

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 29 (1903)
Heft: 7

Artikel: Turbines de la Société italienne de carbure de calcium, à Terni:
construites par J. Duvillard, à Lausanne
Autor: Michaud, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-23485>

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: 22.02.2026

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

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: M. P. HOFFET, professeur à l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

SOMMAIRE: *Turbines de la Société italienne de carbure de calcium, à Terni*, par M. J. Michaud, ingénieur. — *La nouvelle station téléphonique centrale de Lausanne* (suite), par M. L. Vanoni, chef du Service technique de l'Administration des télégraphes suisses. — **Divers:** Concours pour le bâtiment d'archives de Neuchâtel (suite). — Les lampes électriques à incandescence. Communication faite par M. Sartori, ingénieur, à Fribourg, à la Société fribourgeoise des Ingénieurs et Architectes. — Tunnel du Simplon. Etat des travaux au mois de mars 1903. — Société vaudoise des Ingénieurs et des Architectes. Rapport du président à l'assemblée générale du 21 mars 1903. (Extrait).

Turbines de la Société italienne de carbure de calcium, à Terni.

Construites par J. Duvillard, à Lausanne.

Ce n'est pas la première fois que des constructeurs vaudois voient leurs produits utilisés dans la patrie de Tacite. Il y a déjà près de 20 ans que les ateliers B. Roy, à Vevey, ont collaboré à la création des aciéries de Terni, auxquelles ils ont fourni plusieurs turbines.

Le fleuve Vellino se précipite dans la vallée de la Néra, principal affluent du Tibre, à 7 km. de Terni, par la célèbre cascade delle Marmore. Cette cascade a un premier jet de 60 m. de haut. La chute totale, utilisable jusqu'au confluent avec la Néra, varie de 135 à 165 m., suivant qu'on rejoint cette dernière un peu en amont ou un peu en aval de ce confluent.

Le débit du Vellino à l'étiage ne descend pas au-dessous de 32 m³ par seconde. On voit quelle immense force motrice est disponible. Les concessions s'obtiennent en demandant au gouvernement un certain nombre de mètres cubes de débit. Jusqu'ici, sauf erreur, il n'y a guère que la moitié de ce débit minimum qui soit concédé et réparti entre six ou sept concessionnaires.

L'importance du débit à l'étiage doit naturellement être attribuée à l'étendue et à la nature du bassin alimentaire et, en partie aussi, au phénomène d'accumulation que réalise le lac de Piediluco, à quelque 4 ou 5 km. en amont de la cascade; non pas que ce lac soit traversé par le Vellino, mais il lui est relié par un émissaire dont l'eau coule tantôt depuis le lac au fleuve, et tantôt en sens inverse dans le cas de crues. Cette circonstance heureuse empêche l'ensablement du lac par les dépôts du Vellino, qui aurait bientôt accompli son œuvre néfaste si toutes ses eaux limoneuses devaient entrer dans le lac, et non pas seulement son trop-plein.

La plaine que traverse le Vellino, avant la cascade, est de nature tuffeuse. Autrefois le Vellino devait, d'après l'opinion de M. l'ingénieur Bartoli, s'étaler dans cette plaine et retomber en nappe allongée le long de la falaise qui, en ce point, borde la Néra, en la décorant de tuf sur toute sa longueur. De là vient sans doute le nom

de Cascate delle Marmore (marbre). L'imagination populaire embellit ce qu'elle touche, et d'ailleurs le tuf est aussi bien du calcaire que le marbre.

Ce sont les Romains et leur consul Manius Curius Dentatus qui, déjà comme nous autres modernes, amateurs de la ligne droite, corrigèrent la nature (271 ans avant J.-C.) en creusant au Vellino un lit bien rectiligne qui aboutit à la cascade actuelle. Les tufs de la falaise se garnirent de verdure, la cascade encaissa et contourna son lit, ensorte qu'on ne la voit plus en entier d'un seul coup d'œil. Le nom seul est resté pour rappeler l'ancien état des choses.

Les tufs du Vellino ont une grande vertu: ils sont solides et étanches, qualités précieuses qu'on a utilisées lors de la création des prises d'eau. On creusait à côté du fleuve à des profondeurs de 6 et 8 m. au-dessous de la surface de l'eau dont on n'était séparé que par un barrage naturel d'une minceur qui aurait fait frémir d'indignation tous nos inspecteurs fédéraux, et cependant cela était solide et parfaitement étanche.

Un détail encore, pour en finir avec les impressions que laisse le paysage et qui n'ont qu'un rapport un peu indirect avec l'aubage des turbines. Si vous vous promenez dans les parages des diverses prises d'eau en amont de la cascade, vous avez chance de rencontrer un personnage vêtu comme tous les gens du pays et qui se promène portant en bandouillère un fusil à deux coups.

Si vous descendez une rampe aboutissant à une chambre souterraine, creusée dans le roc tuffeux, vous pourrez y voir un homme couché sur une planche inclinée et lisant. Une couverture étendue sur la planche en dissimule les aspérités pour celui qui s'y est étendu. A côté, un téléphone dernier modèle et le fusil à deux coups. C'est, comme le premier personnage, un gardien des prises d'eau. Chez nous, on leur donnerait une casquette à plusieurs galons et du papier ad hoc pour dresser procès-verbal de contravention. C'est moins dangereux peut-être, mais avouez que c'est infiniment moins pittoresque.

