

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin de l'Association suisse des électriciens
<b>Herausgeber:</b>	Association suisse des électriciens
<b>Band:</b>	50 (1959)
<b>Heft:</b>	18
<b>Rubrik:</b>	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:** 06.01.2026

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

# Production et distribution d'énergie

## Les pages de l'UCS

### Les éléments du coût de l'énergie nucléaire

par O. Löbl, Essen

621.039.4.003

Lors de la 30<sup>e</sup> Assemblée annuelle du Comité national suisse de la Conférence Mondiale de l'Energie du 2 juin 1959 à Zurich, le professeur Dr. O. Löbl, Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk S.A., Essen, a tenu une conférence sur «Les problèmes que pose le calcul du coût de l'énergie nucléaire». Le conférencier, ayant parlé sans manuscrit, a eu l'amabilité de mettre à notre disposition le texte du mémoire qu'il a prononcé à l'occasion du Congrès international de l'OECE sur «Les perspectives industrielles de l'énergie nucléaire» du 11 au 14 mai 1959 à Stresa, mémoire qui traite des mêmes problèmes et fait état des mêmes calculs.

Nous avons le plaisir de publier ci-après ce rapport sur «Les éléments du coût de l'énergie nucléaire» qui traite du coût et du calcul des frais de production de l'énergie dans les centrales nucléaires.

La vague d'enthousiasme soulevée par l'apparition de cette nouvelle source d'énergie s'est quelque peu calmée et a fait place à des jugements plus pondérés. Cependant l'unanimité est encore loin d'être faite au sujet de la rentabilité de l'énergie nucléaire.

Une difficulté supplémentaire provient des changements continuels qui affectent les conditions financières et techniques. C'est ainsi que la situation est actuellement caractérisée en Allemagne occidentale par deux événements, qui sont l'un l'amélioration survenue sur le marché des capitaux, où le taux d'intérêt des prêts à long terme est déjà descendu jusqu'à 5½ % et l'autre la baisse sensible que font apparaître les offres actuelles des constructeurs de centrales nucléaires en comparaison des prix valables il y a un ou deux ans.

Il apparaît donc nécessaire de procéder à de fréquentes vérifications de la rentabilité de l'énergie nucléaire. Je me propose aujourd'hui de vous donner mon opinion sur l'état actuel de la question.

Deux obstacles principaux surgissent lorsqu'on veut calculer le coût de production de l'énergie nucléaire. Le premier est lié à la connaissance insuffisante de quelques facteurs de nature physique, tels que l'irradiation. Le second provient du fait que certains éléments du coût de production, tels que le coût du traitement chimique du combustible irradié, font l'objet de manipulations, et que leur vraie valeur n'est pas publiée.

Mon intention est d'énumérer tout d'abord les éléments du coût de production, de procéder ensuite à un examen critique des facteurs fondamentaux, pour calculer enfin aussi bien que possible le coût de production, en considérant en premier lieu le cas de la République fédérale allemande.

Le tableau I donne un aperçu schématique des éléments du coût de production. Ils se divisent en trois groupes:

- I. Les frais fixes
- II. Les frais de combustible bruts
- III. La bonification pour le combustible rendu.

Anlässlich der 30. Vereinsversammlung des Schweizerischen Nationalkomitees der Weltkraftkonferenz vom 2. Juni 1959 in Zürich sprach Herr Prof. Dr.-Ing. O. Löbl, Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG, Essen, über «Die Problematik der Kostenberechnung des Atomstromes». Da der Referent seine Ausführungen nicht schriftlich fixiert hatte, stellte er uns in zuvorkommender Weise den Text seines Vortrages zur Verfügung, den er im Rahmen des internationalen Kongresses der OECE vom 11. bis 14. Mai 1959 in Stresa mit dem Gesamtthema «Die Aussichten der Verwertung der Kernenergie in der Industrie» gehalten hatte, und in dem die gleichen Gedanken entwickelt und das gleiche Zahlenmaterial verwendet wurden.

Wir freuen uns, diesen Bericht über «Die Kostenfaktoren der Atomenergie», in dem die Kostenelemente und die Berechnung der Stromerzeugungskosten in Atomkraftwerken besprochen werden, nachstehend zu veröffentlichen.

Eléments du coût de production de l'énergie nucléaire

Tableau I

I frais fixes	frais d'immobili- sation	«perte d'in- térêts» sur les éléments de combustible	frais d'exploitation
II frais de combustibles bruts	coût de l'uranium	frais de fabrication	frais de transport
III bonification	valeur restante de l'uranium	valeur du plutonium	frais de traitement chimique

Chaque groupe comprend à son tour trois éléments, si bien que leur nombre total est de neuf.

Je ne prendrai en considération que les types de centrales nucléaires pour lesquels on possède actuellement des offres et qui sont livrables. Il s'agit de centrales où les réacteurs sont de l'un des types suivants:

- le réacteur britannique (centrale désignée dans les tableaux par GB)
- les deux réacteurs américains à eau ordinaire, à savoir le réacteur à eau sous pression et le réacteur à eau bouillante
- le réacteur organique (centrale désignée dans les tableaux par OMR)

Une centrale thermique classique brûlant du charbon de la Ruhr servira de base de comparaison. Dans une première variante on admettra que cette centrale est située près de la mine, dans une seconde variante qu'elle se trouve dans le voisinage de Bâle.

En ce qui concerne les réacteurs à eau ordinaire, j'examinerai, en plus des offres habituelles désignées par la lettre A, une offre récente étonnamment favorable, que j'appellerai B. Le niveau exceptionnellement bas du coût de cette variante proviendrait du fait que tout le matériel, à l'exception du noyau, serait construit en Allemagne. Les cinq types de

centrales énumérés figurent à la première ligne du tableau II.

Il existe encore d'autres réacteurs pleins de promesses, mais leur cas ne sera pas examiné, car ils ne sont pas encore livrables.

### I. Les frais fixes

1. *Les frais d'immobilisation* (voir tableau I) se calculent d'après la formule

$$\frac{\text{frais d'établ. spéc.} \times \text{taux d'immob.}}{\text{durée d'utilisation par an}}$$

Analysons les trois termes de cette formule. En ce qui concerne le premier d'entre eux: *les frais d'établissement spécifiques*, il convient tout d'abord de s'assurer si la puissance est (comme c'est le plus souvent le cas) mesurée aux bornes de l'alternateur ou à celles du transformateur. Dans ce qui suit il s'agira toujours de la puissance mesurée à la sortie du transformateur, c'est-à-dire déduction faite de la puissance absorbée par les services auxiliaires de la centrale. Il est extrêmement important d'autre part de déterminer les limites exactes de l'offre reçue. On doit donc s'assurer si tous les frais accessoires ont été entièrement pris en compte. Ces frais comprennent l'ensemble des bâtiments, y compris les laboratoires et les habitations, le terrain, y compris le coût des voies d'accès par route et par fer et enfin l'approvisionnement en eau de refroidissement. Lorsque tous les frais accessoires ont été calculés, il convient d'ajouter encore à la somme totale les intérêts intercalaires à verser durant la construction. Au total ce supplément à ajouter aux frais nets atteint souvent 25 % de ceux-ci. Lorsqu'il sera question ci-après de frais d'établissement, il s'agira toujours des frais bruts, aussi bien pour les centrales nucléaires que pour les centrales classiques.

Par suite de la dégression des coûts, on ne peut comparer que des centrales de même puissance. Les considérations qui suivent sont fondées sur une puissance électrique nette de 150 MW, et ne sont pas valables pour des centrales nucléaires à resurchauffe alimentées par des combustibles d'appoint.

La puissance garantie est évidemment inférieure à 150 MW: la question de la réserve sera examinée ultérieurement. Quant aux frais de fabrication de la première charge de combustible, ils ne sont pas comptés dans les frais d'établissement et seront pris en considération comme frais de combustible.

La 2<sup>e</sup> ligne du tableau II donne les frais d'établissement spécifiques en dollars par kW calculés dans ces conditions. On voit que la centrale britannique est la plus chère, la centrale classique la meilleur marché<sup>1)</sup>.

Le deuxième terme intervenant dans le calcul des frais d'immobilisation est *le taux d'immobilisation*. Ce taux comprend les intérêts du capital et l'amortissement, l'assurance habituelle et l'assurance nucléaire, les impôts et les frais de l'administration générale. Dans le cas des centrales nucléaires, nous admettrons un taux annuel de 13 % des frais d'établissement, qui est calculé sur la base d'une durée d'amortissement de 15 ans et d'un taux d'intérêt de 5½ %. Dans le cas des centrales classiques, ce taux tombe à 12,4 % à la suite de la disparition de l'assurance nucléaire.

Le troisième terme, enfin, est *la durée d'utilisation par an*. Comme les frais d'établissement des centrales nucléaires sont très élevés, la solution qui est en général proposée est de produire l'énergie nucléaire à la base du diagramme de charge. Or cette conception se fonde sur une erreur de jugement. En effet, en exploitant les centrales nucléaires de cette façon, on n'obtiendra pas toujours l'optimum économique pour l'ensemble des centrales alimentant le réseau considéré. Les frais fixes de toutes les centrales existantes — classiques et nucléaires — représentent une somme constante, qui est indépendante du choix de ces centrales pour la production de base ou la production de pointe. Lorsque la charge du réseau augmente, il faut donc toujours mettre en service, parmi les centrales encore inutilisées, celle pour laquelle les frais de combustible sont minimum, c'est-à-dire celle qui cause le minimum de frais supplémentaires. En faisant ce calcul, il faut tenir compte de tous les facteurs jouant un rôle, tels que l'accroissement de la consommation de chaleur par kWh pour les centrales thermiques qui sont utilisées en pointe.

Les premières centrales qui doivent donc être mises à contribution sont les centrales hydrauliques au fil de l'eau. C'est l'évidence même. Viennent ensuite les centrales brûlant du lignite, car dans le réseau interconnecté de l'Allemagne occidentale, le lignite est un combustible encore moins cher que l'uranium. Ce n'est qu'après que vient le tour des

<sup>1)</sup> Il convient de se rappeler qu'il s'agit d'une centrale thermique classique d'une puissance de 150 MW.

Frais fixes  
(Puissance électrique nette 150 MW)

Tableau II

1	Type de réacteur	GB <sup>1)</sup>	Eau ordinaire <sup>2)</sup>		OMR	Charbon
			A	B		
2	coût d'établissement <sup>3)</sup> \$/kW	450	380	285	267	150
3	frais d'immobilisation <sup>4)</sup> mills/kWh (13 %, 6000 h/a)	9,80	8,32	6,20	5,79	3,10
4	perte d'intérêts	mills/kWh	0,70	0,81	0,90	1,08
5	frais d'exploitation	mills/kWh	3,00	2,55	1,90	1,78
6	frais fixes	mills/kWh	13,50	11,68	9,00	8,65
						4,10

<sup>1)</sup> GB = Grande-Bretagne (type Calder-Hall).

<sup>2)</sup> Réacteurs à eau sous pression et à eau bouillante (valeurs moyennes). Explications sur la signification de A et B dans le texte.

<sup>3)</sup> y compris le terrain et les voies d'accès, l'eau de refroidissement, les intérêts intercalaires; non compris les frais de fabrication de la première charge.

