

L'évolution des turbines hydrauliques

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **51 (1925)**

Heft 6

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-39496>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

BULLETIN TECHNIQUE

Réd. : D^r H. DEMIERRE, ing.

DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN
 ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE D'HYGIÈNE ET DE TECHNIQUE URBAINES
 ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *L'évolution des turbines hydrauliques.* — *Un exemple de « dispatching ».* — *Concours d'architecture relatif à l'aménagement de la place du Faucon, de la traversée d'Etraz, de la propriété de Villamont et de ses abords, à Lausanne.* — CORRESPONDANCE. — SOCIÉTÉS : *Société suisse des Ingénieurs et des Architectes.* — *Service de placement.*

L'évolution des turbines hydrauliques.

Nous avons reproduit, dans notre numéro du 31 janvier dernier, l'exposé que M. R. Neeser a fait devant l'Association suisse des Electriciens, le 13 décembre 1924, sur *L'évolution des turbines hydrauliques*. Au cours de la même séance, M. A.-L. Caflisch a analysé les rapports sur la « construction des turbines modernes » présentés à la Conférence internationale de l'énergie et décrit très succinctement les turbines remarquables par leur puissance construites récemment dans les ateliers de la Société *Escher, Wyss et Cie* dont il est un des ingénieurs en chef.

Les communications faites à la Conférence de Londres par les deux ingénieurs américains, MM. H. B. Taylor et H. White accusent la tendance très nette vers la disposition à axe vertical des grandes turbines modernes. Jusqu'à ces dernières années, faute de paliers de butée convenables, cette disposition était impossible ou praticable seulement au prix de complications gênantes de l'exploitation. Aujourd'hui ces difficultés sont levées par la réalisation des pivots à graissage automatique modernes.

Les avantages de la disposition verticale sont :

En général :

1. Séparation complète de l'équipement hydraulique et de l'équipement électrique.

2. Surveillance facile de la salle des machines, par

conséquent, simplification du service et réduction du personnel.

3. Possibilité de mettre les générateurs à l'abri des hautes eaux.

4. Encombrement moindre, par suite réduction des dépenses d'établissement.

En ce qui concerne les *turbines Francis* :

1. Meilleures conditions hydrauliques.

2. Plus grande liberté dans le choix de l'altitude de la turbine au-dessus du niveau d'aval.

Ce dernier point est tout particulièrement important,

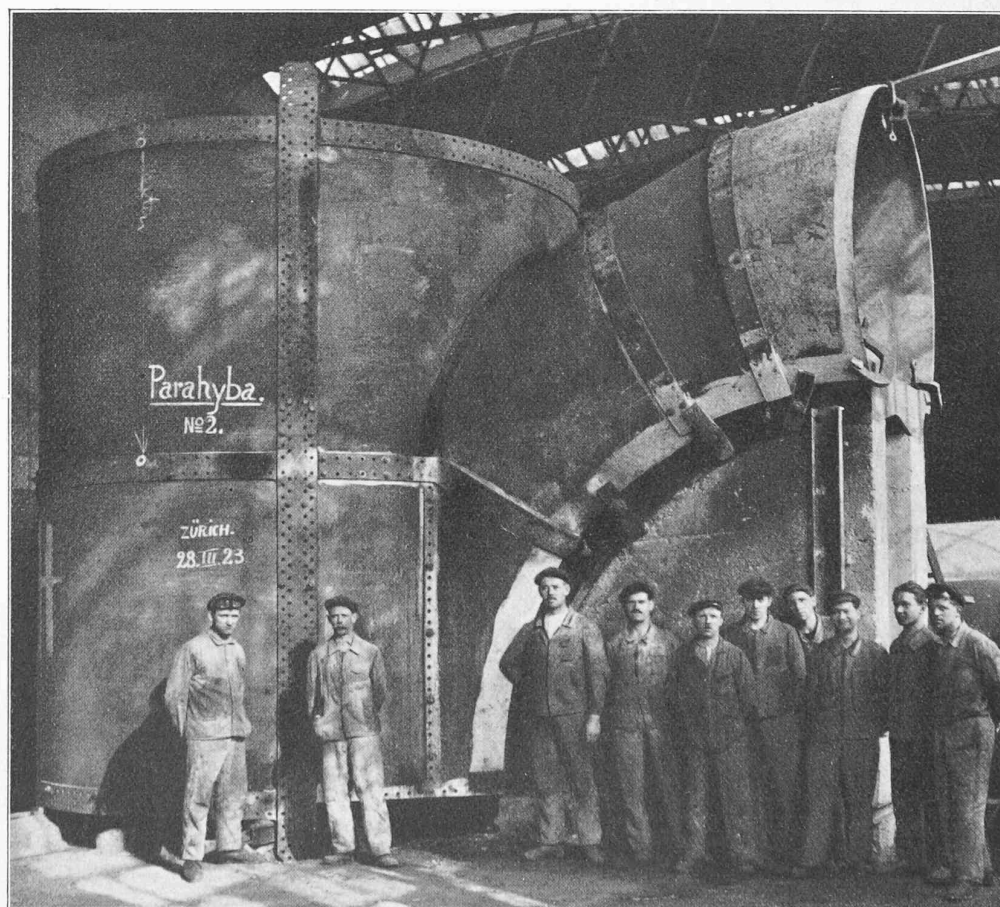


Fig. 1. — Collecteur et tronçon de bêche spirale de l'usine de Parahyba (Brésil).
 $H = 31,7$ m. ; $Q = 91,3$ m³/sec. ; $N = 32\,500$ ch. ; $n = 125$ t/min.

