

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 85 (1959)  
**Heft:** 26

## **Sonstiges**

### **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:** 15.03.2025

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

Dans le cas du tunnel de Donnerbühl, étant donné que la couverture ne dépasse guère une épaisseur égale au diamètre et que la méthode de fonçage est semblable à celle que nous avons utilisée pour les essais, la méthode de Terzaghi permet :

1° de calculer avec une bonne exactitude les pressions verticales du tunnel par la formule :

$$P_{T1} = \frac{\gamma B_1 - C}{K \operatorname{tg} \varphi} \left[ 1 - e^{-\kappa \frac{H_0}{B_1} \operatorname{tg} \varphi} \right];$$

2° de calculer aussi les pressions latérales-horizontales sur le tunnel par la formule :

$$P_{T2} = \frac{1}{2} \gamma D \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left( 1 + \frac{2q}{\gamma D} \right) - 2C \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

à condition de majorer les valeurs obtenues pour ces dernières de 65 % environ, pour tenir compte de la méthode de fonçage et de la mobilisation des frottements.

Dans les formules ci-dessus :

$D$  = diamètre du tunnel (m).

$H_0$  = couverture de sol au-dessus du tunnel (m)

$B_1 = \frac{D}{2} \left[ \cos \alpha + \operatorname{tg} \alpha (1 + \sin \alpha) \right]$  avec  $\alpha = 45^\circ - \frac{\varphi}{2}$

$\gamma, \varphi$  et  $C$  = poids spécifique apparent, angle de frottement interne et cohésion du sol ( $t/m^3$ , degrés,  $t/m^2$ )

$K = 1$

$q = \gamma H_0$  ( $t/m^2$ )

En ce qui concerne les pressions verticales sous le radier du tunnel, nous n'avons pas de méthode de calcul à proposer. Les essais ont montré que ces pressions sont légèrement supérieures aux pressions verticales sur le toit. On ne commettrait probablement pas d'erreur grave en calculant ces pressions, à partir des pressions sur le toit auxquelles on ajoutera l'effet du poids propre du tunnel lui-même.

*Note.* — Le tunnel des essais de laboratoire a été construit par l'Atelier de constructions métalliques Willy Beyeler, à Crissier. Le tunnel des essais « in situ » a été construit par la maison Giovanola Frères S.A., à Monthey ; il a été foncé par l'entreprise Bosshardt, de Zurich.

## DIVERS

### Association suisse des Electriciens

L'Association suisse des Electriciens a organisé le 18 novembre, à Berne, une assemblée de discussion concernant les alternateurs entraînés par turbines hydrauliques. M. Puppikofler, président de l'A.S.E., ainsi que M. Roesgen, vice-président, ayant été empêchés d'assister à la réunion, c'est M. P. Waldvogel, docteur ès sciences techniques, directeur chez Brown Boveri et C<sup>ie</sup>, Baden, qui en assume la présidence. Après avoir salué les représentants des autorités civiles et militaires, des grandes administrations, des hautes écoles techniques, de la presse et les nombreux participants, il donne la parole à M. E. Wiedemann, professeur, S.A. Brown Boveri et C<sup>ie</sup>, Baden, pour sa conférence sur la construction des alternateurs et l'aménagement des usines.

L'exploitation des réserves hydro-électriques en Suisse a atteint un degré tel qu'on peut admettre que toutes les chutes qui en valent la peine seront équipées dans dix ans. Tout comme les industriels des autres pays européens les trois grands constructeurs d'alternateurs en Suisse devront se tourner dans une mesure plus grande qu'auparavant vers l'exportation. Il faudra donc de plus en plus tenir compte des exigences extra-européennes et s'occuper de l'équipement de basses chutes. Pour ces dernières les frais d'alternateurs font 5-7 % du prix total de l'ouvrage contre 2-4 % pour une haute chute, ce qui impose une économie plus poussée. En revanche, dans une telle usine les dimensions des alternateurs jouent un rôle primordial, vu que ce sont elles qui déterminent les engins de levage et souvent la hauteur des excavations. Le conférencier passe ensuite en revue les solutions modernes des usines à haute chute à turbines Pelton ou Francis. Il estime qu'il est superflu d'exiger qu'une fraction réduite de la limite d'élasticité ne soit pas dépassée à l'emballage si le constructeur a fait un essai à la vitesse d'emballage en présence du client. Une autre difficulté découle du fait qu'on ne fixe jamais le prix du kW de pertes, ce qui empêche de rechercher la solution optimum tenant compte du prix d'achat et du rendement. En fin d'exposé nous trouvons quelques considérations sur le bruit des machines ; il est tout à fait inutile d'abaisser beaucoup le bruit de l'alternateur si on ne peut diminuer parallèlement celui de la turbine. Conférence très intéressante accompagnée de nombreux clichés montrant des réalisations récentes des différents constructeurs suisses.

