Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 61 (1935)

Heft: 3

Artikel: La nouvelle installation d'énergie de pointes et de réserve de la S.A. des Forces motrices de St-Gall et d'Appenzell (suite et fin)

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-46975

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: 09.12.2025

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

61e année — 2 février 1935 — N° 3

BULLETIN TECHNIQUE
DE LA SUISSE ROMANDE

ABONNEMENTS :
Suisse : 1 an, 12 francs
Etranger : 14 francs
Pour sociétaires :
Suisse : 1 an, 10 francs
Etranger : 12 francs
Prix du numéro :
75 centimes.
Pour les abonnements s'adresser à la librairie F. Rouge & Cie, à Lausanne.

Paraissant tous les 15 jours

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des Anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des Anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale. — Organe de publication de la Commission centrale pour la navigation du Rhin.

COMITÉ DE RÉDACTION. — Président : R. Neeser, ingénieur, à Genève. — Secrétaire : Edm. Emmanuel, ingénieur, à Genève. — Membres : *Fribourg :* MM. L. Hertling, architecte ; A. Rossier, ingénieur ; R. de Schaller, architecte ; *Vaud :* MM. C. Butticaz, ingénieur ; Epitaux, architecte ; E. Jost, architecte ; A. Paris, ingénieur ; Ch. Thévenaz, architecte ; *Genève :* MM. L. Archinard, ingénieur ; E. Odier, architecte ; Ch. Weibel, architecte ; *Neuchâtel :* MM. J. Béguin, architecte ; R. Guye, ingénieur ; A. Méan, ingénieur cantonal ; E. Prince, architecte ; *Valais :* MM. J. Couchepin, ingénieur, à Martigny ; Haenny, ingénieur, à Sion.

Rédaction : H. DEMIERRE, ingénieur, 11, Avenue des Mousquetaires, La Tour-de-Peilz.

ANNONCES
Le millimètre sur 1 colonne, largeur 47 mm. :
20 centimes.
Rabais pour annonces répétées.
Tarif spécial pour fractions de pages.
Régie des annonces :
Société Suisse d'Edition, Terreaux 29, Lausanne.

CONSEIL D'ADMINISTRATION DU BULLETIN TECHNIQUE
A. Dommer, ingénieur, président ; G. Epitaux, architecte ; M. Imer, ingénieur ; E. Savary, ingénieur.

SOMMAIRE : *La nouvelle installation d'énergie de pointes et de réserve de la S. A. des Forces motrices de St-Gall et d'Appenzell* (suite et fin). — *Concours pour l'aménagement d'une nouvelle plage, à Bellerive, Lausanne* (suite). — *Les nouvelles lampes à vapeur de mercure et leurs applications* (suite). — Chronique genevoise. — Sociétés : *Société suisse des ingénieurs et des architectes.* — *Section de Genève de la Société suisse des ingénieurs et des architectes.* — Bibliographie.

La nouvelle installation d'énergie
de pointes et de réserve de la S. A. des Forces motrices de St-Gall et d'Appenzell.

(Suite et fin.) [1]

Eau de réfrigération.

A pleine charge, il faut évacuer de chaque moteur, par l'eau de réfrigération, 3 500 000 cal/h dégagées par les pistons, les cylindres et les culasses. Cela représente, en chiffres ronds, 27 % de la chaleur cédée par le combustible. Pour la réfrigération, on se sert d'eau puisée dans la Sitter, dans le canal de fuite de l'usine hydraulique. Chaque moteur a son propre groupe de pompe à eau de réfrigération ; mais, tous les trois sont reliés à deux conduites principales de refoulement disposées au sous-sol. Les conduites principales de prise d'eau de chaque moteur Diesel, dans lesquelles sont intercalées les vannes d'obturation et de réglage, sont branchées sur ces deux conduites principales. En outre, un raccord de la conduite des turbines hydrauliques débouche dans les deux conduites de refoulement ; une soupape automatique et deux soupapes de réduction y sont intercalées. La soupape automatique est commandée par un manomètre de pression minimum et ouvre aussitôt que, pour une raison quelconque, la pression de l'eau de réfrigération à l'entrée des moteurs Diesel, baisse au-dessous de la limite admissible. Les moteurs Diesel sont ainsi protégés contre les perturbations des pompes à eau de réfrigération. De plus ce dispositif permet, en cas d'alarme, le démarrage de l'installation Diesel sans courant et sans mise en marche préalable des pompes à eau de réfrigération, il en résulte une économie de temps pour la mise en route. Enfin, cette combinaison permet l'exploitation de l'installation Diesel, même lorsque toutes les turbines hydrauliques sont arrêtées et que la Sitter n'a plus d'eau. L'eau de réfrigération des pistons est filtrée avant son entrée dans la conduite principale. Les filtres sont en double, de manière à pouvoir alterner leur service et permettre leur nettoyage pendant la marche. Chaque cylindre moteur est doté d'une soupape de vidange, par laquelle peuvent être évacués, pendant la marche, les résidus qui pourraient se former. Pour l'inspection et le nettoyage des chambres de réfrigération au repos, des orifices de nettoyage ont été prévus dans les enveloppes des cylindres, en haut et en bas, de même que dans les culasses. Au reste, tous les angles morts ont été soigneusement évités dans les chambres de réfrigération et un courant

