

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 84 (1958)
Heft: 25

Artikel: Le coût des petites stations d'épuration biologique partielle des eaux usées
Autor: Maystre, Yves
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-63514>

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: 05.05.2025

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

TABLEAU 1

Buckling de l'élément 8R12 à la puissance zéro (20° C, uranium non empoisonné)

b	15.4	17.0	18.5	20.0	21.6	23.1	24.7
V_M/V_U	12.2	15.6	19.4	23.5	27.9	32.6	37.6
η	1.337	1.337	1.337	1.337	1.337	1.337	1.337
ε	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016
ρ	0.838	0.863	0.882	0.896	0.906	0.914	0.920
f	0.963	0.961 ⁵	0.960	0.958	0.956	0.953	0.950 ⁵
k	1.096	1.128	1.150	1.166	1.177	1.184	1.188
L_{th}^2 (cm ²)	69.9	86.0	104.3	124.7	147.3	172.2	199.3
L_s^2 (cm ²)	155.1	148.8	144.3	141.1	138.6	136.6	135.0
B^2 (μB)	418	530	585	601	593	570	539

Modérateur et réfrigérant : D₂O, à 20° C
 Combustible : Uranium naturel
 Réseau : Quadratique
 b : Pas du réseau
 V_M/V_U : Rapport volumétrique modérateur à uranium
 $1 \mu B$: 10^{-6} cm^{-2}

d'équilibre. La représentation de ces valeurs en fonction du rapport volumétrique modérateur à uranium ressort de la figure 5 pour les éléments à groupes de barres, de la figure 6 pour les éléments à groupes de tubes.

Une image de la réactivité initiale peut être déduite de la comparaison de ces valeurs à celles à puissance zéro (20° C, uranium non empoisonné). Les buckling

correspondants sont représentés aux figures 7 et 8.

Afin de permettre une comparaison avec d'autres structures d'éléments que celles envisagées ici, nous donnons dans le tableau ci-dessus le détail des constantes calculées de l'élément type 8R12, à puissance zéro (20° C, uranium non empoisonné), en fonction du rapport volumétrique modérateur à uranium.

LE COÛT DES PETITES STATIONS D'ÉPURATION BIOLOGIQUE PARTIELLE DES EAUX USÉES

par M. YVES MAYSTRE, ingénieur EPF

Dans tous les pays fortement industrialisés les problèmes de l'assainissement sont à l'ordre du jour, tant pour des raisons d'hygiène sociale que pour des impératifs économiques, et nous pensons ici à la difficulté croissante à trouver de l'eau potable. L'épuration des eaux usées domestiques et industrielles est au premier plan des soucis des services publics, car c'est à ces derniers que revient la lourde tâche de réaliser un programme d'assainissement à l'échelle cantonale et fédérale.

Un plan d'assainissement doit être basé sur des données générales sans doute, mais concrètes et précises, tant techniques que légales et financières. En particulier, toutes les données générales concernant le coût de stations d'épuration des eaux usées sont autant de données précieuses pour l'élaboration d'un tel plan.

Dans de nombreux ouvrages, la courbe représentant le coût par habitant des stations d'épuration, en fonction du nombre d'habitants raccordés, est l'expression d'une fonction exponentielle. Pour de petites stations, ces courbes représentent des incertitudes appréciables quand elles ne sont pas tout simplement interrompues. Pourtant le coût de petites stations d'épuration est un

élément important des plans d'assainissement d'un pays comme la Suisse, comptant de nombreuses agglomérations de 1000 à 5000 habitants. L'étude ci-dessous concerne précisément le coût de stations d'épuration desservant moins de 5000 habitants.

* * *

La description des installations construites en Suisse jusqu'en 1952 a été fournie par un numéro spécial du *Baublatt*¹. Les installations construites après cette date ont été décrites dans de nombreux journaux locaux, dans des périodiques techniques, de même que dans des feuilles publiées par le VSA (ASPEE). Au cours du dépouillement des données de base, nous avons constaté que les différents facteurs de la construction n'influençaient guère le résultat général : pour certaines stations, le coût des fondations est anormalement élevé, à cause du mauvais terrain ; c'est le cas de Rapperswil et d'Yverdon, notamment. Pour d'autres, une disposition imposée pour les ouvrages, ou bien la nécessité

¹ *Schweizer Baublatt*, Sondernummer 9 mai 1952, Gewässerschutz und Abwasserreinigungsanlagen.

