

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 31 (1905)  
**Heft:** 22

**Artikel:** Irrigation pérenne des bassins de la moyenne Egypte  
**Autor:** Béchara, Edm.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-24884>

#### **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:** 15.01.2026

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

Dans une annexe de l'usine sont logés les transformateurs de la Société hydro-électrique de Montbovon, d'une puissance de 700 kw., qui réduisent le courant de 8000 volts à 4200 volts, soit à la tension de régime de l'usine.

Une grande difficulté dans la construction de l'usine a été le transport des lourdes pièces de machines à pied d'œuvre, vu l'absence de chemins carrossables. C'est en glissant les pièces détachées sur des chevalets en bois que l'on est arrivé à amener les machines en place.

Le système de distribution électrique adopté est celui du courant triphasé pour la force et monophasé pour la lumière, les deux formes pouvant être fournies par la même génératrice. La séparation des lignes de force et de lumière

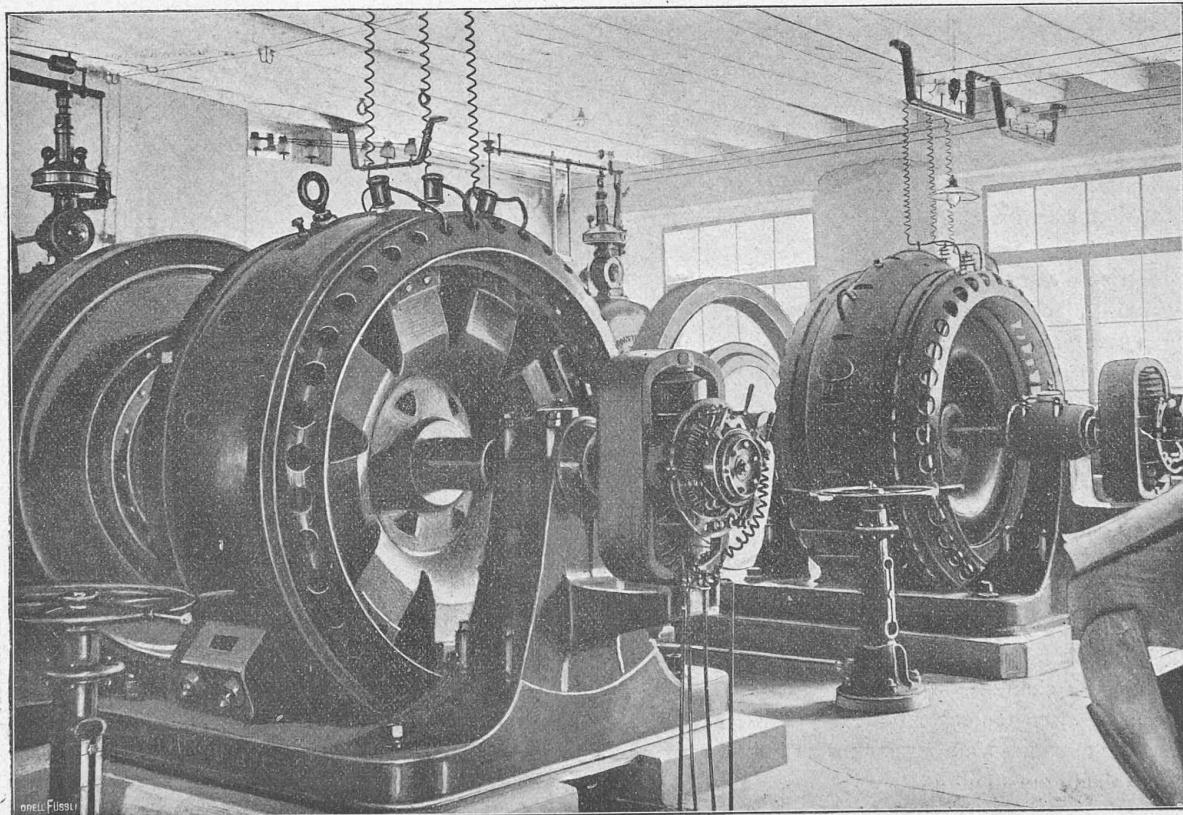


Fig. 7. — Salle des machines.

se trouve au tableau de distribution, qui possède à cet usage 5 rails collecteurs.

De l'usine partent les différentes conduites aériennes mono et triphasées, dont la carte générale des réseaux à haute tension du canton de Fribourg témoigne l'étendue<sup>1</sup>. La répartition des postes de transformateurs et leur importance en ressortent également. Il y a en tout 34 postes de transformateurs, représentant 320 kw. (pour la lumière).