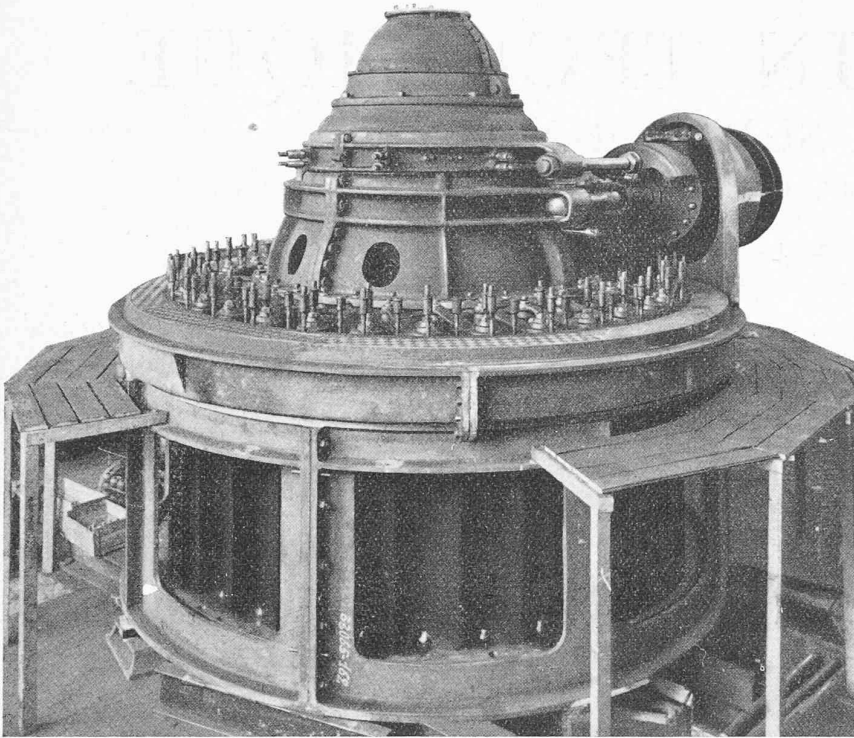


Fig. 2. — Turbine de l'usine de *Parahyba* (Brésil).
 $H = 31,7$ m. ; $Q = 91,3$ m³/sec. ; $N = 32\,500$ ch. ; $n = 125$ t./min.

à cause de la tendance actuelle à l'accroissement de la vitesse d'où résulte que, pour prévenir les phénomènes de cavitation il est dangereux de dépasser la hauteur statique d'aspiration conditionnée par la récupération de l'énergie cinétique dans le tube.

En ce qui concerne les *turbines Pelton* :

1. Utilisation de la plus grande partie de la hauteur disponible et, par conséquent, augmentation de la puissance développée, de 1 à 5% suivant les circonstances.

2. Bonne attaque d'une même roue par plusieurs jets, d'où vitesse angulaire plus élevée et prix de revient abaissé.

Cette disposition à axe vertical est utilisée depuis longtemps par les constructeurs suisses de turbines. Ainsi, au cours des sept dernières années, la puissance globale des turbines à axe vertical, de puissance unitaire supérieure à 6000 ch., construites par la Société *Escher, Wyss et Cie*, est de 850 000 ch. environ.

Les plus remarquables sont celles de :

Usine de *Chancy-Pougny*, 2 unités *Francis* développant 1900 à 8620 ch., sous une chute variant de 4,41 à 8,87 m. ; $n = 83,3$ t./min. ; $n_s = 583$, décrites à la page 214 du *Bulletin technique* du 16 août 1924.

Usine de *Garneau* (Canada). Turbine à *hélice*. Chute : 9,15 m. ; puissance : 3500 ch. ; $n = 180$ t./min. ; $n_s = 670$.

Usine de *Parahyba* (Brazilian Hydro-Electric Co, Londres), 2 unités livrées en 1923. Chute : 31,7 m. ; puissance maximum : 35000 ch. ; $n = 125$ t./min. ; $n_s = 310$. (Fig. 1 à 3.)

L'eau sous pression est amenée à chaque turbine, de la chambre de répartition située immédiatement au-dessus

de la centrale, au moyen d'une conduite en charge de 6 m. de diamètre. Le diamètre à l'entrée de la bache spirale en tôle est de 4 m. et le diamètre maximum extérieur de cet organe atteint 13 m. A cause de ces énormes dimensions, les bâches ont dû être expédiées par segments qui avaient d'ailleurs été assemblés et perforés chez le constructeur ; après avoir été rivées sur place elles ont été complètement enrobées dans du béton.

Le réglage extérieur du distributeur est commandé par deux servo-moteurs qui actionnent directement le cercle de vannage. Le régulateur proprement dit est disposé sur une plateforme, à la hauteur des excitatrices.

