

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 48 (1957)
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: 25.12.2024

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

Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

L'approvisionnement électrique de la Suisse en attendant l'ère de l'énergie atomique

Traduction d'une conférence

donnée par C. Aeschmann, Olten, à l'assemblée générale de l'Union suisse des consommateurs d'énergie
le 28 mars 1957 à Zurich

621.311(494) : 621.311.25 : 621.039.4

Préambule

Le problème de l'approvisionnement de notre pays en énergie au cours des prochaines années préoccupe tous les milieux de notre population. C'est pourquoi les considérations qui suivent auront l'air d'une répétition, mais d'une répétition qui peut différer sur l'un ou l'autre point de ce qui a déjà été dit ou écrit, car les bases statistiques divergent souvent fortement et certains facteurs importants du problème demeurent de pures questions d'appréciation.

Pour que le lecteur puisse plus facilement se faire une opinion et tirer lui-même les conclusions qui s'imposent, il n'est certainement pas superflu de grouper et de résumer en un clair aperçu les considérations fondamentales sur lesquelles peuvent s'appuyer nos réflexions touchant l'évolution de nos besoins d'énergie et la possibilité de les couvrir. Mais nous nous abstenons de donner de nombreux chiffres précis et toutes les sources d'information utilisées. L'ordre de grandeur de ces chiffres devrait suffire dans la plupart des cas, et quant aux sources, on les trouvera dans la littérature technique très abondante en ces matières, à laquelle nous nous référons ici une fois pour toutes.

En quelques mots, cet exposé embrasse trois questions capitales, dont découlent tout naturellement les chapitres principaux:

Première question:

Comment les besoins d'énergie à couvrir vont-ils évoluer; avec la question subsidiaire: le cas échéant, sont-ils sensiblement influençables?

Deuxième question:

Dans quelle mesure pouvons-nous espérer faire intervenir les sources classiques d'énergie et les coordonner pour couvrir ces besoins pendant les années à venir?

Troisième question:

Combien de temps cette époque de transition va-t-elle durer jusqu'au début d'une ère atomique, que l'homme d'aujourd'hui évoque avec des espoirs quasi illimités, mais peut-être avec trop peu d'humilité?

Il est sûrement commode, pour la clarté de l'exposé, de subdiviser le problème en trois questions principales, mais en fait il n'est guère possible de dissocier les trois inconnues qui sont: *l'importance des besoins d'énergie, leur couverture possible par les moyens usuels jusqu'ici*, et *la durée de la période de transition*. En général l'évolution de la demande d'énergie est influencée par le prix de vente de l'énergie. Les quantités disponibles d'énergie d'origine classique dépendent de leur côté, en partie tout au moins, *du prix de revient admissible*. Enfin, le moment où l'on peut s'attendre à ce que l'énergie nucléaire intervienne économiquement et de façon déterminante se rapproche ou s'éloigne suivant le niveau des prix de revient admissibles de l'énergie, niveau qui, lui, dépend justement du libre jeu de l'offre et de la demande. Ces remarques montrent déjà que l'équilibre que nous cherchons ne saurait, mathématiquement parlant, ni se calculer ni se représenter facilement, ceci d'autant plus qu'une fonction essentielle, *l'élasticité de la demande d'énergie* c'est-à-dire la sensibilité de cette dernière aux fluctuations de prix, est indéterminée. Elle ne dépend pas seulement de la situation économique générale, mais elle est soumise aussi à des influences irrationnelles, telles que les réactions psychologiques des gens, qu'il n'est pas même possible de saisir par la statistique. Et encore avons-nous admis le jeu de ces facteurs dans un climat politique stable.

L'évolution des besoins d'énergie

La plupart des industriels et commerçants ont à s'occuper presque chaque jour de questions semblables. Mais dans le domaine de l'approvisionnement en énergie, tout spécialement de l'approvisionnement en énergie électrique, certaines conditions augmentent la difficulté et je vais brièvement les rappeler. Le consommateur fait appel à l'énergie, dans de vastes limites, comme bon lui semble. En cas de pénurie passagère, l'entreprise électrique n'a donc pas, comme le fabricant, la ressource d'étendre quelque peu les délais de livraison. En outre, elle est tenue le plus souvent à fournir l'énergie en vertu de tarifs ou de contrats

fixés d'avance et revisables seulement rarement et à longue échéance, ce qui l'empêche d'influencer la demande en temps utile par une politique déterminée de l'offre et de variation des prix; enfin, l'accroissement de la capacité de production nécessite une préparation s'étendant sur nombre d'années et il s'agit de prendre ses dispositions à l'avance pour plusieurs décennies. Bref, le ravitaillement en énergie et notamment celui qui dépend des forces hydrauliques est *relativement peu élastique*. Ceci n'est valable que pour les fluctuations relativement lentes et étendues, tandis que les forces hydrauliques demeurent d'une souplesse d'adaptation technique idéale quant aux variations momentanées.

Il est clair que d'autres exploitations peuvent également venir à bout de difficultés de ce genre. Ainsi pourrait-on faire remarquer avec raison qu'une *compagnie de navigation aérienne*, par exemple, n'a pas la tâche plus facile lorsqu'elle doit prendre ses dispositions pour l'avenir, en commandant quatre ou cinq ans à l'avance de nouveaux types d'avions fort coûteux, sur la base d'un développement présumé du trafic aérien. Nous n'allons donc pas prétendre que l'industrie de l'électricité ait à résoudre des problèmes uniques en leur genre, mais les remarques qui précèdent n'en étaient pas moins nécessaires pour mettre en évidence combien problématique est une prévision quelque peu exacte de la demande future d'énergie et de sa couverture. Ceci posé, nous allons tenter de calculer *l'évolution présumée de cette demande*, d'une part en nous fondant sur l'accroissement constaté jusqu'ici, donc par simple extrapolation, d'autre part en soumettant ce résultat à un examen critique quant à la possibilité de maintenir à l'avenir une augmentation exponentielle.

On dispose en général de statistiques suffisamment exactes sur la consommation de combustibles et d'électricité. Mais il est moins simple de *les transformer pour les mesurer avec une unité commune*, étant donné que, en principe, il n'est pas moins inexact de réduire au même dénominateur les calories d'un tas de charbon et l'énergie potentielle de l'eau contenue dans un bassin d'accumulation, que d'ajouter des pommes et des poires. C'est pourquoi il convient d'interpréter prudemment les chiffres globaux exprimés en kWh, en tonnes de charbon ou en calories. Toutefois, on peut calculer sans équivoque la valeur de l'énergie brute de tous les agents énergétiques utilisés, en transformant en calories toutes les quantités d'électricité et de combustibles simplement d'après leur pouvoir calorifique puis, partant de ce résultat, en traduisant les valeurs en kWh ou en kg de houille. Malheureusement, le chiffre obtenu de cette manière ne correspond à aucune notion réelle concrète. Il représente exclusivement la quantité de chaleur qui pourrait être produite, sans égard aux pertes, si tous les agents énergétiques servaient à la production calorifique. Il serait tout aussi théorique d'exprimer toutes les quantités d'énergie utilisées en travail électrique ou mécanique qu'elles pourraient produire en tenant compte des rendements réali-

sables. Il serait plus arbitraire encore de tenter de calculer ce qu'on appelle la consommation d'énergie utile, en partant des rendements individuels que chaque agent énergétique permet d'obtenir pour chaque forme d'énergie utile à réaliser. Car enfin, que faut-il entendre par «énergie utile»? Dans le cas simple d'une cuisinière électrique, par exemple, s'agit-il de la quantité de chaleur absorbée par le foyer de cuisson, par la casserole ou par les aliments? Dans le cas du chauffage des locaux ou de la traction, il est encore plus difficile de distinguer entre les pertes et l'effet utile. On devrait donc juger avec circonspection les indications relatives à la consommation spécifique d'énergie utile par habitant et à son évolution présumée. La contradiction profonde sur de pareilles notions ressort par exemple du fait qu'aucun pays n'entreprend de plus gros efforts que les Etats-Unis pour améliorer les chiffres de la consommation spécifique et les rendements, tout en gaspillant d'autre part des quantités d'énergie incroyables en mettant en circulation des automobiles toujours plus grandes et plus puissantes, en construisant des installations de climatisation surdimensionnées, etc.

Ces remarques étaient indispensables pour éviter de donner une importance trop absolue aux chiffres avec lesquels on est obligé d'opérer. Quand on constate, par exemple, qu'il se consomme aux Etats-Unis huit fois plus d'énergie par habitant que dans le reste du monde, ou six fois plus qu'en Suisse, cela ne donne encore aucune indication sûre quant aux limites vers lesquelles tendent nos besoins futurs d'énergie.

