

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 39 (1913)  
**Heft:** 22

**Artikel:** Notice sur le Laboratoire d'électricité industrielle de l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne  
**Autor:** Landry, Jean  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-30154>

### **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:** 01.04.2025

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

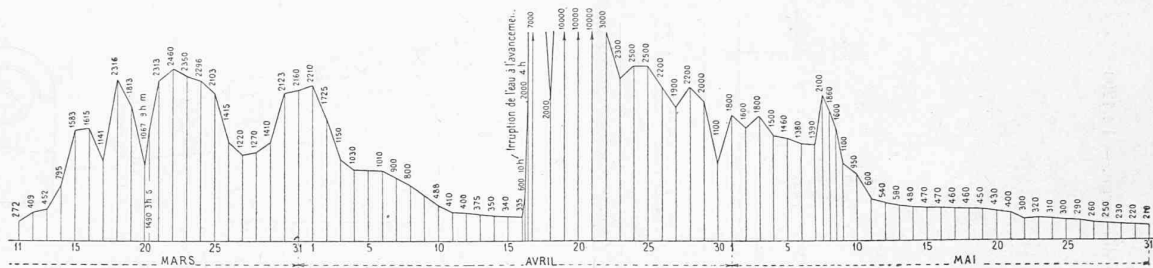


Fig. 27. — Graphique du débit de l'eau.

étant achevé, le barrage à 4,275 fut démolí pour permettre le passage des trains de matériaux et l'attaque des abatages voûte et piédroits en amont du barrage.

La galerie déviée était retombée sur l'axe du souterrain et avançait régulièrement, permettant de reprendre la construction normale du souterrain en amont du point 4,430 (B). Le bouchon F fut terminé le 2 septembre. Il est placé dans une des galeries de recherche de la source A dont le conduit fut trouvé à 2 m. 80 en dessous de la plateforme.

Le 9 septembre 1913, on rencontrait un canal qui traversait en biais la galerie de base (4,947-4,949) et par où sortait beaucoup d'eau et de boue. Le 12 dans la nuit, après le départ de la volée, une coulée lente d'argile et de sable envahit la galerie de base sur 25 m. de long. Après le déblaiement de cette boue, on pénétra dans une véritable caverne mesurant environ 8 m.  $\times$  8 et 10 m. de haut. De plus, on apercevait sur la droite une cheminée verticale dont on ne pouvait voir le fond. C'était le dernier obstacle à la rencontre des galeries nord et sud qui furent percées le 2 octobre avec un écart insignifiant de 38 mm. sur l'alignement et 10 mm. de différence de niveau.

Pour rendre l'eau du côté France, il est prévu d'épuiser la fissure B au moyen de pompes à air comprimé, puis de l'obturer avec un bouchon de béton. (A suivre).

## NOTICE

SUR LE

### Laboratoire d'Electricité Industrielle de l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne

par JEAN LANDRY,

professeur et directeur de ce Laboratoire.

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

#### Machines et tableaux.

Ainsi que nous l'avons déjà dit plus haut, les transformations que nous apportâmes aux installations de la place du Tunnel, en 1905-1906, consistèrent dans le remplacement d'une génératrice à courant continu, accouplée par courroie à un moteur d'induction triphasé et peu apte à un service de Laboratoire, par une génératrice-commuta-

trice qui fut accouplée directement au moteur existant; dans l'achat de 39 éléments Pollak qui, ajoutés aux 27 éléments existants, firent d'une batterie insuffisante une source de courant telle qu'il la fallait pour que nombre de méthodes de mesure que l'on devait jusque-là se contenter d'indiquer puissent être pratiquées; dans l'achat de trois transformateurs à courants alternatifs simples; dans l'installation d'un petit groupe de machines à courant continu et, enfin, dans le montage d'un tableau de couplage permettant de réaliser facilement les nombreuses combinaisons que l'on peut faire au moyen des machines et appareils qui viennent d'être énumérés. En effet, disposant d'une batterie appropriée, d'une source de courants alternatifs représentée par le réseau urbain à basse tension et du nouveau matériel dont il vient d'être question et dans la commande duquel nous avons eu soin de ménager certains rapports nécessaires, nous pûmes dès lors démontrer aux étudiants les propriétés essentielles de presque toutes les machines électriques connues. Seuls les moteurs à collecteurs à courants alternatifs n'y trouvaient pas leur compte.