<sup>4)</sup> pour les centrales classiques: 12,4 % par an, à la suite de la disparition de l'assurance nucléaire.

centrales nucléaires. Les dernières centrales à mettre en service sont celles qui brûlent du charbon ou de l'huile lourde.

La fig. 1 représente la courbe de charge monotone d'un grand réseau interconnecté, tel que celui du «Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG» (RWE). Au RWE, 70% de l'énergie électrique totale sont produits à partir du lignite et des forces hydrauliques. Ainsi qu'on l'a montré, les centrales à lignite et les centrales hydrauliques doivent fonctionner à la base du diagramme de charge. Si l'on construit des centrales nucléaires capables de fournir par exemple 10 % de l'ensemble des besoins, leur facteur d'utilisation ne pourra pas dépasser 76 %.

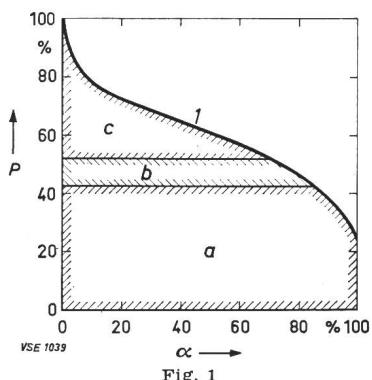


Fig. 1

Courbe de charge monotone (courbe 1)

- P charge
- α facteur d'utilisation
- a lignite + hydraulique
- b nucléaire
- c charbon

Ce faisant, nous avons rapporté le facteur d'utilisation à la charge maximum. Or dans le cas de toutes les centrales, y compris celui des centrales nucléaires, les travaux de réparation et d'entretien se traduisent par des interruptions de service qui réduisent sensiblement la durée d'utilisation. Une réserve de puissance est donc nécessaire et la puissance de la centrale doit être supérieure à la charge maximum du réseau. Pour un calcul économique, la durée d'utilisation doit donc être rapportée non pas à la charge maximum, mais à la puissance de la centrale. Si dans un grand réseau interconnecté le taux de réserve nécessaire est par exemple de 12 %, le facteur d'utilisation calculé ci-dessus tombe de 76 % à 76 : 1,12 = 68 %, si bien que la durée d'utilisation est de :

$$0,68 \times 8760 \text{ h/a} = 6000 \text{ h/a}$$

A l'avenir, lorsque le nombre de centrales nucléaires augmentera, elles devront de plus en plus couvrir les pointes, de sorte que la durée d'utilisation de la puissance de ces centrales aura tendance à diminuer, atteignant dans le cas du RWE 5000 h/a environ. Ce chiffre doit même être considéré comme plutôt favorable, car dans un réseau interconnecté tel que celui du RWE, où se superposent les courbes de charge des consommateurs les plus divers, la durée d'utilisation est particulièrement élevée.

Ces conditions sont semblables en France et en Italie, où les forces hydrauliques et le gaz naturel sont des «combustibles» à meilleur marché que l'uranium.

Les trois facteurs entrant dans le calcul des frais d'immobilisation ont donc été déterminés. En introduisant un taux annuel d'immobilisation de 13 %, respectivement 12,4 % et une durée d'utilisation de 6000 h/a, on obtient pour les frais d'immobilisation les valeurs indiquées à la 3<sup>e</sup> ligne en mills/kWh. Ainsi qu'il fallait s'y attendre, la centrale du type britannique présente les frais d'immobilisation les plus élevés, les moins élevés s'obtenant dans le cas du charbon.

2. La «perte d'intérêts» provenant des conditions d'achat des éléments de combustible constitue le deuxième élément du groupe I (tableau I). Cet achat a lieu en effet de nombreux mois *avant* l'introduction des éléments de combustible dans le réacteur, alors que la bonification n'est versée qu'au moment de leur reddition, c'est-à-dire de nombreux mois *après* leur sortie du réacteur. Ce temps mort en dehors du réacteur se traduit par une «perte d'intérêts», qui est indiquée à la 4<sup>e</sup> ligne du tableau II dans le cas d'un taux de 5½ % et qui représente une dépense d'environ 1 mill/kWh.

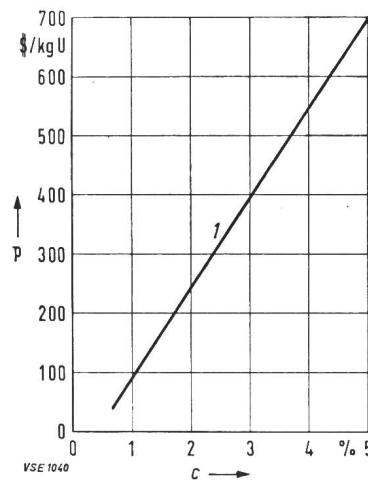


Fig. 2

Prix de l'uranium en fonction de l'enrichissement (courbe 1)

- p prix de l'uranium
- c enrichissement

3. Considérons enfin le 3<sup>e</sup> élément: *les frais d'exploitation*. Rapportés au coût d'établissement total, y compris les dépenses accessoires et les intérêts intercalaires, ils atteignent au moins 4 % par an. Pour une durée d'utilisation de 6000 heures, on obtient les valeurs de la 5<sup>e</sup> ligne. La somme des lignes 3, 4 et 5 donne les frais fixes indiqués à la 6<sup>e</sup> ligne. On constate de nouveau l'importante avance des centrales à charbon du point de vue des frais fixes.

## II. Les frais de combustible bruts

1. Le *coût de l'uranium* (2<sup>e</sup> ligne du tableau III) constitue le premier élément. Ce coût s'accroît linéairement avec le degré d'enrichissement, ainsi que le montre la fig. 2. Le réacteur britannique brûle de l'uranium naturel, dont le prix est très bas. Les trois réacteurs américains utilisent de l'uranium enrichi à un taux d'environ 2 à 2,5 %, dont le kg est 5 à 7 fois plus cher, tandis qu'un kg de charbon de la Ruhr ne coûte que 16 mills.

2. Les *frais de fabrication* (3<sup>e</sup> ligne) sont le deuxième élément. Le réacteur britannique et le réac-

Frais de combustible

Tableau III

1	Type de réacteur	GB	Eau ordinaire		OMR	Charbon de la Ruhr	
			A	B		Implantation de la centrale:	région de Bâle
2 uranium <sup>1)</sup>	\$/kg	40	220	300	220	0,0163	0,0163
3 fabrication	\$/kg	17	140	64	20	—	—
4 transport	\$/kg	7	18	18	18	0,0050	—
5 réfrigérant	\$/kg	—	—	—	33	—	—
6 bonification	\$/kg	— 14	— 118	— 168	— 123	—	—
7 frais de combustible	\$/kg	50	260	214	168	0,0213	0,0163
8 production d'énergie électrique	kWh/kg	15 000	50 000	50 000	37 400	2,66	2,66
9 frais de combustible <sup>2)</sup> mills/kWh		3,33	5,20	4,28	4,50	8,0	6,13

<sup>1)</sup> Enrichissement: GB 0,174 %, A 2 %, B 2,5 %, OMR 2 %.<sup>2)</sup> Chiffres de la 7<sup>e</sup> ligne divisés par ceux de la 8<sup>e</sup> ligne.

teur organique utilisent de l'uranium métallique, et la fabrication des éléments de combustible ne coûte qu'environ 20 dollars par kg<sup>2)</sup>. Par contre les réacteurs à eau ordinaire utilisent de l'oxyde d'uranium et les frais de fabrication sont plus élevés. Ils sont environ 7 fois plus élevés dans les offres A, le rapport tombant à 3 environ pour l'offre B, ce qui semble étonnant et s'expliquerait entre autres par l'importance des commandes.

3. Le 3<sup>e</sup> et dernier élément représente les *frais de transport* (4<sup>e</sup> ligne). Ils sont relativement élevés, tout d'abord par suite du coût de l'assurance nucléaire et ensuite à cause du poids important de l'uranium et des récipients protecteurs en plomb. L'uranium lui-même est à peu près aussi lourd que l'or et les récipients de plomb ont un poids qui atteint 10 à 40 fois celui des éléments de combustible transportés. Ces lourds récipients doivent naturellement être renvoyés à la centrale lorsqu'ils sont vides. Les frais de transport aller et retour (frêt et assurance) s'élèvent à 18 dollars par kg environ. Si l'achat se fait en Grande-Bretagne, les frais de transport se réduisent à 7 dollars par kg environ.

4. Dans le cas du réacteur organique, il faut tenir compte également du remplacement régulier du liquide réfrigérant (5<sup>e</sup> ligne). La somme des lignes 2 à 5 donne les frais de combustible bruts; cette somme n'a pas été effectuée dans le tableau.

### III. La bonification

La bonification pour les éléments de combustible irradié rendus (voir tableau I) se compose également de trois éléments.

1. En premier lieu, les éléments de combustible contiennent encore presque la totalité de l'*uranium* — puisque la quantité ayant subi la fission n'atteint pas 10% — mais celui-ci est appauvri en U<sup>235</sup>, si bien que sa valeur a diminué, ainsi qu'il ressort de la fig. 2.

2. Deuxièmement, il s'est formé du *plutonium*, dont la valeur dépend de la quantité et du prix par kg. Le plutonium vaut actuellement 12 dollars le gramme, mais personne ne sait avec certitude durant combien de temps ce prix restera valable, car il dépend des besoins militaires et des possibilités futures d'utilisation du plutonium dans les réacteurs. Quant à la quantité de plutonium, elle atteindra environ

<sup>2)</sup> Dans ce cas comme pour les frais de transport et la bonification, on entend toujours: par kg du contenu en uranium.

1,5 gramme par kg d'uranium dans le cas du type britannique et à peu près le double pour les réacteurs américains. Dans le cas de l'offre B des quantités sensiblement plus importantes ont été indiquées, ce qui apparaît toutefois peu probable.

3. La bonification correspondant à l'uranium et au plutonium rendus est compensée en partie par les *dépenses du traitement chimique* des éléments de combustible irradiés. Il s'agit d'une opération coûteuse, à laquelle vient s'ajouter le problème encore non résolu de l'élimination des déchets radioactifs. La Commission Atomique des Etats-Unis demande pour ce traitement 21 dollars par kg d'uranium. Or, si l'on examine ce chiffre, on s'aperçoit qu'il cache une subvention extrêmement élevée. Le prix cité suppose en effet l'existence d'environ 15 centrales nucléaires de 150 MW chacune, qui seule permettrait la pleine utilisation des installations de traitement.

A ce prix s'ajoute encore des frais de transformation et d'autres frais supplémentaires, si bien que pour les réacteurs américains on est obligé de compter au total avec des frais de traitement de 35 dollars par kg d'uranium. Il ne faut jamais oublier, toutefois, qu'il s'agit là d'un prix tout à fait artificiel.

La somme de ces trois éléments donne la bonification, qui est indiquée à la 6<sup>e</sup> ligne. Dans le cas des réacteurs américains, elle atteint entre 30 et 50% du prix d'achat des éléments de combustible neufs. Pour les éléments de combustible britanniques, elle s'élève à 25 % de la valeur à neuf.

En tenant compte de cette bonification, on obtient les frais de combustible nets de la 7<sup>e</sup> ligne du tableau III.