Le *Comité national suisse de la Conférence mondiale de l'énergie* a examiné minutieusement, voici quelques années, en se fondant sur les statistiques établies pour la fin de 1951, les besoins totaux d'énergie de la Suisse et leur évolution présumée jusqu'en 1960. D'après ses données, il a été consommé en 1951, en chiffres ronds, 3 millions de tonnes de charbon, 1 million de tonnes de combustibles liquides et 12 milliards de kWh d'énergie électrique. Avec le bois de feu et la tourbe, l'électricité alors presque exclusivement d'origine hydraulique, a couvert en tant qu'agent énergétique indigène environ 32 % des besoins du pays en énergie, alors que nous dépendions de l'étranger pour presque 70 %. L'équivalent thermique de cette quantité d'énergie brute, calculé d'après la première formule indiquée puis transformé en kWh, a atteint 53 milliards de kWh. La transformation en travail mécanique susceptible d'être produit aurait donné environ 24 milliards de kWh. Le Comité national a évalué l'énergie utile correspondante à 30 milliards de kWh, c'est-à-dire à un peu plus de 6000 kWh par habitant. Je cite ces chiffres seulement pour montrer combien ils peuvent varier, suivant la définition et le point de vue admis. Cependant, malgré les réserves formulées nous ne nous fonderons dans la suite que sur *l'équivalent calorifique*. La valeur absolue est d'ailleurs moins importante que le développement relatif, c'est-à-dire l'accroissement en pour-cent, qui a été soigneusement examiné pour chaque agent énergétique, sur

la base de l'évolution au cours des décennies précédentes. Les taux d'accroissement sont naturellement différents; ce sont les combustibles liquides et l'électricité qui accusent l'accroissement le plus rapide. A supposer que la conjoncture économique favorable persiste, le Comité national a été conduit

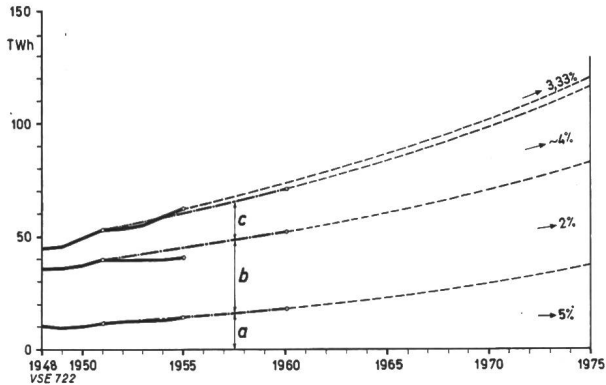


Fig. 1

Evolution de 1948 à 1975 des besoins annuels de la Suisse en énergie brute

- a énergie électrique (avec les chaudières électriques, sans l'exportation)
- b combustibles solides
- c combustibles liquides

— évolution effective jusqu'en 1955
 - - - prévisions du Comité national suisse de la Conférence mondiale de l'énergie sur l'évolution de 1951 à 1960
 - - - extrapolation jusqu'en 1975; les taux d'accroissement moyens annuels admis ont été indiqués à droite des flèches, tant pour les diverses formes d'énergie que pour les besoins totaux

L'énergie est exprimée en TWh (1 TWh = 1 milliard de kWh)

à admettre un accroissement annuel résultant de 3,3% pour la période de 1951 à 1960, soit une augmentation des besoins d'énergie brute de 53 à 70 milliards de kWh. Comme le montre la fig. 1, les chiffres effectifs pour 1955, pris dans leur ensemble, coïncident assez bien avec le pronostic. Toutefois, dans la répartition, on constate un plus fort accroissement des combustibles liquides, au détriment des combustibles solides, tandis que la consommation d'électricité marche de pair avec les prévisions.

La Commission Hartley de l'OECE, bien connue, qui avait examiné il y a un an l'évolution probable des besoins globaux d'énergie en Europe occidentale jusqu'en 1960 et 1975, admet également un accroissement annuel de 3,5% pour la première période 1955...1960, en supposant que la situation économique favorable se maintienne¹⁾. Puisque le Comité national suisse et la Commission Hartley envisagent pratiquement le même développement jusqu'en 1960, il serait logique d'estimer la demande totale d'énergie brute de la Suisse en 1975 en s'appuyant sur les hypothèses de la Commission Hartley, qui a étendu ses pronostics jusqu'à cette époque. Mais cette Commission a compté avec un développement linéaire et non pas exponentiel, ce qui signifie qu'elle tient pour probable un ralentissement progressif de l'accroissement annuel relatif (fig. 2). Si l'allure devait être la même en

¹⁾ L'Europe face à ses besoins croissants en énergie. Paris: OECE 1956.

Suisse, on obtiendrait pour l'année 1975 une demande d'énergie brute de 110 milliards de kWh, alors que ce total atteindrait 120 milliards de kWh en admettant un accroissement exponentiel, dont 37 milliards de kWh sous forme d'énergie électrique (fig. 1). Bien entendu, ceci suppose la persistance de la haute conjoncture.

Le Comité national avait aussi établi des prévisions pour le cas d'un retour à une situation économique normale et pour le cas d'une crise économique. C'était peut-être plus justifié en 1954 qu'aujourd'hui, où l'expansion économique maximum persistante incite à considérer pareille évolution comme normale. Il semble assez évident qu'elle ne saurait être sensiblement dépassée, mais aussi que des contre-coups plus ou moins sérieux ne soient pas exclus. Mais, dans ce dernier cas, tous les degrés d'une crise économique sont imaginables et il n'y a aucun sens à échafauder des hypothèses précises, qu'il n'est pas possible de caractériser.

Une question qu'il faut encore examiner de plus près est celle de savoir si pour la situation économique la plus favorable, l'accroissement futur de la consommation d'énergie tiendra la même cadence que jusqu'à présent.

Nous aurons en vue principalement la consommation d'électricité. Que le trafic automobile et aérien continue à se développer toujours plus rapidement, que l'on consomme davantage de mazout ou de charbon pour le chauffage central, ce sont là certes des questions très importantes pour la politique énergétique mondiale, mais à l'échelle de la

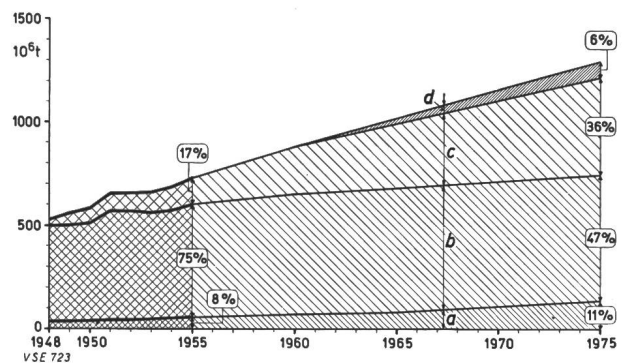


Fig. 2

Evolution de 1948 à 1975 des besoins annuels des pays de l'OECE en énergie brute

(D'après le rapport Hartley)

- a énergie électrique
- b combustibles solides
- c combustibles liquides
- d énergie nucléaire

— évolution effective jusqu'en 1955

- - - prévisions du comité Hartley

La part des diverses formes d'énergie en pourcentage des besoins totaux a été indiquée pour les années 1955 et 1975

L'énergie est exprimée en quantités équivalentes de charbon (unité: 10⁶ t de houille)

Suisse elles ne nous causent pas de trop grands soucis tant que le problème des devises ne se pose pas pour notre pays et, bien entendu, abstraction faite de perturbations de la situation internationale. Rappelons néanmoins à cet égard que les évaluations les plus récentes prédisent un épuisement de

toutes les réserves de combustibles fossiles pour l'an 2030 dans le cas le plus défavorable et pour l'an 2100 dans le cas le plus favorable. Etant donné que ces combustibles ne sont pas échangeables entre eux dans tous les cas et que, lors d'épuisement local prématuré, d'importantes questions de transport vont se poser, nous devons compter avec la possibilité qu'avant l'an 2000 déjà le problème de notre ravitaillement en combustibles ne pourra plus être résolu à l'aide de devises fortes seulement.

Le délai mentionné, de l'ordre d'un siècle, jusqu'à épuisement des combustibles fossiles peut sembler étonnant après qu'on ait déclaré de source compétente²⁾ il y a quelques années seulement que, dans l'hypothèse d'une demande constante, ces réserves ne dureraient «plus que 2000 ans en chiffre rond». La contradiction n'est pas aussi extrême qu'il semble à première vue et je la signale simplement pour montrer à quel point des estimations sérieuses dans ce domaine peuvent apparemment différer les unes des autres. L'estimation des réserves mondiales qui sert de point de départ à des auteurs tels que *Cockroft* et *Parker* est seulement de deux à quatre fois plus modeste que la déclaration susmentionnée, laquelle se fondait sur d'autres données, notamment en ce qui concerne l'Asie. De telles divergences s'expliquent facilement dans ce domaine. En admettant un accroissement annuel de la consommation de 3 %, ce qui correspond au doublement en 25 ans, des réserves doubles ou même quadruples ne pourraient reculer l'échéance fatale que de 25 ou 50 ans. En fait, c'est l'estimation différente de l'accroissement qui conduit à des délais aussi disparates. Si l'on n'avait pas la certitude que l'énergie nucléaire soit tôt ou tard en mesure de couvrir cet accroissement menaçant des besoins, les chiffres ci-dessus devraient effectivement être considérés dans tous les cas comme alarmants pour la jeune génération actuelle.

Mais revenons *au bilan suisse de l'énergie*. Dans l'hypothèse que la pénurie nous menace avant tout dans le secteur de l'électricité, nous allons examiner brièvement maintenant si la consommation de 37 milliards de kWh, à laquelle conduit pour l'année 1975 l'extrapolation du développement constaté jusqu'ici, résiste à la critique.