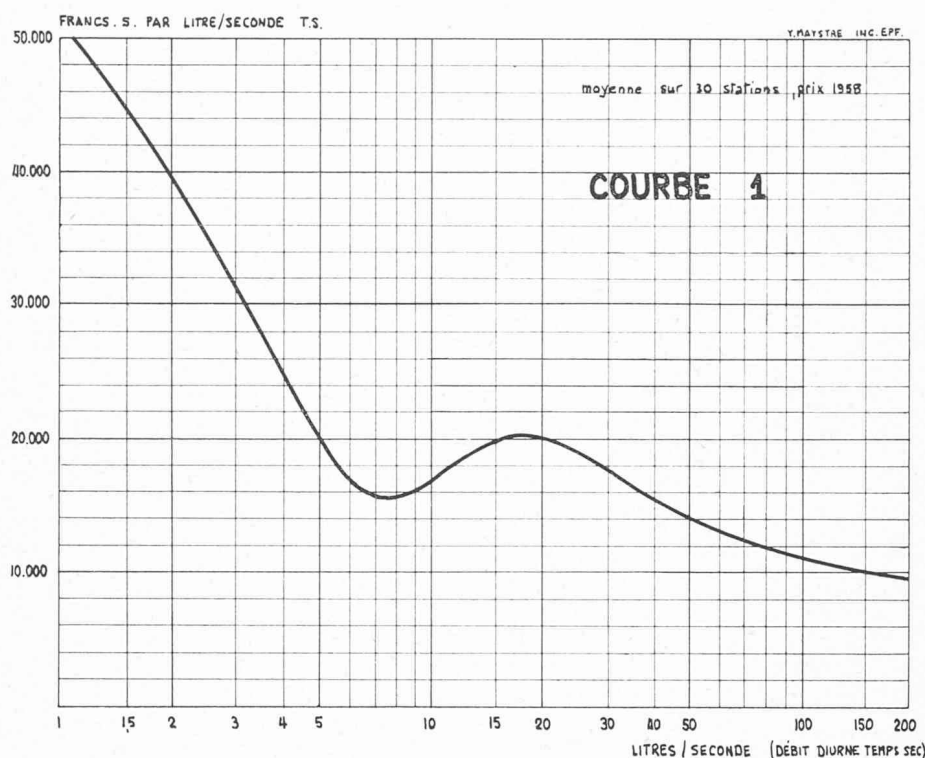


Fig. 1. — Coût par l/s d'une station d'épuration.

d'une station de relèvement sont cause de la majoration du coût. Mais ces majorations se retrouvent pour presque toutes les stations, de sorte qu'elles n'influencent guère les rapports de comparaison. Ce fait a considérablement simplifié l'étude et a permis de donner tout son intérêt au résultat par sa simplicité. Il aurait d'ailleurs été difficile de tenir compte de facteurs aussi disparates dans l'élaboration d'une courbe.

Le dimensionnement des ouvrages d'une station d'épuration est fonction de deux valeurs statistiques de base, dont pratiquement l'on déduit toutes les autres : premièrement le nombre d'habitants raccordés et, le cas échéant, d'équivalents-habitants de l'industrie ; deuxièmement, le débit à traiter dans la station par temps sec.

Le débit est à la base du dimensionnement des décanteurs primaire et secondaire, ainsi que du desableur, le nombre d'habitants raccordés à la base du dimensionnement des digesteurs de boue et des bassins à boues activées ou bien des lits bactériens. Les courbes publiées ici ont été établies sur la moyenne d'une trentaine d'installations suisses dont le coût a été aligné

sur 1958, en fonction de la courbe suisse du coût de la construction.

La courbe 1 représente le coût d'une station d'épuration biologique partielle en fonction du débit traité — débit diurne par temps sec — en litres/seconde. La courbe 2 représente le coût des mêmes stations, mais cette fois en fonction du nombre d'habitants raccordés. Le coût, établi par habitant ou l/s, comprend le prix de la station sans le terrain. Les courbes ont été tracées à partir de l'ensemble des données de chaque station selon une méthode graphique. La première analogie qui se dégage est l'allure semblable des courbes si l'on pose 1 litre/sec = 100 habitants. Cette égalité ne se vérifie pas pour toutes les installations individuellement : en particulier de

nombreuses installations, en Suisse allemande, admettent un débit nettement inférieur, pouvant descendre à 0,7 l/100 hab. La moyenne générale se situe vers 0,8 et nous avons adopté ce chiffre.