La figure 5 montre une traversée à haute tension par dessus la ligne du chemin de fer électrique Vevey-Châtel, à proximité de la gare de Châtel.

<sup>1</sup> Voir planche 43.

(A suivre).

## Irrigation pérenne des Bassins de la Moyenne Egypte.

Par M. Edm. BÉCHARA, ingénieur.

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

### Canaux.

Les canaux sont en partie creusés dans le terrain naturel et en partie parachevés par des digues en terre. Ils présentent des sections différentes suivant l'étendue des terres à l'arrosage desquelles ils sont destinés. Le niveau de l'eau dans les canaux est toujours supérieur à celui du

sol qu'il traverse, de 0<sup>m</sup>,25 généralement. Le niveau de la crête des digues dépasse celui des eaux de 0<sup>m</sup>,75 à 1<sup>m</sup>,50. Les digues sont en terre, de section trapézoïdale ; leur talus est incliné de 3/2 ; la largeur de leur crête varie de 1<sup>m</sup>,25 à 5 m. suivant l'importance du canal. Elles sont faites avec les terres déblayées de la cunette du canal. Quand celle-ci ne peut fournir le volume nécessaire, on a recours à des emprunts de terre, soit en dehors des emprises du canal, soit à l'intérieur même de la cunette, en abaissant le niveau du lit théorique. Les premiers emprunts créent dans le terrain naturel des fossés latéraux dont la profondeur n'est jamais supérieure à 0<sup>m</sup>,50. Cette limite rigoureuse a été

<sup>1</sup> Voir N° du 25 octobre 1905, page 248.

fixée dans le but de ne pas trop détériorer le terrain des cultivateurs et de donner à ceux-ci la faculté de remblayer les fossés avec le temps. En prévision de l'élargissement des bases des digues ainsi que de leur stabilité, des banquettes extérieures et intérieures, maintenues au niveau du terrain naturel, séparent les digues de la cunette et des fossés d'emprunt extérieurs. La banquette extérieure est de largeur constante et ne doit pas avoir moins de 1<sup>m</sup>,25 ; celle de l'intérieur a la largeur d'un mètre, augmentée de la mi-hauteur de la cunette du canal. Exception est faite à cette dernière règle dans les canaux tertiaires, dont le lit a une largeur de 0<sup>m</sup>,50. Dans ce cas, la largeur de la banquette intérieure est de 0<sup>m</sup>,50, augmentée de la mi-hauteur de la cunette.

Nous résumons dans le tableau ci-dessous toutes les combinaisons relatives aux canaux principaux concernant les emprunts de terre dans le lit même du canal ou à l'extérieur des digues (fig. 3).

suivant le talus  $\frac{1}{4}$  de la cunette et s'arrêter lorsque le lit du canal aura une largeur de 0<sup>m</sup>,50, largeur limite dans laquelle l'ouvrier terrassier peut faire une fouille convenable. Trois alternatives se présentent dans ce cas.

1<sup>o</sup>)  $S + s = 2V$ . Le volume de la cunette augmenté de celui de son approfondissement limite égale le cube des deux digues, dans cette condition  $r = 0,50$  et  $d = \frac{1}{2}(g - 0,50)$ .

2<sup>o</sup>)  $S + s > 2V$ . Dans ce cas,  $r = g - 2d$ , et  $d$  est compris entre ses deux valeurs limites 0 et  $\frac{1}{2}(g - 0,50)$ ; il est donné par l'expression  $d = \frac{g + \sqrt{g^2 - 4s}}{2}$ .

3<sup>o</sup>)  $S + s < 2V$ . Le volume des deux digues est supérieur au cube de la cunette et de son approfondissement limite. On a recours dans ce dernier cas aux emprunts extérieurs en creusant des fossés latéralement aux digues,

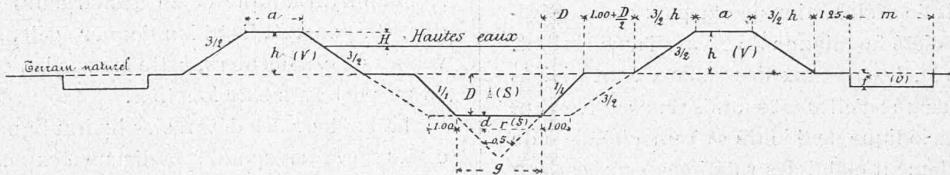


Fig. 3.

Ce tableau sert de base pour le calcul des terrassements ainsi que pour la surface des terres à exproprier ou à indemniser temporairement. La surface comprise entre les deux bords extérieurs des digues est acquise au gouvernement, moyennant contre-valeur monétaire, fixée par une commission permanente attachée au Cercle des Projets et ayant à sa tête deux délégués des Ministères des Finances et des Travaux Publics.