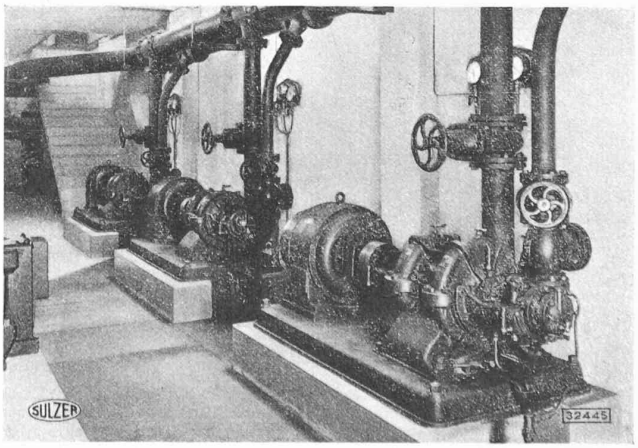

Fig. 12. — Groupes moto-pompe à eau de réfrigération.

[1] Voir *Bulletin technique* du 19 janvier 1935, page 19.

intense le long des parois à réfrigérer empêche les résidus nuisibles de se déposer.

La figure 13 montre la disposition générale de cette centrale Diesel.

Mise en marche et service.

Du fait de la grande importance que présente cette centrale à moteurs Diesel, en tant que réserve instantanée, on a porté une attention toute spéciale à leur service, ainsi qu'à la rapidité de mise en marche, lors de l'étude des moteurs et de leur disposition dans le bâtiment. Le succès de ces efforts s'est manifesté avec évidence aux essais de réception, au cours desquels on a réussi à limiter à 1 ½ minute le temps de mise en service, calculé à partir de l'instant où le mécanicien alarmé pénètre dans la centrale, jusqu'à celui où le premier moteur marche et est prêt à être mis en parallèle. Toute l'installation peut être amenée du repos à pleine charge et accouplée en parallèle, dans l'espace de 5 minutes. Le démarrage des moteurs exige trois opérations préparatoires, à savoir :

la mise en circulation de l'eau de réfrigération ; la mise en marche de la pompe à huile de graissage, ainsi que l'ouverture de la conduite de combustible et des bouteilles d'air de démarrage.

Pour mettre en circulation l'eau de réfrigération, le mécanicien doit normalement descendre dans le local des pompes. Mais en cas d'alarme, il suffit d'ouvrir, en pressant sur un bouton-poussoir, le raccordement avec la conduite de refoulement des turbines. Dans ce cas, les pompes à eau de réfrigération ne sont mises en marche qu'après le démarrage des moteurs Diesel et le raccordement à la conduite des turbines se referme automatiquement.

Chaque moteur est doté de trois bouteilles d'air de démarrage, d'une contenance de 1000 l chacune. Normalement, on n'a besoin que d'une seule bouteille et les deux autres restent en réserve, car la quantité d'air nécessaire au lancement est minime. Les bouteilles sont rechargées régulièrement à leur pression normale de 40 kg/cm², à l'aide de deux petits compresseurs à commande électrique, dont l'un sert de réserve.

