

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 50 (1959)  
**Heft:** 9

**Rubrik:** Production et distribution d'énergie : les pages de l'UCS

### **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:** 18.01.2025

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

# Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

## Le coût de production de l'énergie nucléaire

621.311.25.003.12

C'est le coût de production de l'énergie électrique dans les centrales nucléaires qui se trouve actuellement placé au centre des débats relatifs à l'importance future de ces centrales dans l'industrie de l'énergie. Lorsqu'on veut se faire soi-même une opinion à ce sujet, on se heurte aussitôt à d'importants obstacles, qui proviennent en partie de la concurrence commerciale entre les Etats-Unis et la Grande-Bretagne et en partie du secret dont s'entoure la Commission atomique américaine, mais aussi du manque de renseignements dignes de foi sur les coûts réels, c'est-à-dire qui ne soient pas faussés par des subventions officielles ou cachées, et enfin d'une connaissance insuffisante d'importants facteurs de nature technique. Une difficulté supplémentaire apparaît lors du calcul du coût de production de l'énergie nucléaire: elle résulte de la présence de frais d'un nouveau genre, qui ne se retrouvent pas sous la même forme dans le reste de l'industrie de l'énergie. De plus, les différences qui règnent d'un pays à l'autre en ce qui concerne le marché de l'argent et celui des capitaux conduisent à des conclusions très variables selon le pays considéré. Tout ceci explique pourquoi les indications relatives au coût de revient du kWh dans les centrales nucléaires sont souvent fort éloignées les unes des autres. Nous analysons ci-après deux études récemment publiées en Allemagne, dont l'objectif est de mettre autant que possible en lumière la structure du coût de production de l'énergie nucléaire et les fondements de son calcul.

La première de ces études est le chapitre 5.1 intitulé «Coût de production de l'énergie nucléaire» de l'ouvrage de *Riezler-Walcher* sur la technique nucléaire<sup>1)</sup>. Ainsi que l'auteur de ce chapitre, *O. Löbl*, le fait remarquer dans son introduction, la tâche qui consiste à analyser le coût de l'énergie nucléaire n'est pas facile à l'heure actuelle, car toute expérience pratique fait encore défaut dans ce domaine. C'est pourquoi l'auteur se limite à l'étude de la situation présente et de celle qu'on peut prévoir pour un avenir très rapproché. Il renonce délibérément à toute prévision sur le développement futur du coût de production, car, souligne-t-il, même les frais actuels ne sont pas connus avec une précision suffisante.

*O. Löbl* analyse tout d'abord en détail les différents facteurs du coût de production du kWh dans une centrale nucléaire. Il répartit les frais entre frais fixes et frais de combustible nets (c'est-à-dire déduction faite de la valeur restante des éléments de combustible irradiés). Les *frais fixes*, de leur côté, comprennent les frais de capital, les pertes d'intérêts durant le cycle décrit par les éléments de combustible et les frais d'exploitation. Les *frais de combustible bruts*, d'autre part, sont constitués par les frais

relatifs à l'uranium, les frais de fabrication et de transport des éléments de combustible durant le cycle complet, y compris les assurances et les frais de douane. Enfin, le crédit correspondant à la valeur restante des éléments de combustible irradiés comprend la valeur restante de l'uranium et la valeur du plutonium, après déduction des frais du traitement chimique.

L'auteur examine l'un après l'autre ces différents facteurs et expose très clairement la façon de les calculer. Il convient de noter que les dépenses de premier établissement ne comprennent ni les dépenses de recherche, ni le coût de la charge de combustible. Pour ramener les frais de premier établissement de diverses centrales nucléaires à la même puissance, *O. Löbl* admet que les frais unitaires diminuent avec la racine cubique de la puissance, si les différences de puissance ne sont pas trop importantes. Sous la rubrique «frais de capital», l'auteur range non seulement les frais d'immobilisation proprement dits, c'est-à-dire les intérêts et les amortissements, mais aussi toutes les autres dépenses liées au capital investi, soit les frais d'assurance et d'impôts et ceux causés par l'administration générale. En amortissant les installations sur une durée de 14 à 15 ans, *O. Löbl* obtient pour les frais de capital, dans les conditions régnant en Allemagne, un taux annuel de 14% du capital investi.

L'auteur souligne ensuite l'importance de la durée d'utilisation dans le calcul du coût de revient. Il expose pourquoi il est raisonnable d'admettre en Allemagne une durée d'utilisation annuelle de 6000 heures seulement. Une durée de 7000 heures serait exagérée, car ce sont en premier lieu les centrales hydrauliques au fil de l'eau et les centrales thermiques brûlant du lignite qui doivent fonctionner à la base du diagramme de charge.

