

formation. On obtient ainsi tous les avantages que donne l'accouplement d'une usine à vapeur avec réseau triphasé hydro-électrique, tout en maintenant l'économie que donne la production de l'énergie hydro-électrique, surtout lorsque l'on dispose d'un réservoir hydraulique.

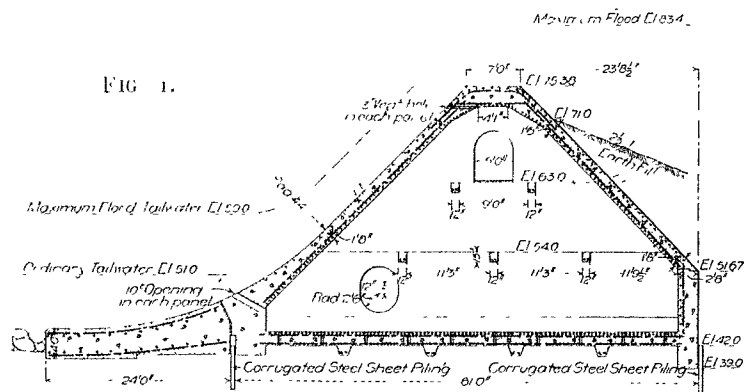
Bien qu'il ne s'agisse que d'un cas spécial, il nous a paru intéressant de le signaler, car il contribue à mettre en lumière les avantages et les désavantages des courants triphasés, si merveilleux dans toutes leurs applications.

Ce serait sortir du cadre de cet exposé que de développer d'une manière plus approfondie les différents systèmes de transmission d'énergie électrique. Le thème est si vaste qu'il ne nous a pas paru possible d'entrer dans plus de détails sans faire de la statistique ou donner l'apparence de prétendre à un véritable cours d'électricité. D'autre part, il ne pouvait s'agir que d'une entrée en matière puisque les divers éléments du transport d'électricité feront l'objet de travaux spéciaux qui seront présentés au Congrès.

USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE SCOTLAND

La *Uncas Power Co* vient de terminer l'installation d'une usine hydro-électrique à Scotland (Connecticut), sur la Shetucket River. La hauteur normale de la chute est de 7^m62, et est obtenue au moyen d'un barrage établi au travers de la rivière, dans le prolongement de l'usine (*).

Sur la rive gauche, le barrage forme déversoir sur 100 pieds (**), dont les 20 premiers, à la suite de l'usine, sont en béton massif, tandis que les 80 suivants sont en béton armé creux, du type de la Ambursen-Hydraulic Construction Co, dont la figure 1 ci-jointe représente une section transversale. Les contreforts intérieurs ont une épaisseur qui varie de 18 pouces à la base à 12 pouces au sommet, leur distance d'axe en axe est de 10 pieds. L'épaisseur du parement aval est de 20 pouces; celle du parement amont varie de 20 pouces à la base à 18 pouces au sommet. Ces deux parements sont en béton dose à raison de 4 parties de ciment pour 23 de sable. Par dessus, est un enduit, de 1 pouce d'épaisseur, dosé à 1/2. Des trous, ménagés dans la dalle de fondation, empêchent toute sous-pression.



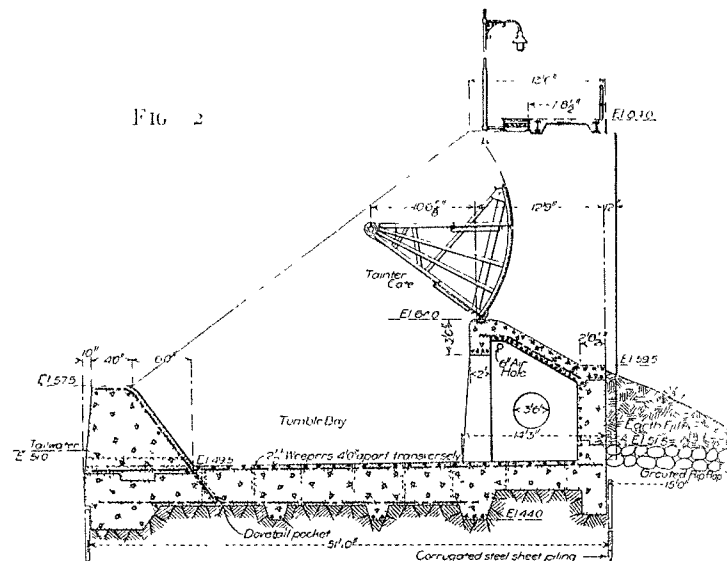
L'emploi de deux types différents pour le déversoir provient de ce que, dans le projet primitif, on comptait ne faire qu'un déversoir massif, mais, au cours des travaux, on s'aperçut que le sol de fondation qui, à l'emplacement de l'usine, était constitué par du rocher solide, se continuait ensuite par un terrain graveleux qui parut insuffisant pour un massif plein en béton, et l'on résolut de modifier le type primitif, déjà en parti construit, et continuer avec un barrage creux.