Quatre catégories principales d'applications participent à cette évolution, avec des facteurs d'accroissements annuel différents: l'éclairage, les applications thermiques, la force motrice et l'électrochimie. Ce sont *les applications thermiques* qui prévalent, et qui présentent aussi la plus forte tendance à augmenter. On pourrait toutefois penser que les besoins en chaleur de certaines catégories de consommateurs tendent vers une certaine saturation. Mais dans l'industrie en général ils pourront probablement croître longtemps encore plus rapidement que l'activité industrielle elle-même, car on trouve toujours de nouvelles applications avantageuses au point de vue technique. Par contre, il y a longtemps que nous désirons modérer le chauffage électrique des locaux et ne pas trop pousser

la cuisine électrique. Pour agir efficacement dans ce sens, il n'y a qu'un moyen: réadapter les tarifs pour applications thermiques. Mais ceux-ci ne doivent pas pour autant devenir prohibitifs, car on serait en contradiction avec la notion du progrès technique si l'on obligeait des consommateurs, qui ont préféré l'électricité à cause de ses avantages ou qui sont sur le point de le faire, à y renoncer. Ce qui en revanche doit être évité, c'est la vente d'énergie pour applications thermiques en dessous du prix de revient, au détriment d'autres applications. Je reviendrai plus loin sur certaines questions tarifaires. Qu'il suffise ici de laisser entendre que le développement probable des prix est considéré comme un facteur susceptible de ralentir quelque peu l'accroissement de la consommation pour usages domestiques. On pourrait objecter que le renchérissement continu des combustibles solides et liquides devrait plutôt laisser prévoir le contraire. Si nous étions en état de produire de l'énergie hydroélectrique en surabondance, comme il y a 20 ou 30 ans, ce serait sûrement une sage mesure de politique économique d'enrayer l'importation de carburants coûteux par un emploi accru d'électricité. Mais au moment où nous allons dépendre ces prochaines années dans une mesure croissante de l'énergie électrique d'origine thermique, il serait insensé d'utiliser le combustible par le détour de l'électricité, avec un rendement en tous cas bien inférieur à celui de la combustion directe, pour des applications telles que le chauffage des locaux, par exemple, cas d'espèce exceptés. Ce fait doit infailliblement se refléter avec le temps dans les prix, c'est-à-dire que les tarifs pour les applications thermiques, qui sont aujourd'hui sûrement trop bas chez nous, devraient au moins monter proportionnellement aux prix des combustibles.

Une discussion publique sur de pareilles questions tarifaires est toujours un peu délicate et pourrait facilement provoquer des malentendus. C'est pourquoi j'insiste sur le fait qu'il n'est en aucun cas question de saisir l'occasion de plaider en faveur d'un accroissement des recettes des entreprises électriques. La rentabilité de ces entreprises n'est nullement en cause ici, mais bien la couverture des besoins d'énergie du pays. Comme cette couverture n'est pas assurée de façon certaine, nous sommes tenus d'examiner où et comment il est le plus rationnel d'utiliser l'énergie disponible; pour réaliser une répartition et une coordination optimum des disponibilités en énergie, il est nécessaire en tout cas d'éviter une mauvaise utilisation due à une structure erronée des prix. Par exemple, il serait certainement nuisible pour notre économie de vouloir continuer à pousser la cuisine électrique par une propagande exagérée et des tarifs trop bas, dès le moment où nous sommes obligés de couvrir régulièrement une bonne partie de sa consommation par de l'énergie d'origine thermique. Nous nuirions aux usines à gaz, dont la production joue aussi un rôle nécessaire dans le bilan global d'énergie du pays; il en résulterait une répercussion défavorable sur notre industrie, pour laquelle l'énergie constitue un élément essentiel de sa capacité de concurrence,

²⁾ Voir *Winiger, A.*: Über die Notwendigkeit des Ausbaus unserer Wasserkräfte. *Consumm. Energie électr.* t. 32(1952), n°7, p. 207...214, et n° 8, p. 238...246.

et finalement les consommateurs privilégiés auraient eux-mêmes à supporter plus tard les conséquences désagréables de la révision d'une politique des prix devenue intenable.

La question des prix de l'électricité dans le domaine de l'électrochimie et de l'électrometallurgie se pose différemment. Ici on est en présence de procédés spéciaux, tels que l'électrolyse par exemple, où l'énergie électrique ne peut être remplacée par aucune autre forme d'énergie. Si elle arrive un beau jour à n'être plus disponible en quantité suffisante et à un prix admissible, l'industrie en question tombera tôt ou tard en difficulté. Le postulat précédent de la vente de l'énergie au prix coûtant peut-il être appliqué rigide-ment jusqu'à cette conséquence extrême? La théorie générale de l'économie répond affirmativement, mais ne tient pas compte des frontières politiques et des problèmes sociaux locaux. A l'époque où la force hydraulique était disponible en surabondance et à bon marché, il s'est fondé dans notre pays des industries qui possèdent aujourd'hui de gros investissements et qui sont devenues la base de l'existence d'une partie de la population des régions considérées. Elles ne restent capables à la longue de concurrencer l'étranger que si elles arrivent à compenser à l'avenir aussi les inconvénients d'un transport onéreux des matières premières par de l'énergie à bon marché qu'elles produisent elles-mêmes ou qu'elles achètent. On doit spécialement tenir compte des conséquences économiques d'un renchérissement exagéré de l'électricité pour de telles applications spéciales.

Il est vrai que M. Armand, président de la Société Nationale des Chemins de fer Français (SNCF), a présenté il y a deux ans un rapport très remarqué et discuté à l'Organisation Européenne de Coopération Economique (OECE), dans lequel il émet la proposition, lourde de conséquences, de déplacer les industries européennes consommatrices de très grandes quantités d'énergie dans des pays d'outre-mer, où des forces hydrauliques abondantes et bon marché risquent sans cela de demeurer encore longtemps non utilisées. L'industrie française de l'aluminium s'engage déjà dans cette voie. La proposition Armand est certainement une contribution intéressante pour atténuer la pénurie menaçante d'énergie en Europe; mais elle ne présente pas pour nous une solution de consolation, bien qu'en créant des zones franches internationales elle prévoie généreusement aussi la participation de pays sans colonies. Nous devons donc continuer à réserver de l'énergie à bon marché pour le maintien des exploitations existantes; en revanche, il serait faux de consentir aux mêmes sacrifices en faveur de nouveaux grands consommateurs de ce genre. Bien qu'au point de vue rigoureux de l'économie politique des tarifs discriminatoires ne soient théoriquement pas justifiés, une exception à cet égard semblerait plus indiquée qu'une généralisation des bas tarifs en faveur de l'électrochimie et de l'électrometallurgie, qui favoriseraient de nouveaux investissements et ne pourraient se maintenir avec le temps qu'aux dépens des autres consommateurs d'énergie.

Cette digression sur les prix de l'énergie était nécessaire pour juger des tendances de la demande à longue échéance. Je la résume comme suit:

Là où l'électricité et les combustibles sont en compétition, des tarifs au prix coûtant doivent permettre le développement naturel des deux catégories d'agents énergétiques. Les prix de l'énergie électrique pour les applications électrothermiques

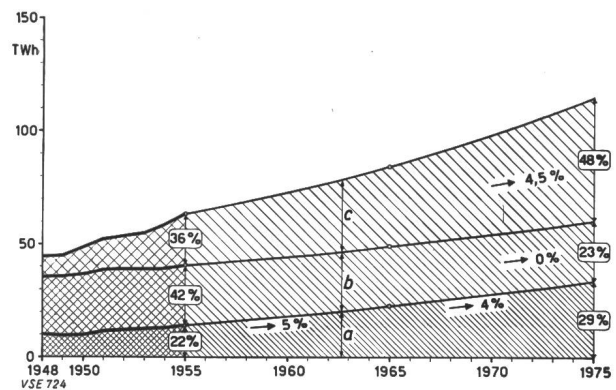


Fig. 3

Evolution probable jusqu'en 1975 des besoins de la Suisse en énergie brute

- a énergie électrique, y compris les chaudières électriques
- b combustibles solides
- c combustibles liquides

— évolution effective jusqu'en 1955

— prévisions; les taux d'accroissement moyens annuels admis sont indiqués près des flèches

La part des diverses formes d'énergie en pour-cent des besoins totaux a été indiquée pour les années 1955 et 1975

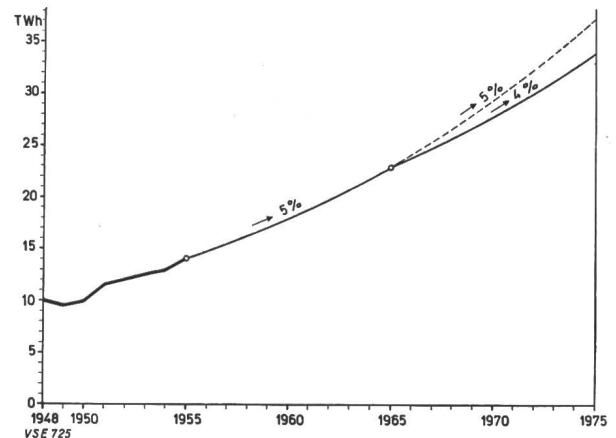


Fig. 4

Evolution probable jusqu'en 1975 de la consommation annuelle d'énergie électrique en Suisse

(avec les chaudières électriques, sans l'exportation)

Les taux d'accroissement moyens annuels admis sont indiqués près des flèches

étant restés trop bas en général, il convient d'envisager avec le temps, dans ce secteur surtout, une augmentation et par suite un certain ralentissement de l'accroissement de la consommation. Là où l'énergie électrique ne peut pas être remplacée, on devrait chercher, dans l'intérêt national, à maintenir la capacité de concurrence d'industries existantes par des prix supportables de l'énergie. Mais cette politique ne doit pas jouer en faveur de grandes extensions d'exploitations, ni surtout

d'entreprises concurrentes nouvelles, ce qui fait que, dans le secteur de l'électrochimie et de l'électrometallurgie également, on peut s'attendre à un accroissement modéré de la consommation. En revanche, pour toutes les applications thermiques où l'électricité offre des avantages spéciaux, ainsi que pour l'éclairage et la force motrice, la consommation devrait continuer probablement à se développer librement.

