

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 37 (1946)  
**Heft:** 23

**Artikel:** L'économie énergétique suisse  
**Autor:** Niesz, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1057362>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 24.12.2024

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

# ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

# BULLETIN

## RÉDACTION:

Secrétariat de l'Association Suisse des Electriciens  
Zurich 8, Seefeldstrasse 301

## ADMINISTRATION:

Zurich, Stauffacherquai 36 + Téléphone 23 77 44  
Chèques postaux VIII 8481

Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

37<sup>e</sup> Année

N<sup>o</sup> 23

Samedi, 16 Novembre 1946

## L'économie énergétique suisse

Conférence, avec quelques coupures, donnée aux assemblées générales de l'ASE et de l'UCS,  
de 14 septembre 1946, à Soleure,  
par H. Niesz, Baden

620.9(494)

*Cette conférence expose la situation actuelle de l'économie énergétique suisse. Elle fait ressortir surtout le développement extrêmement rapide de la consommation d'électricité au cours des quatre dernières années. Les besoins d'énergie des ménages et de l'artisanat, de l'industrie et de la traction désignés par «énergie normale», doivent être couverts par les usines électriques en tout temps, quels que soient les débits des cours d'eau. Au contraire, les chaudières électriques et l'exportation peuvent se contenter d'énergie inconstante». Comme la production n'a pu suivre l'essor étonnamment rapide de la demande d'électricité, les consommateurs d'énergie normale n'échapperont pendant le prochain avenir à des restrictions en hiver que si les débits sont supérieurs à la moyenne. Il est indispensable de construire de nouvelles grandes usines pourvues de bassins d'accumulation importants.*

*La production thermique d'énergie électrique est de nouveau à l'ordre du jour. L'auteur indique les avantages respectifs que présentent les moteurs Diesel et les turbines à gaz et à vapeur pour l'alimentation du pays en électricité. La construction rapide, à Beznau, d'une centrale de 40 000 kW à turbines à gaz contribuera à atténuer le manque d'énergie.*

*Les forces hydrauliques restent la base de l'économie énergétique suisse. De grandes entreprises d'électricité se sont groupées en consortiums pour réaliser les projets des puissantes usines à accumulation si nécessaires, mais malgré toutes les démarches entreprises, les concessions de droits d'eau font toujours défaut. Les difficultés proviennent du fait que, d'après la législation en vigueur, le droit de disposition des forces hydrauliques est régi par le droit cantonal. Mais depuis la promulgation de ces lois, la consommation est devenue un multiple de ce qu'elle était alors. A l'avenir, la mise en valeur des forces hydrauliques ne devrait pas dépendre uniquement d'étroits points de vue cantonaux. L'utilisation «rationnelle» qu'exige la Loi fédérale n'est réalisable que si les cantons font preuve de compréhension pour les besoins de l'ensemble des consommateurs, c'est-à-dire de tout le peuple suisse, en collaborant avec les entreprises d'électricité, les bureaux d'ingénieurs spécialisés et le vice-directeur du Service fédéral des eaux, récemment nommé, à l'élaboration d'un plan d'aménagement général et à sa réalisation.*

*Dieser Vortrag gibt einen Ueberblick über die heutige Lage der schweizerischen Elektrizitätsversorgung. Er zeigt besonders die ausserordentlich lebhafte Entwicklung des Elektrizitätsverbrauchs in den letzten 4 Jahren. Der Energiebedarf von Haushalt und Gewerbe, Industrie, Bahnen, der als «Normalenergie» bezeichnet wird, muss durch die Elektrizitätswerke, ungeachtet der Schwankungen der Wasserführung, jederzeit voll befriedigt werden. Für Elektrokessel und Ausfuhr kann dagegen «unkonstante Energie» geliefert werden. Da die Entwicklung der Produktion der unerwartet rasch steigenden Nachfrage an Elektrizität nicht zu folgen vermochte, werden in der nächsten Zukunft dem schweizerischen Konsumenten Verbrauchseinschränkungen der Normalenergie im Winter nur dann erspart bleiben, wenn je-weilen die Wasserführung reichlicher ist als im langjährigen Durchschnitt. Neue grosse Kraftwerke mit einem erheblichen Anfall an Winterspeicherenergie sind erforderlich.*

*Die thermische Erzeugung von elektrischer Energie ist deshalb wieder aktuell. Die Vorteile von Dieselmotor, Gasturbine und Dampfturbine für die schweizerische Elektrizitätsversorgung werden geschildert. Das rasch zu erstellende Gasturbinenkraftwerk Beznau von 40 000 kW wird zur Milderung des Energiemangels beitragen.*

*Die Grundlage der schweizerischen Energiewirtschaft bleibt die Wasserkraft. Wohl haben sich grosse Elektrizitätsunternehmen zu Konsortien zusammengeschlossen mit der Absicht, die benötigten leistungsfähigen Speicherwerke so rasch als möglich zu erstellen, doch fehlen trotz eifriger Bemühungen noch die Wasserrechtskonzessionen. Die Schwierigkeiten ergeben sich aus der Tatsache, dass nach der geltenden Gesetzgebung die Verfügung über die Wasserkräfte durch das kantonale Recht bestimmt wird. Seit der Schaffung dieser Gesetzgebung hat sich aber der Energieverbrauch vervielfacht. Der weitere Ausbau der Wasserkräfte sollte sich aber nicht einzig nach engen, kantonalen Gesichtspunkten richten. Die vom eidgenössischen Wasserrechtsgesetz geforderte «zweckmässige» Nutzbarmachung kann nur erreicht werden, wenn die Kantone Verständnis für die Bedürfnisse der Allgemeinheit, d. h. des ganzen Schweizervolkes zeigen und mit den Elektrizitätswerken, Ingenieurbureaux und dem neu ernannten Vizedirektor des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft an der Ausarbeitung und Verwirklichung eines Gesamtausbauplanes mitarbeiten.*

### I. Avant-propos

Avant d'entrer dans le vif du sujet, j'aimerais faire deux remarques concernant le titre de ma conférence.

En premier lieu, je m'étais demandé s'il fallait dire «économie énergétique» ou, plus modestement, «économie électrique». Je me suis finalement décidé pour la première expression, car la production et l'utilisation de l'énergie électrique ne sont que des transformations partant d'autres formes de l'énergie ou y aboutissant. Et je ne parlerai de ces formes qu'à propos de leur intervention dans la production de l'électricité: énergie hydraulique, énergie thermique développée par les combustibles et carburants, ainsi qu'énergie atomique et, plus brièvement encore, à propos de l'intervention de l'électricité dans la production de lumière, force motrice, chaleur et énergie chimique.

La seconde remarque, c'est vous qui auriez pu la formuler: Est-il correct de parler de l'économie énergétique «suisse», au lieu de l'économie énergétique «en Suisse». Cette même question s'est posée autrefois à propos de l'art «suisse» ou de l'art «en Suisse», voire de la culture «suisse». A mon avis, il existe bel et bien une économie «suisse» de l'énergie, caractérisée par ses bases fondamentales et par des buts qui lui sont propres et sur lesquels il n'est peut-être pas superflu d'insister. Et même, depuis fort longtemps, il n'y a plus d'économie énergétique romande ou tessinoise ou suisse alémanique et moins encore d'économie cantonale de l'énergie, mais bien une économie énergétique qui intéresse l'ensemble de notre pays, tout en tenant compte, bien entendu, des divers intérêts régionaux, comme il convient à une confédération de cantons. Durant la guerre, cette économie suisse de l'énergie a maintes fois prouvé, grâce à la collaboration intelligente des producteurs, des consommateurs et des offices fédéraux, qu'elle savait prendre ses responsabilités et s'adapter aux circonstances. En temps de paix, l'économie énergétique suisse doit également être à la hauteur de sa tâche.

