

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 56 (1930)
Heft: 15

Artikel: L'usine hydro-électrique de Sembrancher (Valais) de la Société romande d'électricité
Autor: Bois, L. du
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-43517>

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: 21.12.2024

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

BULLETIN TECHNIQUE

DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : D^r H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE D'HYGIÈNE ET DE TECHNIQUE URBAINES

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *L'usine hydro-électrique de Sembrancher (Valais) de la Société Romande d'Electricité* (suite), par L. DU BOIS, ingénieur. — *Contraintes dans l'isolant des câbles à haute tension, contenant des inclusions* (suite), par le D^r WALTHER SCHMID, physicien-conseil, à Neuchâtel. — *Concours organisé par le Crédit Foncier Vaudois, à Lausanne, pour l'étude de la reconstruction de ses immeubles de la Rue du Petit Rocher.* — *L'outillage des chantiers de Kembs.* — *Tarifs-voyageurs des chemins de fer européens.* — NÉCROLOGIE : *Henri Meyer, architecte.* — SOCIÉTÉS : *Société suisse des Ingénieurs et des Architectes.* — *XXVII^e Conférence annuelle des Ingénieurs ruraux suisses.* — BIBLIOGRAPHIE. — CARNET DES CONCOURS.

L'USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE SEMBRANCHER (VALAIS)

de la Société Romande d'Electricité,

par L. Du Bois, ingénieur.

(Suite.¹)

Canal d'aménée. — Débit 6 m³/sec.

La longueur totale du canal d'aménée jusqu'à la chambre de mise en charge est de 5783,68 m.

Ainsi que nous l'avons vu, la retenue au barrage est à la cote 918,50

D'autre part, le déversoir de la mise en charge est à la cote 895,00

On dispose donc d'une pente totale de 23,50 m soit en moyenne 4,5 ‰.

L'avant-projet prévoyait un canal d'aménée en galerie sur toute sa longueur, avec pente uniforme.

Après étude de diverses variantes, on a trouvé que l'on pouvait faire un premier tronçon à ciel ouvert et l'on a été amené à partager la longueur totale en trois tronçons, comme suit :

1^{er} tronçon, à ciel ouvert (fig. 5) longueur. 668,43 m
largeur 1,50 m, pente = 7,03 ‰.

2^{me} tronçon, en galerie (fig. 6), avec revêtement sur toute la longueur, longueur. 3911,25 m
largeur 1,30 m, pente 4,15 ‰.

3^{me} tronçon, section agrandie, en galerie, largeur 2,70 m (fig. 7), longueur. . . . 1204,00 m
pente 1,4 ‰.

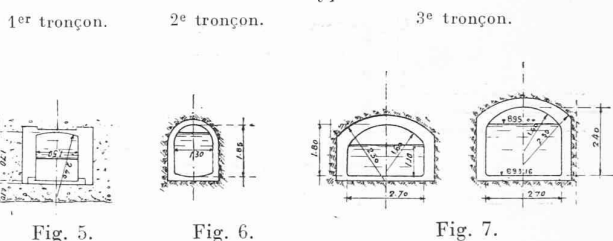
Longueur totale 5783,68 m

Le premier tronçon, à ciel ouvert, a une forte pente (7,03 ‰) parce que le point d'entrée en galerie était déterminé par les conditions topographiques¹; on l'a recouvert au moyen de dalles en béton armé, et il est complètement enterré. On disposait sur place de magnifiques blocs de granit qui ont servi pour l'exécution de toutes les maçonneries du barrage et du canal d'aménée, premier tronçon (radier et piédroits). On a dans ce tronçon, vu sa forte pente, des vitesses d'eau très élevées,

¹ Voir *Bulletin technique*, du 28 juin 1930, page 153.

CANAL D'AMENÉE

Profils types.



soit plus de 4 à 5 m à la seconde, vitesses parfaitement admissibles, grâce à la construction soignée et en excellent granit de ce tronçon de canal.

Pour le deuxième tronçon (en galerie) on avait prévu un profil-type en rocher sain sans revêtement (avec simple gobetage pour égaliser les surfaces) et un second profil-type avec revêtement plus ou moins épais, suivant la nature de la roche que l'on rencontrerait.