Lorsque le consortium belge qui a fondé les aciéries de Terni, voulut utiliser la force motrice de la cascade delle Marmore pour actionner les engins de sa future usine à 6 km. de distance, il ne pouvait songer à

la transmission de force par l'électricité, puisque celle-ci n'existant pas encore. Le problème fut résolu en amenant l'eau du Vellino, par une série de syphons et de tunnels, jusque sur la colline qui domine l'emplacement de l'aciérie. De là, elle est introduite dans les conduites en charge qui alimentent les turbines. Les conduites en tôle étaient alors fort chères; on préféra employer pour chacun des syphons renversés reliant les souterrains successifs, quatre ou cinq canalisations parallèles en fonte de petit diamètre, 0m,60 sauf erreur. Le nombre de ces canalisations a été récemment augmenté.

Avant d'être amenées aux aciéries, les eaux dérivées du Vellino traversent un grand bassin de décantation qui a été récemment encore agrandi. Ce bassin figure sur les cartes que Bædecker a jointes à son itinéraire de l'Italie centrale; c'est dire qu'il est de belle taille. Malgré cela, quand les eaux sont chargées de limons, on ne distingue guère à l'œil la différence qu'il peut y avoir dans l'aspect de l'eau à l'entrée et à la sortie du bassin. Toutefois cette décantation, pour imparfaite qu'elle soit, n'est pas superflue. Elle a surtout pour effet d'enlever les parties les plus grossières et spécialement les grains siliceux dont l'action érodante est la plus dangereuse pour les au-

bages de turbines et de distributeurs. Les matériaux impalpables ou de nature calcaire restent seuls en suspension.

Lorsque MM. les ingénieurs Morani, à Rome, et Bartoli, à Terni, fondèrent la Société italienne de carbure de calcium, qui devait utiliser la force motrice de cette même cascade delle Marmore dans les deux usines de Collestato et de Papigno, le problème de la décantation se posa devant eux.

M. Bartoli, depuis longtemps déjà occupé aux aciéries de Terni, était mieux qualifié que personne pour le ré-soudre.

La configuration du sol est telle qu'il ne fallait pas songer à créer de nouveaux bassins de décantation, d'autant plus que, pour la principale usine tout au moins, ils auraient été creusés entièrement en souterrains dans le roc.

On préféra choisir un type de turbine réalisant, dans la mesure du possible, un minimum d'usure et prévoyant un échange facile et économique des pièces inéluctablement vouées à la destruction par l'usure. Le coût annuel de ce remplacement est bien inférieur à l'intérêt des sommes que les bassins de décantation auraient coûtées.

