Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 47 (1956)
Heft: 23 [i.e. 24]

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: 23.08.2025

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

Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

La vente au coût marginal

658.8.03

par *M. Boiteux*, Paris

Sans entrer dans les détails de la théorie marginaliste, l'auteur en fait ressortir quelques principes à l'aide d'exemples tirés de l'industrie électrique. Il pose les trois questions: pourquoi vendre au prix de revient ou, plus précisément, au coût marginal; de quel coût marginal s'agit-il?

L'application de la théorie marginaliste à la tarification de l'énergie électrique exige quelques précautions. Il s'avère cependant qu'elle conduit à une tarification qui s'apparente dans une large mesure aux tarifs traditionnels.

Ohne auf die Grenzkostentheorie als solche näher einzugehen erläutert der Verfasser einige Grundzüge davon anhand von Beispielen aus der Elektrizitätswirtschaft. Es sind dies die drei Hauptfragen: Warum zu Selbstkosten verkaufen; warum, präziser gesagt, zu Grenzkosten; um welche Grenzkosten handelt es sich?

Die Anwendung der Grenzkostentheorie auf die Tarifierung der elektrischen Energie verlangt einige Vorsicht. Es zeigt sich aber, dass sie zu Tarifen führt, die den heute gebräuchlichen sehr ähnlich sind.

Introduction

La «*vente au coût marginal*» a fait l'objet, au cours des dernières années, de nombreux échanges de vue, notamment lors des réunions du *Comité d'études de la tarification de l'UNIPEDE.* Cette année encore, l'*Institut d'économie énergétique de l'Université de Cologne* y a consacré une partie des séances de son huitième congrès.

Poursuivant des travaux entrepris depuis déjà quelques années, les auteurs des rapports présentés ont abordé des questions qui pénètrent assez avant dans la technique marginaliste, sans s'appesantir à nouveau sur les bases même de la théorie. Il semble que certains malentendus aient pu naître, de ce fait, dans la pensée de ceux à qui les fondements du marginalisme n'étaient pas familiers. C'est pourquoi, quitte à simplifier à l'extrême, nous voudrions ici revenir aux principes: sous sa forme la plus simple et la plus générale, la vente au coût marginal repose sur quelques idées de bon sens qui ne devraient pas prêter à confusion.

Pourquoi vendre au prix de revient? Pourquoi, plus précisément, au prix de revient marginal? De quel coût marginal s'agit-il? Tels sont les trois thèmes que nous voudrions développer dans ce bref article.

Pourquoi vendre au prix de revient?

Précisons tout d'abord que ce n'est pas à l'existence d'une *marge bénéficiaire* que nous voulons faire allusion en évoquant la vente au prix de revient. Pourvu qu'elle reste raisonnable — et nul ne songerait à soutenir que les marges bénéficiaires se doivent d'être déraisonnables — la marge bénéficiaire correspond à la rémunération des capitaux engagés dans l'affaire, et à la rétribution de ses dirigeants; à ce titre elle constitue un élément du prix de revient, au sens où nous l'entendons ici, tout comme les salaires — rémunération du personnel de l'entreprise — ou les charges financières — rémunération des obligataires et autres créanciers. Sans doute pourrait-on discuter de ce qu'est une rémunération «*normale*» du capital et des dirigeants de l'entreprise; mais on peut tout aussi bien discuter du niveau normal des salaires ou de celui du taux de l'intérêt; au surplus, tel n'est pas ici notre objet.

Admettant qu'on ait décidé de ce qu'est le prix de revient au sens large qu'on vient de définir, le problème posé est de savoir si l'on est fondé à vendre *au-dessous* du prix de revient à certains consommateurs, pour vendre *au-dessus* du prix de revient à d'autres, ou s'il importe de vendre *à tous au prix de revient.*

Gouverner c'est choisir, dit-on. Cet adage vaut aussi bien pour le chef d'entreprise que pour les conseils des gouvernements. La vie du chef d'entreprise est faite de choix quotidiens; parmi ceux-ci, les choix qui portent sur les éléments économiques de son activité sont orientés par les coûts: à service rendu égal, le chef d'entreprise choisit la solution la moins coûteuse.

Si les prix des fournitures dont il envisage l'emploi, notamment celui de l'électricité, sont égaux aux coûts de revient de leur production, la solution la moins coûteuse pour lui est également celle qui est la moins coûteuse pour la collectivité. Sinon la solution la moins coûteuse pour l'entreprise peut être une solution onéreuse pour le pays, de sorte que le chef d'entreprise sera conduit à adopter,

quel que puisse être son souci de l'intérêt national, une attitude néfaste à la collectivité.

Les exemples de tels faux choix ne manquent pas. La *concurrence rail–route* en fournit quelques illustrations saisissantes: traditionnellement fondée sur la valeur d'usage du transport, et non moins traditionnellement péréquée suivant les relations, la tarification des chemins de fer conduit, dans nombre de pays, à des prix trop élevés pour les transports de produits finis sur les relations à grand trafic. La conséquence en est que les transports routiers, plus avantageux pour le client, absorbent, le long de ces lignes, une part du trafic que le rail serait en mesure d'assurer à moindre frais. Dans le cadre de notre industrie, le chauffe-eau à accumulation est souvent supplanté par le chauffe-bain à gaz dans les villes où n'existe pas, pour l'énergie électrique, un tarif d'heures creuses adapté au coût particulièrement bas de l'énergie de nuit; nombre de consommateurs sont ainsi conduits à opter, sans le vouloir, pour la forme d'énergie la plus coûteuse.

L'objet de la vente au prix de revient n'est donc autre que d'orienter valablement les choix des usagers. Si l'énergie électrique est vendue au prix de revient, le consommateur prendra la décision qu'il aurait prise en se plaçant sur le plan national. Si elle est vendue trop bon marché à certains, et trop cher à d'autres, les premiers seront conduits à la gaspiller en la préférant à d'autres formes d'énergie, ou en négligeant les efforts qui permettraient d'améliorer le rendement de leur utilisation; tandis que les seconds en feront un usage trop parcimonieux, consacreront des efforts inutiles à l'économiser, ou lui préfèreront des formes d'énergie en réalité plus coûteuses.

Pourquoi vendre au prix de revient marginal?

Un gros industriel envisage d'équiper des fours électriques. Suivant qu'il donnera suite ou non à son projet, on devra ou non produire quelques millions de kWh supplémentaires. C'est le coût pour la collectivité de ces kWh supplémentaires qui est en cause, et non le coût moyen de production du kWh dans la région.

La chose est particulièrement nette en France actuellement. Du fait de la dévalorisation de la monnaie, qui a épongé une large part des charges financières des usines hydrauliques, le *coût moyen comptable* du kWh hydraulique aux bornes des usines est particulièrement faible — disons 2 fr. f. le kWh par exemple. Mais le coût du kWh produit par les usines nouvelles, qui supporte la totalité des charges financières du capital investi, est nettement plus élevé, par exemple 3.50 fr. f. le kWh.

Si l'énergie électrique est facturée, dans chaque région, au prix moyen comptable, notre industriel n'hésitera pas un instant. Quitte à supporter des frais plus élevés sur d'autres chapitres de dépenses, il viendra s'installer en zone hydraulique pour bénéficier de kWh à 2 fr. f. Moyennant quoi, le producteur devra équiper une nouvelle usine hydraulique dont la production lui coûtera, et coûtera au pays, 3.50 fr. f. par kWh.

A ce prix, peut-être notre industriel eût-il renoncé à ses projets; peut-être aurait-il choisi de s'installer dans une autre région où, pour des prix d'énergie électrique analogues, il eût bénéficié à d'autres égards de conditions de main-d'œuvre ou de transport plus favorables. En facturant l'énergie au prix moyen comptable au lieu de la faire payer au prix de la production des nouvelles usines, on l'a *incité à faire de faux choix.*

Sans doute cet exemple est-il particulièrement saisissant en raison de la différence importante des prix en cause. Mais le raisonnement reste valable dès lors qu'apparaît le moindre écart entre *prix moyen* et *prix de développement.* Toujours dans le cas d'usines hydrauliques, si l'épuisement progressif des sites utilisables conduit à équiper des usines de plus en plus coûteuses, c'est le coût de l'énergie produite par les usines «*marginales*» qu'il faut considérer, et non le prix moyen de la production de l'ensemble des usines en service. Car c'est toujours la prochaine usine qui est en cause.