Des hausses mobiles, installées sur la crête du déversoir, permettent de relever de 16 pouces le plan d'eau amont.

Sur la rive droite, le barrage est constitué par une digue en terre, arrasée à la cote 90, avec une centrale en béton armé, de 170 pieds de longueur. Les matériaux qui consti-

tuent cette digue proviennent des fondations de la partie centrale du barrage. Les parements sont inclinés à 1/2. La largeur à la crête est de 18 pieds.

Dans la partie centrale, le barrage est représenté par la figure 2, et est constitué par 5 vannes Tainter, de 20 pieds d'ouverture, qui s'appuient sur des piliers de 4 pieds d'épaisseur. L'eau qui passe sous les vannes, lorsque celles-ci sont levées, tombe dans une chambre d'amortissement



(*tumble bay*). Ce dispositif est tout à fait analogue à celui qui a été employé pour les usines de Grand Rapids, Big Rapids et Lyons, que nous avons décrit précédemment (***). C'est d'ailleurs le même ingénieur conseil, M Fargo, de Jackson, qui les a étudiés.

Chaque vanne Tainter a 13 pieds de hauteur, et est ceinturée suivant un arc de cercle de 14 pieds de rayon. La paroi en contact avec l'eau est en tôle d'acier, de 1/4 de pouce d'épaisseur. Les vannes sont levées au moyen de deux chaînes, attachées à 10 pieds des extrémités, et mues, soit à la main, soit au moyen d'un moteur électrique dont le courant provient de l'excitatrice de l'usine. L'étanchéité est obtenue à la partie inférieure par interposition de madriers en bois, fixes au bas de la vanne et au sommet du déversoir en béton, et sur les côtés par des bandes de caoutchouc. Afin de diminuer l'usure de celles-ci, on a disposé, sur les parois des piliers, des arcs de cercle métalliques bien dressés, contre lesquelles elles viennent frotter.

La chambre d'amortissement se continue par un arrière-radier, de 30 pieds de longueur, auquel fait suite, sur 70 autres pieds, un dallage spécial contre les affouillements. Celui-ci est composé de dalles en béton armé, de 16 x 17 1/2 pieds, et de 27 pouces à 21 pouces d'épaisseur assemblées les unes aux autres de la manière suivante: Deux tiges métalliques, recourbées en U, l'une verticalement, l'autre horizontalement, sont scellées dans chaque dalle à chaque joint. De plus, l'une des parois, à chaque joint, a une courbure concave, tandis que la paroi opposée est convexe, de sorte que la dalle a une certaine ressemblance avec un livre, d'où le nom de *book-slab* qu'on lui a donné.

Des radeaux, solidement attachés sur chaque rive à une estacade permettant leur mouvement vertical, dirigent les corps flottants sur le déversoir.

En amont de la digue de terre, ainsi qu'en amont et en aval du barrage en béton, on a battu une rangée de palplanches métalliques pour empêcher tout glissement du sous-sol.

Pendant les travaux, les diverses parties du barrage ont été entourées de batardeaux composés de deux rangées de palplanches en châtaignier, de 2 pouces d'épaisseur, battues

(*) D'après l'*Engineering Record*, du 21 novembre 1908.

(**) Nous rappellerons que le pied vaut 12 pouces, soit 0^m304795.

(***) Voir *La Houille Blanche* de mars 1909.

à 8 1/2 pieds d'écartement. L'espace intermédiaire a été ensuite bourré de gravier.

