

Zeitschrift:	Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber:	Association suisse des électriciens
Band:	49 (1958)
Heft:	1
Rubrik:	Production et distribution d'énergie : les pages de l'UCS

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: 22.02.2026

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

Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

Au seuil de l'année 1958

Voici l'époque où l'on est enclin à jeter un coup d'œil rétrospectif sur l'année écoulée ou à sonder les perspectives de celle qui va s'ouvrir. Tendance risquée, dans un sens comme dans l'autre, par suite du manque de recul, qui pourrait fausser notre vision et déformer l'échelle des événements, et du fait de cette discontinuité que nous sommes tentés d'introduire arbitrairement, à cause d'un simple changement de millésime, dans une évolution naturellement progressive.

Pour satisfaire à la tradition, je profite de cette page en tête de notre premier Bulletin de l'année pour philosopher et prophétiser en matière d'économie électrique, en pleine connaissance du danger d'être cruellement démenti par les événements. Ce qui semble caractériser l'année 1957, c'est qu'elle nous a fait assez brutalement prendre conscience de certaines limites qui n'étaient pas évidentes jusqu'ici. Le phénomène s'est manifesté sous une forme très simple, pénurie de capitaux et hausse du taux de l'intérêt, mais ses causes et ses effets sont trop complexes pour être évoqués en quelques lignes. Il a mis, plus qu'elles ne le désiraient, les entreprises électriques en vedette dans les chroniques financières. Un peu à tort, nous semble-t-il, car bien d'autres branches de notre économie, et en particulier de nombreux instituts bancaires, sont venus nous disputer dans le programme des emprunts une place que l'on nous offrait avec insistance il y a peu d'années. Pour une industrie qui doit faire des plans à échéances extrêmement lointaines, la stabilité de l'intérêt est primordiale et les taux anormalement bas que nous avons connus comportaient quelque danger en nous engageant à de fausses dispositions. Il est essentiel que l'argent, comme l'énergie, soient offerts à leur juste prix. Nous pensons que la limite est largement atteinte, et que l'année prochaine sera exempte de nouvelles fluctuations.

En même temps qu'il a fallu se rendre compte que les réserves financières du pays n'étaient pas inépuisables, les entreprises électriques ont dû constater que leur marge de bénéfice ne pouvait pas s'amenuiser indéfiniment. Il n'était pas nécessaire d'être spécialement perspicace pour reconnaître cette vérité, mais il était moins facile de prédire à quelle époque serait atteint le «minimum vital» au-delà duquel un relèvement des tarifs ne pourrait plus être évité. Cette décision a été différée aussi longtemps que possible pour ne pas contribuer par un effet suggestif à une hausse du coût de la vie, sur lequel l'incidence matérielle du prix de l'électricité n'est pourtant que très minime. Actuellement, il paraît évident qu'une adaptation nécessaire des tarifs devra commencer en 1958. C'est évidem-

ment une tâche ingrate, qui ne contribuera pas à relever la popularité des entreprises.

Si nous venons de faire une allusion à la popularité un peu déficiente de notre industrie, malgré les efforts qui ont été faits pour un contact plus ouvert avec le public, c'est sans aigreur que nous en parlons. L'électricité représente l'avenir de la technique, et nos lignes et centrales en sont le symbole, malheureusement un peu voyant. Dans le conflit intérieur que provoque le choix entre la nature et la technique, chacun sait qu'il ne pourrait renoncer aux commodités de cette dernière. Cette constatation de notre inconséquence est forcément un peu irritante, et il en résulte une certaine nervosité assez compréhensible. Je n'oserais pas prédire qu'elle s'atténuerait l'année prochaine.

Un grand espoir, pour la solution de nombreux problèmes, a été placé dans l'énergie atomique. Force est de constater que malgré des efforts extrêmement considérables et quelques réalisations spectaculaires — à l'étranger — l'année écoulée a confirmé qu'une révolution technique et économique ne s'accomplit pas en quatre ou cinq ans. Le centre de Würenlingen est en voie de devenir un instrument très précieux pour la recherche nucléaire et la formation professionnelle dans ce domaine. Les prochains mois de 1958 verront probablement la commande du premier réacteur de puissance qui sera installé en Suisse par la société Suisatom; de son côté, l'Energie nucléaire S. A., en Suisse Romande, va sans doute, elle aussi, prendre des décisions définitives. Mais il ne s'agit encore que de petites centrales d'essai, et bien des années s'écouleront nécessairement jusqu'à ce que la production atomique joue un rôle sensible dans notre bilan d'énergie. Une condition essentielle de son développement est la création d'un régime légal adéquat. Après l'acceptation très positive d'un nouvel article de la Constitution par le peuple suisse, la loi en préparation semble devoir résoudre les problèmes que pose l'énergie atomique d'une manière très heureuse. Ce serait un grand succès si elle était votée en 1958, plaçant notre pays parmi les premiers qui auront résolu cette question délicate.

Pas moins de quatre grands barrages ont été achevés en 1957 ou sont sur le point de l'être: Zervreila, Zeuzier, Mauvoisin et Moiry. Malgré cela, la situation de notre approvisionnement reste tendue, parce que l'accroissement de la consommation d'électricité continue à rester très élevé. Les réalisations qui viennent d'être citées nous font sentir le rythme rapide de l'époque actuelle. La mise en chantier de ces ouvrages nous paraît encore toute proche. Nous ferons probablement la même constatation lorsque ce sera le tour des vastes aménagements de Blenio, du Rhin antérieur et du Rhin postérieur, entrepris récemment, ou quand le premier transformateur à 400 000 volts commandé ces derniers mois sera installé dans les Grisons.

Ces dernières réflexions montrent finalement qu'il n'est pas tout à fait superflu, au seuil d'une nouvelle année, de mesurer les étapes d'un développement toujours plus intense et rapide, ne serait-ce que pour adresser une pensée reconnaissante et des vœux chaleureux à tous les lecteurs des Pages de l'UCS, dont beaucoup contribuent activement à la solution des problèmes qui viennent d'être évoqués.

C. A.

Principes de tarification pour l'énergie électrique

par W. Goldschmid, Baden

658.8.03

Après avoir rappelé les relations fondamentales qui existent entre les coûts et les prix dans une économie où le jeu de la concurrence est entièrement libre, l'auteur distingue entre la tarification conforme aux prix de revient et celle fondée sur la valeur d'usage. Il indique les limites de ces deux méthodes et montre que les tarifs de vente de l'énergie électrique doivent tenir compte aussi bien du «coût de développement» de celle-ci que de la valeur qu'y attache le consommateur.

Nach einer Darstellung der Kosten- und Preiszusammenhänge im Modell der vollkommenen Konkurrenz kommt der Verfasser zuerst auf die kostenechte Tarifierung und sodann auf die Tarifierung nach der Wertschätzung zu sprechen, wobei auch auf die Grenzen der beiden Tarifierungsmethoden hingewiesen wird. Er kommt zum Schluss, dass bei der Tarifierung der elektrischen Energie sowohl ihre «Entwicklungs-kosten» als auch die Wertschätzung der Konsumenten zu berücksichtigen sind.