Mais, objectera-t-on, le raisonnement vaut sans doute pour les nouveaux consommateurs, ou les accroissements de consommation des anciens abonnés; il justifie qu'on se réfère au coût des nouvelles usines pour les nouvelles consommations, mais n'interdit en rien de vendre au prix moyen comptable les fournitures antérieures. En fait, *toute consommation est toujours «nouvelle», car la décision d'y renoncer peut être prise à tout instant.* Les prix de l'énergie doivent être tels que le chef d'entreprise soit constamment mis en présence du coût que ferait supporter à la collectivité un accroissement de sa consommation; mais ils doivent également le renseigner sur l'économie que réaliserait la collectivité s'il diminuait sa consommation actuelle, soit en déplaçant ses usines, soit en modifiant sa fabrication, soit, plus souvent, en améliorant sa technique, et, notamment, le rendement de son utilisation. Or, *dans une industrie en expansion,* comme la nôtre, la diminution de la consommation d'un abonné permet de satisfaire l'accroissement de consommation d'un autre abonné dont la demande aurait exigé, sans cela, la construction d'une nouvelle usine: c'est encore le coût de la nouvelle usine qui intervient, et non le coût moyen des usines déjà en service.

Du strict point de vue de l'entreprise, on sait, d'autre part, tout l'intérêt que présente la vente au coût marginal. En consentant à vendre systématiquement une partie de l'énergie produite à un prix inférieur au coût marginal, l'entreprise s'engage sur la voie du déficit si la consommation des bénéficiaires de ces prix privilégiés vient à se développer. Et en vendant à d'autres au-dessus du coût marginal, l'entreprise décourage les consommations qui ne peuvent supporter un prix d'énergie trop élevé, et se prive ainsi de certains débouchés; d'autre part, elle se rend vulnérable à la concurrence des autres formes d'énergie, ou des centrales autonomes, ce qui n'est pas sans risque. Mais ces points ont déjà donné lieu à bien des développements.

De quel coût marginal s'agit-il?

La notion de coût marginal a été évoquée ci-dessus en opposant le coût du kWh produit par de nouvelles usines au coût moyen de la production de l'ensemble des usines en service. C'est là une vue sommaire des choses qu'il importe de préciser.

En toute rigueur, le coût marginal est *le coût de l'unité supplémentaire.* On songe aussitôt aux *frais proportionnels à la production* — toutes charges fixes exclues — et conclut que cette théorie est absurde, qui veut que les tarifs ne rémunèrent aucune charge fixe. Et comme les théoriciens du marginalisme ne cachent pas que, *dans certains cas,* la vente au coût marginal peut mettre l'entreprise en perte, on en vient à penser que le déficit est de l'ordre de grandeur du total des charges fixes de l'entreprise; à cette phase du raisonnement, les gens «de bons sens» se récusent, tandis que des «théoriciens» s'ingénient à échafauder des systèmes qui puissent permettre de récupérer au moins une part de cet énorme déficit.

On ne saurait trop insister sur le caractère erroné de cette interprétation simpliste du marginalisme. Si telle était l'essence de la théorie, il serait urgent de n'en plus parler et de vouer aux pires tortures de l'enfer ceux qui auraient osé en proposer l'application.

Qu'il suffise de rappeler qu'on démontre, dans le même corps de théorie, qu'en concurrence parfaite, la vente au coût marginal assure *la maximation du bénéfice et l'équilibre budgétaire de l'entreprise marginale.* Comment cela serait-il possible si le coût marginal s'identifiait au coût proportionnel?

Malheureusement, un certain niveau d'abstraction est nécessaire pour débrouiller l'écheveau des idées qui permet de faire le lien entre le coût marginal, coût de l'unité supplémentaire, et le coût marginal entendu — très sommairement — au sens du coût moyen de la production de l'usine supplémentaire. A défaut de pouvoir ici s'engager dans la voie des démonstrations, prenons quelques exemples.

Considérons une ligne de transport d'énergie électrique dont on admettra:

1. qu'elle transite une puissance constante toute l'année (ceci afin de pouvoir raisonner, sans équivoque, en kW),
2. que les dépenses nécessaires pour compenser les chutes de tension sont négligeables devant le coût des pertes.

Si la ligne est peu chargée, les pertes additionnelles qu'entraînerait le *transport d'un kW supplémentaire* (pendant toute l'année) sont faibles: le «coût marginal» du transport, égal aux pertes marginales, est alors très petit. Lorsque la charge envisagée croît, les pertes moyennes croissent, et a fortiori les pertes marginales. Pour des charges très élevées, les pertes moyennes sont importantes, *et les pertes marginales considérables:* le coût marginal du transport est alors très élevé.

Vendre le transport au coût marginal, c'est facturer *tous les kW* transportés à un prix égal au coût des pertes qu'entraîne le transport *du kW marginal.* Si la ligne est largement surdimensionnée, sa charge est faible, les pertes marginales sont peu élevées, et la vente du transport au coût marginal, tout en rentant plus que les pertes (puisque les pertes moyennes sont inférieures aux pertes marginales) ne suffit pas à renter les charges fixes de la ligne. Si, au contraire, la ligne est très sous-équipée, les pertes marginales sont considérables, le coût marginal du transport est très élevé, et la vente du transport au coût marginal assure des recettes largement supérieures au total du coût des pertes et des charges fixes.

Il apparaît ainsi — et c'est un résultat absolument général — que *la vente au coût marginal est déficitaire lorsque l'entreprise est suréquipée par rapport à la demande, mais qu'elle est bénéficiaire lorsque l'entreprise est très sous-équipée.*

Le résultat eût été tout différent si, faisant nous-mêmes la confusion que l'on fait trop souvent, nous avions admis que le coût marginal du transport était égal au *coût des pertes moyennes par kWh,* de sorte que la vente au coût marginal n'aurait jamais renté que les pertes, à l'exclusion de toute charge fixe.

Ce premier point étant établi, on notera que l'entreprise ne consentira pas éternellement à rester sous-équipée. Pour éluder le problème des discontinuités, admettons que l'entreprise dispose d'un grand nombre de lignes identiques, assurant le mêmes la confusion que l'on fait trop souvent, nous Si ces lignes sont «trop» chargées, on en construira une autre: les charges fixes de l'ensemble du système augmenteront de celles de la ligne supplémentaire, mais le coût total des pertes diminuera du fait que la charge de chaque ligne sera plus faible. Si le gain annuel réalisé en diminuant les pertes est supérieur à la dépense annuelle résultant de l'accroissement des charges fixes, les lignes étaient effectivement «trop» chargées et on a eu raison d'en construire une autre; on devra même en construire une deuxième si le bilan annuel de l'opération reste bénéficiaire, et une autre encore, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus rien à gagner.

Lorsque ce *niveau d'équipement optimum* sera réalisé, le coût marginal du transport sur l'une quelconque des lignes du réseau sera précisément égal au coût moyen du transport sur la dernière ligne réalisée; car ceci n'est qu'une autre manière de présenter l'égalité entre les charges fixes de la dernière ligne réalisée et la diminution des pertes résultant de sa réalisation.

C'est là un deuxième résultat de portée absolument générale: *lorsque l'équipement est optimum, la vente au coût marginal des services assurés par l'équipement marginal rente exactement les dépenses de cet équipement marginal; de sorte que la vente au coût marginal est équivalente à la vente au coût moyen de l'équipement marginal:* on retrouve la notion de coût de l'usine supplémentaire précédemment évoqué.

On notera d'ailleurs — mais ceci n'est plus un résultat absolument général, encore qu'il soit à peu près vérifié dans bien des cas — que toutes les lignes ayant été supposées identiques, l'équilibre budgétaire reconnu pour la dernière ligne implique l'équilibre budgétaire pour toutes les lignes, et par conséquent l'équilibre budgétaire pour l'ensemble de l'exploitation. D'où résulte, inversement, que c'est dans la mesure où le coût moyen de production de l'équipement marginal diffère du coût moyen de production des équipements non marginaux que la vente au coût marginal peut couvrir plus ou moins que le total des dépenses de l'entreprise.

Il nous faut maintenant établir un troisième point. Revenons au cas, plus réel, où

1. le transport est effectué par une seule ligne ou un petit nombre de lignes,
2. la charge à transporter croît d'année en année au fur et à mesure du développement de la demande.

   Nous continuerons cependant à admettre que
3. la charge à transporter est constante pendant l'année (et le coût des chutes de tension est négligeable).

L'entreprise ne peut adapter chaque année ses équipements à l'accroissement de la demande. Si cet accroissement est tel qu'il correspond *en huit ans* à la capacité d'une ligne, et si l'équipement est aujourd'hui optimum, c'est dans quatre ans environ qu'il faudra construire une nouvelle ligne. Pendant les quatre années qui viennent l'entreprise sera sous-équipée, et le coût marginal de transport sera de plus en plus élevé, puis pendant les quatre ans suivants l'entreprise sera suréquipée et le coût marginal, devenu brusquement très faible, croîtra progressivement jusqu'à atteindre dans huit ans son niveau normal correspondant à un équipement optimum.

Si les tarifs de transport doivent être *stables,* et l'on ne conçoit pas que des «tarifs» puissent ne pas l'être, il ne saurait être question de suivre la variation de la valeur réelle du coût marginal d'année en année: on devra adopter une *valeur moyenne,* laquelle correspond précisément à la valeur qu'aurait le coût marginal si les équipements pouvaient rester constamment adaptés.