Mais, quelque grand que soit l'intérêt d'une telle installation, en quelque sorte universelle, un matériel de Laboratoire réduit à une aussi simple expression ne laisse pas de présenter certains inconvénients d'ordre pratique et aussi certains dangers pour l'enseignement. L'étudiant qui voit le même groupe de machines ou l'une de ces dernières fonctionner tour à tour en moteur asynchrone et génératrice à courant continu, en moteur à courant continu et générateur hypersynchrone, en alternateur ou en moteur synchrone, en commutatrice de courants alternatifs mono, tri ou hexaphasés en courant continu ou en commutatrice inversée, qui peut même voir, pour peu que les deux machines du groupe se prêtent à un accouplement en cascade, l'une d'elles fonctionner à la fois en moteur et en transformateur de fréquence tandis que l'autre fonctionne à la fois en générateur et en commutatrice, se sent quelque peu désorienté en présence d'adaptations aussi variées. Ce qui pourrait être un bien au point de vue purement théorique peut, par suite de l'absence de sens critique qui caractérise presque tous les débutants, devenir la cause de confusions regrettables ou de généralisations risquées. Aussi, bien que l'arrangement de 1905-06 ait déjà été un grand progrès en ce sens qu'il nous permit tout au moins d'entreprendre un certain nombre d'essais méthodiques et de remplir un programme relativement complet, n'eûmes-nous aucune hésitation, lorsque la cons-

<sup>1</sup> Voir N° du 25 octobre 1913, page 238.

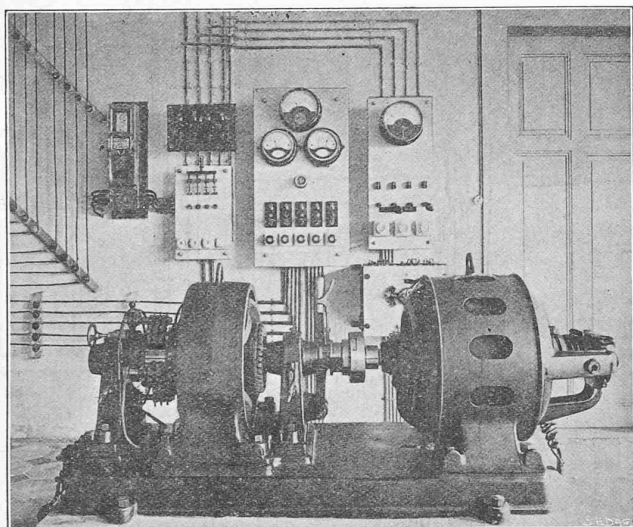


Fig. 13. — Vue du groupe I.

truction de nouveaux locaux fut décidée, à proposer l'acquisition de plusieurs machines et appareils qui devaient nous permettre, par un nouveau bond, de mettre notre Laboratoire en mesure de faire face aux exigences toujours croissantes de l'enseignement.

Le lecteur aura déjà pu se rendre compte de l'importance des installations techniques du nouveau Laboratoire par l'examen des figures 6, 7, 8 et 9. Qu'il nous soit donc permis maintenant d'entrer dans quelques détails sur les machines et tableaux de couplage qui s'y rencontrent.

*Groupe I.* — Le groupe transformateur n° I dont il a déjà été question (voir fig. 6 et 9) et dont la figure 13 montre l'aspect, se compose d'un moteur d'induction triphasé à 4 pôles ou 2 ondes de flux (moteur asynchrone à champ tournant) dont l'induit triphasé est muni d'un appareil de court-circuit avec relevage automatique des balais, et d'une génératrice à courant continu à 4 pôles principaux excités en dérivation et à pôles auxiliaires en série avec l'induit (pôles de commutation). Le moteur est branché sur le réseau de la ville de Lausanne par l'intermédiaire d'un petit tableau qui se voit à droite dans la figure 13. Sa puissance normale est de 20 HP à la tension de 216 volts et à 50 périodes par seconde. La génératrice qu'il entraîne peut fournir normalement 100 ampères à la tension de 125 volts; son appareillage comprenant 2 interrupteurs unipolaires, 1 rhéostat de réglage, 1 ampèremètre et 1 voltmètre, se trouve sur le tableau du groupe n° II (voir plus loin fig. 14 et 15).