Sur le graphique 3, les courbes 1 et 2 ont été reportées en tenant compte de la relation 0,8 l/s = 100 habitants, et on a représenté la moyenne simple de ces

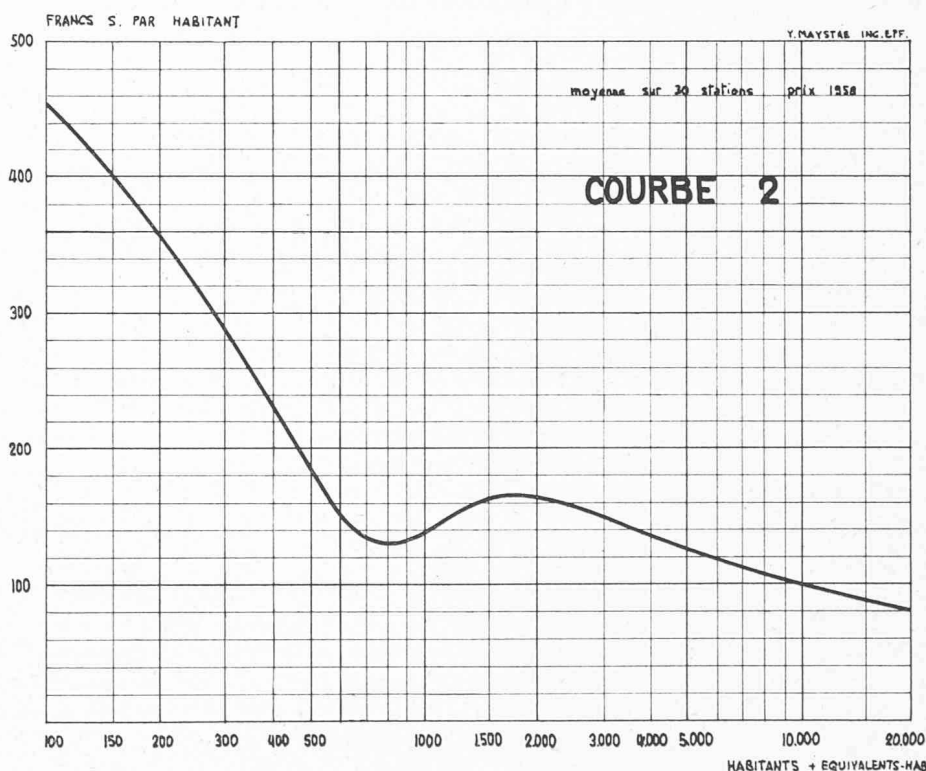


Fig. 2. — Coût par habitant d'une station d'épuration.

deux courbes par la courbe 3. Nous avons adopté la moyenne simple, car dans les petites installations le coût des ouvrages calculés sur la base habitants — digesteur, ouvrage de traitement biologique — d'une part, et celui des ouvrages calculés sur la base l/s — décanteurs, ouvrages d'entrée et, le cas échéant, station de pompage — d'autre part, s'équilibrent à peu près.

La courbe 3 présente un aspect remarquable entre les abscisses 800 et 2000 habitants : au lieu de décroître régulièrement avec le nombre croissant d'habitants, dans cette zone, le coût par habitant augmente. La courbe présente deux tangentes horizontales distinctes ; si les données concernant les stations sont trop générales pour pouvoir juger de la signification de la pente de la courbe entre les abscisses 800 et 2000, le changement de la pente est assez net sur une longueur appréciable, pour ne pas être fortuit. L'explication de ce phénomène réside dans la conception même des stations d'épuration.