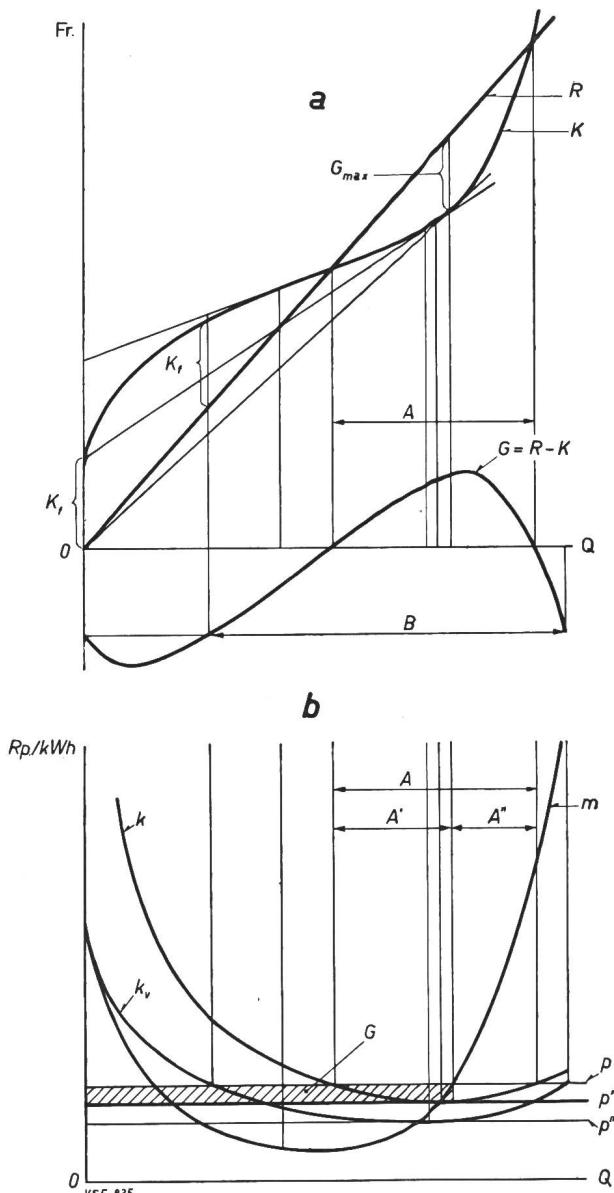


Fig. 1

Diagrammes des frais et des recettes de l'entreprise

- a recettes et frais totaux en fonction de la quantité produite
- b coût de l'unité de production en fonction de la quantité produite

R recettes totales; K frais totaux; Q quantité produite;
G gain ($R-K$); A domaine de gain; A' gain croissant; A'' gain décroissant; G_{max} gain maximum; K_f frais fixes; B domaine où seuls une partie des frais fixes sont couverts; m coût marginal; k coût moyen; k_v coût partiel moyen; p prix du marché; p' prix d'équilibre; p'' prix minimum auquel l'entreprise produit encore.

Les partisans de la théorie marginaliste préconisent comme seul principe de tarification celui de la vente au coût marginal. Pour pouvoir émettre un jugement là-dessus, il est nécessaire de formuler au préalable quelques remarques sur le principe du coût marginal et sur son application.

La vente au coût marginal en économie politique

Pour représenter théoriquement l'interdépendance du coût et du prix, on se sert en économie de courbes tracées en se basant sur diverses hypothèses: allure en S des frais totaux (comprenant les frais fixes et les frais variables), régime de concurrence parfaite (soit un grand nombre d'offres en concurrence les unes avec les autres, de sorte qu'une entreprise quelconque ne peut exercer seule aucune influence sur le marché) et offre d'un produit unitaire.

La fig. 1 indique graphiquement la fonction qui en résulte¹⁾. La *recette totale R* d'une entreprise donnée est représentée par une droite, dont l'inclinaison correspond au prix du marché p ; le prix du marché lui-même est marqué par une droite horizontale. Admettons que le prix du marché soit momentanément au-dessus du *prix d'équilibre* p' , qui s'établit sous la pression de la concurrence. Ce prix d'équilibre coïncide avec le *minimum du coût moyen* k_{min} , c'est-à-dire avec l'*exploitation optimum*. Dans l'*exploitation optimum* on a les deux égalités: *coût marginal m = coût moyen minimum k_{min} = prix d'équilibre p'*. Le coût moyen est le quotient des frais totaux K par la quantité produite Q , le coût marginal m est la tangente à la courbe des frais totaux, c'est-à-dire la première dérivée de la fonction des frais totaux $\frac{dK}{dQ}$. Par conséquent, le coût marginal m atteint son minimum au point d'infexion de la courbe des frais totaux K . L'entreprise individuelle, qui cherche à réaliser le plus gros gain possible, augmentera sa production jusqu'à ce que le coût marginal soit égal au prix d'équilibre, lequel correspond à la longue au prix du marché, ainsi que nous l'avons vu.

Partant de ces considérations initiales, la *théorie marginaliste* déduit des courbes d'offre à court et à long terme pour une branche donnée de l'économie, puis détermine la répartition et les prix des facteurs de la production de telle sorte qu'il en résulte une satisfaction optimum des besoins pour l'économie tout entière. L'effort de l'entreprise in-

¹⁾ D'après Böhler, E.: Nationalökonomie. Zurich 1957, 3^e éd., p. 203.

dividuelle pour gagner le plus possible est par conséquent en cas de concurrence parfaite dans l'intérêt de l'économie générale.

Les adeptes de la théorie marginaliste, partant du modèle de la concurrence parfaite, appliquent leurs déductions à des situations réelles où cette condition n'est plus satisfaita, et concluent qu'en cas de concurrence limitée ou de situation à caractère de monopole, l'optimum économique doit être rétabli par des interventions ayant pour but d'adapter les prix au coût marginal. Il s'agit ici d'une direction bien déterminée de l'évolution au sein de la doctrine économique, connue sous le nom de «*Welfare Economics*». Ses idées ont été adoptées aussi par des théoriciens de l'économie électrique et appliquées aux tarifs d'énergie.

Or, l'application du principe de la vente au coût marginal dans un domaine où la concurrence est limitée n'est déjà plus défendable théoriquement. Flury l'a bien montré dans sa récente thèse de doctorat:

«Dans le cadre du modèle on a fait des suppositions toutes théoriques sur les prix; mais on n'a pas le droit d'en déduire une politique tarifaire déterminée... S'il n'y a pas de prix du marché, l'entreprise ne possède aucune grandeur objective sur laquelle elle puisse aligner sa production. Elle ignore s'il est souhaitable, du point de vue de l'économie générale, d'étendre ou de restreindre sa production. Même si elle vend au coût marginal, sa production peut être trop grande, parce que, faute de facteurs de production, des besoins plus urgents ne peuvent être satisfaits. En cas de concurrence parfaite, par contre, les prix conduisent automatiquement à une répartition optimum des facteurs de production... Les prix non influenables sont le seul moyen d'orientation pour l'entreprise. C'est ce mécanisme des prix et non le principe du coût marginal qui est déterminant»²⁾.

En outre, il s'agit toujours, dans le cadre du modèle en question, d'une répartition optimum de facteurs de production variables sur un grand nombre d'«offrants», autrement dit d'un processus stationnaire à court terme. Ainsi, le principe de la vente au coût marginal ne dit rien des problèmes de la grandeur optimum et du nombre optimum des exploitations dans une branche de l'économie. Ce sont pourtant des questions de la plus haute importance pour déterminer le coût optimum au point de vue de l'économie générale. Par conséquent, en considérant les choses à longue échéance, pour réaliser une répartition optimum des facteurs de production, il faut postuler la couverture intégrale des frais ou, en d'autres termes, l'équilibre budgétaire. La vente au coût marginal n'est admissible que si le coût marginal coïncide avec les frais moyens.

Adaptation du principe de la vente au coût marginal à la tarification pour la vente normale

Les marginalistes font une distinction entre *coût marginal à court terme* et *coût marginal à long terme*. Le coût marginal à court terme correspond au coût proportionnel, c'est-à-dire au coût variable du kWh supplémentaire à produire dans une usine existante, tandis que le coût marginal à long terme correspond au *coût moyen* de production d'une usine nouvelle utilisée de façon optimum. Avec la

notion de coût marginal à long terme tombe la distinction entre frais fixes et frais variables selon la courbe mentionnée au début de cet article, car ici les frais totaux deviennent variables. Etant donné que le coût marginal à long terme correspond au coût total dans l'hypothèse d'une utilisation optimum du plan d'extension des usines, cette subdivision en coût marginal à court et à long terme n'est plus qu'une notion nouvelle, mais n'apporte aucune connaissance nouvelle.