1<sup>o</sup>)  $S > 2V$ . Le volume de la cunette est supérieur à celui des deux digues. Dans ce cas on élargit la crête des digues, et cette largeur est obtenue par la formule

$a = \frac{S}{h} - \frac{3}{2} h$ ; ou bien on ne touche pas à la largeur projetée de la crête et on dispose la terre en excès en forme de cavalier sur les deux digues (fig. 4).

d'une profondeur de 0<sup>m</sup>,50. Le cube  $v$  de chaque fossé  $= \frac{2V - S - s}{2}$ , leur largeur  $m = 2V - S - s$ .

### Débits des canaux. — Rotations.

Connaissant la superficie du bassin et de ses parcelles, il est facile de déterminer le débit des canaux. Ce débit varie suivant la pente, l'étendue de la parcelle à irriguer et la section du canal. On attribue à l'arrosage des terres et à l'alimentation des villages de la moyenne Egypte  $30 \text{ m}^3$  d'eau par feddan et par 24 heures, soit un mètre cube par seconde pour 2880 feddans. Ces chiffres sont basés sur la quantité d'eau absorbée par la plantation d'un champ de coton ou de canne à sucre irrigué tous les 18 jours une fois. La couche d'eau nécessaire à l'arrosage est estimée à environ  $0^m,10$  d'épaisseur. Un feddan, soit une superficie de  $4200 \text{ m}^2$ , couverte d'une telle couche d'eau, supporte un volume de  $4200 \times 0^m,10 = 420 \text{ m}^3$ . Or les plantations d'été, pour ne pas trop souffrir, ne doivent pas manquer d'eau plus de 18 jours. La quantité d'eau à fournir journalièrement serait donc  $\frac{420}{18} = 23,30 \text{ m}^3$  environ. A ce chiffre il faut ajouter  $6,70 \text{ m}^3$  pour faire face à l'évaporation, aux infiltrations, ainsi qu'aux services domestiques des particuliers. L'évaporation journalière est considérable ; elle est de  $0,008 \text{ m}^3$  par  $\text{m}^2$  et par jour, en y comprenant les pertes par infiltration. Il y aurait donc  $4200 \text{ m}^2 \times 0^m,008 = 33,60 \text{ m}^3$  d'eau perdue par jour et par feddan si toute la surface du feddan était couverte dans la même journée ; en réalité, elle ne sera que de  $\frac{33,60 \text{ m}^3}{6} = 5,60 \text{ m}^3$ , puisque l'arro-

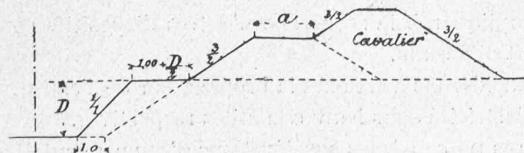


Fig. 4.

II<sup>o</sup>)  $S = 2V$ . Le volume excavé est égal à la somme des volumes des deux digues. Le lit du canal reste dans ce cas à sa cote, et la digue ne subit pas de modification dans son tracé théorique.

III<sup>e</sup>)  $S < 2 V$ . Le volume de terre déblayé de la cunette est inférieur à celui des deux digues. On approfondit à cet effet le lit du canal jusqu'à ce que la terre extraite puisse former les deux digues. Cet approfondissement doit se faire

sage, régi par les rotations, a lieu en été durant 6 jours consécutifs à intervalle périodique de 12 jours. Additionnant les deux données précédentes nous obtenons un total de  $28,90 \text{ m}^3 = 23,30 \text{ m}^3 + 5,60 \text{ m}^3$ . Quant à la quantité d'eau destinée aux usages domestiques, elle est évaluée à 4% du total ci-dessus, soit  $1,10 \text{ m}^3$  par jour et par feddan. Le débit final est donc de  $30 \text{ m}^3$ .