D'où un troisième résultat, de portée générale également (dans une industrie en expansion): *les tarifs de vente au coût marginal doivent être établis en se référant à des installations qui resteraient constamment adaptées, quelles que puissent être, en fait, les phases successives de suréquipement ou de sous-équipement que traverse l'entreprise.*

Ceci n'exclut pas, bien entendu, que l'on puisse pratiquer des prix égaux au coût marginal effectif de l'année en cours, pour des transports *occasionnels;* mais il ne s'agit plus alors de «tarifs» sur la stabilité desquels la clientèle puisse compter.

Ce troisième point nous autorise à raisonner dans le cas d'un équipement optimum pour établir un quatrième et dernier point. Abandonnons l'hypothèse d'une charge constante toute l'année: la ligne transporte une *courbe de charge.*

Aux époques où la charge est faible, le coût marginal l'est aussi et le tarif doit être bon marché. Lorsque la charge est élevée, le tarif doit être cher. Si, à quelques variations aléatoires près, la courbe de charge transportée par la ligne a une forme à peu près connue — ce serait le cas d'une ligne desservant la consommation d'une ville — il est possible d'associer à chaque période de l'année et de la journée un coût marginal différent que l'on pourra traduire dans un tarif de vente différencié entre l'été et l'hiver, entre le jour et la nuit, etc. Et comme la ligne est supposée optimum, l'utilisation de ce tarif assurera encore l'équilibre budgétaire de l'entreprise de transport en vertu du raisonnement qu'on a fait pour établir le deuxième point.

D'ou un quatrième résultat de portée générale: *l'examen des courbes de charge permet, lorsque ces courbes ont une certaine stabilité, d'établir un tarif au coût marginal différencié suivant les heures et les saisons qui représente le coût de l'unité supplémentaire aux différentes époques de l'année.*

Ce qui vient d'être dit à propos des lignes de transport peut être retrouvé en étudiant l'un quelconque de nos outils de production. L'étude des installations «*inélastiques*» — c'est-à-dire celles dont la capacité est déterminée de façon rigide, à la différence d'une ligne de transport que l'on peut toujours charger plus que sa charge normale — présente des difficultés particulières qu'il ne nous est pas possible d'aborder ici [1]).

Mais notre objet était surtout de montrer, sur un exemple familier aux électriciens, les *principaux aspects de la tarification au coût marginal.*

Conclusion

Sans doute bien des objections sont-elles nées dans l'esprit du lecteur, à l'examen de cette trop brève esquisse de la théorie marginaliste. Nous voudrions tout au moins avoir dégagé quelques points autour desquels puissent s'engager sans équivoque des discussions fructueuses.

Quant aux principes, la théorie nous paraît reposer sur quelques idées que le bon sens ne saurait répudier: vendre au prix de revient, et, plus précisément, au prix de revient marginal, de telle manière que les choix effectués par les usagers entre les diverses formes d'énergie et les divers modes d'utilisation soient orientés en fonction du coût de la fourniture pour la collectivité.

Dans l'application, la théorie exige quelques précautions: ne pas confondre coût marginal et coût proportionnel; raisonner sur des équipements adaptés; interpréter avec prudence le cas des installations «inélastiques».

[1]) Voir Revue Générale de l'Electricité, août 1949, p. 321: «La tarification des demandes en pointe: application de la théorie de la vente au coût marginal.»

Moyennant quoi, la vente au coût marginal n'a rien de paradoxal, ni de monstrueux. Elle conduit d'ailleurs à une tarification qui s'apparente dans une large mesure aux *tarifs traditionnels*. De sorte qu'il s'agit *beaucoup plus d'une prise de conscience que d'un bouleversement des idées.*

Comme toute prise de conscience, celle-ci donne plus de rigueur à la pensée, assoit mieux des principes que l'intuition sentait confusément, suggère des améliorations. A cet égard, l'apport du marginalisme est de première importance. Mais son intervention dans la tarification de l'énergie électrique n'a rien de révolutionnaire.

Adresse de l'auteur:
M. Boiteux, directeur adjoint à la direction générale de l'Electricité de France.

Un dérangement «superflu»

Par *F. Schär*, Olten

Nous sommes habitués aujourd'hui à ce que lors de dérangements dans les réseaux à haute tension seuls les tronçons de ligne directement affectés soient automatiquement déconnectés; nous sommes d'autant plus surpris lorsque survient un dérangement où tel n'est pas le cas. L'auteur décrit ici l'un d'eux et en tire des conclusions utiles pour l'exploitant.

Wir sind es gewohnt, dass heutzutage bei einer Störung in Hochspannungsnetzen nur die kranken oder unmittelbar betroffenen Teilstrecken automatisch abgeschaltet werden. Um so mehr fällt es daher auf, wenn dies einmal nicht zutrifft. Nachstehend wird von einem solchen Fall berichtet, der auch einen nützlichen Hinweis für den Betrieb gibt.

Origine du dérangement

La fig. 1 représente le *schéma de principe* de la partie de réseau affectée par le dérangement. Celui-ci débuta par un défaut à un câble à 16 kV dans le poste de couplage «*Industrie-Quartier*» du *Service de l'électricité de la ville d'Olten;* le disjoncteur du départ en question ayant également été touché par le défaut, le disjoncteur de la ligne alimentant le poste de couplage déclencha également à la sous-station de *Rankwage,* comme il était normal. Etant donné que dans cette sous-station tous les branchements sont équipés d'un dispositif de *réenclenchement automatique lent,* le branchement affecté par le défaut fut réenclenché automatiquement au bout de 3 minutes. Puisque le défaut n'avait pas disparu, le disjoncteur en question à Rankwage déclencha à nouveau automatiqement comme il se devait au bout de l'intervalle de 1 seconde fixé par le relais; toutefois, le disjoncteur de la ligne *1* à l'usine de *Goesgen* déclencha également, interrompant les phases *R* et *T* de cette ligne, et ceci dans le temps de 0,1 s; la ligne resta donc tout d'abord interrompue. Au bout d'un nouvel intervalle de 3 minutes, le branchement défectueux était réenclenché pour la deuxième fois automatiquement à Rankwage, puis de nouveau interrompu comme il se devait. Cette fois-ci, ce fut au tour du disjoncteur de la ligne *2* à l'usine de Goesgen de déclencher: la barre collectrice à 16 kV de la sous-station de Rankwage était ainsi mise hors tension, d'où une interruption des fournitures aux consommateurs qui y sont raccordés, y compris une partie de la ville d'Olten.

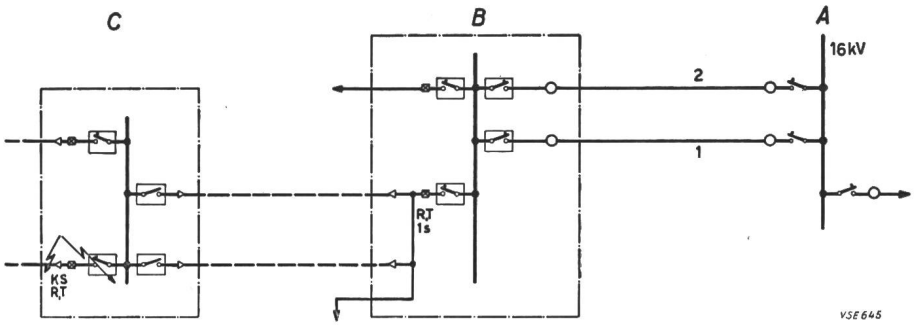


Fig. 1
Schéma de principe de la partie de réseau affectée par le dérangement
○ relais de distance
⊠ relais primaires à maximum de courant
KS R,T court-circuit entre les phases R et T
A usine génératrice de Goesgen
B sous-station de Rankwage
C poste de couplage «Industrie-Quartier» de la ville d'Olten

Discussion du comportement des relais

Si l'on considère le schéma de principe de la fig. 1, on reconnaît aussitôt qu'à la sous-station de Rankwage le relais s'est comporté correctement. Par contre, il semble tout d'abord incompréhensible que les *relais de distance* de Goesgen — ce sont des relais du type LG de *Brown, Boveri* — aient fonctionné. Comme une expérience de nombreuses années nous a appris que ces relais ne déclenchent pas sans raison, nous avons inspecté la ligne Goesgen—Rankwage. Deux contrôles successifs n'ayant rien donné, ce n'est que lors du troisième que nous pûmes découvrir — grâce à un éclairage favorable et une observation depuis la tour de l'usine de Goesgen — l'emplacement du court-circuit, reconnaissable aux traces fraîches laissées par l'arc. Comme nous pûmes d'ailleurs le vérifier, une lueur d'arc avait en effet été observée à cet endroit à l'heure indiquée. Il est vrai que des traces d'arc ne furent découvertes qu'à une seule ligne, mais on peut admettre que le court-circuit sur l'autre ligne s'explique de la même façon. Les constatations faites lors de ce dérangement confirment qu'en cas de déclenchement par disjoncteurs pneumatiques commandés par des relais de

distance fonctionnant sur leur premier échelon de temporisation, l'endroit du défaut ne peut être trouvé que très difficilement, ceci par suite du peu d'importance des traces d'arc.

