Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 43 (1952)
Heft: 3

Artikel: Sur l'utilisation de l'énergie nucleaire
Autor: Lalive D'Epinay, J.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057844

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: 10.08.2025

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

III. Entreprises ferroviaires et industrielles

La production totale et la consommation propre des entreprises ferroviaires et industrielles ont atteint de nouveaux maxima durant l'année hydrographique écoulée. Par rapport à l'année précédente, l'accroissement de la production et surtout celui de la consommation propre sont considérables (14,5 et 22,5 % respectivement), mais les valeurs maxima enregistrées en 1947/48 n'ont toutefois été dépassées que de 2,7 et 5,3 % respectivement. L'accroissement de la production par rapport à 1947/48 concerne exclusivement le semestre d'été et l'accroissement de la consommation le concerne presque exclusivement.

Le 37 % (année précédente 35 %) de la production d'énergie durant l'année hydrographique écoulée concerne le semestre d'hiver et le 63 (65) % le semestre d'été.

Tableau X

	Production d'énergie			Total de la production et importation	Consommation d'énergie dans le pays									Energie livrée aux entreprises livrant à des tiers
	hydraulique	thermique	importée		Usages domestiques, artisanat	Traction: CFF	Traction: Autres chemins de fer	Industrie: Applic. générales [1]	Industrie: Electrochimie, métallurg., thermie [2]	Chaudières électriques	Pertes et énergie de pompage [3]	Total sans les chaudières électriques et l'énergie de pompage	Total avec les chaudières électriques et l'énergie de pompage	
	en millions de kWh				en millions de kWh									
Hiver														
1930/31	675	12	—	687	8	189	3	66	316	15	40	622	637	50
1940/41	754	12	—	766	7	205	8	70	336	54	56	682	736	30
1943/44	763	9	—	772	12	190	10	61	331	30	51	654	685	87
1944/45	863	3	—	866	14	188	11	64	268	125	64	608	734	132
1945/46	854	3	8	865	15	199	12	68	249	94	68	610	705	160
1946/47	756	20	3	779	16	180	12	85	284	24	64	639	665	114
1947/48	926	20	—	946	19	194	13	88	353	50	79	744	796	150
1948/49	804	28	—	832	22	170	14	88	307	25	78	677	704	128
1949/50	734	24	—	758	22	139	13	78	216	26	79	541	573	185
1950/51	900	16	—	916	26	199	13	101	333	35	92	759	799	117
Eté														
1931	682	6	—	688	6	184	4	67	283	51	38	580	633	55
1941	1 101	7	—	1 108	5	279	11	75	567	57	61	998	1 055	53
1944	1 053	2	—	1 055	11	229	10	62	428	111	66	791	917	138
1945	1 050	1	—	1 051	13	248	13	58	365	128	70	756	895	156
1946	1 326	2	2	1 330	14	224	13	73	537	126	84	933	1 071	259
1947	1 394	4	4	1 402	15	253	13	64	642	102	99	1 069	1 188	214
1948	1 479	2	—	1 481	19	231	15	84	623	120	121	1 079	1 213	268
1949	1 419	5	—	1 424	20	249	14	75	593	83	117	1 048	1 151	273
1950	1 413	7	—	1 420	22	240	13	85	566	100	128	1 039	1 154	266
1951	1 575	3	—	1 578	23	244	15	101	713	110	110	1 193	1 316	262
Année														
1930/31	1 357	18	—	1 375	14	373	7	133	599	66	78	1 202	1 270	105
1940/41	1 855	19	—	1 874	12	484	19	145	903	111	117	1 680	1 791	83
1943/44	1 816	11	—	1 827	23	419	20	123	759	141	117	1 445	1 602	225
1944/45	1 913	4	—	1 917	27	436	24	122	633	253	134	1 364	1 629	288
1945/46	2 180	5	10	2 195	29	423	25	141	786	220	152	1 543	1 776	419
1946/47	2 150	24	7	2 181	31	433	25	149	926	126	163	1 708	1 853	328
1947/48	2 405	22	—	2 427	38	425	28	172	976	170	200	1 823	2 009	418
1948/49	2 223	33	—	2 256	42	419	28	163	900	108	195	1 725	1 855	401
1949/50	2 147	31	—	2 178	44	379	26	163	782	126	207	1 580	1 727	451
1950/51	2 475	19	—	2 494	49	443	28	202	1 046	145	202	1 952	2 115	379

[1]) Etablissements soumis à la loi fédérale sur les fabriques et occupant plus de 20 ouvriers.
[2]) Etablissements de la catégorie indiquée sous [1]) dont la consommation pour les usages en question est supérieure à 200 000 kWh par an.
[3]) Pour la traction, les pertes s'entendent généralement entre l'usine et la ligne de contact. Les pertes de transport entre usine industrielle et fabrique n'ont pas été déterminées; elles sont comprises dans les chiffres sous [1]) et [2]).