Le bâtiment principal de l'usine génératrice à 70 pieds de longueur sur 29 de largeur, il ne contient que le matériel électrique, toute la partie hydraulique se trouvant à l'extérieur, comme le montre la figure 3.

L'usine comprend 3 groupes électrogènes principaux, composés chacun d'une turbine double, directement accouplée à un alternateur de 400 kw, sous 3 000 volts, et d'une excitatrice de 40 kw. Trois transformateurs de 400 kw élèvent la tension du courant à 23 000 volts. Celui-ci est ainsi envoyé à Norwich, distant de 17,6 kilomètres.

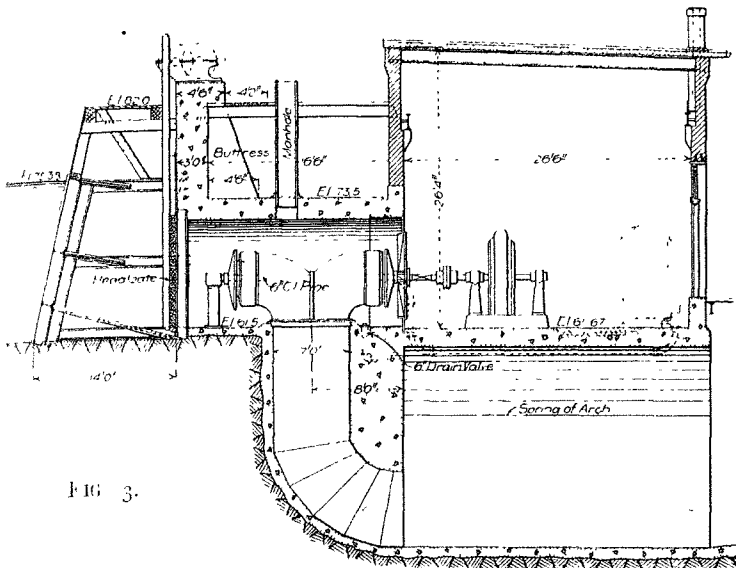


FIG. 3.

Remarque. — Les vannes Tainter, assez employées en Amérique, ne sont qu'une variante du type général de barrage mobile à segment dont on trouve plusieurs autres exemples en Autriche et en Allemagne. En France, ce système est encore peu répandu, bien qu'il semble que ce soit dans notre pays que l'idée première y ait pris naissance. En effet, dans les *Annales des Ponts-et-Chaussées* de 1908 (juillet-août), M. GUIBAL, ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, en a revendiqué la paternité, et a donné la description des portes équilibrées des écluses du Lez, sur le canal du Rhône à Cette, qui ont été construites par lui de 1886 à 1887.

Chaque porte consiste essentiellement en une vanne, construite sous la forme d'un segment cylindrique tournant autour d'un axe horizontal, en tout point semblable à la vanne Tainter de la figure 2. Elle n'en diffère qu'en ce qu'elle était équilibrée à peu près pour toutes ses positions, au moyen d'un dispositif particulier. Depuis plus de 20 ans qu'elle est en service, cette vanne n'a cessé de fonctionner avec la plus grande régularité, et presque sans aucun entretien.

Dans les vannes à segment, l'axe du segment cylindrique coïncide généralement avec l'axe de rotation; il en résulte que la poussée de l'eau passe par l'axe de rotation. Il y aurait cependant avantage à faire passer l'axe du segment un peu en dessus de l'axe de rotation; de la sorte, le moment de la poussée de l'eau par rapport à cet axe ne serait pas nul, et aurait pour effet de diminuer l'effort nécessaire à la levée de la vanne, surtout au départ où le coefficient de frottement est le plus élevé, et l'effort nécessaire le plus considérable.

H. B.

Nous rappelons que tout ce qui concerne la Rédaction doit être adressé au rédacteur en chef, M. COTE, 24, rue Sully, à LYON, et que tout ce qui concerne l'Administration doit être adressé aux éditeurs, MM. GRATIER et REY, 23, Grande Rue, à GRENOBLE.