Chaque groupe possède 3 paliers dont l'un est disposé sur le couvercle de la turbine.

Le pivot est placé sur le croisillon supérieur de l'alternateur et supporte l'excitatrice.

Usine de *Rempen* (Wäggital). 4 turbines *Francis* développant 22 500 ch. sous la chute très élevée de 260 m.

Vitesse : 500 t./min.

Usine de *Siebnen* (Wäggital), 4 turbines *Francis* développant 17 500 ch. sous la chute de 197 m. Vitesse : 500 t./min. (Fig. 4.)

Usine de *Kanidera* (Japon), 2 turbines développant chacune 40 000 ch. sous la chute de 134,1 m., à la vitesse de 300 t./min. (Fig. 5.)

Chaque groupe turbo-générateur a trois paliers, dont deux appartiennent à l'alternateur. Le pivot s'appuyant sur le croisillon supérieur de la génératrice, supporte l'excitatrice.

Le tube d'aspiration, entièrement en fonte, est muni

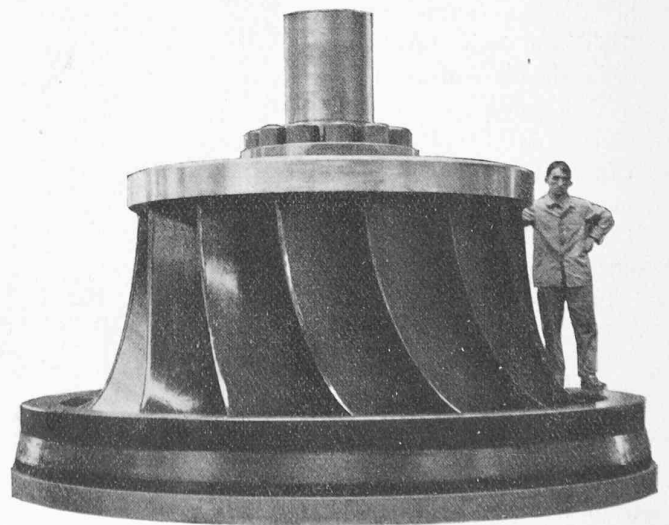


Fig. 3. — Roue d'une des turbines de *Parahyba* (Brésil).
 $H = 31,7$ m. ; $Q = 91,3$ m³/sec. ; $N = 32\,500$ ch. ; $n = 125$ t./min.

