Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 74 (1983)

Heft: 22

Artikel: Conception et exploitation d'un écran électrique à poissons

Autor: Grivat, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904890

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: 09.07.2025

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

Conception et exploitation d'un écran électrique à poissons

J. Grivat

Les écrans électriques permettent d'écarter les poissons des prises d'eau des usines électriques de pompage-turbinage et remplacent ainsi les grilles à barreaux serrés qui seraient nécessaires sans cela. Les lignes suivantes indiquent comment a été réalisé celui équipant la centrale de Veytaux (Forces motrices Hongrin-Léman), au bord d'un lac agité périodiquement par de fortes vagues. On y expose également les difficultés rencontrées au cours d'une dizaine d'années d'exploitation.

Elektrische Schirme ermöglichen das Fernhalten der Fische von den Wasserfassungen bei Pumpspeicherwerken und ersetzen dabei die sonst notwendigen engmaschigen Gitter. Die folgenden Zeilen zeigen, wie dieser Schirm beim Kraftwerk Veytaux der Forces Motrices Hongrin-Léman an einem See, der zeitweise einen hohen Wellengang aufweist, ausgeführt ist. Es wird ferner auf Schwierigkeiten hingewiesen, die in den rund zehn Betriebsjahren aufgetreten sind.

Adresse de l'auteur
Jean Grivat, ingénieur EPFL,
Route du Port 36A, 1009 Pully.

1. Introduction

Lors de l'établissement du projet de la centrale de turbinage–pompage de Veytaux – 240 MW pour les deux modes de fonctionnement –, dans le cadre de l'aménagement des Forces Motrices Hongrin-Léman S.A. (FMHL), les concepteurs ont dû chercher un système permettant de soutirer l'eau du lac sans entraîner simultanément les poissons. La solution classique d'une grille à barreaux serrés présentait de sérieux inconvénients. C'est pourquoi l'on a recouru à une grille à large écartement, complétée par un écran électrique. Etant donné que de tels dispositifs ont été rarement réalisés, surtout sur des rivages exposés à de fortes vagues, comme c'est périodiquement le cas pour le lac Léman, il nous a paru intéressant, après treize années d'exploitation, d'exposer comment cet ouvrage a été conçu puis réalisé, quelles ont été les difficultés rencontrées en cours d'exploitation, et quels sont les résultats obtenus.

2. Grille classique ou écran électrique

Le règlement d'exécution de la loi vaudoise sur la pêche prévoyait un espacement maximal de 3 cm[1]) entre les barreaux des prises d'eau des aménagements hydrauliques. Grâce à l'utilisation d'un écran électrique à poissons, il a été possible de porter cet écartement au maximum de 6 cm admissible pour les pompes de refoulement, eu égard aux bois et aux autres corps flottants. On a pu ainsi diminuer les dimensions de la prise d'eau et faire l'économie des deux machines à nettoyer les grilles qui auraient été indispensables avec l'écartement de 3 cm.

[1]) Ce règlement a été entre-temps abrogé et le nouveau texte ne contient pas de dispositions précises à cet égard. En fait, le problème est réglé actuellement par les dispositions de l'article 25 de la Loi fédérale sur la pêche du 14 décembre 1973. Il précise que pour tout aménagement hydraulique les autorités doivent imposer les mesures visant à «empêcher que les poissons et les écrevisses ne soient endommagés par des constructions ou des machines».

3. Principe de fonctionnement de l'écran à poissons

La méthode qui consiste à paralyser les poissons par des décharges électriques n'est pas une invention de l'homme, puisque c'est ainsi que les gymnotes, les torpilles, etc. étourdissent leurs proies depuis des millions d'années. S'inspirant de cette technique naturelle, des chercheurs se sont penchés sur les possibilités de repousser et surtout d'attirer les poissons de nos mers et de nos lacs au moyen de dispositifs électriques. Il existe toute une littérature à ce sujet. Pour écarter les poissons des prises d'eau, de bons résultats ont été obtenus en faisant circuler, sous forme de brèves impulsions, un courant électrique entre un écran isolé, placé dans une zone où la vitesse de l'eau n'excède pas 0,5 m/s, et les barreaux de protection précédant le canal de soutirage.