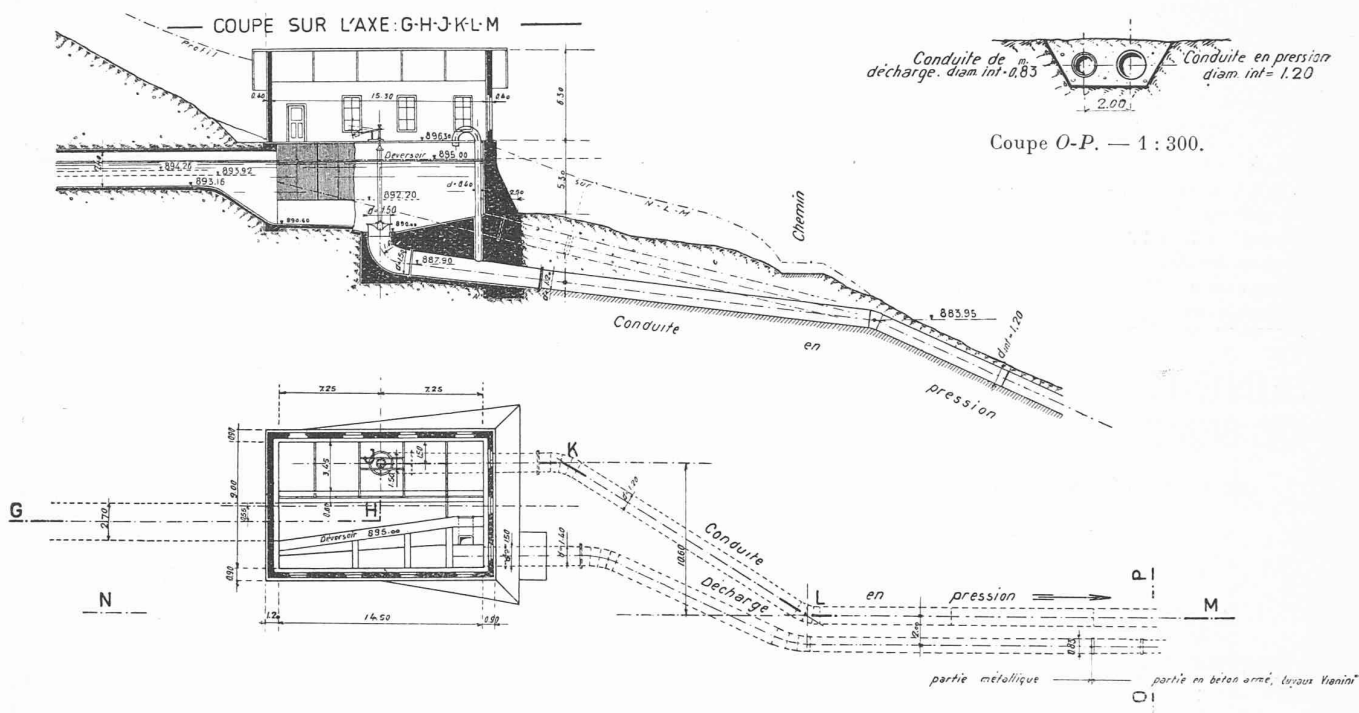
On a été conduit à n'employer que le second type, ayant trouvé partout des roches schisteuses pas assez consistantes pour permettre de laisser le profil sans revêtement.

Dans cette partie du canal, la pente est de 4,15 ‰ et la vitesse maximum de l'eau de 3,30 m par seconde. Les parois bétonnées sont revêtues d'un enduit en ciment bien lissé. La troisième partie du canal est à section élargie à 2,70 m et faible pente soit 1,4 ‰; elle est destinée à créer une réserve utile de 1500 m³ environ pour parer aux variations brusques de charge qui peuvent se produire dans l'usine. Lorsque la charge de l'usine augmente, on doit, de l'usine, avertir le barragiste pour qu'il donne plus d'eau; si cette augmentation de charge se produit brusquement, il faut qu'on ait une certaine réserve emmagasinée dans le canal parce qu'il faut environ 25 minutes pour que le surplus de débit envoyé du barrage, arrive à la mise en charge. Dans le cas d'une diminution de la charge de l'usine, l'excédent de débit s'écoule par le déversoir de la mise en charge.

