

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 49 (1923)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Usine hydro-électrique de Fully (Valais, Suisse): la plus haute chute du monde (1650 mètres)  
**Autor:** Chenaud, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-38198>

### **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>**

## Usine hydro-électrique de Fully.

(Valais, Suisse.)

La plus haute chute du monde (1650 mètres),

par H. CHENAUD et L. DU BOIS, ingénieurs.

(Suite<sup>1</sup>.)

### Vannes d'entrée dans le collecteur.

Il y a bien des manières de résoudre le problème des vannes d'arrêt à l'entrée d'un collecteur d'une usine hydro-électrique, à commencer par celle qui consiste à n'en point mettre. Dans une installation où la conduite sous pression est relativement courte et la chute peu importante, cette solution pourra dans certains cas être admissible, surtout si l'on vise au bon marché, et l'on se contentera des organes obturateurs de la prise d'eau à condition que ceux-ci soient bien établis.

Mais dans une installation à haute chute où, comme à Fully, on a une conduite d'amenée de plusieurs kilomètres de longueur, il est indispensable d'avoir au moins une bonne vanne d'arrêt à l'entrée du collecteur.

Si l'on se contente d'un robinet-vanne-tiroir ordinaire, on n'aura qu'une sécurité assez précaire en cas d'accident au collecteur ou à l'une des tuyauteries reliant ce collecteur aux turbines. En effet s'il se produit une rupture en aval de la vanne, il y aura impossibilité de fermer cette vanne complètement parce que sa manœuvre nécessite l'équilibrage préalable du tiroir obturateur au moyen d'un by-pass mettant en communication l'amont et l'aval de ce tiroir. Mais cet équilibrage est impossible à réaliser s'il s'est produit une rupture importante en aval de la vanne. Un tel robinet-vanne d'arrêt, de construction courante, pour une haute chute, n'aura donc pas d'autre utilité que de pouvoir isoler et vider le collecteur et effectuer des visites et réparations aux petites vannes des turbines, tout ceci sans avoir besoin de vider la conduite opération qu'il est recommandable de faire le plus rarement possible.

Il est donc utile, et même nécessaire, d'avoir dans une installation aussi importante que celle de Fully un autre organe obturateur plus perfectionné et plus complet que le robinet-vanne habituel.

Les principales conditions que doit remplir une vanne hydraulique importante telle que celles qui devraient toujours se trouver à l'entrée des salles de machines ou à l'amont des distributions ou branchements de distributions d'eau en pression sont les suivantes :

- 1° La vanne doit être étanche et autoclave.
- 2° Elle doit pouvoir se fermer en marche, c'est-à-dire que, quelles que soient les différences de pression entre l'amont et l'aval, la fermeture doit pouvoir être effectuée.
- 3° Elle ne doit pas pouvoir s'ouvrir tant que le collecteur n'est pas rempli.
- 4° Elle doit être automatique en ce sens que dès que le débit dépasse une valeur déterminée elle se fermera automatiquement.

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* du 23 décembre 1922, page 301.

5° Elle doit pouvoir être fermée sur commande en n'exigeant de celui qui la manœuvre qu'un faible effort pendant un temps très court ; cette commande pouvant être effectuée à distance éventuellement.

6° La durée de fermeture de l'organe obturateur doit avoir une valeur bien déterminée et réglable afin de ne pas occasionner de coups de bélier dangereux dans la conduite.

7° Pendant l'ouverture et pendant la fermeture, il faut que le ralentissement et l'accélération de la vitesse de l'eau aient lieu suivant une loi déterminée d'avance.

8° Si la commande est hydraulique, l'eau actionnant l'organe obturateur doit être filtrée.

9° Lors même que la pression fait totalement défaut, la vanne doit pouvoir se fermer et rester fermée.

10° Le démontage pour la vérification et l'entretien de tous les organes doit être facile.

11° La vanne doit être simple et robuste, et les organes placés à l'intérieur à l'abri des accidents ; les pièces sujettes à usure doivent pouvoir être remplacées facilement.

