

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 36 (1945)
Heft: 17

Artikel: L'aménagement des forces hydrauliques disponibles en Suisse
Autor: Strickler, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1056495>

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: 16.01.2026

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

L'aménagement des forces hydrauliques disponibles en Suisse

Par A. Strickler, Dr. ès sc. techn., ingénieur-conseil, Küschnacht-Zurich

627.8.09(494)

Au cours des 10 prochaines années, le marché suisse de l'énergie aura besoin d'un nouvel appont de 2,2 milliards de kWh, dont au moins le 55 % d'énergie hivernale. Nos forces hydrauliques ne couvriront alors que le 30 % des besoins d'énergie de la Suisse. Une grande partie de la nouvelle énergie hivernale devra pouvoir être utilisée en tout temps, il ne suffira donc pas de disposer d'usines au fil de l'eau en hiver, mais encore faudra-t-il beaucoup d'énergie d'accumulation, c'est-à-dire des bassins de retenue à grande altitude. En moyenne, les frais de production de cette nouvelle énergie ne devront pas dépasser 1 à 2 cts par kWh disponible au départ des usines.

L'auteur examine les caractéristiques des forces hydrauliques susceptibles d'être encore aménagées. Il existe de nombreuses possibilités d'aménagement, mais un grand nombre d'entre elles n'entrent pas en ligne de compte, parce que les frais de construction des barrages seraient trop élevés; en moyenne, les frais d'aménagement des bassins de retenue atteignent le 60 % du coût total. De nombreuses usines au fil de l'eau ne pourront être aménagées que si elles sont complétées par des usines à accumulation.

M. Strickler s'occupe ensuite du plan décennal de l'ASE et de l'UCS relatif à l'aménagement de nouvelles usines hydroélectriques et indique dans quelle mesure ce plan a déjà été réalisé. Il réfute certaines objections présentées à propos de ce plan décennal, notamment la proposition de construire des usines au fil de l'eau, de préférence à des usines à accumulation, et d'exporter en échange de charbon l'énergie produite en été par ces usines. Pour terminer, M. Strickler insiste sur le fait que l'aménagement d'une très grande usine à accumulation demeure l'un des problèmes les plus importants intéressant l'ensemble de notre économie nationale.

La capacité de production totale que les forces hydrauliques suisses pourraient atteindre dans des conditions économiques est estimée à 21 milliards de kWh par an. Actuellement, 10 milliards de kWh, soit près de la moitié de l'énergie disponible, sont déjà produits par des usines hydroélectriques. Il reste donc 11 milliards de kWh à mettre encore en valeur.

I. Les exigences du marché suisse de l'énergie

Pour le proche avenir, c'est-à-dire pour les dix prochaines années, le marché suisse de l'énergie pose les *exigences suivantes aux nouvelles sources d'énergie hydroélectrique qu'il s'agira d'aménager:*

1. Au cours des dix prochaines années, il faudra augmenter *d'au moins* 2,2 milliards de kWh la capacité de production annuelle, ce qui équivaut à un accroissement moyen de 220 millions de kWh par an. Ce chiffre correspond à peu près à la moyenne des années 1925 à 1936, soit avant la guerre, qui concernait uniquement les usines hydroélectriques livrant de l'énergie à des tiers. Ces pronostics ne tiennent pas compte de l'augmentation exceptionnelle qui s'est produite durant quelques années de guerre¹⁾.

2. Le 55 % environ de ces nouvelles quantités d'énergie nécessaires devrait si possible être produit pendant le semestre d'hiver, afin de parer au déficit d'énergie qui se fait nettement sentir en hiver, non seulement en valeur absolue, mais aussi comparativement à l'énergie estivale.

¹⁾ Bull. ASE 1942, No. 26, p. 771, fig. 5.

Die Anforderungen des schweizerischen Energiemarktes an neue Energie werden erläutert und begründet: Im Laufe der nächsten 10 Jahre sollten 2,2 Milliarden kWh neu erschlossen werden. Davon sollten mindestens 55 % auf das Winterhalbjahr entfallen. Die Wasserkräfte decken dann erst etwa 30 % des Gesamtenergiebedarfes der Schweiz. Ein grosser Teil der neuen Winterenergie muss jederzeit eingesetzt werden können; es genügen deshalb nicht Winterlaufkraftwerke, sondern es ist viel Akkumulierenergie nötig, also Staumauer in grosser Höhe. Die durchschnittlichen Gestehungskosten der neuen Energie dürfen im Mittel 1...2 Rp. pro verfügbare kWh ab Kraftwerk nicht übersteigen.