Des «*pertes d'intérêts*» apparaissent par suite du coût élevé de la charge de combustible et du long délai qui s'écoule entre l'achat des éléments, leur utilisation et leur reddition ainsi qu'à cause de la nécessité d'avoir plus d'une charge en circulation. Pour calculer ces pertes d'intérêts par kWh produit, il est nécessaire de connaître le temps que passent les éléments de combustible à l'intérieur des réacteurs et en dehors de ceux-ci. Lorsque les éléments de combustible proviennent des Etats-Unis, par exemple, on doit admettre qu'ils restent durant 16 mois en dehors du réacteur. Dans le cas d'un réacteur à eau sous pression, si la durée d'irradiation à pleine charge des éléments est de 8000 heures et le facteur d'utilisation du réacteur de 65%, l'ensemble de l'*inventaire de combustible* représente le double environ de la quantité de combustible se trouvant dans le réacteur. Le taux d'intérêt qu'il y a lieu de considérer dépend des conditions dans lesquelles l'exploitant peut se procurer les éléments de combustible. C'est ainsi qu'actuellement on ne peut

<sup>1)</sup> *Riezler W.* et *Walcher W.*: *Kerntechnik*, Stuttgart, Teubner 1958; 8°, 1002 p., 453 fig., 164 tabl.

pas acheter l'uranium aux Etats-Unis, mais seulement le louer. Le loyer payé à l'Atomic Energy Commission (AEC) est de 4 % et il est dû pendant toute la durée de location, depuis le moment où l'uranium est pris en charge jusqu'au moment où il est rendu à l'AEC. En ce qui concerne les frais de fabrication des éléments de combustible, par contre, qui ne sont pas dus à l'AEC, mais au fabricant, il convient, dans le cas considéré, d'introduire le taux d'intérêt valable sur le marché allemand des capitaux.

Les *frais d'exploitation annuels*, qui comprennent les frais de conduite et d'entretien courant ainsi que les dépenses pour les réparations, sont estimés par l'auteur à 5 % des dépenses de premier établissement. Il examine ensuite sur la base des renseignements disponibles actuellement les frais de combustible ainsi que le crédit correspondant à la valeur restante des éléments de combustible irradiés. C'est par kg d'uranium que les fournisseurs indiquent de nombreux facteurs intervenant dans le calcul des frais de combustible, tels que le coût de l'uranium, les frais de fabrication des éléments de combustible et de leur traitement chimique après irradiation. Il s'agit de rapporter ces frais au kWh produit, ce qui suppose la connaissance du *taux d'irradiation*, c'est-à-dire de la quantité de chaleur produite durant le

fonctionnement du réacteur par une tonne du mélange d'isotopes d'uranium ainsi que du *rendement global* de la centrale nucléaire. Dans le cas du réacteur à eau sous pression, ce rendement est au maximum de 28 % environ, dans celui du réacteur du type Calder-Hall, il ne dépasse pas 27 %, les besoins propres étant légèrement plus élevés.

L'auteur applique ensuite les résultats de son étude de la structure du coût de revient de l'énergie nucléaire à deux des types d'installations qui, dans l'état actuel de la technique, entrent en ligne de compte pour la production d'énergie à l'échelle industrielle. Il s'agit d'une part de la *centrale de Yankee*, une installation qui fonctionne avec un réacteur à eau sous pression et qui est construite aux Etats-Unis par Westinghouse en collaboration avec Stone et Webster, et d'autre part d'une centrale britannique du type de Calder Hall. Après avoir analysé les coûts de production indiqués pour ces deux centrales dans de précédentes publications, O. Löbl examine les hypothèses dans lesquelles ces coûts ont été calculés et fait la critique des résultats obtenus.

Le tableau I donne pour la centrale de Yankee et celle du type Calder Hall les coûts de production recalculés par l'auteur dans les conditions régnant en Allemagne d'après le schéma qu'il a établi.