12° En cas de fuite à un cuir ou à un presse-étoupe, la vanne se fermera automatiquement ou devra, tout au moins, pouvoir être fermée.

13° Elle doit être munie d'un indicateur d'ouverture donnant à chaque instant la position de l'obturateur.

14° L'eau doit être bien guidée de façon qu'elle subisse un minimum de perte de charge, et que lorsque sa vitesse augmente les résistances aux mouvements de l'obturateur ne soient pas sensiblement augmentées.

La vanne à commande hydraulique de l'usine de Fully, telle qu'elle est représentée par la figure 33, avec son appareil de commande (fig. 34), a été étudiée de manière à remplir aussi complètement que possible toutes les conditions énumérées ci-dessus.

Directement en amont de cette vanne se trouve un robinet-vanne d'arrêt *J* (fig. 32), de construction courante, avec by-pass, qui permettrait en cas de besoin de visiter et de réparer la vanne automatique, sans qu'il soit nécessaire de vider la conduite.

### Vanne cylindrique à commande hydraulique.

Une rapide description de cette vanne montrera comment on a cherché à réaliser toutes les conditions énoncées ci-dessus.

L'organe obturateur est un cylindre en acier coulé *F* muni d'une chemise en bronze et monté sur une tige creuse *H*. Ce cylindre se meut dans une lanterne *G* munie de fenêtres de forme spéciale dont la fig. 33 donne le tracé.

Pour bien se rendre compte de la raison de ces fenêtres de forme spéciale, supposons une fermeture de la vanne, la conduite marchant à plein débit. Ce cas peut très bien se produire par exemple lors du non-fonctionnement de l'un des régulateurs des turbines et d'emballlement de cette turbine. Dans ce cas, et pour aller plus vite, on déclenchera la fermeture de la vanne hydraulique, ce qui sera le moyen le plus rapide de mettre fin

à l'emballlement de la turbine. Avec une vanne de construction ordinaire il est connu — et l'on peut facilement s'en rendre compte par le calcul — que l'on peut effectuer à peu près les quatre cinquièmes de la fermeture de cette vanne sans faire diminuer le débit d'une manière appréciable. Ce n'est que dans la toute dernière partie de la course que s'opère la fermeture effective. Il s'ensuit que si l'on admet par exemple une fermeture en 30 secondes pour la course totale, la fermeture effective ne s'opérant que sur le dernier cinquième, le temps de fermeture vrai ne sera que de 6 secondes environ, c'est-à-dire cinq fois plus court que ce que l'on avait compté. Ce phénomène a été la cause de bien des ruptures de conduite, et c'est pour réaliser une fermeture vraiment progressive que l'on a étudié le système de fenêtres de forme spéciale tel qu'il est réalisé dans la vanne hydraulique de l'usine de Fully. La course totale se fait en 60 secondes, et la diminution du débit en cas de fermeture se fait progressivement sur toute la course.

