Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 53 (1927)
Heft: 19

Artikel: Les turbines-hélice système Lawaczeck de l'usine de Lilla Edet
Autor: Willock, Georges
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-41083

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: 13.07.2025

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

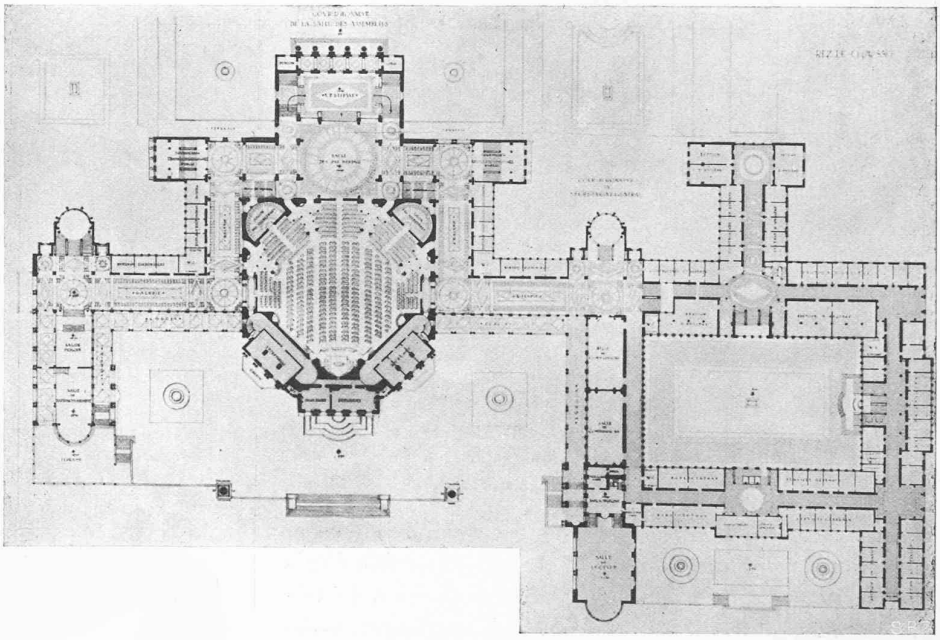
du pays où ils ont été construits ou acquis au pays où ils doivent être immatriculés ».

Le dernier alinéa de l'article 9, relatif à la communication directe entre bureaux de différents pays a été distrait de cet article, pour faire l'objet d'une disposition générale visant la convention entière et étendue à toutes autorités administratives et judiciaires compétentes (article *C* des Dispositions générales).

De même, l'article 11, relatif aux engagements des Etats de prendre les mesures nécessaires à l'exécution de la Convention, est devenu l'article *B* des dispositions générales ; la première partie de l'ancien article 13, relative aux bateaux qui sont en dehors du champ d'application de la Convention est devenu l'article *A* desdites dispositions ; l'article 14 est devenu l'article *D*, et l'on a prévu qu'outre les dispositions d'ordre législatif ou réglementaire, les Etats devraient se communiquer la liste des bureaux chargés de la tenue des registres. Enfin l'article 15 qui réserve les droits des Etats non contractants sur les voies d'eau internationales est devenu l'article *E*.

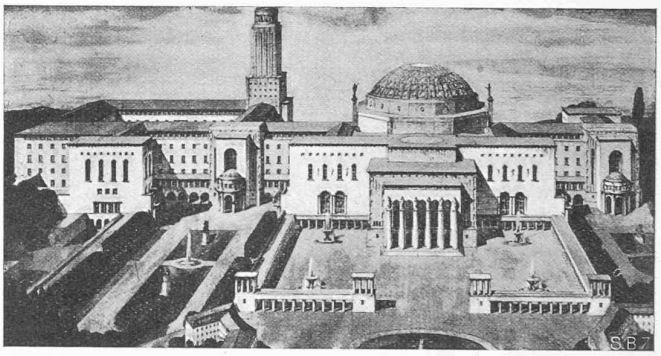
Aux dispositions générales qui viennent d'être indiquées, le Comité a estimé qu'il y avait lieu d'en ajouter une autre relative aux règlements des différends que l'application et l'interprétation de la Convention pourraient soulever. La rédaction de ce dernier article a été toutefois réservée. *(A suivre.)*