Un rapport de l'OECE indiquait naguère pour la

Exemples de calcul du coût de production de l'énergie nucléaire selon O. Löbl

Tableau I

		Centrale de Yankee	Centrale du type de Calder Hall
Puissance électrique nette . . . . .	MW	134	150
Dépenses unitaires de premier établissement . . . . . (non compris les dépenses de recherches, les intérêts intercalaires et le combustible)	DM/kW	1785.—	1660.—
Intérêts intercalaires . . . . .	DM/kW	268.—	249.—
Dépenses unitaires brutes pour une charge de combustible . . . . .	DM/kW	388.—	430.—
Combustible (nature et quantité) . . . . .	t	25 t anger. U	250 t nat. metall. U
Concentration en U <sup>235</sup> . . . . .	%	2,6	0,714
Poids de U <sup>235</sup> . . . . .	kg	650	1760
Taux d'irradiation . . . . .	MWd/t	7300	2750
Facteur de fission . . . . .	%	30,6	42,0
Durée d'irradiation à pleine charge . . . . .	h bzw. a	8500 h = 0,97 a	27 100 h = 3,10 a
Durée d'utilisation annuelle et facteur d'utilisation . . . . .	h/a bzw. %	6000 h/a $\cong$ 68,5%	6000 h/a $\cong$ 68,5%
Temps passé dans le réacteur . . . . .	a	1,42	4,52
Rendement global . . . . .	%	26,0	25,0
« Inventaire de combustible » rapporté à une charge de combustible . . . . .	—	2,0	1,3
Frais de capital (intérêts, amortissements, impôts, assurances, administration générale) en pour-cent . . . . .	%	14	14
Taux d'intérêt pour les frais de fabrication des éléments de combustible . . . . .	%	7	7
Frais d'exploitation en pour-cent des dépenses de premier établissement . . . . .	%	5	5
Frais de capital (y compris les intérêts intercalaires) . . . . .	DPf./kWh	4,79	4,45
Pertes d'intérêts . . . . .	DPf./kWh	0,45	0,33
Frais d'exploitation . . . . .	DPf./kWh	1,49	1,33
Frais fixes . . . . .	DPf./kWh	6,73	6,16
Frais de l'uranium contenu dans les éléments de combustible	DPf./kWh	2,88	1,05
Frais de fabrication des éléments de combustible . . . . .	DPf./kWh	1,50	0,43
Frais de transport des éléments de combustible, y compris le voyage de retour, l'assurance et les droits de douane . . . . .	DPf./kWh	0,18	0,11
Frais de combustible bruts . . . . .	DPf./kWh	4,56	1,59
Valeur restante de l'uranium . . . . .	DPf./kWh	— 1,93	—
Crédit pour le plutonium . . . . .	DPf./kWh	— 0,46	— 0,55
Frais de traitement chimique . . . . .	DPf./kWh	+ 0,19*)	+ 0,18*)
Crédit total . . . . .	DPf./kWh	— 2,20	— 0,37
Coût de production . . . . .	DPf./kWh	9,09	7,38

\*) Valeur subventionnée, pour mémoire.

Puissance maximum possible électrique		MW	100	100	100
Type de réacteur			à eau sous pression	à eau bouillante	refroidi au gaz
Refroidissement			eau légère	eau lourde	CO <sub>2</sub>
Dépenses unitaires de premier établissement . . . . .	DM/kW		1000	850	1500
Dépenses unitaires de premier établissement pour la partie nucléaire . . . . .	DM/kW		600	510	900
Dépenses unitaires de premier établissement pour la partie classique . . . . .	DM/kW		400	340	600
Puissance thermique du réacteur . . . . .	MW		400	370	500
Rendement global . . . . .	%		25	27	20
Enrichissement . . . . .	%		2,2	—	—
Taux d'intérêt . . . . .	%		10	10	10
Durée d'amortissement pour la partie nucléaire . . . . .	a		10	10	10
Durée d'amortissement pour la partie classique . . . . .	a		15	15	15
Impôts sur le capital . . . . .	%		2,4	2,4	2,4
Charge d'uranium . . . . .	t		23	52	140
Besoins totaux en uranium . . . . .	t		47	106	180
Coût total de l'uranium . . . . .	10 <sup>6</sup> DM		82,3	17,8	30,2
Dépenses de fabrication des éléments de combustible*) . . . . .	10 <sup>6</sup> DM		14,4	27,0	6,0
Taux de location de l'uranium . . . . .	%		4	4	4
Coût de l'eau lourde . . . . .	10 <sup>6</sup> DM		—	15,6	—
Personnel (nombre de personnes) . . . . .			80	80	95
Dépenses de personnel annuelles moyennes . . . . .	DM/pers./a		9500	9500	9000
Dépenses d'entretien . . . . .	DM/kW/a		25	20	30
Autres dépenses (y compris les assurances) . . . . .	DM/kW/a		12	18	13
Dépenses de fabrication d'une charge de combustible . . . . .	10 <sup>6</sup> DM		13,8	26,0	21,0
Coût de l'uranium brûlé d'une charge . . . . .	10 <sup>6</sup> DM		10,1	33,9	72,4
Dépenses de transport d'une charge irradiée . . . . .	10 <sup>6</sup> DM		1,66	2,79	6,05
Dépenses de traitement chimique d'une charge irradiée . . . . .	10 <sup>6</sup> DM		3,45	6,24	16,08
Taux d'irradiation . . . . .	MWd/t		6000	4000	3000
Prix moyen de l'U <sup>235</sup> . . . . .	DM/g		79,0	24,0	24,0
Taux de fission . . . . .			0,82	0,85	0,9
Facteur de conversion des éléments irradiés . . . . .			0,8	0,95	0,8
Prix du plutonium . . . . .	DM/g		84	84	84
<i>Frais fixes</i>					
Frais de capital des installations . . . . .	DM/kW/a		180	153	270
Frais de capital du combustible . . . . .	DM/kW/a		47,3	34,1	18,1
Frais de capital de l'eau lourde . . . . .	DM/kW/a		—	15,6	—
Frais de personnel . . . . .	DM/kW/a		7,6	7,6	8,6
Frais d'entretien . . . . .	DM/kW/a		25,0	20,0	30,0
Autres frais fixes . . . . .	DM/kW/a		12,0	18,0	13,0
<i>Frais fixes totaux</i>					
Part des frais fixes dans le coût de revient de l'énergie nucléaire pour une durée d'utilisation annuelle de 7000 h . . . . .	DM/kW/a		271,9	248,3	339,7
	DPf./kWh		3,9	3,5	4,9
<i>Frais variables</i>					
Frais de fabrication des éléments de combustibles . . . . .	DPf./kWh		1,667	1,929	0,948
Coût de l'uranium brûlé . . . . .	DPf./kWh		1,234	0,360	0,514
Frais de transport . . . . .	DPf./kWh		0,200	0,200	0,300
Frais de traitement chimique . . . . .	DPf./kWh		0,417	0,463	0,758
<i>Frais variables totaux</i>					
Crédit pour le plutonium . . . . .	DPf./kWh		3,518	2,952	2,520
	DPf./kWh		1,050	1,196	1,440
<i>Coût de revient de l'énergie nucléaire pour une durée d'utilisation annuelle de 7000 h . . . . .</i>					
	DPf./kWh		6,368	5,256	5,980

