce dessin pour MM. les étudiants. Ils pourront se rendre compte comment on travaille dans une grande usine moderne.

Le mécanisme est prévu pour que la fermeture de la soupape se fasse sous l'action du ressort, tout à fait indépendamment de la position de la tige de la soupape. Le déclenchement peut se faire à la main ou par un petit régulateur de sécurité monté sur l'arbre. Ceci peut être le cas, par exemple, lorsque la pompe n'a plus d'eau ou lors d'une rupture éventuelle de la conduite de refoulement.

Le petit régulateur de sécurité comprend un excentrique équilibré par un ressort. Pour une augmentation de

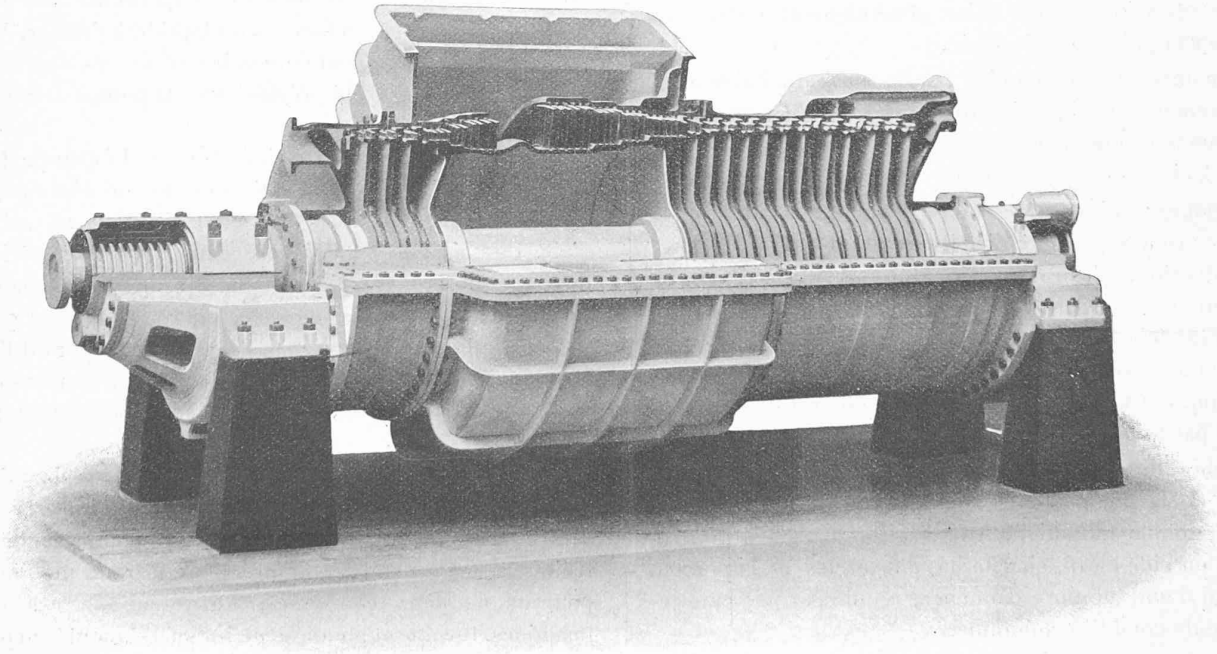

Fig. 24. — Modèle montrant les parties intérieures de la turbine de 8000 HP.