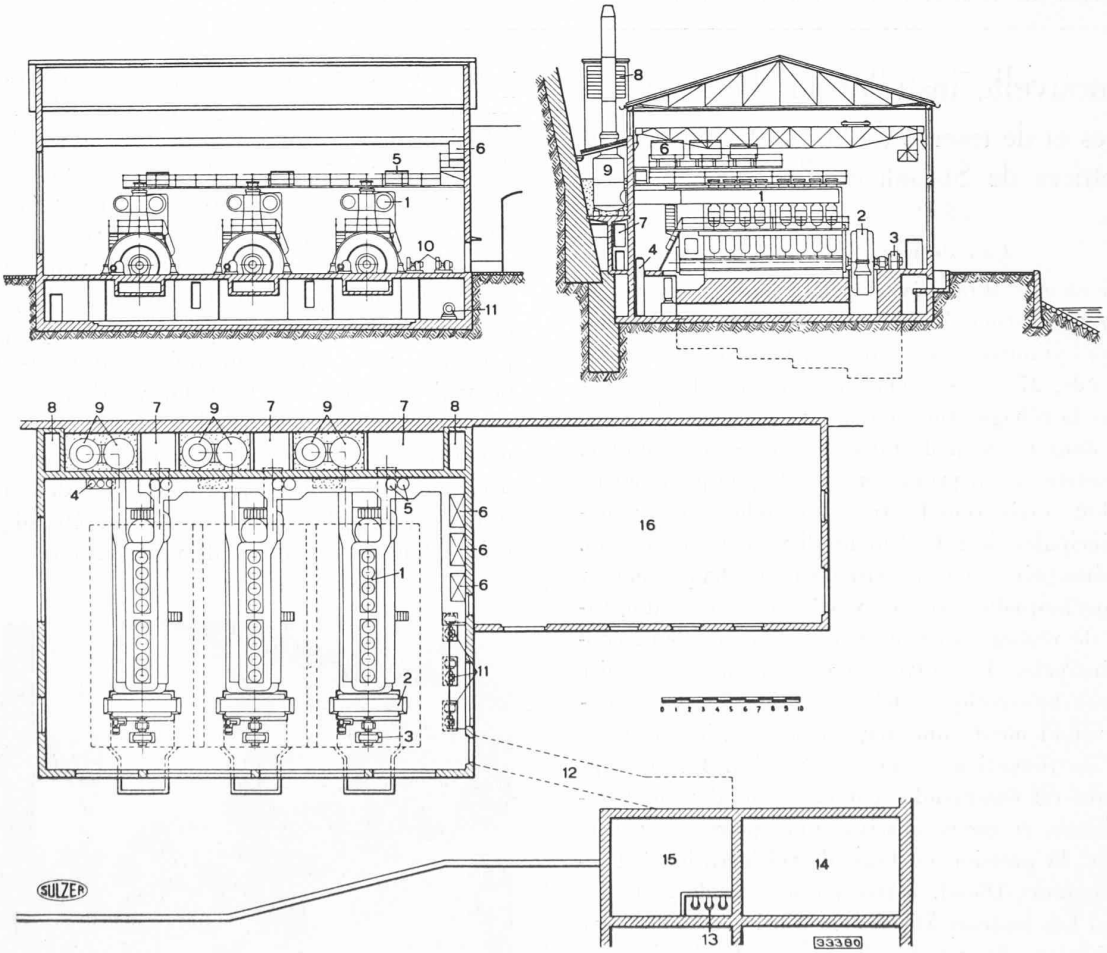

Fig. 13. — Disposition générale de la centrale *Kubel* des *S. A. K.*

Légende : 1. Moteur Diesel. — 2. Alternateur. — 3. Excitatrice. — 4. 3 bouteilles d'air de démarrage. — 5. 2 récipients à filtre pour combustible. — 6. 3 récipients journaliers à combustible. — 7. Chambre d'aspiration d'air. — 8. Puits d'aspiration. — 9. 2 pots d'échappement. — 10. 2 compresseurs auxiliaires pour air de démarrage. — 11. 3 pompes d'eau de réfrigération. — 12. Canal de liaison pour câbles et conduites. — 13. Puits d'aspiration d'eau de refroidissement. — 14. Poste de commande. — 15. Atelier. — 16. Partie de l'anciene centrale des turbines à vapeur.

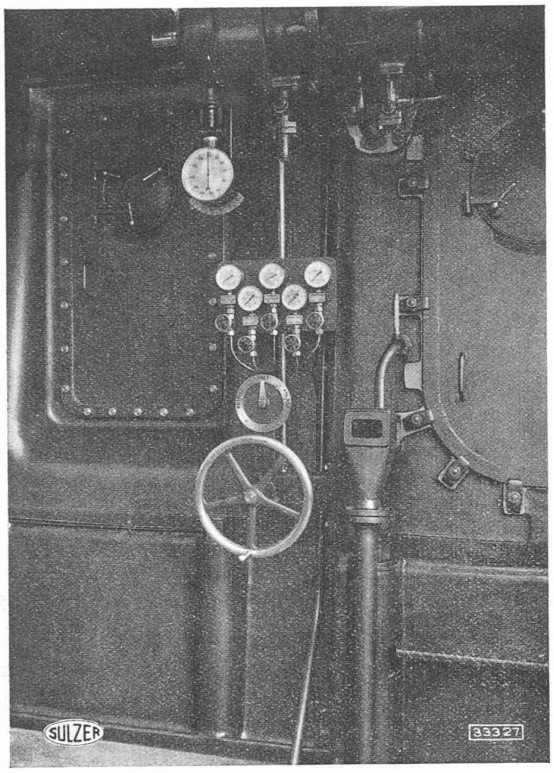

Fig. 14. — Poste de manœuvre.