\*) Ne concerne pas le combustible se trouvant dans le réacteur.

centrale de Yankee un coût de revient de 4,82 DPf. par kWh et pour celle du type de Calder-Hall un coût de revient de 4,14 DPf. par kWh. Les chiffres obtenus par l'auteur sont sensiblement plus élevés. Il arrive à la conclusion qu'on ne peut pas encore prétendre pour l'instant en Allemagne Occidentale que les centrales nucléaires soient capables de concurrencer les centrales fonctionnant au charbon. Cette constatation n'est toutefois valable que dans l'état de choses actuel. Comme les incertitudes sont encore nombreuses (valeur du taux d'irradiation, durée de vie du réacteur, subventions officielles et

cachées), O. Löbl estime qu'il serait illusoire de prévoir le coût de revient futur. D'autre part, les considérations de l'auteur se limitent exclusivement aux types de réacteurs qui dans l'état présent de la technique entrent en ligne de compte pour des centrales de grande puissance. Il n'est pas impossible que d'autres types d'installations actuellement à l'étude ou encore inconnus donnent un jour des résultats plus favorables. Enfin, il y a lieu de rappeler une nouvelle fois que les coûts de production calculés par l'auteur ne sont valables que pour l'Allemagne Occidentale et des pays où les condi-

tions sur le marché de l'argent et celui des capitaux sont comparables à celles rencontrées en Allemagne Occidentale.

La deuxième étude<sup>2)</sup> est une thèse publiée par l'Institut de l'économie énergétique de l'Université de Cologne. Après une introduction sur l'énergie nucléaire en tant que nouvelle source d'énergie et un examen succinct des problèmes de nature physique et technique que pose la production d'énergie nucléaire, l'auteur énumère les divers types de réacteurs et de cycles de combustible et traite rapidement des questions soulevées par l'entreposage du combustible nucléaire. Elle entre ensuite dans le vif de son sujet: la structure du coût de production des centrales nucléaires. *Konstanze Gronheid* analyse tout d'abord les installations de production d'énergie nucléaire du point de vue des coûts et divise les centrales en cycles partiels. Cette étude systématique permettra un jour, lorsque l'on disposera de renseignements suffisants sur le coût des cycles partiels, de procéder à une très intéressante répartition, car elle fait ressortir les relations qui existent entre la conception technique des centrales nucléaires et les frais de production et indique de cette façon les possibilités de réduction des coûts. Dans sa thèse *Konstanze Gronheid* doit se contenter de calculer les coûts plus simplement.