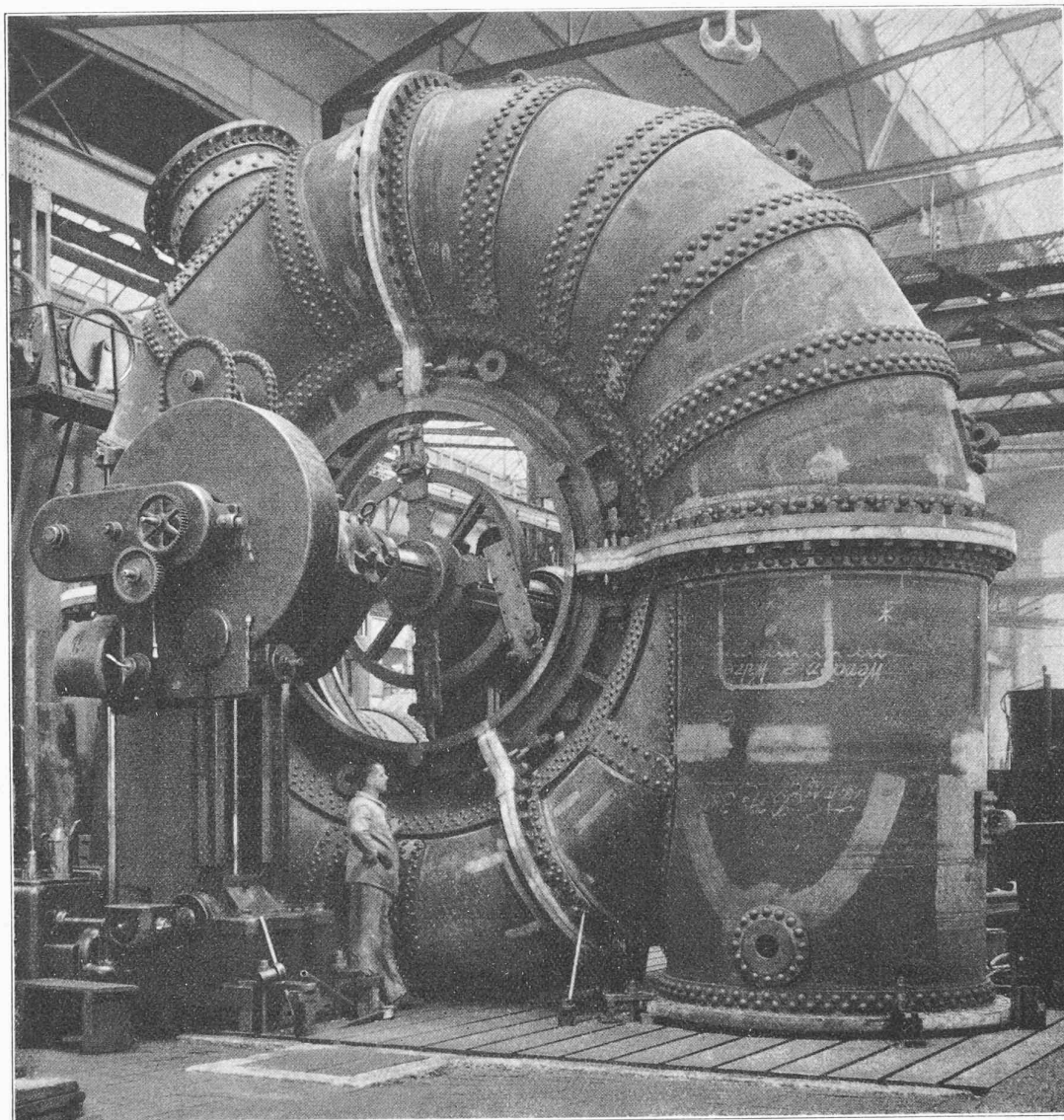


Fig. 5. — Bâche spirale d'une turbine de l'usine de Kanidera (Japon).
 $H = 134$ m.; $Q = 25$ m³/sec.; $N = 38500$ ch.; $n = 300$ t/min.

d'un dispositif télescopique qui permet d'en abaisser la partie supérieure pour dégager la roue en vue des inspections ou des réparations.

L'obturation de l'entrée des turbines est opérée par des *Vannes rotatives*, système Escher, Wyss et C^{ie} dont le principe est représenté, schématiquement, par les figures 6 et 7.

Le carter, grâce à sa forme sphérique, est spécialement approprié aux plus fortes pressions. Il porte, par deux tourillons facilement graissables, le corps rotatif, lequel est construit sous la forme d'un tuyau de même diamètre que la conduite, et est muni, sur l'un des côtés, d'une plaque-obturateur. Cette dernière n'est pas rigidement fixée au corps rotatif, mais dispose d'un certain jeu. Elle porte un anneau de bronze qui, en posi-

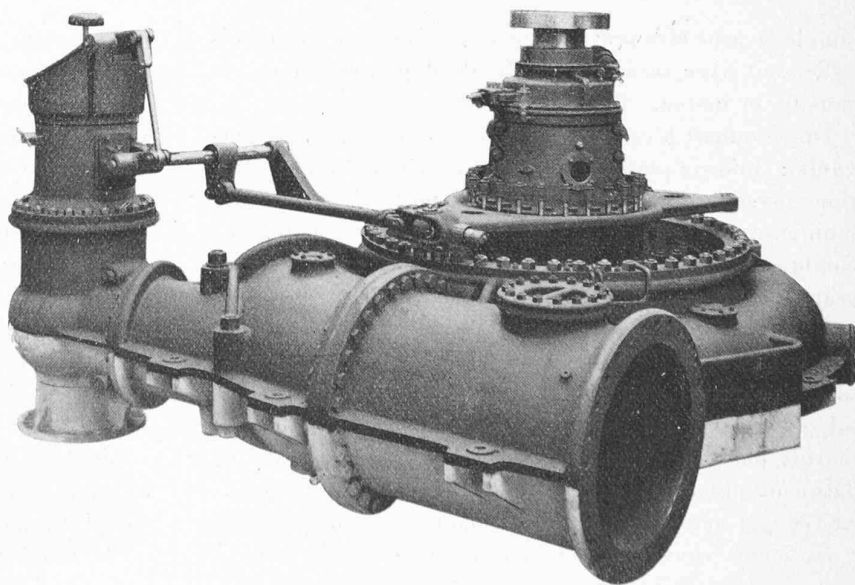


Fig. 4. — Turbine de l'usine de Siebnen (Wäggital).
 $H = 197$ m.; $Q = 7600$ l/sec.; $N = 17500$ ch.; $n = 500$ t/min.

tion de fermeture, est fortement pressé contre le siège de la vanne.

La face arrière de l'obturateur n'est accessible à l'eau sous pression que par un fort étranglement, mais communique par contre avec l'aval de la vanne par une large conduite traversant l'un des tourillons et munie d'une petite vanne *B*. En ouvrant cette petite vanne, on équilibre l'obturateur. Aucune pression n'agissant plus sur le siège, on peut tourner le corps rotatif très facilement de 90 degrés et l'amener à la position d'ouverture. Toute la pression agissant sur le corps de la vanne est supportée pendant la manœuvre par les deux tourillons ; la résistance au mouvement est ainsi minimum.