Après avoir procédé aux trois opérations susmentionnées, il n'y a plus, pour terminer le lancement, qu'à tourner à la main le volant de commande qu'on aperçoit sur la figure 14. On déclenche par là infailliblement les mouvements suivants, indispensables pour la mise en marche et l'arrêt.

Ouverture de la soupape de distribution d'air de lancement. De ce fait, l'air de démarrage accède aux distributeurs d'air de démarrage des différents cylindres, qui actionnent pneumatiquement les soupapes principales de démarrage. L'air comprimé a alors accès aux parties inférieures des cylindres, dans l'ordre qui convient et met ainsi le moteur en mouvement.

Immédiatement après, l'adduction de combustible aux parties supérieures des cylindres commence. Aussitôt que l'allumage se produit dans les parties supérieures des cylindres, l'adduction d'air de démarrage aux parties inférieures est de nouveau interrompue et le combustible injecté dans celles-ci. Le mécanisme pour la mise en marche des pompes à combustible comprend un arbre à cames longeant le moteur par toutes les pompes à combustible ; il est manœuvré par le volant à main et lâche successivement les soupapes d'aspiration des pompes, par l'intermédiaire des cames. Pour arrêter les moteurs, il suffit de tourner un peu plus le volant de commande. Le refoulement du combustible est ainsi interrompu et le moteur s'arrête.

Un tableau comprenant les instruments de mesure est disposé au-dessus du volant de commande ; les pressions d'eau de réfrigération des pistons et des cylindres, de l'huile de graissage, de l'air de balayage et de démarrage peuvent y être relevées. L'indicateur d'un thermomètre à distance pour mesurer la température de l'échappement est placé contre le mur du bâtiment des machines. Chaque cylindre est pourvu d'un thermomètre pour le contrôle des températures de l'eau de réfrigération. Afin de pouvoir surveiller aisément la quantité et la température de l'huile de graissage de chacun des paliers principaux, une conduite séparée d'huile de graissage, aisément accessible, a été prévue pour chacun des 10 paliers moteurs de l'arbre à manivelles.

Alternateurs-volants triphasés.

Les trois alternateurs, livrés par les *Ateliers de Construction Oerlikon*, sont du type à pôles alternés avec système polaire rotatif saillant. L'arbre du rotor est accouplé rigidement au vilebrequin du moteur Diesel. L'excitatrice est montée en porte à faux sur le même arbre.

Tous les trois alternateurs sont dimensionnés pour le service continu et ont les caractéristiques principales suivantes :

Puissance continue normale	6 250 kVA
Tension normale	10 700 volts
Vitesse.	187 t/m
Fréquence	50 pér/sec
Facteur de puissance, cos φ .	0,8

La structure et les dimensions principales de l'alternateur ressortent de la figure 15 qui le représente au banc d'essais.

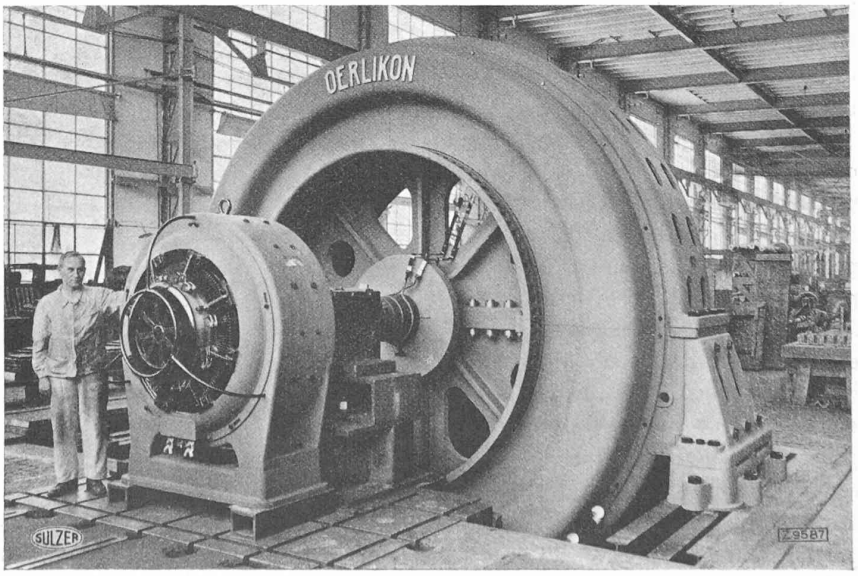

Fig. 15. — Alternateur Oerlikon de 5000 kW.