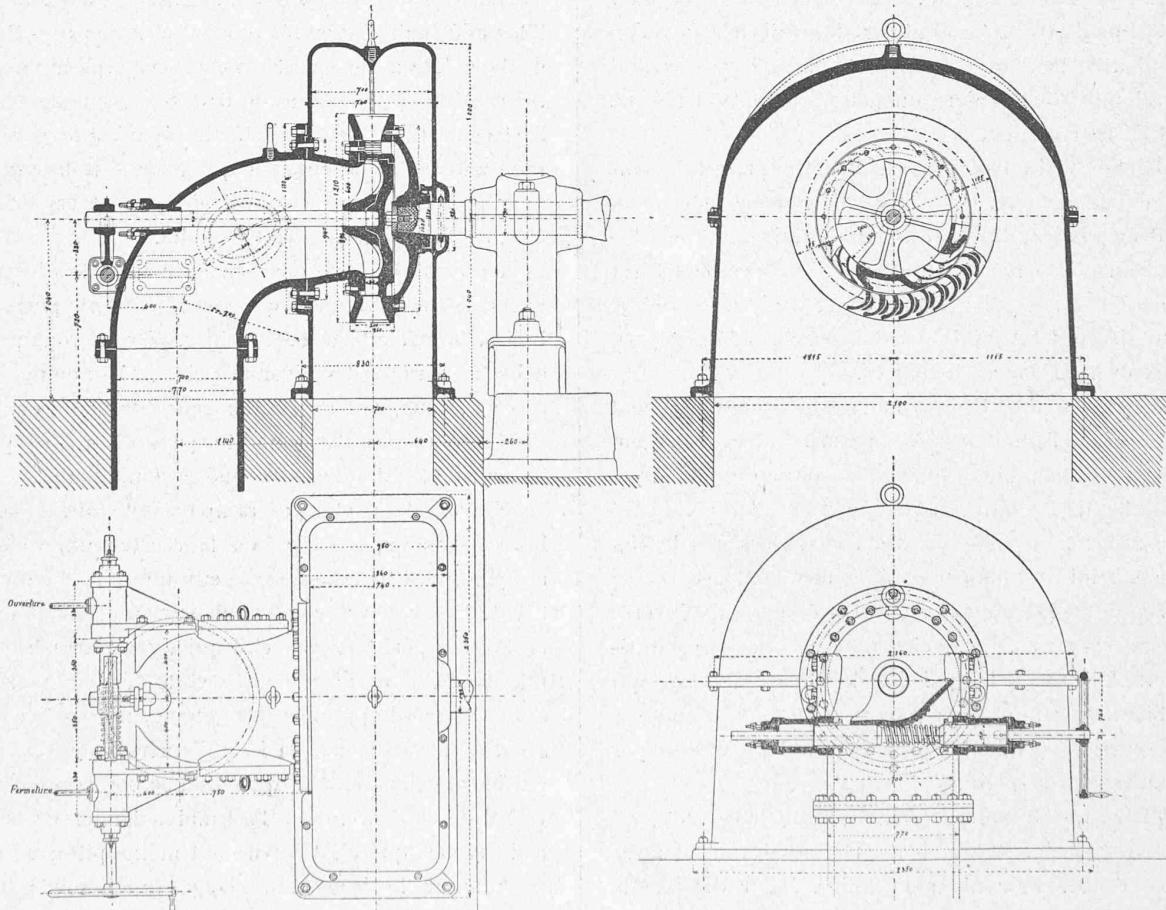


Fig. 4. — Turbines de l'usine de Collestate.
 Puissance : 1500 chevaux. — Nombre de tours : 500 p. min. — Chute : 130 m.
 Echelle : 1 : 40.

Les trois premières turbines utilisées dans l'usine de Collestate sont représentées par la figure 1. Leur force est de 1500 chevaux chacune, la chute est 130 m., le nombre de tours 500 et le diamètre intérieur de la roue turbine 0^m,900. Celles-ci sont clavetées en porte à faux sur l'extrémité prolongée de l'arbre des alternateurs fournis par la Compagnie de l'Industrie électrique à Genève. Cette société, craignant l'échauffement des paliers, a installé à chaque alternateur une très ingénieuse pompe à huile, imaginée par l'électricien bien connu M. Thury. Cette pompe tourne à très grande vitesse et refoule de l'huile en pression dans les coussinets de l'alternateur voisins de la turbine.

Comme on peut le voir par la figure, ces trois turbines sont du type Girard radiales, à introduction partielle intérieure. La vanne tiroir équilibrée du distributeur est commandée à volonté, ou bien par deux pistons hydrauliques, mis en marche à distance, ou bien par un volant à main, agissant par un filet de vis sur la vis sans fin clavetée sur l'arbre de la vanne tiroir.

On avait, à l'origine, cru bien faire en utilisant des aubes d'acier, soit au distributeur, soit à la turbine. L'usure fut extra-rapide, et on en revint purement et simple-

ment à l'emploi de la fonte. Quant au vannage, qui se manœuvre toujours à mains et sans le secours d'un régulateur, il fonctionne convenablement. Naturellement l'usure de l'obturateur tiroir est rapide comme celle du distributeur. L'usure des distributeurs est plus rapide que celle des turbines. Ils durent à peu près moitié moins longtemps. On en consomme trois ou quatre par an pour chaque turbine.

Pour le second groupe de trois turbines de 1500 chevaux, installé dans la même usine, on introduisit quelques modifications. Ces turbines actionnent des alternateurs fournis par la section italienne de la Compagnie américaine Thomson-Houston à Schenectady (fig. 2).

Elles sont aussi clavetées en porte à faux sur l'arbre prolongé des alternateurs. Le nombre de tours n'est plus que de 400, et le diamètre de la roue turbine 1^m,050. Les constructeurs de la dynamo se sont dispensés d'envoyer de l'huile en pression dans les paliers, sans que pour cela ceux-ci aient chauffé.

La modification essentielle apportée à la construction précédente réside dans la suppression de la vanne tiroir. Partant du fait que la turbine marche habituellement à pleine charge, on s'est contenté d'un clapet obturateur