La commande placée à l'extérieur du carter est très

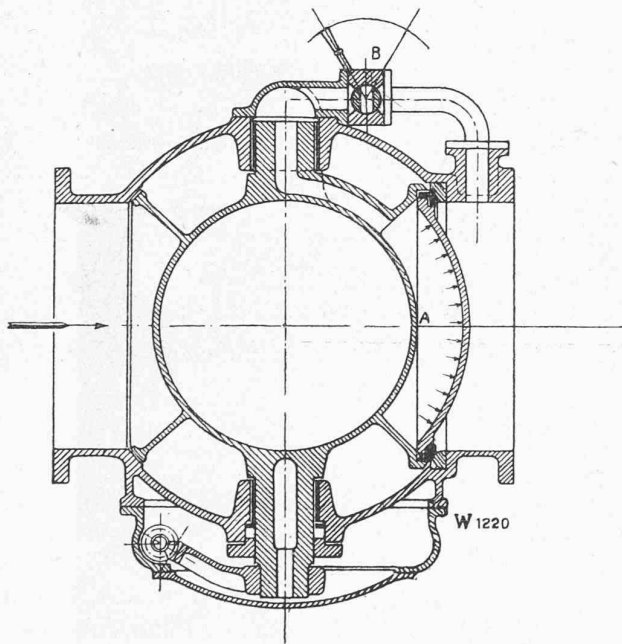


Fig. 6. — Position de fermeture

Vanne rotative, système *Escher, Wyss et C^{ie}*.

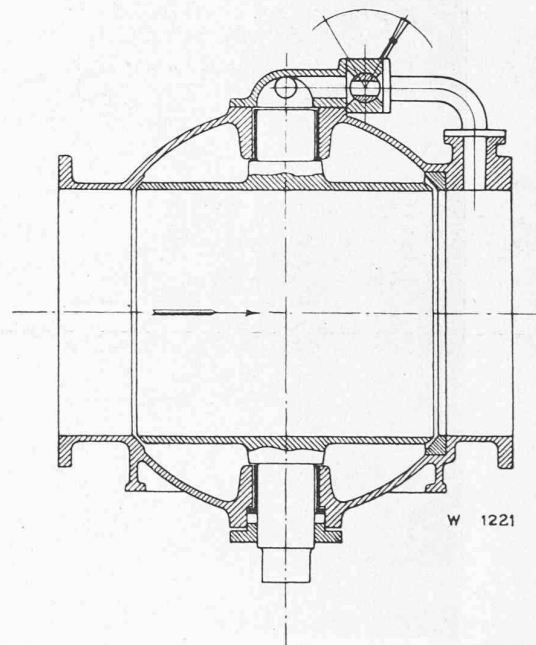


Fig. 7. — Position d'ouverture

simple et peut être prévue, soit avec vis sans fin et manivelle, soit avec servo-moteur hydraulique, soit avec vis sans fin et moteur électrique.

On reconnaît à ce système de vanne les avantages suivants : Guidage parfait de l'eau et surfaces lisses en position ouverte, d'où réduction de la perte de charge au minimum ; usures minima des surfaces d'étanchéité. Encombrement restreint, donc facilité d'aménagement plus grande. Manœuvre exigeant moins de force.

Le réglage des turbines de Kanidera est effectué par des régulateurs à huile sous pression dont les servo-moteurs sont placés sur les bâches spirales et les « colonnes » sur le sol de la salle des machines. L'huile sous pression est fournie par une centrale séparée, située à l'extrémité du bâtiment des alternateurs et armée de deux pompes à engrenages actionnées par une turbine Pelton.

La même centrale abrite encore un groupe composé d'une turbine Pelton développant 300 ch. et tournant à la vitesse de 600 tours/min. et d'une dynamo-excitatrice.

Usine de *Schwarzenbach* (Extension de l'usine de la Murg, propriété de la « *Badische Landes-Elektrizitäts-Versorgungs- A. G.* », à Karlsruhe). Une turbine Pelton, à axe horizontal calculée pour développer de 21 500 à 25 800 ch. sous 315 à 357 m. de chute, à la vitesse de 500 tours/min. Nombre de tours spécifique maximum : 55,2 soit par jet $n_s = 22,5$. Pour réaliser cette vitesse élevée, trois roues munies chacune de deux jets, ont été calées sur le même arbre. Le diamètre des roues étant trop petit pour se prêter à la construction normale les aubes sont fixées sur des épaulements forgés sur l'arbre. Les déflecteurs sont actionnés directement, tandis que les pointeaux sont commandés par des soupapes, ce qui permet d'obturer complètement soit l'injecteur supérieur soit l'inférieur.

La vanne d'entrée est une vanne rotative, système *Escher, Wyss*.

Dans cette installation, qui possède une accumulation dans le genre de celle du Wäggital, l'arbre horizontal du groupe entraîne deux pompes par l'intermédiaire d'engrenages. Ces pompes absorbent une puissance d'environ 9900 ch. pour élever 3 m³/sec. à la hauteur de 181 m. environ. (Fig. 8 et 9.)

En raison des conditions extraordinaires de l'exploitation qui se traduisent non seulement par des variations de la hauteur d'élévation, mais encore par celles de la puissance disponible pour les pompes, celles-ci ont été munies d'un réglage à aubes directrices qui prévient le laminage, pendant la régulation. La commande du réglage incombe à un régulateur normal à huile sous pression dans lequel un moteur synchrone très sensible a été substitué au tachymètre. Ce moteur, influencé par les plus petites variations de la fréquence dans le réseau, règle le débit de la pompe en conformité de l'énergie disponible.