Pour exposer le récent développement de notre économie énergétique, je ne vous indiquerai que fort peu de chiffres, car une statistique détaillée figure dans le substantiel rapport du Comité de l'UCS à l'assemblée générale, paru dans le Bulletin de l'ASE<sup>1)</sup> et que vous aurez certainement tous lu. Vous y aurez trouvé une quantité de renseignements intéressants sur l'évolution de la production et de la consommation durant les années de guerre, ainsi que sur les nouvelles usines en construction. J'espère néanmoins vous intéresser en vous montrant quelques graphiques reproduisant les résultats statistiques de ces dernières années et permettant de se faire une idée des perspectives probables.

J'aborderai également la question de la production thermique de l'énergie dans le cadre de la production suisse, car elle est de nouveau à l'ordre du jour.

Enfin, j'essaierai d'approfondir les raisons de la situation actuelle qui, disons-le d'emblée, ne cesse

d'être inquiétante, et je formulerai quelques suggestions à ce propos.

### II. Evolution de notre économie énergétique

#### Production annuelle de l'ensemble des usines

La figure 1 est tirée de ma conférence de 1942<sup>2)</sup>. Je l'ai complétée par la production des quatre dernières années hydrologiques. Pour le développement moyen en temps de paix, on admettait alors une augmentation de 250 millions de kWh par an à partir de 1939. Comme on pouvait s'y attendre, cette valeur a été très largement dépassée et l'accroissement annuel pendant la guerre a été de plus de 400 millions de kWh.

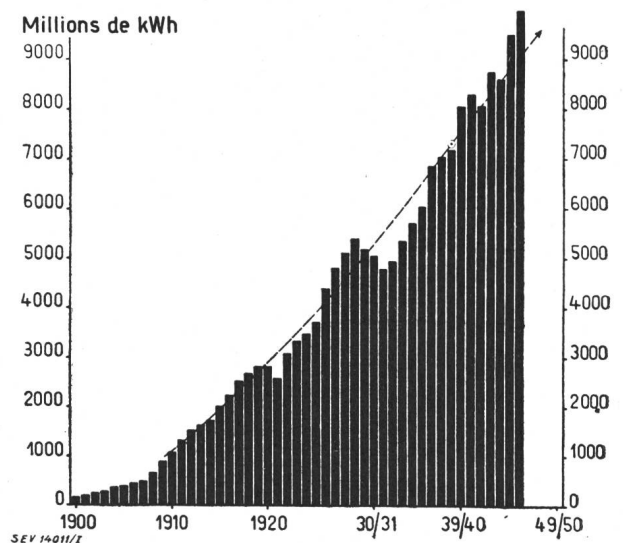


Fig. 1.  
Développement de la production annuelle totale d'énergie électrique en Suisse  
(distribution générale, industrie et CFF y compris pertes de transmission et énergie de pompage)

Comment l'évolution va-t-elle se poursuivre?

Il n'est guère possible de tirer des déductions des chiffres de la consommation annuelle totale, car ils englobent les applications qui doivent être alimentées absolument et en tout temps et d'autres applications qui se contentent d'une fourniture inconstante. La consommation totale dépend donc des débits de nos cours d'eau et il y a lieu de faire une distinction entre les diverses catégories de consommateurs.

Dans ce qui suit, je laisserai de côté les CFF et les industries qui possèdent leurs propres usines, pour ne m'occuper que de la distribution générale.

#### Fourniture mensuelle d'énergie de la distribution générale

La demande de ces trois catégories de consommateurs, ménages et artisanat, industrie et traction (Fig. 2 a), devrait toujours pouvoir être satisfaite par les entreprises électriques, quelles que soient les fluctuations de débit des cours d'eau; leur consommation constitue ce que nous désignons par *énergie normale*.

<sup>1)</sup> Bull. ASE t. 37(1946), no. 16, p. 482...491.

<sup>2)</sup> Bull. ASE t. 33(1942), no. 26, p. 767...781.

Les ménages et l'artisanat constituent la catégorie la plus importante de consommateurs. L'écart entre la consommation estivale et la consommation hivernale est très net. Depuis le début de la guerre, la consommation annuelle a plus que doublé. Les aires blanches, désignées par E, représentent les deman-

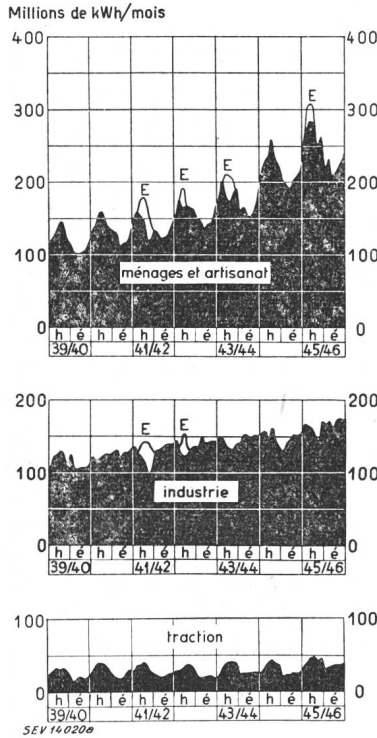


Fig. 2a.  
Développement de la vente mensuelle d'énergie des usines de la distribution générale (énergie normale)  
E restrictions de consommation

des qui n'ont pas pu être satisfaites, en raison des restrictions imposées par les autorités.

Dans l'industrie, l'augmentation est de 60 %. Elle est de 50 % pour la traction raccordée à la distribution générale.

En revanche, les chaudières électriques et l'exportation peuvent se contenter d'énergie inconstante (Fig. 2 b). Elles reçoivent donc beaucoup plus d'é-

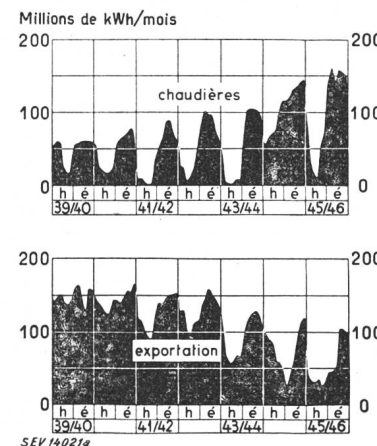


Fig. 2b.  
Développement de la vente mensuelle d'énergie des usines de la distribution générale (énergie inconstante)

nergie en été qu'en hiver. Durant l'hiver 1944/45, où les débits des cours d'eau furent exceptionnellement élevés, les chaudières ont pu être alimentées sans interruption, au moins partiellement. En raison de la pénurie de combustibles, les chaudières électriques se sont considérablement développées. Inversement, les exportations d'énergie électrique

ont subi une diminution toujours plus accentuée au cours de ces quatre dernières années.

Offre et demande

Considérons tout d'abord le diagramme schématique du haut de la figure 3. Si l'on s'en tient à

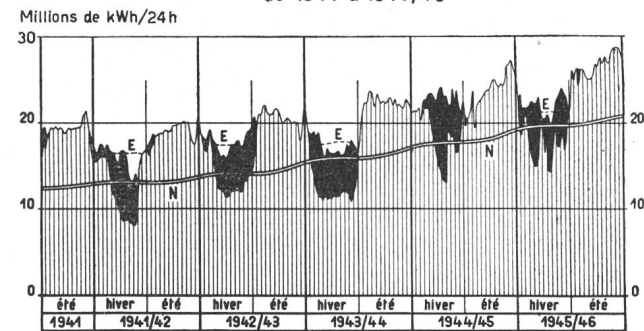
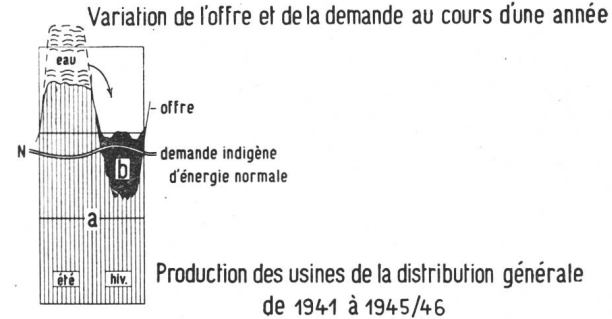


Fig. 3.  
a énergie au fil de l'eau b énergie d'accumulation  
N énergie normale E restrictions de consommation

l'énergie hydroélectrique, il n'est possible de compenser la régression hivernale de la production au fil de l'eau qu'en utilisant, dans des usines à haute chute, de l'eau accumulée en été dans des bassins en haute altitude. Si les prix de vente de l'énergie électrique étaient les mêmes durant toute l'année, la consommation serait certainement beaucoup plus forte en hiver qu'en été. Mais le coût d'un kilowatt-heure produit par accumulation annuelle est un multiple du coût d'un kilowatt-heure produit au fil de l'eau; aussi les prix de vente doivent-ils nécessairement être plus élevés en hiver qu'en été. L'électricité, en tant que produit de consommation, ne fait pas exception à la loi générale de l'économie, selon laquelle la demande diminue au fur et à mesure que le prix augmente. Il n'est donc pas étonnant que la consommation hivernale, qui ne peut être satisfaite qu'en faisant intervenir dans une certaine proportion l'énergie d'accumulation, soit moins élevée que la consommation estivale, couverte par de l'énergie au fil de l'eau, meilleur marché.

