Installations hydrauliques crées par la Société romande d'électricité à Aigle, Vouvry et Montreux

Autor(en): **Michaud, J.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **34 (1908)**

Heft 19

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-26865

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

34me Année. 10 octobre 1908. N° 19.

Bulletin technique de la Suisse romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES. — Paraissant deux fois par mois.

Rédacteur en chef : P. MANUEL, ingénieur, professeur à l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

Secrétaire de la Rédaction : Dr H. DEMIERRE, ingénieur.

SOMMAIRE : *Installations hydrauliques créées par la Société romande d'électricité, à Aigle, Vouvry et Montreux* (suite), par M. J. Michaud, ingénieur. — *Nouvel appareil de changement progressif de vitesse pour automobiles*, par M. P. Hoffet, ingénieur. — Concours pour une grande salle de réunions et un restaurant d'été, à Neuchâtel : rapport du jury (suite). — Résultats du concours pour le monument de la Réformation, à Genève. — Législation fédérale sur les forces hydrauliques. — *Nécrologie :* Armand Pillichody.

Installations hydrauliques créées par la Société romande d'électricité, à Aigle, Vouvry et Montreux.

Par J. MICHAUD, ingénieur.

(Suite [1]).

Turbines pour les excitatrices. — Ces deux turbines sont calculées chacune pour les données suivantes :

Chute nette	350 mètres.
Débit	38 litres-seconde.
Puissance effective . . .	120 chevaux.
Nombre de tours	1000 par minute.

Elles sont du genre Pelton avec injecteur à jet circulaire et réglable à aiguille.

Le diamètre extérieur de la roue est de 750 mm. Le réglage se fait à la main. Elles ne sont pas du type « porte à faux » mais possèdent chacune un arbre portant la roue et tournant dans deux paliers. L'accouplement avec la dynamo d'excitation est fait par un manchon élastique à courroie sans fin.

II. Agrandissement de l'usine de Vouvry.

L'installation de la force motrice du lac Tanay (920 m. de chute nette) à Vouvry, qui constitue la plus haute chute actuellement utilisée dans le monde, a déjà été décrite par M. Boucher dans les numéros des 5 juillet, 5 août et 5 septembre 1902 du présent journal. Nous y renvoyons le lecteur [2].

La première installation comportait quatre groupes de 500 chevaux 1000 tours avec deux excitatrices de 25 chevaux 2000 tours. Un agrandissement considérable était dores et déjà prévu.

En 1905 et 1906, sous les auspices de la Société romande d'électricité, on a installé deux groupes générateurs de 2000 chevaux 500 tours, avec deux excitatrices de 125 chevaux 1500 tours. Le matériel hydraulique de cet agrandissement a été étudié et exécuté par les Ateliers de Constructions mécaniques de Vevey.

Turbines de 2000 chevaux. — La disposition générale en est représentée par la figure 8. L'installation comporte deux vannes d'arrêt, la turbine proprement dite avec son injecteur et son volant, le régulateur de vitesse et le manchon d'accouplement.

Vanne d'arrêt à commande à main. — Son diamètre est de 300 mm. et sa construction ne diffère pas du type habituel. On y retrouve le tiroir en coin, les garnitures en bronze, l'indicateur d'ouverture, la commande par engrenage et le by-pass que l'on rencontre normalement dans ce genre d'appareil. L'emploi de la fonte d'acier pour le corps de vanne et son couvercle est seul à signaler.

Vanne cylindrique à commande hydraulique. — Cette vanne qui a aussi le diamètre de 300 mm. se commande à distance et peut être fermée alors même que l'orifice distributeur de la turbine est encore ouvert en plein, ce qui n'est pas le cas de la vanne d'arrêt qui la précède et dont nous venons de parler. La vanne à commande hydraulique est construite d'après les mêmes principes que celles des groupes de 500 chevaux, installés dès l'origine.

L'organe obturateur est un piston différentiel dont l'extrémité vient s'appliquer contre un siège circulaire en bronze. Le piston se meut sous l'action de l'eau en pression et un tiroir de distribution relié à la vanne par une tuyauterie de petit diamètre en permet la manœuvre à distance.