A la centrale de Veytaux, compte tenu de la conductivité de l'eau du Léman et de la distance entre écrans et barreaux, des impulsions à front raide d'environ 80 A sous 700 V sont émises durant 5 ms toutes les secondes environ (fig. 1). La disposition des électrodes, la polarité et les caractéristiques des impulsions ont été choisies de façon à empêcher les poissons de pénétrer dans le canal d'aspiration, et d'éviter ainsi qu'ils ne soient absorbés par les pompes. Le système doit être efficace même pour de petits poissons, jusqu'à 1 cm de longueur.

4. Conception générale de l'installation

Le canal reliant les turbines et les pompes au lac Léman débouche dans

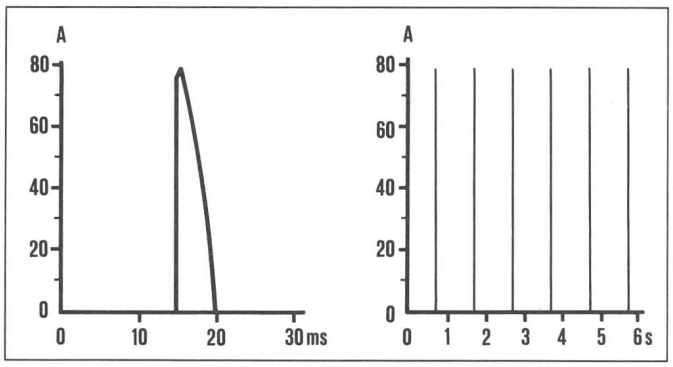


Fig. 1
Forme et succession des impulsions de courant

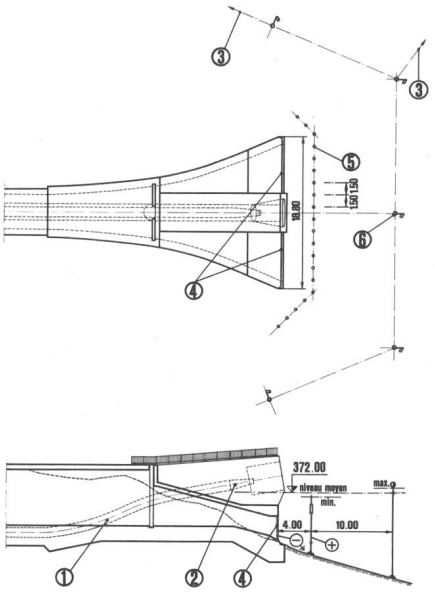


Fig. 2 Prise d'eau
(vue en plan et coupe longitudinale
1 Conduite de décharge pour vidange rapide du lac supérieur
2 Vanne de vidange rapide
3 Haubans avec corps-morts
4 Grilles avec barreaux espacés de 6 cm
5 20 flotteurs immergés
6 5 bouées de signalisation

ce dernier par un ouvrage sous-lacustre comprenant deux passes de 7,45 sur 2,6 m séparées par un espace de 2 m (en relation avec l'installation d'une vanne de vidange à haute pression). Ces pertuis sont munis de barreaux de 10 mm d'épaisseur, séparés par un vide de 60 mm en rapport avec les plus gros corps flottants pouvant passer à travers les aubages des pompes sans risque de coincement (fig. 2 et 3). La vitesse de l'eau à travers les grilles, lors du fonctionnement des 4 pompes, atteint environ 0,8 m/s.