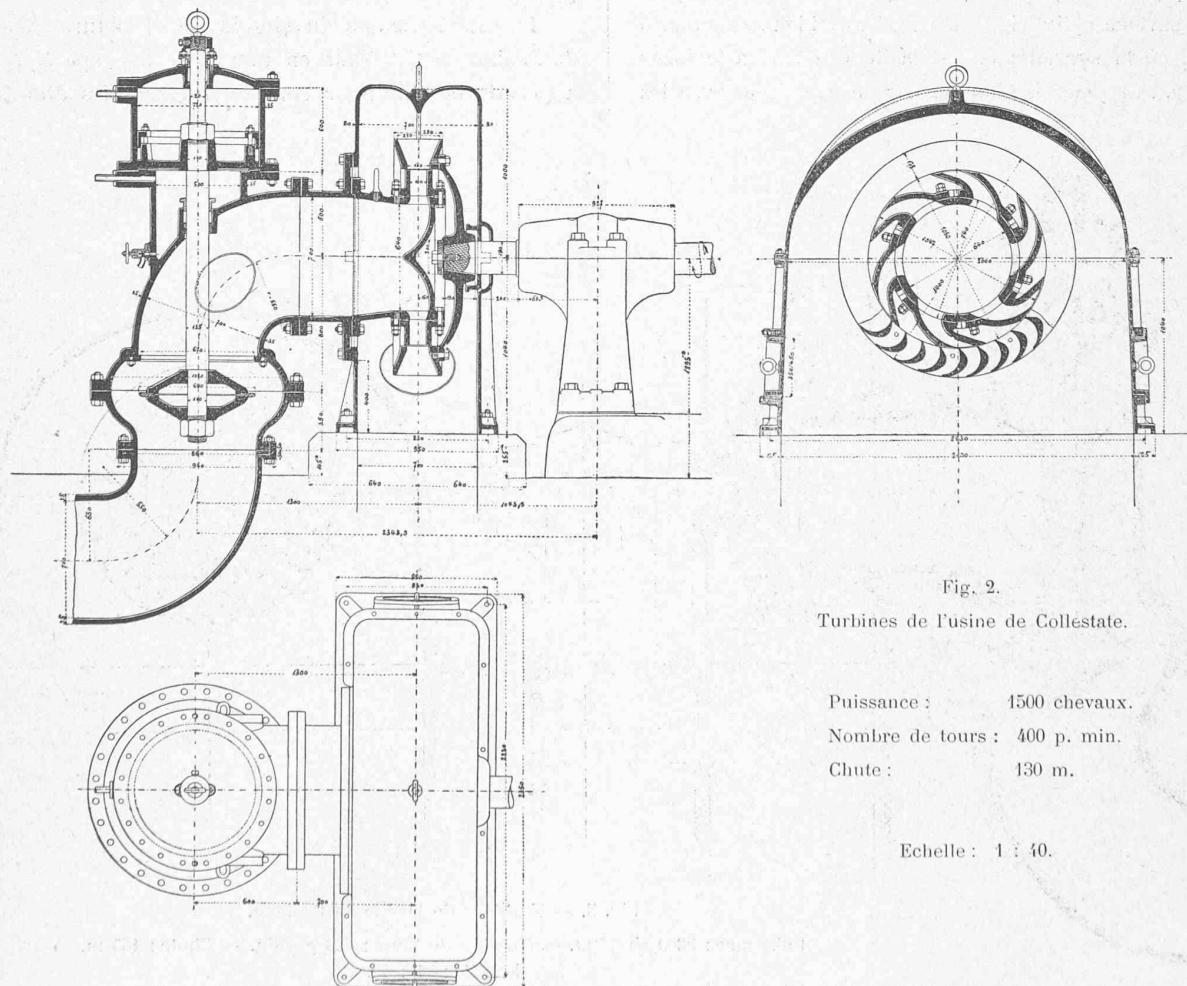


Fig. 2.
Turbines de l'usine de Collestate.

Puissance : 1500 chevaux.
Nombre de tours : 400 p. min.
Chute : 130 m.

Echelle : 1 : 40.

étranglant l'arrivée de l'eau. Ce clapet a été réédité pour le réglage des turbines de 3300 chevaux de l'usine de Papigno et sera décrit à propos de ces turbines.

Le distributeur est composé de six orifices distincts, rapportés sur une couronne en fonte, de façon à ramener à un minimum l'importance des pièces sur lesquelles l'usure s'exerce. Comme pour les grandes turbines de Papigno, on en est revenu à un distributeur d'une seule pièce.

Dans la seconde usine de la société, celle de Papigno, la chute est de 165 m. Elle est utilisée par cinq turbines de 3300 chevaux chacune, exécutées, comme les précédentes, par l'usine Duvillard. Ce sont jusqu'ici, sauf erreur, les turbines les plus puissantes de l'Europe (fig. 3).

Les roues turbines sont clavetées en porte à faux sur l'arbre prolongé des alternateurs, construits par Gantz & Cie, à Buda-Pest. Elles font 420 tours à la minute, avec un diamètre de 1^m,150. Elles sont établies sur le type de leurs sœurs ainées de Collestate. La construction des paliers de la dynamo n'a pas exigé de précautions spéciales.

Le distributeur a été d'abord formé par huit orifices distincts, rapportés sur la tubulure troncale par laquelle arrive l'eau.

L'expérience a prouvé que les joints faits sur une portion de surface cylindrique peuvent fort bien s'exécuter à l'atelier, où la surveillance est facile et où on a le loisir d'essayer. Sur place il n'en va pas de même, et avec les

eaux du Vellino, qui dit fuite dit usure rapide et destruction. On a remplacé les injecteurs à huit orifices distincts par une pièce unique aussi courte que possible, avec les huit orifices venus de fonte. Le remplacement du distributeur est un peu plus onéreux, mais il est plus sûr, avec un joint plan est toujours aisément à bien faire.

L'obturateur qui règle la puissance de la turbine se manœuvre hydrauliquement depuis le tableau à l'aide du piston, qui se trouve au-dessus. Quand il n'est pas entièrement ouvert, il diminue la force de la turbine en étranglant le passage, et diminue ainsi à la fois la charge disponible au distributeur et le débit de l'eau.

Les sièges du clapet seuls doivent s'user, puisque seuls ils sont exposés à une grande vitesse de l'eau. Ce sont des pièces en acier coulé sans grande importance et peu coûteuses à remplacer. L'expérience a démontré qu'il fallait agrémenter ces sièges du clapet d'une collierette à pointes, destinées à agir vers la fin de la fermeture (ou au commencement de l'ouverture), de façon à rendre celle-ci plus progressive et moins brusque. Les tiroirs qui commandent les pistons moteurs des obturateurs sont d'ailleurs pourvus d'orifices de petit diamètre, de façon que le mouvement de l'obturateur soit suffisamment lent pour ne pas produire des coups de bâlier dangereux.