Cette nouvelle notion a provoqué divers malentendus. Car il est évident que le postulat selon lequel il faut vendre au coût marginal à long terme, en supposant un équipement adapté de façon optimum, ne veut rien dire d'autre, sinon que la production doit être écoulée sur la base du coût moyen minimum de l'exploitation optimum, pour atteindre une répartition optimum des facteurs de production. L'exploitation optimum, c'est-à-dire une extension optimum de l'équipement, est atteinte lorsque, pour le coût moyen minimum, la quantité de kWh demandée est en équilibre avec la quantité de kWh produite, autrement dit lorsque le prix d'équilibre est égal au coût moyen minimum et au coût marginal à long terme. Si l'on admet qu'il soit possible d'adapter constamment de façon optimum les installations à la demande d'énergie pour ce prix d'équilibre, alors toutes les installations sont utilisées en moyenne de façon optimum, et il y a identité entre le coût marginal moyen à court terme et le coût marginal moyen à long terme.

On voit donc que l'on suppose un équipement constamment adapté à la demande d'énergie et la couverture du coût moyen minimum. C'est seulement dans ce cas que le coût total coïncide avec le coût marginal, et c'est dans cette mesure seulement que la vente au coût marginal se justifie du point de vue de l'économie générale. Pour éviter les malentendus, il serait donc mieux indiqué de parler de la couverture du *cout moyen minimum pour un équipement optimum*, et non pas de la couverture du coût marginal. On verrait alors immédiatement que le postulat de la tarification marginaliste n'apporte rien de nouveau par rapport aux principes usuels de tarification, sinon tout au plus qu'il insiste sur la nécessité — pour tendre vers une tarification de l'énergie qui soit dans l'intérêt de l'économie tout entière — d'attribuer une importance primaire au coût réel, plus précisément aux tendances d'évolution à long terme de ce coût et non pas au coût historique.

Après avoir constaté que les marginalistes cherchent eux aussi à couvrir le coût total au moyen d'une tarification conforme au coût à longue échéance, il nous reste à examiner en principe comment ce postulat théorique se laisse réaliser, eu égard aux variations quotidiennes, hebdomadaires et saisonnières de la charge. Il s'agit ici de différencier les prix selon les coûts différents pour différentes charges.

Les marginalistes prétendent que la répartition des frais fixes sur les kWh produits sous des charges différentes est arbitraire, si l'on ne se base pas sur le coût marginal correspondant à l'état d'exploita-

²⁾ Flury, U.: Die Preisdiskriminierung in der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft. Zurich et St-Gall 1957, p. 65.

tion considéré, c'est-à-dire sur le coût proportionnel de la «dernière» usine mise en service dans un état d'exploitation déterminé, usine qui est logiquement celle dont les frais d'exploitation sont les plus élevés par kWh produit.

Partir du coût proportionnel — qui couvre les frais totaux, d'après ce que nous venons de dire, en supposant une adaptation optimum de tout l'équipement génératrice — est parfaitement judicieux pour la production thermique; mais cette manière de procéder n'entre pas en considération pour la production hydraulique qui, par sa structure, comporte pratiquement 100 % de frais fixes. Il faut donc déduire le coût marginal de la production hydraulique de la marche en parallèle avec des usines thermiques, ou bien partir de la conception théorique que le coût marginal de la production hydraulique est déterminé par le prix d'équilibre qui adapte à la longue la courbe de la demande à la courbe de la production. Or, c'est là une spéculation de l'esprit qui met au premier plan non plus le coût, mais la valeur attribuée par le consommateur à la fourniture. Nous en reparlerons.

Que l'on différencie le coût total d'après la théorie marginaliste — nous n'entrons pas ici dans les difficultés de ce procédé —, ou selon des critères d'autre sorte — en tenant compte aussi de réflexions marginalistes —, cela revient pratiquement au même: l'énergie vendue pendant les périodes de pointe doit l'être à un tarif plus élevé que l'énergie cédée en dehors de ces pointes.

Les limites d'une tarification conforme au coût

Pour des raisons pratiques, une certaine réserve s'impose dans la différenciation des tarifs d'électricité. Par conséquent, cette différenciation devra s'accommoder de valeurs moyennes. Dans un tarif binôme on distinguera tout au plus, pour la redevance proportionnelle, entre les prix de jour et de nuit, ainsi qu'entre les prix d'été et d'hiver.

Il faut en outre tenir compte d'autres facteurs plus importants que les coûts. Ainsi par exemple, pour des raisons *économiques et sociales*, il ne sera pas possible de traiter différemment les fournitures identiques à des abonnés d'une région desservie par la même entreprise, malgré des coûts différents — coûts de distribution notamment. C'est le revers de la médaille du fait que la distribution d'électricité est considérée aujourd'hui comme un service public. Ainsi, partout où l'énergie électrique est vendue dans le cadre de tarifs généraux, c'est-à-dire non sur la base de contrats de fourniture individuels motivés par des conditions particulières, elle doit l'être aux mêmes prix si les modalités de la fourniture sont identiques. Quel que soit le coût réel, il intervient donc une égalisation des prix de l'énergie électrique, qui est d'autant plus grande que le domaine desservi par une entreprise est plus étendu. Pour l'industrie, l'électricité a donc cessé d'être un facteur de localisation d'une exploitation. Le rôle que peut jouer le prix de l'électricité comme facteur à considérer lors de l'implantation d'une industrie est généralement minime, à cause de la faible incidence de ce prix sur le coût des produits fabriqués. La

péréquation des prix de l'énergie n'entraîne par conséquent, dans ces cas, pas de modifications notables des conditions locales. Mais cette péréquation des prix du courant doit trouver ses limites, là où une exploitation importante consomme de grandes quantités d'électricité à des conditions spéciales — par exemple possibilité de réduction de la fourniture en périodes de pointe et en hiver. Des contrats spéciaux de livraison à des conditions favorables sont indiqués en pareilles circonstances; l'électricité joue alors un rôle comme facteur d'implantation à côté d'autres conditions locales (frais de transport, main d'œuvre, etc.), ceci tout particulièrement lorsque des exploitations de ce genre peuvent s'établir à proximité des sources d'énergie favorables.

La péréquation des tarifs, nécessaire pour le territoire desservi par une entreprise, peut conduire à des différences de tarifs d'une entreprise à l'autre, dans le cadre d'un système historique organique de l'approvisionnement en électricité, comme celui qui s'est développé en Suisse. Ainsi, il est possible que, dans une zone urbaine à haute densité de consommation et où par conséquent le coût de distribution par kWh est minime, les prix soient en moyenne plus favorables que, par exemple, dans le domaine d'une entreprise travaillant avec des frais de distribution relativement élevés parce qu'elle dessert tout un canton de caractère essentiellement rural à faible densité de consommation.

Principe de la tarification différenciée selon la valeur d'usage

Ce principe est désigné par les marginalistes sous le nom de «discrimination des prix» et rejeté par eux, parce qu'il incite les consommateurs, quant à l'usage de l'énergie, à des décisions erronées du point de vue de l'économie générale. En prononçant cette condamnation, on pense chaque fois au comportement d'un monopoliste, prêt à user de la discrimination des prix en vue de réaliser un maximum de gain en présence de marchés différents. Cependant la comparaison de pareille situation de monopole avec la vente d'énergie électrique n'est pas admissible, car ici il ne s'agit pas simplement comme là d'une autre répartition de la production sur différents marchés, en vue d'augmenter les recettes, mais du fait que, sans différenciation de prix selon la valeur d'usage, les ventes d'énergie diminueraient et l'utilisation des usines existantes empirerait. Nous revenons ainsi à la question abordée plus haut, soit à la tarification selon la valeur d'usage attribuée à l'énergie par le consommateur.

Cette valeur dépend des applications de l'énergie électrique, c'est-à-dire des besoins les plus divers que celle-ci est susceptible de satisfaire. Dans ce domaine, l'électricité est dans une grande mesure en concurrence avec d'autres agents énergétiques.