Die Eigenschaften der noch ausbaufähigen Wasserkräfte werden behandelt. Die Natur stellt zahlreiche Baumöglichkeiten zur Verfügung. Viele, namentlich solche für Akkumulierwerke, müssen ausscheiden, weil die Staumauerkosten zu gross sind; die Staubeckenkosten machen im Durchschnitt 60 % der gesamten Baukosten aus. An Laufwerken steht eine grosse Auswahl zur Verfügung, doch lassen sich diese nur dann nutzbar machen, wenn sie durch Speicherwerke ergänzt werden.

Im 3. Abschnitt wird der bekannte Zehnjahreplan des SEV und VSE für den Kraftwerkbau behandelt und dessen bisherige Verwirklichung. Im letzten Abschnitt setzt sich der Referent mit der Kritik am Zehnjahreplan auseinander, namentlich auch mit dem Vorschlag, Laufkraftwerke statt Speicherkraftwerke zu bauen und die in den Laufkraftwerken hauptsächlich im Sommer erzeugte Energie gegen Kohlelieferungen zu exportieren. Als Schlussfolgerung wird betont, dass der Bau eines ganz grossen Speicherwerkes eines der wichtigsten Probleme der gesamten Volkswirtschaft bleibt.

(Traduction)

Actuellement, le 45 % de l'énergie totale disponible de 10 milliards de kWh produite par les usines livrant de l'énergie à des tiers et les usines réservées aux chemins de fer et à l'industrie intéresse le semestre d'hiver (du 1^{er} octobre au 31 mars) et le 55 % le semestre d'été, alors que les conditions devraient normalement être en rapport inverse. C'est ainsi qu'au cours des dix dernières années, les 3/4 seulement de l'énergie disponible en été, mesurée en kWh, purent être réellement utilisés, le quart restant n'ayant pas pu trouver de débouchés. Par contre, les neuf dixièmes de l'énergie hivernale furent effectivement utilisés, le dixième restant pouvant être considéré comme une réserve d'exploitation. Le futur aménagement de nos forces hydrauliques devra corriger le rapport actuel défavorable, en produisant plus d'énergie hivernale nouvelle que d'énergie estivale.

Que pourra-t-on faire de cette nouvelle énergie disponible d'environ 2200 millions de kWh? Si l'on considère les choses sous l'angle le plus simple, on pourrait par exemple atteindre le but suivant: Sans tenir compte de la moindre augmentation de nos besoins totaux en énergie, c'est-à-dire en électricité et en combustibles — ce qui serait un point de vue vraiment pessimiste de notre développement économique général après la guerre —, ces nouvelles quantités d'énergie hydroélectrique suffiraient à peine pour remplacer la moitié du charbon utilisé par l'industrie. Il s'agit en effet au total d'une économie annuelle d'environ 400 000 t de

charbon importé, soit le 12 % seulement de nos importations de charbon en 1938 pour l'industrie, le chauffage des locaux, les entreprises de transport et les usines à gaz. Ce serait là un bien modeste résultat! Nos forces hydrauliques ne couvrirraient alors que le 30 % environ du total des besoins en énergie de la Suisse.

3. Une partie considérable de la nouvelle énergie hivernale devrait pouvoir être utilisée en tout temps. Cette exigence est motivée par les grands écarts qui se présentent d'une année à l'autre dans les débits de nos cours d'eau et, en conséquence, par les fortes variations de la capacité de production, d'un hiver à l'autre, des usines actuelles au fil de l'eau.

Il est donc nécessaire d'utiliser parfois dès novembre et décembre, parfois en février et en mars seulement, la majeure partie de l'énergie accumulée dans des bassins de retenue.

L'aménagement exclusif d'usines au fil de l'eau à production hivernale n'améliorerait guère les choses. Il faudra au contraire beaucoup d'énergie d'accumulation et par conséquent de grands volumes de retenue, à de grandes altitudes de 1500 à 2000 m.

4. La nouvelle énergie hydroélectrique devra être bon marché, car elle sera surtout destinée à des applications thermiques, qui ne supporteront pas des tarifs élevés, en raison de la concurrence des combustibles²⁾. J'aimerais illustrer ce fait par les quelques chiffres suivants, qui se rapportent à une entreprise électrique communale d'une ville industrielle de Suisse orientale, dont la vente d'énergie électrique atteint environ 80 millions de kWh par an, sans exportation d'énergie. Il ne s'agit que d'un exemple, mais qui caractérise bien l'économie électrique suisse.

Tableau I.

Année	Recettes spécifiques en cts/kWh		Raccordements thermiques et industriels en pourcentage de l'ensemble des raccordements
	en moyenne	pour l'accroissement des ventes	
1923	10,4	6,5	45 %
1929	8,7		52 %
1936	7,4	3,2	60 %
1943	5,3		70 %

Le tableau I montre la corrélation qui existe entre la baisse continue des recettes moyennes annuelles, ainsi que la forte baisse des recettes provenant de l'accroissement des ventes, et le pourcentage de plus en plus élevé des raccordements thermiques et industriels.