Cette réserve de 1500 m³ permettra aussi des pointes d'une certaine importance; on pourra par exemple avoir une augmentation de débit de 0,5 m³-sec. pendant cinquante minutes, ou de 1 m³-sec. pendant 25 minutes.

Fig. 8. — CHAMBRE DE MISE EN CHARGE, CONDUITE DE DÉCHARGE ET CONDUITE SOUS PRESSION, TRONÇONS SUPÉRIEURS.

Echelle 1 : 500.



La longueur totale du canal en galerie est de
 $3911,25 \text{ m} + 1204 \text{ m} = 5115,25 \text{ m}$.

Cette longueur a été divisée en 7 tronçons par 6 fenêtres d'attaque dont voici les longueurs :

| | |
|--|----------|
| 1 ^{er} tronçon longueur | 905,25 m |
| 2 ^{me} » » | 560,00 |
| 3 ^{me} » » | 640,00 |
| 4 ^{me} » » | 670,00 |
| 5 ^{me} » » | 670,00 |
| 6 ^{me} » » | 940,00 |
| 7 ^{me} » » | 730,00 |

Longueur totale 5115,25 m

Les fenêtres d'attaque ont des longueurs variant de 50 à 100 m. Ces six fenêtres d'attaque ont permis de mener le travail rapidement.

Le 26 juin 1929, tout était terminé et l'on a pu faire passer l'eau dans le canal ; tout s'est passé normalement.

A chaque fenêtre, il y a une prise d'eau d'irrigation ; il y en a en outre une sur le premier tronçon du canal d'aménée à peu près à mi-chemin entre la prise d'eau et l'entrée de la galerie. Il y en a encore une à la chambre de mise en charge, soit en tout 9 prises d'eau d'irrigation dont : 5 sur le territoire de la commune d'Orsières et 3 sur le territoire de la commune de Sembracher.

Les débits de ces prises d'eau d'irrigation varient de 10 à 20 l/sec.

Chambre de mise en charge (fig. 8).

Dans une installation telle que celle de Sembracher où l'arrivée de l'eau dans la mise en charge se fait par

un canal à libre écoulement, il est nécessaire de prévoir que l'écoulement de la totalité du débit puisse se faire momentanément par un déversoir à l'extrémité aval du canal.

En effet, en cas d'arrêt accidentel de l'usine marchant à plein rendement, on téléphonera au barragiste d'arrêter l'eau, mais il faudra que pendant un certain temps le débit puisse s'écouler par le trop plein.

Dans bien des installations l'évacuation de ces eaux de trop plein n'offre pas de difficultés ; c'est le cas, par exemple, lorsqu'on peut les envoyer dans un ravin à proximité de la mise en charge, et qu'elles ne risquent pas de provoquer des affouillements et entraînements de terrains. A Sembracher, rien de pareil n'était possible et l'on a été obligé d'installer une conduite spéciale de décharge, décrite plus loin.

Le canal d'aménée arrive dans l'axe de la chambre de mise en charge ; d'un côté se trouve le déversoir avec entonnoir d'entrée dans la conduite de décharge, et de l'autre la chambre de départ de la conduite en pression munie d'une vanne-clapet automatique. Une grille à barreaux verticaux sépare le canal d'aménée de la chambre du clapet. Nous avons vu qu'à la prise d'eau l'eau passait dans des tôles perforées ayant des trous de 18 mm de diamètre, ce qui fait que tous les corps étrangers plus gros que les trous ne peuvent pas être entraînés par l'eau. Comme le canal d'aménée est entièrement fermé sur toute sa longueur, on aurait pu, à la rigueur, se passer d'une grille à la mise en charge. Elle n'est là, en somme, que comme sécurité pour le cas où une avarie