4. Nous avons indiqué ces frais en dollars par kg d'uranium, et il reste à les transformer en mills / kWh. A cet effet il est nécessaire de connaître la *quantité d'énergie électrique produite par kg d'uranium*. Elle s'exprime par le produit:

$$\text{rendement} \times \text{irradiation}$$

Nous allons donc examiner maintenant ces deux importants facteurs. Le *rendement* est malheureusement très faible, car la température d'admission de la vapeur est basse. Il convient, d'autre part, de ne pas oublier la consommation des services auxiliaires de la centrale et de tenir compte du fait que le rendement baisse lorsque le facteur d'utilisation di-

minue. Cette dernière relation est illustrée par le diagramme de la fig. 3, qui donne le rendement moyen annuel rapporté au rendement maximum en fonction du facteur d'utilisation. Dans la représentation choisie, le diagramme est pratiquement circulaire.

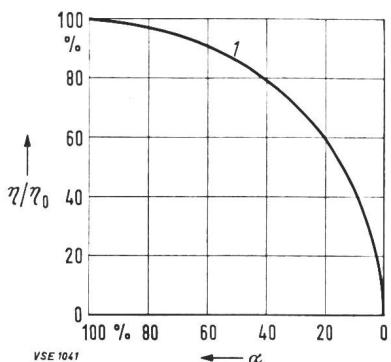


Fig. 3

Influence du facteur d'utilisation sur le rendement moyen annuel de la centrale (courbe 1)

- $\eta$  rendement moyen annuel
- $\eta_0$  rendement maximum
- $\alpha$  facteur d'utilisation

Si l'on tient compte de ces deux influences, le rendement du type britannique atteint peut-être 25%, tandis qu'il ne dépasse sans doute pas 26% pour les réacteurs américains.

Le deuxième facteur est l'irradiation, c'est-à-dire la quantité de chaleur produite par kg ou par t d'uranium. C'est l'un des points incertains de nos calculs, bien que les valeurs indiquées soient garanties. En effet le mot de «garantie» ne doit pas être compris dans son sens habituel. Il est impossible, par

indique en général une irradiation de 3000 MWd/t<sup>3</sup>). Dans une offre britannique particulière, l'irradiation garantie est de 3500 MWd/t, la bonification lors de la reddition étant dans ce cas de 14 dollars par kg d'uranium. Si l'on examine de plus près les clauses de garantie, on peut représenter la bonification par la ligne brisée inférieure de la fig. 4. On constate que jusqu'à une irradiation de 2500 MWd/t la bonification n'est pas augmentée, mais reste au niveau de 14 dollars par kg d'uranium. Ce n'est que lorsque l'irradiation est encore plus mauvaise que la bonification commence de s'accroître. Il faut en conclure que les constructeurs eux-mêmes comparent avec une irradiation de 2500 MWd/t seulement. C'est donc sur cette valeur que nous fonderons aussi nos calculs. Pour une entière compensation, la bonification devrait suivre la droite supérieure. Dans le cas d'une irradiation de 2500 MWd/t, la garantie devrait donc être de 28 et non pas seulement de 14 dollars par kg. La perte est encore plus importante pour des irradiations plus faibles, ainsi que le montre la fig. 4.

Mais le déficit de 14 dollars par kg à 2500 MWd/t ne donne pas encore l'image complète de la perte financière résultant de l'insuffisance de garantie. Une irradiation de 2500 MWd/t représente, si le rendement est de 25%, une production d'énergie électrique de 15 000 kWh par kg, mesurée aux bornes de la centrale. Le dommage est donc de:

$$\frac{14\,000 \text{ mills/kg}}{15\,000 \text{ kWh/kg}} = 0,93 \text{ mills/kWh}$$

et au total dans une année de

$$150 \text{ MW} \times 6000 \text{ h} \times 0,93 \text{ mills/kWh} = 840\,000 \$$$

Lorsque l'irradiation est plus faible que 2500 MWd/t, la somme est encore plus grande.

La situation est semblable en ce qui concerne les «garanties» d'irradiation pour les réacteurs américains à eau ordinaire. Lorsque l'irradiation garantie n'est pas atteinte, les coûts de fabrication sont réduits proportionnellement et une autre petite indemnité est également versée, ce qui revient finalement à augmenter la bonification comme dans le cas précédent. Mais les frais causés par la plus grande fréquence du transport et du traitement chimique ne sont pas remplacés par cette réduction proportionnelle des coûts de fabrication. Il en résulte une perte au détriment de l'exploitant.

Dans le cas du type A, par exemple, si 10 000 MWd/t ont été garantis, mais 6000 MWd/t réalisés, la perte provenant de l'insuffisance de garantie atteint 22 dollars par kg environ. Rapportée au kWh, cette perte est de 0,59 mills/kWh soit en une année:

$$150 \text{ MW} \times 6000 \text{ h} \times 0,59 \text{ mills/kWh} = 530\,000 \$$$

Les dernières offres garantissent même des irradiations de 14 000 MWd/t, et des valeurs de 18 000 MWd/t sont envisagées. De toute façon il est nécessaire d'examiner soigneusement la teneur des clauses de garantie relatives à l'irradiation en tenant compte de l'enrichissement sur lequel elles se fondent.

Le fait que des garanties soient données pour une si grande différence de la valeur de l'irradiation, et surtout qu'elles soient encore insuffisantes, tend à

<sup>3)</sup> 1 MWd (mégawattjour) = 24 000 kWh.

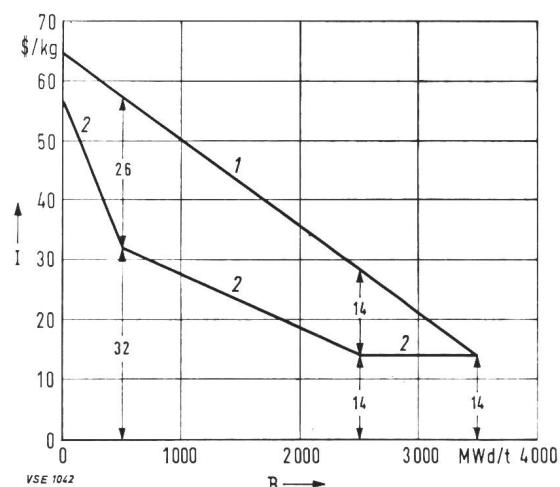


Fig. 4

Bonification lorsque l'irradiation n'atteint pas la valeur garantie pour le type britannique

- I bonification
- B irradiation (Burn-up)
- 1 bonification entière
- 2 bonification effective

exemple, de refuser d'accepter la livraison lorsque la garantie n'est pas remplie. Dans un cas de ce genre, c'est la bonification, c'est-à-dire le prix de rachat, qui est augmentée. Il s'agit cependant de vérifier si ce rajustement est suffisant.

Pour des éléments de combustible britanniques, qui contiennent de l'uranium naturel métallique, on

confirmer la supposition que les valeurs indiquées sont exagérées. En réalité des irradiations de 10 000 MWd/t ou plus n'ont jamais été atteintes jusqu'ici, tout au moins en moyenne pour un noyau complet. Or la valeur de l'irradiation a une grande importance économique, car les frais de combustible sont en partie inversement proportionnels à l'irradiation. Il est donc important de déterminer cette dernière aussi exactement que possible.

Le seul réacteur à eau ordinaire de grande puissance qui est en service est celui de la centrale de Shippingport, d'une puissance électrique nette de 60 MW, sur laquelle une étude détaillée a été publiée<sup>4)</sup>. Pourtant, l'irradiation n'est indiquée que pour les deux zones non enrichies, où elle atteint 3000 MWd/t. Pour la zone centrale enrichie à très haut degré (enrichissement de 93%), on ne connaît que la durée d'irradiation à pleine charge, et cette indication est elle-même assez peu précise. Les renseignements donnés permettent d'évaluer à

6000 MWd/t

environ l'irradiation moyenne des trois zones.

Il est donc improbable que les deux réacteurs à eau ordinaire A et B atteignent les valeurs indiquées et «garantis» de 10 000 MWd/t. A titre de compromis, nous admettrons 8000 MWd/t pour ces deux types et 6000 MWd/t pour le réacteur organique du type OMR.

*Coût de production total*

Tableau IV

1	Type de réacteur	GB	Eau ordinaire		OMR	Charbon de la Ruhr Implantation de la centrale:	
			A	B		région de Bâle	région de la Ruhr
2	frais fixes	mills/kWh	13,5	11,7	9,0	4,1	4,1
3	frais de combustible	mills/kWh	3,3	5,2	4,3	8,0	6,1
4	coût de production	mills/kWh	16,8	16,9	13,3	12,1	10,2

5. Le rendement et l'irradiation une fois connus, leur produit donne, ainsi qu'on l'a dit, la production d'énergie électrique. A la 8<sup>e</sup> ligne du tableau III, on a indiqué cette dernière en kWh/kg; il en est de même dans les deux dernières colonnes pour le charbon, le pouvoir calorifique étant supposé égal à 7000 kcal/kg. En divisant les valeurs des lignes 7 et 8, on obtient les frais de combustible nets en mills/kWh (9<sup>e</sup> ligne).

Si l'on compare maintenant les frais de combustible des divers types de centrales, on constate qu'ils sont minimum pour le type britannique et maximum pour la centrale à charbon.

Le tableau IV donne sous forme résumée le résultat de notre étude. A la 2<sup>e</sup> ligne sont indiqués les frais fixes et à la 3<sup>e</sup> ligne les frais de combustible

nets. La somme des deux chiffres donne finalement — à la quatrième ligne — les coûts de production cherchés en mills par kWh pour les quatre centrales nucléaires retenues et pour les deux centrales classiques — différentes par l'implantation — qui servent de base de comparaison.

Il ne faut pas croire que les coûts de production des centrales classiques ont été artificiellement compressés. Le RWE achète à d'autres entreprises de grandes quantités d'énergie produite en partant du charbon, pour laquelle elle paye un prix inférieur à celui qui est indiqué à l'extrême droite de la 4<sup>e</sup> ligne, à savoir 10 mills/kWh seulement. Or c'est là un prix qui s'est établi sur le marché libre et qui n'est pas manipulé.

*Aucune centrale nucléaire de quel type que ce soit ne peut concurrencer ce prix.*

Par suite des frais de transport du charbon, la différence des coûts de production en comparaison des centrales nucléaires est moindre dans le cas de centrales classiques brûlant du charbon de la Ruhr et situées dans la région de Bâle. Il est plus économique de transporter vers le Sud l'énergie en provenance de la région de la Ruhr sous forme d'énergie électrique que sous sa forme primaire qui est le charbon.

Cependant, même si l'on établit la comparaison avec le coût de production plus élevé de 12,1 mills/kWh, l'énergie nucléaire produite par les deux types

de centrales de gauche (GB et A) est encore de 40% plus chère. Il est vrai que les deux autres types (B et OMR) sont très près du but. Mais ces centrales nucléaires — comme les autres d'ailleurs — ont besoin de subventions. De plus, seule une expérience de plusieurs années nous renseignera exactement sur la sécurité d'exploitation et sur la protection contre les dangers de la radioactivité, ainsi que sur la durée de vie des réacteurs et sur la valeur véritable de l'irradiation.