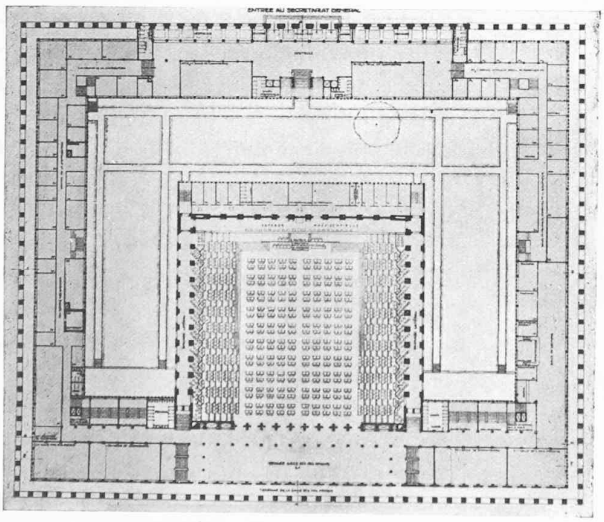
CONCOURS POUR LE PALAIS DE LA SOCIÉTÉ DES NATIONS

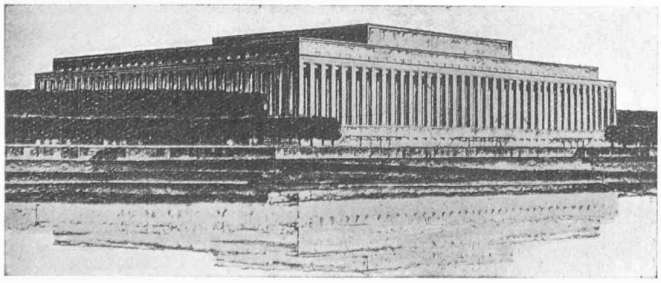


En haut : Ier rang : M. *Giuseppe Vago*, architecte, à Rome.

En bas : Ier rang : MM. *E. zu Pullitz*, *R. Klophaus* et *A. Schoch*, tous à Hambourg.







Concours international d'idées pour le palais de la Société des Nations.

Nous reproduisons, au moyen de clichés de la *Schweizerische Bauzeitung*, des projets classés au premier rang et nous continuerons cette reproduction dans nos prochains numéros. Tous les plans sont à l'échelle 1 : 2000 et toutes les figures sont orientées vers le lac.

Les turbines-hélice système Lawaczeck de l'usine de Lilla Edet.

D'après une notice, en anglais, de M. Georges Willock, *ingénieur, à Finnshyttan, en Suède.*

L'usine hydro-électrique de Lilla Edet, propriété du Gouvernement de la Suède, est située sur le fleuve Gotha, à 20 km. environ en aval de l'usine de Trollhätten dont la puissance est de 170 000 ch. (Fig. 1.)

La chute disponible n'est que de 6,5 m. dans les cir-

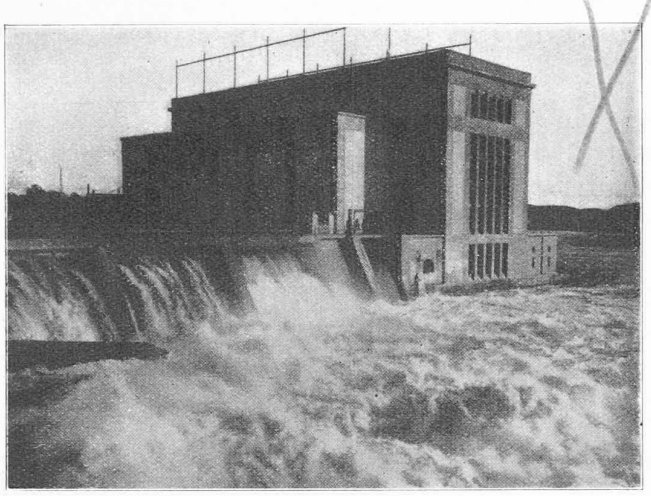


Fig. 1. — L'usine de Lilla Edet.

constances normales et un peu moins en période de crue. En raison de sa faible hauteur, il eût été impossible d'utiliser économiquement cette chute à la production d'énergie au moyen des types courants de turbines, mais, l'avénement des roues *à hélice* ayant réalisé la conciliation, dans des conditions de bonne rentabilité, d'une basse chute avec une puissance individuelle élevée, il fut décidé de capter la puissance disponible à Lilla Edet au moyen de sept unités, dont trois, d'une puissance individuelle de 11 000 ch, sont déjà installées. De ces trois unités, deux sont du système *Lawaczeck*, construites par l'*Aktiebolaget Finshyttan*, à Finnshyttan, et la troisième est du système *Kaplan*, à pales pivotantes dont l'inclinaison est commandée par le régulateur, suivant les variations de la charge : le rendement étant, grâce à ce dispositif, pratiquement constant entre des limites très espacées de la charge, c'est à cette unité Kaplan qu'incombe la fonction de faire face aux variations normales de la charge. (Voir fig. 11.)