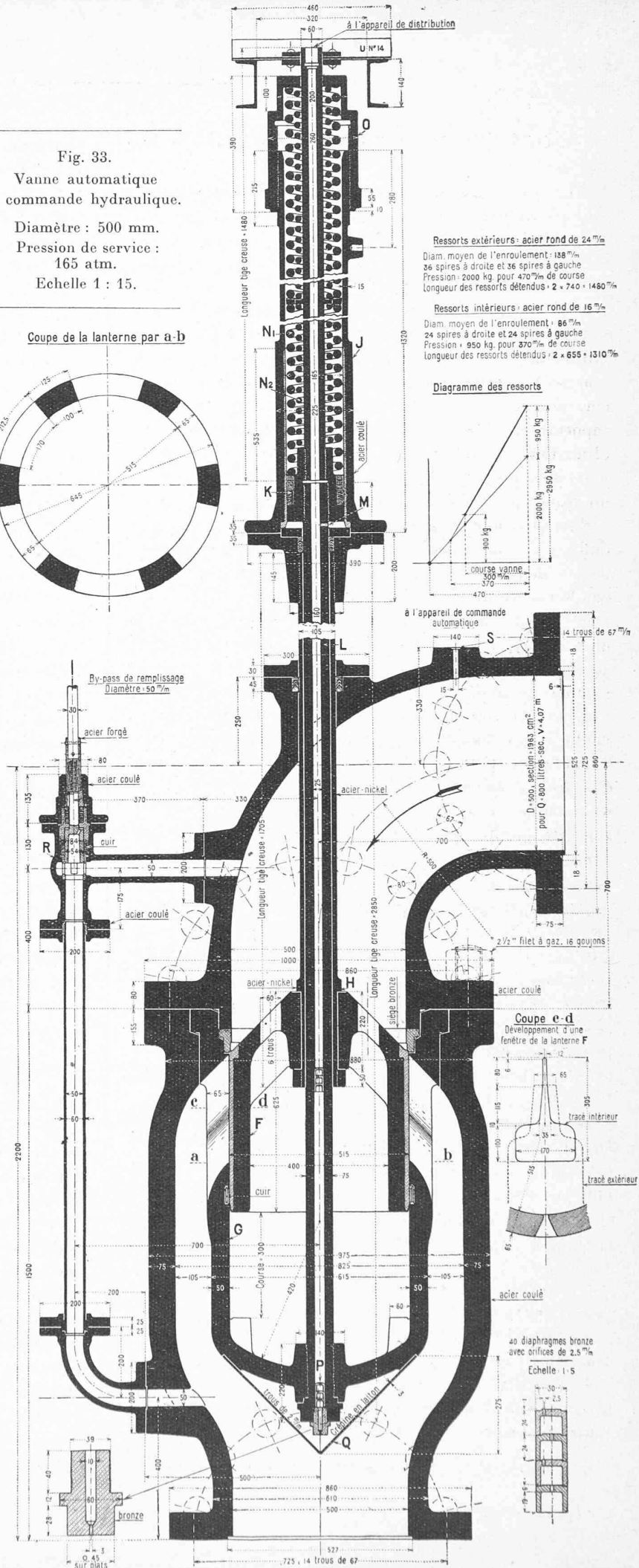
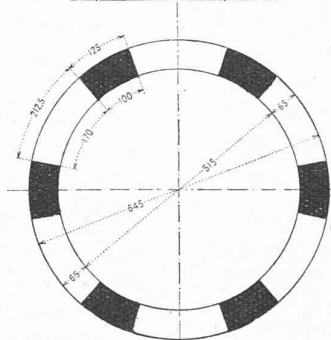
La tige creuse *H* est reliée à un cylindre *J* qui coulisse sur un piston *K* fixé sur la tige centrale également creuse *L*. Le piston *K* est donc immobile. La tige *L* forme tuyau d'amenée de l'eau sous pression qui peut pénétrer sous le piston *K* par l'orifice *M*. L'arrivée de l'eau sous pression par cet orifice provoque l'ouverture de la vanne, c'est-à-dire un mouvement du cylindre obturateur de haut en bas, et produit en même temps la compression des ressorts *N<sub>1</sub>* et *N<sub>2</sub>* qui sont renfermés dans la douille *J*, et dont le réglage de la compression initiale est fait au moyen de la douille fileté *O*. Ce sont ces ressorts qui, à eux seuls, sont chargés de produire la fermeture dès qu'on laisse échapper librement l'eau qui pénètre sous le piston *K* par l'orifice *N*, lors d'une rupture de la conduite.

La tige creuse *L* par laquelle arrive l'eau sous pression destinée à actionner la vanne est munie à sa partie inférieure d'une série de 40 petits diaphragmes en bronze ayant chacun un orifice d'étranglement de 2,5 mm. Ces diaphragmes sont destinés à produire des étranglements successifs et à limiter le débit, et par conséquent la rapidité de fermeture et d'ouverture de la vanne. On aurait certainement pu arriver au même résultat au moyen

Fig. 33.  
Vanne automatique  
à commande hydraulique.