Dans notre cas, il restait à éclaircir pour quelle raison un défaut était survenu sur la ligne d'alimentation Goesgen—Rankwage à la suite de l'avarie

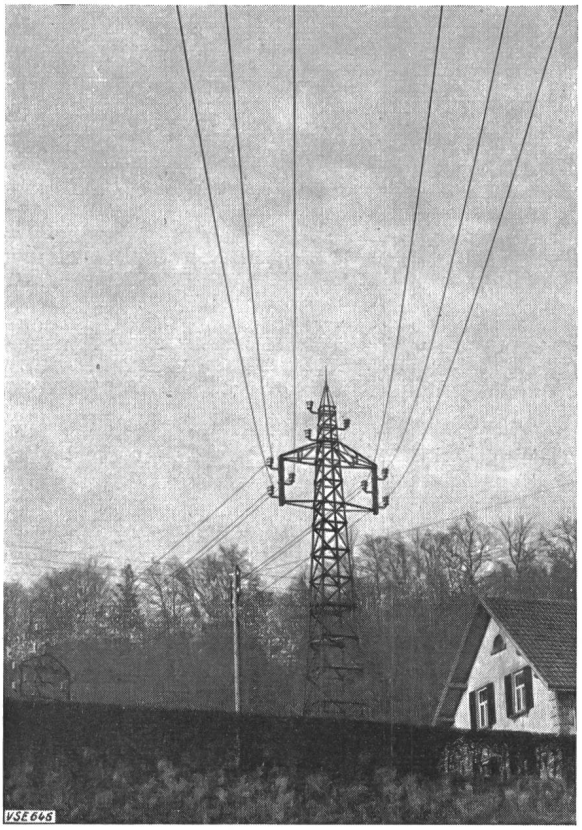


Fig. 2
Le premier pylône de la ligne à 16 kV de Goesgen à Rankwage

à un branchement du poste de couplage de la ville d'Olten. Les distances entre les conducteurs sont telles qu'il est impossible qu'un arc s'amorce au milieu d'une portée: les trois conducteurs sont au départ de l'usine disposés en nappe horizontale et distants entre eux de 1 m. La fig. 2 montre quelle est la disposition des isolateurs du premier pylône; la distance entre les conducteurs y est aussi de 1 m environ. Si l'on calcule le courant de court-circuit qui apparaît aujourd'hui sur cette ligne en cas de défaut, on s'aperçoit que les *forces de court-circuit* ont parfaitement été capables, durant la seconde correspondant au temps de déclenchement du branchement défectueux, d'écarter les deux conducteurs assez violemment pour qu'en revenant en place lors du déclenchement ils se rapprochent jusqu'à une distance permettant l'amorçage d'un arc de court-circuit. Ces forces de court-circuit s'expriment par la formule:

$$P = 2{,}04\, I^2 \frac{l}{a} \cdot 10^{-8} = 2{,}04 \cdot 9200^2 \cdot \frac{100}{100} \cdot 10^{-8}$$
$$= 1{,}72 \text{ kg/m}$$

où P est la force en kg par mètre de conducteur, I l'intensité du courant de court-circuit en A (ici 9200 A), l la longueur de la portée et a la distance entre les conducteurs en cm; la portée est ici de 73 m. Le défaut a certainement été favorisé par le fait que la tension de pose est pour la portée en question, à cause de sa grande longueur, un peu plus faible qu'ailleurs et que les conducteurs y passent de la disposition en nappe horizontale à celle en triangle; mais la cause principale n'en reste pas moins la *forte augmentation des puissances de court-circuit durant ces dernières années.* Afin d'éviter le retour de tels défauts, nous avons bien entendu aussitôt augmenté les distances entre les conducteurs ainsi que la tension de pose pour cette portée.

Conclusion

Par suite de la forte augmentation des puissances de court-circuit durant ces dernières années, il peut arriver que les forces de court-circuit provoquent des défauts secondaires là où on admettait jusqu'ici que la sécurité était suffisante: une disjonction automatique par des relais modernes correctement montés et ajustés se justifie alors, bien qu'elle paraisse tout d'abord incompréhensible. En déterminant exactement les causes d'un dérangement comme celui que nous venons de décrire, on peut fournir de précieuses indications à l'exploitant désireux d'augmenter la sécurité de ses installations.

Adresse de l'auteur:
F. Schär, techn. électr., Aar et Tessin S. A. d'Electricité, Olten.

Questions d'exploitation des réseaux et d'organisation de l'exploitation

Remarque concernant le compte rendu de l'Assemblée de discussion de l'UCS du 14 juin 1956 à Zurich et du 21 juin 1956 à Lausanne

[Bull. ASE t. 47(1956), n^{os} 16, 17, 18, 20 et 21]

Dans la 4^{e} partie du compte rendu de l'Assemblée de discussion de l'UCS sur les questions d'exploitation des réseaux et d'organisation de l'exploitation on lit ce qui suit [1]):

> «On s'est entretenu récemment dans différentes commissions du *danger d'incendie provenant des potelets de raccordement d'immeubles*, et des moyens capables de le supprimer. Il semble qu'on ne soit pas encore en mesure aujourd'hui de proposer des constructions et des matériaux offrant toute garantie pour un temps illimité. C'est pourquoi on s'est demandé s'il ne conviendrait pas de soumettre les potelets, tout comme les installations intérieures, à un contrôle périodique, au moins tous les 20 ans.»

Nous voudrions faire remarquer à ce propos qu'un modèle de potelet offrant toute garantie existe sur le marché. Les *Forces Motrices Bernoises S. A. (FMB)*, à Berne, ont — après des essais approfondis qui ont duré plusieurs années et se sont

[1]) Bull. ASE t. 47(1956), n° 20, p. 929.

effectués en collaboration avec l'Etablissement d'assurances contre l'incendie du Canton de Berne — présenté en 1953 à l'Inspectorat fédéral des installations à courant fort et aux Institutions de contrôle de l'ASE un nouveau type de potelet accompagné de tout le matériel nécessaire. Ce potelet de branchement d'immeuble a été essayé par la Commission pour l'étude des questions relatives à la haute tension (FKH). Les résultats de ces essais ont été consignés dans un rapport détaillé daté du 10 octobre 1953 et adressé à l'Union suisse des établissements cantonaux d'assurances contre l'incendie. Les études de la FKH concernaient l'ensemble du problème «Arcs à courant alternatif dans les réseaux à basse tension résultant de décharges disruptives» et plus spécialement des «Essais à des potelets de branchement d'immeubles». C'est en vue de ces essais que les FMB livrèrent leur nouveau type de potelet et le matériel correspondant.

De l'avis de la FKH, il n'est pas possible, pour des raisons d'économie, de faire en sorte que dans les potelets les conducteurs soient isolés suffisamment contre toutes les surtensions qui peuvent apparaître à cet endroit. Les potelets doivent donc, si l'on veut qu'ils présentent une sécurité durable en service, être conçus de telle sorte qu'en cas de rupture diélectrique entre les conducteurs à l'intérieur du potelet ou entre un conducteur et le potelet lui-même, l'arc qui apparaît s'éteigne immédiatement. C'est pourquoi la FKH avait recommandé *d'ajouter entre les conducteurs ainsi qu'entre les conducteurs et la surface intérieure du potelet une matière isolante, résistant à l'humidité et à la chaleur.*

La principale nouveauté du matériel proposé par les FMB consiste dans l'emploi d'un tube à plusieurs canaux en Polyvenilchloride (PVC) dur (tube «MK Isodur» des «Schweizerische Isolawerke» de Breitenbach). Ce tube a un diamètre de 37 mm et comprend quatre canaux, grâce auxquels des conducteurs d'une section allant jusqu'à 35 mm² peuvent être posés dans le potelet en étant complètement séparés l'un de l'autre et isolés d'excellente façon. Cette disposition élimine les dangers que représente pour les conducteurs l'eau de condensation; comme, d'autre part, les conducteurs sont libres dans les canaux, il est facile de les changer le jour où une augmentation de la section deviendrait nécessaire. La jonction entre les tronçons de tubes à l'intérieur du potelet constituait sans aucun doute le point faible de cette construction; la difficulté fut résolue grâce à l'emploi de joints serrants. Ce modèle de potelet remplit entièrement les exigences présentées par la FKH.

Le procès-verbal des essais effectués par la FKH établit que:

> «Le nouveau modèle de potelet des FMB répond aux conditions posées — selon lesquelles une décharge disruptive ne doit pas être suivie d'un arc de longue durée — pour autant que les interstices entre les tronçons de tube à plusieurs canaux ne dépassent pas 1,5 mm.»

Grâce aux joints serrants en PVC dur dont nous parlons plus haut, cette distance maximum de 1,5 mm n'est jamais dépassée.