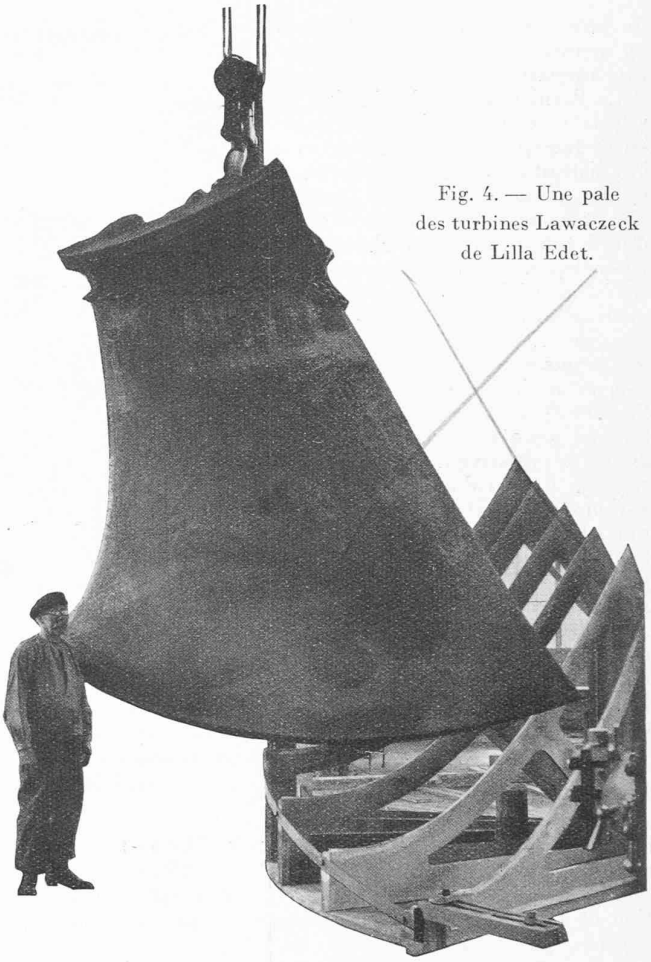


Fig. 4. — Une pale des turbines Lawaczeck de Lilla Edet.

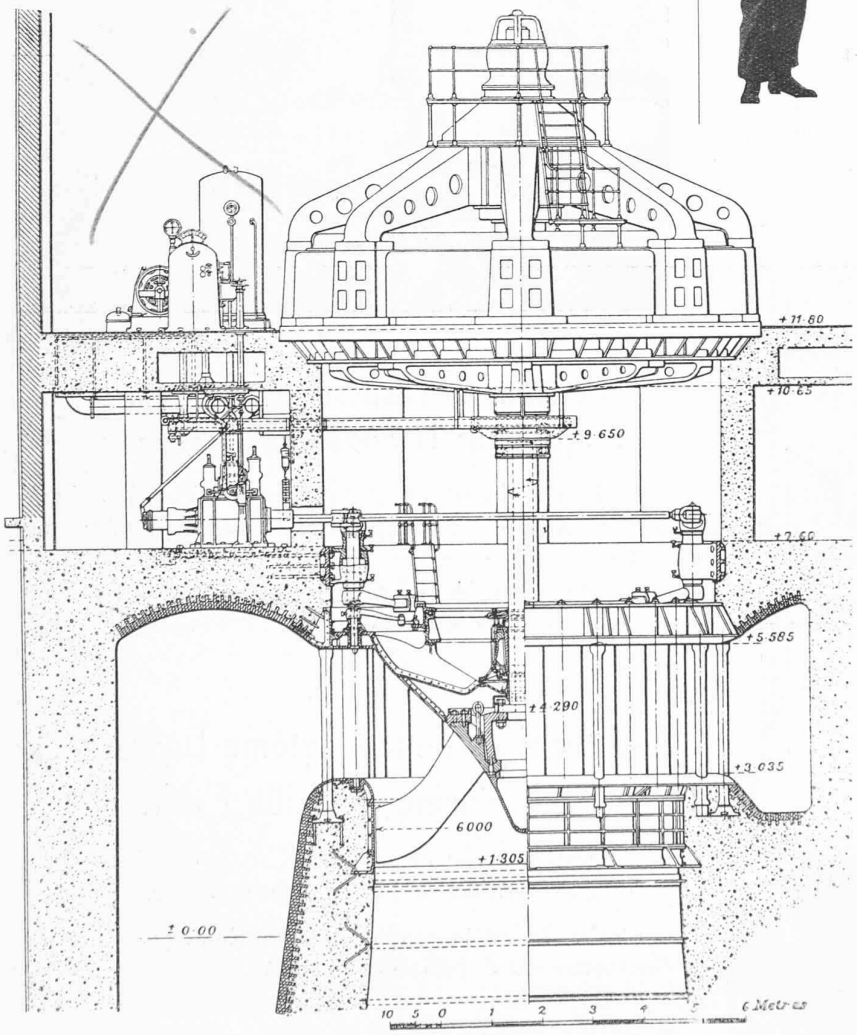


Fig. 2. — Turbine Lawaczeck de l'usine de Lilla Edet.

Les turbines Lawaczeck [1] ayant des pales fixes sont d'une construction plus simple et, par conséquent, moins coûteuses que les Kaplan. Comme elles accusent un rendement très élevé sous la charge

[1] *Die Wasserkraft* (Munich) du 1er février 1925 a publié une étude sur les caractéristiques et le calcul des roues Lawaczeck.

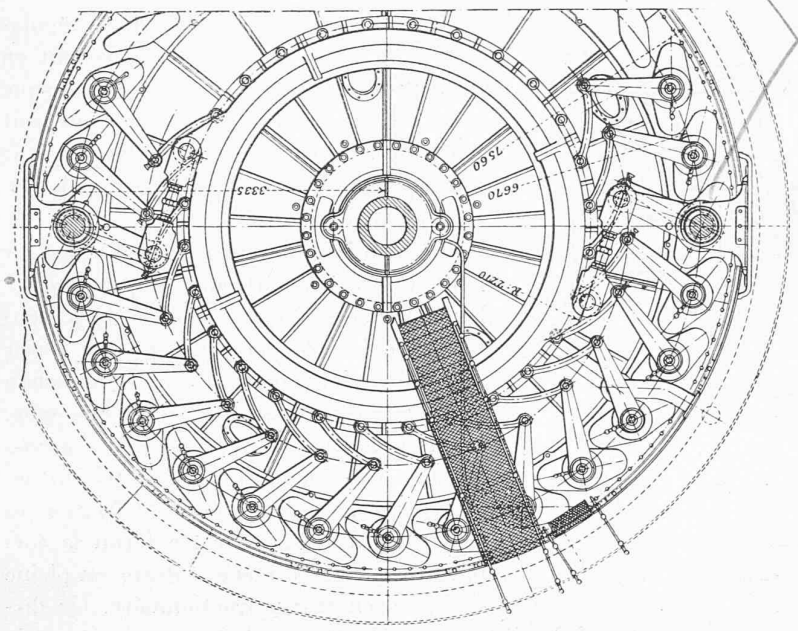


Fig. 3. — Anneau de vannage et commande des aubes distributrices.