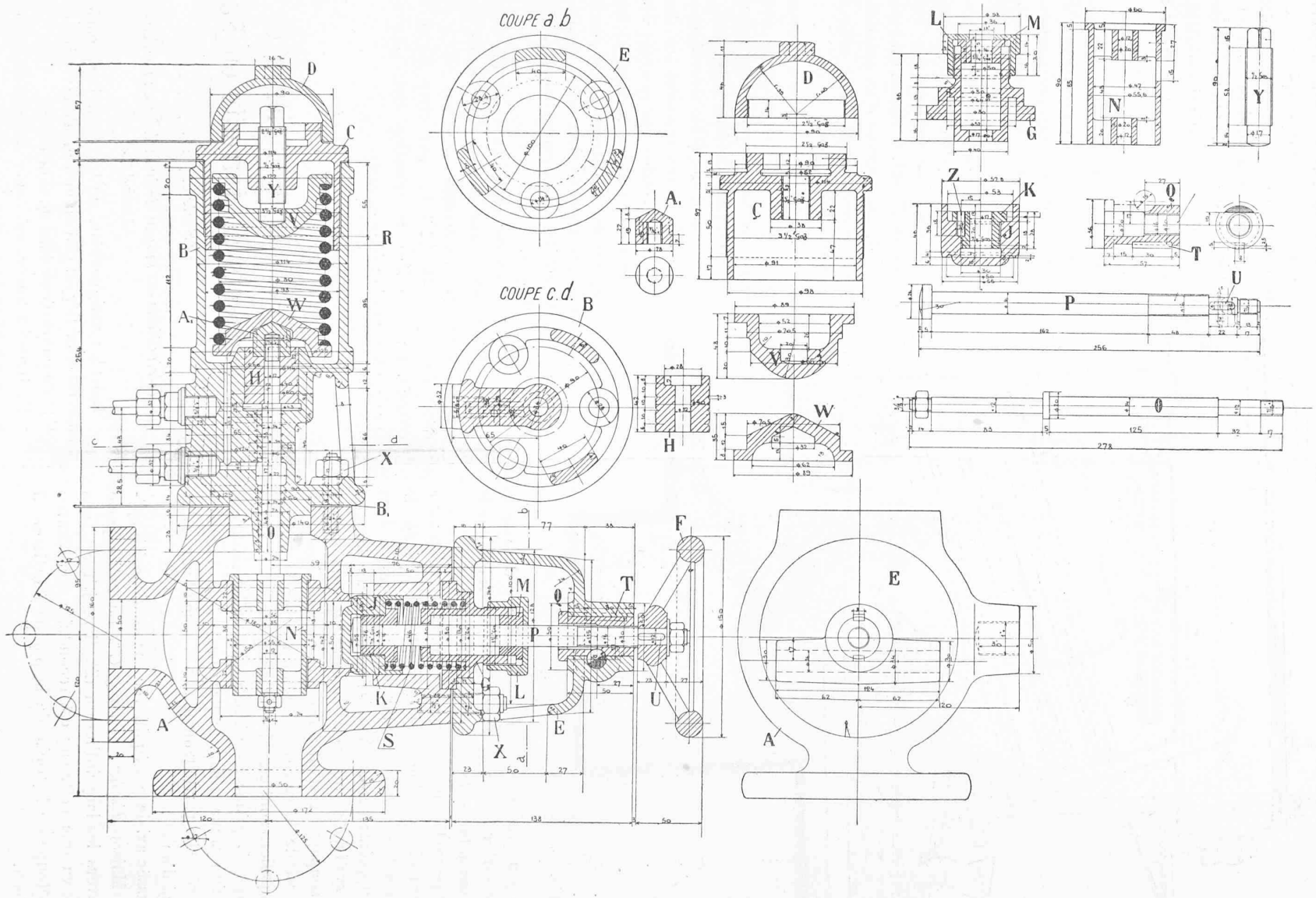

Fig. 23. — Détail de la soupape du régulateur. — Echelle — 1 : 4.