La transformation du simple clapet obturateur plein de l'usine de Collestate en une vraie soupape équilibrée a permis de diminuer considérablement les dimensions

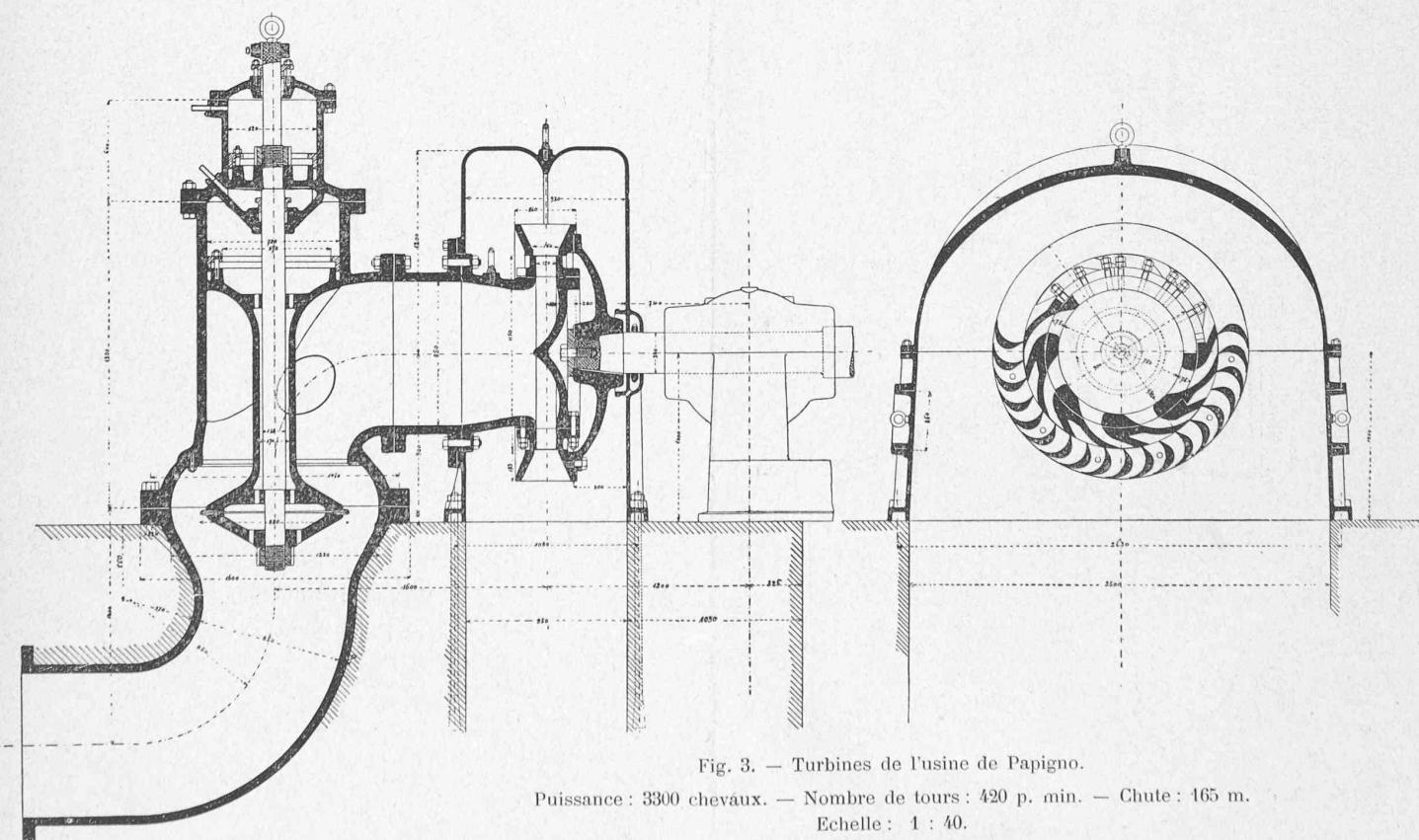


Fig. 3. — Turbines de l'usine de Papigno.

Puissance : 3300 chevaux. — Nombre de tours : 420 p. min. — Chute : 165 m.
Echelle : 1 : 40.

du cylindre moteur, qui auraient été nécessaires en conservant le simple clapet. Insistons en terminant sur ce fait, que la résistance opposée par le clapet à sa mise en marche est très variable et change même de sens, en sorte qu'après avoir, par exemple, présenté un maximum au commencement de l'ouverture, il n'y en a plus vers la fin, mais il reste le poids lui-même qui aide à parachever l'ouverture. Le cylindre de commande doit être tantôt moteur puissant, tantôt modérateur de vitesse.

Les onze turbines que nous venons de décrire sont toutes employées à fournir la force nécessaire à la fabrication du carbure de calcium. Il y en a encore deux autres dont nous allons parler.