Les petites stations d'épuration desservant un nombre d'habitants inférieur à 1000 environ sont en général conçues en bloc. Les ouvrages sont rectangulaires et peuvent donc être assemblés. L'élément type d'une telle station est la fosse à deux étages, dont le compartiment supérieur fait fonction de décanteur tandis que le compartiment inférieur représente le digesteur. La conception bloc diminue sensiblement le coût du béton, de nombreuses parois étant mitoyennes. De plus, les conduites sont réduites à la longueur minima. Au-dessus de 1000 habitants, la station bloc devient moins économique : les fondations descendent très bas, en particulier pour la fosse à deux étages ; les armatures et les épaisseurs de béton croissent rapidement avec les surfaces planes. Déjà pour 1500 habitants on adopte

en général la forme circulaire pour les ouvrages. Cette forme est mieux adaptée aux exigences hydrauliques d'une station d'épuration, de plus elle est plus économique pour les stations de grandeur moyenne — à plus forte raison pour les grandes installations. Ici les ouvrages sont circulaires, donc séparés les uns des autres. Cette conception qui, au-dessus de 2000 habitants présente des avantages incontestables, revient par contre relativement cher entre 1000 et 2000 habitants.

Si l'on supposait qu'à l'abscisse 1500 habitants, la conception d'une station d'épuration passât sans transition du type bloc au type circulaire, la courbe 3 présenterait une solution de continuité. En fait, entre 800 et 2000 habitants, certains ouvrages sont de type circulaire, d'autres du type bloc, ce qui explique l'allure continue de la courbe : par exemple, la partie physique sera une fosse à deux étages, la partie biologique par contre, un lit bactérien et un décanteur final circulaires. L'aspect de la courbe 3 est donc explicable et cette interprétation est riche d'applications.

Les petites stations d'épuration sont de conception simpliste : le schéma d'écoulement ne permet aucune variante, l'équipement mécanique étant réduit au minimum, tant pour des raisons de frais que pour des exigences de l'entretien. Pour le partisan de solutions rationnelles et à la page de la science de l'épuration des eaux, de telles stations peuvent paraître sans intérêt. L'appréciation change lorsqu'on envisage l'assainissement de toute une région : il y a toujours des zones à l'écart ne pouvant être raccordées à un grand réseau centralisé — ou ne pouvant l'être que dans un avenir lointain — et qui doivent néanmoins traiter leurs eaux usées. Soit parce que le récepteur a un débit

si faible qu'il risquerait de devenir à brève échéance un égout à ciel ouvert, soit parce que la zone possède une nappe alimentant un réseau d'adduction d'eau, soit pour d'autres raisons encore.

Dans ces zones, les petites stations d'épuration seront la règle. Il importe par conséquent de prévoir ce qu'elles coûteront et, pour une zone groupant plusieurs petites agglomérations, de savoir si l'on construira plusieurs stations ou une station zonienne. Pour une appréciation générale de la situation, la courbe 3 présente donc un intérêt évident.

Nous voudrions enfin souligner l'intérêt qu'il y a de faire de telles études. Avec les moyens à la portée de toute personne désireuse de se documenter, on arrive après quelques réflexions méthodiquement conduites à un résultat d'ordre général et en même temps pratique