Dans un proche avenir, il faudra compter en moyenne en Suisse sur des recettes spécifiques de 3 à 3,5 cts/kWh au maximum pour les futures augmentations de ventes d'énergie électrique dans le pays.

²⁾ Cf. Prof. Dr. B. Bauer: «Der Wettbewerb zwischen Wasserkraft und Brennstoff». (Cet article paraîtra prochainement dans le Bulletin.)

Le tableau suivant, qui se rapporte à l'*ensemble des usines hydroélectriques livrant de l'énergie à des tiers*, montre comment la construction d'usines a pu s'adapter jusqu'ici, par une réduction des frais de production, aux exigences toujours plus sévères de la consommation:

Tableau II.

Nouvelles mises en service en	Frais de production au départ des usines, en cts par kWh disponible
1922—29 fil de l'eau accumulation	1,7 5,0
1930—36 fil de l'eau accumulation	2,2 en moyenne 1,1 2,6
1937—42 fil de l'eau accumulation	1,4 en moyenne 0,8 1,3
	1,0 en moyenne

Les frais de production de la nouvelle énergie mise en valeur à ces différentes périodes tiennent compte des frais d'exploitation, d'entretien, d'administration, ainsi que du service normal des intérêts et des amortissements des capitaux investis, mais d'aucun autre bénéfice.

Les chiffres du tableau II montrent que l'énergie des usines à accumulation revient plus cher que celle des usines au fil de l'eau. Les écarts sont toutefois devenus plus faibles de 1922 à 1942. Au cours des dernières années, les conditions de la vente ont manifestement exigé un choix très strict parmi les projets les plus avantageux. Les frais extraordinairement bas de 1,3 cts/kWh des usines à accumulation aménagées de 1937 à 1942 sont uniquement dus à l'usine d'Innertkirchen, dont les frais de production ne sont pas affectés par le coût des bassins du Grimsel et du Gelmer, qui furent aménagés à une période précédente.

Dans une conférence²⁾, M. le professeur Bauer a signalé qu'en cas de libre économie de l'énergie, les prix de vente de l'énergie électrique ne dépendent pas des frais de production, mais de la valeur que le consommateur juge convenable selon les applications, c'est-à-dire d'après les prix des combustibles concurrents. Ce sont donc les prix de production qui doivent se régler sur les prix de vente, à tel point que la production ne peut être économique que si ces frais ne dépassent pas les recettes moyennes probables. Les frais de production peuvent être plus faibles, mais ils ne doivent jamais être plus élevés.

Bien que les frais de production de l'énergie hivernale dépassent ceux de l'énergie estivale, il n'est pas possible d'augmenter en conséquence le prix de vente, par exemple celui de l'énergie pour la cuisson ou l'éclairage durant les mois d'hiver. En effet, le gaz concurrent ne coûte pas plus cher en hiver qu'en été. Les entreprises électriques sont donc également obligées de maintenir aussi bas que possible les frais de production de l'énergie hivernale des usines à accumulation, afin que les frais annuels soient au moins couverts par les recettes

de l'année. Cela nécessite un choix très strict parmi les projets d'usines à accumulation qui devront être réalisés dans un proche avenir.

Ce n'est que dans le commerce intermédiaire de l'énergie, par exemple entre une grande usine électrique et une entreprise de distribution, qu'il peut être payé un plus haut prix pour de l'énergie hivernale que pour de l'énergie annuelle ou estivale. Le distributeur doit alors s'arranger pour que le coût plus élevé de l'énergie hivernale soit compensé en appliquant des tarifs de vente appropriés au cours de toute l'année. Les distributeurs peuvent également accepter de payer un prix plus élevé pour l'énergie hivernale, lorsque cette énergie leur permet de vendre une certaine quantité d'énergie estivale qui serait sans cela inutilisable. Qu'en est-il des différences de prix entre l'énergie de jour et celle de nuit? Pourquoi paie-t-on moins pour l'énergie de nuit destinée à des chauffe-eau à accumulation que pour l'énergie de jour destinée à la cuisson? Il s'agit là des mesures tarifaires dans le but d'obtenir une meilleure répartition de la charge entre les 24 heures d'une journée et d'abaisser ainsi les frais de production, afin que l'électricité soit mieux capable de lutter contre la concurrence. Dans ce cas également, ce sont les frais de production qui doivent être adaptés aux prix de vente possibles, et non l'inverse.

