

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 78 (1952)
Heft: 23

Artikel: L'équipement hydro-mécanique de la Centrale d'Ottmarsheim
Autor: Hirschy, J. / Lieber, J.H. / Piguet, P.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-59010>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.01.2025

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

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les quinze jours

Abonnements :
Suisse : 1 an, 24 francs
Etranger : 28 francs
Pour sociétaires :
Suisse : 1 an, 20 francs
Etranger : 25 francs
Pour les abonnements
s'adresser à :
Administration
du « Bulletin technique
de la Suisse romande »
Librairie Rouge & Cie
S. A., Lausanne
Compte de chèques pos-
taux II. 5775, à Lausanne
Prix du numéro : Fr. 1.40

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des Anciens élèves de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

Comité de patronage — Président : R. Neeser, ingénieur, à Genève ; Vice-président : G. Epitoux, archi-
tecte, à Lausanne ; Secrétaire : J. Calame, ingénieur, à Genève — Membres, Fribourg : MM. P. Joye,
professeur ; † E. Lateltin, architecte — Vaud : MM. F. Chenu, ingénieur ; H. Matti, ingénieur ;
E. d'Okolski, architecte ; Ch. Thévenaz, architecte — Genève : MM. L. Archinard, ingénieur ; Cl.
Groscurin, architecte ; E. Martin, architecte ; V. Rochat, ingénieur — Neuchâtel : MM. J. Béguin,
architecte ; R. Guye, ingénieur — Valais : MM. J. Dubuis, ingénieur ; D. Burgener, architecte.

Rédaction : D. Bonnard, ingénieur. Case postale Chauderon 475, Lausanne.

Conseil d'administration de la Société anonyme du Bulletin Technique : A. Stucky, ingénieur, président ;
M. Bridel ; G. Epitoux, architecte ; R. Neeser, ingénieur.

Tarif des annonces
Le millimètre
(larg. 47 mm) 24 cts
Réclames : 60 cts le mm
(largeur 95 mm)
Rebais pour annonces
répétées
Annonces Suisses S.A.



5 Rue Centrale, Tél. 22 33 26
Lausanne et succursales

SOMMAIRE : *L'équipement hydro-mécanique de la Centrale d'Ottmarsheim* (suite et fin), par J. HIRSCHY, J. H. LIEBER et P. PIGUET, ingénieurs aux Ateliers des Charmilles, à Genève. — **DIVERS :** *Nouvelle locomotive lourde pour les trains directs de la ligne du Saint-Gothard.* — **LES CONGRÈS :** *Conférence sur l'emploi du caoutchouc dans la construction des routes ; Association suisse des ingénieurs, architectes et techniciens catholiques.* — **BIBLIOGRAPHIE.** — **SERVICE DE PLACEMENT.** — **DOCUMENTATION GÉNÉRALE.** — **NOUVEAUTÉS, INFORMATIONS DIVERSES.**

L'ÉQUIPEMENT HYDRO-MÉCANIQUE DE LA CENTRALE D'OTTMARSHEIM

par J. HIRSCHY, J. H. LIEBER et P. PIGUET, ingénieurs aux Ateliers des Charmilles, à Genève¹

(Suite et fin)²

Clapets de décharge

En faisant suite à l'usine de Kembs et en constituant ainsi le second chaînon du Grand Canal d'Alsace, la centrale d'Ottmarsheim se trouve dans des conditions d'exploitation telles qu'il faut maintenir le débit constant à l'aval de l'usine en toutes circonstances, quelle que soit la charge globale imposée aux turbines. On conçoit en effet que, lors d'une décharge importante de ces dernières, il faut éviter que les usines futures situées à l'aval, n'encourent le risque d'être sous-alimentées, à un moment donné. Au surplus, si cette décharge était brusque, en l'absence de clapets jouant le rôle de compensateurs de débit, il en pourrait résulter de graves inconvénients pour la navigation. C'est pour cette raison qu'on a recherché un certain automatisme de la commande des vannes-clapets équipant les passes de décharge de la centrale.

Les principes directeurs que nous devons suivre étaient donc les suivants :

1. Assurer, dans le cours du temps, la constance du débit de consigne s'écoulant au travers des ouvrages dans le prolongement du Grand Canal d'Alsace.
2. Parer à l'incident, imprévisible, mais susceptible d'engendrer une perturbation brutale de la valeur du débit, en provoquant la fermeture intempestive d'une ou plusieurs turbines, consécutive à une disjonction entre les alternateurs et le réseau de transport d'énergie. Dès lors, il fallait veiller à ce qu'à toute

fermeture notable du vannage d'une turbine corresponde automatiquement l'ouverture d'une ou de plusieurs vannes-clapets.

Les calculs ont montré qu'en cas de disjonction totale des quatre groupes d'Ottmarsheim fonctionnant en surcharge, donc avec un débit de 1160 m³/s dans le canal de charge, le plan d'eau amont pourrait alors monter de 50 cm en 3 1/2 minutes si l'on n'ouvrait aucune passe de décharge. Le temps dont on disposerait pour réagir serait donc très court ; de plus, il faudrait tenir compte de l'onde provoquée par la fermeture brusque des turbines et dont l'amplitude est de l'ordre de grandeur du m. Or, la revanche des digues à l'amont de la centrale n'étant que de 1,5 m, la sécurité des ouvrages serait donc plutôt modeste.

3. Considérer que les mouvements d'ouverture de vannage des turbines provoqués par des prises de charge des alternateurs, selon un programme préalable, s'effectueraient lentement et seront contrôlés depuis le poste de commande de la centrale. Dans ce cas, il suffira donc que la refermeture des vannes, en vue de rétablir la constance du débit global, s'effectue sous le contrôle du personnel de la salle de commande, sans faire appel à des dispositifs automatiques.
4. Pouvoir choisir à volonté les vannes commandées à l'ouverture par l'une quelconque des turbines.
5. Etant donné l'importance attachée au maintien du débit de consigne, pouvoir constamment contrôler de visu le degré d'ouverture et la possibilité de participation de chaque vanne, en cas de manœuvre corrective. Dès lors, toutes les opérations sélectives devront être provoquées à partir de tableaux ad hoc groupés au poste de commande de la centrale. On devra, de plus, s'y réserver la possibilité de déclencher manuellement aussi bien l'ouverture que la fermeture de l'un quelconque des clapets.