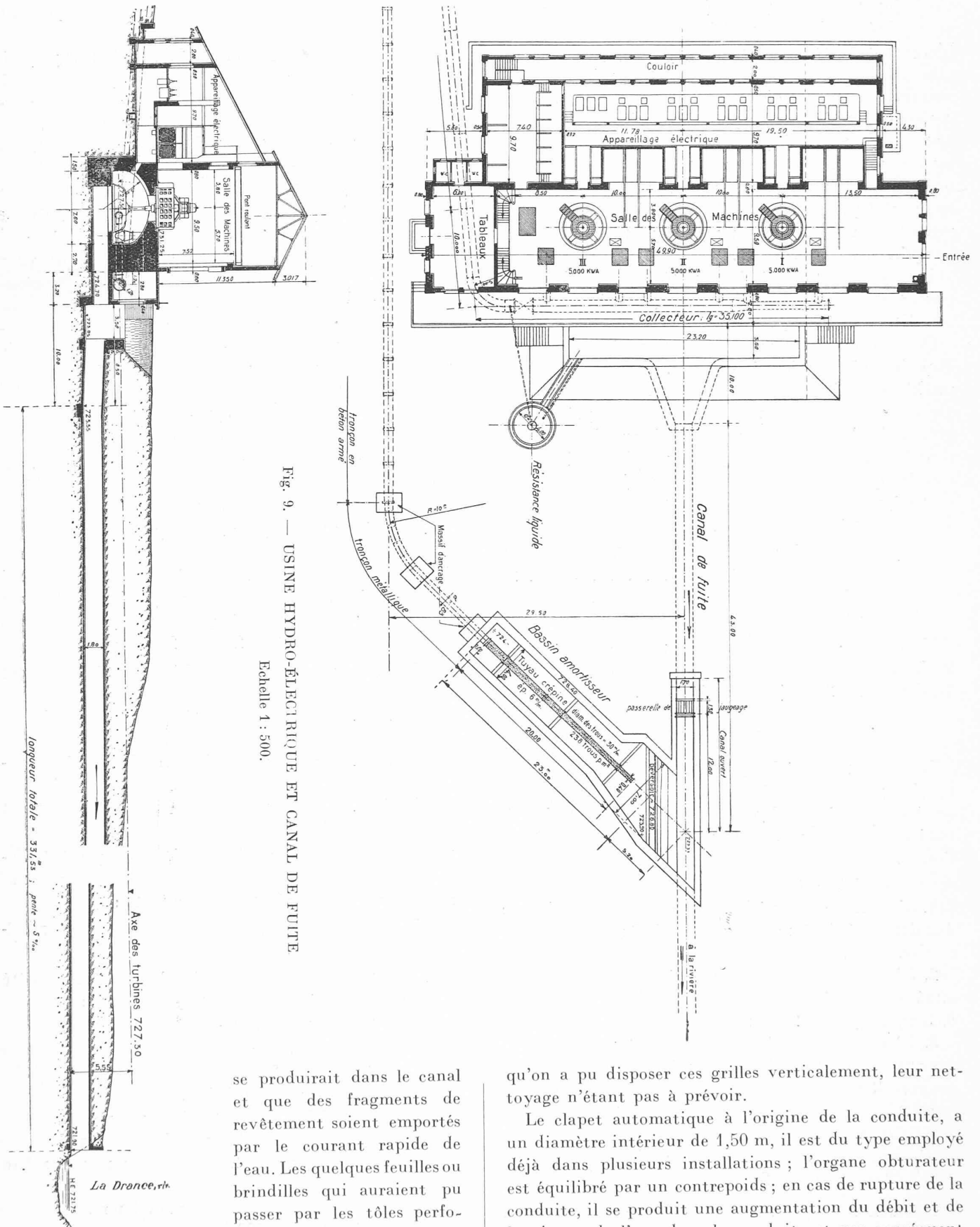


Fig. 9. — USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE ET CANAL DE FUITE
Echelle 1 : 500.

les barreaux des grilles et ne peuvent en aucune façon gêner le fonctionnement des turbines. C'est pour cela

qu'on a pu disposer ces grilles verticalement, leur nettoyage n'étant pas à prévoir.
Le clapet automatique à l'origine de la conduite, a un diamètre intérieur de 1,50 m, il est du type employé déjà dans plusieurs installations ; l'organe obturateur est équilibré par un contrepoids ; en cas de rupture de la conduite, il se produit une augmentation du débit et de la vitesse de l'eau dans la conduite et par conséquent une diminution de la pression statique sur la surface inférieure du clapet, qui entraîne la fermeture de celui-ci.