Les résultats des essais de la FKH à des potelets de branchement d'immeubles avec tube «MK Isodur» ont été publiés [2]). Les essais s'effectuèrent sur huit potelets installés de différentes façons, sous une tension de service de 380 V; ces potelets furent essayés au choc entre les divers conducteurs et entre ceux-ci et le potelet. Dans le cas le plus défavorable, les conducteurs placés dans le tube en Isodur étaient nus. Comme le constate le procès-verbal:

> «Dans tous les cas le courant de suite a cessé lors du premier passage à zéro de la tension de service.»

Un contrôle périodique des potelets représente une charge financière très lourde pour les entreprises d'électricité. On devrait donc réserver un tel contrôle aux modèles de potelets ou la rigidité diélectrique de l'isolant diminue au cours des années. Tel n'est pas le cas si l'on emploie le tube «MK Isodur», même avec des conducteurs de type courant (isolation T). Les essais ont montré que la sécurité est entière, même avec des conducteurs nus.

Grâce au tube «MK Isodur», les conducteurs sont séparés entre eux et séparés de la surface intérieure du potelet par une matière isolante solide, aux propriétés excellentes et durables, et la probabilité est très grande pour qu'une étincelle disruptive éventuelle s'éteigne immédiatement. La formation d'un arc durable est donc impossible, ce qui élimine tout danger d'incendie.

En supposant bien entendu que le montage s'effectue de façon exacte et soignée, le modèle de potelet proposé par les FMB résoud d'une façon rationnelle au point de vue économique le problème de la sécurité durable des potelets de branchement d'immeubles. Un contrôle périodique des potelets par les entreprises d'électricité, avec toutes ses conséquences désagréables pour celles-ci comme pour les abonnés, devient inutile.

A. Bernardsgrütter

[2]) Bull. ASE t. 45(1954), nº 12, p. 465...471.

Construction d'usines

La mise en place du deux millionième mètre cube de béton au barrage de la Grande Dixence

Le deux millionième mètre cube de béton a été mis en place le 30 octobre 1956 au barrage de la Grande Dixence, actuellement en construction. A l'occasion de cet événement, la *Grande Dixence S. A.* avait organisé une manifestation simple et émouvante en vue de remercier de leur infatigable dévouement les ingénieurs, techniciens et ouvriers qui collaborent à cette œuvre gigantesque. Les invités et les représentants de la presse participant à la fête purent en même temps se faire une idée de l'état d'avancement des travaux de l'aménagement de la Grande Dixence.

Les *travaux de bétonnage*, qui ont débuté en 1953, ont actuellement atteint leur point culminant. Jour après jour, semaine après semaine, mois après mois se repéte la même scène: les bennes remplies de béton glissent le long des câbles longs de 900 mètres du blondin, descendent jusqu'à l'endroit choisi du chantier et vident d'un seul coup leur chargement de 6,25 tonnes de béton.

Grâce à l'emploi des méthodes de travail et de transport les plus rationnelles et grâce à l'excellent travail d'équipe du

personnel, 850 000 m³ de béton ont pu être mis en place au cours de la dernière saison de bétonnage, ce qui correspond à une quantité journalière moyenne de 5600 m³ environ. Jusqu'à l'achèvement du barrage, qui est prévu pour 1960, il faudra poser encore 3,89 millions de m³ de béton. Avec ses

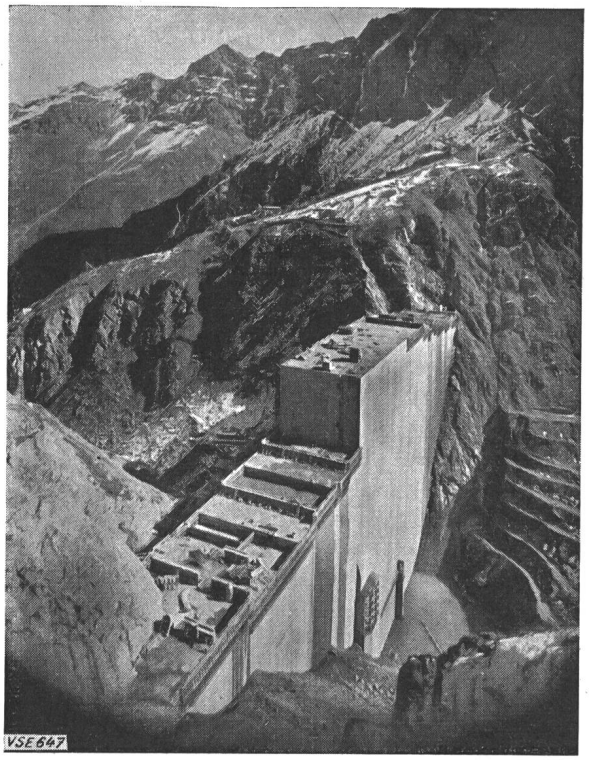


Fig. 1
Etat actuel du barrage de la Grande Dixence
Vue prise d'amont

284 m de hauteur, le barrage sera, comme on le sait, le plus haut du monde. Le contenu utile en eau du réservoir sera de 400 millions de m³ environ.

La situation sur les autres chantiers de l'aménagement de la Grande Dixence est la suivante:

Sur une longueur totale de 110 km de *galeries d'adduction* à percer, 22 km, soit 20 % sont actuellement terminées. La galerie d'adduction d'*Arolla* a été achevée en été 1955 et permet déjà d'amener de l'eau à l'ancien réservoir du Val des Dix. On travaille actuellement au percement des galeries de Zermatt à Arolla et de Vouasson.

La galerie d'amenée et le puits blindé de l'usine souterraine de *Fionnay* sont prêts à être essayées, et les travaux de montage se poursuivent selon le programme établi, qui prévoit la mise en service des deux premiers groupes générateurs en juillet 1957. Les travaux de la galerie reliant Fionnay à l'usine souterraine de *Nendaz* suivent leur cours; on prévoit que les trois premiers groupes générateurs de cette usine pourront être mis en service à la fin de 1959.

A l'issue de la cérémonie sur le chantier, la Grande Dixence S. A. offrit un repas de fête au «Ritz». Les convives furent salués par M. *E. Choisy*, président du Conseil d'administration de la Grande Dixence S. A., qui souligna dans son discours l'importance de l'aménagement en cours de réalisation pour l'économie suisse tout entière. A l'aide de quelques chiffres, l'orateur donna ensuite un aperçu de la situation actuelle et de l'avenir de notre approvisionnement en énergie électrique. Le rythme auquel se poursuit l'accroissement de nos besoins exige un rapide aménagement de nos forces hydrauliques. L'énergie nucléaire ne change rien à cette situation, puisqu'on ne peut pas compter qu'elle puisse être exploitée rationnellement avant 10 à 15 ans; d'ici là l'énergie dont nous avons besoin doit être produite par voie hydraulique.

Puis M. *Schnyder*, président du gouvernement valaisan, félicita la Grande Dixence S. A. et les sociétés qui y participent de l'œuvre accomplie, notamment du soin qu'elles prennent de la sécurité, du confort et du bien-être des ouvriers.

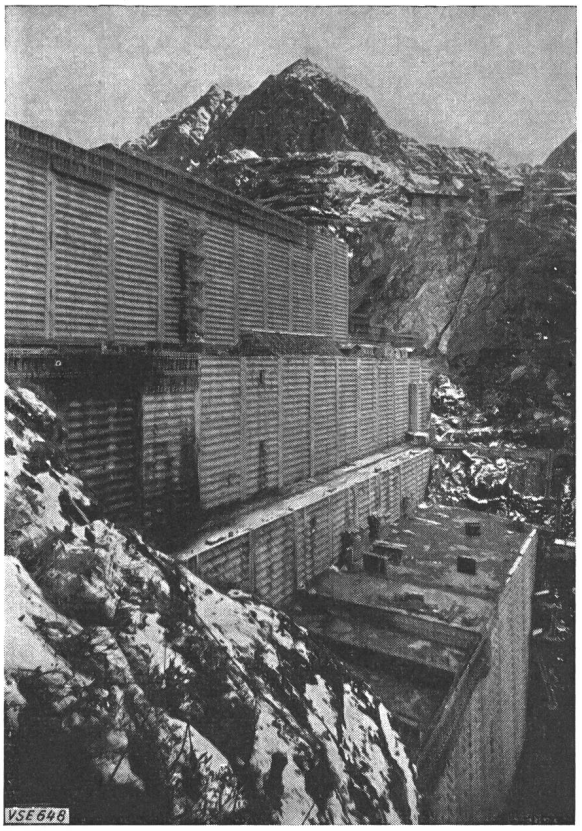


Fig. 2
Etat actuel du barrage de la Grande Dixence
Vue prise d'aval

On entendit encore M. *Marti*, directeur du consortium des entrepreneurs, qui donna quelques chiffres caractérisant l'importance des travaux en cours: depuis le début du bétonnage, les camions en service sur le chantier par exemple ont parcouru plus de 500 000 km au total.