La courbe N sépare l'énergie normale, nécessaire aux ménages, à l'artisanat, à l'industrie et à la traction, de l'énergie inconstante destinée à l'exportation et aux chaudières électriques. (Il y a lieu toutefois de noter que l'énergie normale N comporte également une quote minimum pour les chaudières électriques.)

Le diagramme du bas de la figure 3 représente, de manière analogue, les conditions réelles de ces dernières années et permet de comparer l'évolution de la production à celle de la consommation.



La production est constituée par l'énergie au fil de l'eau et par celle à accumulation. On remarquera combien la production au fil de l'eau varie au cours d'un même hiver et aussi d'une année à l'autre, ce qui exige des usines à accumulation une grande souplesse d'exploitation.

La consommation est, comme dans le diagramme du haut, subdivisée par la ligne *N* en énergie normale pour la demande indigène et en énergie inconstante pour les chaudières électriques et l'exportation. Le fort accroissement de la consommation d'énergie normale est particulièrement manifeste. En effet, elle a passé en quatre ans de 13 millions de kWh par jour à 20 millions de kWh; l'augmentation est de plus de 50 %, soit de 13 % par an.

Comme nous le verrons plus loin, la capacité de production n'a pas augmenté dans la même proportion que la consommation d'énergie normale. L'écart n'a pu être comblé que grâce à la réduction de l'exportation. En outre, chaque fois que l'hiver est plutôt sec, il est devenu nécessaire de supprimer presque complètement, pendant plusieurs mois, la fourniture aux chaudières électriques. Et pourtant, la vente à ces chaudières et l'exportation ont une importance considérable pour notre économie nationale. Il y a dix ans, les entreprises d'électricité eurent beaucoup de peine à introduire des chaudières électriques dans les exploitations industrielles. Mais, depuis que les combustibles sont rares, l'industrie s'est enthousiasmée pour la chauffe électrique qui est capable de remplacer de grosses quantités de combustibles, très coûteux ou introuvables, et qui a permis ainsi de maintenir les fabrications industrielles à un niveau élevé. Les entreprises électriques devraient s'efforcer, à l'avenir également, d'alimenter les chaudières en été en plein et en hiver aussi bien que possible, sinon en permanence, afin que la consommation de charbon ne soit nécessaire qu'en période de sécheresse. Il faudrait, évidemment, que l'industrie soit prête à payer, à l'avenir, l'énergie électrique à un prix qui justifie la construction, beaucoup plus coûteuse qu'autrefois, de nouvelles usines au fil de l'eau.

En cas de pénurie de combustibles, l'exportation d'électricité a également une très grande importance. Cette exportation a toujours eu lieu à des prix qui permettaient, dans la règle, d'importer au moins deux fois plus d'énergie sous forme de combustibles, sans lesquels notre industrie ne pourrait plus travailler. Durant la guerre, nos importations de charbon dépendaient du maintien de nos fournitures d'électricité à l'Allemagne. Actuellement, nos exportations d'énergie hivernale et même, en partie, d'énergie estivale sont directement compensées par des importations de charbon, la Suisse recevant par kWh exporté une quantité de charbon double de celle que l'utilisation d'un kWh dans les chaudières électriques permettrait d'économiser.

Enfin, je ne voudrais pas passer sous silence une nouvelle application qui tend à utiliser plus complètement les excédents de la production d'été, disponibles la nuit et en fin de semaine, et qui ne sont ni exportables, ni utilisables pratiquement dans les chaudières électriques. Je veux parler de l'accumu-

lation, en été, d'énergie sous forme de chaleur, destinée au chauffage de grands immeubles en hiver. Une installation souterraine de ce genre, selon le système Runte, est actuellement en construction, à titre d'essai, pour le chauffage d'un bâtiment d'école de la Ville de Zurich. Cette réalisation mérite toute notre attention et tout notre appui<sup>3)</sup>.

#### Consommation d'énergie et capacité de production des usines de la distribution générale

Considérons tout d'abord la consommation effective représentée à la figure 4.

Il s'agit également d'un diagramme analogue à celui que j'ai commenté il y a quatre ans. Comme

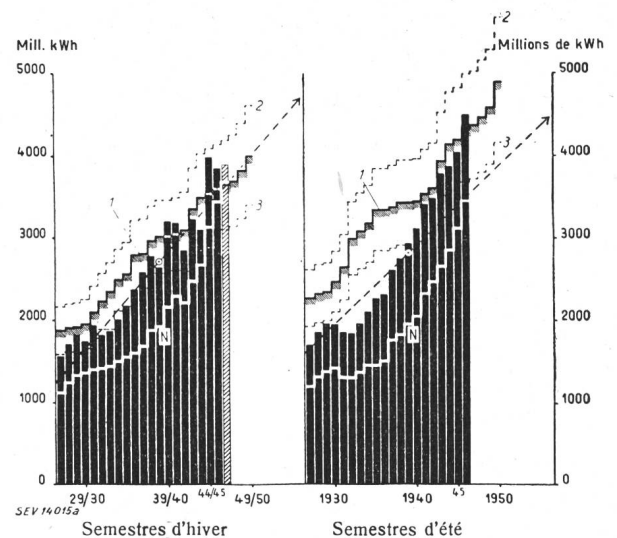


Fig. 4.

Production semestrielle possible des usines de la distribution générale et consommation d'énergie

(y compris exportation, pertes de transmission et énergie de pompage)

1 possibilité de production par débits moyens  
2 et 3 enveloppantes (voir texte) N énergie normale

dans la figure 3, la consommation est subdivisée par la ligne *N* en énergie normale et en énergie inconstante. La colonne hâchée représente la consommation probable de l'hiver prochain que j'ai estimée en admettant des conditions hydrologiques moyennes.

La rapide augmentation des besoins indigènes en énergie normale est particulièrement frappante. Il reste à voir comment cette consommation va évoluer.

Contrairement à toute attente, la fin des hostilités n'a pas provoqué de chômage, mais une activité extraordinaire qui durera peut-être pendant plusieurs années encore. L'industrie est en plein essor et travaille intensément, sa demande d'énergie croît sans cesse. L'électrification des ménages et de l'artisanat est favorisée par l'amélioration des revenus et le manque de main-d'œuvre. Par ailleurs, le fait que les tarifs de vente de l'énergie électrique normale n'ont pas augmenté constitue un avantage pour l'électricité par rapport aux combustibles qui sont devenus très coûteux. Cette position privilégiée ne s'affaiblira que peu à peu et en partie seulement.

Au sujet de l'énergie inconstante, je puis me borner à quelques remarques. L'industrie attend de l'é-

<sup>3)</sup> Bull. ASE t. 37(1946), no. 10, p. 279...281.

conomie hydroélectrique, à l'avenir également, de grandes quantités d'énergie inconstante à des tarifs avantageux, non seulement en été, mais aussi en hiver. Il faudra aussi reconstituer l'exportation d'énergie électrique dont il n'est guère nécessaire de rappeler les avantages. Englobée dans une saine politique commerciale, elle a contribué à améliorer notablement l'approvisionnement du pays en combustibles. D'autre part, si l'on omettait de développer l'exportation, on ne pourrait plus disposer d'une réserve qui s'est avérée si utile.