Un dash-pot rempli de pétrole (pour éviter le changement de fluidité en hiver) empêche une fermeture rapide. L'organe obturateur est pourvu d'un by-pass de remplissage. Lorsque le gros clapet est fermé et que la chambre est pleine d'eau, et la conduite vide, il est impossible de l'ouvrir, la pression de l'eau l'appliquant fortement sur son siège. Il faut au préalable ouvrir le by-pass pour remplir lentement la conduite; ce n'est que lorsque le remplissage est terminé que l'ouverture du gros clapet peut être effectuée. Un tuyau-reniflard permet la sortie de l'air au remplissage et la rentrée d'air lorsqu'on vide la conduite.

Une vanne de fond, à l'extrémité du canal d'amenée, permet de vider le canal en envoyant l'eau dans la conduite de décharge.

On a installé un flotteur-indicateur de niveau avec dispositif d'indication à distance. Dans la salle des machines de l'usine se trouvent deux cadrans communiquant avec ce flotteur et indiquant avec précision le niveau de l'eau dans la mise en charge. La consigne pour le personnel est de régler la marche de l'usine de manière que le niveau se maintienne toujours à quelques centimètres au-dessous de la crête du déversoir. Ce déversoir est à la cote 895,00.

Le fond de la chambre de départ est à la cote 890,00
Le seuil des grilles est à la cote. 892,20
Le plancher de service est à la cote 896,30
La largeur totale des grilles est de 14,50 m.

Un petit bâtiment, avec toiture métallique, surmonte la chambre de mise en charge, ses dimensions en sont de 15,30 m sur 8,20 m (cotes intérieures).

Conduite de décharge.

La conduite de décharge part de la chambre de mise en charge et aboutit à un bassin amortisseur (fig. 9) situé devant l'usine hydro-électrique, et dont l'extrémité aval est en communication avec le canal de fuite de l'usine.

Elle se compose :

1. d'un tronçon supérieur conique en tôle d'acier; diamètre 1,40/0,83 m, longueur 44,40 m, avec deux coudes.

2. D'un tronçon moyen, composé de tuyaux en béton armé centrifugé système Vianini, diamètre intérieur 0,83 m, longueur 423,60 m.

3. D'un tronçon inférieur aboutissant dans le bassin amortisseur, en tôle d'acier, diamètre 0,83 m, longueur environ 43 m, avec un coude en plan de 10,00 m de rayon.

4. D'un tuyau conique convergent, en tôle perforée placé dans le bassin amortisseur; diamètre intérieur 0,83/0,40 m, longueur 20 m.

Le choix des tuyaux en béton armé système Vianini, pour la plus grande partie de la conduite a été fait ensuite d'essais effectués pendant les deux étés de 1927 et 1928; on n'a employé la tôle que pour les extrémités

à cause des parties coniques et coudées qui ne peuvent pas être obtenues par le système Vianini.

Une pareille conduite de décharge n'est appelée à fonctionner que rarement à plein débit et plus souvent à un débit très réduit; elle se trouve donc alternativement en contact avec l'air et avec l'eau. La vitesse de l'eau est très grande (environ 14 m par seconde). En été, l'eau est fortement chargée de sable. Toutes ces conditions font qu'avec une conduite en tôle il serait impossible d'empêcher la rouille de se former et qu'une usure assez rapide serait à craindre. On n'a donc employé la tôle (avec épaisseurs renforcées) que pour les tronçons où le système Vianini n'était pas réalisable.