Un détail intéressant de cet appareil réside dans l'adaptation au piston obturant d'une couronne en bronze de 60 mm. de hauteur, pourvue d'un certain nombre d'entailles rectangulaires. Cette couronne est destinée à limiter la force du coup de bélier consécutif d'une fermeture.

On sait que, pour atténuer le coup de bélier, il faut que l'arrêt de l'eau se fasse lentement et que le débit diminue régulièrement au fur et à mesure de la fermeture. Or, dans le cas particulier, le piston obturant dépouillé de cette couronne arriverait tout près de son siège avant d'avoir diminué le débit d'une façon notable. Quand le distributeur de la turbine est ouvert en plein et qu'il ne reste plus à l'ob-

[1] Voir N° du 25 septembre 1908, page 209.

[2] M. Boucher est actuellement occupé de l'établissement de la force motrice du lac d'Orlu, dans les Pyrénées orientales, qui a exactement la même hauteur de chute nette que celle du lac Tanay. Les turbines sont en construction aux Ateliers de Vevey.

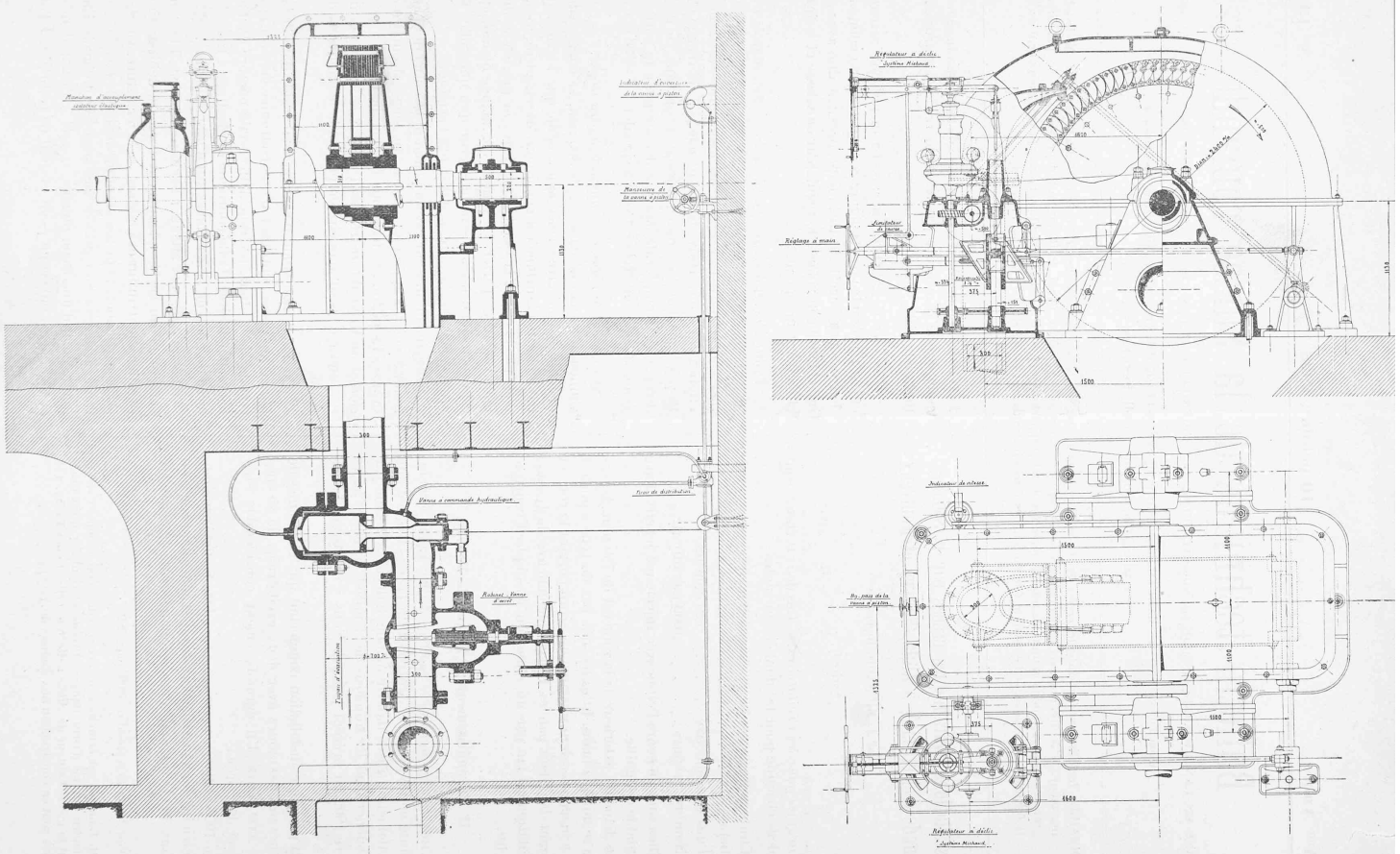

Fig. 8. — Turbine de 2000 HP. de l'Usine de Vouvry.

turateur que 5 mm. à franchir sur les 150 de sa course totale, le débit de la conduite n'a diminué que d'un dixième. La fermeture finale des 5 mm., seule efficace, c'est-à-dire seule entraînant l'arrêt progressif et régulier de l'eau dans la conduite, se ferait donc trop rapidement et le coup de bélier serait dangereux ; à moins qu'on ne manœuvre cette vanne-piston avec une lenteur extrême et contraire à sa raison d'être de vanne de sûreté à fermeture rapide, manœuvrable en tout temps et sans danger.

La dimension des entailles de la couronne est telle que l'orifice laissé libre, au moment où la couronne s'engage dans le siège, est égal à celui qui reste avec une course de 5 mm. en l'absence de couronne à fenêtres. On a donc sur la course totale de 150 mm. une première partie de 90 mm. à peu près sans effet sur l'arrêt du débit, puis une seconde partie de 60 mm., qui seule est efficace pour produire cet arrêt. La course totale a une durée de 20 à 24 secondes environ, dont 8 à 10 pour la partie efficace.