J'aimerais attirer votre attention sur le fait que les chiffres du tableau II, frais de production moyens des *kWh disponibles* au départ des usines, ne sont pas directement comparables avec les chiffres du tableau I, recettes moyennes provenant des *kWh réellement fournis* aux consommateurs. En raison de l'utilisation incomplète de l'énergie disponible des usines hydroélectriques et des pertes de transmission et de distribution, les frais de 1 ct. par kWh pour la période de 1937 à 1942 s'élèvent à près de 1,5 ct. Il y a lieu d'ajouter 1,5 ct. pour les frais annuels des installations de distribution. Un capital à peu près aussi élevé que celui des usines a en effet été investi dans les installations de distribution en Suisse; les frais annuels de ces installations atteignent donc à peu près la même importance que ceux de la production de l'énergie. On arrive ainsi à des frais totaux de 3 cts, c'est-à-dire à peu près aux 3,2 cts/kWh indiqués dans l'exemple du tableau I pour les recettes provenant de la vente, entre 1936 et 1943, des nouvelles quantités d'énergie fournies.

Il sera par conséquent important que l'on ne puisse construire, au cours des prochaines années, que les usines les plus favorables, avec des frais de production moyens d'environ 1 à 2 cts par *kWh disponible* au départ des usines, afin que l'énergie puisse être vendue aux prix du marché et que la communauté n'ait pas à faire d'importants sacrifices financiers pour remédier à une économie déficitaire.

Ce sont là les principales exigences auxquelles seront soumises les nouvelles quantités d'énergie électrique dont on aura besoin dans un proche avenir.

II. Caractéristiques des forces hydrauliques qui peuvent encore être aménagées

1. Considérons tout d'abord la question du point de vue purement *quantitatif*: Pour couvrir l'augmentation probable de consommation de 2,2 milliards de kWh durant les 10 prochaines années, nous disposons d'environ 11 milliards de kWh en forces hydrauliques susceptibles d'être aménagées. On pourrait donc croire, à première vue, que l'on n'aura que l'embarras de choix pour réaliser le prochain programme de construction! Ce sont les cantons des Grisons, d'Uri, du Tessin, du Valais³⁾, de Berne et d'Argovie qui possèdent le plus grand nombre de forces hydrauliques inutilisées.

2. Ce grand choix apparent se restreint déjà sensiblement si l'on considère que le marché de l'énergie demandera beaucoup d'énergie hivernale et surtout l'énergie accumulée, qui soit disponible en tout temps.

Pourquoi les frais de construction de nombreuses usines à accumulation sont-ils si élevés? Cela provient avant tout du coût des barrages, qui entrent pour une large part dans les frais de construction, même dans les régions où il n'y a que peu de terrains cultivables. Les bassins d'accumulation sont généralement plus coûteux que l'ensemble des autres installations des usines. Dans la majeure partie des projets d'usines à accumulation étudiés jusqu'ici, les frais d'aménagement des bassins d'accumulation atteignent à peu près le 60% du total des frais. En moyenne, le kWh reviendrait à 3—4 cts aux prix d'avant-guerre, soit à 5—6 cts aux prix actuels de construction, pour toutes ces usines à accumulation relativement chères. Si l'on ajoute les frais de transmission et de distribution, cette énergie serait deux fois plus coûteuse que ne l'autoriserait le prix du marché. Je crois qu'il est inutile d'insister. Ces chiffres démontrent amplement que quelques-uns seulement des projets d'usines à accumulation pourront être pratiquement réalisés au cours des prochaines années, vu l'augmentation considérable des frais de construction.

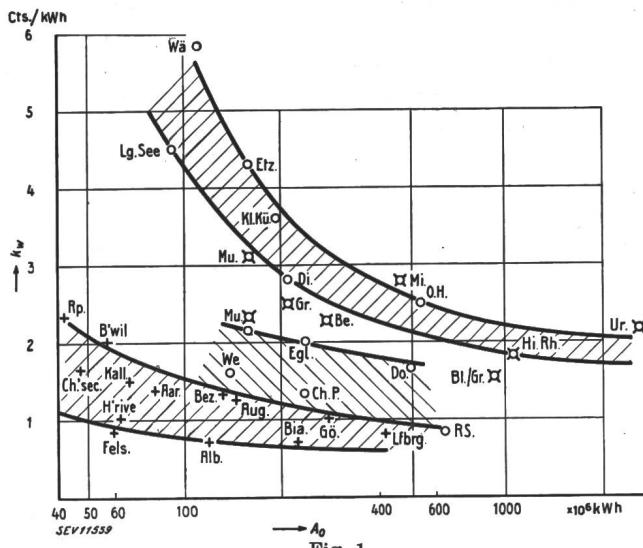
3. Parmi les forces hydrauliques disponibles, il s'en trouve par contre un grand nombre qui sont bien appropriées à l'aménagement d'usines *au fil de l'eau*, soit à basse pression sur les grands fleuves du Plateau, tels que l'Aar, la Reuss et le Rhin, soit à haute pression dans les Alpes, où il y aurait souvent la possibilité de construire des bassins de compensation journalière ou hebdomadaire. Ces petits bassins entrent également en ligne de compte là où de grands bassins de retenue annuelle seraient trop coûteux. Ces forces hydrauliques ne peuvent être aménagées économiquement que sous la forme d'usines *au fil de l'eau*. J'attire à ce propos votre attention sur le récent projet de la Ville de Zurich, qui se propose de construire une usine *au fil de l'eau* sur la Julia, dans les Grisons⁴⁾, dont l'énergie disponible de 140 millions de kWh se répartira pour 1/3 en hiver et 2/3 en été. Les frais de production de cette énergie sont estimés à environ