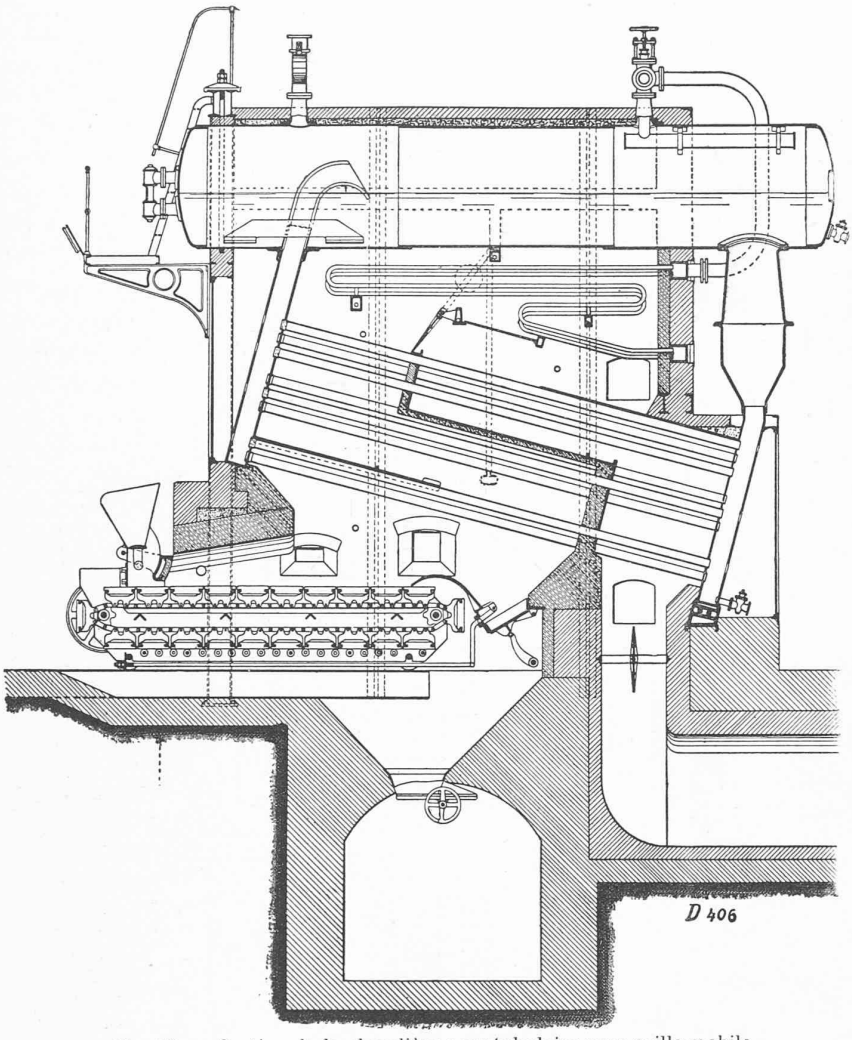

Fig. 25. — Section de la chaudière aquatubulaire avec grille mobile.

vitesse d'à peu près 15 %, la force centrifuge dépasse la force du ressort antagoniste et l'excentrique détermine la fermeture instantanée de l'arrivée de vapeur.

Afin de permettre une surcharge notable de la pompe et d'assurer l'alimentation aussi pendant une période de pression très basse de la chaudière, il a été prévu deux soupapes supplémentaires d'admission de vapeur donnant accès à un système de tuyères. Pendant l'exploitation normale, ces soupapes restent fermées. Le presse-étoupe de la turbine est de la construction normale de la turbine *Zœlly*. Les paliers sont à graissage à bagues.

La pompe n'a qu'une roue à adduction unilatérale d'eau au moyen d'un vannage fixe. La pression totale du refoulement est répartie partiellement sur la roue et sur le diffuseur muni d'aubes.

La poussée axiale est équilibrée par un dispositif spécial de la Maison *Escher, Wyss & Cie*. La petite perte d'eau à travers les labyrinthes du dit dispositif est sans importance vu que cette eau est reconduite à la pompe. Le presse-étoupe de la bâche de la pompe fonctionne à pression d'eau.

La pompe exposée fournit normalement 36 m³ par heure à la pression de 150 m., soit 15 kg/cm².

MM. *Escher, Wyss & Cie* exposent aussi le modèle d'une *turbine marine de 8000 chevaux* destinée à un contre-torpilleur. La fig. 24 représente une coupe longitudinale d'une turbine placée à bord du contre-torpilleur italien « Audace ». Ce qui caractérise la construction des turbines marines de MM. *Escher, Wyss & Cie* est l'emploi de roues à action compound pour la haute pression et d'un tambour à action pour la basse pression, indépendamment des étages spéciaux prévus pour la marche en croisière.

Afin de donner un aperçu aussi complet que possible des stands dans la halle des machines, nous dirons encore quelques mots de la *chaudière aquatubulaire* exposée. Celle-ci est à deux chambres d'eau soudées et entretoisées; elle possède une surface de chauffe de 270 m², et elle est timbrée à 15 kg/cm²; elle est pourvue d'un surchauffeur de vapeur permettant d'obtenir cette dernière à environ 300° à 350°.

La fig. 25 montre assez clairement les détails de construction pour que nous puissions nous dispenser d'insister par trop.

Remarquons encore cependant qu'elle est pourvue d'une grille mécanique de 8 m², dont les barreaux reposent sur des entretoises transversales qui peuvent être remplacés même pendant le service ; les points d'appuis de ces barreaux sont placés aussi bas que possible pour éviter qu'ils se détériorent trop facilement sous l'action de la chaleur.

Une chaudière du même genre livrée à la fabrique de papier à Worblaufen aurait donné d'excellents résultats. On a constaté un rendement d'environ 84 % pour un débit de vapeur de 24,3 kg. par mètre de surface de chauffe. La chaudière en question était pourvue d'un surchauffeur et d'un économiseur.

Corrections de rivières et endiguements de torrents en Suisse.

(Suite et fin)[1].

g) *Dérivations au moyen de tranchées en rochers ou de tunnels.*

Dans les endiguements de torrents, il est parfois possible de remédier au mal au moyen d'une dérivation complète du cours d'eau dans un nouveau lit.

Un tunnel à travers un rocher saillant ou encore à travers un massif rocheux plus important dirigera le torrent

[1] Voir N° du 10 décembre 1914, page 271.