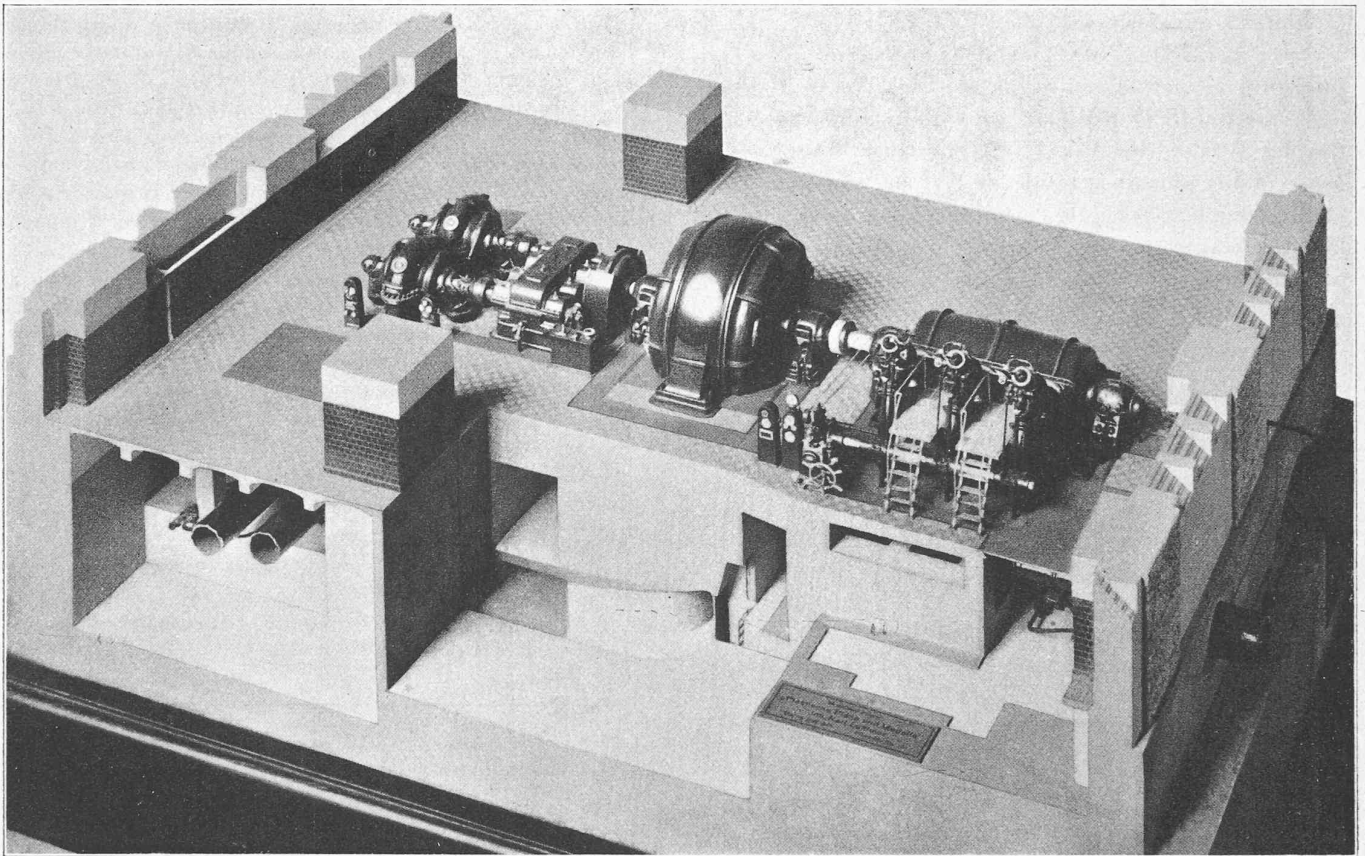


Fig. 8. — Maquette de l'usine de *Schwarzenbach* (Allemagne).
 $H = 357$ m.; $Q = 6\,800$ l./sec.; $N = 25\,800$ ch.; $n = 500$ t./min.

Après avoir remercié M. Caffisch, M. le Dr Tissot, qui présidait, a exprimé le regret « que ni la maison Bell, ni les Ateliers de construction mécanique de Vevey ne fussent représentés ». Si l'occasion ne nous a pas été offerte de faire part à nos lecteurs des travaux de la Société Th. Bell et C^{ie}, à Kriens, nous avons, en revanche, publié, sous le titre : *Quelques installations modernes de turbines hydrauliques*, une description détaillée de plusieurs turbines remarquables construites par les *Ateliers de Vevey*, à savoir : Turbines Pelton de l'usine d'*Amsteg* (6 turbines jumelles, de 14300 ch. chacune pour 275 m. de chute, *Bulletin technique* des 23 juin et 7 juillet 1923. — Turbines de l'usine de *Sainte-Tulle* (4 unités ; 2500 ch. chacune ; 33 m. de chute ; 300 t/min. — *Bulletin technique* du 13 octobre 1923. Turbines de l'usine de *Mauzac* (4 unités, 2500 ch. chacune ; 4,3 m de chute ;