¹ Article tiré de la revue *Informations Techniques Charmilles*, n° 4.

² Voir *Bulletin techn que* du 1^{er} novembre 1952, p. 385.

Partant de ces directives, les 24 pertuis des passes de décharge ont été équipés de clapets de fond, à cause de leur simplicité, de leur grande sécurité de fonctionnement et surtout parce qu'ils peuvent s'ouvrir d'eux-mêmes par la poussée de l'eau.

Des essais d'écoulement sur un modèle réduit du déversoir de décharge ont été effectués au laboratoire hydraulique de Chatou pendant que, de son côté, le constructeur procédait à des vérifications sur un modèle réduit du clapet, et ceci aussi bien au moyen de l'air que de l'eau. Il s'agissait, dans ce dernier cas, de déterminer les lois de poussée, de couple et de débit, toutes questions qui devaient être complètement élucidées avant de pouvoir passer à la construction rationnelle de ces organes. En d'autres termes, les proportions conférées à chaque clapet procèdent d'une série de recherches approfondies, et conduites en étroite liaison avec celles poursuivies sur la maquette des turbines.

Les canaux de décharge des clapets étant constamment au-dessus des niveaux à l'aval de l'usine et la veine liquide à la sortie des vannes toujours abondamment aérée de ce fait, nous étions heureusement fondés à choisir d'emblée un modèle de clapet pour lequel on pourrait faire abstraction des conditions d'écoulement dans l'évacuateur. Ce clapet d'essai fut exécuté comme le montre la figure 28, son rapport de similitude géométrique à l'exécution en grandeur naturelle étant de 1 : 12,5, valeur adoptée pour des raisons de pure commodité.

Le dispositif d'essai fut réalisé en rendant le clapet solidaire d'un tambour dont l'axe coïncidait avec celui de la rotation de la vanne. L'ensemble fut chargé par un contrepois lui imprimant une tendance à la fermeture. Ainsi, l'effort produit pouvait être partiellement équilibré par un deuxième contrepois réglable, relié au clapet au moyen d'une lame métallique s'appuyant sur deux galets. En vue de mesurer la pression exercée par l'eau sur le clapet, son tablier fut percé d'une série de trous convenablement répartis, connectés à des piézomètres sensibles. Avant la mise en eau du modèle, pour aborder l'étude des conditions de fonctionnement du clapet sous un degré d'ouverture donné, la valeur du contrepois réglable était ajustée de manière à maintenir en équilibre le dispositif dans la position choisie. Dès que l'eau commençait à circuler, cet équilibre était rompu et il s'agissait alors — par action simultanée sur le contrepois et sur l'obturateur d'une dérivation du canal d'essai — de ramener le clapet à sa position de départ tout en rétablissant le niveau amont à une valeur convenue d'avance. Le montant des charges qu'il fallait alors enlever au contrepois réglable, afin de rétablir l'équilibre rompu par le passage de l'eau, donnait rapidement la valeur du couple, tandis que les lectures des piézomètres reliés au tablier, servaient à calculer la poussée hydraulique par simple intégration. Il était dès lors aisé de déterminer la position de la poussée résultante et de vérifier ainsi la valeur du couple par un autre moyen ; les expériences montrèrent que les deux méthodes donnaient des résultats concordants. Enfin, pour chaque degré d'ouverture considéré, des mesures effectuées au moyen d'un Venturi soigneusement étalonné permettaient le calcul du débit du clapet avec toute la précision voulue. Parmi les résultats obtenus, ceux reproduits dans les figures 29-31 nous paraissent les plus intéressants, car ils se rapportent à des positions d'ouverture voisines de celle pour laquelle on doit obtenir le débit maximum.

Par pure convention, les coefficients sans dimensions re-

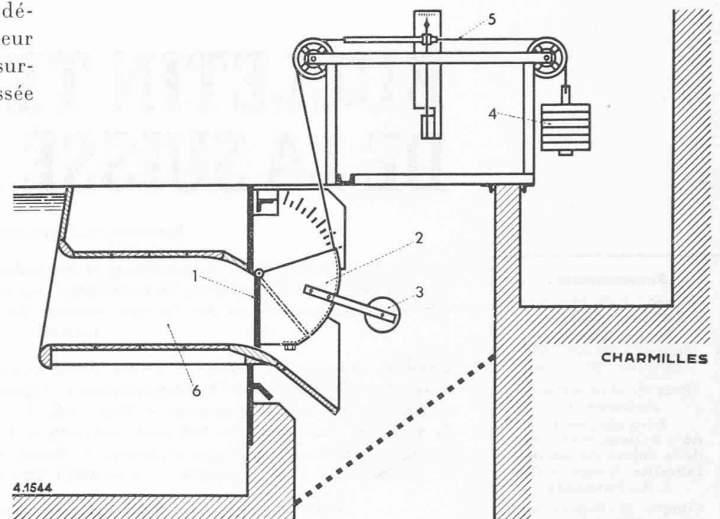


Fig. 28. — Schéma du dispositif d'essais d'un des clapets d'Ottmarsheim.