Participation des sources d'énergie classiques à la couverture des besoins au cours des prochaines années

Ce chapitre est consacré à l'examen de la question de savoir dans quelle mesure les besoins croissants d'énergie au cours des prochaines années pourront être couverts par les sources classiques d'énergie, donc dans le cas de la Suisse par la mise en valeur de nouvelles forces hydrauliques.

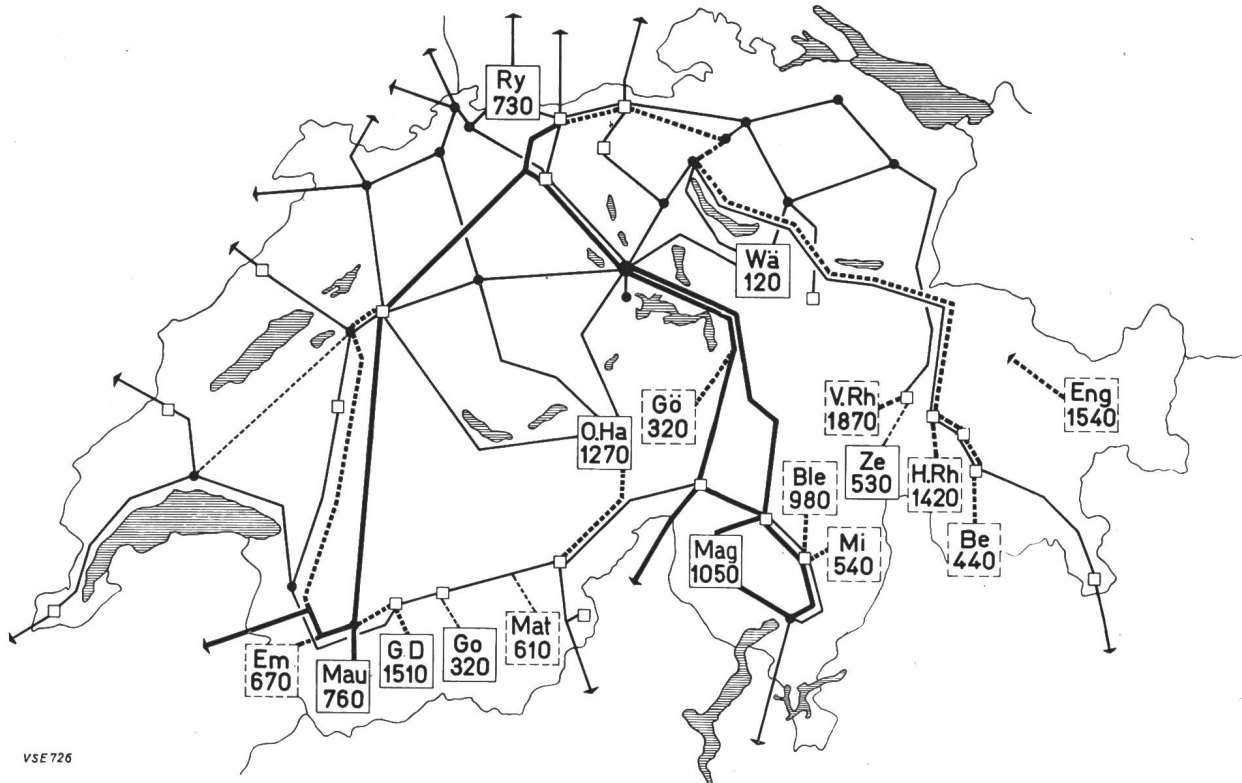


Fig. 5

Carte générale des aménagements hydrauliques suisses d'une puissance maximum possible dépassant 100 MW

Les aménagements qui sont en service ou dont la construction est déjà avancée sont représentés par des carrés en trait plein; les aménagements projetés ou pour lesquels les travaux viennent seulement de commencer par des carrés en trait pointillé.

Les chiffres dans les carrés donnent la productibilité moyenne annuelle en GWh des divers aménagements.

Signification des abréviations:

Valais (total environ 8000 GWh):

Em	Usines d'Ermosson
Mau	Mauvoisin
GD	Grande Dixence
Go	Gougra
Mat	Mattnack

Tessin (total environ 3000 GWh):

Mag	Usines de la Maggia
Ble	Usines du Blenio
Mi	Usines du Misox

Grisons (total environ 8000 GWh):

V.Rh	Usines du Rhin antérieur
Ze	Usines de Zervreila
H. Rh	Usines du Rhin postérieur
Be	Usines du Val Bregaglia
Eng	Usines de l'Engadine

Autres aménagements:

O.Ha	Usines de l'Oberhasli
Gö	Göscheneralp-Göschenen
Wä	Wägital
Ry	Ryburg-Schwörstadt

Grandes lignes de transport à haute tension:

—	220 kV
- - -	150 kV
· · · · ·	220 kV projeté
- · - · -	150 kV projeté

En tenant compte de toutes ces considérations, qu'il est toutefois difficile de traduire en chiffres, on peut réduire l'estimation de la consommation d'électricité en 1975, que nous avons fixée par extrapolation à 37 milliards de kWh, à quelque 34 milliards de kWh (fig. 3 et 4). Nous répétons que ce chiffre ne doit pas être considéré comme une prévision téméraire, mais seulement comme une directive nécessaire, qui semble justifiée si l'on admet que la situation économique générale demeure favorable.

M. Oesterhaus a présenté déjà un rapport sur ce sujet voici deux ans³⁾. Il estimait alors à 30 milliards de kWh par année la capacité des forces hydrauliques techniquement et économiquement utilisables. Depuis lors ces estimations qui sont du reste basées sur des projets concrets et des études très précises ont été encore améliorées. Les derniers chiffres publiés, qui tiennent compte de quelques projets nouveaux d'ailleurs pas encore tout à fait mis au point, parlent de 32 ou même de 35 milliards

³⁾ Voir Consomm. Energie électr. t. 35(1955), n° 8, p. 243...258.

de kWh. Durant l'année hydrologique 1955/56 il a été produit effectivement 14,7 milliards de kWh en chiffre rond dans les usines hydro-électriques de notre pays. Mais il vaut mieux compter au point de vue hydrologique avec l'énergie disponible pendant une année moyenne; dans ce cas la production de 1955/56 aurait atteint 15,8 milliards de kWh. Sont en construction actuellement des centrales susceptibles de produire au moins 8 milliards de kWh jusqu'en 1965 environ. Les plus importantes sont:

Mauvoisin avec une capacité moyenne de production de 760 GWh par année, *Grande Dixence* avec 1510 GWh, *Gougra* avec 320 GWh, *Goescheneralp* avec 320 GWh, *Blenio* avec 980 GWh, *Zerweila* avec 530 GWh, *Val Bregaglia* avec 440 GWh, *Rhin antérieur* avec 1870 GWh et *Rhin postérieur* avec 1420 GWh.

Parmi les grands projets restants il convient de citer:

les usines à accumulation de *Matmark*, de l'ordre de 600 GWh par année, *Emosson* avec 670 GWh, dont la moitié seulement revient à la Suisse, du *Misox* avec 540 GWh et de *l'Engadine*, pouvant produire jusqu'à 1500 GWh;

ainsi que les usines au fil de l'eau de *Saeckingen* avec 380 GWh et *Koblentz-Kadelburg* avec 300 GWh, dont la moitié ira à l'étranger.

On voit que la plus grande partie des forces hydrauliques non encore exploitées se trouvent dans les cantons du *Valais* et des *Grisons*, qui assureront, après la mise en valeur de ces chutes, chacun pour 8 milliards de kWh en chiffre rond, soit le quart de la production hydraulique totale de la Suisse (fig. 5).

Qu'en est-il maintenant du rythme auquel ces projets pourront être réalisés? C'est la première question qui se pose à notre attention. Le délai le plus court est conditionné par les *problèmes de construction* et éventuellement par les *limites des possibilités de financement*, le délai le plus long dépendra vraisemblablement des réactions de la Ligue suisse pour la protection de la nature.

Au point de vue technique les facteurs suivants jouent un rôle essentiel: les différents bureaux spécialisés à cet effet peuvent-ils entreprendre encore davantage de projets que jusqu'ici et les mener à chef plus rapidement? La plupart d'entre eux sont actuellement surchargés de travail et il ne leur sera pas facile d'engager encore plus d'ingénieurs, de techniciens et de dessinateurs ayant l'expérience requise. On déploie aujourd'hui de louables efforts pour augmenter les rangs de la jeune génération technique, mais ce n'est pas avant quelques années qu'on en verra les fruits. Et en regard des problèmes qui vont se poser, par exemple dans le domaine des autoroutes, de l'«automation» ou de la physique nucléaire, nous sommes bien obligés d'admettre que dans tous les secteurs le personnel technique demeurera très recherché.