³⁾ Bull. ASE 1944, No. 20, p. 576.

⁴⁾ Bull. ASE 1944, No. 23, p. 682.

1 ct/kWh, sur la base des frais actuels de construction.

La figure 1 donne un aperçu des frais de production d'énergie hivernale de quelques usines au fil de l'eau et à accumulation construites jusqu'ici⁵⁾.



Frais de production d'énergie hivernale au départ d'usines existantes
(Valeur de l'énergie estivale: 1 ct/kWh)
 k_w Frais de production d'énergie hivernale
 A_0 Capacité de production annuelle

La zone de dispersion hachurée la plus basse sur la figure 1 montre les frais de production d'énergie hivernale d'usines au fil de l'eau à basse et à haute pression construites avant la guerre de 1914/18. On constate immédiatement que ces frais diminuent grossièrement au fur et à mesure que la grandeur de l'usine augmente (capacité de production annuelle). La zone de dispersion du centre de la figure concerne de grandes usines au fil de l'eau à basse pression, construites depuis la dernière guerre. L'énergie hivernale y est déjà nettement plus coûteuse que pour les anciennes usines. Mais la dépendance des frais de l'énergie hivernale par rapport à la grandeur de l'usine est encore bien plus marquée dans le cas des usines à accumulation relevées dans la zone de dispersion du haut de la figure. Pour les usines du Wäggital, de l'Etzel et du Lungernsee, les frais étaient de l'ordre de 4 à 5,5 cts/kWh, tandis qu'ils n'atteignent que 2,5 cts/kWh pour le puissant groupe d'usines à accumulation de l'Oberhasli. Pour les grandes usines projetées sur le Rhin postérieur et dans la vallée d'Urseren, ces frais seraient même encore moins élevés.

Les faits illustrés par la figure 1 prouvent que l'énergie bon marché ne peut généralement s'obtenir qu'avec de grandes usines, surtout dans le cas des usines à accumulation. Il va cependant de soi qu'il y a des exceptions à la règle.

J'aimerais également vous signaler qu'à l'époque de la construction des usines de moyenne grandeur du Wäggital, du Lungernsee, etc., les frais de pro-

duction relativement élevés ne présentaient alors aucun obstacle économique. Il suffit de regarder le tableau I pour s'apercevoir qu'entre 1923 et 1929, les recettes provenant de la nouvelle énergie disponible étaient estimées à 6,5 cts/kWh. Mais, comme je vous l'ai dit, le prix de vente de la nouvelle énergie ne sera plus guère, dans le proche avenir, que de 3 à 3,5 cts/kWh.

Outre le jeu de l'offre et de la demande que je viens d'exposer, il est également d'autres facteurs qui jouent un rôle important pour l'aménagement de nouvelles usines hydroélectriques, mais qui ne sont pas de nature économique. Je songe avant tout aux facteurs qui dépendent de la législature en vigueur, ainsi que des efforts des sociétés de sauvegarde de notre patrimoine et des sites.

III. Le programme décennal d'aménagement de nouvelles usines hydroélectriques⁶⁾

Ce programme, établi en 1941 par les soins de la Commission pour la création d'occasions de travail instituée par l'ASE et l'UCS, fut soumis aux autorités fédérales et cantonales par ces deux associations, à titre de recommandation, mais sans s'engager à sa réalisation. Le Conseil fédéral a déclaré par la suite qu'il jugeait ce programme opportun, mais ne désirait toutefois prendre aucun engagement quant à sa position au sujet des concessions hydrauliques pour les diverses usines projetées.