A côté de ces facteurs favorables à l'accroissement de la consommation d'électricité, il en est naturellement d'autres qui le sont moins et qu'il ne faut pas négliger, tels que l'amélioration progressive de notre ravitaillement en combustibles et en carburants et surtout la crise économique qu'il faut s'attendre à voir succéder à l'essor actuel. L'expérience montre toutefois que la principale catégorie de consommateurs — les ménages et l'artisanat — qui a pris le plus fort développement au cours de ces dernières années, est relativement peu sensible aux crises économiques. Quant à l'industrie, elle ne pourra plus, dans bien des cas, substituer l'électricité aux combustibles, ou elle n'y trouvera pas intérêt. D'autre part, les chaudières électriques constituent un important débouché qui permettrait d'écouler de grandes quantités d'énergie en excédent, fût-ce à des prix réduits. Il en est de même des exportations d'énergie, à condition qu'existent les installations nécessaires.

Enfin, il serait futile, à une époque où une paix véritable est encore loin de régner, de ne pas songer aux dangers politiques et militaires qui pourraient mettre brusquement un terme au développement attendu. Mais cette préoccupation n'est pas pour rendre moins impérieux le devoir de nos entreprises électriques de s'occuper avec vigilance du ravitaillement énergétique du pays, une des bases de notre économie nationale, et de faire preuve d'initiative. Les récentes expériences des années de guerre ne peuvent que nous inciter à persévérer sans relâche dans l'aménagement de nos forces hydrauliques, car nous pourrions nous trouver à nouveau, un jour ou l'autre, devant une grave pénurie de combustibles.

#### *Perspectives de développement de la production*

La ligne en gradins 1 correspond à la possibilité de production des usines pour des conditions hydrologiques moyennes. A 15 % au-dessus et au-dessous de cette ligne se trouvent les enveloppantes 2 et 3 représentant les possibilités maximum et minimum qui ne sont dépassées qu'exceptionnellement. La réalisation du programme décennal de la Commission de l'ASE et de l'UCS pour la création d'occasions de travail<sup>4)</sup> en est restée à ses débuts. En revanche, la figure 4 tient compte de la production des usines en construction de Tiefencastel, Rossens, Lavey, Plessur et Wassen, ainsi que du bassin d'accumulation de Cleuson.

En dépit des travaux en cours, le rapport entre la production et la consommation n'est pas en voie

de s'améliorer: la production augmente beaucoup plus lentement que la consommation.

On en est arrivé au point que, selon les estimations de l'Office fédéral de l'économie électrique, il va falloir, l'hiver prochain, réduire à un strict minimum pendant une période prolongée, l'exportation et la fourniture aux chaudières; c'est particulièrement regrettable à un moment où nos importations de combustibles sont déficitaires. Les consommateurs suisses n'échapperont à des restrictions de la fourniture d'énergie normale que si les débits des cours d'eau sont nettement supérieurs à la moyenne interannuelle.

Une comparaison de la situation de l'hiver 1946/47 — pour lequel on admet un débit moyen des cours d'eau — avec celle de l'hiver 1938/39, permet de constater que l'excédent de la capacité de production totale par rapport aux besoins du pays en énergie normale a entièrement disparu.

Même si la consommation n'augmentait plus de 220 millions de kWh d'un hiver à l'autre, comme ces dernières années, mais, selon les estimations antérieures, seulement de 120 millions de kWh, la production n'augmentera pas, ces prochaines années, suffisamment vite pour combler le déséquilibre existant.

Pour un hiver sec, dont la production au fil de l'eau demeurerait inférieure de 15 % à la moyenne, il nous manquerait 500 millions de kWh pour couvrir les besoins en énergie normale. Les restrictions inévitables en pareil cas se concentrant sur les trois ou quatre mois les plus froids, seraient d'autant plus sévères.

Au-dessus de la ligne N, la situation est encore plus précaire. Il n'y a de l'énergie inconstante disponible que durant les hivers pluvieux, alors que l'industrie serait toujours à même d'en utiliser de grandes quantités dans ses chaudières. Elle le ferait volontiers, l'expérience l'a démontré. De plus, pour l'exportation, il faudrait disposer en hiver d'une certaine quantité d'énergie inconstante.

En ce qui concerne les *semestres d'été*, la situation ne s'est guère améliorée depuis 1942. Elle n'est pas critique, mais les usines en construction actuellement ne suffiront que tout juste à couvrir l'accroissement probable des besoins. Un été sec obligerait à réduire sensiblement la fourniture aux chaudières et les exportations.

La conclusion s'impose: Pour parer à la déficience actuelle de la production, il faut sans plus tarder entreprendre la construction de grandes usines, dotées d'accumulations importantes. Etant donné la durée très longue des travaux d'exécution des grands barrages en haute montagne, on doit tenir compte aussi de l'accroissement de la consommation pendant ce délai. C'est ainsi que j'arrive à l'affirmation qu'il faut immédiatement mettre en chantier des usines capables de fournir un appoint de plus de 1000 millions de kWh, dont au moins 700 à 800 millions de kWh d'hiver, assurés en majeure partie par des accumulations.

Les entreprises électriques ne sont aucunement responsables de cette situation précaire. Malgré la pénurie de matériel, le manque de main-d'œuvre

<sup>4)</sup> Bull. ASE t. 32(1941), no. 22, p. 581...584.

et le renchérissement général, elles ont entrepris la construction de nouvelles usines, chaque fois que cela était possible, sans se laisser rebuter par les risques encourus. De même, elles ont considérablement agrandi et renforcé les installations de distribution. Mais pour les grandes usines à accumulation, les concessions leur ont été refusées.

J'ai déjà eu l'occasion d'énumérer les demandes exprimées par les associations intéressées à l'économie énergétique. Presque toutes ces demandes en appelaient à la compréhension de nos autorités pour activer l'aménagement de nouvelles usines hydroélectriques. Deux vœux ont été exaucés: L'Office de guerre pour l'industrie et le travail nous a efficacement aidés à surmonter les difficultés dans le domaine des matières premières et de la main-d'œuvre; d'autre part, le fisc fédéral a dégrevé de l'impôt sur les bénéfices de guerre un taux d'amortissement plus élevé pour les constructions renchériées par la guerre.

Mais la première et la plus importante des demandes n'a pas encore été satisfaite. Elle était libellée comme suit: «L'octroi des concessions de forces hydrauliques devrait être accéléré et les charges imposées aux concessionnaires devraient être allégées. Ceci exigerait un grand effort de compréhension de la part des cantons.» Je reviendrai, plus loin, sur ce point.

### III. Rôle de la production thermique dans l'économie énergétique suisse

La nouvelle selon laquelle une des plus grandes entreprises suisses d'électricité a décidé d'entreprendre immédiatement la construction d'une usine thermique a produit, il y a quelques semaines, une certaine sensation. Certains Confédérés estiment que c'est une hérésie, dans le pays par excellence de la houille blanche, et ont peine à concevoir que l'on songe à produire de l'énergie avec de coûteux combustibles importés, alors que d'importantes forces hydrauliques suisses sont encore inutilisées.

En réalité, la production thermique de l'électricité est, en Suisse, aussi ancienne que la production hydraulique. Autrefois, on complétait fréquemment la production irrégulière des usines au fil de l'eau par une installation thermique destinée à entrer en action aux époques de basses eaux ou en cas de panne. Il s'agissait, au début, de machines à vapeur; plus tard, on a donné la préférence aux moteurs Diesel. Du fait de l'interconnexion des usines au fil de l'eau et des usines à accumulation, on renonça par la suite à développer les appoints thermiques. Alors que la puissance installée des machines thermiques atteignait encore, il y a une trentaine d'années, 10 % de l'ensemble des usines électriques, elle est demeurée d'environ 6 % pendant les vingt dernières années; les installations thermiques se sont donc développées dans la même proportion que les installations hydrauliques, notamment pour des raisons de défense nationale. Leur production totale n'a jamais dépassé 20 millions de kWh par hiver et leur durée d'utilisation a toujours été inférieure à 150 heures par an. Cette utilisation extrêmement faible est attribuable sur-

tout au fait que, jusqu'à la dernière guerre, notre ravitaillement en énergie électrique disposait d'une marge de production suffisante. Les nouvelles usines hydroélectriques mises successivement en service couvraient au début largement les besoins des consommateurs. De nos jours, la situation n'est plus la même.