Souhaitons que la concurrence entre les divers types de réacteurs favorise le développement de cette nouvelle source d'énergie pour le plus grand bien de tous.

*Fr.: Sa.*

#### Adresse de l'auteur:

O. Löbl, Prof. Dr. ing., Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG, Essen.

## Congrès et sessions

### Comité national suisse de la Conférence Mondiale de l'Energie

061.3(100 : 494) «1959» : 620.9  
30<sup>e</sup> assemblée du Comité tenue le 2 juin 1959 à Zurich

La 30<sup>e</sup> assemblée du Comité a eu lieu à Zurich le 2 juin 1959. Pour le profane, ce Comité peut ne paraître constituer

que le trait d'union entre la Conférence Mondiale, organisation internationale intéressant tous les secteurs économico-énergétiques, et les milieux suisses s'occupant de cette branche particulière de l'économie. Il l'est, certes, mais il assume également la tâche d'étudier, sur le plan national, la manière la plus rationnelle de mettre en valeur et d'exploiter les différentes sources d'énergie, quelle qu'en soit la provenance.

Fondé en 1924, il compte au nombre de ses membres collectifs les offices fédéraux et les associations professionnelles s'occupant de l'économie énergétique, les deux écoles polytechniques, les Chemins de Fer Fédéraux, les sociétés financières s'occupant d'entreprises d'électricité, les constructeurs de machines spécialisés dans les équipements de production et de transformation de l'énergie, de même que les plus importants consommateurs d'énergie de l'industrie électrométallurgique et électrochimique. Ce Comité compte en outre, en qualité de membres individuels, d'éminents hommes de science et des spécialistes de l'économie énergétique suisse. Il fait ainsi le trait d'union non seulement entre les autorités, les milieux scientifiques et l'économie privée, mais encore entre l'industrie et l'économie énergétique comme aussi entre les producteurs et les consommateurs d'énergie.

### Exposé liminaire

Lors de la dernière assemblée de notre Comité national, je me suis permis de revenir sur quelques questions fondamentales ayant trait aux objectifs que nous poursuivons. A cette occasion, j'ai évoqué en particulier les dangers que pouvait comporter l'activité accrue que déploient dans le domaine de l'économie énergétique certaines organisations internationales financées par les gouvernements.

Certes, nous reconnaissions tous l'importance indéniable pour notre pays de l'«Organisation Européenne de Coopération Economique» (OECE) et les progrès obtenus grâce à cette organisation sur le plan de la politique économique et du trafic des paiements. La politique de l'énergie pose cependant des problèmes d'une nature toute différente. Il ne faut pas se cacher que l'OECE a contribué largement à faire naître une sorte de psychose généralisée de pénurie d'énergie. Les mesures prises en prévision d'une pénurie persistante et tendant à s'aggraver ont provoqué dans certains secteurs, tel que celui du charbon par exemple, un renversement imprévu de l'évolution. La haute conjoncture et l'accroissement démographique provoquèrent tout d'abord une augmentation extraordinaire de la demande, augmentation qui fut encore accentuée par le froid exceptionnel du mois de février 1956; la tension qui en résulta pour les approvisionnements fut aggravée par la crise de Suez qui suivit. Par la suite, les hivers modérés, le ralentissement de la haute conjoncture non moins que certaines modifications structurelles apportées dans l'utilisation d'énergie brute provoquèrent une pléthora inattendue de charbon et, comme conséquences secondaires, entre autres, un véritable effondrement des frêts transocéaniques; de ce fait, le charbon américain revint moins cher que celui de la Ruhr à Ratisbonne sur le Danube, c'est-à-dire dans une région située pourtant à l'est de l'Allemagne occidentale.

Cette brève incursion dans la toute récente évolution de l'économie permet de constater l'importance et l'interdépendance des problèmes que pose l'économie énergétique. Elle démontre aussi que des modifications affectant la structure même de l'utilisation des différents agents énergétiques se répercutent sur les autres sources d'énergie du fait de l'imbrication de leurs rapports réciproques.

L'évolution extraordinaire qui a caractérisé, ces dernières années, la prospection et la mise en valeur de nouveaux gisements de pétrole et de gaz naturel, en France et en Afrique du Nord, en particulier, a créé une situation toute nouvelle dont les consé-

quences pour notre pays ne peuvent être ignorées. La construction de conduites de gaz jusqu'à proximité de notre frontière occidentale et la faculté pour notre pays d'être relié, dans quelques années, directement aux ports de la Méditerranée par un oléoduc, ouvrent des possibilités nouvelles dont les répercussions ne sauraient être minimisées. Compte tenu de cette évolution imprévisible jusqu'à ces derniers temps, les milieux responsables de l'approvisionnement en énergie électrique se doivent de recommander une prudence accrue et de formuler une mise en garde sérieuse contre un optimisme exagéré dans l'établissement des prévisions relatives à l'accroissement futur de la demande, en particulier contre la prétendue règle du doublement de la consommation en dix ans.

Il est dès lors compréhensible que les mêmes milieux, qui porteront la responsabilité de l'exploitation des futures centrales nucléaires et qui auront à en supporter les charges annuelles supplémentaires, émettent au sujet de la construction de réacteurs expérimentaux de puissance un jugement totalement différent de celui des milieux industriels intéressés à la construction de ces centrales nucléaires, et a fortiori de celui qu'émettent les organismes internationaux qui, ne portant aucune responsabilité quelconque, croient pouvoir justifier leur existence en prônant la nécessité de telles installations.

En Suisse, les milieux intéressés ont mis leurs intérêts en commun en fondant la Réacteur S. A., afin de donner le départ, sur une base privée, aux recherches fondamentales relatives à la construction de réacteurs nucléaires. On se rendit cependant rapidement compte que les devis établis à l'origine ne pourraient pas être respectés; aujourd'hui il faut déjà envisager des investissements sensiblement plus élevés. Des constatations semblables ont été faites à l'étranger sur la différence entre les devis initiaux et les dépenses effectives d'institutions analogues; c'est pourquoi il convient d'observer une certaine retenue dans la critique de l'état de fait similaire constaté en Suisse. En revanche, des réactions inévitables de la part de milieux régionaux ou industriels ont été provoquées par les visées qui se sont manifestées non seulement lors du choix de l'emplacement, mais également lors de la construction de cette installation d'intérêt général sur le plan national.

Il en résulta l'élaboration de trois autres projets de réacteurs nucléaires, dont le financement est actuellement un véritable casse-tête.

Pour le moment on cherche à résoudre les difficultés de financement résultant des frais supplémentaires de Réacteur S. A. en cédant, sous forme de donation, les installations en construction à Würenlingen à la Confédération, qui assumerait la charge des investissements supplémentaires.

Il est souhaitable qu'une entente puisse se réaliser en vue de trouver une solution à l'amiable, inspirée d'un vrai esprit confédéral, qui coordonnerait les divers projets. En effet, la Suisse n'a pas les moyens de supporter une dispersion de ses forces en matière de construction de réacteurs atomiques, dispersion dont les conséquences financières s'ajouteraient à celles qui résulteront déjà des investisse-

ments très importants nécessités par l'institut de Würenlingen destiné aux recherches fondamentales.

Il faut certes du temps pour trouver une solution nouvelle permettant de sortir de l'impasse actuelle. Il semble que nous pouvons prendre ce temps et attendre, avant de construire des usines expérimentales de puissance, que de nouvelles voies soient ouvertes à une collaboration profitable pour tous. En effet, tant dans les pays voisins du nôtre qu'au Canada et aux USA, les responsables de l'approvisionnement en énergie électrique sont convaincus que les expériences faites à ce jour ne permettent pas d'apprécier de manière définitive les possibilités des différents types de réacteurs.

Il y a 50 ans les techniciens compétents durent examiner le problème de la traction électrique des chemins de fer suisses et choisir le système d'électrification le plus favorable pour cela. On prit le temps nécessaire pour étudier la question sous toutes ces faces, sans prévention. Quelle serait notre situation aujourd'hui, si l'on avait alors opté précipitamment en faveur de la traction à courant triphasé?

D'un autre côté, les expériences faites lors du développement de la turbine à gaz ne doivent pas être oubliées. Les études et les recherches durèrent 20 ans jusqu'à la construction d'un prototype utilisable en exploitation. Un laps de temps aussi long s'écoula par la suite jusqu'à ce que la première installation importante donnât satisfaction.

Ces rappels démontrent que dans l'appréciation des possibilités d'avenir des réacteurs nucléaires pour la production d'énergie, il convient de garder son sang froid; en tout cas des slogans tels «il est indispensable que nous prenions aussi le tournant atomique» que répand la presse, s'ils sont justes à longue échéance, ne doivent cependant pas servir à provoquer des solutions hâtives qui, immanquablement, conduiraient à des investissements erronés.

E. H. Etienne

Après avoir expédié les objets statutaires de l'ordre du jour, l'assemblée décida de proposer au Département fédéral des postes et chemins de fer d'inviter le président du Comité national aux séances de la Commission fédérale de l'économie hydraulique et énergétique, afin de marquer clairement la différence entre les travaux de ces deux institutions et d'éviter, en même temps, tout double emploi.

Puis le Comité adopta le rapport du Comité de travail du chauffage consacré à «l'importance nationale des mesures d'économie en matière de chauffage des locaux» et en décida la publication.

Ensuite le bureau du Comité national fut autorisé à modifier ce Comité de travail dans sa composition de façon à lui permettre de se vouer à l'étude des problèmes posés par le chauffage des locaux industriels, le chauffage à distance et l'isolation thermique des constructions, et à établir un programme de travail adéquat.

Le Comité national prit connaissance en outre d'un rapport sur la session partielle de la Conférence Mondiale de l'Energie de Montréal, qui a paru récemment dans le périodique «Cours d'eau et énergie» (fasc. 7 du 10 août 1959). Qu'il soit permis de reproduire ci-dessous les conclusions du chapitre de ce rapport consacré à l'énergie nucléaire:

«Comme jusqu'à ce jour, l'opinion prédominante des meilleurs spécialisés est que, malgré l'importance des investissements qu'elle requiert, la production d'énergie électrique à partir de la fission de l'atome pourra avec le temps avoir lieu à des prix supportables; toutefois les doutes les plus sérieux subsistent quant au laps de temps qui sera nécessaire pour résoudre les nombreux problèmes de détail que pose cet asservissement de la fission. De là le scepticisme croissant des mi-

lieux d'exploitants à l'égard de la construction hâtive de centrales nucléaires que préconisent certains milieux d'intérêssés.

La conclusion qui se dégage des discussions réside dans la constatation que les expériences résultant de l'exploitation des installations en service sont encore insuffisantes pour pouvoir apprécier les possibilités de développement des différents types de réacteurs. L'avenir de l'énergie nucléaire dépend de la faculté de l'intégrer dans les systèmes d'approvisionnement d'énergie existants. Comme le développement d'une source énergétique se répercute sur celui de toutes les autres sources, les questions de principe posées par l'asservissement de l'énergie nucléaire ne peuvent être abordées de manière objective qu'en corrélation avec l'ensemble des problèmes de l'économie énergétique.»