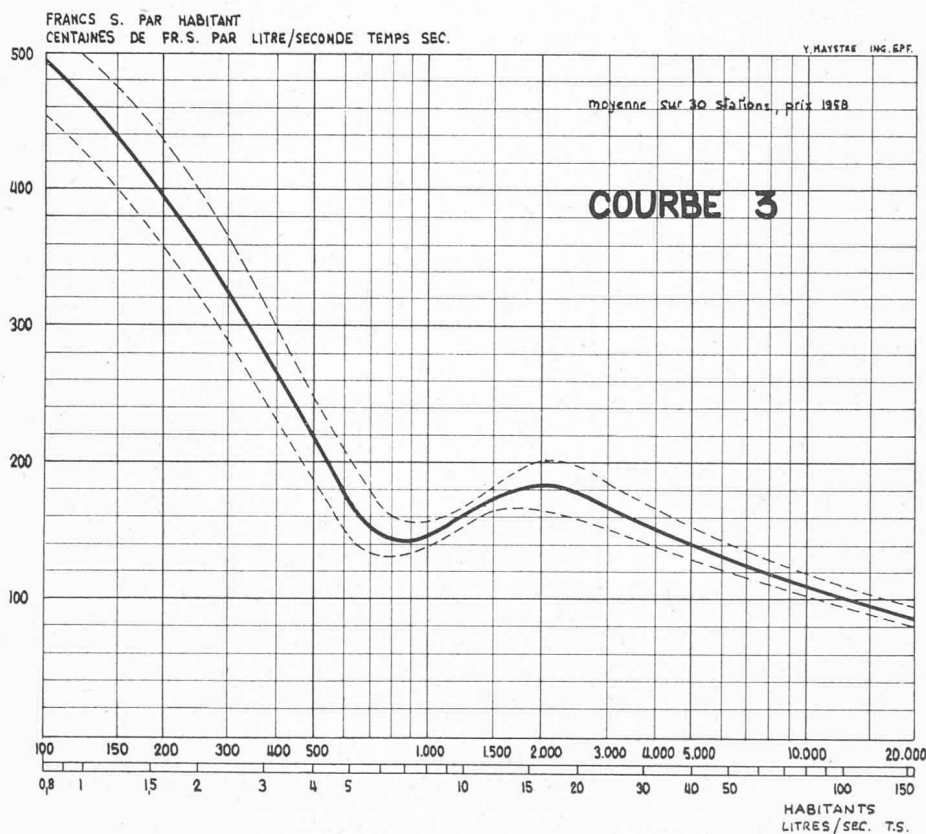


Fig. 3. — Courbe générale du coût d'une station d'épuration.

qui peut souvent rendre service. Il serait souhaitable de voir toutes les données de base que les techniciens adoptent pour établir un plan général d'assainissement — nous pensons au coût de l'entretien, au prix du mètre cube des ouvrages, etc. — étudiées avec plus de

DIVERS

Assemblée de discussion concernant les installations auxiliaires des centrales hydrauliques et des sous-stations

Cette journée, organisée par l'Association suisse des Electriciens, a eu lieu le jeudi 20 novembre 1958 au Palais des Congrès, à Zurich. A 10 h. 40, le président de l'Association, M. H. Puppikofer, directeur, souhaite la bienvenue aux représentants des grandes administrations publiques et privées, de l'Armée et de l'Ecole polytechnique fédérale. Après avoir résumé en quelques mots les sujets de la journée, il donne la parole à M. E. Eichenberger, ingénieur à la Motor-Colombus S.A., pour entreprises électriques, Baden.

M. Eichenberger, trouvant que le courant continu est peu avantageux, spécialement pour de forts courants, à cause du prix très élevé de la batterie, nous parle des services auxiliaires utilisant le courant alternatif. Ce courant peut être produit soit par un groupe entraîné par un diesel ou une petite turbine, soit par un transformateur branché sur l'usine ou sur un réseau extérieur. A l'aide de quelques clichés, les avantages et inconvénients de différents couplages furent expliqués. La seconde partie de l'exposé fut consacrée à l'étude des services auxiliaires des turbines, générateurs, transformateurs, installations hydrauliques et de l'usine elle-même. Le conférencier a fait ainsi le tour de l'installation, en passant des pompes à huile au système de refroidissement, des relais thermiques aux vannes de protection, ou encore des systèmes d'alarme aux engins de levage, afin de nous montrer la façon de concevoir les services auxiliaires et leur importance.

Les installations à courant faible et à courant continu furent le sujet traité par M. E. Hüssy, ingénieur à l'Elektro-Watt, entreprise électrique et industrielle S.A., Zurich.

Afin de permettre une rationalisation de l'utilisation des usines électriques et de la répartition de l'énergie en cas de perturbation, un poste central de commande (de télécommande serait plus exact) dirige les différentes usines et sous-stations auxquelles il est relié. Le poste central reçoit toutes les informations de l'usine, telles que mesures, alarmes, dérangements, etc., ce qui lui permet de régler ainsi la marche de l'usine. Ceci est pratiqué sur courte et longue distances. Dans ce but, un réseau de télécommunications privé, indépendant du réseau des P.T.T., relie toutes les sous-stations et usines importantes du pays. Pour la transmission des ordres, des valeurs mesurées, ou simplement d'une conversation téléphonique, différents moyens sont utilisés, dont les plus courants sont le câble ou les fréquences porteuses transmises par les lignes à haute tension. Tous ces services auxiliaires doivent disposer d'une source de courant parfaitement sûre. C'est encore la batterie d'accumulateurs qui remplit le mieux ce rôle. Ayant une longue vie, exigeant peu de frais d'entretien, elle a peut-être l'inconvénient d'avoir une tension différente entre la charge et la décharge.