L'auteur étudie tout d'abord les dépenses de premier établissement et les frais de capital. Après quelques considérations sur la structure des dépenses de premier établissement, sur le coût relatif de la partie nucléaire et de la partie classique, ainsi que sur la répartition des dépenses sur le génie civil, la partie mécanique et la partie électrique, *Konstanze Gronheid* examine les facteurs qui ont une influence sur les dépenses de premier établissement. Elle étudie en particulier l'influence sur le coût unitaire de la puissance de la centrale ainsi que du rendement global de l'installation. Elle montre par exemple que lorsque le rendement passe de 25 à 35 %, le coût unitaire de premier établissement diminue de 21 %.

Lors du calcul des *frais de capital* des centrales nucléaires, l'auteur fait une distinction entre les frais de capital afférant aux installations et ceux qui sont imputables au combustible nucléaire. Les frais d'immobilisation annuels sont estimés à 14,9 %

<sup>2)</sup> *Konstanze Gronheid: Die Kostenstruktur von Atomkraftwerken, Munich, Oldenbourg 1958; 8°, 105 p., 20 fig.*

du capital investi pour la partie nucléaire (intérêt de 8 % et amortissement en 10 ans) et à 11,7 % pour la partie classique (intérêt de 8 % et amortissement en 15 ans). Si l'on admet que le capital investi dans la partie nucléaire s'élève à 60 % du total des investissements, on obtient une annuité moyenne de 13,6 %. En ajoutant aux frais d'immobilisation proprement dits, les impôts et les assurances, les frais de capital atteignent environ 16 % dans les conditions régnant en Allemagne. Ce taux est légèrement plus élevé que celui qui est utilisé par *O. Löbl* (14 %).

La méthode que *Konstanze Gronheid* applique pour le calcul des frais du combustible nucléaire est assez différente de celle de *O. Löbl*. *Konstanze Gronheid* constate tout d'abord que la nature de ces frais est telle qu'ils se placent entre les frais d'immobilisation et les frais d'exploitation. Il lui semble donc raisonnable d'assimiler aux dépenses de premier établissement le coût du combustible utilisé dans le réacteur ainsi que le coût des éléments qui sont gardés en réserve et celui des *nouveaux* éléments qui sont en cours de transport. Par contre l'auteur estime que les frais de fabrication des éléments de combustible qui sont introduits dans le réacteur durant son fonctionnement doivent être imputés à l'exploitation, en proportion de l'uranium brûlé dans le réacteur. Le coût de cet uranium, les frais de transport des éléments irradiés ainsi que le coût du traitement chimique appartiennent également aux frais d'exploitation.

L'auteur examine ensuite la structure des *frais d'exploitation*. Elle distingue les frais de personnel, les frais d'entretien, les frais de combustible et les autres dépenses. Elle admet que pour les 10 à 15 prochaines années les besoins de personnel dans les centrales nucléaires de grande puissance ne dépasseront pas 1 personne par MW de puissance électrique. Le niveau des dépenses de personnel sera cependant plus élevé que pour des centrales classiques, et l'auteur estime qu'en Allemagne ces dépenses s'élèveront en moyenne à 10 000 DM environ par personne et par an.

Quant aux *frais de réparation et d'entretien*, l'auteur admet qu'ils atteindront 2 % du capital investi. On ne peut qu'approuver *Konstanze Gronheid* lorsqu'elle constate que parmi les frais d'exploitation ce sont les frais de *combustible* qui sont à la fois les plus importants et les plus difficiles à

Répartition des frais en pour-cent du coût de revient de l'énergie nucléaire pour 7000 h/a selon *Konstanze Gronheid*

Tableau III

Puissance maximum possible électrique  Type de réacteur	MW	100	100	100
		à eau sous pression %	à eau bouillante %	refroidi au gaz %
Frais de capital des installations . . . . .		40,5	41,5	64,6
Frais de capital du combustible . . . . .		10,7	9,1	4,3
Frais de capital de l'eau lourde . . . . .		—	4,0	—
Frais de personnel . . . . .		1,7	2,1	2,2
Frais d'entretien . . . . .		5,6	5,3	7,3
Autres frais fixes . . . . .		2,7	4,9	3,2
Frais de fabrication des éléments de combustibles . . . . .		26,3	36,6	16,1
Coût de l'uranium brûlé (en tenant compte du crédit pour le plutonium)		2,8	— 16,0	— 15,5
Frais de transport des éléments irradiés . . . . .		3,1	3,8	5,1
Frais de traitement chimique . . . . .		6,6	8,7	12,7
Coût de revient . . . . .		100,0	100,0	100,0

calculer dans l'état présent de la technique nucléaire. Le calcul du coût du traitement chimique, en particulier, pose des problèmes très ardu, car dans ce domaine les connaissances sont encore fragmentaires et les renseignements publiés fort rares. En se fondant sur les indications qu'elle possédait en 1957, l'auteur estime que si les frais de combustibles atteignent par exemple 1,5 DPf. par kWh, les frais de traitement chimique sont situés aux environs de 0,5 DPf. par kWh.