L'interconnexion entre usines thermiques et usines hydrauliques est d'ailleurs pratiquée depuis fort longtemps entre la Suisse et l'étranger, notre pays fournissant de l'énergie inconstante à des réseaux étrangers alimentés par des usines thermiques qui économisent ainsi du charbon. De son côté, la Suisse avait la possibilité, en périodes de sécheresse, de réduire fortement ses exportations d'énergie électrique, voire d'importer de l'énergie thermique produite à l'étranger.

Les installations thermiques destinées à produire de l'énergie électrique peuvent être équipées de *moteurs Diesel*, de *turbines à gaz* ou de *turbines à vapeur*. Les fabriques suisses ont été à l'avant-garde pour le développement de ces machines et même des chaudières à vapeur. Cela est d'autant plus remarquable qu'en Suisse, pays de la houille blanche, elles n'avaient pas la possibilité de faire d'amples expériences comme les fabriques de turbines hydrauliques. Je ne puis naturellement pas m'étendre ici sur toutes les constructions de machines thermiques de nos fabriques de réputation mondiale: Brown Boveri, Escher-Wyss, Fabrique de Locomotives de Winterthur, Ateliers de Construction Oerlikon, Sulzer. Je veux toutefois rappeler brièvement les avantages caractéristiques de ces trois types de machines et comment elles s'adaptent aux conditions qui se présentent en pratique.

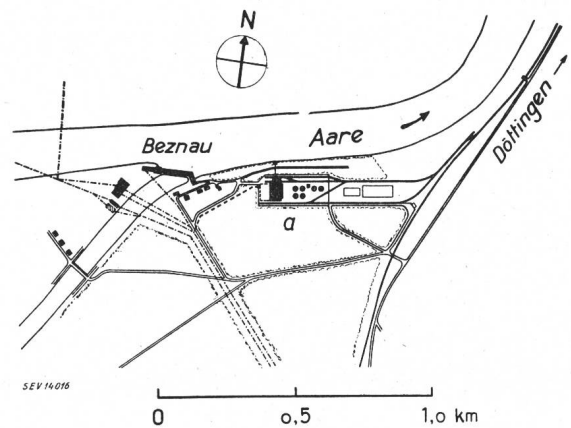


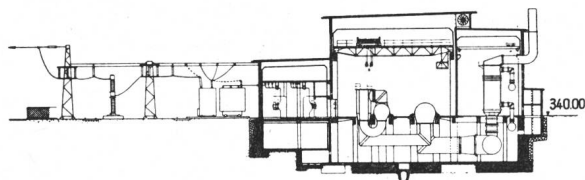
Fig. 5.  
Usine thermique de Beznau (a)  
Situation

Au point de vue de la consommation de carburant, le *moteur Diesel* demeure insurpassable. Son rendement à pleine charge dépasse 35 % et permet de ne consommer que 240 g de carburant par kWh aux bornes du générateur. En outre, il peut être alimenté en huiles lourdes que l'on peut se procurer en Suisse à bon marché. Sa durée de démarrage est des plus brèves, puisqu'il ne met que deux minutes environ pour passer de l'arrêt à la pleine charge, voire même 20 secondes en cas de démarrage automatique. Aux heures de pointe, comme



pour les services très intermittents, le moteur Diesel présente de grands avantages techniques. En revanche, les frais d'installation sont les plus élevés. Les usines thermiques suisses sont équipées en majeure partie avec des moteurs Diesel.

La turbine à gaz diffère selon les constructeurs. Elle peut être à circuit ouvert ou fermé, à gaz de combustion ou à air. Certaines turbines à gaz constituent la partie essentielle d'une installation thermique, tandis que d'autres, introduites dans le cycle thermique d'une installation à vapeur existante, servent à améliorer le rendement global. Le rendement des turbines à gaz à récupération de chaleur se rapproche sensiblement de celui des moteurs Diesel et leurs frais d'installation sont moins élevés. La turbine à gaz est presque aussi bien appropriée que le moteur Diesel comme réserve en cas de panne ou pour les heures de pointe. Si l'on renonce à la récupération de chaleur, le rendement est naturellement un peu moins élevé, par contre, les frais d'installation sont encore plus réduits. La S.A. Brown, Boveri & Cie a déjà construit des turbines à gaz d'une puissance de 10 000 kW.



SEV 14017  
0 10 20 m  
Station de transformation Salle des machines

Fig. 6.  
Usine thermique de Beznau  
Coupe transversale

Les figures 5 et 6 montrent la situation et la disposition générale de l'usine thermique que les Forces Motrices du Nord-Est de la Suisse construisent selon le projet du Professeur Bruno Bauer, à proximité immédiate de leur usine à basse chute de Beznau. Elle comportera deux installations, l'une de 13 000 kW, l'autre de 27 000 kW. Les frais d'aménagement atteindront, paraît-il, 16 millions de francs. La première unité doit être mise en service pour l'hiver 1947/48, la seconde l'année suivante.

Cette usine thermique sera placée à un nœud important du réseau des Forces Motrices du Nord-Est de la Suisse, sa situation sera particulièrement favorable pour l'exploitation et pour le ravitaillement en huile lourde par voie ferrée et, plus tard, par chalands.

La turbine à vapeur, alimentée par une chaudière moderne, n'est que de peu inférieure à la turbine à gaz à récupération de chaleur quant à la consommation de combustible et aux frais d'installation. Elle offre l'avantage de pouvoir utiliser comme combustible non seulement du mazout, mais aussi du charbon. Au point de vue de la puissance unitaire maximum, la turbine à vapeur vient toujours en premier rang. Les turbines à 3000 t./min, qui entrent seules en ligne de compte pour les installations à faible durée d'utilisation, en raison de leur coût relativement peu élevé, sont du type mo-

nocylindrique pour des puissances allant jusqu'à 40 000 kW; les turbines multicylindriques, dont le rendement est plus élevé, peuvent atteindre des puissances bien supérieures.

En se basant sur les prix actuels du carburant le meilleur marché, soit environ 15 à 20 cts/kg, les frais de combustible sont, pour les 3 types de machines, d'environ 4 à 5 cts/kWh, sans tenir compte des autres frais d'exploitation, ni des dépenses annuelles fixes. Le moteur Diesel ne fait pas exception, car, si sa consommation de carburant est plus faible, il faut tenir compte qu'il nécessite davantage de lubrifiant.

Le problème prend un aspect particulier lorsque l'installation thermique sert à la fois à la production de chaleur et d'électricité, ce qui est le cas par exemple pour une usine électrique à laquelle est adjoint un chauffage à distance. Dans ce cas, l'énergie électrique peut en quelque sorte être considérée comme un sous-produit. Grâce aux progrès réalisés dans la construction des chaudières et des turbines à vapeur, notamment à l'emploi de pressions et de températures très élevées, l'exploitation à contre-pression permet une utilisation presque complète de la chaleur développée par les combustibles, avec une production relativement forte d'énergie électrique. Mentionnons encore que, dans les installations de faible puissance à contre-pression, il est possible d'utiliser une machine à vapeur à pistons au lieu d'une turbine à vapeur. Les installations à soutirage de vapeur représentent une solution intermédiaire.

Dans certaines industries, la production combinée d'énergie électrique et de chaleur semble présenter un grand intérêt économique. Les enquêtes et les recherches très détaillées de la Commission d'étude de l'économie suisse de l'énergie ont toutefois montré que, dans une fabrique, la consommation d'énergie électrique varie généralement selon un tout autre rythme que la consommation de chaleur, de sorte qu'une utilisation pratiquement complète de la chaleur développée par le combustible est rarement réalisable.