D'autre part, 20 flotteurs sont placés 4 m en avant des grilles et enveloppent la prise d'eau sur les côtés. De plus, 10 m en avant de l'écran électrique, se trouvent cinq bouées de signalisation, amarrées au fond du lac par des chaînes et des corps-morts. Les deux grilles sont connectées au pôle négatif du générateur d'impulsions logé dans une cabine placée au-dessus de l'extrémité du canal. Le pôle positif de ce générateur est relié d'autre part aux 20 flotteurs, groupés électriquement en deux demi-écrans.

5. L'alimentation de l'écran électrique

Cet appareil est conforme au schéma de principe représenté à la figure 4. Les caractéristiques électriques des composants sont les suivantes:

- transformateur: sa puissance assignée de 75 kVA est déterminée par la raideur du front des impulsions recherchée (di/dt = environ 0,03 A/µs); son couplage – enroulements primaires en triangle et enroulements secondaires en étoile – a été choisi de façon à réduire le plus possible l'amplitude des harmoniques et à éviter la polarisation du circuit magnétique;
- générateur proprement dit: il est équipé de deux thyristors commandés par un multivibrateur à transistors; une ventilation forcée assure le refroidissement desdits thyristors;
- câble d'alimentation: pour réduire l'impédance de ce câble, long de 200 m, et éviter ainsi une altération de la raideur du front des impulsions, une section de 4×50 mm² Cu a été adoptée;
- consommation: elle est d'environ 30 000 kWh par an;
- ajustage: la cadence des impulsions peut être réglée à l'aide d'un potentiomètre.

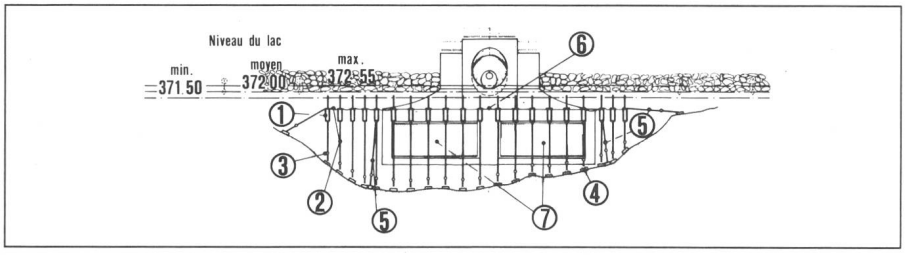


Fig. 3 Vue de face de l'écran électrique et de la prise d'eau
1 20 flotteurs immergés
2 Câbles en acier inoxydable
3 Isolateurs
4 Corps-morts
5 Haubans isolants avec corps-morts
6 Corde en nylon entre les deux demi-écrans
7 Grilles à barreaux

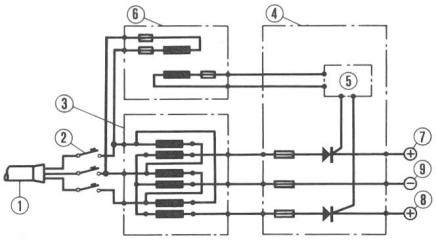


Fig. 4 Alimentation de l'écran électrique
(schéma de principe)
1 Câble d'alimentation 3×380/220 V
2 Disjoncteur de protection
3 Transformateur triphasé 75 kVA 380/500 V
4 Générateur d'impulsions
5 Dispositif de commande
6 Transformateur auxiliaire
7 Vers ½ écran droit
8 Vers ½ écran gauche
9 Vers les barreaux des grilles

6. L'écran électrique à poissons

C'est la partie de l'installation qui a soulevé le plus de problèmes, sur le plan de la conception et de la maintenance.