normale, l'exploitation de l'usine de Lilla Edet est conduite de façon que le régime de ces turbines corresponde d'aussi près que possible à celui de leur charge normale tandis que la turbine Kaplan — dont la courbe de rendement, nous l'avons déjà noté, est très « plate » — suit les variations de la charge.

Description des turbines. — Ces turbines Lawaczeck étaient les premières de ce type que construisit l'Aktiobolaget Finshyttan et, de plus, leurs dimensions étaient bien supérieures à celles de toutes les turbines construites antérieurement, dans tous les pays : aussi de longues et minutieuses études et expériences durent être exécutées en vue de déterminer la construction la mieux appropriée au but visé. Ces travaux préliminaires durèrent deux années et c'est vers la fin de 1924 que la construction des roues fut entreprise. Dans l'entretemps le distributeur, fig. 2, avait été exécuté. Cet appareil ne diffère que par ses dimensions du distributeur usuel des turbines Francis. Les 28 aubes directrices, sont en acier moulé, ont une hauteur de 3,1 m., tourillon non compris, et sont montées dans un palier à billes. Le couvercle du distributeur est aménagé pour que chaque aube puisse être extraite sans toucher aux autres. L'anneau de vannage se meut sur un support à rouleaux. Les biellettes reliant l'anneau de vannage avec les aubes sont dotées d'une faible « sécurité » afin qu'en cas d'obstruction d'un passage la biellette intéressée se brise sans entraver le fonctionnement des autres aubes. (Fig. 3.)

A cause de ces dimensions, le couvercle du distributeur fut exécuté en plusieurs segments et diffère du couvercle des turbines Francis par sa grande profondeur destinée à réduire le poids de la roue et à en diminuer la surface mouillée, toutes choses favorables au rendement. Les 6 pales réceptrices, en acier moulé, fournies par les *Avesta Steel Works* (Suède) furent coulées séparément et chacune fut fixée au moyeu par des boulons. La construction des moules a été faite avec une telle précision que les poids individuels des 12 aubes ne diffèrent que de 1%. En fait, 4 aubes ont exactement le même poids. Les surfaces d'assemblage des pales furent meulées puis, après le montage des pales, la roue, pesant 50 tonnes, fut usinée à ses dimensions extérieures. (Fig. 4 et 5.)

Les parties tournantes du groupe sont supportées par un palier de butée, à segments, système *Kingsbury*. L'effort maximum auquel ce palier doit faire face est de 550 t.

Régulation. — Le réglage est effectué au moyen d'un servo-moteur dont la soupape de distribution est commandée par un régulateur ordinaire du type Watt. Il n'est pas isochrone, car quand le tiroir est dans la position inférieure, et que le régulateur a agi de façon à réduire le débit du fluide moteur, la vitesse est inférieure à la vitesse normale. Pour corriger ce défaut, une tringlerie plutôt compliquée a été imaginée. Elle est représentée schématiquement sur les figures 6 et 7. Le régulateur courant, à masse centrifuge, est à droite de la figure, et la soupape réglant le débit d'huile, à gauche. Les deux organes sont reliés au moyen d'un levier, et comme toujours, d'un asservissement. Celui-ci, pour chaque position

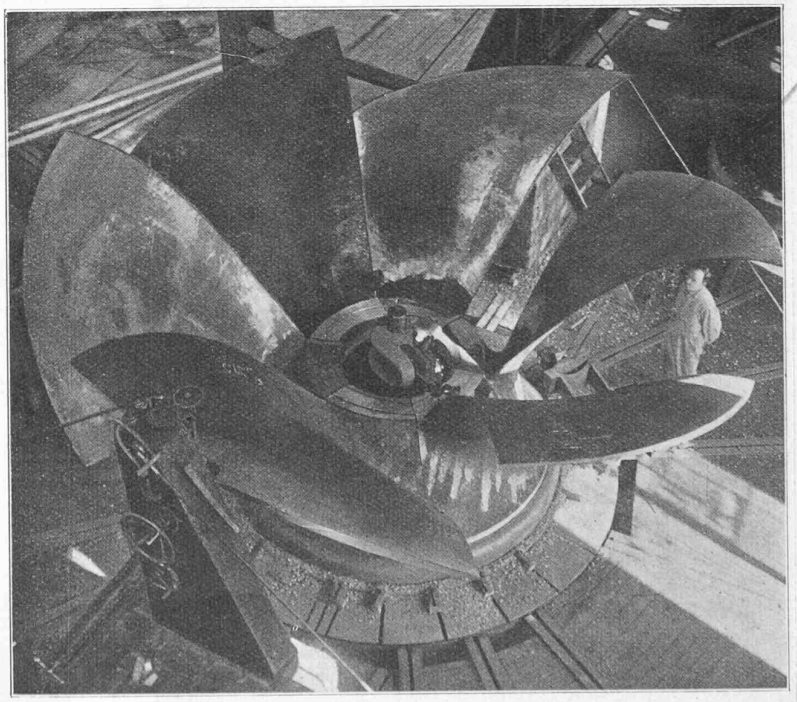


Fig. 5. — Usinage d'une turbine Lawaczeck.