1. Vantail du clapet.
2. Tambour gradué. Mesure de α .
3. Contrepois de fermeture.
4. Contrepois de rétablissement. Mesure de P .
5. Repère de rappel, réglable.
6. Entrée de la passe d'un clapet de décharge.

cherchés s'entendent comparativement à des valeurs fictives du débit, du couple et du coefficient de poussée, obtenues par utilisation directe des dimensions principales du clapet. Ainsi la figure 29 donne le coefficient de débit, défini de la façon suivante :

$$C_q = \frac{Q}{\gamma BL \sqrt{2g(H_0 + L \cos \alpha)}}$$

La figure 30 donne le coefficient de couple exprimé ainsi :

$$C_m = \frac{M}{\gamma BL^2 (H_0 + L \cos \alpha)},$$

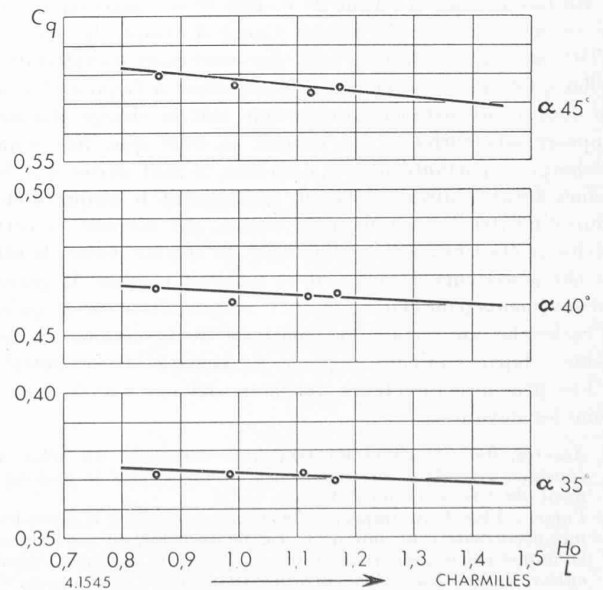


Fig. 29. — Détermination du coefficient de débit, en fonction de la charge d'eau au-dessus de l'axe du clapet, pour divers degrés d'ouverture.

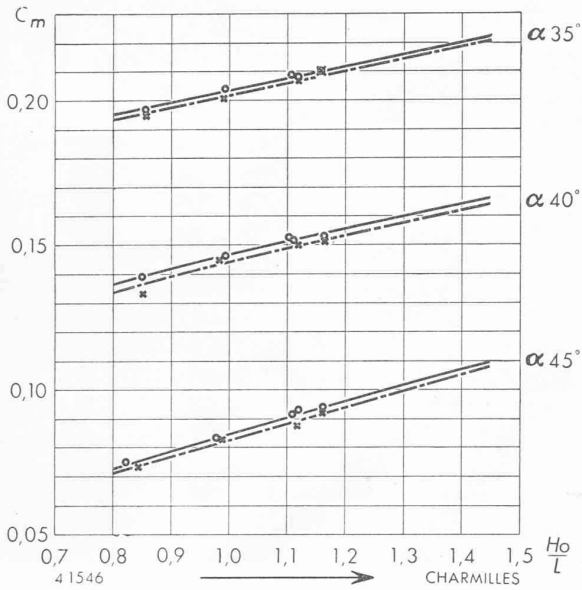


Fig. 30. — Détermination du coefficient de couple, en fonction des paramètres définis pour la figure 29. On disposait de deux moyens de contrôle.

Enfin, les derniers graphiques de la figure 31 nous renseignent sur la valeur de la poussée, exprimée toujours en fonction des mêmes paramètres de référence :

$$C_p = \frac{P}{\gamma BL (H_o + L \cos \alpha)}$$

Ces équations se justifient aisément par les lois classiques de la similitude hydraulique, γ représentant le poids spécifique de l'eau et B la largeur de la vanne, tandis que la signification des symboles H_o , L et α ressort immédiatement de la figure 34.

Construction des clapets

Chaque clapet est constitué par un panneau en tôle d'acier convenablement nervuré, de 2800 mm de large sur 3800 mm de hauteur, suspendu à deux paliers supérieurs, autour desquels il pivote. Ces paliers sont fixés à une poutre-support ancrée dans le béton. Des blindages latéraux en tôle au chrome d'aluminium, résistant particulièrement bien à l'oxydation, sont scellés dans les parois latérales des pertuis au moyen d'un dispositif spécial qui permet de les dresser convenablement. Le clapet est pourvu de joints d'étanchéité sur ses quatre côtés. A la partie supérieure, un blindage en arc de cercle contre lequel vient s'appuyer un cuir d'étanchéité est scellé au plafond. Les bords latéraux possèdent chacun un joint de cuir dont une des lèvres est rigidement fixée au tablier tandis que l'autre est appliquée par la pression d'eau contre les surfaces métalliques avoisinantes. Enfin l'étanchéité du seuil est obtenue par un joint de caoutchouc spécial, pincé entre deux lames métalliques et contre lequel vient s'appuyer, en position de fermeture complète, le renforcement formant l'arête aval du tablier.

Une bielle d'acier attaque le panneau du clapet au milieu de sa poutre inférieure, par l'intermédiaire d'une rotule en bronze, ceci pour éviter une déformation de l'attache au moment où un corps étranger viendrait se coincer dans un angle du clapet, lors d'une manœuvre de fermeture. Les blindages latéraux et la bielle sont tous munis de corps de chauffe électriques puissants, afin d'éviter la formation d'une couche

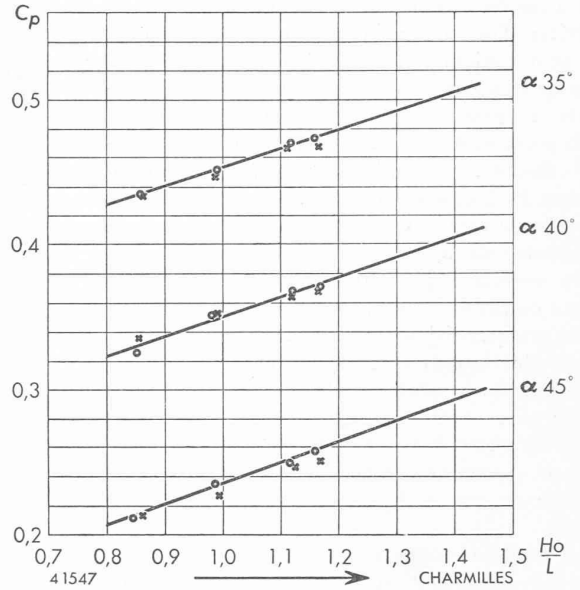


Fig. 31. — Détermination du coefficient de poussée.

de glace en hiver, sur la partie des blindages balayée par les joints des clapets. Le fonctionnement correct de ces derniers est donc assuré en tout temps.