Il y a quelques années on ne se serait pas attendu à ce que les entreprises de génie civil soient en mesure de mener de front tant de vastes chantiers, comme c'est le cas aujourd'hui. En Valais seulement, il n'y a pas moins de quatre grandes usines à accumulation en construction, parmi lesquelles la gigantesque Grande Dixence avec ses nombreux chantiers individuels. Au Tessin, on a pu entreprendre sur une très grande échelle la construction

des usines du Val Blenio, ceci encore pendant l'achèvement des travaux des usines de la Maggia. Et dans les Grisons, l'exécution des vastes projets du Rhin antérieur et du Rhin postérieur se fera pratiquement simultanément. Malgré cela, on constate avec satisfaction que chaque nouvelle mise au concours suscite l'intérêt soutenu des maisons spécialisées et que la concurrence reste active. Ceci est attribuable, d'une part au fait que pendant une période d'activité croissante ces entreprises ont pu augmenter constamment leur matériel, et d'autre part au fait que les grandes entreprises, soutenues par le maître de l'œuvre, ont su s'assurer la collaboration d'entrepreneurs locaux, soit en les englobant dans leur consortium, soit en sous-main. Nombre de ces entrepreneurs, bien modestes au début, se sont développés avec les années au rang d'entreprises importantes, en possession d'une expérience remarquable. Le facteur déterminant demeure naturellement l'enrôlement de la main-d'œuvre étrangère, qui constitue sur les grands chantiers, en été tout au moins, plus du 70 % des effectifs.

Avec le perfectionnement de la technique et des installations, les délais de construction ont été considérablement raccourcis, du moins pour certains secteurs de l'équipement. C'est ainsi, par exemple, que la construction du barrage de Zerweila a été achevée une année avant le délai prévu. Pour le barrage de Moiry, les méthodes modernes de travail ont permis d'abrégé de 25 à 30 % la durée de la construction, et le gigantesque barrage de la Grande Dixence va être édifié vraisemblablement dans un délai plus court que prévu. Le gain définitif de temps n'est malheureusement dans l'ensemble souvent pas aussi favorable, parce que le percement des très longues galeries entrant en ligne de compte dans les grands projets d'accumulation actuels ne permet pas un avancement proportionnellement aussi rapide. Sans doute a-t-on réalisé depuis la guerre, grâce aux machines modernes mises en œuvre, de très grands progrès dans le rythme du percement des galeries, sans lesquels la conception particulière des projets les plus récents ne serait pas possible. Mais il semble que certains facteurs techniques et des considérations économiques empêchent l'accroissement du rythme de construction au-dessus de limites données.

Depuis quelques mois seulement on s'est rendu compte en Suisse — ce fut d'ailleurs le cas antérieurement déjà à l'étranger — de l'importance d'un autre facteur qui pourrait devenir déterminant pour l'allure future des constructions hydrauliques: *les limites des possibilités de financement*.

En 1955 on a consacré en Suisse 430 millions de francs à la construction de centrales et 170 millions aux lignes de transport, c'est-à-dire 600 millions de francs en tout. Sur la base des prix actuels, on peut évaluer à 8 milliards de francs environ le financement de ce qui reste à équiper de nos forces hydrauliques. Il faut y ajouter les frais d'extension des installations de transport et de distribution, lesquels peuvent être estimés à 3 ou 4 milliards de francs si l'on admet le même rapport que jusqu'ici

entre le coût des réseaux et celui des installations de production proprement dites. Par conséquent, on arrive à un montant total d'investissement de 11 à 12 milliards de francs.

Quelqu'un a calculé récemment que ces 12 milliards représentent presque exactement la dette globale actuelle de la Confédération et de tous les cantons — comparaison impressionnante. Mais on pourrait dire aussi que cette somme, répartie par exemple sur une période de 20 ans, soit 600 millions de francs par an, n'accaparerait que 2 à 3 % de notre revenu national, ou aussi 15 % environ de l'épargne annuelle en Suisse, comparaisons peut-être moins spectaculaires. Une fraction de cette somme, un tiers environ estime-t-on, peut être fournie par autofinancement, c'est-à-dire par l'utilisation des amortissements et réserves dont on n'a pas besoin immédiatement.

Le reste, donc encore 400 millions environ, devrait être couvert par une augmentation de capitaux et par des emprunts obligataires. Le président du *Crédit suisse* a constaté dernièrement que les emprunts émis l'année passée par l'industrie suisse de l'électricité ont atteint la somme de 330 millions de francs; il estime que le maintien d'une charge du marché de l'argent de cet ordre de grandeur est parfaitement supportable au point de vue de l'économie générale. En effet, le pessimisme touchant le

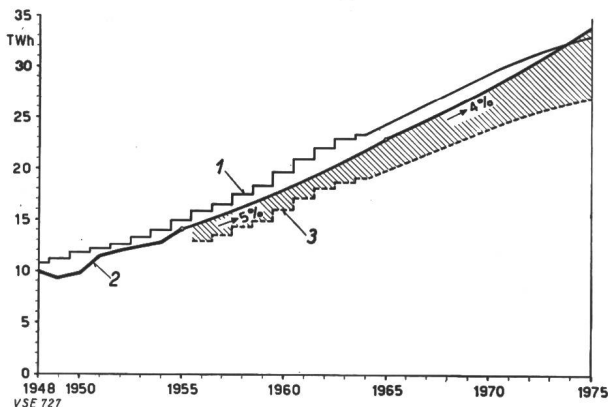


Fig. 6

La productivité annuelle des centrales suisses d'électricité comparée à la consommation annuelle probable d'énergie électrique

- 1 productivité en année moyenne
- 2 consommation d'énergie électrique (jusqu'en 1955 chiffres constatés, de 1955 à 1975 prévisions)
- 3 productivité en année sèche

Surface hachurée: déficit en année sèche

financement de la construction d'usines, provoqué par quelques échecs d'émissions, a fait place à un regain de confiance depuis que les souscriptions du début de cette année ont de nouveau largement dépassé le montant des emprunts. Mais il faut espérer qu'à l'avantage des prix de l'énergie l'augmentation du taux de l'intérêt, devenue inéluctable de toute évidence, ne dépassera pas les conditions actuelles. On a suggéré aussi de rendre plus attrayant le financement des grands aménagements hydro-électriques par de nouvelles formules, par exemple en émettant publiquement des actions privilégiées. Mais de pareilles solutions, qui reviennent à réunir pour des décennies dans la même société des action-

naires aux intérêts divergents, suscitent de sérieuses objections. Car les dispositions statutaires les plus subtiles ne sauraient en pareils cas éliminer le fait que l'une des catégories d'actionnaires espère une amélioration de la rentabilité, tandis que l'autre a le devoir, tout en veillant à l'intégrité du capital, d'approvisionner le pays en énergie le meilleur marché possible.

Ce qui nous a conduit à cette digression sur les problèmes de la technique du financement, c'est le

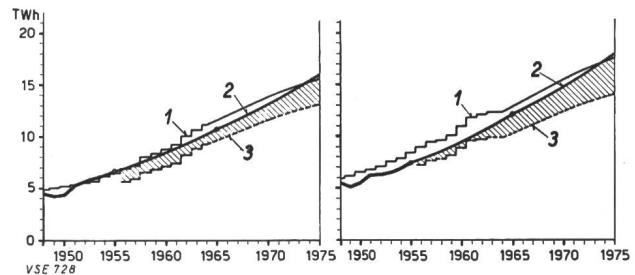


Fig. 7

La productivité des centrales suisses d'électricité comparée à la consommation probable d'énergie électrique en hiver et en été à gauche semestre d'hiver à droite semestre d'été

La signification des chiffres et des surfaces hachurées est la même qu'à la fig. 6

rythme avec lequel les forces hydrauliques encore disponibles peuvent être mises en valeur. Ce rythme va être probablement limité par la possibilité de mettre à contribution le marché des capitaux, de sorte que nous devons admettre, pour cette raison déjà, que l'augmentation de la puissance installée restera à peu près la même que ces dernières années, d'autant plus que les autres facteurs énumérés plus haut agissent dans le même sens. Cette hypothèse conduit à une production possible d'environ 33 milliards de kWh pour l'année 1975, dans des conditions hydrologiques moyennes (fig. 4). Mais cela veut dire qu'à cette époque l'équipement possible des forces hydrauliques sera presque achevé; les besoins en énergie calculés plus haut ne pourront pas alors être couverts entièrement par de l'énergie hydro-électrique et il y aura un déficit de près de 1 milliard de kWh en année normale et de 7 milliards de kWh en année sèche. La fig. 6 illustre cette évolution présumée pour l'année hydrographique prise dans son ensemble. Dans la fig. 7 ce développement est représenté séparément pour le semestre d'hiver et pour le semestre d'été.

Comment pensons-nous compenser ce déficit éventuel, telle est bien la question qui nous intéresse au premier chef.

On peut faire confiance aux entreprises d'électricité pour qu'elles prennent les mesures judicieuses quant au choix de la puissance nécessaire, quant à la répartition entre la production d'été et d'hiver et quant à la construction des installations de transport indispensables. Aussi pouvons-nous passer au problème qui consiste à chercher à se procurer l'énergie manquant annuellement.

Aussi longtemps que l'énergie nucléaire n'entrera pas en ligne de compte, les seuls moyens qui se présentent sont les suivants:

- Production indigène thermique d'électricité au charbon ou au mazout,
- Importation d'énergie hydraulique ou thermique de l'étranger,
- Echanges d'énergie.

Nous voulons négliger la *production possible des usines thermiques indigènes*, bien que celles-ci nous aient rendu de précieux services au cours des derniers hivers. En utilisant à plein rendement les turbines à gaz de Beznau, les divers groupes Diesel et les vieilles centrales à vapeur de Bâle et de Genève, on a pu produire dans le mois critique de février 1956 une quantité d'énergie thermique de 38 millions de kWh. Même en pleine exploitation pendant tout l'hiver, on obtiendrait seulement 240 millions de kWh en chiffre rond, une possibilité que nous pouvons bien prendre en considération pour compenser la production déficitaire lors d'une année extrêmement sèche, mais sur laquelle on ne saurait compter une seconde fois pour couvrir un déficit chronique du bilan de l'énergie et qui, de plus, n'améliorerait guère la situation.