Quoique l'usine de Papigno soit établie au bord de la Néra, le sol de la salle des machines se trouve à un niveau sensiblement élevé au-dessus des eaux d'aval. La configuration du terrain et la présence d'un canal d'irrigation ont forcé la main dans le choix du niveau des bâtiments.

Afin d'utiliser les 16 m. de chute restant encore au-dessous du rejet d'eau des grandes turbines de 3300 chevaux, la Société s'est décidée à fournir la force motrice au tramway qu'on allait construire, pour parcourir les rues de Terni et relier cette ville à sa gare, aux aciéries et enfin aux usines de carbure. Ainsi fut décidée la construction de la centrale de Papigno.

Les turbines y sont naturellement très différentes des précédentes, quoiqu'elles actionnent directement aussi une machine électrique. Pour commencer, on en a établi deux, dont chacune actionne une dynamo à courant continu, construite par MM. Siemens & Halske, à Berlin (fig. 5).

L'ensemble de l'usine motrice des tramways, ou centrale de Papigno, dont le projet est dû à M. l'ingénieur Bartoli, est représenté par la figure 4. Les turbines occupent le fond d'un puits de 3^m,25 de long sur 3^m,25 de large et de 20 m. de profondeur totale. L'eau motrice provient d'un réservoir auxiliaire, dans lequel aboutit le rejet des grandes turbines. Au travers de ce réservoir passe le vieux canal d'irrigation, dont l'origine est probablement romaine et que l'on a mis en aqueduc pour cette traversée. L'eau est amenée sur les turbines par des tuyaux en ciment armé de 1^m,500 de diamètre.

A l'entrée de chacun de ces tuyaux, des vannes semi-cylindriques, à axe horizontal et partant équilibrées, permettent de fermer rapidement l'arrivée de l'eau, si la nécessité s'en fait sentir. Un petit canal collecteur recueille l'eau qui pourrait passer à travers les vannes par défaut d'étanchéité.

De cette façon, on peut au besoin travailler parfaitement à sec derrière des vannes équilibrées et non étan-

ches. Des rainures, ménagées dans la maçonnerie, permettent l'établissement de barrages à poutrelles en cas d'avarie et de réparations à faire aux vannes cylindriques elles-mêmes. Les turbines sont placées de façon à affleurer le niveau moyen d'aval. Elles ne travaillent donc pas avec aspiration. C'est un avantage au point de vue de la simplicité des mécanismes, simplicité qui doit être recherchée avant tout à cause de la nature de l'eau. Lors des basses eaux de la Néra, on perd un peu de chute au-dessous des turbines, mais cela n'a pas d'importance, puisque le volume d'eau disponible est constant.

Ces turbines sont à axe vertical, radiales et centripètes. Elles sont à réaction et font 300 tours par minute. Leur débit atteint 4000 litres par seconde et leur force est de 640 chevaux. Avec leur diamètre de 1 m. et la chute de 16 m., la vitesse périphérique est plus grande que la normale habituelle pour turbines à réaction. Les aubes de la turbine sont entièrement rectilignes (fig. 5).