Sur l'utilisation de l'énergie nucléaire

Par *J. Lalive d'Epinay*, Ennetbaden

621.499.4

L'auteur décrit l'évolution en Suisse de la recherche industrielle dans le domaine de l'énergie atomique. De plus, à la demande de la rédaction, il s'est borné à exposer l'aspect économique de la production d'énergie dans une centrale atomique.

Der Autor beschreibt die Entwicklung der industriellen Forschung auf dem Gebiet der Nutzung der Atomenergie in der Schweiz. Auf Wunsch der Redaktion beschränkt er sich im weiteren auf die Darstellung der wirtschaftlichen Seite der Energieerzeugung in einem Atomkraftwerk.

Les publications de ces dernières années sur la recherche atomique et sur l'utilisation possible de l'énergie nucléaire sont nombreuses, et pourtant il est difficile de se faire aujourd'hui une idée claire de la situation. Les mesures de sécurité des gouvernements étrangers ne laissent passer que très peu de renseignements qui pourraient nous être utiles.

Quoique la Suisse ne possède ni uranium, ni graphite, ni eau lourde, donc aucun des matériaux indispensables à la construction d'une installation de recherches, elle n'est pas restée inactive dans le domaine de la physique nucléaire aussi bien que dans celui de ses applications techniques.

Préoccupé de l'évolution que pourraient prendre les machines produisant de l'énergie, Brown Boveri

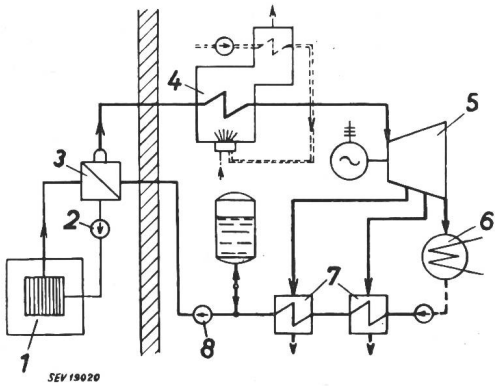


Fig. 1
Schéma d'une centrale à vapeur avec réacteur uranium-eau lourde
1 réacteur; *2* pompe de circulation; *3* échangeur de chaleur; *4* surchauffeur; *5* turbine; *6* condenseur; *7* poste de réchauffage; *8* pompe d'alimentation

a formé il y a six ans un groupe de jeunes physiciens qui ont travaillé en contact étroit avec les instituts universitaires de Zurich et de Bâle. Leur activité a soulevé l'intérêt d'autres milieux, elle a conduit à la participation précieuse d'un physicien théoricien de la Commission Suisse pour l'Energie Atomique et d'un chimiste.