Dans ce système, les tuyaux sont obtenus par centrifugation du béton dans un moule rotatif, dans lequel a été placée au préalable l'armature en fer. Le béton est introduit et réparti également sur toute la longueur du moule pendant la rotation; l'armature en fer est de la sorte noyée petit à petit dans la masse du béton et ce centre automatiquement par la rotation du moule. On augmente ensuite la vitesse de rotation pour rendre le béton parfaitement compact et homogène.

Avant d'adopter ce système de tuyaux et afin de faire des comparaisons au point de vue de la résistance à l'action du sable contenu dans l'eau, on avait installé à la prise d'eau, à Orsières, les six tuyaux suivants, dans lesquels on a fait couler à grande vitesse l'eau de la Drance durant les étés 1927 et 1928 :

- N° 1. Tuyau ordinaire en béton armé en ciment spécial.
- N° 2. Avec revêtement intérieur d'une couche de ciment fondu et sable.
- N° 3. Avec revêtement d'une couche de béton spécial au ciment fondu.
- N° 4. Avec revêtement au béton spécial au ciment spécial,

tous les quatre tuyaux exécutés d'après le procédé Vianini; en plus de cela et comme on désirait également se rendre compte de la résistance de la fonte :

- Nos 5 et 6. Deux tuyaux en fonte ordinaire à emboîtement.

A la suite de ces essais de durée, c'est le N° 1, qui a été choisi; ses caractéristiques sont les suivantes :

Diamètre intérieur 0,83 m.

Longueur utile 3,65 m.

Emboîtement 0,12 m.

Épaisseur des parois 0,060 m.

Dosage : 500 kilos ciment spécial par m³.

Essais de réception à 3 atmosphères de pression.

Armature en spirale 26 fers de 7 mm par mètre courant.

Armature longitudinale 18 fers de 5 mm.

Poids d'un tuyau 1500 kilos.

La pose de ces tuyaux s'est faite très facilement; les joints à emboîtement permettant de légères déviations,

soit en plan, soit en profil. Toute la conduite a été enterrée après la pose.

La conduite de décharge aboutit à son point inférieur dans un bassin amortisseur de 23 m de longueur moyenne, 4 m de largeur, terminé par un déversoir dont l'écoulement se fait dans le canal de fuite ;

L'axe du tuyau est à la cote 725,50.

La crête du déversoir est à la cote 726,80.

Le fond du bassin est à la cote 723,90.

Le tuyau est donc complètement noyé ; il y a 1,30 m d'eau au minimum au-dessus de l'axe du tuyau.

Lors des premiers essais de la conduite de décharge, le tuyau conique d'extrémité n'avait pas été installé. On tenait à se rendre compte de ce qui allait se passer lorsqu'il s'agirait de détruire l'énergie représentée par une masse d'eau (au maximum 6 m³/sec.) animée d'une vitesse d'environ 14 m à la seconde, arrivant dans un bassin de grande section.

On constata d'emblée que même avec des débits réduits (2 à 3 m³) il se produisait dans la partie amont du bassin, sur une distance très petite (environ 2 m), des rejaillissements à grande hauteur, inadmissibles.

Cela provenait du fait que la destruction de l'énergie était concentrée sur une faible longueur, c'est-à-dire au point où l'eau en vitesse, mélangée de beaucoup d'air entraîné, arrivait brusquement en contact avec la masse d'eau relativement tranquille du bassin. Pour répartir ce phénomène d'amortissement sur toute la longueur du bassin, on raccorda à la bride inférieure de la conduite de décharge un tuyau en tôle perforée, conique, convergent, ayant un diamètre de 0,83 m à l'amont et 0,40 m à l'aval et d'une longueur totale de 20 m. Les trous ont 30 mm de diamètre et représentent environ le cinquième de la surface du tuyau.

Ce dispositif se montra immédiatement efficace et supprima les rejaillissements hors du bassin.