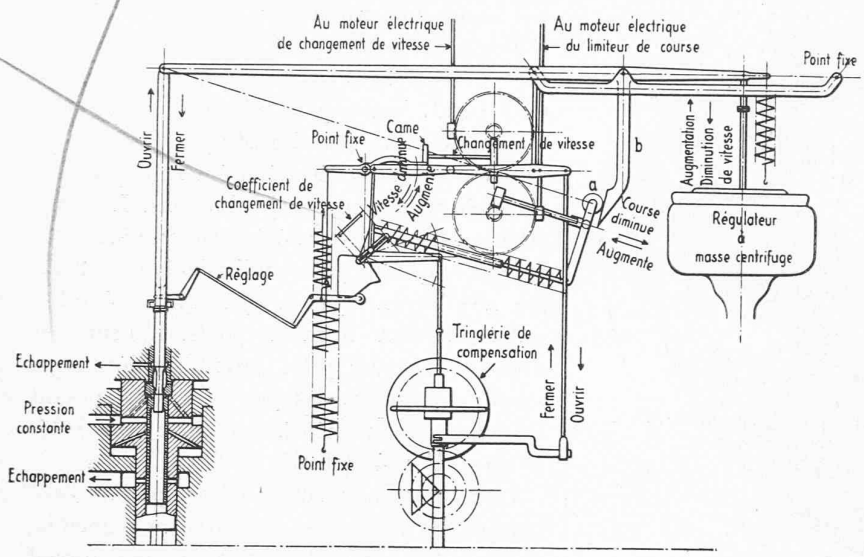


Fig. 6. — Schéma du régulateur Finshyttan.

du piston du servo-moteur, ramène la soupape de distribution dans sa position moyenne. Cependant, avec le type de régulateur adopté, la vitesse ne serait pas la même en pleine charge qu'en charge fractionnaire. D'autres organes sont donc ajoutés à l'asservissement simple, qui provoquent un mouvement additionnel de l'appui du levier de commande de façon à remettre le manchon du régulateur dans sa position moyenne en même temps que la soupape de distribution du servo-moteur revient en position moyenne. A cet effet, il est prévu une tringlerie de compensation composée, entr'autres, d'une roue et d'un disque à friction. A la vitesse normale, la roue à friction est centrée sur le disque qui la commande, et est donc au repos. Quand le régulateur agit, cette roue est déplacée soit en dessus soit en dessous du centre du disque et est entraînée soit dans un sens soit dans l'autre. En tournant elle agit sur une vis qui allonge ou raccourcit un élément d'un système de tringlerie.

De cette façon le galet *a* est déplacé sur le plan incliné, à l'extrémité du levier *b*. Ce levier bascule dans un sens ou dans l'autre et déplace le point d'appui du levier de commande, ramenant ainsi le manchon du régulateur dans sa position moyenne. Simultanément un mouvement d'asservissement supplémentaire, réalisé par un second levier, ramène la roue à friction au centre du disque. De cette façon la turbine tourne à la même vitesse en pleine charge et en charge fractionnaire. Un dispositif de changement de vitesse à la main permet de changer la vitesse de régime entre des limites déterminées. Tout le système de réglage est placé dans le caisson étanche représenté par les figures 7 et 8.

Le régulateur est commandé par une transmission à courroie depuis l'arbre de la turbine, et la pompe à engrenage à trois étages, commandée par un moteur électrique, fournit l'huile nécessaire pour actionner le servo-moteur. Ce dernier est placé sous le plancher de la salle des alternateurs. Le profil des dents de la pompe à engrenage est spécialement étudié pour assurer un fonctionnement silencieux. L'huile est aspirée d'un réservoir placé sous la pompe et est refoulée dans un accumulateur à pression, dans lequel une quantité considérable d'air sous pression est logée au-dessus de l'huile. Le niveau d'huile est maintenu constant au moyen d'une soupape automatique. La pompe fonctionne continuellement