C'était une première tentative faite en Suisse pour établir une certaine ligne de conduite pour l'aménagement des importantes forces hydrauliques qui intéressent plus ou moins l'ensemble de l'économie suisse de l'électricité. Ce programme recommande expressément aux instances directement intéressées la construction d'usines de faible ou de moyenne importance, soit locales, soit régionales, car même les petites usines peuvent contribuer à la couverture des besoins d'énergie qui ne cessent d'augmenter. En outre, ces constructions seront également utiles en cas de fort chômage. Parmi ces usines, il en est quelques-unes qui sont économiquement très favorables, bien qu'il s'agisse presque uniquement d'usines au fil de l'eau. Au point de vue de leur puissance, elles n'ont toutefois que peu d'importance par rapport à la grande quantité d'énergie électrique qui sera nécessaire.

J'aimerais également vous rappeler les chiffres essentiels de ce programme.

L'énergie à aménager, selon le programme principal, au cours des dix premières années, se monte à 2200 millions de kWh de capacité de production annuelle, ce qui correspond aux besoins minima de la consommation durant cette période, ainsi que je l'ai montré au début de cet exposé. Parmi les usines d'importance générale qui devront être construites en premier lieu, le programme indique 6 usines au fil de l'eau sur l'Aar et le Rhin (Rupperswil, Birsfelden, Säckingen, Coblenz, Rheinau et Schaffhouse). Quant aux usines à accumulation, le programme recommande surtout celles de Lucendro-

⁵⁾ Tirée de A. Strickler: Problèmes intéressant l'avenir de l'économie électrique suisse. Bull. ASE 1944, No. 1, p. 1.

⁶⁾ Bull. ASE 1941, No. 22, p. 581.

Sella-Airolo, puis celles du groupe du Rhin postérieur avec bassin d'accumulation au Rheinwald.

Pour une période ultérieure, on envisage plus particulièrement l'aménagement des forces hydrauliques du Blenio, dans le canton du Tessin et de la Reuss, avec grand bassin de retenue dans la vallée d'Urseren. Pour répondre à un besoin régional d'énergie en Suisse romande, le programme recommandait avant tout la construction de l'usine à accumulation de Rossens, dans le canton de Fribourg. Des usines au fil de l'eau sont indispensables, car elles permettent d'obtenir de l'énergie à bon compte. Quant aux usines à accumulation, elles servent à compléter ou à couvrir le manque d'énergie hivernale des usines au fil de l'eau, ainsi que les pointes journalières.

Parmi les usines inscrites au programme décennal, l'usine au fil de l'eau de Rapperswil sur l'Aar et l'usine à accumulation de Lucendro-Airolo sont en voie d'achèvement et pourront être mises en service en 1945. L'usine à accumulation de Rossens est également en construction. L'étude de l'aménagement des forces hydrauliques du Blenio a fait de bons progrès et un vaste projet très détaillé a été mis au point pour l'aménagement de la Reuss avec bassin de retenue dans la vallée d'Urseren. Le groupe d'usines du Blenio fournira 430, voire même 800 millions de kWh, si l'on aménage un barrage sur la Greina. La variante la plus récente du projet d'usine dans la vallée d'Urseren permettrait de produire 2800 millions de kWh d'énergie purement hivernale. Ce projet tient compte non seulement de l'utilisation des cours d'eau uranais, mais aussi de celle de la vallée voisine du Rhin antérieur. L'aménagement de ces forces hydrauliques assurerait à l'économie suisse l'énergie hivernale nécessaire pour une période dépassant largement les 10 prochaines années. Elle permettrait en outre indirectement une utilisation économique d'un grand nombre de forces hydrauliques des Alpes sous la forme d'usines au fil de l'eau, en améliorant par cette combinaison leur qualité. En ce qui concerne l'usine de Birsfelden, le projet et les travaux préparatoires en vue de l'octroi des concessions sont maintenant fort avancés. Pour autant que je le sache, les travaux préparatoires pour l'usine de Rheinau touchent également à leur fin.

A part cela, nous sommes toutefois arrivés à un point mort. Ainsi que vous le savez, le projet des usines du Rhin postérieur, qui constitue l'objet essentiel du programme décennal, s'est heurté à de grandes difficultés à propos de l'octroi des concessions, les Communes du Rheinwald et le gouvernement du Canton des Grisons s'étant opposés à l'aménagement du grand bassin de retenue du Rheinwald, sans toutefois s'exprimer au sujet de la mise en valeur des forces hydrauliques du Rhin postérieur. Cette question fait actuellement l'objet de recours auprès du Conseil fédéral et du Tribunal fédéral.

Depuis 1941, date de l'élaboration du programme décennal, l'aménagement d'une série d'usines d'importance locale ou régionale a été entrepris et en

partie achevé, tandis que la construction d'autres usines sera bientôt décidée. Mais cela ne permettra de satisfaire intégralement à la demande d'énergie électrique que jusqu'en 1947.

IV. Critique du programme décennal

Pour clore cet exposé, j'aimerais parler des critiques qui se sont élevées, de divers côtés, à propos de ce programme décennal, en me bornant toutefois à quelques points essentiels.