Diamètre : 500 mm.  
Pression de service :  
165 atm.  
Echelle 1 : 15.

Coupe de la lanterne par a-b



d'un seul diaphragme, seulement l'orifice de passage aurait été minuscule, et il y aurait eu danger d'obstruction fréquente.

Avec une série de diaphragmes successifs, les orifices sont plus gros, et comme il y a une crépine *Q* en laiton avec des trous de 2 mm. à l'entrée de l'eau, tout risque d'obstruction se trouve écarté. Il est bon de remarquer qu'à Fully l'eau du lac est toujours très pure, ce qui fait que le risque de non-fonctionnement de la vanne par suite d'impuretés amenées par l'eau est réduit au minimum.

Dans d'autres installations, on a été amené à aménager, pour la commande de la vanne hydraulique, une conduite séparée avec un bassin de décantation spécial.

La partie supérieure de la tige creuse *L* est reliée par un tuyau à la tubulure *D* de l'appareil de manœuvre fig. 34. L'échappement de l'eau se fait par l'orifice *G* qui est commandé par le pointeau *E*, et la sortie de l'eau a lieu par le tuyau d'évacuation *F*. Le pointeau *E* peut être commandé soit à la main, soit automatiquement, ainsi que nous le verrons tout à l'heure. Si l'on obstrue l'orifice *G* au moyen du pointeau *E*, la pression s'établit sous le piston *K* fig. 33, et le mouvement d'ouverture de la vanne s'opère avec la vitesse déterminée par l'écoulement de l'eau à travers les diaphragmes de la tige creuse de la vanne. Si, par contre, on ouvre l'orifice *G* fig. 34, l'eau peut s'échapper; la pression sous le piston *K* fig. 33 diminue, et le mouvement de fermeture s'opère avec la vitesse que l'on s'est imposée et qui dépend de la grandeur des orifices d'écoulement.

On remarquera que l'extrémité inférieure de la tige creuse *L* par où pénètre l'eau sous pression est en communication avec l'aval de la vanne, de sorte que pour pouvoir opérer l'ouverture il est nécessaire qu'il y ait de l'eau et de la pression en aval de la vanne. En d'autres termes, si le collecteur n'est pas rempli au préalable, il y a impossibilité d'ouvrir la vanne. Le remplissage préalable s'opère au moyen de la petite vanne de by-pass *R* fig. 33 qui met en communication l'amont et l'aval de la vanne.

Le danger de coups de bélier dus à une ouverture trop rapide se trouve par là écarté. Ce danger est en effet très réel; qu'arriverait-il si l'on ouvrait rapidement une vanne à commande hydraulique, le collecteur étant vide? Le remplissage s'opère rapidement, c'est-à-dire en quelques secondes, et au moment où il est terminé la vanne a déjà une ouverture assez grande et la colonne d'eau dans la conduite est déjà animée d'une vitesse qui peut être assez importante. Au moment précis où le remplissage est terminé, il se produit donc un arrêt brusque de la colonne d'eau et par conséquent un coup de bélier. C'est même le seul cas d'arrêt pour ainsi dire instantané que l'on puisse se représenter, car avec n'importe quel organe de fermeture, l'arrêt, quelque rapide qu'il soit, n'est jamais instantané. Il est donc de toute nécessité que l'ouverture d'une vanne à commande

hydraulique ne puisse pas s'opérer rapidement, le collecteur étant vide; cette condition essentielle est réalisée avec la vanne de Fully.