Ce groupe sert principalement à l'alimentation des machines d'essai dont il sera question plus loin.

*Groupe II.* — Les figures 14 et 15 montrent, l'une, les deux machines, accouplées par manchon Benn, qui constituent ce groupe, avec leur tableau de couplage; l'autre, le schéma électrique de ce dernier. La machine qui se voit à gauche est un moteur d'induction triphasé à 4 pôles avec induit triphasé à bagues dont la puissance utile est de 10 HP; celle de droite est une génératrice à courant continu à 4 pôles dont l'enroulement induit est relié à 6 bagues

au moyen de conducteurs partant de 6 points équidistants (dans la machine bipolaire équivalente), et dont l'inducteur porte deux enroulements, l'un à fil fin, l'autre à gros fil. La puissance de cette machine est de 6 kilowatts à 125 volts.

Ce groupe sert le plus souvent à la charge des deux batteries d'accumulateurs de 70 éléments dont il a déjà été question; la génératrice peut à cet effet fournir une tension allant jusqu'à 200 volts. Mais il sert aussi de groupe de démonstration des propriétés si intéressantes des machines à collecteur employées comme *transformatrices*. En effet, comme on le voit figure 9, les trois barres horizontales que porte le tableau de couplage du groupe, côté alternatif (schéma fig. 15), peuvent être mises en relation, soit avec le réseau de la Ville par l'intermédiaire du tableau distributeur (fig. 12), soit avec les alternateurs des groupes III et IV, ce qui permet de transformer l'énergie électrique provenant de l'une ou de l'autre de ces deux sources en énergie électrique sous forme de courant continu, par l'une quelconque des combinaisons suivantes :

a) *Transformation par commutatrice à courant alternatif simple* (fig. 15). — Les deux barres inférieures du tableau de couplage, côté alternatif, sont mises sous la tension de 216 volts, par exemple. Les deux barres du même tableau, groupe II, côté continu, sont mises sous la tension de 125 volts fournie par l'une quelconque des sources de courant continu dont le Laboratoire dispose (groupe I ou batteries). Trois transformateurs monophasés de 2 kw., construits pour une tension primaire de 216 volts, sont couplés en parallèle au moyen d'un certain nombre de connecteurs  $C_r$ . Entre les deux conducteurs provenant des enroulements secondaires des transformateurs et aboutissant à l'un des interrupteurs bipolaires  $I_b$  (le troisième depuis la gauche) règne alors une tension alternative de 90 volts. La commutatrice est démarrée au moyen de rhéostat de mise en marche  $R_d$  et l'interrupteur bipolaire  $I_b$  est fermé lorsque les lampes  $L$  indiquent qu'il y a

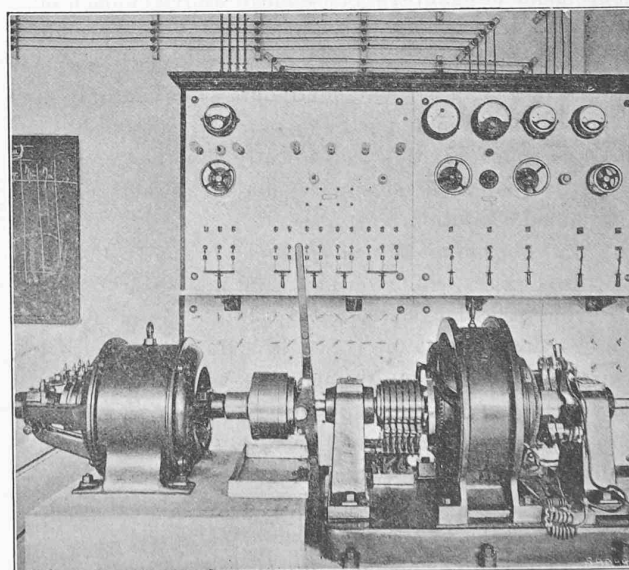


Fig. 14. — Vue du groupe II.