A son autre extrémité, la bielle est fixée au piston du servomoteur de commande, à pression d'huile et à simple effet. En mettant le cylindre sous pression d'huile, on ferme le clapet en eaux vives, tandis qu'en le mettant à l'échappement le clapet s'ouvre de lui-même, ce dernier mouvement étant contrôlé et freiné en fin de course en diaphragmant l'évacuation de l'huile. Le clapet fonctionne par tout ou rien ; il s'ouvre en 15 secondes et se referme en un temps notablement plus long.

Les 24 cylindres de commande des clapets sont disposés, avec tous les accessoires nécessaires à leur fonctionnement, dans une salle de commande spéciale parallèle à la salle des alternateurs et dont le sol est situé au même niveau. Un masque d'étanchéité évite toute projection d'eau dans la salle, à l'endroit où la bielle traverse le mur amont.

Pour la manœuvre de l'ensemble de ces clapets, on dispose de huit stations de pompage d'huile sous pression, soit une à raison de trois clapets. Si l'on veut bien se référer au schéma (fig. 34), dont nous ne donnerons pas ici toute la description, on notera que chacune de ces stations comporte une électro-pompe P_1 à grand débit, qui n'entre en service que lors des manœuvres de refermeture, puis une électro-pompe P_2 à faible débit qui fonctionne en permanence pour compenser les fuites des organes de réglage. Enfin, chacune est aussi pourvue d'un accumulateur à huile A sous pression d'air, qui permet de maintenir les clapets fermés pendant un certain temps, en cas d'arrêt fortuit des pompes, ce qui laisse ainsi au personnel le temps d'intervenir utilement.

La mise en service et l'arrêt de la grosse pompe sont commandés automatiquement par un manostat. Notons, sur le schéma, que si les groupes de pompage, les manostats et les soupapes de sûreté représentés assurent le fonctionnement d'un groupe de trois vannes, en revanche les autres organes tels que les verrous, les robinets d'isolement R et r ainsi que la soupape D de commande, doivent être reproduits pour chacune d'entre elles.

En cas de manque de pression d'huile, et afin d'éviter l'ouverture intempestive d'un clapet, on peut toujours verrouiller ce dernier en position de fermeture. Le déverrouillage devrait toujours, en principe, ne s'effectuer que par le jeu de la pression d'huile. Toutefois, en cas de nécessité absolue, en utilisant une petite électropompe P_3 à courant continu, alimentée par la batterie, le verrou V monté sur le servo-moteur de commande S pourrait être retiré. Cette dernière ressource permettrait alors d'ouvrir un clapet en cas d'urgence, par exemple, au moment où les groupes disjoncteraient tandis qu'il y aurait panne de courant alternatif sur les auxiliaires généraux de la centrale. On remarque aussi que le verrou peut être engagé et dégagé manuellement en tirant le tiroir de la soupape Rev , mais, dans ce cas un verrou auxiliaire n'autorise cette manœuvre que si le clapet est complètement fermé.

La fermeture d'un clapet ou de leur totalité fait inévitablement appel à un volume d'huile qui ne saurait être immédiatement compensé par le débit de la pompe P_2 . Il s'ensuit une baisse de pression d'huile dans le circuit de commande, et dès qu'elle se réduit à un minimum fixé d'avance, un manostat provoque la mise en service de la pompe principale P_1 , qui fonctionnera aussi longtemps qu'il le faudra pour ramener la pression d'huile dans l'accumulateur à sa valeur normale. Dès que cette dernière sera atteinte, un autre manostat mettra automatiquement cette grosse pompe hors-circuit.

Une soupape de sûreté Ssa est réglée de façon que la pression dans l'accumulateur ne puisse en aucun cas dépasser la limite prescrite. En revanche, si, pour une cause accidentelle, la pression d'huile dans l'accumulateur baissait par trop, la soupape S_1 l'isolerait automatiquement du circuit de commande. Elle serait alors commandée au moyen de la soupape manométrique $Ma2$, dont le tiroir principal se déplacerait dès que la pression d'huile s'exerçant sur un piston auxiliaire ne suffirait plus à équilibrer la traction d'un ressort. Dans ces conditions, la position du tiroir de cette soupape manométrique est celle de la figurine répétée sur le schéma.

Supposons maintenant que le clapet soit normalement fermé par l'huile sous pression remplissant son cylindre de manœuvre et que le verrou soit dégagé. Une manœuvre d'ouverture sera provoquée par la mise sous tension de l'électro-aimant E_1 , soit par intervention directe sur un bouton-poussoir, soit parce que la turbine qui commande ce clapet a fermé son vannage et, par là même, un contact inséré dans le circuit d'excitation d' E_1 . Cette opération libère le contrepoids Cp , dont la chute entraîne le tiroir de distribution de la soupape D , d'où il s'ensuit que l'huile contenue dans le cylindre du servo-moteur S est ainsi mise à l'échappement. Le clapet s'ouvre alors, sous l'effet de la poussée hydraulique sur son panneau.