#### Appareil de commande de la vanne.

Cet appareil comporte, en plus des organes déjà décrits, un piston *H* équilibré par un ressort *J*. L'espace situé sous le piston est en communication au moyen d'un tuyau avec la tubulure *S* du corps de la vanne hydraulique fig. 33, c'est-à-dire qu'il règne constamment dans cet espace la même pression qu'à l'entrée du collecteur. La tension du ressort est réglée de telle façon que tant que la pression sous le piston *H* ne descend pas au-dessous de la valeur correspondant à la pleine charge de l'usine (ou même un peu plus bas), le piston est poussé dans sa position supérieure par la pression de l'eau. Par contre, si la pression de l'eau tombe au-dessous de la valeur fixée ci-dessus, c'est alors le ressort qui fonctionne et qui fait descendre le piston *H*.

La manœuvre de la grande vanne se fait comme suit :

*L'ouverture* se fait à la main; on n'a qu'à soulever le levier *K* muni d'un contrepoids *L*, et l'accrocher dans sa position supérieure au moyen du levier à cliquet *M*. La vanne s'ouvre alors d'elle-même.

Ainsi que nous l'avons expliqué plus haut, il faut avoir soin au préalable d'ouvrir le robinet de by-pass de la grande vanne, toutes les vannes des turbines étant fermées. Ce n'est du reste qu'une fois que le remplissage du collecteur est achevé que l'ouverture de la grande vanne peut s'effectuer par la manœuvre ci-dessus expliquée.

*La fermeture* à la main s'opère au moyen de la manœuvre inverse: on n'a qu'à soulever le levier à cliquet *M*. Le contrepoids *L* agissant sur le levier *K* produit le mouvement de bas en haut du pointeau *E*, et par suite la fermeture de la vanne.

*La fermeture automatique* se produit d'elle-même dès que par suite d'une rupture d'une pièce de tuyauterie il se produit une augmentation anormale du débit et par conséquent une baisse de pression dans le collecteur. Cette baisse de pression provoque le mouvement de haut en bas du piston *H*, et par conséquent le dégagement du levier à cliquet *M* qui libère le levier *K*, lequel produit alors le même effet que lors de la fermeture à la main, c'est-à-dire la fermeture de la grande vanne.

Le plan d'installation (fig. 32) fait voir l'ensemble de la disposition de cette vanne, avec son appareil de commande et les tuyauteries. On a en plus installé une commande à distance du levier *M* par un petit câble métallique. Il y a plusieurs poignées de commande disposées tout le long de la salle des machines, de sorte qu'en cas d'accident (emballement d'une machine par exemple) le premier employé venu se trouvant dans la salle des machines peut provoquer la fermeture de la vanne en tirant simplement l'une des poignées de manœuvre, c'est-à-dire celle qui se trouvera à sa portée immé-