55 t/min. ; n_s maxim. = 467, diamètre des roues : 5060 mm ; puissance rapportée à 1 m de chute : 303. — *Bulletin technique* du 8 décembre 1923). — Turbines de l'usine de *la Jagne* (4 unités de 6000 ch. chacune ; 105 m de chute ; 500 t/min. — *Bulletin technique* du 24 mai 1924). — Enfin, turbines à hélice de l'usine de *Wynau*

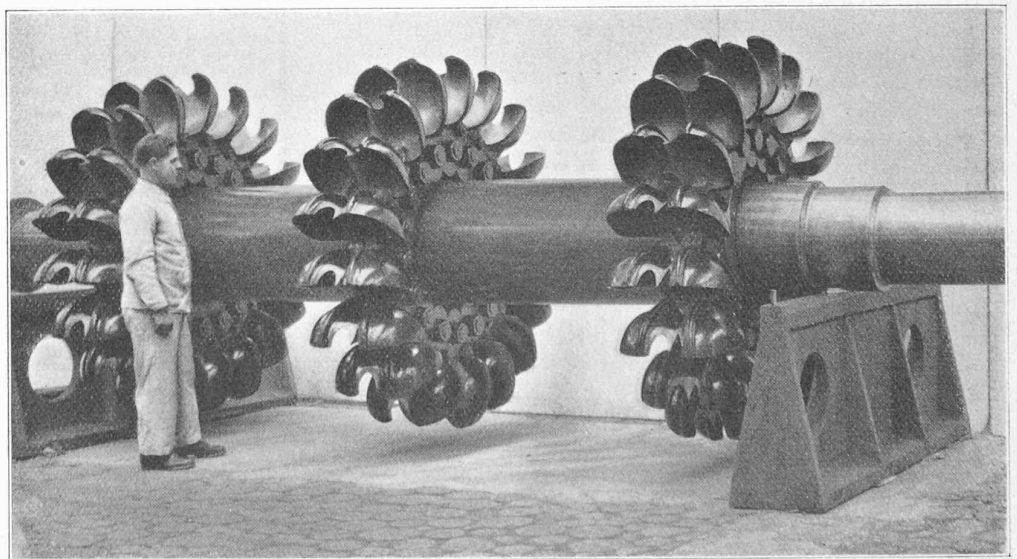


Fig. 9. — Turbine Pelton à 3 roues et 2 jets par roue de l'usine de *Schwarzenbach* (Allemagne).
 $D_1 = 1350$ mm.

(4 unités ; puissance maxim. : 2760 ch. ; chute : 2,4 à 5,2 m ; n_s : 730 à 1080 ; rendement maxim. : 89 % ; puissance rapportée à 1 m de chute : 265. — *Bulletin technique* du 16 août 1924). En outre, nous apprenons que les Ateliers de Vevey ont construit 3 turbines à hélice, d'une puissance totale de 960 ch., sous 3,6 m. de chute, pour le Service de l'éclairage et des eaux d'Interlaken et 3 autres turbines du même type, développant, au total, 600 ch.

Un exemple de « dispatching ».

L'exemple suivant, très suggestif et très clairement décrit, de dispatching est emprunté au remarquable exposé¹ que M. E. Epinaud, ingénieur en chef adjoint au chef de l'exploitation de la C^{ie} Paris-Orléans a présenté au dernier Congrès international des chemins de fer. Réd.

Particularités du dispatching de voie unique.

Sur le réseau de la C^{ie} Paris-Orléans, en voie unique comme en double voie, c'est le Régulateur qui autorise la mise en marche des trains facultatifs et spéciaux, et s'il y a lieu, prescrit la suppression des trains réguliers et le remplacement de ces trains par d'autres trains facultatifs ou spéciaux ; c'est lui qui commande la machine de secours et notifie aux gares les conditions de marche de cette machine, sous forme de train spécial.

Le Régulateur se substitue entièrement au Chef de la gare de commande (agent spécial de la voie unique) qui n'existe plus.

Le Régulateur prescrit d'autre part, les changements de croisement et les changements de dépassement (qui sont en voie unique ce que sont les garages et les expéditions hors tour en double voie).

On a, de plus, sur la ligne dispatchisée de Montluçon à Saint-Sulpice-Laurière, apporté à la réglementation normale les trois importantes simplifications suivantes :

1^o Le Régulateur peut prescrire que le croisement de deux trains qui doit normalement se faire à une gare A sera reporté à une gare M séparée de la gare A par plusieurs gares intermédiaires B, C, D, sans que le train soit obligé de s'arrêter à B, C, D, s'il n'a pas d'arrêt normal à ces gares ; sur les lignes non dispatchisées au contraire, le changement de croisement ne peut se faire qu'entre une gare et la gare suivante et le train est tenu de s'arrêter à toutes les gares entre le point de croisement normal et le point de croisement accidentel.

2^o En cas d'intervention de deux trains circulant dans le même sens, le train expédié devant un train qu'il doit normalement suivre au départ d'une gare A peut recevoir du Régulateur l'ordre de se rendre directement jusqu'à une gare M, séparée de la gare A par plusieurs gares intermédiaires B, C, auxquelles il est dispensé de s'arrêter s'il n'y a pas d'arrêt normal : sur les lignes non dispatchisées au contraire, le premier train n'est en pareil cas autorisé à s'avancer que de gare en gare en faisant viser par chacune d'elles son ordre de passe-devant.