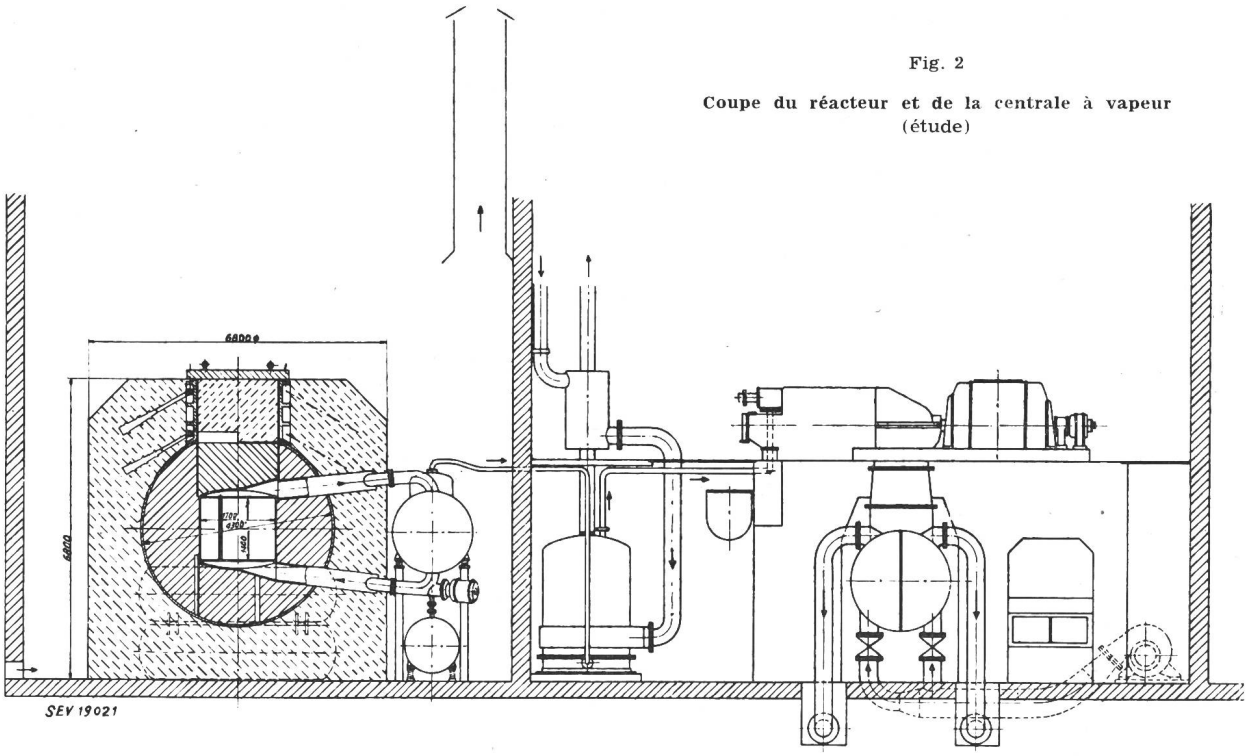
Le désir d'une collaboration plus étroite entre les Hautes Ecoles et l'industrie a conduit en mars 1951 à un accord entre Sulzer Frères, Escher Wyss et Brown Boveri. Des ingénieurs thermodynamiciens de ces trois maisons se réunissent régulièrement, seuls ou avec les physiciens. Ils ont soumis à un examen critique les premiers projets de centrale étudiés en 1947 sur l'initiative de M. le Prof. Scherrer.

C'est à ce groupe qu'incombe aujourd'hui la tâche de poursuivre les études préliminaires d'une centrale thermique utilisant le combustible atomique. Il élaborera un «cahier des charges» et cherchera à établir une liste de tous les problèmes qui devraient être examinés ou résolus avant la construction d'une centrale d'essais. Nous nous sommes rendu compte dès le début qu'une telle étude devait inclure le réacteur et que seule la collaboration de tous, physiciens et ingénieurs, nous permettrait d'atteindre notre but.

Brown Boveri avait étudié en automne 1950 le projet d'une centrale utilisant l'uranium et l'eau lourde dans le but d'en connaître le prix. La fig. 1 en donne le schéma, la fig. 2 une coupe de l'installation.

Comme rien ne permet aujourd'hui d'envisager un mode d'utilisation de l'énergie nucléaire qui ne ferait pas usage d'une centrale thermique, il fallut étudier en premier lieu le problème du transport jusqu'à la centrale de la chaleur engendrée dans le réacteur *1* (fig. 1). On sait d'autre part que le graphite ou l'eau lourde peuvent jouer le rôle du modérateur indispensable à l'entretien d'une réaction nucléaire

Fig. 2
Coupe du réacteur et de la centrale à vapeur
(étude)



continue dans l'uranium naturel. Il semblait donc indiqué de réunir en un seul médium les fonctions d'agent calorifique et de modérateur et d'utiliser l'eau lourde pour le transport de la chaleur du réacteur à l'échangeur *3*. L'eau d'alimentation de la centrale à vapeur, éloignée du réacteur, est évaporée dans l'échangeur *3*. La vapeur passe dans le surchauffeur *4* avant d'alimenter la turbine *5*. Il serait possible de détendre directement dans la turbine la vapeur saturée produite dans l'évaporateur, il est toutefois plus avantageux de la porter à une température plus élevée dans un surchauffeur brûlant un combustible usuel. Un calcul facile montre que cette énergie supplémentaire augmente sensiblement le rendement du cycle. D'autre part, il est avantageux de placer le surchauffeur à l'abri des radiations nocives du réacteur.