Non, si nous voulons nous en tirer avec notre propre énergie thermique, il faudrait construire ces prochaines années successivement *deux ou trois usines, équipées chacune d'au moins deux groupes turbo-alternateurs modernes de 100 000 ou 150 000 kW chacun*. Nous pourrions produire ainsi les 2 à 3 milliards de kWh qui menacent de nous manquer, d'abord seulement pendant les années sèches, mais à partir de 1970 probablement aussi dans des conditions hydrologiques normales. Cette idée avait déjà été retenue, il y a des années, par quelques entreprises régionales, qui l'ont abandonnée par la suite. Le grand stock de combustible nécessaire, la place requise, le manque de personnel spécialisé pour l'exploitation de grandes centrales thermiques, l'incertitude de l'intervention pendant les premières années, suivant les conditions hydrauliques et la demande, telles sont les raisons qui, à côté du prix de revient relativement élevé de l'énergie, ont finalement fait échouer la proposition. Il ne faut pas oublier que la question de l'utilisation se pose ici tout différemment que dans le cas d'une centrale hydraulique. Car alors si la conjoncture devait fléchir ou si l'année était très humide, nous aurions toujours la perspective d'exporter un excédent de force hydraulique, même si cela devait être temporairement à des prix insuffisants. Par contre, ces prix ne couvriraient même pas les frais de combustibles, renchérissés par le transport, d'une centrale thermique suisse. Celle-ci devrait simplement être mise hors service durant des mois.

Sans la perspective de l'énergie nucléaire, il faut bien convenir que la construction de centrales thermiques deviendrait bientôt inéluctable, et il faudrait se décider alors sur le choix difficile du combustible, houille ou mazout, ou l'un et l'autre. L'utilisation du gaz naturel dans une centrale édifée à proximité de la frontière italienne entrerait aussi en considération, plus tard même — pourquoi pas — un raccordement aux nappes de gaz naturel abondantes qui viennent d'être découvertes en France.

Bien que nous devions nous attendre aujourd'hui encore à quelques hivers d'approvisionnement pré-

caire, il semble néanmoins justifié de ne pas trop regretter d'avoir renoncé à de grandes centrales thermiques classiques. L'uranium est une source d'énergie que nous espérons pouvoir utiliser à des conditions pas plus défavorables que les pays voisins, alors que nous serons toujours handicapés par les prix de la houille et du mazout. Il est vrai que l'exploitation économique des réacteurs nucléaires n'est pas encore pour demain, mais nous espérons qu'elle sera possible dans un délai qui n'aurait pas suffi pour amortir entièrement de nouvelles centrales thermiques classiques.

La seconde solution transitoire, *l'importation d'énergie électrique*, paraît quelque peu problématique en ce sens qu'elle nous rend immédiatement dépendants de l'étranger. Les stocks de combustible, que nous devrions raisonnablement pouvoir entretenir dans l'hypothèse d'une production intense d'énergie thermique dans le pays, ne dureraient toutefois pas assez longtemps pour faire pencher la balance en faveur de cette dernière solution.

Nous pourrions en principe importer de *l'électricité d'origine hydraulique d'Autriche ou de Yougoslavie*. Ce sont les seuls pays qui disposeraient d'un excédent à longue échéance, si on les aidait à financer la mise en valeur de leurs richesses hydrauliques. On connaît le contrat signé peu après la fin de la guerre avec une société italienne et qui a permis d'achever la construction des usines de Resia. Cette formule s'est révélée judicieuse, mais elle ne concernait qu'une affaire à terme relativement court et une puissance modeste. Or la transition que nous aurions à réaliser aujourd'hui devrait durer plus longtemps, 10 à 20 ans environ, et porter sur des puissances de quelques centaines de milliers de kW. Les crédits correspondants sont en tous cas beaucoup plus difficiles à obtenir; spécialement à l'heure actuelle, où le financement de nos propres usines met le marché suisse des capitaux à forte contribution, l'avantage d'une pareille opération serait très douteux. Néanmoins cette possibilité demeure à l'étude, notamment avec l'Autriche, mais les perspectives ne sont guère favorables pour le moment.

La situation se présente un peu différemment quant à *l'importation d'énergie d'origine thermique*. Premièrement les investissements en argent sont relativement plus faibles, surtout lorsqu'il s'agit de monter un groupe additionnel dans une centrale thermique existante et si l'on peut profiter de prime abord de ses installations accessoires, telles l'emplacement pour stocker la houille, l'alimentation en eau de réfrigération, etc; deuxièmement les pays qui entrent tout d'abord en ligne de compte — *l'Allemagne et la Belgique* — ont peut-être moins besoin d'un financement à long terme; enfin on ne nous demande pas d'acheter chaque année absolument la même quantité d'énergie. Ce qui aggrave momentanément la situation, c'est la pénurie générale de combustible, due en partie à la crise de Suez, mais qui menace aussi de devenir un phénomène chronique en Europe. L'utilisation de charbon américain se répercute sur les prix de l'énergie, tandis que l'approvisionnement en lui-même ne paraît pas être en danger.

L'hiver dernier, l'Allemagne notamment nous a favorisés de livraisons considérables, prélevées en majeure partie des centrales fonctionnant au lignite. Quelques entreprises suisses d'électricité se sont aussi procuré l'été passé un stock important de charbon américain, qui a été brûlé en partie pour le compte de la Suisse dans une centrale thermique française. Enfin on peut citer ici le contrat que l'ATEL a passé pour une durée de 20 ans avec des charbonnages belges. Il assure à notre pays une puissance constamment disponible qui va passer de 20 000 à 70 000 kW ces trois prochaines années et permettra d'obtenir de 300 à 400 millions de kWh par an.

Pareilles solutions, si elles peuvent continuer à se développer, offriront l'avantage de ne pas préjudicier l'avenir, notamment en ce qui concerne l'usage de l'énergie nucléaire.

La troisième possibilité signalée, à savoir *le simple échange d'énergie électrique* avec l'étranger, serait plutôt théorique. S'il nous arrive de pouvoir nous passer d'une partie de l'énergie de grande valeur des usines à accumulation en construction, nous pourrions l'exporter avec la puissance correspondante pendant la période de charge maximum, et recevoir en échange une quantité d'énergie plus élevée durant le reste du temps. Mais nous ne devons pas espérer que de tels échanges nous apportent une contribution très grande pour combler le déficit de notre bilan énergétique.

Comme on le voit, les solutions signalées ne sont ni très sûres, ni très productives. Elles ne nous libèrent en tout cas pas du devoir urgent:

- en premier lieu de mettre en valeur sans relâche et le plus rapidement possible nos forces hydrauliques,
- d'utiliser le plus complètement possible l'énergie disponible,
- de répartir le plus rationnellement possible cette énergie, c'est-à-dire de la mettre tout d'abord à la disposition des applications qui promettent la meilleure utilisation.

Ce ne sont pas uniquement les entreprises d'électricité qui déterminent la politique à suivre, loin de là; c'est plutôt *les consommateurs et l'opinion publique*. Car pour construire des usines il faut des concessions. Pour utiliser intégralement l'énergie dans un service interconnecté — comme il advint l'hiver dernier, nous osons bien le dire, de façon exemplaire — le réseau à haute tension doit être développé de façon à pouvoir transporter les puissances croissantes en jeu. Enfin, si nous voulons atteindre une utilisation rationnelle des réserves d'énergie électrique allant en s'amenuisant jusqu'à l'avènement de l'énergie nucléaire, la solution la plus efficace est à chercher dans une adaptation convenable des tarifs. Il serait indispensable que l'on montre pour ces conditions plus de compréhension que ce ne fut le cas ces derniers temps dans certains milieux.

La transition vers l'âge atomique

Nous en arrivons maintenant au dernier point. *Quand osons-nous attendre que l'énergie nucléaire vienne mettre un terme au goulet d'étranglement*

où se trouvent aussi bien l'approvisionnement en combustible que l'approvisionnement en électricité?

S'il a paru nécessaire de montrer au début de cet exposé que les statistiques sur la consommation d'énergie doivent être employées avec circonspection, à combien plus forte raison cet avertissement vaut-il dans le domaine de l'énergie nucléaire, qui commence à revendiquer sa place au soleil avec une insouciance toute juvénile. C'est pourquoi les nombreuses informations que l'on peut lire à ce sujet presque quotidiennement reposent sûrement pour une bonne part sur des anticipations et sur un optimisme de commande. S'il s'agit de projets dont on vient seulement de décider en principe la réalisation, on a tout de suite l'impression qu'ils sont presque à la veille d'être mis en service; on prend pour des faits acquis les prix de revient de l'énergie articulés dans l'espoir d'une exploitation régulière encore bien lointaine. Citons comme exemple l'information toujours renouvelée, selon laquelle la centrale atomique de Calder-Hall serait en mesure de livrer l'énergie électrique au prix de 0,6 penny, donc 3 ct. le kWh. Une très grande entreprise allemande d'électricité, qui est sur le point de décider la construction d'une première centrale nucléaire sur la base de nombreuses offres concrètes et d'études détaillées, compte sur un prix de revient de l'ordre de 15 pfennings par kWh, et les entreprises suisses qui projettent d'édifier en commun une première centrale nucléaire, en tant qu'usine d'essai de puissance modeste il est vrai, sont conscientes elles aussi qu'il faudra bien admettre un prix du kWh de 15 centimes.