3^o Le régulateur peut autoriser un train ne transportant pas de voyageurs à prendre sur son horaire normal une avance ne dépassant pas quinze minutes, de manière à faciliter le passage des autres trains et à alléger le travail des gares du parcours : sur les lignes non dispatchisées, cette faculté n'existe pas en voie unique.

¹ Cet exposé est reproduit *in extenso* dans le volume VII, N^o 1, janvier 1925, du « Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer ».

Etant donné que la ligne de Montluçon à Saint-Sulpice-Laurière est la seule ligne à voie unique dispatchisée des réseaux belge et français, nous croyons utile de montrer sur un cas concret tous les avantages que l'on peut tirer du Dispatching sur une ligne à voie unique chargée, parcourue par des express, comme l'est la ligne de Montluçon à Saint-Sulpice-Laurière, qui constitue l'un des tronçons de la grande artère transversale de Bordeaux vers Lyon-Genève-Milan d'une part, Dijon-Belfort-Strasbourg d'autre part.

Nous prendrons comme exemple la circulation du train rapide E. G. (Milan-Bordeaux) le 31 décembre 1923, où ce train est parti de Montluçon avec 60 minutes de retard et indiquons les opérations faites par le Régulateur pour assurer, dans les meilleures conditions possibles, la circulation de ce train, en évitant de retarder les trains de même sens et les trains croiseurs.

Ces opérations sont résumées sur le graphique (fig. 1) et comportent :

a) Le report du croisement de l'EG :

1^o A Lavaufranche au lieu de Cressat avec le train Rapide OG ;

2^o A Cressat au lieu de Busseau-sur-Creuse avec le train de marchandises régulier 5372 ;

Circulation avec le Dispatching.	Circulation avec le régime applicable sur les lignes non dispatchisées.
Le croisement de l'OG avec l'EG a été reporté directement de Cressat à Lavaufranche.	L'OG aurait dû s'avancer successivement de Cressat à Parsac-Gouzon, de Parsac-Gouzon à Chanon, de Chanon à Lavaufranche.
Un seul arrêt supplémentaire, perte de temps, 4 minutes.	Trois arrêts supplémentaires, perte de temps 12 minutes.
Grâce à l'avance donnée au train 5372, ce train de marchandises de détail a pu manœuvrer à Cressat avant le passage du train EG et être expédié à son heure réglementaire.	Le train 5372 n'aurait pu partir de Busseau-sur-Creuse qu'à son heure réglementaire.
Le train de marchandises de détail 5375 a été expédié de Busseau-sur-Creuse avec une avance de 15 minutes devant le train EG. Il est parvenu dans les mêmes conditions à Guéret après avoir desservi normalement la station de Sainte-Feyre et a pu être expédié à l'heure de Guéret.	Il pouvait à la vérité gagner Cressat sans retarder le train EG, mais il aurait dû attendre le passage de ce dernier pour manœuvrer, d'où perte de temps de 10 minutes pour lui.
Le train de marchandises de détail 5375 a été expédié de Busseau-sur-Creuse avec une avance de 15 minutes devant le train EG. Il est parvenu dans les mêmes conditions à Guéret après avoir desservi normalement la station de Sainte-Feyre et a pu être expédié à l'heure de Guéret.	Le train 5375 n'aurait pu partir de Busseau-sur-Creuse qu'à son heure réglementaire ce qui aurait obligé la station de Sainte-Feyre à le garer pour laisser passer le train EG.
Conséquences : Arrêt supplémentaire à Sainte-Feyre du train EG et perte de temps de 4 minutes à ce train. Départ de Sainte-Feyre du train 5375 à distance du train EG avec un retard de 29 minutes. Retard de 12 minutes du train 24201 au départ de Guéret pour attendre l'arrivée du train croiseur 5375.	Conséquences : Arrêt supplémentaire à Sainte-Feyre du train EG et perte de temps de 4 minutes à ce train. Départ de Sainte-Feyre du train 5375 à distance du train EG avec un retard de 29 minutes. Retard de 12 minutes du train 24201 au départ de Guéret pour attendre l'arrivée du train croiseur 5375.
Le train 5376 a été supprimé entre Vieilleville et Guéret et remplacé par le train spécial A 5376, marche parvenant à Guéret 50 minutes en avance sur l'heure normale du 5376 et permettant son croisement à Guéret avec le train EG.	Le train 5376 n'aurait pu être expédié en avance au départ de Vieilleville.
Le train EG n'avait donc plus aucun train à croiser ni à dépasser entre Saint-Sulpice-Laurière et Guéret. La marche EG a pu ainsi être supprimée et remplacée par une marche REG sans arrêt de Guéret à Saint-Sulpice-Laurière.	Il aurait croisé le train EG en retard à La Brionne où il aurait perdu 12 minutes pour l'attendre. De son côté le train EG aurait dû non seulement s'arrêter à La Brionne pour y croiser le 5376, mais encore observer l'arrêt de service prévu à Montaigut, soit une perte de temps de 7 minutes.
	¹ N. de la Réd. — La marche de ce train n'est pas tracée sur le graphique original.