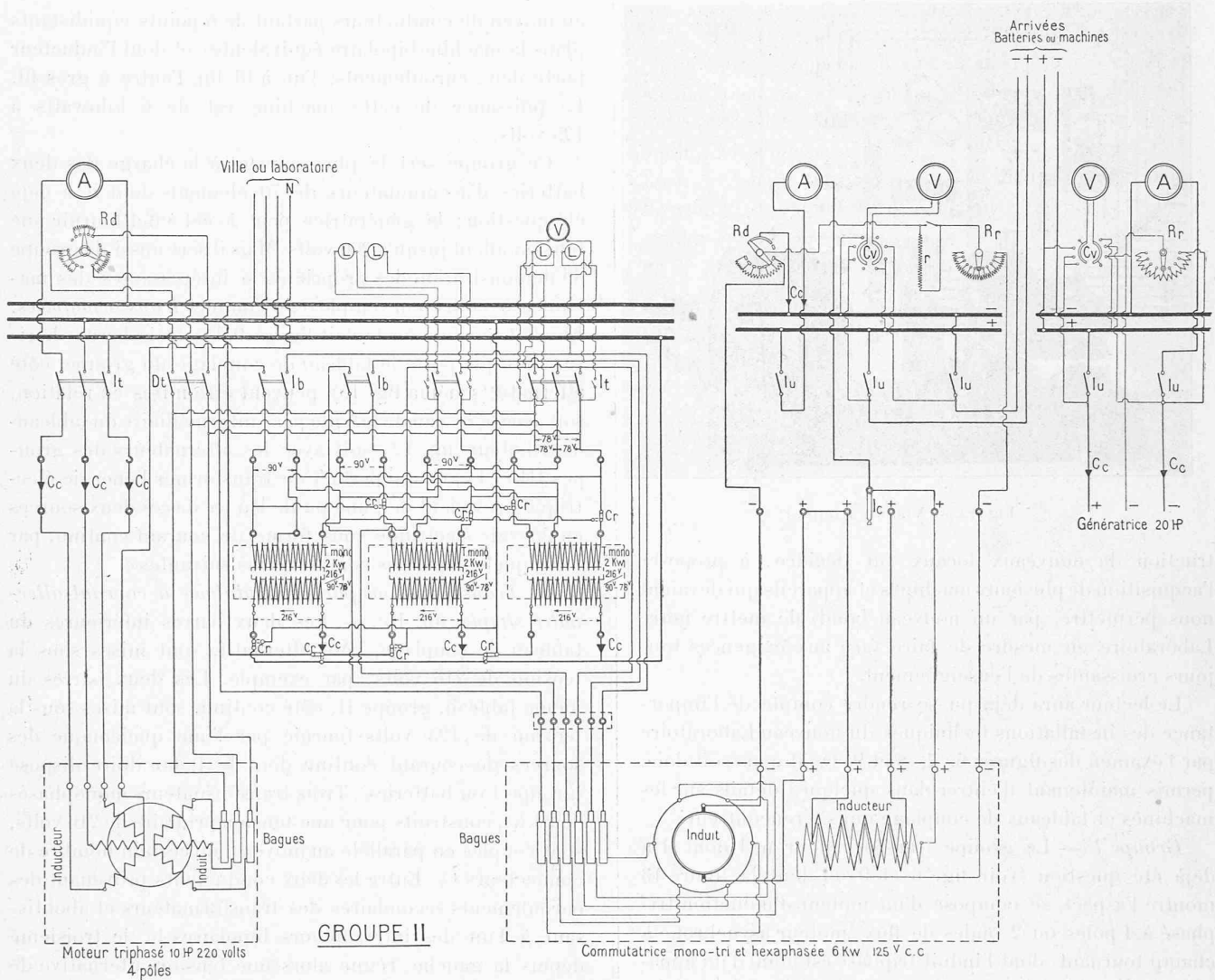


Fig. 15. — Schéma du tableau de couplage du groupe II.