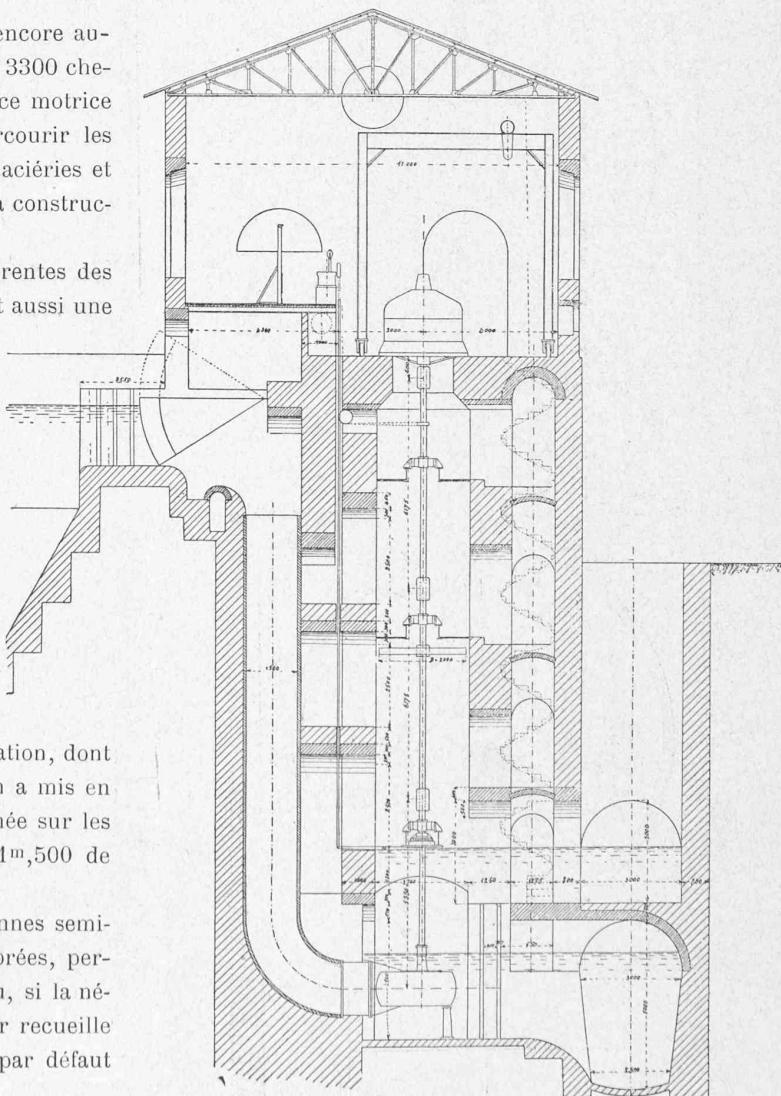


Fig. 4. — Usine centrale de Papigno. — Coupe transversale.
Echelle: 1 : 200.

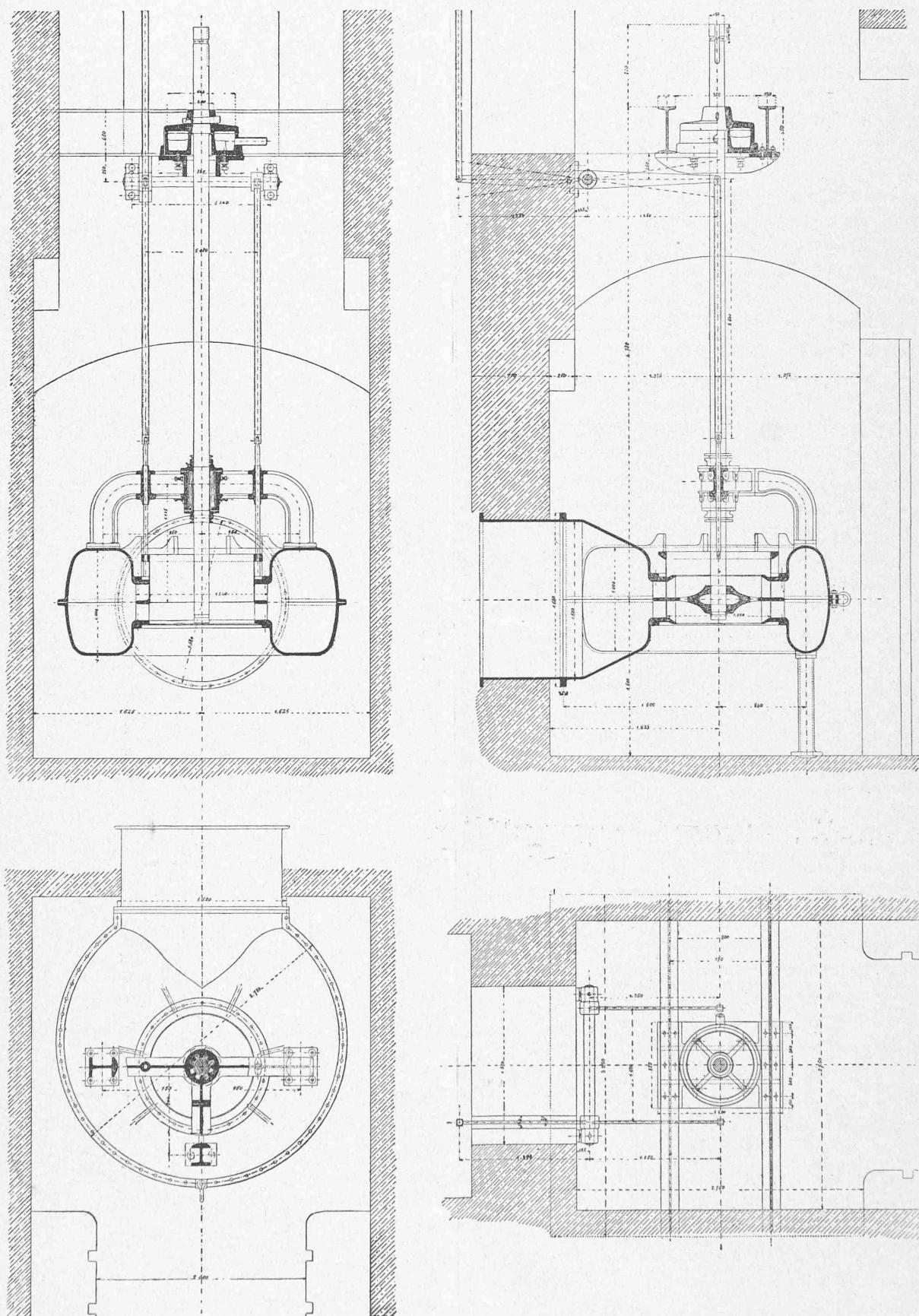


Fig. 5. — Turbines de l'usine centrale de Papigno.

Puissance : 640 chevaux. — Nombre de tours : 300 p. min. — Chute : 16 m.

Echelle : 1 : 50.

Le vannage s'opère au moyen d'un manteau cylindrique en tôle qui s'interpose entre le distributeur et la turbine. Ce manteau est commandé, à l'aide d'un système de triangles, par un régulateur à déclic et friction de la maison Piccard et Pictet, à Genève, lequel est placé dans la salle des machines, à la hauteur de la dynamo. La turbine étant divisée en deux moitiés par le diaphragme qui en constitue le moyen, on obtient le meilleur rendement pour la marche à pleine et à moitié charge.