Sous la rubrique «*autres dépenses*», *Konstanze Gronheid* range le coût des matières nécessaires à l'exploitation, telles que l'eau, les lubrifiants, etc. Dans le cas des réacteurs refroidis et modérés à l'eau naturelle, l'eau du circuit primaire doit être constamment régénérée chimiquement; les déchets radioactifs doivent être refroidis dans des bassins spéciaux, et finalement rendus inoffensifs. Toutes ces dépenses, ainsi que les services de tiers et les frais d'assurances entrent dans ce poste de frais.

L'auteur dresse ensuite un tableau très détaillé des plus importants facteurs intervenant dans le calcul de coût de production de l'énergie nucléaire et donne quatre exemples de calcul. Ces exemples concernent des installations qui pourraient être mises en service dans la période allant de 1960 à 1965.

Nous donnons au tableau II le calcul effectué pour trois types différents de centrales nucléaires d'une puissance maximum possible électrique de 100 MW.

Les coûts de production obtenus sont quelque peu inférieurs à ceux calculés par *O. Löbl* pour des centrales du même genre, ce qui s'explique en partie par la différence entre les durées d'utilisation annuelles admises par les deux auteurs (7000 heures chez *Konstanze Gronheid* au lieu de 6000 heures chez *O. Löbl*). La répartition des frais en pour-cent du coût de production total (tableau III) est très intéressante.

Dans le cas du réacteur à eau sous pression et du réacteur à eau bouillante, les frais de capital afférant aux installations représentent 40 % environ du coût de production. Si l'on y ajoute les frais de capital relatifs au combustible, on obtient un pourcentage total des frais de capital de 50 % environ. De leur côté, les frais de fabrication des éléments de combustible et de leur traitement chimique atteignent 30 à 45 % du coût de production total.

Dans une dernière partie, l'auteur essaye d'estimer les coûts de production qu'il sera possible d'obtenir dans une dizaine d'années en Allemagne. Pour la période allant de 1965 à 1970, *Konstanze Gronheid* évalue le coût de revient de l'énergie nucléaire à 4,35 DPf. par kWh sans tenir compte du crédit pour le plutonium et à 3,8 DPf. par kWh environ si l'on tient compte de cette bonification.

Bien que les coûts de production calculés par *O. Löbl* et *Konstanze Gronheid* ne soient valables que dans les conditions régnant en Allemagne et qu'ils se fondent sur des données qui doivent continuellement être corrigées sur la base des expériences faites et des nouveaux renseignements obtenus, on ne peut que recommander la lecture de ces deux ouvrages, qui apportent une précieuse contribution à l'étude systématique de la structure du coût de revient de

l'énergie nucléaire et des méthodes qu'il convient d'employer pour son calcul.

R. Saudan

## Congrès et Sessions

### Assemblée annuelle de l'Association autrichienne pour l'économie des eaux

Du 26 au 28 mai 1959 aura lieu à Salzbourg l'assemblée annuelle de l'Association autrichienne pour l'économie des eaux. Le secrétariat de l'UCS donnera volontiers des renseignements sur le programme définitif qui prévoit une série de conférences d'actualité et d'intéressantes visites de centrales. Les intéressés sont priés de s'inscrire jusqu'au 9 mai 1959 à l'Association autrichienne pour l'économie des eaux, Vienne I, Graben 17.

## Communications de nature économique

### Données économiques suisses

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

N°		Février		
		1958	1959	
1.	Importations . . . . . (janvier-février) . . . . . Exportations . . . . . (janvier-février) . . . . .	} en 10 <sup>6</sup> fr. {	578,6	564,9
			(1193,3)	(1153,5)
			514,4	551,5
			(1002,8)	(1039,2)
2.	Marché du travail: demandes de places . . . . .	6 638	6 109	
3.	Index du coût de la vie *) Index du commerce de gros *)	} août 1939 = 100 {	180,5	180,9
			219,1	212,5
	Prix courant de détail *) : (moyenne du pays) (août 1939 = 100)			
	Eclairage électrique ct./kWh	33 (92)	33 (92)	
	Cuisine électrique ct./kWh	6,6 (102)	6,6 (102)	
	Gaz ct./m <sup>3</sup> . . . . .	29 (121)	30 (125)	
	Coke d'usine à gaz fr./100 kg	21,21(276)	19,67(256)	
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 42 villes . (janvier-février) . . . . .	828 (1 582)	1 435 (3 159)	
5.	Taux d'escompte officiel . . %	2,5	2,5/2,0	
6.	Banque Nationale (p. ultimo) Billets en circulation . . 10 <sup>6</sup> fr. Autres engagements à vue 10 <sup>6</sup> fr. Encaisse or et devises or 10 <sup>6</sup> fr. Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue %	5 497,9	5 650,7	
		2 514,1	3 317,1	
		8 004,5	9 067,0	
		92,96	96,19	
7.	Indices des bourses suisses Obligations . . . . . Actions . . . . . Actions industrielles . . . . .	le 25 février	le 20 février	
		95	101	
		383	464	
		518	606	
8.	Faillites . . . . . (janvier-février) . . . . . Concordats . . . . . (janvier-février) . . . . .	46	39	
		(85)	(73)	
		12	9	
		(29)	(32)	
9.	Statistique du tourisme Occupation moyenne des lits existants, en % . . . . .	Janvier		
		1958	1959	
		21,9	23,0	
10.	Recettes d'exploitation des CFF seuls Recettes de transport Voyageurs et marchandises . . . . . (janvier-décembre) . . . . . Produits d'exploitation . . . . . (janvier-décembre) . . . . .	} en 10 <sup>6</sup> fr. {	Janvier	
			1958	1959
			59,0	57,2
			(836,1)	—
		65,1	63,6	
		(914,8)	—	