M. J. Chatelain, professeur à l'EPUL, parla du choix des paramètres électriques ou plus exactement de l'influence du choix de ces paramètres (tension,  $\cos \varphi$ , réactances) sur le prix de revient.

Dans un exposé très étoffé, accompagné de nombreux graphiques et d'exemples pratiques, il montre comment certaines exigences des exploitants, devenues inutiles par suite de l'efficacité des moyens de réglage actuels, renchérissement inutilement la construction. Il donna les limites qu'on peut actuellement atteindre avec les unités. Compte tenu de la saturation des dents d'une part, de la vitesse périphérique d'autre part, avec un rappel de court-circuit optimum, on peut atteindre pour une machine tournant à 375 t/min avec une machine à jantes en tôles empilées 100 MVA et avec des jantes massives 220 MVA. Le conférencier conclut son intéressant exposé en insistant sur le fait que, pour arriver à la meilleure solution économique, on examine de façon serrée les conditions d'exploitation, qu'on fixe le prix de l'énergie réactive et qu'on fixe des marges de sécurité raisonnable, mais non surabondantes.

Lors de la discussion de ces deux premières conférences M. C. Dutoit, professeur à l'E.P.F., demanda à M. Wiedemann quelques détails sur la possibilité de réduction des dimensions des alternateurs. Celui-ci répondit en donnant des détails sur les alternateurs avec refroidissement par circulation d'eau. On ne recherche dans ces alternateurs pas tellement une réduction des dimensions, puisqu'il faut conserver un certain  $PD^2$ , qu'une réduction des pertes. M. Wiedemann montre par un exemple numérique qu'on peut gagner 3,4 % sur le rendement. D'autre part, dans une usine hydro-électrique le refroidissement à eau fait moins « corps étranger » que le refroidissement à hydrogène. M. W. Frey, Dr ès sc. techn., Brown Boveri & C<sup>ie</sup>, manifeste son accord avec M. Chatelain au sujet de l'influence des réactances transitoires sur la stabilité des alternateurs. Il cite encore l'utilité des machines à calculer électroniques pour le calcul d'un grand nombre de variantes pour permettre de trouver la meilleure solution.

Après le dîner pris en commun, M. Waldvogel donna la parole à M. K. Abegg, ingénieur, Ateliers de construction Oerlikon, Zurich, pour sa conférence intitulée : « De la technologie des alternateurs entraînés par turbines hydrauliques, les enroulements statoriques ». Comme partout on recherche des performances optimum avec des frais minimum. Alors qu'autrefois le « sur mesure » s'étendait jusque dans les plus petits détails constructifs d'un alternateur, on cherche main-

tenant à normaliser au maximum, ce qui permet d'augmenter la qualité grâce à des contrôles intermédiaires plus serrés, de diminuer les délais de livraison et d'abaisser les prix de revient.

Le conférencier passe en revue tous les problèmes des bobinages, la forme même des bobines, l'isolation entre conducteurs et l'isolation entre bobines et encoches. Il montre l'importance des contrôles de fabrication et de service et tout spécialement des possibilités de contrôle de l'état des isolants lors d'une révision partielle d'une machine. De nombreux graphiques illustrent les qualités des isolants modernes, et particulièrement leur faible vieillissement en fonction de la température et de la tension. Lors de la discussion qui suit cette conférence, M. Wohlfahrt, ingénieur, Brown Boveri & C<sup>ie</sup>, insiste sur l'importance des essais de longue durée à haute température. M. Abegg est d'accord : dans sa conférence il n'a parlé que des essais sur machines construites, non des essais permettant de choisir un isolant.

Enfin, M. R. Comtat, ingénieur, S.A. des Ateliers de Sécheron, Genève, parle de : « Maintien de la fréquence, réglage de la puissance et autres problèmes d'une usine moderne. »

Le conférencier commence par parler de la « qualité » d'une énergie électrique et montre que celle-ci ne dépend pas des alternateurs mais plutôt des ouvrages qui la fournissent : bassin d'accumulation ou usine au fil de l'eau. Un bon élément de réglage peut améliorer la qualité d'une énergie. Le conférencier entretient ensuite son auditoire de problèmes posés par l'interconnexion des usines. Après avoir défini clairement ce qu'on appelle l'énergie réglante naturelle d'un groupe et d'un réseau, il montre que le but recherché est que chaque réseau subvienne à ses propres besoins mais qu'un réseau défaillant soit aidé par son voisin : on arrive à ce résultat grâce à un régulateur de réseau réglant l'échange de puissance à l'interconnexion en fonction de l'écart de fréquence. M. Comtat termine son exposé en citant l'exemple d'une installation moderne à réglage automatique actuellement en montage, celle de Fionnay et de Nendaz et il montre que le prix de tout l'équipement reste inférieur à l'icha des alternateurs.

Lors de la discussion, M. Ch Jean-Richard, Berne, attire l'attention sur une notation pour les puissances, intervention plus philosophique que technique, et M. Leutenegger, ingénieur, Spälti & Söhne, montra un dispositif de mise en parallèle automatique basé sur des amplificateurs magnétiques.