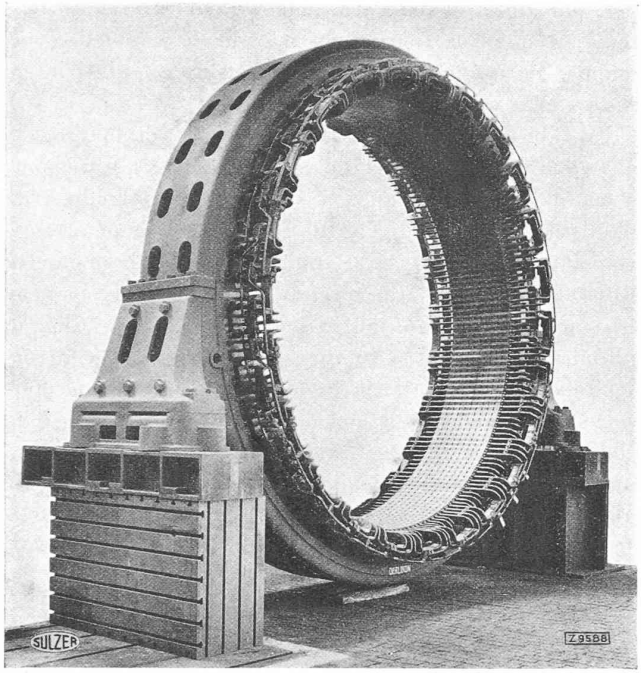

Fig. 16. — Stator de l'alternateur de 5000 kW.

La carcasse en fonte spéciale du stator (fig. 16) est divisée en deux moitiés. Elle contient la masse magnétique et l'enroulement à haute tension. Les deux pieds en fonte supportent le stator entier et ont leurs contre-appuis dans deux plaques d'assise coulées dans les fondations. Les pieds sont séparés de la carcasse, afin de pouvoir tourner celle-ci avec l'armature complète sur la roue polaire ; ceci est fort pratique, notamment lors des revisions et réparations de la moitié inférieure du stator qui peut alors être ramenée commodément à la partie supérieure.

L'enroulement du stator est isolé pour une tension d'épreuve de 22 400 volts et repose dans les encoches ouvertes de la masse magnétique. Pour obtenir aux bornes la tension de service « composée », de 10 700 volts, le nombre des conducteurs induits couplés en série est, au total, de 512 par phase.

Le rotor (fig. 17) est également construit en deux moitiés. Outre le poids des deux moitiés de roue, les boulons d'accouplement doivent supporter la traction encore beaucoup plus considérable provoquée par la force centrifuge des masses des pôles et de la roue. Pour une valeur de 1,2 fois la vitesse normale, la charge par moitié de roue y compris les masses polaires se monte à 700 000 kg. La roue du rotor en acier moulé supporte les 36 corps de pôles fixés à la jante par de solides boulons.

Le rotor ne doit pas seulement

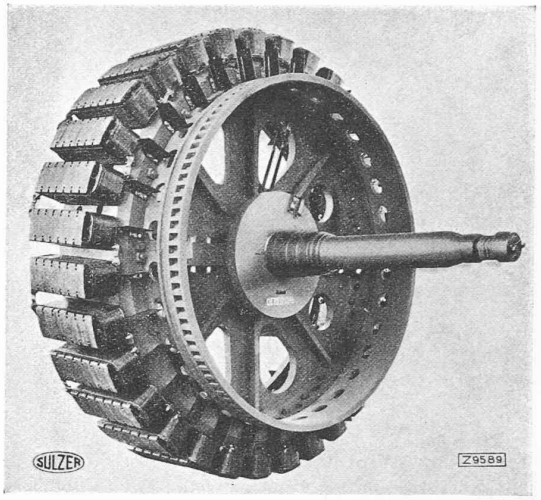

Fig. 17. — Rotor de l'alternateur de 5000 kW.

fonctionner comme induit, mais encore servir de volant au moteur Diesel (par suite de son moment d'inertie, il doit absorber l'énergie transmise périodiquement à l'arbre et la transformer en moment de rotation presque uniforme).

Résultats des essais.

Les essais officiels de réception pour les trois moteurs ont été effectués deux fois, d'abord à Winterthur, au banc d'essais de la maison Sulzer Frères S. A., ensuite à l'usine de Kubel.

A Winterthur, la puissance a été mesurée à l'aide d'un frein hydraulique, à l'usine de Kubel avec les alternateurs, chacun d'eux étant raccordé séparément à deux rhéostats hydrauliques tripolaires couplés en parallèles.