Plusieurs projets – inspirés de réalisations allemandes –, prévoyant des écrans rigides saillant hors de l'eau ou des écrans semi-souples suivant les fluctuations de niveau du lac, furent proposés à FMHL. Etant donné leur complexité – aussi bien sur le plan de la construction que sur celui du montage – et les risques d'avarie par suite du choc des vagues, ces diverses propositions furent écartées. Le maître de l'œuvre a finalement mis au point un projet plus simple comprenant 20 élé-

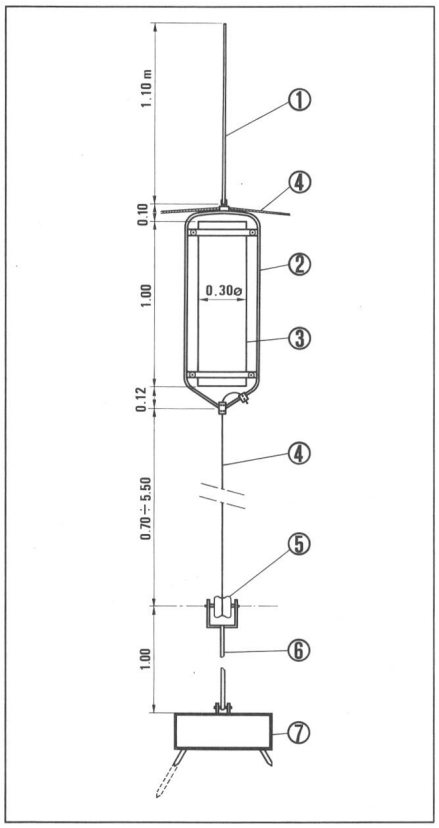


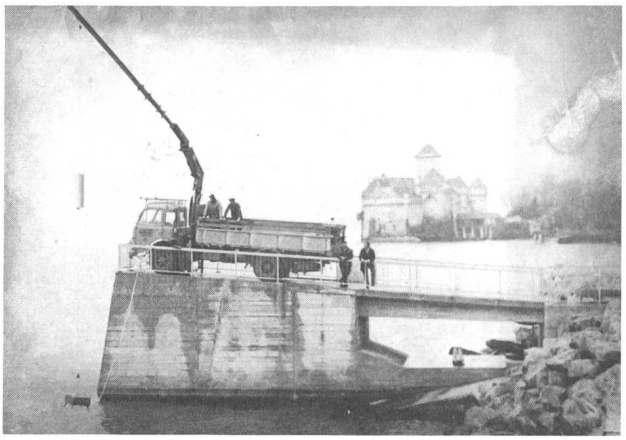
Fig. 5 Flotteur sous-lacustre et accessoires

1 Antenne (acier inoxydable)
2 Cadre de fixation (acier inoxydable)
3 Cylindre flotteur (polyester)
4 Câble (acier inoxydable)
5 Isolateur (porcelaine)
6 Tringle de liaison (acier zingué au feu)
7 Corps-morts (béton et acier)

ments (voir fig. 5) composés chacun d'un corps-mort en béton posé au fond du lac, d'un isolateur avec dispositifs d'amarrage, d'un câble conducteur, d'un flotteur surmonté d'une tige de 1,10 m de longueur. Au niveau maximal du Léman, l'extrémité de ces antennes se trouve sous 75 cm d'eau et au niveau inférieur du lac, celles-ci sortent de 30 cm. Les flotteurs sont donc toujours immergés et maintiennent tendus et pratiquement verticaux les câbles de l'écran. Leur disposition est visible sur les figures 2 et 3. Les flotteurs d'angle et d'extrémité sont en outre haubanés à l'aide de cordage en nylon et de corps-morts. Les différents flotteurs sont réunis les uns aux autres, dans leur partie supérieure, par un câble conducteur, interrompu en son milieu par un élément isolant. La liaison entre ces deux demi-écrans et les bornes «plus» du générateur d'impulsions est assurée par deux câbles électriques sous-lacustres.

Le montage de l'écran à flotteurs a été grandement facilité par sa conception très simple. La longueur à donner aux câbles d'amarrage de chaque flotteur était déterminée par sondage préalable du fond du lac; les ajustages une fois faits, en dehors de l'eau, l'ensemble flotteur–câble–isolateur et corps-mort était mis en place à l'aide d'un camion-grue (fig. 6).