En résumé, le choix d'un moteur Diesel, d'une turbine à gaz ou d'une turbine à vapeur dépend des conditions particulières à chaque cas, car chacun de ces types de machines présente des avantages qui lui sont propres. Il faut tenir compte, d'une part, des exigences que pose la production (réserve, fourniture de pointe ou de base, besoins éventuels de chaleur) et, d'autre part, des conditions d'emplacement, d'arrivage du combustible, de fourniture d'eau d'alimentation et de refroidissement, etc. Le choix du type dépend également de la puissance désirée. L'étude du projet doit commencer par la recherche de la solution qui convient le mieux au cas concret.

Dans le cadre général de l'économie énergétique suisse, la production thermique d'énergie électrique est essentiellement limitée aux quatre cas suivants:

1. Réserve de puissance et d'énergie en cas de panne.
2. Couvertures de pointes de brève durée.
3. Augmentation rapide de la production lorsque l'aménagement de nos forces hydrauliques se dé-

veloppe moins vite que la consommation, comme c'est actuellement le cas.

#### 4. Complément de la production hydroélectrique aux époques de basses eaux.

Ce dernier point mérite d'être considéré plus en détail. La figure 7 montre comment la production thermique d'énergie s'incorpore à la production combinée au fil de l'eau et à accumulation, en considérant quelques hivers typiques, allant du plus humide au plus sec.

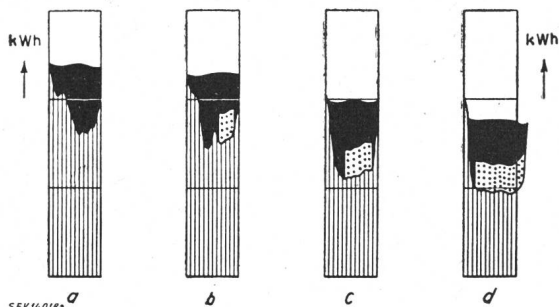


Fig. 7.  
Incorporation de la production thermique à la production combinée au fil de l'eau et à accumulation pour le semestre d'hiver

a hiver humide                      c hiver sec  
b hiver moyen  
hachuré: énergie au fil de l'eau  
noir: énergie à accumulation  
pointillé: énergie thermique

D'une façon générale, la production thermique ne doit pas intervenir tant que les disponibilités d'énergie hydroélectrique inconstante suffisent à alimenter des chaudières qui peuvent être arrêtées en tout temps et dont le service peut être assumé par des chaudières à combustibles. Il serait en effet illogique de brûler dans une usine thermique une quantité de combustible triple de celle qui pourrait être économisée par une chaudière électrique.

Durant les hivers humides, les usines thermiques n'entrent pas du tout en fonction.

Durant les hivers moyens, la durée de fonctionnement de ces usines pourra être de l'ordre de 1200 heures.

Durant les hivers secs, on peut admettre que les usines thermiques n'ont pas à fonctionner avant le mois de décembre, car la diminution de puissance des usines au fil de l'eau n'est pas encore assez marquée et les caractéristiques atmosphériques de l'hiver n'apparaissent pas encore nettement. La durée de fonctionnement des usines thermiques sera peut-être de l'ordre de 2500 heures.

Au cas exceptionnel d'une année excessivement sèche, les usines thermiques devront entrer en service très tôt et fonctionner jusqu'à ce que la pénurie d'eau soit passée. On peut alors admettre une durée d'utilisation allant jusqu'à 3500 heures.

Il est intéressant de noter que, pour remplacer une partie de la production journalière des usines à accumulation, par exemple 40 %, il suffit que la puissance installée des usines thermiques atteigne 25 % environ de celle des usines à accumulation, car l'énergie thermique est destinée à être placée à la base du diagramme journalier de charge, l'énergie à accumulation couvrant les pointes.

Par conséquent, des usines thermiques de dimen-

sions relativement modestes peuvent contribuer efficacement à parer au manque d'énergie.

Mais on ne peut songer, au début de l'hiver, après avoir supprimé les livraisons aux chaudières électriques, à se mettre à la légère à vider les bassins d'accumulation jusqu'à épuisement total pour passer alors, s'il est besoin, à la production thermique jusqu'à l'époque de la fonte des neiges. En procédant ainsi, on pourrait évidemment, chaque hiver, utiliser intégralement les bassins de retenue, mais il faudrait disposer d'une double installation thermique et hydraulique pour la pleine puissance, solution beaucoup trop onéreuse et, en outre, peu économique, étant donné la durée d'utilisation généralement brève. Au contraire, une usine thermique dont la puissance atteint par exemple le quart ou le cinquième de celle installée en usines à accumulation peut relever notablement le degré d'utilisation des bassins de retenue, à condition que cette usine thermique soit mise en service et arrêtée à des époques judicieusement choisies. La rentabilité de la production thermique en est alors nettement améliorée.

Il est certainement préférable de chercher à rétablir l'équilibre entre la production et les besoins en énergie normale à l'aide de la production thermique plutôt que de devoir recourir aux restrictions de la consommation, comme cela fut nécessaire pendant la guerre. Cependant, dans un cas comme dans l'autre, on court le risque de prendre ses dispositions trop tôt ou trop tard, c'est-à-dire, dans le cas de l'usine thermique, soit de produire trop d'énergie coûteuse, soit de n'y pas avoir suffisamment recours.

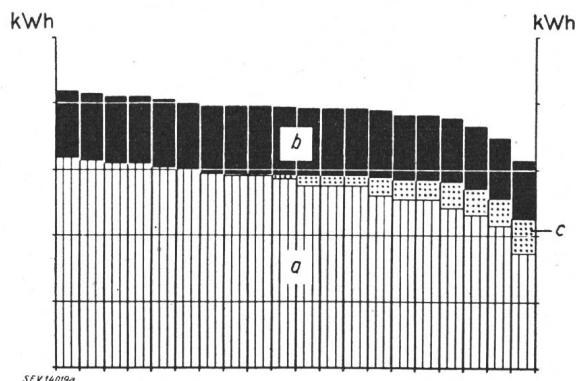


Fig. 8.  
Valorisation par l'énergie thermique de l'énergie des usines au fil de l'eau interconnectées avec des usines à accumulation (20 semestres d'hiver)

a énergie au fil de l'eau    b énergie à accumulation  
c énergie thermique

La figure 8 illustre la valorisation, par l'énergie thermique, de l'énergie des usines au fil de l'eau, interconnectées avec des usines à accumulation. La capacité de production, par semestre d'hiver, des usines de la distribution générale y est rangée en partant de l'hiver le plus humide pour arriver à l'hiver le plus sec des 19 dernières années; l'hiver exceptionnellement sec de 1920/21 y est également reporté. On constate que la baisse de production des usines au fil de l'eau durant les hivers secs est compensée, du moins en bonne partie, par la production



de toutes les usines thermiques de Suisse (en pointillé), y compris celle des Forces Motrices du Nord-Est de la Suisse. La surface noire représente l'énergie à accumulation dont les disponibilités sont presque toujours les mêmes, car on peut admettre qu'au début de l'hiver les bassins de retenue sont généralement remplis, sauf si l'année est extrêmement sèche.

Ce diagramme représente l'utilisation optimum théoriquement possible de toutes les usines électriques suisses, au fil de l'eau, à accumulation et thermiques, appartenant à plusieurs centaines d'entreprises différentes dont les intérêts d'exploitation ne concordent pas nécessairement avec l'intérêt général du pays.

L'un des buts essentiels de l'économie énergétique suisse est précisément de tendre de plus en plus vers cette meilleure coordination des principales entreprises dont la collaboration mutuelle serait assurée par des accords commerciaux librement acceptés et tenant compte des intérêts de tous les participants.