Conformément à ce que nous disions un peu plus haut, si, au contraire, les pompes de service normal et l'accumulateur d'air comprimé étaient hors service et que le clapet était maintenu fermé par le verrou, il serait néanmoins possible d'effectuer une manœuvre d'ouverture du clapet en ayant recours à la pompe de secours. Il suffirait alors de placer les robinets R et r dans une position telle que la pression d'huile s'établisse dans la soupape de commande, si bien qu'après avoir dégagé manuellement le verrou en agissant sur le tiroir du distributeur Rev , tout se passerait dès lors comme si l'on se trouvait dans des conditions normales.

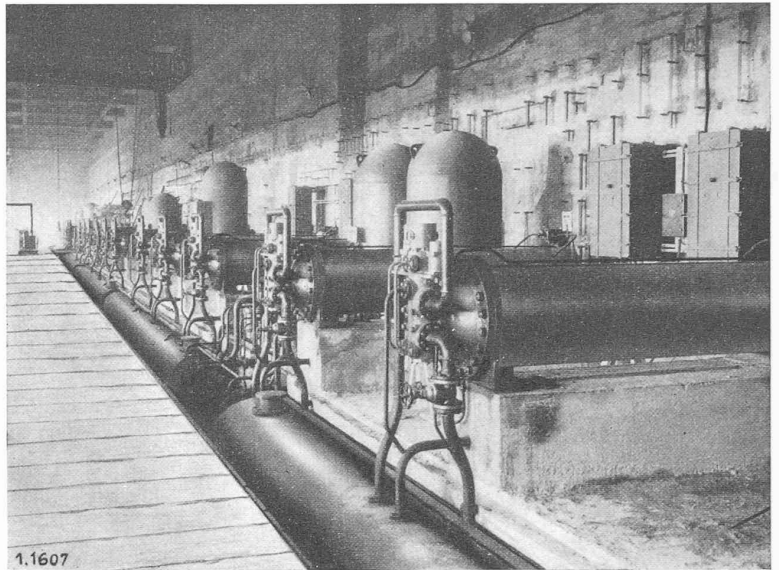


Fig. 32. — Vue générale de la salle de commande des clapets.

La refermeture des clapets est provoquée volontairement et s'obtient par la mise sous tension de l'électro-aimant E_2 . Le déverrouillage du tiroir supérieur de la soupape D s'ensuit, à condition que le contrepoids Cp ait été préalablement réarmé par le surveillant. C'est alors que l'huile sous pression peut soulever le tiroir inférieur de la soupape, puis parvenir ensuite au cylindre de manœuvre du servomoteur S .

Nous n'irons pas plus loin dans la description des particularités de ce schéma de réglage, car il est certainement plus intéressant d'examiner surtout le fonctionnement des clapets de déversement en corrélation avec celui des turbines. Comme nous l'avons déjà signalé, ces dernières peuvent absorber en surcharge 1160 m³/s. Chaque clapet débitant 60 m³/s en position d'ouverture, il faut donc ouvrir vingt clapets pour laisser passer sûrement un débit équivalent.

A un autre point de vue, on conçoit qu'on peut régler le débit total maximum pouvant s'écouler dans les ouvrages à 60 m³ près, c'est-à-dire en gros à 1/20me près, ce qui démontre la souplesse du système. En réalité, on peut faire pratiquement encore mieux, car tout débit à régler peut être encadré par excès ou par défaut en jouant sur l'ouverture ou la fermeture d'un clapet, d'où résulte que le débit est ajusté avec une précision de quelques pourcents du débit maximum du canal. L'erreur est alors négligeable, car les variations de niveau, qui en résulteraient, seront très lentes et sensibles seulement après quelques heures. Le chef de quart pourra alors les contrôler par l'observation des limnigraphes du poste de commande et intervenir en ouvrant ou en refermant un clapet.

A toute époque de l'année on peut isoler, visiter et réparer au moins quatre clapets, ou un pertuis de décharge.

Si un groupe turbine-alternateur est en révision, on met sa turbine entre batardeaux ; il est alors préférable de ne pas utiliser les clapets qui le surmontent. Il en reste alors dix-huit à disposition, qui peuvent évacuer ensemble 1080 m³/s. Or, le débit du canal ne dépasse cette valeur que durant cinq mois par année et c'est durant sept mois que l'on peut isoler un groupe entre batardeaux. On peut même isoler deux groupes pour autant que le débit du canal reste inférieur à 720 m³/s, ce qui correspond à une durée de trois mois et demi