Fig. 6
Mise en place d'un flotteur de l'écran électrique et de son corps-mort



Les deux grilles d'entrée de la prise d'eau avaient été posées à sec, à l'abri du batardeau utilisé lors du bétonnage de cet ouvrage. Les seuls travaux ayant nécessité la collaboration d'un homme-grenouille ont été la pose du câble horizontal reliant les flotteurs, des haubans d'angle et d'extrémité ainsi que des liaisons électriques entre écran à flotteurs, grilles d'entrée et générateur d'impulsions.

7. Signalisation

Pour attirer l'attention des navigateurs, baigneurs et pêcheurs sur la présence de l'écran électrique, cinq bouées de signalisation ont été amarrées par des chaînes au fond du lac, à une dizaine de mètres en avant de celui-là.

Des écriteaux signalent d'autre part l'existence de l'écran électrique et l'interdiction de la pêche et de la baignade.

8. Essais de réception

L'installation a été testée lors de sa mise en service, en présence de délégués du Service cantonal vaudois de la pêche. Juste avant la mise sous tension de l'écran, de petits poissons de 1 à 3 cm se tenaient au voisinage des tiges terminales des flotteurs. Dès l'enclenchement du générateur d'impulsions – émises toutes les 1,5 s avec une amplitude d'environ 75 A – les poissons fuyaient dans toutes les directions pour aller finalement se regrouper sur les côtés de la prise d'eau, hors du champ électrique. Pour éviter cette concentration au voisinage immédiat de l'entrée du canal, deux câbles en acier, reliés à chacune des deux grilles de la prise d'eau, ont été posés le long des flancs de l'ouvrage sur une dizaine de mètres, prolongeant ainsi la cathode du système.

Lors d'un deuxième essai, l'observation a porté sur le comportement des poissons plus gros (de 18 à 30 cm de longueur); les effets de l'écran ont été dans ce cas encore plus marqués. On a pu constater en effet que, dès la perception des impulsions, chaque poisson quittait rapidement la zone influencée par l'écran et prenait la direction du large. La zone d'influence de l'écran électrique est bien délimitée par les bouées de signalisation. On a pu le vérifier en observant que des cygnes, proches de la prise d'eau avant l'enclenchement du générateur d'impulsions, s'en écartaient rapidement dès qu'il était enclenché, leur réaction de fuite cessant au voisinage des bouées précitées.

Un troisième essai a été entrepris à partir d'un petit bateau. En plongeant une main dans l'eau, l'observateur sentait faiblement les impulsions; en immergeant les deux mains appuyées l'une contre l'autre, puis en les écartant progressivement, les impulsions se faisaient sentir de plus en plus fortement, pour devenir violentes lorsque la distance atteignait 40 à 50 cm.

9. Difficultés rencontrées en cours d'exploitation

Le générateur d'impulsions n'a guère posé de problèmes. On peut tout au plus relever la défaillance d'un des circuits imprimés du multivibrateur et du transformateur auxiliaire.

L'écran à flotteurs par contre a causé beaucoup de difficultés aux exploitants. Lors de la première vérification par un plongeur, après onze mois de service ininterrompu, des dégâts par corrosion électrolytique sont constatés. Sur la base d'indications trouvées dans la littérature spécialisée et conformément aux conseils du fournisseur du générateur d'impulsions – un spécialiste en matière d'installations de pêche électrique –, l'écran avait été réalisé en acier zingué au feu en ce qui concerne les flotteurs, les tiges terminales, les brides d'attache des câbles et les pièces d'amarrage des isolateurs. Les câbles retenant les flotteurs étaient par contre en acier inoxydable. Compte tenu de la résistivité de l'eau du lac, les impulsions de courant continu n'auraient pas dû provoquer d'attaques appréciables par corrosion. Mais, après moins d'une année d'exploitation, les pièces en fer zingué portées au potentiel positif présentaient, sous des pustules de rouille, des cavités de 1 à 2 mm de profondeur. La section des tiges terminales était, à certains endroits, réduite de moitié. Les câbles en acier inoxydable, par contre, ne présentaient aucun dommage. Etant donné ces constatations, la décision fut prise de remplacer toutes les parties en acier zingué par des éléments constitués soit d'acier inoxydable (brides de fixation, visserie, cadres des flotteurs), soit de polyester (flotteurs proprement dits).