synchronisme et égalité de phase entre source et machine. La batterie est supprimée et la machine est prête à prendre de la charge en commutatrice à courant alternatif simple, ce qui est obtenu en fermant son induct, côté continu, sur des lampes ou des moteurs. Le facteur de puissance et le rapport de transformation peuvent être modifiés en agissant par introduction ou suppression de résistance dans les circuits d'excitation,

b) *Transformation par commutatrice triphasée* (fig. 15). — Les trois barres, côté alternatif, sont mises sous tension de 216 volts et les deux barres, côté continu, sous 125 volts. Au moyen des connecteurs  $C_r$ , les trois transformateurs de 2 kva. sont couplés, au primaire et au secondaire, en triangle. De l'un des côtés de l'interrupteur  $I_t$  règne une tension de 78 volts entre bornes prises deux à deux. La commutatrice est démarrée comme sous a) et l'interrupteur  $I_t$  est fermé lorsque les deux lampes L, en montage croisé, brûlent constamment avec le même éclat.

c) *Transformation par commutatrice hexaphasée* (fig. 15). — Les trois barres, côté alternatif, sont mises sous tension

de 216 volts et les deux barres, côté continu, sous 125 volts. Au moyen des connecteurs  $C_r$ , les transformateurs sont couplés en triangle du côté primaire. Au moyen d'autres connecteurs  $C_r$ , les circuits secondaires sont séparés et se rendent par 6 conducteurs aux trois interrupteurs bipolaires  $I_b$  auxquels aboutissent également 6 conducteurs provenant des balais appuyant sur les 6 bagues de la commutatrice. Cette dernière étant démarrée comme sous a) et b), les trois interrupteurs  $I_b$  sont fermés lorsque les lampes L branchées sur l'un d'eux indiquent que cette manœuvre peut être faite. La machine fonctionne dès lors comme commutatrice à 6 « phases ».

d) *Transformation par convertisseur en cascade* (fig. 15). — Les trois barres, côté alternatif, sont mises sous tension de 216 volts et les deux barres, côté continu, sous 80 volts. L'interrupteur  $I_t$  placé sur le circuit inducteur du moteur d'induction est fermé. Tant que le groupe est au repos, le déconnecteur  $D_t$  placé sur les circuits de l'induit du moteur étant ouvert, l'interrupteur  $I_t$  de la machine secondaire se trouve soumis à trois tensions alter-



natives de 100 volts et de même fréquence que celle de la source sur laquelle l'inducteur est fermé, par exemple, 50 périodes par seconde. Le groupe étant démarré dans le sens du champ tournant de la machine primaire, ce qui se fait en se servant de la machine secondaire comme moteur (démarrage au moyen du rhéostat  $R_d$ ) et en ayant soin d'en exciter très fortement les inducteurs, l'interrupteur  $I_l$  est soumis, du côté induit de la machine primaire, à des tensions dont la valeur et la fréquence vont en décroissant au fur et à mesure que le groupe s'accélère et, du côté alternatif de la machine secondaire, à des tensions dont valeur et fréquence vont en croissant. Il y a ainsi une vitesse de groupe pour laquelle la valeur et la fréquence des tensions fournies par l'induit du moteur d'induction sont égales à celles des tensions entre bagues de la machine secondaire. Cette condition étant remplie, l'interrupteur  $I_l$  est fermé et, si l'on supprime la source de courant continu nécessaire pour le démarrage, la transformation désirée s'opère à une vitesse constante qui est celle que prendrait sur la même source un moteur synchrone dont le nombre de pôles serait égal à la somme des nombres de pôles des deux machines constituant le groupe convertisseur considéré. Le groupe n° II qui nous occupe est formé de deux machines tétrapolaires. La machine primaire étant alimentée par des courants de 50 périodes par seconde, par exemple, la vitesse que le groupe prend et conserve à toute charge est de 750 tours par minute, c'est-à-dire, celle à laquelle tournerait un moteur synchrone qui aurait 8 pôles et qui serait alimenté par des courants de 50 périodes par seconde. De plus, il est facile de voir, puisque le glissement de l'induit de la machine primaire dans le champ tournant de son inducteur ou stator est de 750 tours par minute, soit de 50 %, que la machine secondaire absorbe des courants de 25 périodes par seconde et qu'en conséquence la moitié de la puissance qu'elle absorbe lui est fournie par la machine primaire travaillant en moteur avec 50 % de glissement et l'autre moitié, par la même machine travaillant en transformateur à champ tournant livrant des courants de 50 volts et 25 périodes par seconde. Ainsi donc, la machine d'induction (primaire) travaille à la fois comme moteur et comme transformateur de fréquence et la machine secondaire, comme générateur par transformation d'énergie mécanique en énergie électrique et comme commutatrice par transformation d'énergie électrique sous forme de courants alternatifs, triphasés dans notre cas, en énergie électrique sous forme de courant continu.