Les alternateurs ont été essayés dans les Ateliers de Construction Oerlikon, avec détermination des pertes

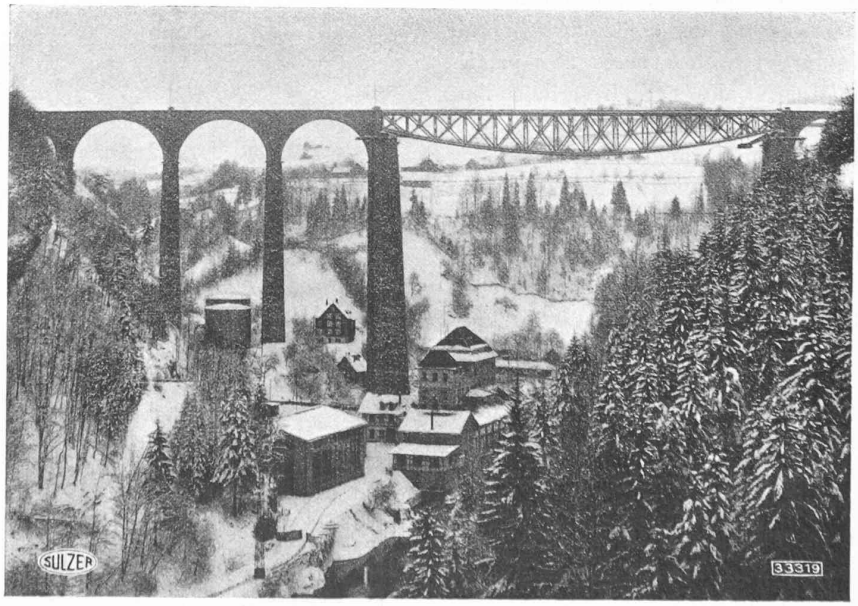

Fig. 18. — Vue générale des installations de *Kubel*.

individuelles, conformément aux prescriptions usuelles (REM/1930).

Les rendements des alternateurs, calculés sur la base des pertes individuelles, ont été sensiblement plus avantageux que ceux qui étaient garantis. Toutefois, en raison de la légère diminution de ce rendement due à la légère augmentation de la température en service, on a utilisé, pour le calcul de la puissance et de la consommation de combustible, les valeurs garanties.

Tous les essais ont été effectués à la température normale de service des moteurs et alternateurs. La puissance électrique a été mesurée avec des compteurs de kilowatt-heures, dûment étalonnés, fournis par les *S. A. K.* elles-mêmes, et contrôlée par la méthode des deux wattmètres, ainsi qu'au voltmètre et à l'ampèremètre. Les lectures, faites de minute en minute, donnèrent des résultats uniformes concordant très bien entre eux. Les puissances des alternateurs ainsi mesurées sont identiques à la puissance utile de l'installation, car il n'y a pas d'auxiliaires alimentés par du courant électrique, excepté les pompes à eau de réfrigération qui, quant à la puissance absorbée, sont pratiquement négligeables. Les pompes à air de balayage sont entraînées directement par le vilebrequin du Diesel.

La vitesse a été relevée au moyen d'un compteur de course.

La quantité de combustible introduite a été mesurée avec une balance spécialement installée pour ces essais. Les longues durées d'essai (1 ½ h. à 2 h. par essai) et les lectures effectuées en double par deux personnes indépendantes l'une de l'autre garantissent l'exactitude des mesures de consommation de combustible.

La durée des essais était prescrite, pour chaque moteur, comme suit :

Mise en marche et réchauffage jusqu'à l'état d'inertie,
2 heures de marche à pleine charge,
2 h. de marche avec surcharge de 10 %,
½ h. de marche avec surcharge de 15 %,
1 ½ h. de marche à $^3/_4$ de charge,
1 ½ h. de marche à ½ charge.

Le tableau ci-dessous reproduit les mesures faites, le 14 novembre 1933, sur le moteur I, à l'usine de Kubel.

Charge		2/4	3/4	4/4	110 %	115 %
Vitesse moyenne	t/mn	187,0	186,5	187,5	187,3	186,9
Puissance effective	kW	2743	4048	5334	5922	6178
Rendement de l'alternateur	%	95,5	96,3	96,7	96,79	96,8
Puissance effective	ch. eff.	3915	5720	7500	8330	8690
Consommation de combustible	gr/kWh	268,5	245,8	243,9	244,3	247,9
Consommation de combustible	gr/ch. eff. h.	188,5	174,5	173,5	174,0	176,5
Pression d'air de balayage	kg/cm²	0,270	0,285	0,300	0,310	0,315

La surcharge garantie par contrat est de 15 %. Néanmoins, la surcharge a pu être portée pendant les essais, pour une courte durée, à 25 %, soit à 9250 ch. eff., avec une consommation de combustible de 181,8 gr/ch. eff. h. Les mesures pour les moteurs II et III ont été pratiquées de la même manière et ont fourni les mêmes valeurs.