Nous ne pouvons pas discuter ici ces prix. Une analyse, même superficielle, ferait l'objet d'une conférence entière. Deux chiffres montrent déjà par eux-mêmes à quel point l'incertitude est grande. La Nouvelle Gazette de Zurich a publié dernièrement⁴⁾ quelques indications sur *les calculs britanniques*. Si, malgré diverses réserves, on se fonde tout de même sur ces chiffres, on arrive à mon avis à un prix de revient d'au moins 5 au lieu de 3 ct. par kWh, en supposant une durée annuelle d'utilisation de la puissance installée de 7000 heures environ et ceci toujours avec une certaine dose d'optimisme et seulement à partir de l'époque encore assez éloignée où après avoir surmonté les maladies d'enfance de l'installation on pourra parler d'une exploitation industrielle régulière. J'ai eu l'occasion, il y a quelques mois, de faire à titre d'exemple un calcul de ce genre dans un groupe international de travail; il n'a soulevé aucune objection. Pour justifier une certaine réticence, il vaut peut-être mieux citer quelques brefs passages d'un rapport rédigé tout récemment par *le groupe d'études des exploitants de charbonnages de l'Europe occidentale*, qui s'appuie sur une excellente documentation. Voici ce qu'on y trouve:

«Pour l'instant deux installations seulement, en voie d'édification, méritent le nom de «centrales nucléaires», ce sont Calder-Hall en Angleterre, avec une puissance installée prévue de 4 fois 23 000 kW, et Shippingport de l'Atomic Energy Commission aux Etats-Unis, avec une puissance de 60 000 kW pour la première étape. Par ail-

⁴⁾ «Neue Zürcher Zeitung», n° 684 du 11 mars 1957.

leurs, une centrale de 5000 kW est en service en Russie depuis 1954. Toutes ces usines doivent être considérées comme des centrales expérimentales.

... On ne peut donc pas encore parler d'expérience dans la construction de centrales nucléaires et encore moins de connaissances sur leur exploitation. Pour cette raison on doit mettre en garde contre la confusion entre plans et espoirs, d'une part, et la réalité, d'autre part, qui se fait étourdiment à l'heure actuelle en maint endroit dans des publications de ce genre.»

Philip Sporn, président de l'*American Gas and Electric Service Corporation*, de New York, à qui l'on ne saurait reprocher un manque de témérité et d'assurance, a rapporté entre autres ce qui suit sur la Conférence de Genève:

«Genève a rendu un témoignage visible au zèle que tous les pays manifestent pour l'énergie atomique. La conférence a mis en évidence que les petites nations en particulier semblent admettre que l'énergie nucléaire résoudra toutes leurs difficultés. Mais elles seront cruellement déçues si elles croient que l'énergie nucléaire pourra changer leur situation dans peu d'années déjà... En décrivant quelques problèmes de développement, on a soigneusement évité à Genève de préciser le temps qu'il faut pour leur évolution.»

Rickover, de l'*Atomic Energy Commission*, a déclaré lui aussi l'année dernière:

«Les prédictions sur le coût futur des centrales nucléaires sont pour la plupart de vastes extrapolations ou même des hypothèses, mêlées ici et là de vœux et d'espoirs, qui ne reposent sur aucun calcul concret exact, et qui ne le peuvent du reste pas.»

Et pour terminer, ces réflexions pertinentes du professeur *Jaroschek*, de Darmstadt, et *Hill*, de Grande-Bretagne, quant aux frais d'établissement:

«Si l'on identifie le coût de l'installation entière des chaudières de l'usine thermique classique à celui d'une installation d'échange de chaleur de l'usine nucléaire, à l'exception du réacteur, toutes ces parties d'installation reviennent à peu près au même prix. Cependant la puissance utile électrique de la centrale nucléaire — en supposant la même puissance thermique — sera moindre, par suite des températures et pressions moins élevées et de la consommation propre plus élevée; cette dernière raison suffit à expliquer un prix sensiblement supérieur par kW de puissance. L'usine nucléaire comprend en outre encore toute l'installation proprement dite du réacteur avec ses matériaux coûteux, les dispositifs de surveillance et de réglage, dispendieux également, et enfin avec les charges de combustible elles-mêmes, non moins chères que le reste.»

Des considérations prudentes analogues sont faites sur la durée de vie et le vieillissement probablement plus rapide de ces centrales; en outre, les prix des matières fissiles demeurent encore très aléatoires. Ils sont évalués pour Shippingport à 3 ct. environ par kWh, dans l'espoir qu'ils pourront être abaissés avec le temps à 0,7 cent ou 2 ct. par kWh. Pour le moment, le prix de revient de Shippingport est évalué à 15 ct. par kWh. On se propose, en utilisant de l'uranium enrichi, de réduire le coût d'établissement des réacteurs, mais cet enrichissement lui-même nécessite de son côté des dépenses considérables. Deux tendances opposées sont donc en jeu ici touchant l'évolution de pareils ouvrages.

Cette opinion plutôt réticente paraîtra peut-être trop pessimiste. Il est possible que des connaissances nouvelles acquises ces derniers mois nous autorisent à améliorer tant soit peu l'un ou l'autre de ces chiffres ou points de vue. Mais n'oublions pas que

le premier réacteur est en service depuis 1943. Une période de développement de 14 ans est donc déjà derrière nous et nous n'en sommes encore qu'au début de la production industrielle d'énergie nucléaire. Nous pourrions par conséquent nous estimer heureux si nous arrivons en 1975, donc dans 18 ans, terme probable de la mise en valeur de nos forces hydrauliques, à couvrir l'accroissement ultérieur des besoins d'électricité par une production nucléaire relativement économique.

Conclusions

Il est préférable à tous points de vue de se montrer plutôt trop prudent que trop optimiste, étant donné que les conclusions qui s'imposent sont les suivantes:

1. *Continuer à mettre en valeur nos forces hydrauliques.* Il n'y a pas à craindre qu'elles soient dévaluées sérieusement par la nouvelle source d'énergie, car elles présentent des frais d'entretien et d'exploitation sans rivaux; le coût de construction des aménagements hydro-électriques représente une valeur économique nationale, qui survivra probablement en partie longtemps encore à la durée de la concession et qui n'est pas soumise à la diminution du pouvoir d'achat de la monnaie.

2. *Ne négliger aucun effort pour ne pas nous laisser distancer davantage dans le domaine de l'énergie nucléaire, qui viendra tôt ou tard.* Nous partageons heureusement ce dessein avec notre valeureuse industrie suisse de construction mécanique et électrique. Car les moyens financiers nécessaires et les travaux de recherche indispensables sont si énormes pour un petit pays que seuls les efforts réunis et coordonnés de tous les milieux intéressés offrent une chance suffisante de réussite.

On aura soin de ne pas réaliser des plans insuffisamment mûris, qui épuiseront pour longtemps nos ressources financières limitées; mais, d'autre part, nous ne devons pas hésiter trop longtemps ni mesurer nos crédits trop parcimonieusement, si nous voulons, nous aussi, déployer une activité créatrice dans le domaine de l'énergie nucléaire. On cite ici et là les sommes consacrées aux recherches et au développement de l'énergie nucléaire dans différents pays, par habitant. Jusqu'à présent, elles étaient plus que modestes chez nous, 10 à 20 fois inférieures à celles dépensées dans des pays comme la Grande-Bretagne, l'Amérique ou la France. Mais nous apprendrons bientôt que des demandes de crédit dans ce but vont être soumises aux chambres fédérales, lesquelles, réparties sur les cinq prochaines années, dépasseront sensiblement la somme de 100 millions de francs. A côté d'une extension nécessaire du programme de la Réacteur S. A., à Wurenlingen, on espère que deux autres projets prendront bientôt une forme concrète:

— La construction d'un réacteur pour l'EPF à Zurich selon les plans de la Société *Sulzer*, appelé en partie à produire de la chaleur comme but définitif. Pour les raisons indiquées plus haut — la température encore restreinte — cette dernière application représente une utilisation très

judicieuse de l'énergie nucléaire, rendue possible par l'existence de la centrale de chauffage à distance de l'EPF à Zurich.

— En outre, trois entreprises électriques régionales s'associent actuellement pour étudier en commun l'édification d'une centrale nucléaire expérimentale d'une puissance électrique de 10 000 à 15 000 kW. Leur première tâche consistera à choisir le lieu futur de la centrale et le type de réacteur à commander, pour lequel la maison *Brown, Boveri & Cie* est déjà en mesure de présenter un certain nombre d'offres concrètes. Il est probable que le cercle des participants s'élargira par la suite.

En Suisse romande également, on entend parler d'un groupement d'intéressés pour l'étude pratique de l'énergie nucléaire, et l'on espère fermement que ces efforts se coordonneront avec ceux de la Suisse alémanique.

Grâce à ses accords internationaux, à sa position politique favorable et aux relations de ses industries

et de ses banques, la Suisse a de bonnes perspectives de renforcer le contact avec les nations avancées dans le domaine de l'énergie nucléaire. Ainsi il n'est pas exclu de prime abord que l'une des centrales nucléaires internationales expérimentales que prévoit l'OECE soit édiflée sur notre sol. La condition première de succès futurs est la formation d'un nombre suffisant de physiciens spécialisés, ainsi que d'ingénieurs de construction et d'exploitation; c'est là le premier but de l'installation de Wurenlingen et des autres projets mentionnés. La production d'énergie n'est pas encore en vue. Nous voulons espérer néanmoins que la période de transition vers l'âge atomique, dont il a été question dans cet exposé, ne se révélera pas trop courte.