APPAREIL POUR LA MESURE DU GLISSEMENT DES MOTEURS ASYNCHRONES (*)

La vitesse des moteurs qu'alimentent les réseaux de distribution électrique à courants alternatifs dépend de la fréquence f du courant employé. Quand un moteur tourne à vide, sa vitesse est sensiblement celle du synchronisme, c'est-à-dire que la durée d'un tour est égale à $\frac{n}{f}$ seconde, n étant le nombre de paires de pôles de ce moteur.

Pour les moteurs du type le plus courant, la vitesse du synchronisme ne se trouve à peu près réalisée que dans la marche à vide. Lorsque la charge augmente, la vitesse diminue: on dit que le moteur *glisse*.

Le glissement est le rapport: $\frac{\text{diminution de vitesse}}{\text{vitesse au synchronisme}}$

Par exemple, quand un moteur à deux pôles, alimenté à la fréquence 50, ne tourne plus qu'à 2 700 tours par minute, son glissement est égal à $\frac{3.000 - 2.700}{3.000}$, c'est-à-dire égal à 10 pour 100.

On peut encore exprimer le glissement en fonction de l'augmentation de la durée d'un tour. Si nous désignons cette augmentation par ϵ , le glissement sera très sensiblement égal au rapport:

$\frac{\text{durée d'un tour au synchronisme}}{\text{durée d'un tour au glissement}}$

Deux méthodes bien connues permettent de mesurer le glissement.

La plus simple consiste à intercaler un ampèremètre dans le circuit du rotor, et à chronométrer les oscillations de l'aiguille. Mais elle n'est pas applicable à une très importante catégorie de moteurs: les moteurs en court circuit; de plus, la mesure est fort délicate, et devient impraticable pour des oscillations quelque peu rapides.

Avec la seconde méthode, dite «stroboscopique», on place, à l'une des extrémités de l'arbre du moteur, un disque en carton sur lequel sont peints des secteurs noirs sur fond blanc, en nombre égal à celui des pôles du moteur. Le disque est éclairé par une lampe qu'alimente le réseau, il semble tourner en sens inverse du moteur, et la vitesse angulaire de cette rotation apparente correspond au glissement.

Cette expérience très intéressante exige des préparatifs spéciaux qui rendent son exécution difficile. Enfin, comme pour le premier procédé, dès que le glissement s'accroît, toute mesure devient impossible.

Ces difficultés nous ont conduit à étudier et à construire un appareil que nous avons appelé «glissomètre», dont voici le principe et la description sommaire:

Principe de l'Appareil. — Supposons fixé, en bout d'arbre d'un moteur, un cylindre en cuivre portant sur sa périphérie des secteurs isolants a, a, a, a , comme l'indique la figure 1. Un frotteur b_1 repose en permanence sur le cuivre, un autre, b_2 , prend contact, tantôt sur le cuivre, et tantôt sur l'isolant.

Ce dispositif ouvre et ferme alternativement le circuit d'une lampe à incandescence, alimentée par le courant du réseau sur lequel se trouve branché le moteur.

Le nombre des secteurs isolants est pris égal au nombre des pôles du moteur; il s'agit donc, dans le cas de la figure, d'un moteur à quatre pôles. Nous supposons en outre $f = 50$.

Au synchronisme, la durée d'un tour de moteur = $\frac{1}{100}$ de seconde, il s'écoule donc, entre deux interruptions de courant, $\frac{1}{100}$ de seconde. Dans ces conditions, si le passage d'un secteur cuivre sous le frotteur b_2 coïncide avec un éclat de la lampe, comme

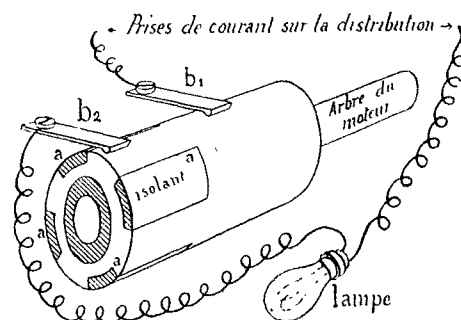


Fig. 1

(*) Note de MM. BLAUJARD, chef du service des essais électriques, et FAVILL, chef du service des essais de machines à vapeur à l'Association lyonnaise des Propriétaires d'appareils à vapeur, extraite des Comptes Rendus de cette Association.