La vanne hydraulique est comme le robinet-vanne munie d'un by-pass, bien que cela puisse paraître superflu au premier abord. Lorsqu'on ouvre la vanne hydraulique, le tronçon de conduite en aval de cette vanne jusqu'au distributeur de la turbine est vide et le remplissage s'opère très rapidement par suite de l'écoulement de l'eau sous une chute de 920 m. Mais au moment où le dit tronçon est rempli, le distributeur de la turbine étant fermé, la vitesse dans l'ensemble de la canalisation s'arrête net et il se produit un choc violent et dangereux. C'est la raison d'être de ce by-pass, qui, en vertu même de sa petitesse, opère nécessairement le remplissage avec la lenteur voulue.

Il s'est produit, lors du montage, un phénomène digne d'être mentionné. Avant de placer la calotte de la turbine, le monteur voulut se rendre compte de l'étanchéité du tronçon de conduite entre la vanne hydraulique et le distributeur. A cet effet et afin de ne pas avoir trop de fuites au tiroir du distributeur, il introduisit dans tous les interstices de l'étoupe enduite de minium, puis il remplit le tuyau en ouvrant la vanne hydraulique. Le remplissage s'opérant très rapidement, il se produisit une compression très rapide aussi de l'air et, par suite, une telle élévation de la température, que l'étoupe servant de joint provisoire s'enflamma. On peut juger de l'ahurissement de l'ouvrier monteur ouvrant une vanne pour remplir d'eau un bout de conduite et voyant des flammes sortir de l'extrémité de celle-ci.

Turbines proprement dites. — On n'a pas conservé le type « porte à faux » des quatre premières turbines de 500 chevaux à cause des conditions de régularité de marche, qui étaient imposées, savoir : La turbine marchant à pleine ouverture et développant 2000 chevaux si un accident de la ligne électrique fait tomber brusquement la puissance à zéro, l'accroissement momentané de la vitesse ne doit pas dépasser 18 à 20 % de la vitesse normale. D'autre part, la fermeture du distributeur doit s'opérer en 10 secondes au moins pour que l'augmentation de pression due au coup de bélier ne dépasse pas 10 %. Le réglage par déviation du jet n'est pas admis, puisqu'il faut économiser l'eau motrice provenant d'un lac.

Dans ces conditions, il devenait indispensable d'avoir un volant très lourd en plus de la masse tournante de l'alternateur.