Enfin, M. *Camille Sierro*, président de la commune de Hérémence félicita la société et le personnel tout entier de leur remarquable énergie. En tant que représentant d'une commune de montagne, il souligna l'importance de la construction des centrales hydro-électriques pour la population montagnarde. *Wi*

Mise en service de l'usine génératrice de Riddes des Forces Motrices de Mauvoisin S. A.

Trois groupes générateurs, comprenant chacun un alternateur de 67 000 kVA entraîné par une turbine Pelton jumelée, ont été mis en service le 1er novembre 1956 à l'usine de Riddes; les deux groupes restants suivront dans le courant du mois de novembre. A l'usine de Fionnay, deux groupes de 60 000 kVA sur trois ont été mis en service à la fin du mois d'août.

Lorsque les travaux seront terminés, la puissance maximum possible des deux usines atteindra 352,5 MW et leur productibilité annuelle moyenne 761 millions de kWh, dont 604 millions de kWh durant le semestre d'hiver et 157 millions de kWh durant le semestre d'été.

L'état d'avancement des travaux du barrage de Mauvoisin a permis d'accumuler cet été 30 millions de m³ d'eau, qui donneront une production d'énergie de 90 millions de kWh durant l'hiver prochain. Lorsque le barrage sera achevé, le bassin d'accumulation aura une capacité utile en énergie de 540 millions de kWh.

Documentation

Bulletin annuel de statistiques de l'énergie électrique de la CEE

La *Commission Economique pour l'Europe (CEE)* vient de publier son premier *Bulletin annuel de statistiques de l'énergie électrique pour l'Europe.* Le Bulletin a été établi à la demande du *Groupe de travail des statistiques du Comité de l'énergie électrique* de la CEE.

Ce premier Bulletin contient des données définitives pour les années 1938 et 1950 à 1954 et des données provisoires pour 1955. Ces données concernent l'Allemagne occidentale, l'Allemagne orientale, l'Autriche, la Belgique, la Bulgarie, le Danemark, les Etats-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, la Pologne, la Roumanie, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse, la Tchécoslovaquie, la Turquie, l'Union des Républiques Socialistes Soviétiques et la Yougoslavie.

Les tableaux du Bulletin contiennent des données chiffrées sur la puissance maximum nette en marche continue (situation au 31 décembre de chaque année), la consommation de combustible servant à la production d'énergie électrique, les échanges internationaux d'énergie électrique en 1955, les importations d'énergie électrique en 1938 et de 1951 à 1955, les exportations d'énergie électrique en 1938 et de 1951 à 1955, la production, les échanges internationaux et la consommation brute d'énergie électrique, le rendement moyen des centrales thermiques et la consommation d'énergie électrique.

On a cherché, en préparant ce Bulletin, d'une part à étendre à *tous les pays d'Europe* les statistiques qui font déjà l'objet d'une publication régulière pour un nombre limité de pays et, d'autre part, à élargir le cadre des renseignements publiés. Les définitions retenues par le Groupe de travail et dont on s'est servi pour la préparation du Bulletin, sont fondées autant que possible sur les définitions courantes, notamment celles de l'*Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique (UNIPEDE).*

Toutes les données figurant dans le Bulletin ont été fournies directement par les gouvernements au Secrétariat de la CEE.

Le Bulletin annuel est complété par un *Bulletin trimestriel de statistiques de l'énergie électrique pour l'Europe,* qui paraît cinq semaines après la fin de chaque trimestre et qui contient des données sur la production, les échanges internationaux et la consommation brute d'énergie électrique. Le nº 1/2 du vol. I a été publié en juillet 1956 et le nº 3 sera publié dans le courant du mois de novembre.

On peut se procurer ces publications à la *Section des ventes de l'Office européen des Nations Unies à Genève.*

Communications de nature économique

L'activité de la Réacteur S. A.

Le réacteur «swimming-pool» 621.039.42

Comme on le sait, le réacteur nucléaire que les Etats-Unis avaient exposé lors de la *Conférence de Genève pour l'utilisation pacifique de l'énergie atomique* put, grâce à l'intervention des autorités fédérales, être acheté à l'issue de cette conférence par la *Réacteur S. A.* Ce réacteur, tel qu'il sera installé à Wurenlingen, constituera un excellent instrument de recherches et d'enseignement. Comme à Genève le but des Américains était simplement de montrer un réacteur en service, ils avaient pu se passer d'un appareillage relativement compliqué et coûteux. La Réacteur S. A., par contre, devra employer le réacteur «swimming-pool» à de tout autres fins; il a donc fallu projeter et construire un nouveau bâtiment pour abriter ce réacteur.

Les plans prévoient un bassin agrandi et divisé en deux compartiments qui peuvent être isolés l'un de l'autre. Le réacteur lui-même sera suspendu à un pont roulant; il sera donc possible de procéder à des travaux préparatoires dans l'un des deux compartiments du bassin et de déplacer ensuite le réacteur à cet endroit; cette disposition rendra de grands services lors d'essais concernant des écrans à neutrons ou des assemblages d'écrans. Le bâtiment de Wurenlingen a été, d'autre part, conçu de façon à ce que l'intense rayonnement de neutrons provenant du noyau du réacteur puisse être, grâce à la présence de canaux d'irradiation horizontaux, utilisé à des recherches et des expériences de physique. On a prévu en tout six de ces canaux d'irradiation; ils pénètrent dans le réacteur sous différents angles.

Enfin, les calculs concernant l'équilibre des neutrons dans le noyau du réacteur indiquent qu'il sera probablement possible d'accroître la puissance thermique de l'installation au delà de 1 MW. Une telle puissance exige toutefois l'emploi d'un système de refroidissement forcé, comprenant des pompes et des échangeurs de chaleur; l'eau de refroidessement est prise dans l'Aar et est ensuite restituée à cette rivière.

On comprend donc facilement pourquoi l'élaboration des plans et l'exécution des divers travaux préparatoires ont duré tout l'hiver dernier, et pourquoi les chantiers proprement dits n'ont pu être ouverts à Wurenlingen qu'au printemps 1956. Par contre, grâce au réacteur «swimming-pool» la Réacteur S. A. disposera l'année prochaine déjà d'une installation qui lui permettra de commencer différentes recherches en vue de la *construction de réacteurs nucléaires de puissance par l'industrie suisse,* et ceci deux ans plus tôt que ce qui avait été prévu tout d'abord avec le réacteur à eau lourde.

Les plans relatifs à la transformation du réacteur «swimming-pool» et à la construction des bâtiments de Wurenlingen résultent de la collaboration de la Réacteur S. A., de l'Elektrowatt et de la Motor-Columbus; il est intéressant de constater que les renseignements parvenus entre-temps au sujet d'installations analogues construites aux Etats-Unis ont pleinement confirmé la justesse de ces plans. Le programme des travaux prévoit que les bâtiments seront achevés cet automne et que *le réacteur pourra être mis officiellement en service au début de 1957.* Rappelons que l'on a fêté le 31 août 1956 à Wurenlingen la pose du toit du bâtiment qui abritera le réacteur «swimming-pool».

Le réacteur à eau lourde

Après que l'étude du nouveau projet de réacteur à eau lourde eut été poussée assez loin pour permettre la mise au net des plans d'ensemble des bâtiments, la Réacteur S. A. a demandé en mai 1956 l'autorisation de construire. Il s'agit des bâtiments suivants:

Bâtiment du réacteur avec les locaux d'exploitation annexes et les couloirs d'accès souterrains pour le transport des barres d'uranium utilisées;
Bâtiment des chaudières;
Laboratoires de recherches de physique, d'électronique, de chimie et de métallurgie, avec les ateliers correspondants;
Laboratoire pour les recherches concernant les isotopes;
Laboratoire pour le traitement des barres d'uranium radioactives après leur passage dans le réacteur.

Les principaux problèmes qui se posent encore et dont l'étude et la solution *prendra environ deux ans* concernent les points suivants:

Système de réglage et de contrôle électrique;
Calcul et réalisation des éléments de combustibles;
Dispositif pour l'échange des éléments de combustibles dans le réacteur;
Nombreuses questions de détail en relation avec la circulation de l'eau lourde.

Un grand nombre de recherches et d'essais sont en cours dans l'industrie privée, qui permettront de déterminer le comportement de divers matériaux et pièces entrant dans la construction du réacteur. Tous ces essais ne tiennent pas compte cependant du rayonnement de neutrons. La mise en service du réacteur «swimming-pool» permettra de combler cette lacune dans certains cas. Mais seul le réacteur à eau lourde permettra de procéder également à des essais d'irradiation *dans des conditions de température et de pression variables,* essais qui sont d'une importance primordiale en vue de la construction de *réacteurs de puissance.* Le réacteur à eau lourde lui-même n'est toutefois pas conçu pour la production d'énergie, et travaillera sous une pression normale et des températures relativement basses (50 °C environ).