1. Une première critique concerne le groupement des usines à basse pression dans un espace relativement étroit, à la frontière nord de notre pays. A cette objection, nous pouvons répondre que l'on doit aménager les forces hydrauliques favorables, là où elles se trouvent. Les usines au fil de l'eau du Rhin comptent parmi les meilleurs de notre pays, en raison du débit relativement bien équilibré de ce fleuve. Ces usines servent en outre à préparer l'aménagement du Rhin en voie navigable jusqu'au lac de Constance. Les usines au fil de l'eau des Alpes seraient en général meilleur marché, mais leur énergie serait de moins bonne qualité et exigerait une beaucoup plus grande quantité d'énergie hivernale à fournir par des usines à accumulation.

2. Une autre critique prétend qu'une production de 2,2 nouveaux milliards de kWh serait exagérée. Ce que j'ai dit au premier chapitre de mon exposé vous permet de constater que cette objection n'est guère fondée.

3. Les objections les plus importantes concernent le projet des usines du Rhin postérieur, surtout de la part des sociétés pour la protection du patrimoine national et des sites, ainsi que de la part de la population du Rheinwald qui s'estime menacée. A ce propos, il est intéressant de noter que ces milieux ont souvent présenté des critiques se rapportant à l'économie de l'énergie. Je m'abstiendrai de réfuter les arguments qui ont trait à la protection de la nature et à des motifs d'ordre culturel, ainsi qu'à l'aspect juridique de la question, mais j'estime qu'il est de mon devoir d'examiner les arguments relatifs à l'économie de l'énergie, avancés par les adversaires des grandes usines à accumulation.

Ceux-ci prétendent qu'il existe un nombre suffisant d'autres possibilités d'aménager des usines à accumulation plus petites. Or, ainsi que je l'ai démontré, seules quelques grandes usines à accumulation peuvent entrer économiquement en ligne de compte si l'on veut pouvoir couvrir les besoins considérables en énergie hivernale qui atteindront 1200 millions de kWh dans le prochain avenir et qu'il s'agira de produire non pas à n'importe quel prix, mais bien à des prix de revient justifiés par la concurrence.

On prétend en outre qu'il serait plus avantageux de ne pas aménager de grands bassins d'accumulation sur le Rhin postérieur et d'autres fleuves, mais de construire des groupes d'usines au fil de l'eau, dont l'aménagement serait beaucoup moins coûteux. Les excédents d'énergie estivale pourraient alors être exportés en échange de charbons étrangers pour assurer nos besoins en hiver. Etant donné les

circonstances techniques, nous pourrions économiser $\frac{1}{2}$ kg de charbon avec chaque kWh destiné à des usines thermiques de l'étranger, tandis que si nous utilisions cette énergie électrique en Suisse pour la production industrielle de chaleur, nous n'économiserions que $\frac{1}{5}$ de kg de charbon au maximum. Dans l'intérêt de l'économie européenne de l'énergie, afin d'épargner nos réserves de charbon, l'exportation de notre énergie produite par des usines au fil de l'eau serait — du moins de l'avis de ces critiques — le seul moyen d'économiser plus de charbon. Cette argumentation contre les grandes usines à accumulation ne tient toutefois nullement compte du fait que, d'une part, nous devons substituer autant d'énergie électrique au charbon que cela est économiquement possible, afin d'éviter que nos industries soient trop dépendantes des combustibles étrangers. Ces prophètes devraient comprendre d'autre part qu'il est dans l'intérêt de l'économie européenne et même mondiale d'économiser $\frac{1}{5}$ de kg de charbon (dont les réserves ne sont pas inépuisables!) à l'aide de 1 kWh d'énergie hydroélectrique constamment renouvelable, tant qu'il sera possible d'aménager des forces hydrauliques. Jusqu'à ce que l'on soit arrivé à l'extrême limite de cet aménagement, il sera d'ailleurs possible d'exporter de l'énergie électrique en échange de $\frac{1}{2}$ kg de charbon pour 1 kWh, tout en économisant $\frac{1}{5}$ de kg de charbon par kWh en produisant électriquement de la chaleur dans notre pays, à condition bien entendu que les prix de la concurrence le justifient. Ce n'est que lorsque toutes nos forces hydrauliques auront été aménagées, qu'il deviendra nécessaire de n'utiliser l'énergie électrique que là où 1 kWh permet d'économiser le maximum de charbon. Mais cette époque est encore lointaine. Entre temps, des motifs d'ordre national nous obligent à

produire d'importantes quantités d'énergie hydroélectrique hivernale nouvelle. Si nous ne voulons pas que notre économie traverse une crise fort grave, il sera absolument nécessaire que nous procédions, dans un très proche avenir, à la construction de grandes usines à accumulation.