En ce qui concerne un ensemble de production hydraulique, les marginalistes partent du fait que le coût marginal est indéterminé, par suite de la structure du coût comportant presque 100 % de frais fixes pour toutes les charges possibles, jusqu'à l'utilisation intégrale de la capacité de production. Mais

si le coût marginal est identifié au prix d'équilibre qui fait coïncider l'offre et la demande, il faut constater que ce prix d'équilibre peut s'établir pour différentes applications de l'énergie électrique à un niveau plus bas que le coût moyen minimum de la production et de la distribution. Ceci est valable avant tout pour divers besoins thermiques, susceptibles d'être satisfait aussi par d'autres agents énergétiques que l'électricité. En pareil cas, il n'y a rien d'autre à faire qu'à s'adapter à la valeur que les autres agents énergétiques assignent à l'électricité, pour autant que l'on veuille éviter les pertes dues à une utilisation incomplète des sources d'énergie. Une telle politique profite aussi aux consommateurs qui doivent payer des prix supérieurs au prix moyen minimum, car les prix inférieurs à cette valeur assument eux aussi une part des frais fixes dans la couverture des frais totaux. Le principe de la tarification différenciée selon l'usage est donc parfaitement licite, économiquement parlant. Il ne s'agit absolument pas d'intervention de politique sociale par le moyen des tarifs d'énergie, pour charger davantage les «riches» au profit des «pauvres», ni de fausser le choix que les consommateurs d'énergie auraient à faire en vue d'une tarification conforme au coût.

Il est clair pourtant que ce principe de différenciation a lui aussi ses limites et ne saurait être

appliqué sans tenir compte des coûts. Ainsi, il serait faux de maintenir indéfiniment en vigueur un système tarifaire appliquée en vue d'utiliser le plus complètement possible les sources d'énergie existantes, si la vente de l'énergie à des prix inférieurs à la moyenne pour les applications thermiques entraînait un tel développement de cet usage de l'électricité que de nouvelles usines dussent être construites, à des coûts croissants, en première ligne pour satisfaire ces besoins. Le principe de différenciation des prix ne se justifie pleinement que sous l'angle de l'utilisation intégrale de la capacité des usines. Sinon, il pourrait en résulter une mise à contribution des agents énergétiques que les conditions effectives des coûts ne sauraient justifier et qui, du seul point de vue économique, ne serait pas dans l'intérêt de l'économie générale. Maintenant qu'une pleine utilisation des sources d'énergie est atteinte dans l'économie électrique suisse et que de nouvelles usines doivent être construites à un rythme accéléré, pour pouvoir tenir tête aux besoins croissants d'électricité, il est indispensable, notamment dans les tarifs pour les applications thermiques, de mettre en évidence plus que par le passé les «coûts de développement».

F. : Bq.

Adresse de l'auteur:

Dr. W. Goldschmid, Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G., Baden (AG).

Le répartiteur de charges de la «Société d'interconnexion» autrichienne, son domaine d'activité et ses installations

par E. Königshofer, Vienne

658.8.03

Après avoir donné une vue d'ensemble de l'équipement de production et du réseau à haute tension autrichiens, l'auteur énonce les tâches de la «Société d'interconnexion» et décrit les moyens techniques dont elle dispose.

Nach einer Übersicht über die österreichischen Erzeugungs- und Hochspannungs-Übertragungsanlagen werden die Aufgaben der Verbundgesellschaft erörtert und ihre technischen Einrichtungen kurz beschrieben.

Généralités

Parmi les neuf provinces de la République autrichienne — dont l'une est la ville de Vienne — huit disposent d'une *société régionale* («Landesgesellschaft»), à laquelle incombe, en vertu de la loi qui régit la production et la distribution d'énergie (2^e loi de nationalisation, datant de 1947), la distribution d'énergie dans la province en question. Le Burgenland, à l'Est du pays, est approvisionné par les sociétés régionales de la Basse-Autriche et de la Styrie. La production des usines qu'ont repris ces sociétés lors de leur constitution en 1947, et de celles qu'elles ont construites entre temps est destinée exclusivement à la couverture des besoins d'énergie de la province considérée. L'édification des grandes centrales chargées de couvrir le reste des besoins de la République est confiée à des *sociétés spéciales* («Sondergesellschaften»), créées par la même loi; celle-ci leur impose des tâches concrètes (équipement du Danube, de l'Enns, de la Drave, des forces hydrauliques de la Tauern). La tâche de distribuer en gros dans tout le territoire de l'Au-

triche l'énergie produite par les usines des sociétés spéciales est confiée à la *Société d'interconnexion* («Verbundgesellschaft»), également créée par la même loi; à cet effet, elle a édifié un réseau d'interconnexion autrichien, comprenant également les sous-stations de transformation et de couplage indispensables.

On reconnaît à la fig. 1 les plus importantes centrales d'Autriche. Suivant les tâches qui leur sont dévolues et l'exploitation qui en résulte, on peut les subdiviser en trois groupes:

- 1) Les usines sur l'III dans le Vorarlberg (avec adductions venant du Tyrol), Ober-Vermunt, Vermunt, Rodund et l'usine de pompage à accumulation du Lünersee, 580 MW en tout, plus de 1000 GWh, fournissent la plus grande partie de leur production en Rhénanie (le reste sert à l'approvisionnement du Vorarlberg). Ces usines ont été ou sont actuellement construites par la «Vorarlberger Illwerke A.G.».
- 2) Les usines d'Achensee, Kirchbichl et Prutz-Imst (avec quelques autres de moindre importance) de la «Tireller Wasserkraftwerke A.G.» alimentent d'une part le Tyrol et livrent, d'autre part, une quantité considérable d'énergie à la République fédérale allemande par deux lignes doubles à 110 kV.

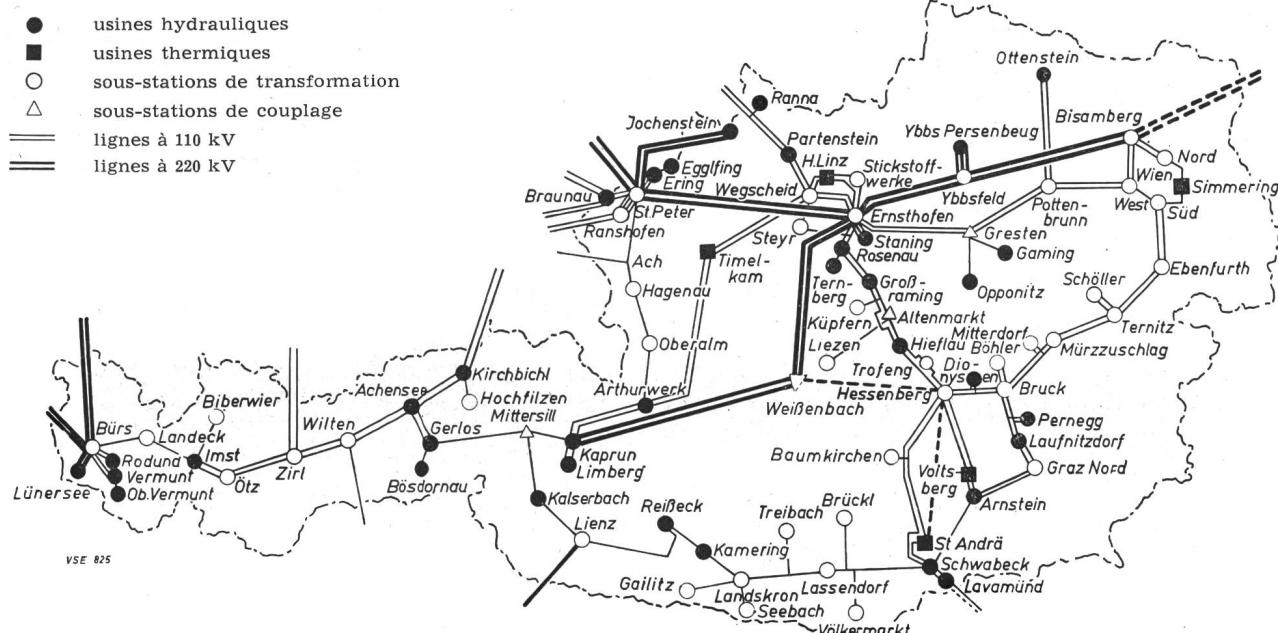


Fig. 1
Carte de l'Autriche avec les principales usines génératrices et les lignes de transport à 110 kV et 220 kV

3) Les usines situées dans les six autres provinces sont consacrées avant tout à l'approvisionnement des consommateurs autrichiens. Mais elles procèdent en outre à un échange d'énergie avec la République fédérale allemande par l'intermédiaire de la station transformatrice de St-Peter, avec l'Italie par la station de Lienz et avec la Yougoslavie par celle Lavamünd. Un échange avec la Tchécoslovaquie par la station transformatrice de Bisamberg est en préparation.