M. Waldvogel, qui a présidé les débats avec beaucoup de distinction, termine la discussion en constatant qu'en général il y a parfaite unité de vue entre les différents constructeurs suisses, entre eux d'une part, et entre constructeurs et exploitants d'autre part. Il conclut encore que l'énergie hydro-électrique, quoique exploitée depuis bon nombre d'années, n'est pas prête de perdre son importance dans un proche avenir.

Journée très bien organisée par le secrétariat de l'A.S.E. qui, comme d'habitude, s'occupe avec beaucoup de sollicitude de renseigner la presse.

Les intéressés pourront lire le texte des conférences in extenso dans un des prochains *Bulletins de l'A.S.E.*  
H.

## ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE LAUSANNE

### Cours de Génie atomique

18 janvier - 9 juillet 1960

L'École polytechnique de l'Université de Lausanne, grâce à l'appui du *Fonds national suisse de la recherche scientifique*, organise un cours spécialisé dans le domaine des applications industrielles de l'énergie atomique. Ce cours est destiné aux ingénieurs et physiciens diplômés, de même qu'à tous les porteurs d'un diplôme ou licence universitaire dans une branche technique, scientifique ou mathématique. Il s'adresse, d'une part, à ceux qui désirent se consacrer exclusivement au génie atomique ;

d'autre part, aux ingénieurs et scientifiques engagés dans une autre direction, mais désireux d'utiliser les applications du génie atomique dans leur spécialité.

Le programme du cours comprend :

365 heures de cours et exercices à raison de vingt à vingt-quatre heures par semaine, traitant des sujets suivants :

Physique moléculaire, atomique et nucléaire. — Protection contre les rayonnements. — Théorie et technique des piles atomiques. — Problèmes de thermodynamique, d'électronique, de métallurgie, et de chimie en génie atomique. — Installation et exploitation d'une centrale atomique.

72 heures de travaux pratiques de laboratoire, à raison de deux demi-journées environ par semaine :

Recherches nucléaires. — Essai des métaux. — Electronique. — Deux semaines de stage au centre nucléaire de Würenlingen. — L'élaboration d'un avant-projet de réacteur (durée : environ trois semaines). — Un examen de clôture (durée : une semaine).

Le corps enseignant est formé par des professeurs de l'EPUL, des Universités de Neuchâtel et de Lausanne, pour les branches théoriques ; par divers spécialistes de l'industrie nucléaire en Suisse et à l'étranger pour les branches techniques.

Les étudiants réguliers astreints au programme complet subiront un examen de clôture. Il est prévu également d'admettre des auditeurs qui peuvent librement choisir dans ce programme les branches qui les intéressent.

Le secrétariat de l'École polytechnique de l'Université de Lausanne, avenue de Cour 33, renseignera les personnes que ce cours intéresse.

Rédaction : D. BONNARD, ingénieur.

## DOCUMENTATION GÉNÉRALE

(Voir pages 9 et 10 des annonces)

## DOCUMENTATION DU BATIMENT

(Voir pages 11 des annonces)

## SERVICE TECH. SUISSE DE PLACEMENT

(Voir page 12 des annonces)

## INFORMATIONS DIVERSES

(Voir photographie page couverture)

### Appareils PHILIPS à rayons-X pour études micro-structurales et pour analyse spectrale

Depuis quelque temps, la maison PHILIPS s'est consacrée avec succès à l'étude d'appareils à rayons-X pour les recherches en microstructure. Le spectrographe à rayons de Röntgen a tout spécialement retenu l'attention en fonction de l'attrait présenté par cette méthode, devenue si précieuse pour l'analyse quantitative et qualitative d'éléments chimiques. En perfectionnant les éléments de mesure électronique et avec l'aide de sondes à rayonnement adéquates, PHILIPS a construit un nouveau spectrographe qui permet maintenant d'analyser des éléments plus lourds que le sodium ; pour la première fois donc, il est possible d'observer des éléments légers par l'analyse spectrale à rayons-X, ce qui souligne les importants progrès apportés à cette méthode. Suivant les éléments à étudier, on utilise le compteur à scintillation, le compteur proportionnel ou, pour les éléments les plus légers, le compteur à circulation. En se servant du discriminateur d'impulsions, on obtient actuellement des spectres exempts d'impulsions et de raies parasites.

Les propriétés caractéristiques du spectrographe à rayons-X sont les suivantes :

- méthode d'analyse de corps solides et liquides sans destruction de ces corps,
- possibilité de définition élevée grâce à un colimateur spécial,
- grande exactitude et reproductibilité des mesures,
- possibilité d'emploi de compteur de Geiger, compteurs proportionnels et à scintillation, compteur à circulation et discriminateur d'impulsions,
- tubes de Röntgen à haute pureté structurale de l'anode en molybdène, en wolfram ou en or,
- appareil de construction robuste et en grande partie automatique.