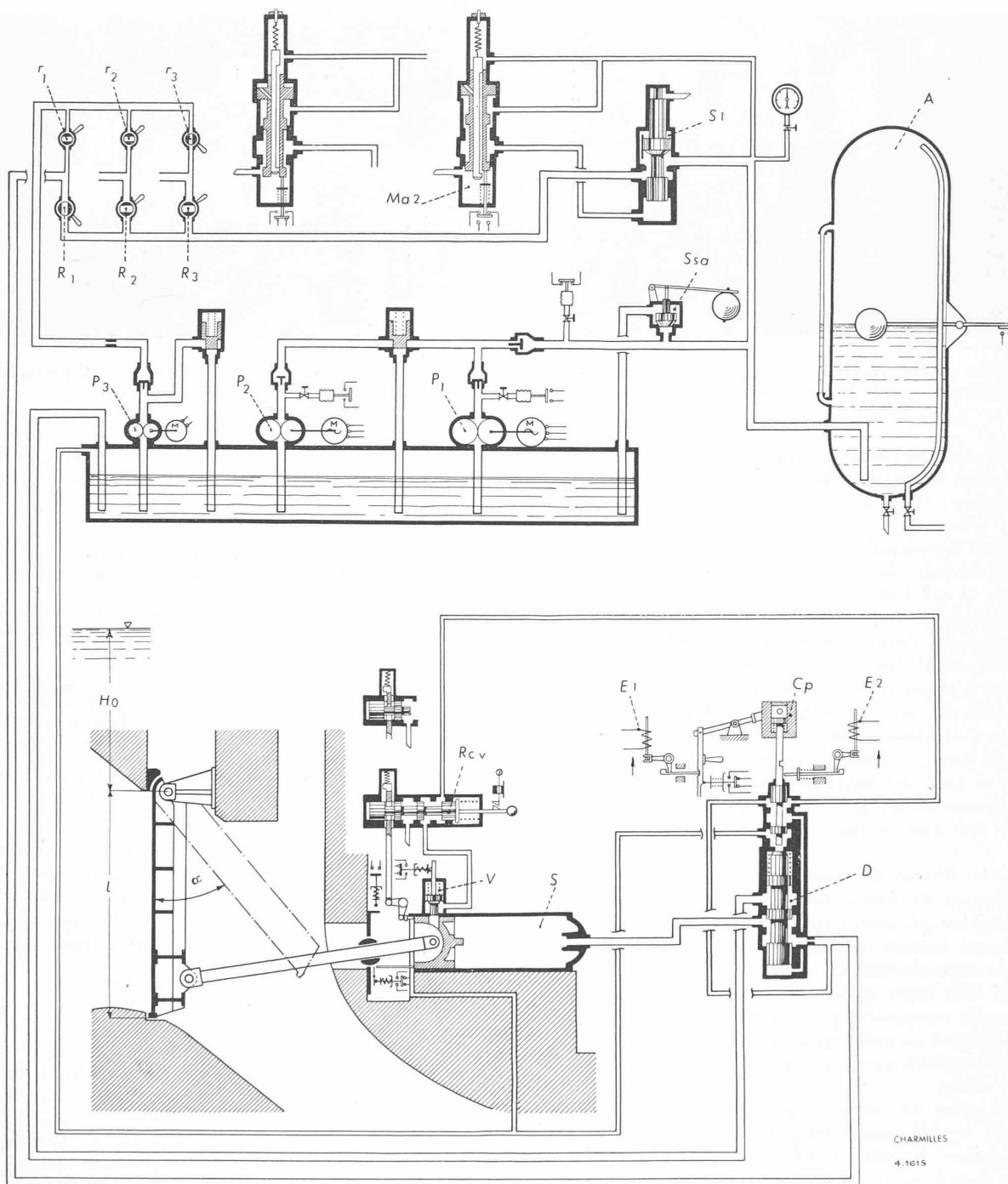


Fig. 34. — Schéma général de la commande des clapets.

environ par année. On constate donc que l'on dispose d'un temps raisonnable, dans le cours d'une année ou d'une autre, pour les travaux d'entretien sur les groupes et les clapets, car il a été admis une fois pour toutes que l'on ne mettrait simultanément jamais plus de deux groupes en batardeaux.

Supposons qu'un groupe fonctionne en surcharge en absorbant $290 \text{ m}^3/\text{s}$. Il faut donc ouvrir cinq clapets s'il disjoncte, pour rétablir la constance du débit à l'aval de la centrale. C'est pourquoi le cercle de vannage de la turbine ferme successivement cinq contacts sur la totalité de sa course, chacun d'eux servant à commander le déclenchement de la manœuvre

d'ouverture d'un clapet en agissant sur l'électro-aimant E_1 . Le principe de la conjugaison est donc extrêmement simple, mais encore fallait-il imaginer un dispositif de contrôle capable d'éviter toute fausse manœuvre. En effet, il fallait pouvoir actionner, avec l'un quelconque des 24 clapets de décharge, et disposer d'un verrouillage absolument sûr évitant de façon certaine qu'un même clapet puisse être commandé par deux contacts différents ou que, réciproquement, deux clapets puissent être commandés simultanément par un seul et même contact de turbine.

Tous les appareils de contrôle et de commande des clapets

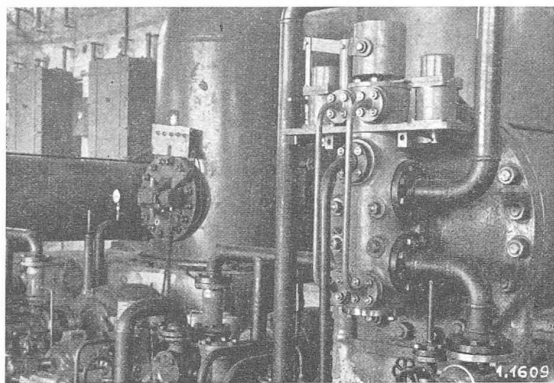


Fig. 35. — A gauche, station de pompage affectée à trois clapets et, à droite, la tête d'un servo-moteur de commande.

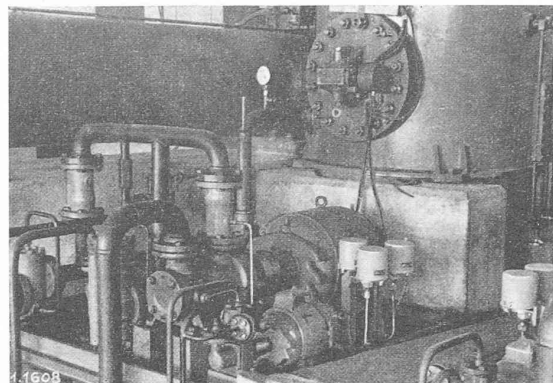


Fig. 36. — Détail d'une station de pompage, à proximité d'un accumulateur d'huile à pression d'air.

ont été groupés au poste principal, sur cinq tableaux occupant le centre de la salle et pouvant par conséquent être aisément consultés et utilisés par le chef de quart. De plus, le panneau central comporte des indicateurs de niveau, car étant donné l'importance que l'on attache légitimement à la constance des cotes des niveaux amont et aval, en cours d'exploitation, il est indispensable qu'on puisse les vérifier à chaque instant. Il est donc prévu un limnigraphe enregistreur pour chacun des niveaux, amont et aval, tandis qu'un limnimètre différentiel indique à chaque instant la valeur de la chute disponible. L'emplacement de ces instruments sur le panneau central était dès lors tout indiqué. En effet si, par exemple, le niveau aval baisse, c'est que trop peu d'eau s'écoule au travers du barrage d'Ottmarsheim pour maintenir la cote de consigne et qu'il faut ouvrir des clapets supplémentaires. Si c'est le niveau amont qui monte, risquant de submerger les berges, il faut aussi ouvrir de nouveaux clapets et ainsi de suite.