Les usines suivantes sont la propriété des sociétés spéciales: Bösdornau, Gerlos, Kaprun (chute principale et supérieure), Reisseck, Lavamünd, Schwabeck, St. Andrä, Voitsberg, Grossraming, Ternberg, Rosenau, Staning et la centrale hydraulique, non indiquée sur le plan, de Mühlradling (ces 5 dernières usines sur l'Enns), enfin l'usine d'Ybbs-Persenbeug sur le Danube, en service avec deux des ses six génératrices. En outre, les centrales construites en commun par l'Autriche et la République fédérale allemande de Jochenstein sur le Danube et de Braunau sur l'Inn, ainsi que les usines d'Ering et Egglfing de la «Innkraftwerke A.-G. Töging», fournissent la moitié de l'énergie qu'elles produisent au réseau d'interconnexion autrichien. Les autres usines indiquées sur le plan, mais non énumérées ici, sont pour la plupart la propriété des sociétés régionales; l'usine de Linz, enfin appartient à une grande entreprise industrielle.

La fig. 1 montre aussi les lignes autrichiennes à très haute tension (plus de 110 kV). Le réseau exploité par la Société d'interconnexion englobe toutes les lignes indiquées dans cette figure, de la frontière orientale aux centrales de Bösdornau et de Gerlos, exception faite de la boucle autour de Vienne et quelques lignes de jonction et de pénétration de moindre importance. Dans le cadre de cette société, on a confié la conduite de l'exploitation au Répartiteur de charges de la Société d'interconnexion. Il doit faire face aux tâches suivantes:

- répartir les charges et par là même assurer une exploitation rationnelle des usines, au double point de vue

technique et économique, et constituer les réserves de puissance

- surveiller le réseau, maintenir la tension et la fréquence requises, ainsi que les puissances convenues pour la marche en parallèle avec la République fédérale allemande, veiller à ce que les exigences d'une exploitation économique et les clauses des contrats de livraison d'énergie en vigueur soient remplies
- surveiller la compensation du courant à la terre dans le réseau à 110 kV, et les dispositifs de protection nécessaires pour remplir les tâches ci-dessus
- tenir une statistique d'exploitation permettant de prévoir le développement futur
- rassembler la documentation nécessaire pour projeter toute extension et toute amélioration du réseau d'interconnexion
- diriger l'exploitation en interconnexion internationale et proposer des dispositifs susceptibles de la faciliter, notamment en ce qui concerne le maintien de la puissance aux points de livraison.

Pour faire face à ces diverses tâches, le personnel du répartiteur de charges a été divisé en trois groupes chargés respectivement de: l'établissement du programme horaire, la surveillance de l'exploitation et la statistique des charges réparties.

En 1955 le répartiteur de charges a pris possession de nouveaux locaux; à cette occasion on a agrandi ses installations, tout en les adaptant aux exigences de l'exploitation. Comme dans la plupart des pays voisins avec lesquels une interconnexion existe ou est prévue le neutre des réseaux est directement mis à la terre, il a fallu passer dans le réseau interconnecté autrichien de l'exploitation avec bobines d'extinction à celle avec mise à la terre directe du neutre. Nous décrivons ci-dessous les installations du répartiteur de charge, ainsi que l'équipement de relais du réseau interconnecté autrichien et les dispositifs permettant l'interconnexion internationale.

Le répartiteur de charges n'exécute pas d'opérations de couplage, il se borne à les ordonner; ses

installations les plus importantes sont par conséquent les suivantes:

- l'image du réseau, qui permet de reconnaître l'état des couplages
- l'équipement téléphonique et télescripteur
- l'équipement de télémesure
- les dispositifs pour le maintien de la fréquence dans le réseau d'interconnexion autrichien et pour le réglage puissance-fréquence.

L'image du réseau

Les dimensions de l'image du réseau, qui est commandée par transmission automatique, sont de $16 \times 2,5$ m. Ce tableau représente schématiquement, mais non à l'échelle exacte, l'ensemble des lignes à 110 et 220 kV du réseau d'interconnexion, les usines génératrices et les stations de transformation d'où ces lignes sont issues. A l'extrémité de chaque image de ligne se trouvent trois symboles (fig. 3): le vert s'allume quand le disjoncteur de puissance est déclenché, et inversement; quand le blanc est allumé, cela signifie que la ligne est sous tension du côté de la station qui l'alimente; enfin si le rouge est allumé, dans le réseau à 110 kV cela veut dire que la ligne présente une mise à la terre, dans le réseau à 220 kV que le dispositif de protection pour l'élimination des courts-circuits a fonctionné dans l'embranchement de ligne considéré. Deux éléments lumineux situés à une certaine distance du symbole de la station permettent de déceler les états d'exploitation suivants:

- 1) la ligne a été sciemment mise à la terre (symbole rouge avec trois traits verticaux)
- 2) la ligne est exploitée indépendamment du réseau interconnecté.

Ces deux symboles sont commandés manuellement, tandis que toutes les quelque 600 autres signalisations sont automatiques. Les stations pourvues de transformateurs de 110/220 kV sont affectées

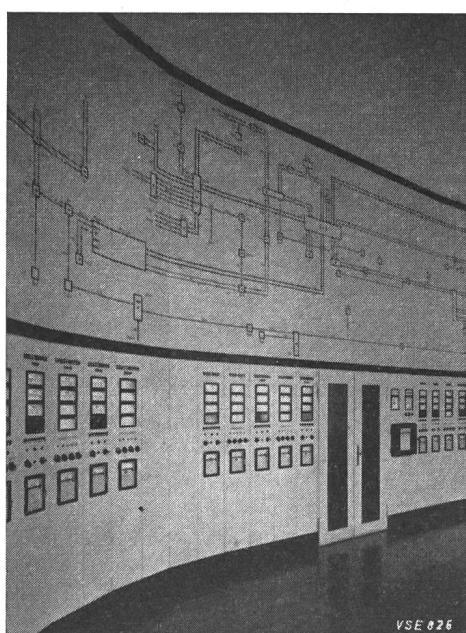


Fig. 2
Image du réseau à télécommande automatique

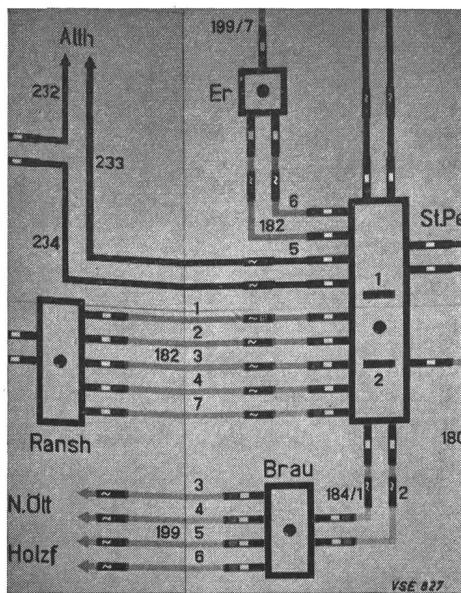


Fig. 3
Détail de l'image du réseau montrant la façon de représenter les extrémités des lignes

de symboles qui permettent de reconnaître si et de quel côté les disjoncteurs de puissance sont enclenchés ou non.