Ce chiffre est un maximum. Il est appliqué dans le cas où toutes les terres sont mises en culture dans la même saison. Mais, comme en général le tiers seulement des terrains est cultivé en été, le débit nécessaire serait donc de  $\frac{30 \text{ m}^3}{3} = 10 \text{ m}^3$  à l'époque des basses eaux. En vue d'une répartition économique et judicieuse de ce débit minimum, le gouvernement a appliqué pendant l'étiage, aux terres livrées nouvellement à l'irrigation pérenne, un système de rotation qui a répondu d'une manière satisfaisante aux exigences de la culture, car toutes les plantations ont reçu leur tribut d'arrosage durant cette saison critique de l'année sans qu'il y ait de réclamations de la part des cultivateurs. La rotation d'été fonctionne du 25 avril au 25 juillet. Durant cette période, les réseaux des canaux sont divisés en 3 sections et chacune d'elles est soumise successivement à une irrigation périodique de 6 jours et à un chômage de 12 jours. On a également établi des rotations pour la saison de la crue, soit du 25 septembre au 25 novembre. Cette rotation a pour but de réduire l'humidité du sol et de faciliter ainsi l'action des drains, en restreignant le débit excessif des canaux. Dans ce cas, la durée de l'arrosage et du chômage est intervertis ; les terres sont irriguées pendant 12 jours et privées d'eau pendant les 6 suivants. Pendant le reste de l'année il n'y a point de rotation, l'eau est fournie sans retenue, sauf au mois de janvier, consacré au curage des canaux, durant lequel tous les canaux sont asséchés, afin de pouvoir extraire de leur lit le limon déposé dans l'année.

(A suivre).

### Parafoudres et déversoirs.

Quelques analogies  
entre l'hydraulique et l'électrotechnique<sup>1</sup>.

Par M. V. ABREZOL, ingénieur.

On recourt volontiers aux analogies existant entre l'hydraulique et l'électrotechnique pour expliquer certains phénomènes moins concrets relatifs à cette dernière branche de la physique. Nous nous proposons d'illustrer ici quelques-unes de ces analogies moins connues, concernant la question très intéressante de la protection des installations électriques contre les surélévations de tensions dues aux décharges atmosphériques, aux effets de résonance, aux brusques variations de régime dans le fonctionnement

<sup>1</sup> D'après une communication de M. l'ingénieur Gola à l'Association électrotechnique italienne, Section de Turin.

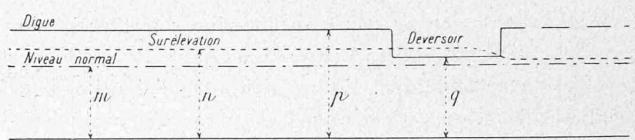


Fig. 1.

du réseau et aux contacts accidentels avec des lignes à tensions plus élevées.

Dans les installations hydrauliques, pour éviter que l'eau dans les canaux ne dépasse un niveau donné, on a recours à des dispositifs qui, dès que niveau est atteint, permettent à l'eau de s'écouler par une voie latérale, dérivée de la conduite principale aboutissant aux turbines. De même, on installe sur les canalisations électriques des appareils destinés à donner passage au courant, par une dérivation de la ligne principale, dès que la tension (niveau électrique) a atteint une valeur dangereuse pour les machines et appareils.

Ces dispositifs, bien connus, portent le nom de déversoirs en hydraulique et de déchargeurs en électrotechnique. On pourrait fort bien donner également le nom de déversoirs à ces derniers, cette expression étant parfaitement en rapport avec leur fonction.

La hauteur des déversoirs hydrauliques sur le fond des canaux ( $q$ ) correspond à la distance explosive des déchargeurs électriques. D'autre part, la hauteur des bords des canaux ( $p$ ) correspond à l'isolement des lignes et des conducteurs dans les machines (fig. 1 et 2). Il est évident que la rigidité électrique de ce dernier doit être supérieure à celle de l'espace d'air dans les déchargeurs, de même que, parallèlement, la hauteur des bords des canaux est supérieure à celle du seuil des déversoirs. Ainsi, dans les deux espèces de canalisations, les niveaux respectifs sont limités par la valeur de décharge.

C'est en effet le cas pour les installations hydrauliques ; par contre, l'expérience a prouvé que souvent les déchargeurs électriques ne remplissent leur fonction que d'une manière fort capricieuse, et que minime est en somme la confiance qu'on peut leur accorder. Dès lors il est intéressant de rechercher si la cause de cette infériorité réside dans l'appareil lui-même, auquel cas il faudrait conclure à son perfectionnement, ou bien si cette infériorité n'est pas due à des raisons indépendantes de l'appareil déchargeur, ce qui impliquerait la recherche d'autres dispositifs complètement différents.

Considérons à cet effet la propagation de l'eau et celle de l'électricité dans leurs conduites respectives.

Dans un canal, les surélévations d'eau peuvent être importantes, mais elles ne sont jamais localisées, de sorte que la ligne représentant la variation du niveau est toujours

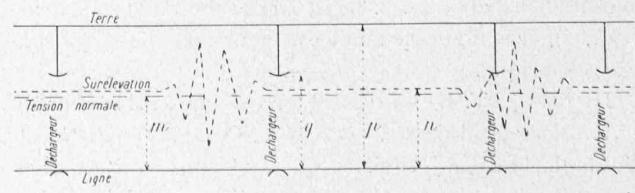


Fig. 2.