\*) Conformément au nouveau mode de calcul appliqué 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.

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

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

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

Mois	Production et achat d'énergie											Accumulation d'énergie				Exportation d'énergie	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		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		2		23		56		1249			522		-452		81	
Avril . . . . .	1054		4		21		69		1148			327		-195		75	
Mai . . . . .	1322		1		67		12		1402			1043		+716		258	
Juin . . . . .	1387		1		48		35		1471			1693		+650		338	
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>4)</sup>		+53		380	
Année . . . . .	13951		105		415		1493		15964							2388	
Oct.-Février .	4644	5988	95	8	106	146	1218	440	6063	6582	+8,6			-1395	-1758	448	747

Mois	Répartition des fournitures dans le pays											Fournitures dans le pays y compris les pertes					
	Usages domestiques, artisanat et agriculture		Industrie		Electrochimie, 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
	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		208		170		6		76		138		1160			1168	
Avril . . . . .	506		195		182		9		55		126		1060			1073	
Mai . . . . .	484		191		180		60		55		174		1044			1144	
Juin . . . . .	463		193		169		84		56		168		1017			1133	
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		12978			13576	
Oct.-Février .	2743	2903	1048	1019	735	797	29	57	343	334	717	725	5549	5751	+3,6	5615	5835

<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 (autoproducteurs).

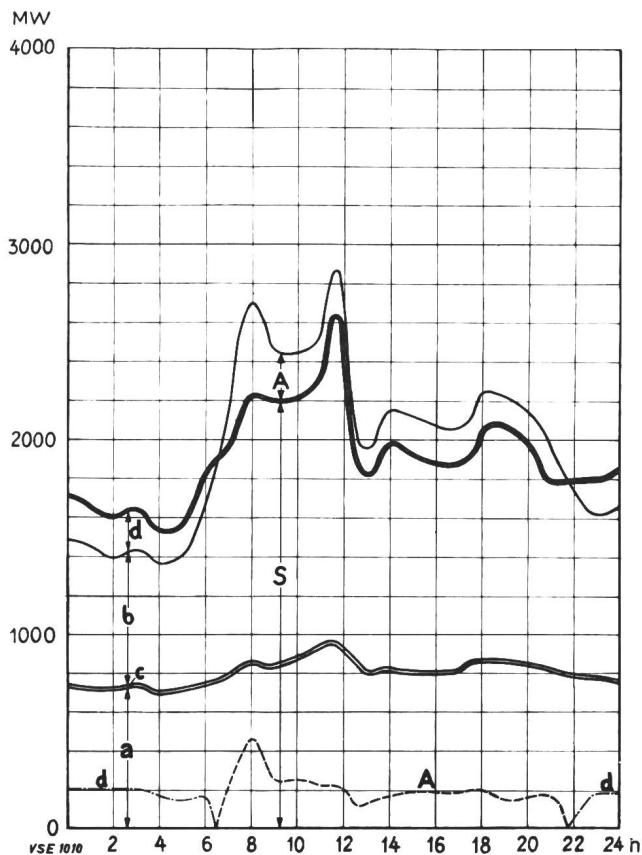
Mois	Production et importation d'énergie									Accumulation d'énergie				Exportation d'énergie		Consommation totale du pays	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie importée		Total production et importation		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		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
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		10		60		1377			580		-483		87		1290	
Avril . . . . .	1222		10		73		1305			355		-225		88		1217	
Mai . . . . .	1647		5		12		1664			1125		+770		295		1369	
Juin . . . . .	1725		4		35		1764			1850		+725		393		1371	
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.-Février .	5389	6943	134	48	1258	445	6781	7436	+9,7			-1492	-1902	448	776	6333	6660