Sur toute la longueur de la conduite de décharge sont réparties 14 cheminées d'air. Lorsque la conduite est en fonctionnement, certaines cheminées aspirent et les autres refoulent un mélange d'air et d'eau, sous forme de poussière. Ce qu'il y a de curieux, c'est que lorsque le régime de débit change, certaines cheminées qui aspiraient se mettent à refouler tandis que d'autres qui refoulaient se mettent à aspirer. Ceci provient probablement des parties coudées de la conduite qui modifient l'allure de la ligne de charge suivant le débit.

L'installation de la conduite de décharge étant terminée (ainsi que le canal de fuite de l'usine) avant que l'on puisse procéder aux essais des turbines, on a pu, à partir de la mise en eau du canal d'amenée (26 juin 1929), faire une série d'essais et de vérifications sur le débit du canal d'amenée, qui ont montré que sa capacité de débit dépassait largement les 6 m³ de débit maximum prévus.

(A suivre.)

Contraintes dans l'isolant des câbles à haute tension, contenant des inclusions,

par le Dr Walther Schmid, physicien-conseil, à Neuchâtel.

(Suite¹ et fin.)

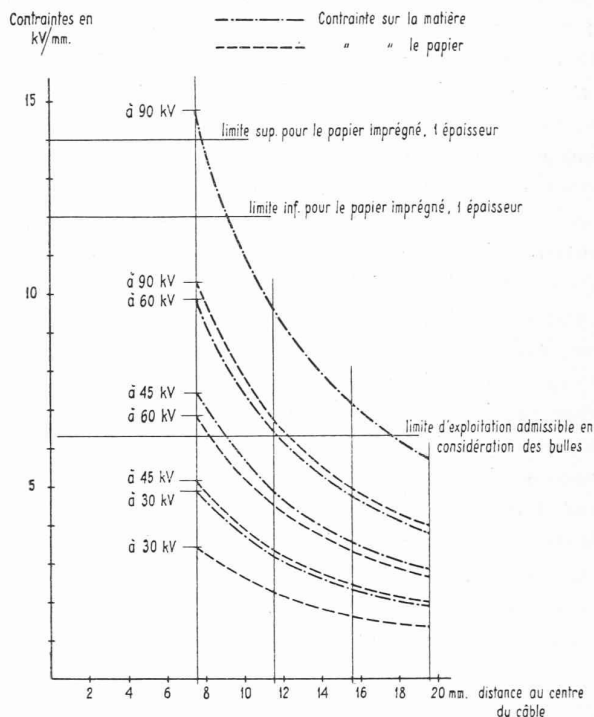


Fig. 1. — Contraintes sur papier imprégné et matière de même épaisseur dans un câble.

(Voir le texte relatif à ce tableau à la page 173 du dernier numéro.)

Ceci nous amène à nous occuper du cas où, à côté de papier imprégné, il y a des papiers « secs ». A la vérité, ce cas extrême est rare. Il n'en est pas moins vrai que, à l'essai, ces papiers « secs » donnent des gradients disruptifs qui sont tout juste le double seulement de ceux des papiers réellement secs, mais à peine le tiers des chiffres que donnent les papiers bien imprégnés. Comme il est difficile de fixer par un chiffre ce degré d'imperfection, je prends, comme cas extrême, celui des papiers réellement non imprégnés.

Papier imprégné et papier sec.

d₁ papier sec 2,2,

d₂ papier imprégné 3,7 ; épaisseurs égales

Gradient pour :

| r | 30 Kv | | 45 Kv | | 60 Kv | | 90 Kv | |
|------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | pap. sec | p. imp. | pap. sec | p. imp. | pap. sec | p. imp. | pap. sec | p. imp. |
| 7,5 | 5,25 | 3,13 | 7,88 | 4,70 | 10,50 | 6,26 | 15,75 | 9,39 |
| 11,5 | 3,43 | 2,04 | 5,15 | 3,06 | 6,86 | 4,08 | 10,29 | 6,12 |
| 15,5 | 2,54 | 1,51 | 3,81 | 2,27 | 5,08 | 3,02 | 7,62 | 4,53 |
| 19,5 | 2,02 | 1,20 | 3,03 | 1,80 | 4,04 | 2,40 | 6,06 | 3,60 |

¹ Voir Bulletin technique du 12 juillet 1930, page 172.