Si un changement de connexions intervient dans le réseau, le symbole correspondant se met tout d'abord à clignoter et un signal acoustique retentit. L'ingénieur de service est à même de localiser l'endroit d'où parvient le signal, grâce au tableau de commande du pupitre de surveillance (fig. 4), où clignote la lampe-témoin du lieu en question. Le signal acoustique peut être arrêté par manipulation d'un bouton-poussoir; le signal clignotant est remplacé en même temps par un signal lumineux fixe, alors que dans l'image du réseau le symbole continue de clignoter. Dès qu'on donne quittance par le bouton du tableau de commande prévu à cet effet, la lumière clignotante de l'image du réseau se transforme en signal lumineux fixe ou s'éteint, selon la communication reçue, et la lampe-témoin s'éteint.

Pour avoir constamment une vue d'ensemble des centrales en service, on a placé des tableaux de signalisation à droite et à gauche du pupitre de surveillance: à gauche un tableau pour les génératrices des usines hydrauliques, à droite un tableau pour les génératrices des centrales thermiques, un tableau pour les chaudières et un autre pour les compensateurs de phase, les batteries de condensateurs et les selfs de compensation. Ces tableaux indiquent l'ingénier de service — cela se fera plus tard autant que possible de façon entièrement automatique, alors qu'actuellement la signalisation n'est que partiellement automatique — si la partie d'installation considérée est en service (blanc), si elle n'est pas prête à être mise en service (rouge, pour les chaudières vert), ou enfin si elle est prête à fonctionner, mais n'est pas encore en service (signal lumineux éteint).

En ce qui concerne l'exploitation du réseau à haute tension, il convient de remarquer que le réseau autrichien était jusqu'ici mis à la terre induc-



Fig. 4
Tableau de commande du pupitre de surveillance

tivement, même pour sa partie à 220 kV. Pour les lignes à 110 kV, le coût relativement élevé des bobines d'extinction se justifie au point de vue économique. Le réseau à 110 kV de la Société d'interconnexion, dont le courant de court-circuit à la terre atteint environ 1000 A, comprend actuellement des bobines d'extinction sur toute son étendue et continuera à être exploité de cette façon à l'avenir. L'accord de la compensation par le faible courant résiduel en phase qui subsiste dans le réseau à 110 kV a lieu à Ernsthofen. L'intensité de ce courant résiduel permet d'utiliser des relais wattmétriques directionnels de terre. Sur presque toutes les lignes dérivées des centrales et des stations de transformation on a monté de tels relais, qui ont pleinement rempli jusqu'à présent les fonctions qui leur sont confiées. Pour préciser la direction du courant de défaut à la terre on a installé des relais spéciaux. La protection contre les courts-circuits et les défauts à la terre doubles a lieu par relais de distance avec excitation différentielle, ce qui garantit une grande sûreté de décèlement des défauts dans les installations à haute tension. Des dispositifs pour la protection des barres collectrices sont déjà en service et vont être généralisés.

Pour pouvoir maintenir l'interconnexion avec la

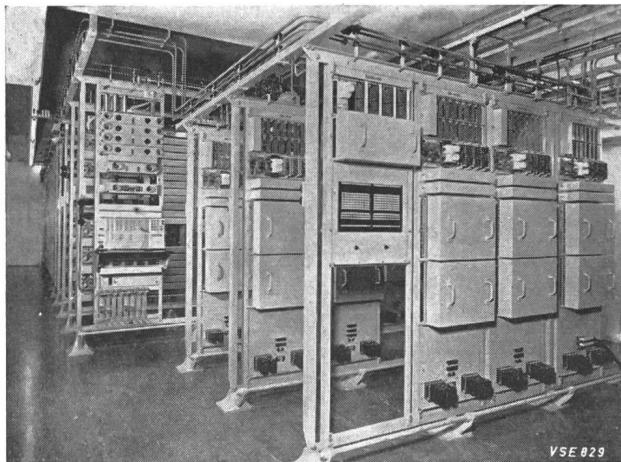


Fig. 5
L'équipement de télésignification

République fédérale allemande lorsque le neutre de son réseau eut été mis directement à la terre, il a fallu également mettre le neutre du réseau autrichien à 220 kV directement à la terre, bien qu'il serait facile de réaliser l'extinction de son courant de défaut à la terre, qui atteint seulement 300 A. Depuis fin septembre 1957, le réseau autrichien est exploité avec mise à la terre directe du neutre. Les mesures nécessaires par cette opération ont consisté à renforcer les installations de mise à la terre, à équiper le réseau à 220 kV de disjoncteurs de puissance avec réenclenchement automatique, et à adapter les relais supplémentaires aux nouvelles conditions de l'exploitation.

L'équipement téléphonique

Le répartiteur de charges possède en propre des lignes téléphoniques qui le relient aux centrales, stations de transformation et de couplage indépendamment du réseau des PTT, ce qui lui permet d'établir à n'importe quelle heure du jour ou de la nuit et sans délai les communications voulues. Il peut en tout temps intervenir dans une communication en cours. Le réseau téléphonique du répartiteur de charges peut être aussi couplé avec les réseaux des entreprises électriques avec lesquelles le réseau d'interconnexion travaille en parallèle, soit principalement avec ceux des sociétés régionales.

Le réseau téléphonique comprend des canaux à fréquence porteuse le long des lignes à haute tension, ainsi que des lacets téléphoniques à basse fréquence loués à l'administration des postes. Le couplage des premiers aux lignes à haute tension se fait par condensateurs et filtres de couplage.

Deux pupitres de commande identiques, desservis par les deux ingénieurs de service, permettent de voir à chaque instant quels postes sont en communication. Ils permettent également d'établir des communications et d'organiser des conférences entre plusieurs interlocuteurs, grâce à un appareillage ad hoc.

L'équipement de télémesure

La direction centrale du réseau interconnecté implique que l'ingénieur responsable soit à même de s'informer n'importe quand des génératrices en service et de leur charge, de la charge des lignes de transport, des puissances échangées avec l'étranger, des valeurs de la tension et de la fréquence. Ces indications sont transmises au répartiteur de charges par impulsions à variation de fréquence. Diverses considérations ont conduit au choix de ce système. Avant tout, il est applicable à tous les canaux disponibles, tels que lignes téléphoniques aériennes ou en câbles, canaux télégraphiques à courant alternatif, transmission à fréquence porteuse à plusieurs canaux le long des lignes à haute tension, etc. Pour recueillir les valeurs à mesurer, on se sert de générateurs rotatifs à collecteur mécanique ou de générateurs inductifs d'impulsions et pour la sommation des impulsions de plusieurs valeurs mesurées au départ, de relais de réception multiple, d'amplificateurs et de générateurs d'impulsions. Pour des

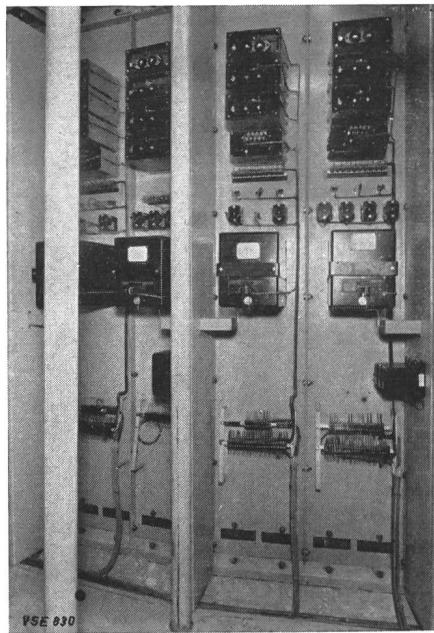


Fig. 6

Câblage des tableaux de mesure dans la salle de commande

valeurs importantes et notamment pour des transmissions permanentes, on a recours à des générateurs à compensation. Selon l'importance de la grandeur mesurée, les systèmes de mesure sont montés sur une seule phase, sur les trois phases ou en schéma d'Aron.