Mois	Répartition de la consommation totale du pays														Consommation du pays sans les chaudières et le pompage		Différence par rapport à l'année précédente
	Usages domestiques, artisanat et agriculture		Industrie		Electrochimie, 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	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		232		203		8		112		152		2		1280		
Avril . . . . .	515		218		223		13		105		138		5		1199		
Mai . . . . .	493		215		295		69		102		152		43		1257		
Juin . . . . .	473		214		299		91		104		155		35		1245		
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.-Février .	2789	2966	1144	1142	1028	1094	41	71	536	569	752	788	43	30	6249	6559	+5,0

<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 18 février 1959

	MW
Usines au fil de l'eau, moyenne des apports naturels	800
Usines à accumulation saisonnière, 95 % de la puissance maximum possible	2650
Usines thermiques, puissance installée	160
Excédent d'importation au moment de la pointe	—
Total de la puissance disponible	3610

## 2. Puissances maxima effectives du mercredi 18 février 1959

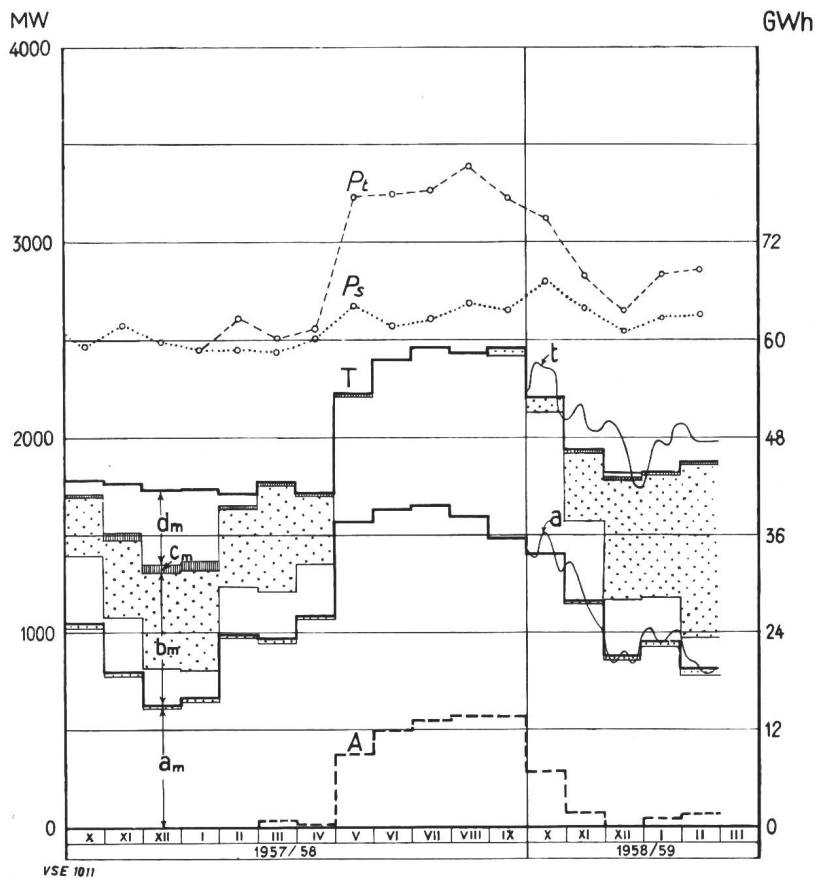
Fourniture totale	2860
Consommation du pays	2630
Excédent d'exportation	470

## 3. Diagramme de charge du mercredi 18 février 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
- d Excédent d'importation
- S + A Fourniture totale
- S Consommation du pays
- A Excédent d'exportation

## 4. Production et consommation

	Mercredi 18 févr.	Samedi 21 févr.	Dimanche 22 févr.
	GWh (millions de kWh)		
Usines au fil de l'eau	19,1	19,0	18,0
Usines à accumulation	28,0	23,9	14,9
Usines thermiques	0,4	0,3	0,1
Excédent d'importation	—	—	—
Fourniture totale	47,5	43,2	33,0
Consommation du pays	46,0	41,6	32,7
Excédent d'exportation	1,5	1,6	0,3



## 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<sub>m</sub> Usines au fil de l'eau, partie pointillée, provenant d'accumulation saisonnière
- b<sub>m</sub> Usines à accumulation, partie pointillée, provenant d'accumulation saisonnière
- c<sub>m</sub> Production des usines thermiques
- d<sub>m</sub> 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<sub>s</sub> Consommation du pays
- P<sub>t</sub> 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.