Fr. : Sa *(Reaktor-Bulletin)*

Production et distribution d'énergie électrique par les entreprises suisses d'électricité livrant de l'énergie à des tiers

Communiqué par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisses d'électricité

La présente statistique concerne uniquement les entreprises d'électricité livrant de l'énergie à des tiers. Elle ne comprend donc pas la part de l'énergie produite par les entreprises ferroviaires et industrielles (autoproducteurs) qui est consommée directement par ces entreprises.

Mois	Production et achat d'énergie											Accumulation d'énergie				Exportation d'énergie	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage			
	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56		1954/55	1955/56	1954/55	1955/54	1954/55	1955/56
	en millions de kWh										%	en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	940	966	3	20	51	28	62	101	1056	1115	+ 5,6	1533	1553	— 6	— 197	135	107
Novembre ..	829	865	14	26	26	21	120	197	989	1109	+12,1	1360	1206	—173	— 347	73	76
Décembre ..	901	812	8	32	19	20	131	243	1059	1107	+ 4,5	1210	970	—150	— 236	86	81
Janvier	924	801	3	14	25	22	99	249	1051	1086	+ 3,3	1049	793	—161	— 177	91	70
Février	949	857	1	30	20	20	55	216	1025	1123	+ 9,6	766	376	—283	- 417	124	62
Mars	1067	714	3	28	21	24	67	188	1158	954	—17,6	398	241	—368	— 135	144	45
Avril	1019	858	1	15	28	21	10	98	1058	992	— 6,2	294	171	—104	— 70	151	52
Mai	1141	1083	1	6	56	37	19	44	1217	1170	— 3,9	518	502	+224	+ 331	214	162
Juin	1172	1209	1	0	76	39	19	25	1268	1273	+ 0,4	1036	882	+518	+ 380	235	206
Juillet	1236	1272	1	1	78	40	18	21	1333	1334	+ 0,1	1539	1493	+503	+ 611	283	252
Août	1188	1342	1	1	83	38	18	7	1290	1388	+ 7,6	1696	1952	+157	+ 459	263	268
Septembre ..	1117	1270	1	2	70	37	7	7	1195	1316	+10,1	1750	1989[4]	+ 54	+ 37	210	260
Année	12483	12049	38	175	553	347	625	1396	13699	13967	+ 2,0					2009	1641
Oct.-mars ...	5610	5015	32	150	162	135	534	1194	6338	6494	+ 2,5					653	441
Avril-sept. ..	6873	7034	6	25	391	212	91	202	7361	7473	+ 1,2					1356	1200

Mois	Distribution d'énergie dans le pays																
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electro-chimie, métallurgie, thermie		Chaudières électriques[1]		Traction		Pertes et énergie de pompage [2]		Consommation en Suisse et pertes				
													sans les chaudières et le pompage		Différence % [3]	avec les chaudières et le pompage	
	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56		1954/55	1955/56
	en millions de kWh																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	413	457	168	190	118	146	30	26	55	57	137	132	881	978	+11,0	921	1008
Novembre ..	431	487	178	199	111	137	9	9	59	68	128	133	903	1020	+13,0	916	1033
Décembre ..	459	500	174	189	119	116	9	5	75	75	137	141	958	1011	+ 5,5	973	1026
Janvier	465	492	170	186	114	115	12	5	69	72	130	146	944	997	+ 5,6	960	1016
Février	417	534	162	193	111	115	26	5	66	73	119	141	874	1052	+20,4	901	1061
Mars	456	445	181	160	143	113	34	3	67	66	133	122	978	896	— 8,4	1014	909
Avril	396	426	158	170	138	159	46	7	48	62	121	116	853	926	+ 8,6	907	940
Mai	399	433	162	172	149	159	105	42	44	57	144	145	880	939	+ 6,7	1003	1008
Juin	378	423	163	178	138	157	146	90	49	54	159	165	863	939	+ 8,8	1033	1067
Juillet	380	419	160	169	147	160	154	104	51	58	158	172	871	940	+ 7,9	1050	1082
Août	396	433	164	172	146	160	121	128	51	62	149	165	888	964	+ 8,6	1027	1120
Septembre ..	411	434	175	177	144	158	68	84	52	59	135 (10)	144 (12)	907	960	+ 5,8	985	1056
Année	5001	5483	2015	2155	1578	1695	760	508	686	763	1650 (130)	1722 (196)	10800	11622	+ 7,6	11690	12326
Oct.-mars ...	2641	2915	1033	1117	716	742	120	53	391	411	784 (27)	815 (46)	5538	5954	+ 7,5	5685	6053
Avril-sept. ..	2360	2568	982	1038	862	953	640	455	295	352	866 (103)	907 (150)	5262	5668	+ 7,7	6005	6273

[1]) Chaudières à électrodes.
[2]) Les chiffres entre paranthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage
[3]) Colonne 15 par rapport à la colonne 14.
[4]) Energie accumulée à bassins remplis: Sept. 1956 = $2049 \cdot 10^6$ kWh.

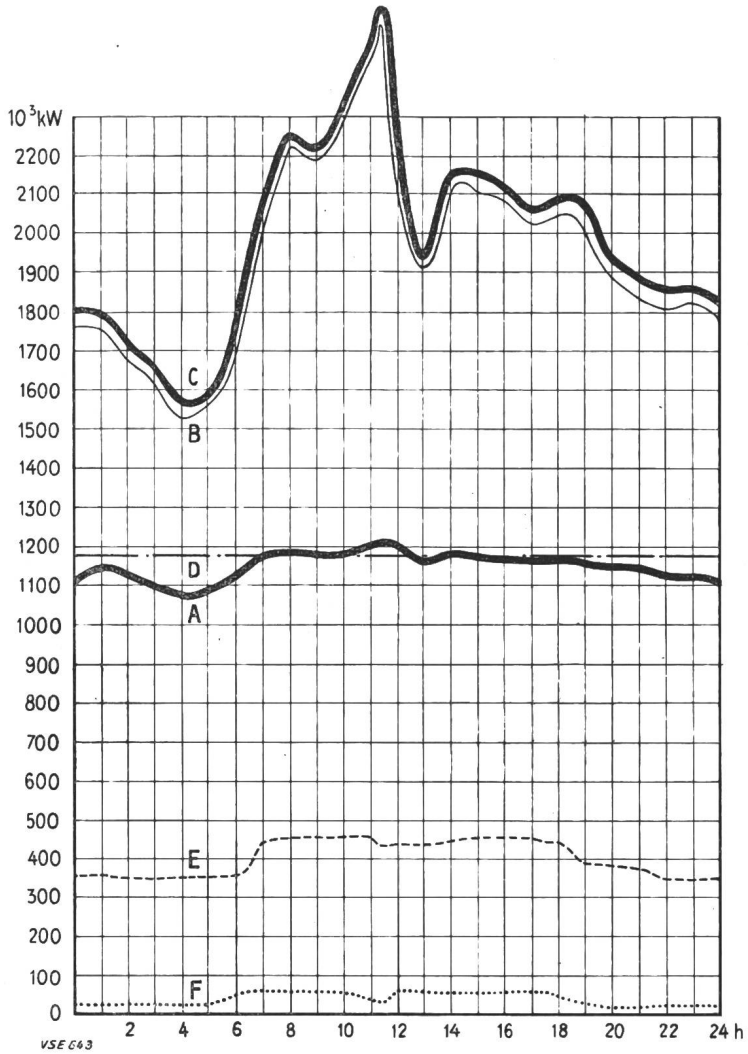


Diagramme de charge journalier du mercredi

(Entreprises livrant de l'énergie à des tiers)

Mercredi 12 septembre 1956

Légende:

1. Puissances disponibles: 10^3 kW

Usines au fil de l'eau, par débits naturels (0—D)	1179
Usines à accumulation saisonnière (à bassins remplis)	1600
Puissance totale des usines hydrauliques	2779
Réserve dans les usines thermiques	155