Le calcul fait, en admettant pour le volant un diamètre extéreur de $2^m,400$, soit une vitesse circonférencielle de $62^m,80$ par seconde pour 500 tours à la minute, conduit à un poids de 7000 à 8000 kilos pour la couronne-volant. Il devenait dès lors à peu près impossible d'avoir un pareil poids en porte à faux à l'extrémité de l'arbre de l'aternateur, et cela d'autant plus que l'effort moteur sur la roue turbine (environ 2600 kilos) n'agit qu'en un seul point et tend aussi comme le poids propre à faire fléchir l'arbre.

On a donc adopté des turbines avec roues motrices et volant calés sur l'arbre entre les deux paliers, le manchon d'accouplement seul étant en porte à faux. Le volant est composé d'une série d'anneaux en tôle épaisse assemblés par rivets et portés par quatre disques aussi en tôle, calés sur un moyeu en acier coulé. Deux couronnes d'aubes symétriques d'un diamètre extérieur de $2^m,400$ sont fixées de chaque côté du volant au moyen de rivets. Chaque aube est reliée à la suivante par de petits anneaux en acier, afin de mieux reporter continuellement sur les voisines la plus grande partie de l'effort moteur reçu directement par une ou deux aubes seulement.

A la vitesse normale de 500 tours, la force centrifuge fait naître à l'extérieur de la couronne-volant une tension d'environ 300 kilos par cm^2. En supposant que la vitesse d'emballement, en cas de non fonctionnement du régulateur, puisse atteindre le double du nombre normal de tours, ce qui est exagéré, cette tension deviendrait quatre fois plus grande, soit 1200 kilos. Cette valeur est fort admissible pour de la tôle d'acier Siemens-Martin. On peut donc dire que ces roues-volants sont inexplosibles.

Pour parer à toute éventualité, sur le désir de la Société romande d'électricité, la calotte en fonte de la bâche de la turbine a été munie d'une cuirasse intérieure en tôle épaisse. Si donc, par extraordinaire, il arrivait qu'une aube se détachât, cela n'aurait pas de conséquence grave.

On voit, comment toutes les précautions ont été prises pour avoir des turbines extrêmement robustes et capables de supporter sans inconvénient la vitesse d'emballement.

Voici les poids des divers organes qui sont calés sur l'arbre et de l'arbre lui-même :

1 volant avec son moyeu	6,430 kilos
2 roues turbines fixées contre le volant	2,820 »
1 plateau du manchon élastique . .	1,510 »
1 arbre de la turbine	1,250 »
Total . .	12,010 kilos

L'arbre a un diamètre de 310 mm. au milieu et 220 mm. dans les paliers. Les paliers sont à graissage automatique

et pourvus d'une circulation d'eau froide pour le rafraîchissement de l'huile. Au début, on a essayé de marcher en laissant de côté ce refroidissement, mais l'échauffement était trop fort.

L'injection de l'eau motrice se fait à la partie supérieure de la roue turbine; on perd de ce fait environ 2 mètres de chute, ce qui est insignifiant en regard de la chute totale. Le principal avantage de cette disposition est, qu'une fois la calotte de la turbine enlevée, l'injecteur est parfaitement visible et accessible, ce qui n'est pas le cas lorsque l'injection se fait dans le bas de la roue.

L'injecteur est fixé sur la bride terminale du tuyau vertical de 300 mm. en acier coulé. Il est en forme de coude et se partage en deux branches à son extrémité. Chaque branche est munie d'un bec rapporté en bronze de section carrée 32/32 mm. L'organe obturateur est un tiroir réglable à guidage circulaire. Les parties soumises à l'usure sont facilement remplaçables. Ajoutons qu'à l'usine de Vouvry, grâce à la pureté de l'eau et malgré la chute énorme, l'usure des organes distributeurs et récepteurs est insignifiante. C'est à peine si l'on commence à voir des traces d'usure aux roues et distributeurs des premières turbines de 500 chevaux installés en 1902.

Les turbines de 2000 chevaux sont calculées pour les données suivantes :

Chute nette	920 mètres.
Débit	217 litres-seconde.
Puissance effective	2000 chevaux.
Nombre de tours.	500 par minute.