La récente intention de construire aussi vite que possible les usines au fil de l'eau de Wassen sur la Reuss uranaise et de la Julia, dans les Grisons (pour le compte de la ville de Zurich), signifierait-elle que les spécialistes abandonnent maintenant l'idée de construire des grandes usines à accumulation? Non, car l'usine au fil de l'eau de Wassen fera ultérieurement partie du grand groupe des usines à accumulation de la Reuss et de la vallée d'Urseren. Quant à l'usine au fil de l'eau sur la Julia, le Conseil municipal de Zurich s'est exprimé comme suit dans son adresse au Conseil communal à propos de cette usine:

«La production de la nouvelle usine pourra être immédiatement utilisée en entier, de sorte qu'il n'y aura aucune réserve disponible. Tout donne à croire que les besoins en énergie continueront d'augmenter. Nous aurons notamment besoin de nouvelles quantités d'énergie hivernale, qui devra être peu coûteuse, à l'intention de nos industries. Zurich doit donc poursuivre ses efforts en vue de l'aménagement d'une grande usine à accumulation. L'aménagement de telles usines n'est plus guère possible qu'à quelques endroits de notre pays. Les besoins de notre économie nationale le rendront inéluctable dans quelques années et obligeront à passer outre à toutes les résistances qu'il pourrait susciter.»

Je n'ai rien à ajouter à ces lignes du Conseil municipal de Zurich, car ce point de vue est entièrement partagé par les organes responsables de toutes les grandes entreprises électriques et par la grande organisation des consommateurs.

L'aménagement d'une puissante usine à accumulation demeure l'un des problèmes essentiels de notre économie nationale.

Les entreprises électriques cantonales et intercantonales

Par E. Fehr, Dr. en droit, directeur des Forces Motrices du Nord-Est Suisse, Zurich

621.311.21(494)

M. Fehr présente un exposé de la fondation et de l'organisation des entreprises électriques cantonales et intercantonales, ainsi que des points de détail qui différencient ces deux genres d'entreprises. Une importance particulière revient aux grandes entreprises: S. A. des Forces Motrices du Nord-Est Suisse, S. A. des Forces Motrices Bernoises et S. A. l'Energie de l'Ouest Suisse. La direction et l'administration des entreprises cantonales sont séparées de l'administration de l'état, afin d'éviter que ces entreprises ne soient fortement mises à contribution, comme c'est le cas des entreprises communales. Les entreprises cantonales ne seraient d'ailleurs pas à même de fournir de gros bénéfices à l'état, étant donné qu'elles alimentent des contrées plutôt rurales peu rénumératrices, tandis que les entreprises communales ou municipales fournissent leur énergie aux villes et réalisent de ce fait des bénéfices plus substantiels. Le développement actuel tend à resserrer la collaboration des entreprises cantonales et intercantonales avec les entreprises privées et communales sous la forme de grands groupements, qui permettent d'assurer toujours mieux la fourniture d'énergie électrique aux diverses contrées de notre pays.

I. L'institution des entreprises cantonales

1. Dès qu'il fut possible de transporter de l'énergie électrique à des centaines de kilomètres, les forces

Die Gründung und die Organisationsformen der kantonalen und der interkantonalen Elektrizitätswerke, ferner die feineren Unterschiede, die zwischen ihnen bestehen, werden dargelegt. Eine besondere Bedeutung erhielten die grossen Unternehmungen Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G., Bernische Kraftwerke A.-G. und die S. A. l'Energie de l'Ouest Suisse. Die Verwaltung und Geschäftsführung der kantonalen Unternehmungen ist von der eigentlichen Staatsverwaltung getrennt; Zweck dieser Massnahme ist, die bei den kommunalen Unternehmungen wichtige fiskalische Ausnutzung der Elektrizitätswerke zu verhindern. Praktisch wären die kantonalen und interkantonalen Unternehmungen auch gar nicht in der Lage, dem Staat grosse Gewinne abzuliefern, da ihnen als Betätigungsfeld nur die wenig einträglichen Landgebiete zur Verfügung stehen, während die lukrative Versorgung von Städten den kommunalen Elektrizitätswerken reserviert ist. Die gegenwärtige Entwicklung führt zu einem ständig enger werdenden Zusammenschluss von kantonalen und interkantonalen Werken mit privaten und städtischen Werken zu grossen Gemeinschaftsbetrieben, um das gesamte Land immer besser mit Elektrizität zu versorgen.

(Traduction)

hydrauliques représentèrent un bien national précieux pour la Suisse, pays fort pauvre en richesses naturelles, mais abondamment doté en rochers et cours d'eau.