Cette transformation de l'écran à flotteurs s'est avérée judicieuse car, dès lors, aucun phénomène préoccupant de corrosion ne s'est plus manifesté.

Les incidents qui perturbent encore le fonctionnement de l'installation sont les suivants:

- des ruptures se produisent occasionnellement sur les câbles en acier inoxydable liant les flotteurs; des brins de ces cordes se rompent en effet par fatigue, sous l'action des vibrations engendrées par la houle et le courant de l'eau entrant ou sortant du canal; l'utilisation d'un autre type de câble – toujours en acier inoxydable –, et une amélioration des points de fixation devraient permettre de réduire la fréquence de ces incidents voire de les supprimer; avec le matériel actuel il faudrait changer systématiquement les câbles tous les trois ans environ pour se mettre à l'abri de telles ruptures;
- des ruptures des chaînes retenant les bouées de signalisation se sont également produites; l'utilisation d'un matériel plus robuste ou un remplacement préventif des chaînes tous les cinq ans devrait éliminer ce type d'incident;
- les jonctions entre les câbles d'amenée des impulsions et l'écran à flotteurs ont aussi posé quelques problèmes de corrosion; une solution satisfaisante a été finalement trouvée:
  jonction entre les câbles d'alimentation (en cuivre) et de courts tronçons de câble en acier inoxydable, exécutée hors de l'eau à l'aide de manchons vissés, enrobés dans de la résine synthétique;
  jonction sous l'eau avec des brides de serrage, de ces tronçons de câble intermédiaires à l'un des câbles retenant les flotteurs, toutes les parties en contact avec l'eau étant réalisées en acier inoxydable. Mais le problème de la résistance de cette jonction à la flexion n'est pas entièrement résolu.

Compte tenu des fortes sollicitations mécaniques auxquelles est soumis tout le matériel immergé, sous l'effet du déferlement des vagues, de la houle, du courant d'eau aspiré ou refoulé par le canal, il est indispensable de faire vérifier chaque année par un plongeur l'état des corps-morts, isolateurs, câbles, flotteurs, chaînes, etc.

10. Conclusions

L'écran électrique à poissons de la centrale de Veytaux – après le remplacement des pièces en acier zingué par des éléments en acier inoxydable ou en matière isolante – donne satisfaction.

Il a permis de passer, en ce qui concerne l'écartement des barreaux, de 3 cm (exigence légale vaudoise à l'époque de la construction de l'aménagement de l'Hongrin-Léman) à 6 cm. Cela a conduit à une réduction des dimensions de la prise d'eau et à la suppression d'une machinerie pour le nettoyage mécanique des grilles.

Comme ont pu le vérifier les responsables du Service vaudois des forêts et de la faune, les poissons sont effectivement repoussés de la prise d'eau par les impulsions de courant circulant entre l'écran à flotteurs et les barreaux de la grille.

La conception – fortement simplifiée en cours d'études – de cet écran s'est avérée très judicieuse, tant sur le plan des investissements et de l'entretien que sur celui de l'esthétique. Ce dernier point était particulièrement important compte tenu du site (région touristique, à quelques centaines de mètres du château de Chillon).

Après treize ans d'exposition à la houle et aux tempêtes du lac, cet équipement n'a jamais subi de dégâts importants, après l'élimination des problèmes de corrosion électrolytique. Son entretien et son exploitation se font à peu de frais.

Bibliographie

[1] Dr. *P. F. Meyer-Waarden*, Dr. *Inge* und Dr. *E. Halsband:* Einführung in die Elektrofischerei; Verlagsgesellschaft Heenemann KG; Berlin-Wilmersdorf.