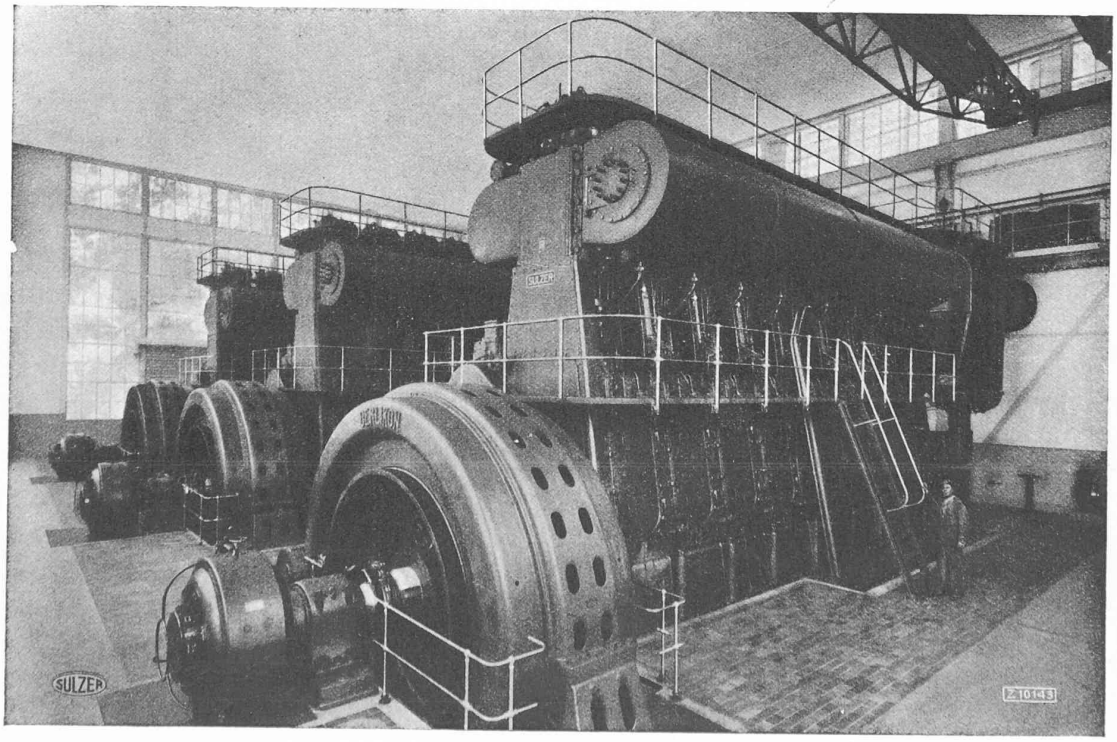

Fig. 19. — Vue intérieure de la centrale Diesel.

Aucune vibration n'a été constatée dans l'installation; ceci permet de conclure que l'équilibre des masses en mouvement est parfait. Il y a lieu de relever en particulier l'aspiration absolument silencieuse de l'air de balayage. L'échappement n'est pas gênant, même lorsque les trois moteurs marchent à pleine charge, quoique dans l'étroite vallée de la Sitter les conditions soient très favorables à l'amplification des réflexions sonores.

La figure 18 montre la situation de la centrale Diesel à côté de l'usine hydraulique, sur la rive droite de la Sitter en aval du pont du chemin de fer Bodensee-Toggenburg. Dans leur situation surélevée au-dessous d'une arche de ce pont, les deux réservoirs à combustible se distinguent très nettement. La figure 19 donne une vue intérieure de la centrale, avec les trois moteurs en ordre de marche.

Concours pour l'aménagement d'une nouvelle plage, à Bellerive (Lausanne).

Extrait du rapport du jury.

(Suite.) [1]

Projet N° 40, « Rema ».

Le parti de l'ensemble de ce projet se présente avec liberté ; la disposition des bâtiments dans le terrain est faite avec souplesse. Il est regrettable que l'aile Est obstrue la vue de l'esplanade.

L'étude des cabines séparant la grève des gazons est ingénieuse, mais ne correspond peut-être pas au caractère de cette plage. La terrasse-restaurant est un élément d'attrait tant par sa position que par sa distribution. Les services généraux sont bien étudiés.

La ligne de la grève se développe naturellement.

(A suivre).

Les nouvelles lampes

à vapeur de mercure et leurs applications.

(Suite.) [2]

Structure et propriétés des lampes à vapeur de mercure.

Ces nouvelles lampes sont le résultat d'études longues et systématiques. Leurs éléments principaux sont : l'ampoule en verre du tube à décharge proprement dit R, les électrodes E_1 et E_2, avec les traversées D_1 et D_2 et le bâti prenant appui sur un pied normal Q, au moyen duquel le tube à décharge est emboîté dans la gaine en verre K. Ces éléments caractérisent les problèmes qui se posèrent au cours des recherches en vue d'adapter la lampe à vapeur de mercure aux exigences d'un éclairage pratique.