En résumé, l'énergie thermique ne doit pas uniquement servir à compenser momentanément un manque de production, à l'aide d'une certaine quantité de kWh coûteux, elle doit bien plus viser à augmenter la constance, c'est-à-dire la qualité de la production des usines au fil de l'eau et à permettre d'utiliser plus complètement les réserves des bassins de retenue. La nouvelle usine thermique projetée à Beznau complètera fort judicieusement l'exploitation combinée des usines au fil de l'eau et à accumulation, inaugurée il y a 30 ans entre les usines de Beznau et du Löntsch. L'avenir montrera si cette interconnexion de trois genres d'usines donne les résultats espérés.

Mais il ne faut, en aucun cas, s'attendre à ce que la production thermique de l'énergie électrique remédie définitivement au manque d'énergie actuel.

#### *Coordination entre la production thermique de l'électricité et les applications électrothermiques*

La mise en jeu des combustibles et des carburants ne devrait pas se limiter à la production d'énergie électrique destinée à compléter la production hydroélectrique en cas de sécheresse. Nous devrions, au contraire, nous efforcer, à chaque époque, de réaliser l'utilisation la plus rationnelle possible des différentes sources d'énergie. Cette exigence demeurera impérieuse tant que nous manquerons d'énergie. Chaque année, en automne et en hiver, lorsque la production des usines au fil de l'eau va en diminuant, l'emploi des forces hydrauliques, des combustibles et des carburants devrait être coordonné non seulement dans le processus de la production de l'énergie électrique, mais aussi pour la couverture des besoins de chaleur. La production de chaleur doit donc passer progressivement de l'électricité aux combustibles, dans tous les cas où cela est techniquement possible. Il s'agit, dans les grandes lignes, de prendre les mesures suivantes dont la succession dépend des conditions d'équivalence entre l'énergie des combustibles et l'énergie hydroélectrique:

Dès que les disponibilités hydroélectriques deviennent insuffisantes pour alimenter les chaudières, le moment est venu de mettre tout d'abord en service les turbines à contre-pression de l'industrie et d'utiliser complètement leur capacité de production dépendant de la demande de chaleur pour alléger la charge des réseaux des entreprises électriques et même pour leur rétrocéder de l'énergie. Ce sera ensuite les installations à moteurs Diesel des entreprises électriques et de l'industrie qui devront entrer en jeu, tout d'abord aux heures de pointe. Peu après, il sera rationnel d'employer directement les combustibles pour le chauffage complet de locaux et il faudra réduire fortement les exportations d'électricité, nonobstant leur incidence sur nos importations de charbon. Puis, les turbines à gaz seront mises en service et les pompes thermiques seront arrêtées dans l'ordre découlant de leur coefficient de puissance et remplacées par le chauffage direct au combustible. Ensuite seulement, on aura recours, si besoin est, aux usines à vapeur à condensation. L'ensemble de ces dispositions d'exploitation se distingue nettement des restrictions de consommation qui sont gênantes et nuisibles à l'homme et à son travail. Elles visent à utiliser au mieux les deux sources d'énergie, forces hydrauliques et combustibles, dont les disponibilités sont actuellement fort limitées.

L'économie de guerre a pu décréter des restrictions de ce genre grâce à ses pleins pouvoirs. Il devrait être possible, à l'avenir, de résoudre ce problème assez compliqué de l'économie suisse de l'énergie par une collaboration libre entre consommateurs, entreprises électriques, associations et offices fédéraux et cantonaux.

#### *Energie atomique <sup>5)</sup>*

Je ne vous parlerai que très brièvement de l'énergie atomique; vous n'attendez de ma part aucune révélation sensationnelle sur le rôle que l'énergie libérée par les transformations nucléaires pourrait jouer dans l'économie énergétique suisse. Tout ce que nous savons pour le moment, selon les déclarations des spécialistes, c'est que l'énergie atomique utilisable industriellement n'est disponible que sous forme de chaleur et seulement en très grandes puissances. Il faudrait donc, pour l'utiliser, de vastes installations thermiques où l'uranium se substituerait aux combustibles comme source permanente de chaleur. La dotation d'uranium correspondant à une puissance donnée suffit, paraît-il, pour une période très longue, mais elle exigerait des investissements de capitaux considérables. Seront-ils proportionnés à nos besoins d'énergie électrique produite par voie thermique, de brève durée d'utilisation ou ne seraient-ils pas plutôt justifiables lorsqu'il s'agit de répondre à une forte demande de chaleur?

Pour le moment, l'uranium est entre les mains des grandes puissances de la bonne grâce desquelles il faudrait d'abord l'obtenir. Mais tout pronostic est prématuré, car les physiciens sont loin d'avoir achevé leurs travaux.

<sup>5)</sup> Bull. ASE t. 37(1946), no. 17, p. 515...517.

Dans l'état des connaissances actuelles, cette nouvelle source d'énergie ne saurait inciter notre génération à ne pas poursuivre sans relâche l'aménagement de nos forces hydrauliques.

#### IV. Bases de l'économie énergétique suisse

Matériellement, l'économie suisse de l'énergie est fondée sur le fait que la nature a complètement refusé à notre pays les combustibles liquides et ne lui a octroyé que d'insignifiants gisements de combustibles solides, mais qu'elle nous a donné, à titre de dédommagement partiel, des forces hydrauliques.

Un observateur étranger doit se demander comment il se fait que, malgré la notoire pénurie d'énergie, si funeste à l'économie nationale et à la population, les Confédérés n'arrivent pas à s'entendre pour construire les grandes usines hydroélectriques qui leur sont indispensables, bien qu'il n'appartienne qu'à eux de remédier à cet état de choses. Les projets les plus favorables d'usines électriques sont prêts; ils ont fait l'objet d'études approfondies de la part des experts désignés par le Conseil fédéral, qui en ont recommandé l'exécution. Des entreprises électriques publiques et privées ont constitué des consortiums pour construire ces usines. Le placement de l'énergie et l'apport des capitaux, s'élevant à plusieurs centaines de millions de francs, sont donc assurés. Seules les concessions de droits d'eau indispensables font toujours défaut, en dépit de tous les efforts.

Si le Conseil fédéral ne se décide pas à placer l'intérêt général au-dessus de divers scrupules, nous devons certainement attendre longtemps encore la réalisation des projets de grandes usines à accumulation, tels que ceux du Rhin postérieur, de Greina-Blenio et d'Urseren dont notre économie énergétique a pourtant si grand besoin.

Les conditions naturelles de notre pays, son sol pauvre et son climat rude, ont donné de tous temps à ses habitants une source d'«énergie» d'un autre ordre, faite d'initiative, de courage et de vertus civiques, qui leur a permis, après des siècles de luttes, d'acquérir de bonne heure la liberté et l'indépendance. C'est ainsi que se formèrent les deux caractères spécifiques de notre structure politique: la très large autonomie des communes, cellules fondamentales de notre organisation politique, et l'indépendance des cantons dont la souveraineté n'est limitée que par les droits confiés à la Confédération pour la sauvegarde des intérêts supérieurs de la nation.

Cette incursion dans le domaine de la politique ne nous écarte pas du problème que je me suis proposé de développer ici. Bien au contraire, nous nous trouvons au centre même de ces questions si actuelles, dont la solution a, pour l'avenir de notre ravitaillement énergétique et de notre économie nationale, une importance capitale que le grand public ne semble pas encore avoir clairement discernée. Ce n'est certainement pas de sa faute, car il est indéniable que nous n'avons, jusqu'ici, pas assez fait pour le renseigner en toute objectivité et clarté.

Peut-être est-il utile, pour mieux comprendre la situation actuelle, que nous nous rendions d'abord

nous-mêmes mieux compte des bases politiques du problème.

L'autonomie communale se manifeste, dans le domaine de l'économie de l'électricité, par le fait que la Loi fédérale sur les installations électriques confère pratiquement à chaque commune le droit d'organiser à son gré la distribution de l'électricité sur son territoire. Dans plusieurs cantons alpestres, ce sont les communes mêmes ou les districts qui ont le droit de disposer des forces hydrauliques.