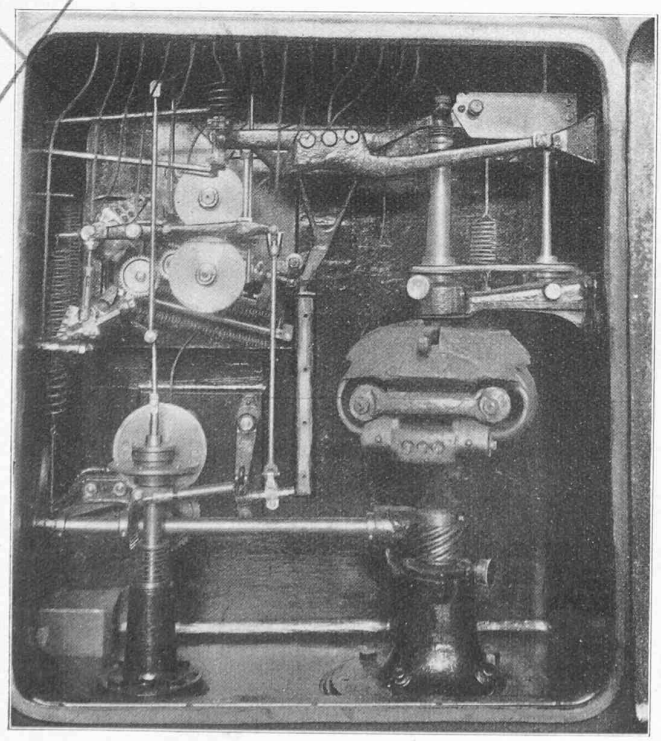


Fig. 7. — Vue du régulateur *Finshyttan*, carter ouvert.

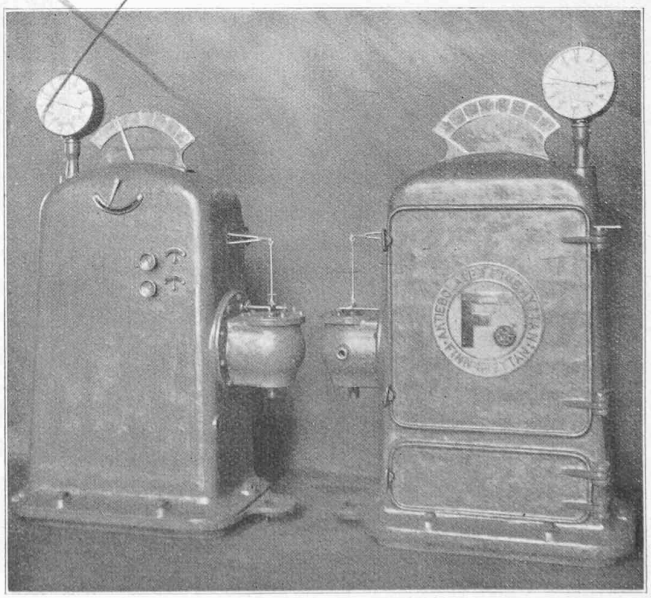


Fig. 8. — Régulateur *Finshyttan*.

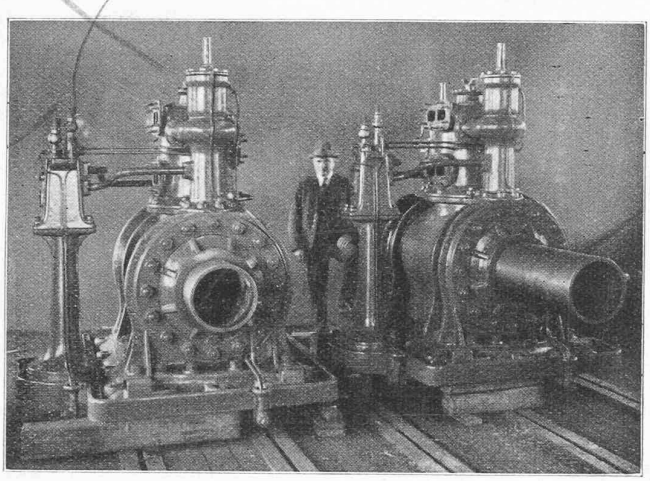


Fig. 9.
Servo-moteurs *Finshyttan.*

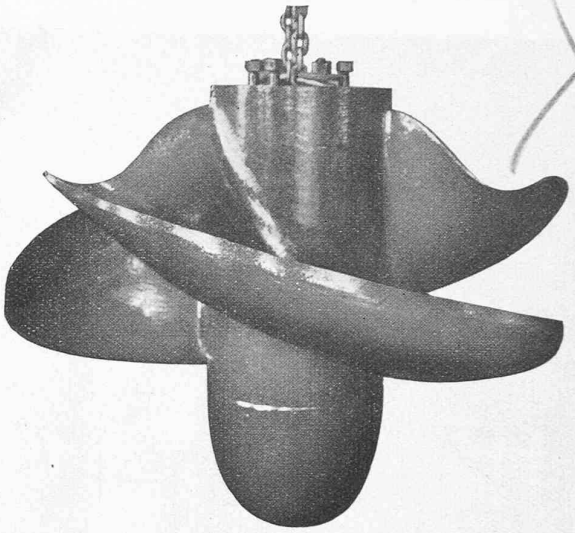


Fig. 12. — Turbine-hélice *Finshyttan..*

et le surplus d'huile est refoulé dans le réservoir par la soupape de sûreté. Une vue des servo-moteurs est donnée par la figure 9.

Essais. — Des essais de ces turbines, très complets et très minutieux, furent exécutés sous la direction des professeurs *H. O. Dahl* et *A. Lindström* et de M. *K. I. Karlsson*, ingénieur. Le débit fut déterminé au moyen de 17 moulinets montés sur 3 poutres horizontales mobiles dans un plan vertical, à l'embouchure des chambres des turbines. On fit 221 lectures.