Le maintien de la fréquence dans le réseau d'interconnexion autrichien

L'usine à accumulation de Kaprun est prédestinée pour remplir la tâche qui consiste à maintenir la fréquence prescrite dans le réseau interconnecté autrichien et à garantir la valeur requise au point de passage dans le réseau interconnecté allemand. Comme on sait, les usines à accumulation sont mieux aptes que les usines au fil de l'eau à régler la fréquence et la puissance, parce qu'elles satisfont à la condition d'utiliser la capacité de l'usine d'une façon optimum au point de vue économique.

Le dispositif de réglage de la fréquence installé à Kaprun agit par l'intermédiaire du moteur régulateur du nombre de tours de deux génératrices. Cette influence s'exerce par deux relais wattmétriques; les bobines de courant de ces relais sont alimentées par une tension alternative constante; les bobines de tension sont connectées à un circuit oscillant accordé sur 50 Hz. Celui-ci est conçu de telle sorte que pour une fréquence de 50 Hz la ten-

sion de résonance est vectoriellement perpendiculaire à la tension alimentant la bobine de courant. Si la fréquence s'écarte de 50 Hz, les relais provoquent des déviations positives ou négatives. La sensibilité de l'un des relais pour le réglage fin de la fréquence est de $\pm 0,025$ Hz, celle du second relais pour le réglage grossier de $\pm 0,075$ Hz.

Des horloges de contrôle surveillent la fréquence par rapport à l'heure exacte. Leur mécanisme de synchronisation et leur rouage astronomique indiquent, par l'intermédiaire d'un dispositif différentiel, les écarts par rapport au temps astronomique.

Le synchronisme des deux génératrices commandées est imposé par un dispositif additionnel, qui compare wattmétriquement leurs puissances.

Un autre dispositif additionnel impose le maintien d'une puissance déterminée au point de livraison lors de la marche en parallèle des réseaux autrichien et allemand.

Actuellement, c'est par la station de transformation de St. Peter que se fait le transit d'énergie avec la République fédérale allemande. La valeur de la puissance exportée, transmise par télémesure, aboutit, par l'intermédiaire d'un dispositif récepteur, à deux relais de réglage d'une sensibilité d'env. ± 2 MW et ± 6 MW. Ces relais agissent sur le générateur d'impulsions du régulateur de fréquence. En cas de mise en service du réglage de l'énergie exportée, c'est le réseau allemand qui impose la fréquence et le réseau autrichien qui maintient la puissance convenue. La puissance transmise peut être fixée dans les limites 120-0-240 MW. Ces limites elles-mêmes peuvent être changées à 60-0-120 et 180-0-360 MW.

Un dernier dispositif additionnel permet de rendre le réglage de la puissance fournie à l'exportation dépendant de la fréquence. Il donne une caractéristique de réglage brisée, de sorte que l'impulsion de fréquence n'intervient qu'au-dessous ou au-dessus d'une valeur déterminée de la variation de la fréquence.

La marche en parallèle du réseau interconnecté autrichien avec les réseaux des Etats limitrophes soulève des problèmes de maintien et de réglage de la fréquence commune et de la puissance exportée. Ces problèmes sont étudiés en commun, ainsi que ceux mentionnés déjà par ailleurs dans cet article, en s'aidant du modèle de réseau de la Société d'interconnexion.

F. : Bq.

Adresse de l'auteur:

Dr. E. Königshofer, Österreichische Elektrizitäts-Aktiengesellschaft (Verbundgesellschaft), Am Hof 6, Wien I.

Documentation

«Barrages»

Il est des articles qu'on se met à lire résolument et qu'on abandonne, déçu, au deuxième paragraphe. Il est des livres qu'on feuillette au hasard, distrait, et qui soudain vous prennent aux entrailles et ne vous lâchent plus. André Guex vient d'écrire un livre richement illustré, intitulé «*Barrages*» (Editions Rencontre, Lausanne), qu'on lira d'un trait

jusqu'au bout et que nous n'hésitons pas à vous présenter comme un cadeau tout indiqué pour les fêtes de fin d'année.

Barrages, pensez-vous, c'est l'histoire des mètres cubes qu'on entasse au fond d'une vallée, celle des capitaux qu'on coule au rythme des bennes de béton, ou quelque traité farci de données techniques. Vous vous trompez. Il est, sur les chantiers valaisans, quelque chose de plus grand, de plus passionnant encore que le millionième mètre cube, que le taux des



Fig. 1

Le nouveau barrage de la Grande Dixence en construction

dividendes versés, ou qu'une formule de parabole; c'est l'homme tout simplement, l'homme aux prises chaque jour avec les éléments qui le briment, l'eau, l'avalanche, le roc; l'homme avec ses soucis, ses passions, sa part à lui de responsabilité et de bonheur dans cette épopee que le Valais est en train de vivre.

On l'a dit, depuis les pyramides d'Egypte et la grande muraille de Chine, jamais le génie humain ne s'est attaqué à une œuvre aussi gigantesque. Le sujet était tentant. André Guex ne s'y est pas laissé prendre, et parce qu'il a voulu fuir toute poésie pour aller à l'essentiel, voilà que la vraie poésie se détache elle-même de son œuvre et vous saisit, poésie imprégnée d'humanisme, celui de «Terre des hommes» d'Antoine de St-Exupéry, auquel Barrages fait souvent penser.

Cette vie de l'homme sur les hauts chantiers, André Guex la connaît. Il l'a partagée des années durant, au Mauvoisin, à la Dixence, à la Gougra. Il peut donner un nom à ces «durs» de la mine, ceux que les chefs d'équipe ont peine à retenir quand a sonné le tonnerre des «volées» et qui se précipitent avant que les blocs aient fini de crouler, enivrés qu'ils sont «par cette odeur acré de gaz et de pierre brûlée». Ce qui l'intéresse le plus, ce ne sont pas ces 32 tonnes d'explosifs sautant ensemble au matin du 6 avril 1954, entraînant avec eux 100 000 m³ de roche (le plus grand coup de mine de l'histoire des barrages), mais le manœuvre obscur, cassé en deux sur son racloir, celui à qui personne ne pense et sans qui pourtant le barrage ne s'élèverait plus.

Il se rit des jérémiaades des naïfs qui pleurent un paysage qu'on égratigne. «Si c'était des castors qui creusaient la roche et barraient la route aux eaux libres, tous les amis de la nature admireraient. Mais ce sont des hommes! Alors on crie au sacrilège». Pourtant, Dieu sait si l'auteur l'aime, ce cadre où son aventure se joue. Il a connu «comme une faim le besoin de sentir l'odeur de la résine, de gratter du doigt les lichens noirs et rugueux des granits». Cette roche elle-même, qui tue bien souvent et qui pourtant fait vivre, ne vaut-elle pas qu'on l'aime? Ecoutez-le plutôt: «Avant de quitter la mine, après la dernière volée du matin, fouillant sous les blocs écroulés, j'ai ramassé une pierre dans la nuit. Elle est petite, c'est un

grès vert avec des reflets brillants. Je l'ai tenue dans ma main fermée et, revenu au jour, je lui ai montré le soleil. Les hommes devraient donner une pierre comme celle-là à la femme qu'ils aiment.»

L'homme, on le suit partout, dans son travail, ses pensées, ses soucis. Quel sens a pour lui cette vie, ce combat qu'il finit par gagner, car l'eau devient lumière. Cette chaleur qu'on va se disputer aux quatre coins du pays, c'est lui, petit manœuvre qui la donne. Son travail sera-t-il une prière et les vastes galeries lui rappeleront-elles «les voûtes des vieilles cathédrales»? Qu'en sera-t-il demain de ce travail qui l'enrichit? Que fera-t-il quand il n'y aura plus de barrage à construire, car le barrage, comme la pyramide, un jour sera achevé? Cet argent même, que beaucoup lui envient, contribue-t-il à son bonheur?

Que devient son âme surtout dans le vacarme des compresseurs? sa pensée, son silence intérieur, au sifflement des forêts? Barrages, sera-ce pour lui seulement le montant écrit au bas de la «buste» de sa quinzaine, ou comprendra-t-il là et sa grandeur et sa faiblesse?