Le récipient d'eau lourde contenant les barres d'uranium, le réflecteur en graphite qui l'entoure forment la partie active du réacteur. Une enveloppe sphérique en acier supporte la pression intérieure provoquée par une température de 250 °C, le tout est entouré d'une épaisse couche de béton qui retient les rayons dangereux.

Le fait que de nombreux problèmes physiques et techniques n'étaient pas résolus ne nous a pas empêchés d'estimer le prix de revient de la centrale (tableau I). On constatera la part importante des composants de la partie active: uranium, eau lourde et graphite, qui à eux seuls représentent le 70 % du coût total. L'eau lourde très onéreuse pourrait être remplacée par du graphite, mais ce modérateur demande une quantité d'uranium si grande que les frais de matériaux n'en seraient guère diminués.

Centrale à vapeur 2500 kW avec réacteur uranium-eau lourde

Tableau I

	fr.	fr.
Réacteur uranium	800 000	
eau lourde	7 500 000	
graphite	700 000	
autres matériaux . .	500 000	9 500 000
Echangeur de chaleur . . .	500 000	
Régulation et instruments . .	500 000	
Centrale	1 000 000	
Bâtiments	500 000	
Montage et imprévus	1 000 000	3 500 000
	13 000 000	13 000 000

Admettant une puissance utile de 2500 kW aux bornes de l'alternateur et supposant qu'une marche continue à pleine charge pendant 30 ans sans échange de matériel soit possible, on trouvera un prix de revient d'environ 0,10 fr. par kWh. Ce calcul restera toutefois très aléatoire jusqu'au jour où il sera confirmé par le service continu d'une centrale électrique utilisant le combustible nucléaire.

Nous avons cherché à comparer les frais de première installation de centrales thermiques, hydrauliques et nucléaires (fig. 3). Pour ces dernières nous n'avons pas tracé de limite supérieure, car les appréciations varient dans le rapport de 1 à 10. Le prix de 5200 fr. par kW que nous avons obtenu, semble être plutôt trop faible que trop élevé.

Il ne faudrait pas déduire de ces quelques considérations que la réalisation industrielle de centrales atomiques soit un projet à très longue échéance. L'attention que nous portons aux problèmes de la physique nucléaire n'est certainement pas injustifiée. L'évolution de la science et de ses applications semble bien montrer que rien n'est absolument impossible. L'atome que l'on croyait indivisible a été fissionné en 1919, la première fission

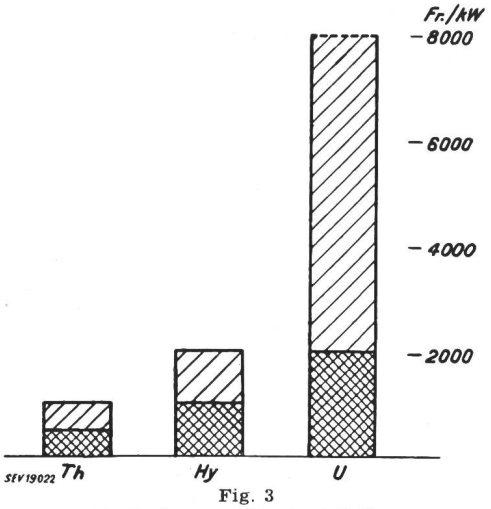


Fig. 3
Frais de première installation
Th centrale thermique; *Hy* centrale hydraulique; *U* centrale nucléaire

de l'uranium date de 1939, la première réaction en chaîne de 1942 et trois ans plus tard éclata la première bombe atomique. On cherche toujours d'autres réactions nucléaires.

A l'encontre des grandes puissances la Suisse ne dispose pour ses recherches que de moyens très modestes. Ce n'est toutefois pas une raison de s'abstenir. Il faut au contraire que nous suivions attentivement l'évolution de la physique nucléaire et de ses applications techniques et que nous cherchions à tenir, dans ce domaine aussi, une place d'avant-garde.

Adresse de l'auteur:
J. Lalive d'Epinay, S. A. Brown, Boveri & Cie, Baden (AG).

Remarque de la rédaction:

Le compte rendu complet de la conférence que l'auteur a donnée à la Société Technique de Zurich et à la Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes, Section de Zurich, paraîtra dans la Revue Polytechnique Suisse t. 70(1952), n° 7, du 16 février 1952.