La puissance fut mesurée par la méthode des « deux wattmètres », l'alternateur débitant sur une résistance hydraulique réglable. Les résultats de ces essais sont représentés sur la figure 11 où sont comparées les courbes relatives aux deux turbines Lawaczeck avec la « courbe de garantie » et celle de la turbine Kaplan.

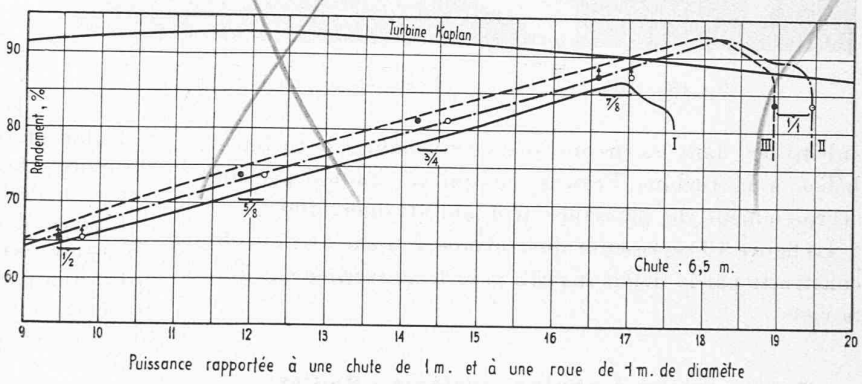


Fig. 11. — Résultats des essais des turbines Lawaczeck de l'usine de Lilla Edet.

I. = Courbe des rendements de la turbine d'étude.
II. = » » » » » » du 1er groupe.
III. = » » » » » » » 2e »

Pour convertir les abscisses en puissances « globales », en chevaux, les multiplier par 596.

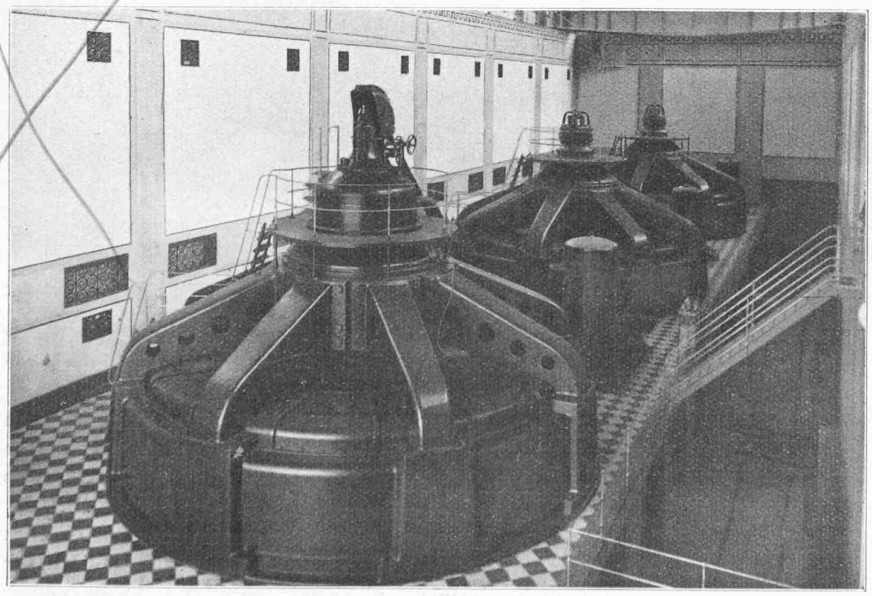


Fig. 10. — Salle des machines de l'usine de Lilla Edet.
Turbine *Kaplan* au premier plan, turbines *Lawaczeck* au second plan.

Quant à la régulation, le cahier des charges prescrivait que pour des décharges brusques de 2500, 5000 et 1000 ch, les variations de la vitesse ne devaient pas excéder 5%, respectivement 12 % et 30%. Or, on constata, aux essais, que, sous la chute normale ces variations furent de 5%, 11,5 % et 27%.

Depuis qu'elle a reçu la commande des turbines de Lilla Edet, la Aktiebolaget Finshyttan a construit 35 autres turbines-hélice (voir fig. 12). Cette activité est favorisée par la tendance à

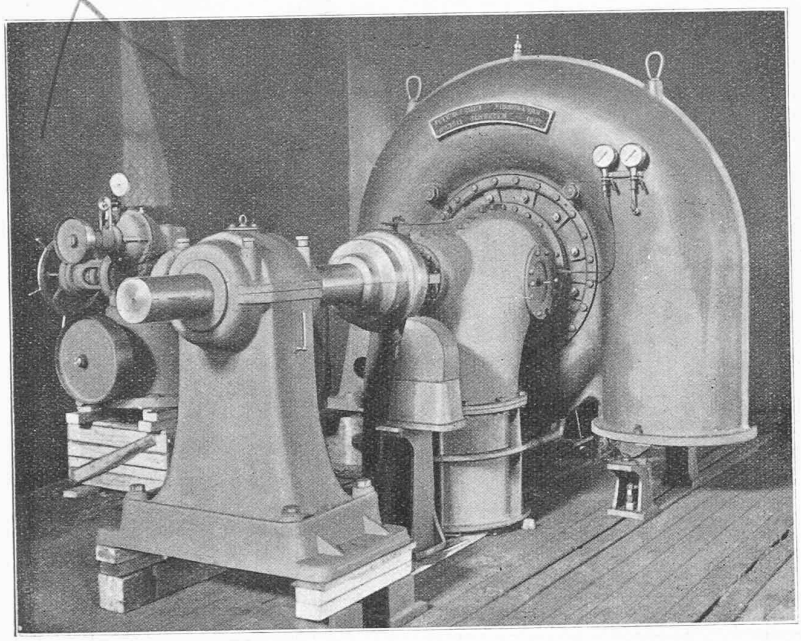


Fig. 13. — Turbine Francis à bâche spirale, de 1500 ch.

substituer, dans les circonstances convenables, la turbine-hélice à la turbine Francis, ce qui se traduit par un accroissement de puissance pouvant atteindre 100 %.