Cette œuvre calculée par son front, pétroie de ses doigts, l'homme la verra-t-il à travers ses illusions d'insecte ou aux dimensions de la planète, à la mesure du monde qu'il habite, à la mesure du temps qui «pansera bien vite ces égratignures» comme la mer reprend «les châteaux de sable des enfants sur la plage?»

Ces machines qui le narguent à l'ouvrage feront-elles un jour de lui leur esclave? Que devient son cerveau, son cœur, au contact de «ces robots titaniques mâchant le granit et le gneiss?» Sa destinée enfin, que les barrages ont marqué, sortira-t-elle indemne de tout cela?

Autant de questions auxquelles André Guex apporte une réponse parfois angoissante, mais toujours juste et humaine.

Non, l'homme n'a rien à envier à la machine. Elle sera son esclave pour autant qu'il se souvienne que *science sans conscience n'est que ruine de l'âme.*

F. G.

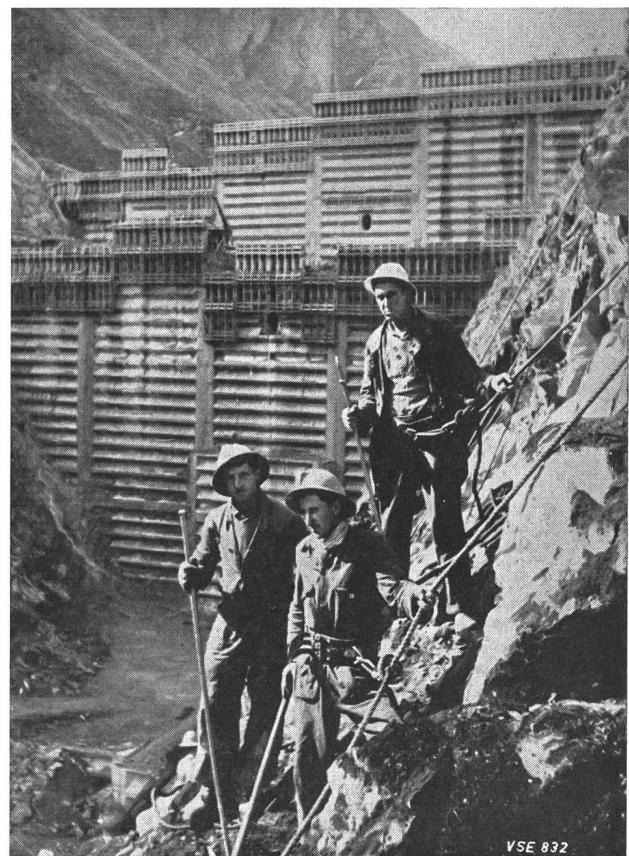


Fig. 2
Trois «durs» au «boulot» sur une paroi rocheuse

Extraits des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons)

On peut s'abonner à des tirages à part de cette page

	Elektrizitätswerk der Stadt Zürich Zürich		Gemeindewerke Uster Uster		Städtische Werke Zofingen Zofingen		Elektrizitäts- versorgung Olten Olten	
	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1956	1955	1956	1955
1. Production d'énergie . kWh	1 017 130 000 ⁷⁾	953 010 000 ⁷⁾						
2. Achat d'énergie . . . kWh	109 180 000	128 900 000	23 476 608	22 088 429	29 133 138	28 521 000	63 131 000	58 431 000
3. Energie distribuée . . . kWh	1 126 310 000	1 081 910 000	22 684 214	21 296 242	29 133 138	28 521 000	60 911 000	55 674 000
4. Par rapp. à l'ex. préc. %	+ 4,1	+ 8,3	+ 6,52	+ 5,6	+ 2,1	+ 6,1	+ 9,4	+ 11,0
5. Dont énergie à prix de déchet kWh	—	—	1 534 850	2 686 550	—	—	663 000	1 054 000
11. Charge maximum . . . kW	193 700	188 700	5 320	5 033	5 957	5 480	11 620	10 820
12. Puissance installée totale kW	—	—	39 847	34 883	—	—	78 800	75 000
13. Lampes { nombre kW	—	—	59 895	58 319	50 246	49 810	129 300	124 000
14. Cuisinières { nombre kW	63 640	60 810	1 421	1 280	1 282	1 232	3 430	3 235
15. Chauffe-eau { nombre kW	428 755	408 242	8 935	8 168	8 820	8 198	20 000	18 650
16. Moteurs industriels . . . { nombre kW	78 430	75 620	1 881	1 692	2 168	2 101	4 350	4 095
17. Portefeuille et participat. . .	152 065	145 419	2 956	2 629	2 905	2 826	10 000	9 210
21. Nombre d'abonnements . . .	81 830	77 930	2 890	2 832	6 152	5 962	10 500	9 900
22. Recette moyenne par kWh cts.	108 280	105 700	9 012	8 868	7 075	6 818	33 900	32 400
 <i>Du bilan:</i>								
31. Capital social fr.	—	—	—	—	—	—	—	—
32. Emprunts à terme	—	—	—	—	—	—	—	—
33. Fortune coopérative . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
35. Valeur comptable des inst. .	213 084 633	185 485 965	1 496 281	995 002	550 000	490 000	1 110 007	1 150 007
36. Portefeuille et participat. .	29 840 000	26 600 000	—	—	—	—	—	—
37. Fonds de renouvellement .	—	—	281 000	239 000	—	—	1 158 025	1 054 537
 <i>Du compte profits et pertes:</i>								
41. Recettes d'exploitation . fr.	63 941 598	63 582 309	1 529 718	1 403 940	1 603 000	1 588 200	3 860 149	3 439 963
42. Revue du portefeuille et des participations	1 542 455	999 556	—	—	—	—	—	—
43. Autres recettes	6 727 580 ²⁾	6 321 640 ²⁾	—	—	—	—	2 790	2 924
44. Intérêts débiteurs	9 826 725	8 968 432	26 945	—	—	—	22 678	25 495
45. Charges fiscales	2 291 754 ³⁾	2 214 648 ³⁾	—	—	—	—	596	596
46. Frais d'administration . .	5 798 381 ⁴⁾	5 670 132 ⁴⁾	120 915	119 339	190 000	182 000	433 521	410 944
47. Frais d'exploitation . .	16 288 389 ²⁾	14 009 719 ²⁾	158 499	163 704	136 000	128 500	—	—
48. Achat d'énergie	12 276 029 ⁵⁾	12 252 904 ⁵⁾	890 997	800 308	1 009 000	947 000	1 763 842	1 612 651
49. Amortissements et réserves . .	10 478 184	12 155 151	160 000	186 801	164 500	220 900	599 947	558 812
50. Dividende	—	—	—	—	—	—	—	—
51. En %	4,5	4,5	—	—	—	—	—	—
52. Versements aux caisses publiques	15 252 172	15 632 519	50 000	50 000	49 500	49 500	368 529	363 749
 <i>Investissements et amortissements:</i>								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice fr.	362 618 080 ⁶⁾	332 900 770 ⁶⁾	4 322 913	3 661 634	3 639 900	3 415 500	—	—
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice	149 533 447 ⁶⁾	147 414 805 ⁶⁾	2 826 632	2 666 632	3 089 900	2 925 500	—	—
63. Valeur comptable	213 084 633 ⁶⁾	185 485 965 ⁶⁾	1 496 281	995 002	550 000	490 000	1 110 007	1 150 007
64. Soit en % des investissements	58,76 ⁶⁾	55,72 ⁶⁾	34,61	27,17	15,1	14,3	—	—

¹⁾ Réduction par rapport à 1955 à la suite de l'introduction du tarif domestique à compteur unique.

²⁾ Y compris le département «Installation».

³⁾ Y compris les droits de concession.

⁴⁾ Administration et direction de l'exploitation à Zurich, service des abonnements et comptabilité.

⁵⁾ Y compris la participation aux frais d'exploitation des entreprises auxquelles participe l'EWZ.

⁶⁾ Sans les participations.

⁷⁾ Y compris la part de production des entreprises auxquelles participe l'EWZ.