Le Comité national fut orienté ensuite sur le programme de la prochaine session partielle de la Conférence Mondiale de l'Energie, qui aura lieu du 5 au 9 juin 1960 à Madrid, et à laquelle trois exposés suisses seront présentés, à savoir:

1. «*L'assurance du risque atomique*» par M. W. Belser, directeur du «Centre d'études du risque atomique du Comité européen des assurances», Zurich.
2. «*Remarques sur la rentabilité comparée d'usines de pompage pour accumulation selon qu'elles sont équipées de pompes-turbines réversibles ou de machines séparées*», par M. E. J. Meier, Escher Wyss AG, Zurich.
3. «*La formation du personnel dans le domaine de l'énergie nucléaire*», par M. R. Sontheim, directeur de Réacteur AG, Zurich.

La session partielle suivante de la Conférence Mondiale de l'Energie, qui doit se tenir en Suisse en 1964, constitue un autre objet important. Le bureau du Comité national a été chargé de former un comité des finances et une commission du programme, et de commencer les préparatifs en vue de cette session.

Après la séance officielle, M. le Professeur Dr O. Löhl, conseiller du Comité de la Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG, et professeur honoraire à l'Ecole Polytechnique d'Aix-la-Chapelle, présenta le très intéressant exposé reproduit à la page 197 et suivantes.

### Cours VDEW sur «tarifs et contrats»

L'Association des entreprises allemandes d'électricité (Ver einigung Deutscher Elektrizitätswerke, VDEW) organise du 19 au 23 octobre 1959, à l'île de Reichenau sur le lac de Constance, un nouveau cours sur les tarifs et les contrats, avec les conférences suivantes:

- Le calcul du prix de revient de l'énergie.
- Questions de droit en matière de prix de l'énergie.
- Tarifs et contrats pour abonnés basse tension.
- Les bases techniques de la mesure de la consommation.
- Les bases juridiques de la mesure de la consommation.
- Tarifs et contrats pour abonnés gros consommateurs.
- Questions fondamentales de la facturation.
- Tendances du développement des applications de l'électricité.
- L'allure de la charge, moyens de l'influencer et les conséquences commerciales qui en découlent.
- Campagnes de goodwill.

Le secrétariat de l'UIC donnera volontiers des renseignements plus détaillés au sujet de ce cours.

### Cours sur les problèmes de l'automatisation dans l'économie énergétique

Dans la semaine du 21 au 25 septembre 1959 aura lieu à Wiesbaden un cours sur les problèmes d'automatisation dans l'économie énergétique, organisé par la Société internationale d'étude de la collaboration en matière économique, scientifique et culturelle. Par des conférences et des discussions les participants pourront pénétrer dans les problèmes d'automatisation qui se posent dans le domaine de l'économie énergétique. Le secrétariat de l'UIC donnera volontiers des renseignements sur le programme détaillé.

## Rationalisation de l'énergie en service

Du 19 au 23 octobre 1959, l'«Institut de recherches pour l'économie énergétique» (Forschungsstelle für Energiewirtschaft) de l'Ecole polytechnique de Karlsruhe donnera un cours sur la rationalisation de l'exploitation.

Le programme prévoit des conférences et des discussions sur les sujets suivants:

- Principes de la couverture des besoins d'énergie dans l'industrie
- La forme des installations de distribution de courant pour les services internes.
- Collection et dépouillement des données dans le cadre de la surveillance énergétique du service.

- Problèmes de la couverture des besoins d'éclairage.
- Comportement en service des moteurs triphasés à induit en court-circuit.
- Frais d'exploitation d'installations de production mues à l'électricité.
- L'importance énergétique des propriétés mécaniques des machines.
- Résultats de recherches sur la commande des machines dans l'industrie.
- Economie thermique dans le domaine à basse température.
- Economie thermique dans le domaine à haute température.
- Exploitation économique des chaudières et des installations génératrices de courant.

Le secrétariat de l'UCS est à la disposition des intéressés pour tous autres renseignements.

## Construction d'usines

### Inauguration de l'usine de Rheinau

Après renvoi répété de la fête d'inauguration, on a mis le 14 juillet officiellement en service l'usine de Rheinau, cons-

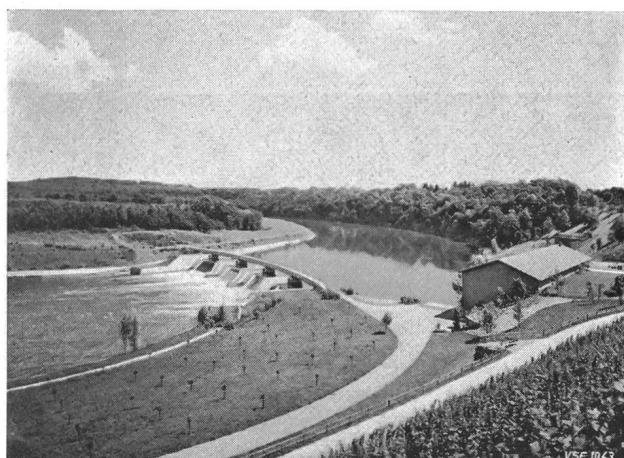


Fig. 1

Gros plan du barrage et du bâtiment des machines

truite en 1956 et 1957. Un grand nombre de délégués officiels de la Confédération, des cantons, des communes riveraines et de la République allemande voisine avaient répondu à l'invitation de Rheinau S. A. et du président de son conseil d'administration, le Dr Sigg. S'y étaient joints en outre nombre de représentants des firmes, du personnel, du public et de l'économie électrique, pour s'associer à la satisfaction des partenaires de Rheinau S. A., des Forces Motrices du Nord-Est Suisse et de la Société pour l'Industrie de l'Aluminium, devant l'œuvre accomplie.

L'usine de Rheinau a dû se frayer un chemin à travers une montagne de résistances et d'hostilité. Aussi fut-il intéressant d'apprendre par le discours du président qu'une première demande de concession avait été présentée en 1861 déjà et qu'un accord était intervenu en 1896 entre le Grand-Duché de Bade et le canton de Zurich sur l'utilisation de la force hydraulique du Rhin à Rheinau. Le projet, mûri finalement après de longues années d'étude et auquel la concession fut accordée le 1<sup>er</sup> février 1948, rencontra dans les années 50 une opposition d'une rare virulence émanant des milieux pour la protection de la nature.

La visite officielle du 14 juillet 1959 a montré à l'imposante cohorte des hôtes suisses et étrangers que rien d'essentiel n'a changé sur la boucle du fleuve encadrée de vertes forêts,



Fig. 2

### Vue d'ensemble de la boucle du Rhin à Rheinau

Le bâtiment des machines et le barrage au premier plan, qui ne masquent nullement le couvent séculaire, donnent l'impression d'avoir toujours fait partie du paysage

comprise entre la chute du Rhin et Rheinau, et que maint pronostic pessimiste lancé dans le feu de la campagne ayant précédé la votation s'évanouit en face de la réalité. En effet, il a valu la peine de consacrer quelques millions de francs supplémentaires pour réaliser dans le cas de Rheinau une protection de la nature et des sites qui ne se borne pas à conserver, mais qui crée un nouveau cadre harmonieux; c'est ainsi que la position retirée du bâtiment des machines à flanc de coteau, comme aussi la construction spéciale du barrage, ne nuisent en rien à l'image unique du couvent dans la boucle du Rhin, ainsi qu'en témoigne la photo. Rappelons ici que durant une année de débit moyen, l'usine est capable de produire 215 millions de kWh, ce qui correspond à peu près à la consommation globale d'électricité de la ville et du canton de Schaffhouse.

C'est avec raison qu'on a célébré le 14 juillet l'usine de Rheinau comme étant un ouvrage donnant satisfaction à des exigences élevées et qui devrait réconcilier par là les adversaires d'hier. Réunir la population autochtone et ceux qui ont œuvré à l'édition d'un tel ouvrage, pour en fêter la mise en exploitation officielle, est une belle coutume, bien

propre à documenter la valeur historique de cet événement.  
Fr.:/Bq. F. Wanner

## Mise en service de la centrale de Champ-Bougin du Service de l'Electricité de la Ville de Neuchâtel

La rénovation du réseau du Service de l'Electricité de la Ville de Neuchâtel vient de se terminer avec l'inauguration de la nouvelle centrale de Champ-Bougin le 25 mai 1959.

Les travaux de transformation ont porté sur la basse tension (380/220 V), la distribution à 8 kV du réseau alimentant les stations de quartiers, la distribution à 32 kV avec la station de Pierre-à-Bot — édifiée en commun avec l'Electricité Neuchâteloise S. A. — où l'énergie qui arrive à 60 kV est transformée à 32 kV, et la centrale de Champ-Bougin.

Tout le réseau est aujourd'hui surveillé et télécommandé depuis le poste central de Champ-Bougin — ancienne usine thermique transformée — qui contrôle également la station de Pompage d'eau du lac et la station de compression du Gaz de Champ-Bougin.

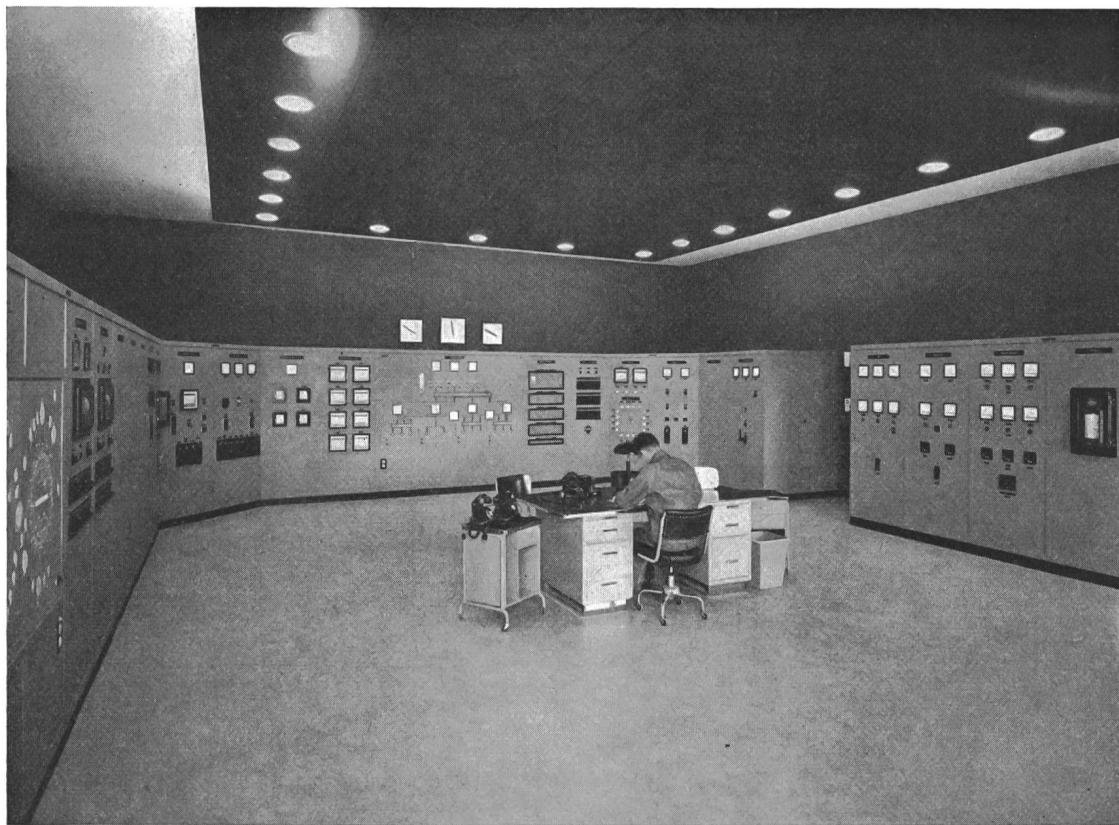


Fig. 1  
Poste central de commande de Champ-Bougin

## Construction de la centrale de Niederried

La construction de la centrale de Niederried a été décidée à l'assemblée générale des Forces Motrices Bernoises S. A. le 13 juin 1959. Cette nouvelle usine sera édifiée au barrage existant de Niederried, sur la rive droite. Avec une capacité d'absorption de 170 m<sup>3</sup> par seconde et 10 m de chute environ, la puissance maximum possible de la centrale sera de 15 000 kW; la productibilité moyenne annuelle atteindra 60,5 millions de kWh (42 millions en été et 18,5 millions en hiver). La concession pour la nouvelle usine date du 28 avril 1959. Les frais de construction se monteront à 19 millions de francs.