La masse tournante à soutenir par le pivot pendant la marche est fort lourde. Elle se compose de la turbine elle-même, de l'arbre vertical avec ses manchons d'accouplement, d'un volant de 3200 kg. et enfin, en basses eaux, d'une partie de l'eau qui s'échappe, soit un total de 9000 kg. environ, non compris le poids des parties tournantes de la dynamo qui est de 4500 kg.

On s'est décidé à employer un pivot hydraulique en utilisant, après décantation spéciale, l'eau en pression de la haute chute. Ce pivot, comme on le voit par la figure 5, se compose de deux coquilles, dont l'inférieure est fixe, avec un niveau réglable par quatre vis de soutien. La coquille supérieure est clavetée sur un renflement de l'arbre qui l'entraîne. La poussée verticale, exercée par l'eau à environ 150 m. de pression sur la coquille supérieure, est sensiblement plus forte que le poids à soutenir. Cette coquille s'élève donc d'une fraction de millimètre, donnant ainsi issue à l'eau qui forme nappe glissante intérieure et extérieure entre les deux coquilles. La perte de charge qui naît alors dans la conduite alimentaire du pivot, abaisse la pression jusqu'à ce qu'il y ait équilibre entre le poids à soulever et la poussée sous la coquille. Le débit de ces pivots est de cinq à six litres d'eau par seconde. On le règle par un robinet placé sur la conduite d'aménée.

Malgré la décantation de l'eau, l'usure des coquilles est relativement rapide. Mais la forme même des pivots permet d'en tourner à nouveau les surfaces frottantes et usées, sans difficulté. On a naturellement des pièces de rechange. Quand l'eau est habituellement claire, comme dans l'Orbe, à Vallorbe, la durée d'un pivot hydraulique de ce genre est grande.

Dans la règle, on n'utilise des turbines à axe vertical que pour les petites chutes, et alors on n'a généralement pas d'eau à forte pression à envoyer sous un pivot hydraulique proprement dit. On tourne la difficulté en construisant les turbines avec des dispositifs tels qu'il y ait des poussées verticales de l'eau motrice elle-même. Crainte de complications, dangereuses avec l'eau du Vellino, on a, dans le cas particulier, renoncé à utiliser un dispositif de ce genre.

Pour centrer l'arbre de la turbine près du distributeur, on utilise un boitard à huit coussinets de gaïac, placé au-dessus de la bâche de la turbine à un niveau ha-

bituellement au-dessus de l'eau. L'arbre porte un manchon de bronze qui peut se changer s'il y a usure. Le graissage s'opère à distance, par tuyauterie forcée, refoulant de la graisse consistante Stauffer, dessus comme dessous, et repoussant l'eau et la saleté qui voudraient pénétrer.

J. MICHAUD.

La nouvelle station téléphonique centrale de Lausanne.

(Suite) ¹.

Un tableau du service de nuit complète en quelque sorte l'équipement pour le contrôle; mais son but principal est celui de faciliter le service pendant les heures de nuit. Ce tableau, placé à une certaine hauteur pour être facilement aperçu, comporte des lampes à 4 volts et 0,5 ampère en un nombre égal à celui des lampes-pilotes du service local et du service interurbain, ainsi qu'un nombre correspondant de relais. Ces lampes s'allument et s'éteignent en même temps que les lampes-pilotes des tables et que les lampes du tableau de contrôle. Elles signalent, par conséquent, comme celles-là, tout appel qui se produit dans un groupe et le moment précis où il lui est donné suite; mais leurs renseignements sont visibles pour la presque totalité du personnel. Les lampes, en effet, sont disposées dans des réflecteurs derrière des plaques de verre dépoli, sur chacune desquelles est inscrit d'une façon bien apparente le numéro du groupe ou de la place d'opératrice que la lampe doit signaler. Ces plaques de verre s'adaptent à des ouvertures circulaires d'environ six centimètres de diamètre pratiquées dans le panneau. Lorsqu'un appel se produit, le numéro du groupe intéressé apparaît sur un disque lumineux qui peut sans difficulté être vu depuis différents points de la salle. Une sonnerie d'alarme entre, au surplus, en fonctionnement chaque fois que, pendant la nuit, l'une des lampes du tableau s'allume et ne s'arrête qu'au moment de l'extinction de cette lampe.

Comme les lampes du tableau de nuit, du tableau de contrôle et pilotes doivent s'allumer et s'éteindre en même temps que l'une quelconque des lampes d'appel de leur groupe, elles ont été intercalées dans un même circuit que commande un appareil automatique actionné par le courant des lampes d'appel. L'appareil des groupes du service local est toutefois d'un type différent de celui des groupes du service interurbain, et cela par la raison qu'une place d'opératrice doit, dans le premier cas, faire le service de 200 lignes, tandis que dans le second elle n'a que 8 lignes à desservir et que, le tout étant alimenté par la même batterie de deux accumulateurs avec une tension

¹ Voir N° du 25 mars 1903, page 81.