La figure 13 représente une turbine Francis de 1500 ch construite par la même maison pour le gouvernement des Soviets.

Transporteur à chaîne, système « Redler »

Le principe de cet appareil repose sur le fait suivant : Une chaîne transporteuse disposée au fond d'une auge de section rectangulaire peut entraîner une couche de matière d'une épaisseur qui n'est pas du tout limitée par la hauteur de la chaîne, comme on pourrait le croire, mais par sa largeur. L'épaisseur de la couche à transporter peut donc être *un multiple de la hauteur de la chaîne*, car la matière reposant directement sur et entre les chaînons forme avec ceux-ci une masse mobile d'une façon uniforme. La figure montre une auge dont une partie de la paroi latérale a été enlevée pour rendre visible le brin transporteur de la chaîne et la hauteur de la couche transportée. Pendant le transport il ne se produit aucun déplacement des divers grains de matière les uns par rapport aux autres.

La chaîne d'entraînement glisse dans une auge de section carrée ou rectangulaire qui, suivant la nature de la matière à transporter, est en bois, en tôle ou même en béton armé. L'une des extrémités de la chaîne est entraînée par une roue dentée, l'autre tourne sur un tambour de renvoi. La roue d'entraînement est actionnée par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse enfermé dans un carter hermétique à bain d'huile. Pour de faibles longueurs de transport ce réducteur se compose de deux roues combinées pour fonctionner soit comme engrenages droits, soit comme engrenages coniques. On peut ainsi disposer à volonté l'arbre de commande perpendiculairement (denture droite) ou parallèlement (denture cônique) à la direction du transport.

Pour de plus grandes longueurs cette combinaison est remplacée par une transmission par vis sans fin. L'arbre de commande peut être entraîné par poulie fixe et folle ou bien accouplé directement à un moteur électrique.

L'organe transporteur est le brin inférieur de la chaîne, qui est complètement noyé dans la matière à transporter. Le brin supérieur glisse sur des supports de guidage qui sont fixés sur les faces latérales de l'auge et placés au-dessus de la couche de matière à transporter.

L'alimentation peut avoir lieu en n'importe quel point du transporteur. Elle est faite de préférence à travers le brin supérieur de la chaîne.

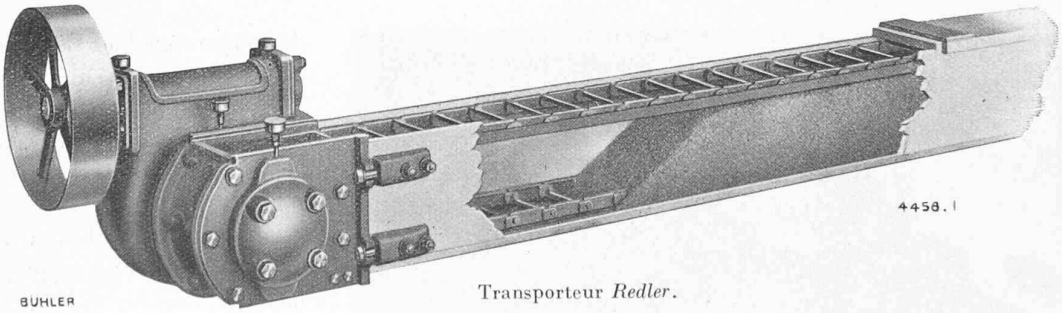
L'évacuation de la matière transportée s'effectue par une ouverture ménagée dans le fond de l'auge.

Le transporteur « Redler » est utilisable au transport de presque toutes les matières, sous forme de poudre, de grains ou de morceaux ne dépassant pas la grosseur d'une noix.

Il peut véhiculer aussi des matériaux composés de poudre et de gros morceaux, à condition que la proportion de partie fine soit prépondérante. Comme exemple d'un transport de ce genre, on peut citer celui du béton sur les chantiers. Pour ces conditions particulières, l'auge a une section trapézoïdale, afin d'empêcher les gros morceaux de se coincer. La grosseur des morceaux dépend naturellement du pas et de la largeur de la chaîne employée.

Quoique l'encombrement soit réduit et la consommation d'énergie peu élevée, le débit est très grand. L'entretien du transporteur est très simple, car il n'y a que deux points de graissage, un à chaque extrémité.

L'auge est nettoyée automatiquement par la chaîne ; grâce à cette particularité on peut, dans la même auge, transporter successivement plusieurs matériaux, même simultanément, sans qu'il y reste de matière. La matière transportée n'est pas détériorée par le transport.



Transporteur *Redler*.