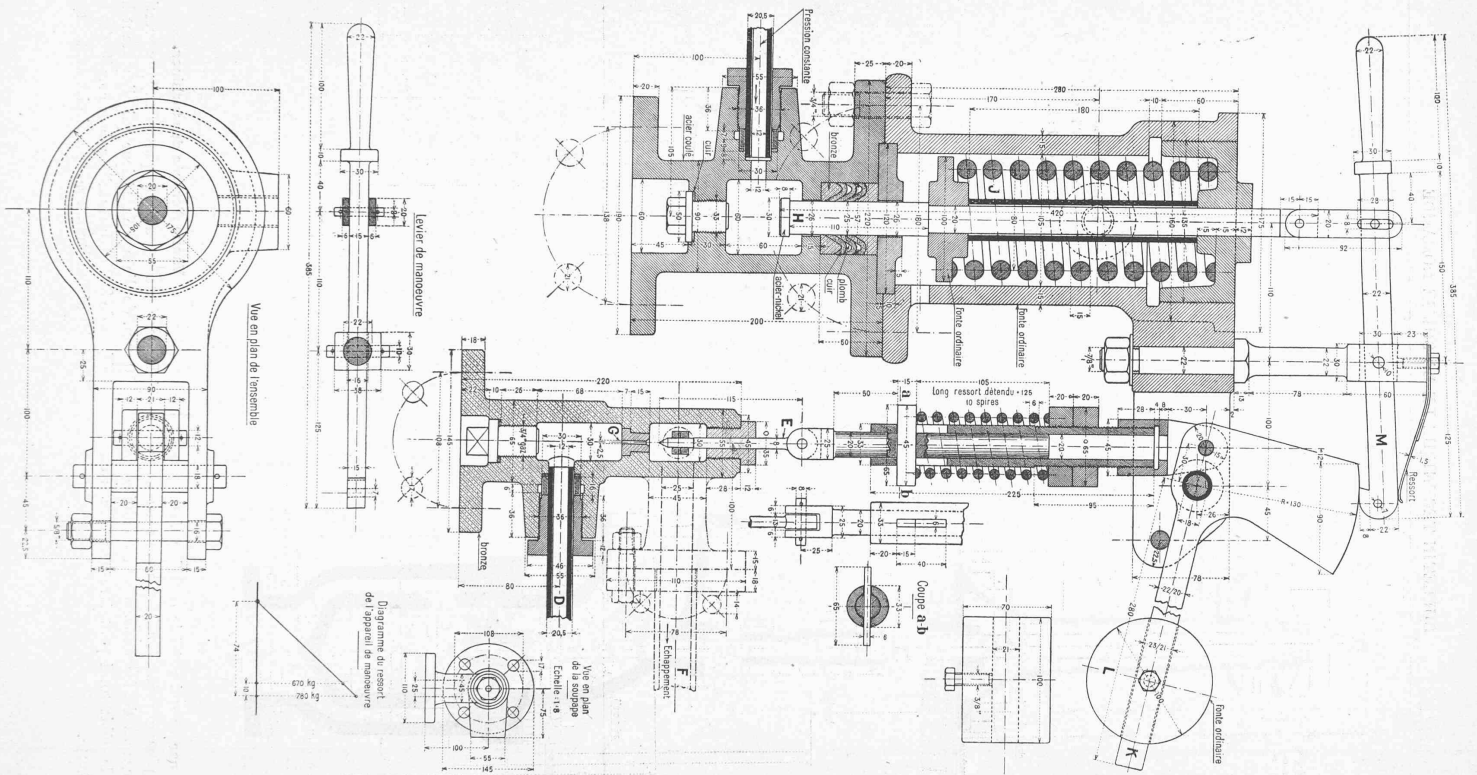


Fig. 34  
 Vanne automatique de 500 mm. : appareil de commande à la main et automatique.  
 Echelle 1 : 4.



un bouclier, sera utilisée au moment où l'on jugera nécessaire d'installer une cinquième turbine. Chaque embranchement vertical de 250 mm. possède une vanne de fermeture dont la fig. 35 donne la construction.

Ces vannes sont en principe du même système que la grande vanne hydraulique à l'entrée du collecteur, mais avec une simple commande à la main au lieu de la commande hydraulique. L'organe obturateur est un cylindre de bronze *E* qui se meut à l'intérieur d'une lanterne *F* et dont l'arête supérieure vient s'appuyer sur le siège en bronze *G*.

La lanterne *F* est pourvue de fenêtres du même type qu'à la grande vanne à commande hydraulique. Le but de ces fenêtres, de forme spéciale, est de produire une fermeture effective progressive et par conséquent une diminution du débit également progressive, ce qui est loin d'être le cas avec les vannes de construction courante.

Comme on peut le voir par l'examen de la fig. 35, la construction de ces vannes est extrêmement simple. Le cylindre obturateur *E* est relié à la tige *H* par l'intermédiaire d'un moyeu *J* et d'une plaque de serrage *K*. La tige *H* est prolongée verticalement par une seconde tige *L* dont la partie supérieure est filetée; la liaison de ces deux tiges est obtenue au moyen du manchon *M*. La manœuvre s'opère au moyen d'un volant à main *N* qui actionne, par l'intermédiaire de deux paires de roues d'engrenage, l'écrou en bronze *P*. La manœuvre se fait très aisément par un seul homme. Il faut remarquer que cette vanne n'est pas pourvue d'un by-pass de remplissage, qui n'est pas nécessaire. La forme cylindrique de l'organe obturateur en assure l'équilibrage, et l'effort à vaincre pour la manœuvre est minime. L'étanchéité de ces vannes est parfaite.