## Percement de la galerie Andermatt—Göschenen

On a achevé récemment une galerie de 2,3 km de longueur et de 2,3 m de diamètre de la section Andermatt—Göschenen des Forces Motrices de Göschenen. Ainsi les travaux de percement pour les galeries des deux sections (Göschenen—Andermatt—Göschenen) sont terminés. Les galeries d'aménée sont également presque finies (90%).

## Communications des Organes de l'UCS

### 88<sup>e</sup> examen de maîtrise

Les derniers examens de maîtrise pour installateurs-électriques ont eu lieu du 14 au 17 juillet 1959 à l'Ecole secondaire professionnelle à Fribourg. Les candidats suivants parmi les 33 qui se sont présentés de la Suisse alémanique et de la Suisse romande, ont subi l'examen avec succès:

Balet Roger, Grône  
 Bassi Ferdinand, Arosa  
 Besson Gaston, La Sarraz  
 Bresch André, Coppet  
 Chenaux Gabriel, Genève  
 Costa Raymond, Sion

Frauchiger Hermann, Gossau (ZH)  
 Hauser Georges, La Neuveville  
 Hunn Franz, Röhr (AG)  
 Jelmoni Silvano, Brissago  
 Lenoir Edmond, Genève  
 Müller Norbert, Zurich  
 Mundwiler Ernst, Frenkendorf  
 Naef Franz, Sion  
 Sägesser Otto, Berne  
 Zbinden Georges, Yverdon  
 Zöllig Paul, Engwilen  
 Züst Gustav, Heiden

*Commission des examens de maîtrise USIE/UCS*

## Communications de nature économique

### Mouvements d'énergie des CFF: 1<sup>er</sup> trimestre 1959

620.9 : 621.33(494)

Production et consommation	1 <sup>er</sup> trimestre (Janvier — Février — Mars)					
	1959			1958		
	GWh	en % du total	en % du total général	GWh	en % du total	en % du total général
<b>A. Production des usines des CFF</b>						
Usines d'Amsteg, Ritom, Vernayaz, Barberine, Massaboden et usines auxiliaires de Göschenen et Trient						
Production totale (A) ... ... ... ... ...	<b>170,1</b>		<b>55,2</b>	113,9		39,4
<b>B. Achats d'énergie</b>						
a) des usines en copropriété de l'Etzel et de Ruppertswil-Auenstein ... ... ... ...	<b>64,7</b>	<b>46,8</b>	<b>21,0</b>	56,8	32,3	19,5
b) d'usines appartenant à des tiers (Miéville, Mühlberg, Spiez, Gösgen, Lungernsee, Seebach et Küblis) ... ... ... ...	<b>73,5</b>	<b>53,2</b>	<b>23,8</b>	118,6	67,7	41,1
Achats totaux (B) ... ... ... ...	<b>138,2</b>	<b>100,0</b>	<b>44,8</b>	175,4	100,0	60,6
Total général de la production et des achats d'énergie (A + B) ... ... ... ...	<b>308,3</b>		<b>100,0</b>	289,3		100,0
<b>C. Consommation</b>						
a) pour la traction ... ... ... ...	<b>255,8</b>	<b>83,0</b>		237,0	82,0	
b) consommation propre et pertes de transport ...	<b>41,1</b>	<b>13,3</b>		36,8	12,7	
c) vente à des tiers ... ... ... ...	<b>11,4</b>	<b>3,7</b>		10,8	3,7	
d) vente d'excédents d'énergie ... ... ...	—	—		4,7	1,6	
Consommation totale (C) ... ... ... ...	<b>308,3</b>	<b>100,0</b>		289,3	100,0	

### Carte des Réseaux de Transport d'Energie Electrique d'Europe

La 6<sup>e</sup> édition de la Carte des Réseaux de Transport d'Energie Electrique d'Europe, établie par l'UNIPEDE, vient de paraître. Elle comporte quatre feuillets dont l'assemblage mesure environ 180 × 185 cm. L'Europe y est représentée à l'échelle du 1 : 2 000 000.

Ce document comporte l'ensemble des lignes qui assurent le transport de l'énergie électrique et entrent dans l'une des rubriques suivantes:

1. Lignes existantes,
2. Lignes en construction,
3. Projets de lignes en cours d'étude en vue d'une réalisation prochaine,
4. Principaux projets de lignes envisagés pour une réalisation ultérieure,
5. Esquisses des possibilités futures de lignes (225 kV et 380 kV seulement).

Les lignes sont elles-mêmes classées en trois groupes distincts figurés avec des teintes différentes:

90 à 150 kV en noir  
 200 à 225 kV en vert  
 au-dessus de 225 kV en rouge.

Les principales centrales raccordées au réseau de transport sont aussi représentées sur cette carte, avec des symboles distincts suivant leur catégorie (hydraulique ou thermique) et selon qu'il s'agit d'installations en service, en construction ou en projet.

De même que pour l'édition antérieure, le prix de cette carte a été fixé à 5000 francs français, frais d'envoi en sus.

Le secrétariat de l'Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique, 12, Place des Etats-Unis, Paris 16<sup>e</sup>, est à la disposition des Entreprises d'électricité pour leur faire parvenir, aux conditions indiquées ci-dessus, le nombre des cartes désirées.

## Surcharge d'un réseau par des installations de climatisation

En tant qu'application de l'électricité qui compte dans la courbe de charge des entreprises électriques de notre pays, les installations de climatisation ne jouent pratiquement encore aucun rôle. Dans les ménages en tout cas, elles sont encore quasi inexistantes. En Amérique la situation semble être sensiblement différente comme il ressort d'un communiqué de l'agence «Reuter». Selon ce communiqué 500 000 Newyorkais sont restés pendant 13 heures sans courant électrique par suite d'une panne de réseau due à la surcharge de celui-ci. Cette surcharge aurait été causée par la chaleur excessive régnant à New-York ou plutôt par les installations de climatisation enclenchées pour y parer. Cet accident montre jusqu'à quel point l'enclenchement simultané de certains appareils peut provoquer de graves perturbations de service par suite de surcharge d'un réseau.

## Données économiques suisses

(Extraits de «La Vie économique» et du  
«Bulletin mensuel Banque Nationale Suisse»)

N°		Juin	
		1958	1959
1.	Importations . . . . .	612,3	726,1
	(janvier-juin) . . . . .	(3 689,9)	(3 863,2)
	Exportations . . . . .	526,6	594,6
	(janvier-juin) . . . . .	(3 170,2)	(3 341,8)
2.	Marché du travail: demandes de places . . . . .	2 339	1 697
3.	Index du coût de la vie *) Index du commerce de 1939 gros*) . . . . .	août = 100 216,5	179,9 211,7
	Prix courant de détail *): (moyenne du pays) (août 1939 = 100)		
	Eclairage électrique ct./kWh	33	33
	Cuisine électrique ct./kWh	6,6	6,6
	Gaz ct./m <sup>3</sup> . . . . .	29	30
	Coke d'usine à gaz fr./100 kg	19,69	16,47
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 42 villes . . . . .	2 052	2 082
	(janvier-juin) . . . . .	(7 572)	(11 745)
5.	Taux d'escompte officiel . . %	2,5	2,0
6.	Banque Nationale (p. ultimo) Billets en circulation . . 10 <sup>e</sup> fr.	5 569,0	5 775,1
	Autres engagements à vue 10 <sup>e</sup> fr.	3 025,4	2 899,4
	Encaisse or et devises or . . 10 <sup>e</sup> fr.	8 605,1	8 756,1
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue %	93,47	95,21
7.	Indices des bourses suisses	le 25 Juin	le 26 Juin
	Obligations . . . . .	99	98
	Actions . . . . .	399	469
	Actions industrielles . . . . .	538	552
8.	Faillites . . . . .	37	38
	(janvier-juin) . . . . .	(241)	(210)
	Concordats . . . . .	9	12
	(janvier-juin) . . . . .	(79)	(88)
9.	Statistique du tourisme	Mai	
	Occupation moyenne des lits existants, en % . . . . .	1958	19,9
		26,5	29,0
10.	Recettes d'exploitation des CFF seuls	Mai	
	Recettes de transport	1958	1959
	Voyageurs et marchandises . . . . .	71,7	67,9
	(janvier-mai) . . . . .	(321,9)	(319,2)
	Produits d'exploitation . . . . .	78,6	74,7
	(janvier-mai) . . . . .	(354,8)	(352,1)

\*) Conformément au nouveau mode de calcul appliquée par le Département fédéral de l'économie publique pour déterminer l'index général, la base juin 1914 = 100 a été abandonnée et remplacée par la base août 1939 = 100.

## Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois

### Métaux

		Juillet	Mois précédent	Année précédente
Cuivre (fils, barres) <sup>1)</sup> . . . . .	fr.s./100 kg	280.—	299.—	265.—
Etain (Banka, Billiton) <sup>2)</sup> . . . . .	fr.s./100 kg	985.—	985.—	905.—
Plomb <sup>1)</sup> . . . . .	fr.s./100 kg	89.—	91.—	95.—
Zinc <sup>1)</sup> . . . . .	fr.s./100 kg	98.—	98.—	88.—
Fer (barres, profilés) <sup>3)</sup> . . . . .	fr.s./100 kg	51.50	49.50	65.50
Tôles de 5 mm <sup>3)</sup> . . . . .	fr.s./100 kg	52.—	47.—	61.—

<sup>1)</sup> Prix franco Bâle, marchandise dédouanée, chargée sur wagon, par quantité d'au moins 50 t

<sup>2)</sup> Prix franco Bâle, marchandise dédouanée, chargée sur wagon, par quantité d'au moins 5 t

<sup>3)</sup> Prix franco frontière, marchandise dédouanée, par quantité d'au moins 20 t

### Combustibles et carburants liquides

		Juillet	Mois précédent	Année précédente
Benzine pure / Benzine éthylée <sup>1)</sup> . . . . .	fr.s./100 kg	37.—	37.—	40.—
Carburant Diesel pour véhicules à moteur <sup>2)</sup> . . . . .	fr.s./100 kg	35.20	35.20	36.15
Huile combustible spéciale <sup>2)</sup> . . . . .	fr.s./100 kg	16.15	16.15	15.50
Huile combustible légère <sup>2)</sup> . . . . .	fr.s./100 kg	15.45	15.45	14.70
Huile combustible industrielle moyenne (III) <sup>2)</sup> . . . . .	fr.s./100 kg	12.10	12.10	11.50
Huile combustible industrielle lourde (V) <sup>2)</sup> . . . . .	fr.s./100 kg	10.90	10.90	10.30

<sup>1)</sup> Prix-citerne pour consommateurs, franco frontière suisse Bâle, dédouané, ICHA y compris, par commande d'au moins 1 wagon-citerne d'environ 15 t.