Nous ne décrivons pas ici tous les avantages qui résultent de cet arrangement. Nous nous contenterons d'indiquer le suivant : Si l'on surexcite la commutatrice-génératrice de façon à lui faire absorber des courants présentant une avance de phase par rapport aux tensions correspondantes, ce déphasage se reporte automatiquement, par effet transformateur, au primaire du moteur-transformateur qui peut ainsi fonctionner avec tel facteur de puissance que l'on veut, de telle sorte que le groupe jouit des mêmes avantages qu'un groupe transformateur synchrone ordinaire sans en avoir les inconvénients. D'autres avan-

tages, d'ordre constructif, pourraient encore être signalés, mais nous y renouons pour ne pas allonger outre mesure cette notice.

Il va sans dire que les transformations dont nous venons de parler peuvent être faites également dans le sens continu-alternatif.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer, un groupe tel que le groupe II se prêterait encore à d'autres combinaisons que celles qui ont été mentionnées. Mais pour des raisons faciles à concevoir, nous nous en tenons généralement là.

(A suivre).

## Ecole primaire des garçons de Vevey.

M. Ch<sup>r</sup> GUNTHERT, architecte.

Commencé au mois de juin 1907, inauguré en octobre 1909, ce bâtiment est intéressant par la disposition de son plan et la silhouette de ses toitures.

Il contient 20 classes de 48 élèves réparties entre le rez-de-chaussée, 1<sup>er</sup> et 2<sup>me</sup> étages, logement et loge de concierge, salle de maîtres, bureaux de la direction des écoles primaires et musée scolaire.

Les combles sont occupés par les salles de dessin, travaux manuels, cours professionnels et cuisines scolaires.

Au sous-sol, une installation complète de douches.

Le chauffage est à vapeur à basse pression. Le sol des classes en linoléum. Le mobilier Mauchain.

La halle de gymnastique a une surface de 345 m<sup>2</sup> et est reliée directement au bâtiment.

Le coût des travaux se répartit comme suit :

Bâtiment proprement dit, y compris toutes les installations (sans mobilier)	Fr. 577 454.70
soit au mètre cube de construction	Fr. 21
(cube compté du sol des caves au plafond des combles).	
Mobilier . . . . .	» 28 830.—
Halle de gymnastique, y compris 5560 francs pour les engins . . . . .	» 35 600.—
Préau couvert, clôtures, aménagements extérieurs . . . . .	» 34 800.—
Total . . . . .	Fr. 676 684.70

## L'exportation de l'énergie électrique à l'étranger.

Le *Wasserwirtschaftsverband*<sup>1</sup> a tenu son assemblée générale à Berne, le 8 novembre courant, sous la présidence de M. Will, directeur des *Bernische Kraftwerke*. Après liquidation des affaires administratives, M. A. Härry, ingénieur, secrétaire de l'Association, a présenté un remarquable rapport sur « L'exportation de l'énergie électrique à l'étranger ».

En voici les conclusions :

1. La puissance constante utilisable des chutes d'eau de la Suisse est, d'après les prévisions les mieux fondées, de 2 millions, au moins, de chevaux nets.
2. En supposant que la consommation d'énergie électrique

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique*, 1912, p. 48.