Le verre du tube de décharge doit être susceptible de résister à une température d'au moins 350° C, la tension de vapeur étant voisine d'une atmosphère. Mais, comme il n'est pas possible de répartir tout à fait uniformément la température sur tout le tube à décharge, il faut compter qu'en service certains points seront portés à une température supérieure. Il ne pouvait donc être fait usage que de verres à point de ramollissement relativement élevé (le quartz étant éliminé *a priori*, en raison de son prix et de la difficulté de le travailler). En outre, le verre devait présenter une résistance chimique suffisante à l'action de la vapeur de mercure. Enfin, il s'agissait de réaliser, entre les conducteurs d'amenée du courant et le verre, un joint « tenant le vide » et d'une durée suffisante malgré la haute température régnant en cet endroit. Les verres qui satisfont à ces conditions contiennent, par exemple, relativement peu de silice (entre 50 et 60 %), mais une proportion considérable d'alumine (environ 20 %). Quant à la traversée tenant le vide, elle ne peut être exécutée qu'au moyen de métaux à haut point de fusion, tels que le tungstène et le molybdène.

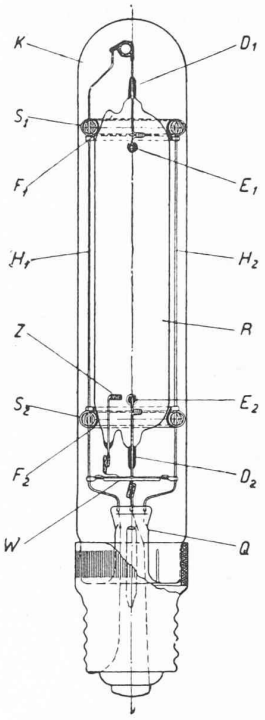

Fig. 8. — Schéma de la construction de la lampe à vapeur de mercure HgH 1000.

Le problème le plus délicat que posa la mise au point de la lampe à vapeur de mercure à « forte » pression est certainement celui des électrodes. Comme dans toutes les lampes modernes à « faible » pression, elles consistent en un métal porté à l'incandescence, qui doit être très difficilement fusible et accuser une basse tension de vapeur. La « chute cathodique » de quelque cent volts, inhérente aux tubes à faible pression, a été réduite à une valeur très faible par l'emploi de composés des métaux alcalino-terreux, le baryum par exemple.

Dans la décharge sous « forte » pression, les électrodes sont soumises à des sollicitations très sévères. L'arc se rattache presque ponctuellement à l'électrode par la « tache cathodique » où règne une température très élevée (fig. 9). Il en résulte que l'électrode est soumise à une forte désagrégation dont la conséquence est un dépôt sur la paroi du tube qui absorbe notablement la lumière. Ce noircissement n'est admissible que quand il est localisé au voisinage immédiat des électrodes. De plus, il fallait viser, outre l'élimination du noircissement, à l'obtention d'une suffisante « durée utile » de la lampe.

L'emboîtement du tube à décharge proprement dit dans une gaine en verre n'est pas commandé par la nature même de la décharge, car l'efficacité lumineuse est déterminée par la tension de vapeur et par l'intensité de courant. Comme, contrairement à ce qui se passe dans la lampe à vapeur de sodium reposant sur un tout autre principe, l'efficacité lumineuse croît avec la puissance absorbée, la présence de l'isolation thermique résultant de l'emboîtement dans la gaine ne peut causer aucune amélioration. Mais, la gaine a son importance parce qu'elle permet le montage facile d'un culot à vis unilatéral normal, identique à celui des lampes à incandescence, et par ce qu'elle est seule propre à conférer au tube à décharge une sécurité de fonctionnement suffisante.

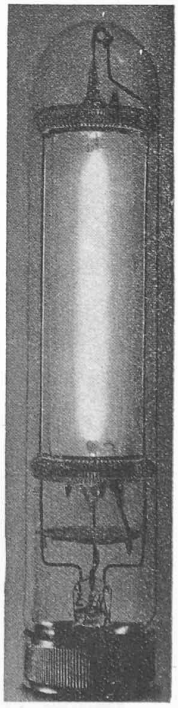

Fig. 9. — Lampe à vapeur de mercure HgH 2000, en activité.

Le montage, représenté par la figure 8, rend transportable le tube à décharge une fois emboîté dans sa gaine. Ledit

[1] Voir *Bulletin technique* du 19 janvier 1935, page 17.
[2] Voir *Bulletin technique* du 5 janvier 1935, page 4.