M. Ch. Hahn, ingénieur chez Brown, Boveri & Cie S.A., Baden, donne un rapide exposé sur les différents moyens de transmettre des signaux entre les usines et sous-stations et les postes centraux de commande.

Que la transmission se fasse par câble ou par les lignes de haute tension, on code, en règle générale, les renseignements à transmettre en séries d'impulsions. Un de ces systèmes

précision. Au lieu de nombres employés en toute constance et dont on ne connaît souvent plus les données ayant servi à leur détermination, on pourrait alors faire usage de conclusions présentées sous forme claire et pratique résumant ces études.

consiste, par exemple, à transmettre des signes de dix-huit impulsions. Or, pour chaque signe, composé d'un groupe de dix-huit impulsions, neuf seulement sont transmises. On a ainsi plusieurs centaines de possibilités de placer ces neuf impulsions différemment.

Les nouvelles tendances dans la construction des pupitres et tableaux de commandes furent présentées par M. E. Hugentobler, ingénieur chez Sprecher & Schuh S.A., Aarau.

Débutant par un rappel historique, le conférencier nous cite par exemple que précédemment chaque fil devait être dessiné sur le tableau ! Ceci n'est plus concevable à l'heure actuelle, où tout le développement tend à une construction simple et d'un emploi facile. Les appareils doivent consommer aussi peu que possible. D'autre part, on cherche à en réduire les dimensions. Les cadrans deviennent également très petits, mais on garde une échelle étendue, la déviation de l'aiguille étant de 250°. La construction moderne répond en somme aux exigences suivantes : réduction des dimensions, clarté de la vue d'ensemble, simplicité dans l'utilisation et esthétique. Partant de ce principe, on construit toujours plus d'installations avec un appareillage dont on tend à diminuer l'encombrement et avec des services semi ou totalement automatisés. Dans ce domaine, l'ingénieur et l'architecte doivent collaborer étroitement.

Les problèmes de refroidissement furent traités par M. Cl. Rossier, docteur ès sciences techniques, des Ateliers de Sécheron S.A., Genève.

Dans le cadre de l'appareillage auxiliaire des centrales et sous-stations électriques, les dispositifs de refroidissement ne sont certes pas des éléments compliqués. Pour les alternateurs, à l'exception des petites unités, pour lesquelles on emploie encore l'exécution ouverte, dans laquelle l'air de refroidissement est aspiré et refoulé directement dans la salle des machines, on trouve deux solutions constructives ; 1° la machine fermée, dans laquelle l'air est aspiré à l'extérieur de l'usine. Cette solution ne demande pratiquement aucun service auxiliaire, mais l'inconvénient principal de cette solution réside dans l'absorption par la machine de poussières qui encrassent les enroulements et exigent des nettoyages réguliers ; 2° par circulation d'air en circuit fermé, à travers la machine et réfrigération hydraulique, cet inconvénient est éliminé. C'est la solution normale pour toutes les grandes unités. Pour les transformateurs, des solutions plus diverses s'offrent au constructeur : circulation naturelle ou forcée de l'huile, ventilation naturelle ou forcée, refroidissement à eau. Chaque système a ses avantages propres.

Pour terminer, M. P. Lauper, ingénieur aux Ateliers de Construction Oerlikon, Zurich, nous parle des problèmes d'alimentation des services internes indispensables.

Pour des raisons de construction et de réglage, on est souvent conduit à prévoir des groupes d'excitation séparés pour les machines lentes de grande puissance. On alimente le moteur du groupe d'excitation par un alternateur auxiliaire, accouplé à l'alternateur principal. Dans certains cas, cet alternateur est utilisé pour alimenter des moteurs de pompes de graissage et de réglage. En survitesse, il faut prendre des précautions spéciales pour limiter l'excitation de l'alternateur auxiliaire. Plusieurs modes d'excitation sont possibles, tels que l'excitation par excitatrice à aimants permanents, excitatrice dérivation ou l'auto-excitation par redresseur. Les dispositifs de réglage de tension des alternateurs lents de grande puissance nécessitent une source d'énergie auxiliaire, qu'il s'agisse de régulateurs à commande hydraulique, à transducteurs ou à machines amplificatrices.