C'est dire que l'on a garanti un rendement utile de 75 % à pleine admission. Les essais faits, le 15 mai 1907, par M. Payot, ingénieur en chef de la Société romande d'électricité, montrent que ce résultat a été légèrement dépassé et qu'en outre le rendement utile reste bon jusqu'à la demi-charge.

L'essai d'enlèvement brusque de toute la charge a aussi été fait plusieurs fois ; l'emballement momentané n'a jamais dépassé les 20 % prévus. *(A suivre).*

Nouvel appareil de changement progressif de vitesse pour automobiles[1].

Par M. P. HOFFET, professeur à l'Université de Lausanne.

Un problème très important qui se pose dans la construction des automobiles est celui du changement de vitesse. En effet, pour travailler économiquement et assurer une marche régulière, le moteur à explosion, qui commande indirectement l'essieu moteur et l'automobile, doit tourner entre certaines limites de vitesse assez restreintes, tandis que l'on demande que la vitesse des roues motrices de l'automobile puisse varier progressivement entre zéro et un maximum déterminé.

Pour remplir ces deux conditions, on a l'habitude d'intercaler entre l'arbre moteur et le *différentiel,* qui commande l'essieu moteur et lui dicte le sens du mouvement, un appareil composé de pignons d'inégales grandeurs, à l'aide duquel on réduit successivement à plusieurs vitesses déterminées la vitesse du moteur. Cet appareil porte le nom de *train balladeur.* Il a l'inconvénient de produire des à-coups, car le passage d'une vitesse à une autre se fait brusquement. Pour en atténuer l'effet, le mouvement du moteur est transmis au train balladeur par un embrayage à friction, qui permet en outre de dételer le moteur et de le laisser marcher à vide, lorsqu'il s'agit d'arrêter instantanément la voiture.

MM. Birbaum et Rost, à Lausanne, ont imaginé un appareil de changement de vitesse qui permet de supprimer le train balladeur et de remplacer l'embrayage à friction, sujet à forte usure, par un manchon d'embrayage à dents. Celui-ci relie directement le différentiel au moteur, quand l'automobile marche à son allure normale; mais il est débrayé aussi longtemps que cette vitesse n'est pas atteinte. Le moteur actionne alors indirectement l'arbre du différentiel moyennant l'appareil que nous nous proposons de décrire ici.

L'arbre du moteur porte un coude pouvant se déplacer dans un collier, de telle sorte que l'excentricité du collier peut varier de zéro à un maximum. L'ensemble forme donc une manivelle de longueur variable ou encore un excentrique à rayon d'excentricité variable et permet de donner une amplitude également variable aux mouvements des extrémités de plusieurs bielles ou barres d'excentrique. Ces mouvements sont communiqués à plusieurs bagues qui, à leur tour, entraînent alternativement autant de pignons calés sur un même arbre de renvoi, lequel est relié à l'arbre du différentiel par un train d'engrenages de multiplication de vitesse.

La partie essentielle du mécanisme de MM. Birbaum et Rost consiste dans l'arbre coudé que l'on peut déplacer suivant son axe pour changer l'excentricité du collier de commande. Lorsque l'arbre se trouve dans la position indiquée en traits pleins dans le dessin ci-joint, le coude travaille avec sa plus grande excentricité ; celle-ci est choisie de telle sorte que la vitesse que reçoit l'arbre du différentiel soit légèrement inférieure à celle de l'arbre du moteur. L'embrayage pour la transmission directe peut donc se faire sans choc. Si, au contraire, le coude se trouvait dans la position dessinée en ponctués, l'excentricité serait nulle et le collier, ainsi que l'arbre de renvoi, resteraient en repos. Supposons maintenant le manchon d'accouplement débrayé : si l'on déplace successivement l'arbre du moteur de sa position ponctuée à la position dessinée en traits pleins, l'amplitude du mouvement des bielles va aussi en augmentant progressivement et, avec lui, la vitesse de l'arbre de renvoi et de l'arbre du différentiel. C'est précisément cette manœuvre que l'on exécute pour le démarrage de l'automobile, tandis que pour l'arrrêter on ramène le coude dans la position ponctuée.

[1] Tous droits de reproduction réservés.