2. Puissances constatées:

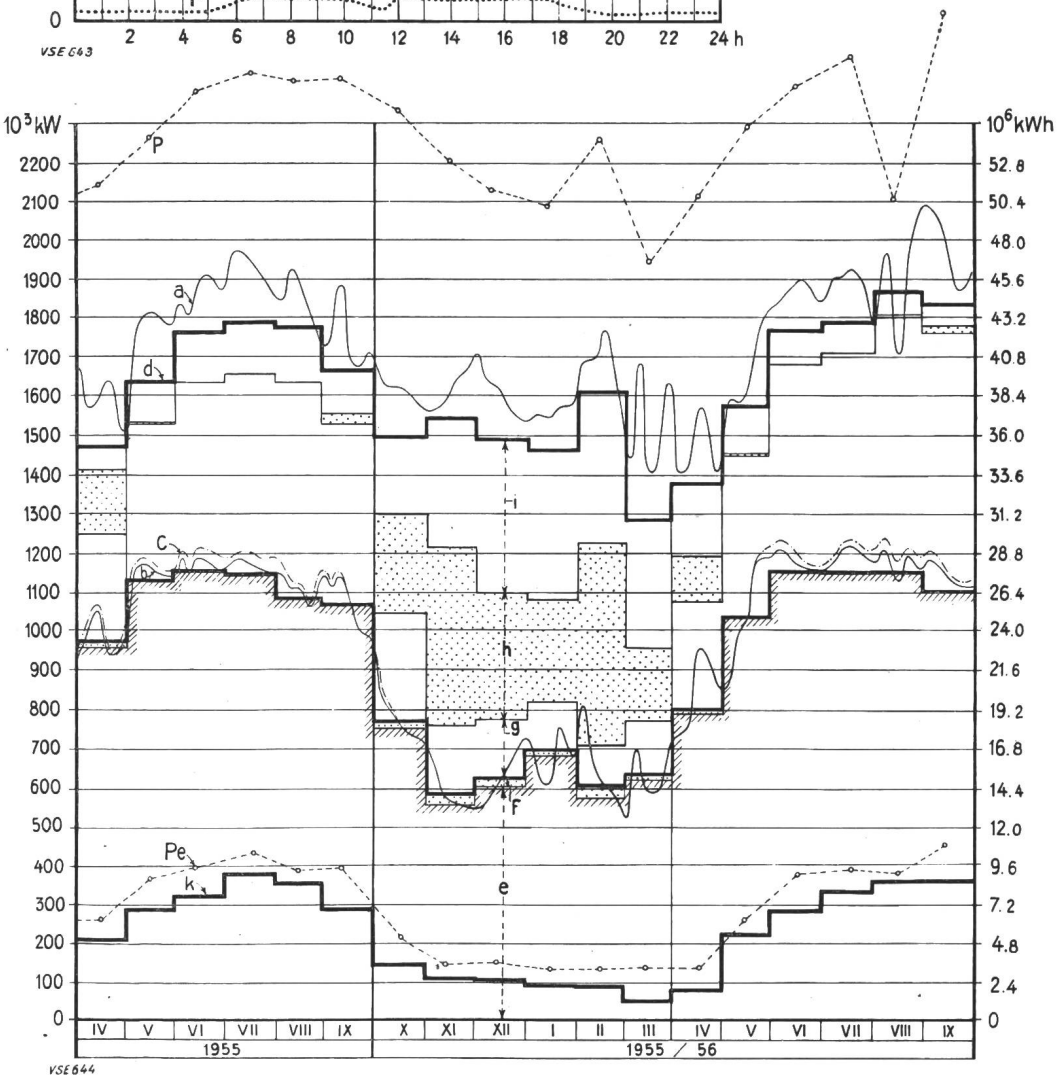
0—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à accumulation journalière et hebdomadaire).
A—B Usines à accumulation saisonnière.
B—C Usines thermiques + livraisons des usines des CFF, de l'industrie et importation.
0—E Energie exportée.
0—F Energie importée.

3. Production d'énergie 10^6 kWh

Usines au fil de l'eau	27,7
Usines à accumulation saisonnière	19,7
Usines thermiques	0
Livraisons des usines des CFF et de l'industrie	1,1
Importation	0,1
Total du mercredi, 12 septembre 1956	48,6
Total du samedi, 15 septembre 1956	43,2
Total du dimanche, 16 septembre 1956	32,7

4. Consommation d'énergie

Consommation dans le pays	39,0
Energie exportée	9,6



Production du mercredi et production mensuelle des entreprises livrant de l'énergie à des tiers

Légende:

1. Puissances maxima:
(chaque mercredi du milieu du mois)
P de la production totale;
P_e de l'exportation.

2. Production du mercredi
(puissance moyenne ou quantité d'énergie)
a totale;
b effective d. usines au fil de l'eau;
c possible d. usines au fil de l'eau.

3. Production mensuelle
(puissance moyenne mensuelle ou quantité journalière moyenne d'énergie)
d totale;
e des usines au fil de l'eau par les apports naturels;
f des usines au fil de l'eau par les apports provenant de bassins d'accumulation;
g des usines à accumulation par les apports naturels;
h des usines à accumulation par prélèvement s. les réserves accumul.;
i des usines thermiques, achats aux entreprises ferrov. et indust. import.;
k exportation;
d—*k* consommation dans le pays.

Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse

Communiqué par l'Office fédéral de l'économie électrique

Les chiffres ci-dessous concernent à la fois les entreprises d'électricité livrant de l'énergie à des tiers et les entreprises ferroviaires et industrielles (autoproducteurs).

Mois	Production et importation d'énergie									Accumulation d'énergie				Exportation d'énergie		Consommation totale du pays	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie importée		Total production et importation		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage					
	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56		1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56
	en millions de kWh								%	en millions de kWh							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	1202	1188	5	25	62	101	1269	1314	+ 3,5	1726	1746	— 3	—225	135	107	1134	1207
Novembre ..	1018	1019	17	33	120	197	1155	1249	+ 8,1	1537	1368	—189	—378	73	76	1082	1173
Décembre ..	1062	949	12	41	131	244	1205	1234	+ 2,4	1368	1101	—169	—267	86	81	1119	1153
Janvier	1091	928	6	22	99	250	1196	1200	+ 0,3	1186	897	—182	—204	91	70	1105	1130
Février	1097	974	5	38	55	217	1157	1229	+ 6,2	874	437	—312	—460	124	62	1033	1167
Mars	1225	841	7	39	67	188	1299	1068	—17,7	465	268	—409	—169	144	45	1155	1023
Avril	1242	1014	3	20	10	98	1255	1132	— 9,8	341	177	—124	— 91	151	52	1104	1080
Mai	1441	1353	3	8	19	44	1463	1405	— 4,0	597	545	+256	+368	214	175	1249	1230
Juin	1494	1530	2	2	19	25	1515	1557	+ 2,8	1188	962	+591	+417	235	242	1280	1315
Juillet	1563	1605	2	2	18	21	1583	1628	+ 2,8	1746	1637	+558	+675	283	290	1300	1338
Août	1521	1674	2	2	18	7	1541	1683	+ 9,2	1916	2153	+170	+516	263	304	1278	1379
Septembre ..	1425	1585	3	3	7	7	1435	1595	+11,2	1971	2212[2]	+ 55	+ 59	210	293	1225	1302
Année	15381	14660	67	235	625	1399	16073	16294	+ 1,4					2009	1797	14064	14497
Oct.-mars ...	6695	5899	52	198	534	1197	7281	7294	+ 0,2					653	441	6628	6853
Avril-sept. ..	8686	8761	15	37	91	202	8792	9000	+ 2,4					1356	1356	7436	7644

Mois	Répartition de la consommation totale du pays														Consommation du pays sans les chaudières et le pompage		Différence par rapport à l'année précédente
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie		Chaudières électriques [1]		Traction		Pertes		Energie de pompage				
	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	
	en millions de kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	421	467	188	209	232	247	37	30	100	105	146	144	10	5	1087	1172	+ 7,8
Novembre ..	439	497	196	215	192	196	14	11	98	105	138	144	5	5	1063	1157	+ 8,8
Décembre ..	467	514	194	209	183	159	13	7	109	109	146	145	7	10	1099	1136	+ 3,4
Janvier	473	502	189	207	171	152	17	7	108	103	142	145	5	14	1083	1109	+ 2,4
Février	426	544	180	210	160	140	31	6	101	110	133	152	2	5	1000	1156	+15,6
Mars	465	454	200	181	194	143	38	5	108	103	147	127	3	10	1114	1008	— 9,5
Avril	404	434	176	191	235	213	55	11	96	100	130	123	8	8	1041	1061	+ 1,9
Mai	407	442	180	193	287	284	115	49	95	98	146	134	19	30	1115	1151	+ 3,2
Juin	386	432	182	200	279	300	156	98	97	100	154	145	26	40	1098	1177	+ 7,2
Juillet	388	429	178	190	290	306	163	112	101	107	153	154	27	40	1110	1186	+ 6,8
Août	405	444	181	193	288	308	131	136	102	109	151	157	20	32	1127	1211	+ 7,5
Septembre ..	420	444	194	201	279	298	77	90	100	103	144	150	11	16	1137	1196	+ 5,2
Année	5101	5603	2238	2399	2790	2746	847	562	1215	1252	1730	1720	143	215	13074	13720	+ 4,9
Oct.-mars ...	2691	2978	1147	1231	1132	1037	150	66	624	635	852	857	32	49	6446	6738	+ 4,5
Avril-sept. ..	2410	2625	1091	1168	1658	1709	697	496	591	617	878	863	111	166	6628	6982	+ 5,3

[1]) Chaudières à électrodes.
[2]) Energie accumulée à bassins remplis: Sept. 1956 = $2292 \cdot 10^6$ kWh.

Rédaction des «Pages de l'UCS»: Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, téléphone (051) 34 12 12; compte de chèques postaux VIII 4355; adresse télégraphique: Electrunion Zurich.
Rédacteur: *Ch. Morel*, ingénieur.
Des tirés à part de ces pages sont en vente au secrétariat de l'UCS, au numéro ou à l'abonnement.