La partie inférieure de ce panneau est occupée par le tableau de présélection. Ce dernier est pourvu de fiches à combinaisons multiples qui permettent d'établir la liaison électrique entre chaque contact de vannage des turbines et l'électroaimant de déclenchement à l'ouverture de chaque clapet. Il est conçu de telle façon qu'un contact de vannage donné ne puisse jamais commander qu'un seul clapet et, de plus, qu'un clapet déterminé ne puisse en aucun cas être commandé par deux contacts différents; l'éventualité d'une fausse manœuvre est donc exclue.

La face avant du tableau présente sous la forme d'une porte, sur laquelle sont fixées, dans sa partie supérieure, quatre plaques de couleurs différentes: rouge, vert, jaune, bleu. En regard, quatre plaques de mêmes couleurs se trouvent sur la partie inférieure. Les plaques supérieures, qui schématisent les quatre turbines, comportent chacune cinq voyants transparents, chacun étant attribué à l'un des cinq contacts de vannage. Les plaques inférieures possèdent deux rangées de trois voyants également transparents, qui représentent les deux passes de trois clapets surmontant chaque turbine. Lorsqu'on ouvre la porte, on découvre vingt fiches spéciales terminant des cordons souples reliés aux vingt contacts de vannage des turbines, enfoncées dans des prises de repos. Chaque fiche, sur sa face frontale, possède une pastille de la couleur de sa turbine (rouge, vert, jaune, bleu) et du numéro d'ordre de son contact (1, 2, 3, 4, 5).

En prenant telle ou telle fiche et en l'enfonçant dans l'une ou l'autre des prises actives du coffret, on « prépare » successive-

ment les clapets dont on a choisi les prises. La porte du tableau de présélection étant ensuite refermée, on peut, d'un seul coup d'œil, de l'extérieur :

- voir quels sont les contacts des turbines non utilisés; en effet, derrière les voyants transparents des plaques « turbines », les têtes de fiches apparaissent avec leur couleur et leur numéro d'ordre;
- voir le nombre de clapets « préparés »; en effet, au travers des voyants transparents des plaques qui leur correspondent, apparaissent les têtes des fiches utilisées, enfoncées dans les prises actives;
- connaître ainsi quel est l'emplacement des clapets préparés d'une part, et sous la dépendance de quelle turbine chaque clapet est placé. La couleur de la tête de la fiche visible par le voyant transparent renseigne immédiatement l'observateur. Le fait d'enfoncer une fiche dans une prise de clapet entraîne la fermeture d'un contact additionnel de signalisation, donnant sur un des panneaux latéraux l'indication lumineuse confirmant la préparation.

De part et d'autre du panneau central, sont montés deux tableaux, soit quatre en tout. Chacun d'eux se rapporte à deux groupes de trois clapets — au-dessus d'une turbine — et à leurs stations de pompage. Des voyants lumineux judicieusement groupés indiquent l'état de chaque clapet, savoir :

voyants éteints : clapet fermé, non préparé;
 voyant blanc : clapet fermé, préparé;
 voyant vert : clapet ouvert;
 voyant rouge : clapet fermé, verrouillé.

Au-dessous, se trouve un indicateur à distance du degré d'ouverture du vannage de la turbine, permettant au chef de quart de juger du nombre de clapets qu'il doit préparer pour la turbine correspondante, afin de parer à la disjonction possible. En gros, on prépare un clapet pour une ouverture de 2/10, deux clapets pour 4/10, etc. et cinq clapets pour la pleine charge.

Plus bas, nous trouvons d'autres indicateurs lumineux donnant, pour chaque clapet, les indications suivantes, qui apparaissent en lettres blanches :

Voyants éteints : fonctionnement normal.

- 1^{er} voyant allumé : mécanisme de commande du tiroir du clapet non accroché, ce qui signifie que la refermeture ne peut être commandée;
- 2^e voyant allumé : le clapet ne s'est pas ouvert dans le temps prescrit, d'où fonctionnement anormal;
- 3^e voyant allumé : le clapet ne s'est pas refermé dans le temps prescrit, d'où fonctionnement anormal.

Plus bas encore, d'autres voyants lumineux renseignent sur le fonctionnement des deux stations de pompage :

Voyants éteints : fonctionnement normal, électro-pompe de maintien en marche, électro-pompe à gros débit arrêtée, accumulateur en pression.

1^{er} voyant allumé : électro-pompe de maintien arrêtée ;
2^e voyant allumé : électro-pompe, à gros débit, en service ;
3^e voyant allumé : pression insuffisante dans l'accumulateur.

Enfin, à la partie inférieure de ce tableau partiel sont groupés les six boutons-poussoirs permettant de commander en tout temps l'ouverture des clapets correspondants, à la condition cependant qu'ils ne soient pas verrouillés. Les autres boutons-poussoirs permettront de déclencher la refermeture des clapets, pour autant que l'on dispose de pression d'huile.

Un bouton-poussoir général de verrouillage est prévu par groupe de six clapets, bouton sur lequel il faut appuyer simultanément à celui d'ouverture, afin de rendre effectif l'ordre de déversement et d'éviter toute fausse manœuvre, ayant pour conséquence l'ouverture intempestive d'un clapet.

Un panneau de signalisation situé au tableau de groupe donne à peu près les mêmes indications au chef de quart aux machines, mais ce surveillant ne peut toutefois pas commander des clapets, ni à l'ouverture ni à la fermeture. Cependant, en cas de besoin, nous avons déjà dit que ces manœuvres sont possibles en agissant manuellement et directement sur le relais-pilote du tiroir de distribution affecté au servomoteur du clapet considéré.