<sup>2)</sup> Prix-citerne pour consommateurs (Industrie), franco frontière suisse Buchs, St-Margrethen, Bâle, Genève, dédouané, ICHA non compris, par commande d'au moins 1 wagon-citerne d'environ 15 t. Pour livraisons à Chiasso, Pino et Iselle: réduction de fr.s. 1.—/100 kg.

### Charbons

		Juillet	Mois précédent	Année précédente
Coke de la Ruhr I/II <sup>1)</sup> . . . . .	fr.s./t	105.—	105.—	136.—
Charbons gras belges pour l'industrie				
Noix II <sup>1)</sup> . . . . .	fr.s./t	81.—	81.—	99.50
Noix III <sup>1)</sup> . . . . .	fr.s./t	78.—	78.—	99.—
Noix IV <sup>1)</sup> . . . . .	fr.s./t	76.—	76.—	97.—
Fines flamboyantes de la Sarre <sup>1)</sup> . . . . .	fr.s./t	72.—	72.—	87.50
Coke français, Loire <sup>1)</sup> . . . . .	fr.s./t	124.50	124.50	139.—
Coke français, nord <sup>1)</sup> . . . . .	fr.s./t	119.—	119.—	136.—
Charbons flamboyants polonais				
Noix I/II <sup>2)</sup> . . . . .	fr.s./t	88.50	88.50	101.—
Noix III <sup>2)</sup> . . . . .	fr.s./t	82.—	82.—	100.—
Noix IV <sup>2)</sup> . . . . .	fr.s./t	82.—	82.—	100.—

<sup>1)</sup> Tous les prix s'entendent franco Bâle, marchandise dédouanée, pour livraison par wagons entiers à l'industrie.

<sup>2)</sup> Tous les prix s'entendent franco St-Margrethen, marchandise dédouanée, pour livraison par wagons entiers à l'industrie.

## Extraits des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité

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

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

	Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt AG. Rheinfelden		Services Industriels de la Ville de Lausanne Lausanne		Industrielle Betriebe Interlaken Interlaken		Elektra Fraubrunnen Jegenstorf	
	1957/1958	1956/1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957
1. Production d'énergie . . . kWh			348 994 400	297 358 000	5 755 900	5 746 600	—	—
2. Achat d'énergie . . . kWh			76 495 300	97 670 100	13 868 782	13 011 594	—	—
3. Energie distribuée . . . kWh	730 757 850	749 206 940	360 450 700	340 279 900	19 624 682	18 758 194	18 943 000	17 772 000
4. Par rapp. à l'ex. préc. . . %	— 2,46	+ 4,56	+ 5,9	+ 9,0	+ 4,6	+ 8,3	+ 5,9	+ 7,4
5. Dont énergie à prix de déchet . . . . . kWh			11 317 000	7 358 000	2 000	13 000	—	—
11. Charge maximum . . . kW			65 000	60 000	3 920	3 900	—	—
12. Puissance installée totale kW			522 734	495 010	28 530	25 900	43 910	41 557
13. Lampes . . . . . { nombre kW		1)	1 003 241	954 793	79 100	77 400	57 910	56 840
			50 162	47 740	2 660	2 540	2 151	2 064
14. Cuisinières . . . . . { nombre kW		1)	31 525	29 695	1 200	1 100	3 564	3 432
			216 078	204 735	8 700	7 785	21 256	20 336
15. Chauffe-eau . . . . . { nombre kW		1)	13 240	12 962	1 685	1 585	2 104	1 975
			84 979	83 767	3 755	3 510	2 368	2 167
16. Moteurs industriels . . . . . { nombre kW			31 018	28 278	3 120	2 780	7 343	6 669
			40 832	38 937	3 780	3 550	8 300	7 571
21. Nombre d'abonnements . . .			61 311	59 764	4 076	4 043	4 552	4 466
22. Recette moyenne par kWh cts.			5,97	5,99	9,2	9,0	7,69	7,46
<i>Du bilan:</i>								
31. Capital social . . . . . fr.	30 000 000	30 000 000	—	—	—	—	—	—
32. Emprunts à terme . . . >	6 000 000	6 000 000	—	—	—	—	—	—
33. Fortune coopérative . . . >			—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation . . . >			35 885 152	34 576 064	650 000	650 000	—	—
35. Valeur comptable des inst. >	64 524 666	63 432 515	35 885 152	34 576 064	2 731 960	2 484 550	7 000	15 000
36. Portefeuille et participat. >	9 739 002	9 825 647	17 114 000	17 114 000	16 050	16 050	473 220	498 220
37. Fonds de renouvellement >	32 637 602	32 336 321	—	—	1 130 740	906 940	283 000	281 500
<i>Du compte profits et pertes:</i>								
41. Recettes d'exploitation . fr.	6 814 581 <sup>2)</sup>	7 177 262 <sup>2)</sup>	28 935 217	26 976 665	1 672 000	1 562 200	445 699	433 619
42. Revue du portefeuille et des participations . . . >	399 466	362 685	—	—	—	—	18 786	16 469
43. Autres recettes . . . >	108 182	117 247	—	—	32 300	23 500	8 416	8 440
44. Intérêts débiteurs . . . >	172 489	172 108	3 370 707	3 385 687	60 600	61 500	—	—
45. Charges fiscales . . . >	2 860 461	2 603 729	148 843	148 230	9 900	9 900	31 572	26 127
46. Frais d'administration . . . >	605 656	584 263	1 339 449	1 202 739	148 200	145 000	125 199	114 749
47. Frais d'exploitation . . . >	950 725	832 250	9 985 897	9 696 471	235 560	206 370	140 700	160 213
48. Achat d'énergie . . . >			4 818 559	5 681 067	504 885	471 950	958 218	867 264
49. Amortissements et réserves . . . >	806 583	1 538 429	4 556 257	4 299 604	476 000	466 540	117 745	149 389
50. Dividende . . . . . >	1 800 000	1 800 000	—	—	—	—	3 339	3 237
51. En % . . . . . >	6	6	—	—	—	—	6	6
52. Versements aux caisses publiques . . . . . >			7 549 585	5 396 185	267 000	217 000	30 000	20 000
<i>Investissements et amortissements:</i>								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . fr.	66 714 837	65 622 686	157 989 038	154 713 493	7465 600 <sup>4)</sup>	6 982 300 <sup>4)</sup>	1 189 000	1 151 000
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . >	2 190 171 <sup>3)</sup>	2 190 171 <sup>3)</sup>	64 162 886	60 209 929	4 733 640	4 497 750	1 182 000	1 136 000
63. Valeur comptable . . . . . >	64 524 666	63 432 515	93 826 152	94 503 564	2 731 960	2 484 550	7 000	15 000
64. Soit en % des investissements . . . . . .	96,72	96,66	59,3	61,0	36,6	35,6	0,59	1,43

<sup>1)</sup> pas de vente au détail.

<sup>2)</sup> coût annuel.

<sup>3)</sup> sans les versements au fonds de renouvellement et au fonds d'amortissement.

<sup>4)</sup> sans le fonds de réserve de fr. 60 000.—.

**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		Déf. par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois	Variations mensuelles — vidange + remplissage					
	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59		
	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 ....	1035	1355	4	1	23	52	165	21	1227	1429	+16,5	2167	3094	-202	-32	112	235	
Novembre ..	907	1176	23	2	17	23	250	74	1197	1275	+ 6,5	1895	2844	-272	-250	78	124	
Décembre ..	854	1151	31	2	18	21	344	147	1247	1321	+ 5,9	1520	2398	-375	-446	86	125	
Janvier ....	870	1192	31	2	21	26	345	99	1267	1319	+ 4,1	1158	1943	-362	-455	89	128	
Février ....	978	1114	6	1	27	24	114	99	1125	1238	+10,0	974	1368	-184	-575	83	135	
Mars .....	1168	1186	2	1	23	27	56	65	1249	1279	+ 2,4	522	961	-452	-407	81	145	
Avril .....	1054	1259	4	1	21	24	69	19	1148	1303	+13,5	327	668	-195	-293	75	140	
Mai .....	1322	1299	1	—	67	56	12	31	1402	1386	-1,1	1043	920	+ 716	+ 252	258	255	
Juin .....	1387	1375	1	1	48	84	35	56	1471	1516	+ 3,1	1693	1674	+ 650	+ 754	338	347	
Juillet .....	1482		1		50		53		1586			2505		+ 812		402		
Août .....	1451		1		50		39		1541			3073		+ 568		406		
Septembre ..	1443		0		50		11		1504			3126 <sup>a)</sup>		+ 53		380		
Année .....	13951		105		415		1493		15964							2388		
Oct.-Mars...	5812	7174	97	9	129	173	1274	505	7312	7861	+ 7,5			-1847	-2165	529	892	
Avril-Juin ..	3763	3933	6	2	136	164	116	106	4021	4205	+ 4,6			+1171	+ 713	671	742	

Mois	Répartition des fournitures dans le pays												Fournitures dans le pays y compris les pertes					
	Usages domestiques, artisanat et agriculture		Industrie		Electro-chimie, métallurgie, thermie		Chaudières électriques <sup>1)</sup>		Traction		Pertes et énergie de pompage <sup>2)</sup>		sans les chaudières et le pompage		Différence % <sup>3)</sup>		avec les chaudières et le pompage	
	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59
	en millions de kWh																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Octobre ....	523	567	218	215	169	168	14	27	55	59	136	158	1099	1153	+ 4,9	1115	1194	
Novembre ..	540	576	217	203	153	157	4	10	65	68	140	137	1110	1137	+ 2,4	1119	1151	
Décembre ..	582	607	209	203	144	165	3	6	73	67	150	148	1151	1186	+ 3,0	1161	1196	
Janvier ....	586	609	214	202	138	157	3	6	81	72	156	145	1164	1183	+ 1,6	1178	1191	
Février ....	512	544	190	196	131	150	5	8	69	68	135	137	1025	1092	+ 6,5	1042	1103	
Mars .....	570	558	208	194	170	166	6	16	76	68	138	132	1160	1115	- 3,9	1168	1134	
Avril .....	506	532	195	205	182	206	9	26	55	56	126	138	1060	1135	+ 7,1	1073	1163	
Mai .....	484	520	191	191	180	181	60	41	55	50	174	148	1044	1072	+ 2,7	1144	1131	
Juin .....	463	505	193	207	169	170	84	58	56	50	168	179	1017	1079	+ 6,1	1133	1169	
Juillet .....	468		194		180		99		59		184		1057			1184		
Août .....	473		191		175		88		52		156		1029			1135		
Septembre ..	495		205		168		51		51		154		1062			1124		
Année .....	6202		2425		1959		426		747		1817 (172)		12978			13576		
Oct.-Mars...	3313	3461	1256	1213	905	963	35	73	419	402	855 (39)	857 (30)	6709	6866	+ 2,3	6783	6969	
Avril-Juin ..	1453	1557	579	603	531	557	153	125	166	156	468 (76)	465 (52)	3121	3286	+ 5,3	3350	3463	

<sup>1)</sup> D'une puissance de 250 kW et plus et doublées d'une chaudière à combustible.