(A suivre.)

### Appareil indicateur du cours des changes

par F. FAVARGER, ingénieur.

Un nouvel appareil, conçu et exécuté par la maison Favarger et C<sup>o</sup> S. A. de Neuchâtel, a été présenté aux banquiers suisses réunis dans cette ville le 9 septembre 1922. Cet appareil permet d'indiquer à distance, simultanément et électriquement sur plusieurs tableaux, les variations du cours des changes « demande » ou « offre » d'un nombre quelconque de pays, au fur et à mesure que ces variations se produisent.

Nous pensons intéresser les lecteurs de ce journal en donnant ici une description de l'invention en question.

Celle-ci se compose d'un dispositif de commande ou transmetteur (fig. 1) et de plusieurs tableaux récepteurs (fig. 2), l'un de ces derniers servant de contrôle à l'opérateur. Ces divers appareils sont connectés électriquement entre eux et avec la source de courant, formée d'une batterie d'accumulateurs de 12 volts environ.

Dans le but de simplifier autant que possible les manipulations nécessaires, et pour réduire au minimum le nombre indispensable de fils reliant les appareils, les tableaux récepteurs sont munis chacun d'un sélecteur (fig. 3) qui ferme les circuits électriques sur les dispositifs compteurs électro-mécaniques donnant le change du pays dont la valeur est à modifier.

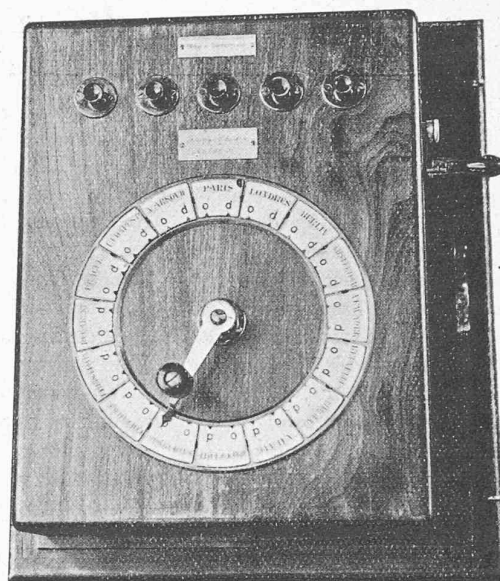


Fig. 1. — Appareil transmetteur fermé.

Sept fils seulement sont ainsi nécessaires et cela quel que soit le nombre de changes différents admis par tableau et la quantité de tableaux dépendant d'un même poste de commande.

Les tableaux récepteurs comportent deux rangées verticales de guichets, l'une intitulée « Demande » et l'autre « Offre ». Chaque rangée comprend un nombre de guichets correspon-

COURS DES CHANGES		DEMANDE	OFFRE
PARIS	100	100	100
LONDRES	25	25	25
NEW YORK	15	15	15
BRUXELLES	100	100	100
MILAN	100	100	100
BERLIN	100	100	100
VIENNE	100	100	100
AMSTERDAM	100	100	100
BARCELONE	100	100	100
STOCKHOLM	100	100	100
COPENHAGUE	100	100	100
CHRISTIANIA	100	100	100
BUCAREST	100	100	100
PRAGUE	100	100	100
BUDAPEST	100	100	100
VARSOVIE	100	100	100

Fig. 2. — Tableau récepteur à 16 devises.

nant au nombre de pays dont on veut faire connaître les changes variables en prenant une devise comme base. Les noms des villes ou des pays sont disposés en regard des guichets; il y a donc deux guichets pour un nom.

Ceux-ci laissent paraître un nombre décimal de cinq chiffres.