La souveraineté des cantons dans le domaine de l'octroi des droits d'eau est si étendue que les compétences de la Confédération sont très limitées. La Constitution fédérale le veut ainsi et la Loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques doit respecter ce principe. Plusieurs cantons se sont, de plus, chargés de la distribution de l'énergie électrique.

C'est ainsi qu'aujourd'hui, 25 % seulement de notre population sont desservis par des entreprises privées, des coopératives ou des entreprises mixtes, tandis que 75 % sont alimentés par des entreprises communales ou cantonales.

L'autonomie des communes et la souveraineté des cantons, ces deux principes essentiels qui ont profondément marqué l'histoire du pays, sont les fondements sur lesquels l'imposant édifice de notre économie hydraulique et électrique a été érigé par étages et agrandissements successifs, de telle sorte qu'il n'est pas exempt de défauts. Mais maintenant, pour continuer la construction de l'édifice, il faut prendre des décisions d'une plus grande portée.

Par suite des progrès de la technique, l'économie énergétique a franchi depuis longtemps les frontières cantonales, comme ce fut le cas pour le télégraphe, le téléphone, les transports routiers et ferroviaires. La consommation d'énergie électrique est cinq fois plus élevée qu'au moment de la promulgation de la Loi sur l'utilisation des forces hydrauliques de 1916, et même trente fois plus forte qu'en 1902, lorsque fut votée la Loi sur les installations électriques. Les dispositions de ces lois déjà anciennes ne devraient donc pas être interprétées dans un sens rigide qui entraverait la réalisation des exigences impérieuses de l'intérêt public. Il y a une année, le Conseil fédéral a élaboré, il est vrai, un projet de révision partielle de la Loi sur l'utilisation des forces hydrauliques, accompagné d'un message circonstancié. Mais les bases constitutionnelles de ce projet sont, paraît-il, mises en doute et une solution concrète ne semble guère prochaine.

Les forces hydrauliques sont réparties d'une manière très inégale entre les cantons et ce sont précisément les cantons alpestres, riches en forces hydrauliques, qui, étant très peu peuplés, ont le moins besoin d'électricité. Les consommateurs d'énergie: ménages, artisanat, industrie et chemins de fer, qui désirent disposer d'électricité à discrétion et à des prix raisonnables, aussi bien que les entreprises responsables de la distribution de l'énergie en Suisse, ne pourront jamais admettre que l'aménagement futur des forces hydrauliques doive se conformer uniquement à d'étroits points de vue cantonaux.

Jusqu'à ce que les bases légales et, là où cela s'avèrera nécessaire, même constitutionnelles, soient adaptées aux exigences du développement, on devrait pouvoir au moins attendre des cantons qu'ils collaborent à la solution du problème et qu'ils se prêtent à des compromis raisonnables lorsque l'utilisation *rationnelle*, exigée par la Loi sur l'utilisation des forces hydrauliques, rend nécessaire un aménagement qui ne représente peut-être pas l'optimum au point de vue strictement cantonal. On ne peut qu'applaudir à la réalisation par le Conseil fédéral de l'un des points au moins du projet de loi si discuté. En effet, dans une circulaire du 7 août 1946, le Conseiller fédéral Celio, chef du Département des postes et des chemins de fer, a annoncé l'élaboration d'un plan d'aménagement général qui englobera tout le pays et le subdivisera en un certain nombre de zones bien délimitées formant chacune une unité quant à l'utilisation rationnelle des forces hydrauliques<sup>6)</sup>. Ce plan sera établi en collaboration étroite par les services fédéraux, les autorités cantonales, les entreprises électriques et les bureaux d'ingénieurs spécialisés. C'est à cette intention que le Conseil fédéral vient de créer, au Service fédéral des eaux, un poste de vice-directeur avec la mission d'établir non seulement le plan en question, mais aussi d'activer la réalisation des projets terminés, de concert avec les milieux intéressés. Cette circulaire reconnaît, d'ailleurs, que l'exécution du programme, c'est-à-dire la construction, puis l'exploitation des usines, incombe aux entreprises électriques qui doivent en assumer la responsabilité et les risques financiers.

Voilà de la vraie économie énergétique suisse et il faut souhaiter que tous les intéressés collaborent franchement à la solution de ce problème national. En coopérant activement à l'étude de ce plan et à sa réalisation, les cantons agiront non seulement dans leur intérêt matériel, mais éviteront de pousser le fédéralisme jusqu'à l'absurde et de mettre ainsi en péril à l'avenir leur droit de libre-disposition sur les forces hydrauliques de leur territoire.

Nous venons de voir combien l'aménagement de nos forces hydrauliques et notre économie énergétique, tant pour la production que pour les appli-

cations de l'électricité, sont en relation de plus en plus étroite avec l'économie des combustibles. Or, il existe dans l'un de nos départements fédéraux un Service des eaux et un Office de l'économie électrique et dans un autre département une Division du commerce qui s'occupe de l'importation des combustibles et des carburants, destinés à satisfaire la majeure partie des besoins d'énergie de notre pays. En outre, l'OGIT a toujours une Section de l'électricité et une autre Section qui s'occupe des combustibles. Notre économie énergétique n'a évidemment rien à gagner d'une telle dispersion. C'est pourquoi le Conseiller national Trüb, directeur du Service d'électricité de la Ville de Zurich, avait présenté, en 1944, un premier postulat demandant la création d'un Office fédéral des combustibles et une coordination plus étroite<sup>7)</sup>; mais ce postulat, qui prévoyait des mesures administratives tendant à l'économie dirigée, fut repoussé par le Conseil national. L'idée fondamentale a toutefois été approuvée par M. Celio et nous voulons espérer qu'elle ne tardera pas à être réalisée d'une manière ou d'une autre.

En mars 1945, M. Trüb a présenté un second postulat demandant au Conseil fédéral: 1° d'activer l'aménagement de nos forces hydrauliques et de développer l'électrification des ménages et 2° de concentrer la mise en valeur de la houille sur quelques grandes usines à gaz<sup>8)</sup>. Ce postulat a été accepté. Nous arrivons ainsi à l'une des questions, non encore résolues, de l'utilisation de l'énergie: le problème gaz et électricité. La place manque malheureusement pour l'aborder ici et je dois me borner à exprimer le vœu que ce problème, comme bien d'autres non moins importants de notre économie énergétique générale, soit étudié par une commission de spécialistes qui mettraient leurs compétences à la disposition de services fédéraux mieux coordonnés ou regroupés. Ce serait une conception typiquement suisse de l'économie énergétique.

- 7) Bull. ASE t. 35(1944), no. 16, p. 452,  
Bull. ASE t. 36(1945), no. 1, p. 13...21,  
Bull. ASE t. 36(1945), no. 20, p. 683...685.  
8) Bull. ASE t. 36(1945), no. 26, p. 884...887.

Adresse de l'auteur:

H. Niesz, directeur de Motor-Columbus S. A., Baden.

## Ein Streifzug durch die netzseitigen Spannungen und Ströme von Mutatoren

Von E. Fässler, Zürich

621.314.65

*Nach einer kurzen Beschreibung der gleichspannungs- und drehstromseitigen Netzstrom-Form wird auf die ihren Verlauf kennzeichnenden Veränderlichen, den Leistungsfaktor und die Gesetzmässigkeiten ihrer Oberwellen eingegangen.*

*Après une brève description de la forme du courant redressé et du courant triphasé du réseau, l'auteur s'occupe des variables qui en caractérisent l'allure, du facteur de puissance et des lois régissant leurs harmoniques.*

### 1. Einleitung

Den Schlüssel zum Verständnis der Spannungs- und Stromformen an den Klemmen des Mutators bilden drei vereinfachende Annahmen. Auf Grund derselben erhält man einen Einblick in ihren gesetzmässigen Aufbau und ist bereits in der Lage,

ihre Mittel- und Effektivwerte anzugeben. Zur eingehenden Erfassung der auftretenden Formen werden Ordnungszahl und Grösse der Oberwellen bestimmt. Abschliessend werden die einleitenden Annahmen teilweise fallen gelassen, um das Bild der Spannungs- und Stromformen noch weiter zu verfeinern.