<sup>2)</sup> Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

<sup>3)</sup> Colonne 15 par rapport à la colonne 14.

<sup>4)</sup> Capacité des réservoirs à fin septembre 1958: 3220 millions de kWh.

# 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 (autoproducuteurs).

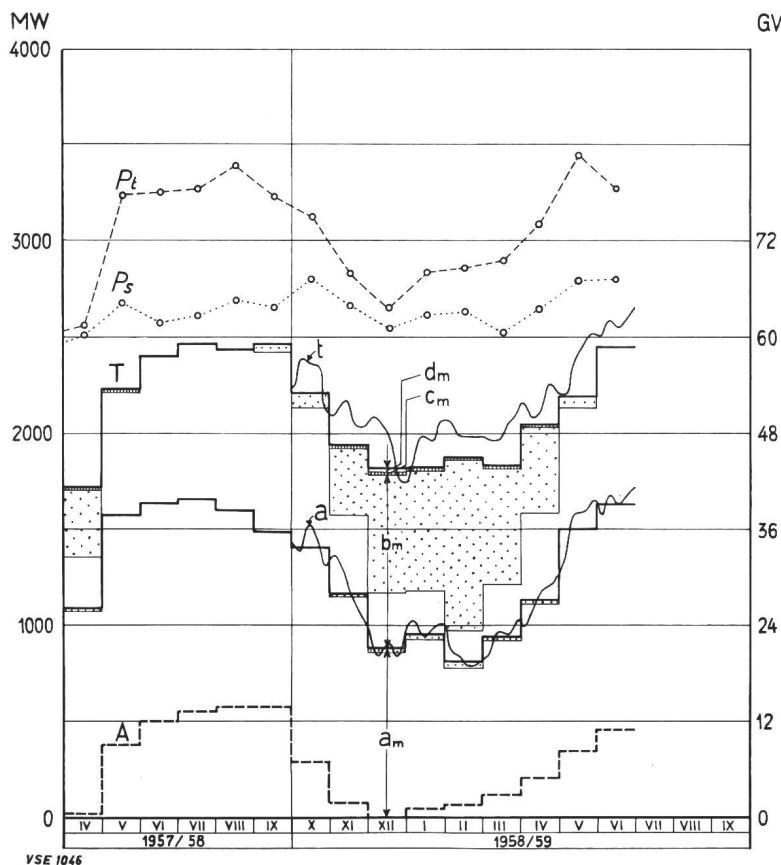
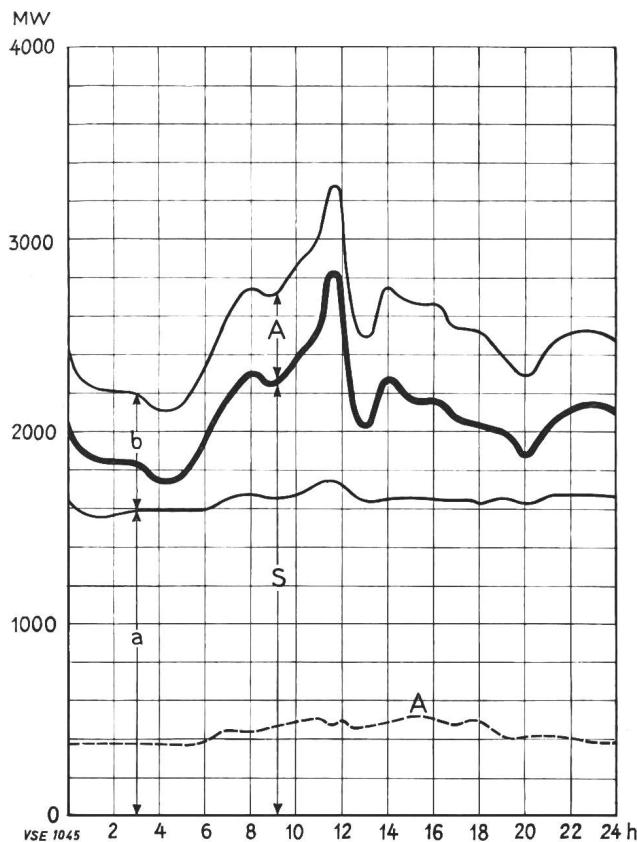
Mois	Production et importation d'énergie										Accumulation d'énergie				Exportation d'énergie	Consommation totale du pays	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie importée		Total production et importation		Déférence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois	Variations mensuelles — vidange + remplissage						
	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59		1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59
	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 ....	1264	1639	11	7	165	21	1440	1667	+15,8	2332	3331	— 223	— 34	112	238	1328	1429
Novembre ..	1064	1377	31	9	256	75	1351	1461	+ 8,1	2039	3063	— 293	— 268	78	128	1273	1333
Décembre ..	980	1324	38	10	356	149	1374	1483	+ 7,9	1639	2579	— 400	— 484	86	132	1288	1351
Janvier ....	982	1353	40	11	358	99	1380	1463	+ 6,0	1256	2080	— 383	— 499	89	135	1291	1328
Février ....	1099	1250	14	11	123	101	1236	1362	+10,2	1063	1463	— 193	— 617	83	143	1153	1219
Mars .....	1307	1351	10	8	60	69	1377	1428	+ 3,7	580	1016	— 483	— 447	87	160	1290	1268
Avril .....	1222	1459	10	8	73	26	1305	1493	+14,4	355	710	— 225	— 306	88	174	1217	1319
Mai .....	1647	1629	5	5	12	34	1664	1668	+ 0,2	1125	992	+ 770	+ 282	295	295	1369	1373
Juin .....	1725	1763	4	5	35	56	1764	1824	+ 3,4	1850	1821	+ 725	+ 829	393	390	1371	1434
Juillet .....	1835		5		53		1893			2734		+ 884		460		1433	
Août .....	1808		3		39		1850			3311		+ 577		464		1386	
Septembre ..	1770		4		11		1785			3365 <sup>1)</sup>		+ 54		423		1362	
Année .....	16703		175		1541		18419							2658		15761	
Oct.-Mars ...	6696	8294	144	56	1318	514	8158	8864	+ 8,7			-1975	-2349	535	936	7623	7928
Avril-Juin ..	4594	4857	19	18	120	116	4733	4985	+ 5,3			+1270	+ 805	776	859	3957	4126

Mois	Répartition de la consommation totale du pays														Différence par rapport à l'année précédente		
	Usages domestiques, artisanat et agriculture		Industrie		Electro-chimie, métallurgie, thermie		Chaudières électriques <sup>1)</sup>		Traction		Pertes		Energie de pompage				
	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59			
	en millions de kWh														%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre ....	532	580	239	241	277	285	17	30	107	114	151	164	5	15	1306	1384	+ 6,0
Novembre ..	549	588	236	228	223	238	6	15	105	109	148	151	6	4	1261	1314	+ 4,2
Décembre ..	592	620	225	227	189	210	4	8	112	118	158	163	8	5	1276	1338	+ 4,9
Janvier ....	596	622	233	228	174	187	5	8	112	120	160	160	11	3	1275	1317	+ 3,3
Février ....	520	556	211	218	165	174	9	10	100	108	135	150	13	3	1131	1206	+ 6,6
Mars .....	581	570	232	219	203	199	8	19	112	113	152	145	2	3	1280	1246	- 2,7
Avril .....	515	543	218	231	223	255	13	28	105	108	138	152	5	2	1199	1289	+ 7,5
Mai .....	493	531	215	215	295	298	69	51	102	108	152	150	43	20	1257	1302	+ 3,6
Juin .....	473	516	214	231	299	302	91	68	104	113	155	168	35	36	1245	1330	+ 6,8
Juillet .....	480		216		310		107		112		177		31		1295		
Août .....	485		211		305		97		110		158		20		1269		
Septembre ..	506		224		291		59		108		162		12		1291		
Année .....	6322		2674		2954		485		1289		1846		191		15085		
Oct.-Mars ...	3370	3536	1376	1361	1231	1293	49	90	648	682	904	933	45	33	7529	7805	+ 3,7
Avril-Juin ..	1481	1590	647	677	817	855	173	147	311	329	445	470	83	58	3701	3921	+ 5,9

<sup>1)</sup> D'une puissance de 250 kW et plus et doublées d'une chaudière à combustible.

<sup>2)</sup> Capacité des réservoirs à fin septembre 1958: 3463 millions de kWh.

## Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse



### 1. Puissance disponible le mercredi 17 juin 1959

	MW
Usines au fil de l'eau, moyenne des apports naturels . . . . .	1660
Usines à accumulation saisonnière, 95 % de la puissance maximum possible . . . . .	2690
Usines thermiques, puissance installée . . . . .	160
Excédent d'importation au moment de la pointe —	—
Total de la puissance disponible . . . . .	4510

### 2. Puissances maxima effectives du mercredi 17 juin 1959

Fourniture totale . . . . .	3270
Consommation du pays . . . . .	2800
Excédent d'exportation . . . . .	510

### 3. Diagramme de charge du mercredi 17 juin 1959 (voir figure ci-contre)

- a Usines au fil de l'eau (y compris usines à accumulation journalière et hebdomadaire)
- b Usines à accumulation saisonnière
- c Usines thermiques (insignifiant)
- d Excédent d'importation (néant)
- S + A Fourniture totale
- S Consommation du pays
- A Excédent d'exportation

### 4. Production et consommation

	Mercredi 17 juin	Samedi 20 juin	Dimanche 21 juin
	GWh (millions de kWh)		
Usines au fil de l'eau . . . . .	39,3	38,6	36,1
Usines à accumulation . . . . .	21,6	17,1	12,5
Usines thermiques . . . . .	0,2	0,1	—
Excédent d'importation . . . . .	—	—	—
Fourniture totale . . . . .	61,1	55,8	48,6
Consommation du pays . . . . .	50,9	44,7	36,0
Excédent d'exportation . . . . .	10,2	11,1	12,6

### 1. Production des mercredis

- a Usines au fil de l'eau
- t Production totale et excédent d'importation

### 2. Moyenne journalière de la production mensuelle

- $a_m$  Usines au fil de l'eau, partie pointillée, provenant d'accumulation saisonnière
- $b_m$  Usines à accumulation, partie pointillée, provenant d'accumulation saisonnière
- $c_m$  Production des usines thermiques
- $d_m$  Excédent d'importation

### 3. Moyenne journalière de la consommation mensuelle

- T Fourniture totale
- A Excédent d'exportation
- T-A Consommation du pays

### 4. Puissances maxima le troisième mercredi de chaque mois

- $P_s$  Consommation du pays
- $P_t$  Charge totale

Rédaction des «Pages de l'UCS»: Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'Électricité, Bahnhofplatz 3, Zurich 1;  
adresse postale: Case postale Zurich 23: téléphone (051) 27 51 91; 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.