Nous constatons qu'avec des moyens très simples on a rempli les conditions de base imposées, tout en évitant de tomber dans l'excès d'un automatisme complet qui aurait exigé l'installation d'un appareillage électrique compliqué et délicat. Bien au contraire, on a cherché à faciliter la tâche du chef de quart, au poste de commande, tout en lui laissant la possibilité de se rendre aisément compte, à chaque instant,

de l'état de préparation de sa centrale, ainsi que l'initiative d'intervenir pour redresser un déséquilibre du débit passant au travers des ouvrages. C'est lui qui fait ses prévisions quant au nombre de clapets à préparer, mais c'est la machine qui intervient seule lorsque la disjonction imprévisible survient.

Un proche avenir nous dira si, pratiquement, toutes nos prévisions se réalisent, quant à l'efficacité des dispositifs adoptés, ce que nous croyons bien. C'est à ce moment aussi qu'avec ses 176 000 kVA installés, Ottmarsheim, deuxième chaînon du grand Canal d'Alsace, ajoutera son bon milliard de kWh annuellement produits à celui que Kembs déverse déjà sur le réseau français.

Fournisseurs

L'important équipement de la Centrale d'Ottmarsheim a été confié, par Electricité de France, aux principaux fournisseurs suivants.

Comme indiqué plus haut, les alternateurs sont de conception Alsthom et leur fabrication a été partagée entre cette société et les Forges et Ateliers de Constructions électriques de Jeumont. Les turbines et les mécanismes des vannes-clapets ont été commandés à Alsthom-Charmilles et leur exécution répartie entre les ateliers respectifs de ces deux sociétés à Belfort et à Genève. Les vannes-clapets proprement dites, y compris leurs panneaux, leurs charpentes et leurs blindages, ont été exécutées sur dessins Alsthom-Charmilles par la Grande Chaudronnerie Lorraine, à Nancy. La fourniture des batardeaux à descente rapide a été assurée par les Etablissements Bouchayer et Viallet.

Tous ces fournisseurs disposent de l'outillage puissant qu'il fallut mettre en œuvre pour mener à chef l'exécution, le montage et la mise au point d'un matériel de cette ampleur.

DIVERS

Nouvelle locomotive lourde pour les trains directs de la ligne du Saint-Gothard

Le voyageur qui emprunte la ligne du Saint-Gothard a sans doute remarqué que, sur les rampes, la plupart des trains directs montent en double traction et qu'ils doivent s'arrêter en divers endroits pour accrocher ou décrocher la locomotive de renfort. *Ce régime de double traction est fâcheux à plus d'un titre.* Il demande d'abord trop de machines et trop de personnel ; il impose ensuite des arrêts multiples et prolongés ; il aggrave enfin l'encombrement de la ligne par le retour des véhicules moteurs de renfort à leur base. Bref, il n'est pas très rationnel, et il y a bien longtemps qu'on l'aurait remplacé si cela n'avait pas entraîné une dépense excessive. Un premier essai amena, en 1931, 1932 et 1940, la construction des locomotives doubles qui, avec leur poids de 236 à 246 tonnes et leur puissance de 8000 à près de 12 000 CV, sont évidemment très imposantes ; ces locomotives, cependant, sont assez lourdes et assez coûteuses pour les charges qu'elles peuvent normalement tirer (450 à 600 tonnes). Mais, grâce aux progrès réalisés ces dix dernières années dans la construction des locomotives, il est possible maintenant d'arriver à une solution plus économique. En 1948 déjà, on se mit à étudier des projets et à concevoir une locomotive électrique d'environ 120 tonnes apte à remorquer seule des trains directs de 600 tonnes sur les rampes du Saint-Gothard. Pour juger du progrès, pensons à l'ancienne locomotive Ae4/7, encore utilisée de nos jours, mais construite pour la première

fois il y a quelque vingt ans. De même poids que la nouvelle machine, elle ne peut tirer qu'un train de 320 tonnes. Et si l'on prend des véhicules moteurs plus modernes, ceux de la série Ae4/6, dont le dernier date de 1945, le rapport entre le poids et la charge remorquée n'est que de 1 à 3,7, alors qu'il est de 1 à 5 pour la nouvelle locomotive.

Les Chemins de fer fédéraux se promettent d'obtenir de grands avantages de ce nouveau type de locomotive, dont ils ont commandé à fin 1949 deux exemplaires, qui viennent de sortir de fabrique. Ils passeront prochainement une nouvelle commande, plus importante.

1. Caractéristiques essentielles de la locomotive Ae6/6 (fig. 1).

Contrairement aux véhicules moteurs circulant actuellement sur la ligne du Saint-Gothard, la nouvelle locomotive Ae6/6 n'a pas d'essieux porteurs, donc aucun poids mort. Chacun des six essieux est entraîné par un moteur d'une puissance unihoraire de 1000 CV. La puissance de la locomotive est donc de 6000 CV. Le poids effectif étant de 122 tonnes, on arrive ainsi au poids remarquablement bas d'environ 20 kg par unité de puissance. Sur les rampes les plus raides de la ligne du Saint-Gothard, la locomotive peut remorquer, à la vitesse de 75 km/h imposée par les courbes, des trains directs d'un poids allant jusqu'à 600 tonnes (97 % des trains directs du Saint-Gothard sont en dessous de cette limite de poids). En plaine, lorsque la déclivité ne dépasse pas 10 ‰, la charge remorquée peut être portée à 1450 tonnes. Le maximum de vitesse est de 125 km/h. Bien que destinée avant tout à la traction de trains directs, la nouvelle locomotive peut servir aussi pour les trains de marchandises. C'est donc le type parfait de la machine universelle, dont les précieuses qua-