Fr. : Bq

Adresse de l'auteur:

C. Aeschimann, président de la direction de l'Aar & Tessin S. A. d'électricité, Olten.

Communications de nature économique

061.6(494) : 621.039.4

Etat des travaux de la Réacteur S. A. à Wurenlingen

Comme l'annonce le n° 2 du «*Bulletin d'information de la Réacteur S. A.*», les travaux entrepris à la «*Bezauer Wiese*», près de Wurenlingen, en vue de la mise en service du réacteur «*swimming-pool*» touchent à leur fin. On sait qu'il s'agit là du réacteur nucléaire américain qui fut exposé à Genève lors de la *Conférence internationale sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques*, puis acheté par la Réacteur S. A. grâce à l'intervention des autorités fédérales. A l'issue de la conférence de Genève, ce réacteur

dimensions qu'il avait à Genève; il est, d'autre part, divisé maintenant en deux parties séparables l'une de l'autre. Le montage du réacteur proprement dit a commencé dès avant l'achèvement du bassin; il était terminé à la fin de mars. Au début d'avril, l'installation tout entière était prête à subir les premiers essais de mise en service. Les expériences proprement dites ne commenceront cependant que lorsque l'on pourra garantir un fonctionnement sûr et sans défaut de chaque partie de l'installation tout comme de cette dernière prise dans son ensemble.

Après de longs travaux préparatoires, on a pu également passer à la réalisation du réacteur à eau lourde. Comme le précédent, ce réacteur ne sera pas utilisé à la production d'énergie électrique; il doit avant tout permettre de faire des essais avec des éléments de combustibles nucléaires sous des températures élevées contrôlables, ceci en vue du calcul et de la construction de réacteurs de puissance par l'industrie suisse. Le combustible employé dans ce réacteur est

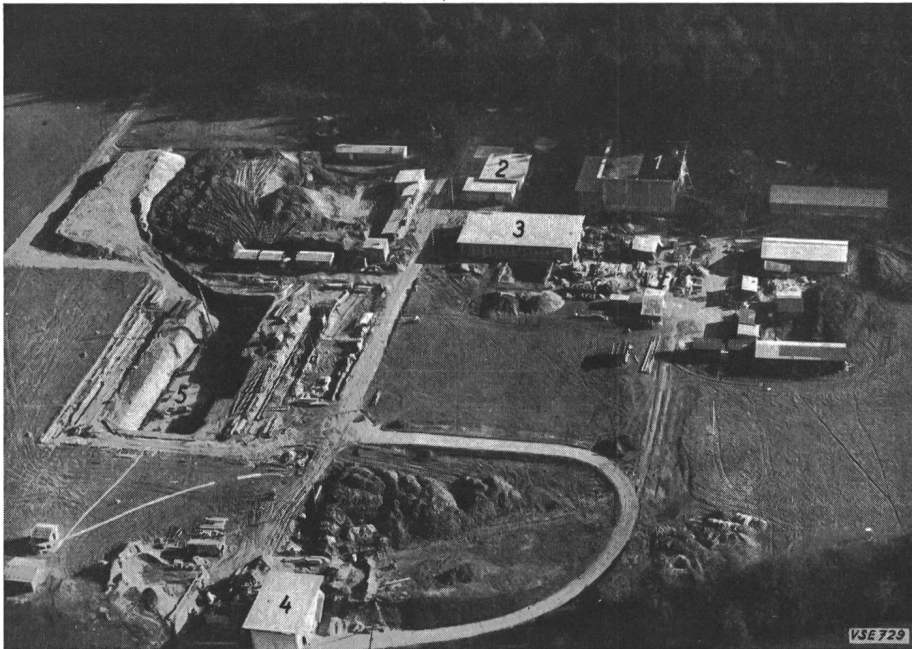


Fig. 1
Vue aérienne des installations de la Réacteur S. A. à Wurenlingen

Etat des travaux en janvier 1957

- 1 réacteur «swimming-pool»
- 2 maison du portier
- 3 laboratoires
- 4 bâtiment des pompes
- 5 fondation du réacteur à eau lourde

fut mis hors service; il vient d'être reconstruit à Wurenlingen, sa puissance étant à cette occasion portée à 1 MW. Le réacteur «swimming-pool», qui est modéré et refroidi par de l'eau naturelle, brûle de l'uranium enrichi et constitue un réacteur d'essais idéal. Il s'appellera désormais «*Saphir*», nom qui rappelle la lueur bleu-vert apparaissant lors du fonctionnement de ce type de réacteur.

Les travaux de construction du bâtiment qui abritera le réacteur «swimming-pool» se sont achevés à la fin du mois de mars. Le bassin du réacteur a été agrandi par rapport aux

de l'uranium naturel en barres; le modérateur est constitué par de l'eau lourde.

Les travaux de construction du bâtiment qui abritera le réacteur à eau lourde sont déjà assez avancés. Comme les parties inférieures des fondations atteignent une profondeur de 10 mètres au-dessous du niveau du sol et sont donc situées dans la nappe néphrétique, il a fallu battre des palplanches et installer des pompes. Le bétonnage de la cuve de béton qui doit isoler, d'une part, la cave du bâtiment de la nappe néphrétique et préserver, d'autre part, l'eau de cette nappe

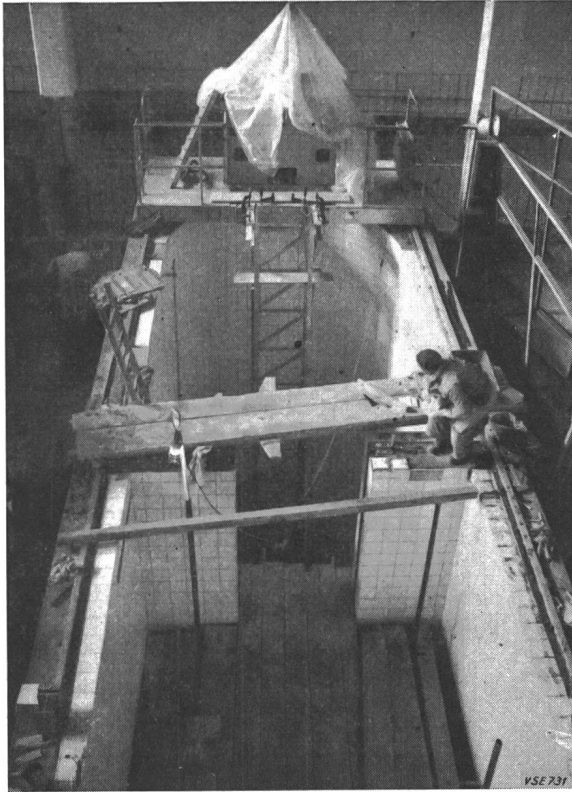


Fig. 2

Le bassin du «Saphir» peu avant son achèvement

L'intérieur du bassin, profond de 8 mètres, est revêtu de carreaux de céramique. Le réacteur se trouvera presque au fond du bassin. Avant la mise en service, ce dernier sera rempli de 200 m³ d'eau déminéralisée.

d'une éventuelle contamination radioactive a commencé au cours des premiers mois de l'année. L'eau lourde a été commandée aux Etats-Unis à l'*Atomic Energy Commission*, tandis que l'*Union Carbide International Company*, de New York, livrera les blocs de graphite dont sera constitué le réflecteur à neutrons entourant le noyau du réacteur. L'écran contre le rayonnement de neutrons et de particules gamma qui est situé entre le graphite et le béton est en fonte, car une quantité de chaleur considérable doit être évacuée à cet endroit. Les premières pièces de cet écran en fonte, lourdes de 15 à 20 tonnes, ont déjà été coulées dans les ateliers de la *Escher Wyss S. A.*

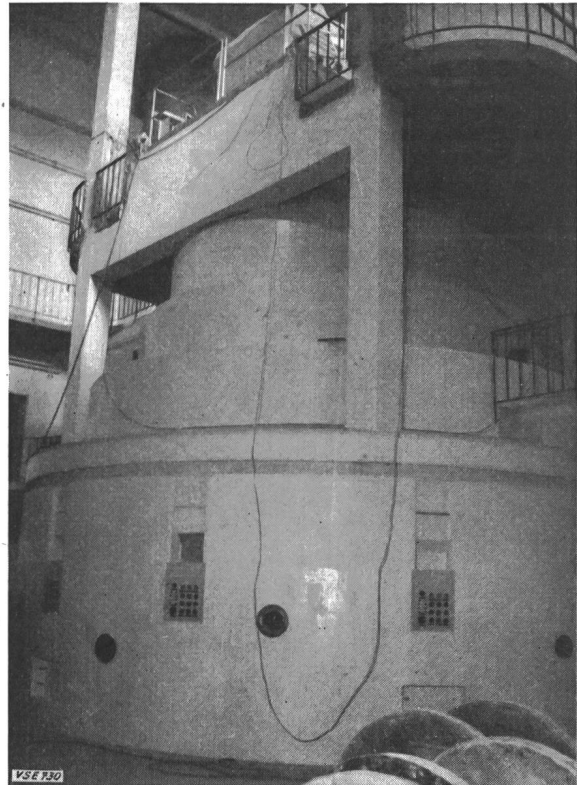


Fig. 3

Le «Saphir» vu de devant

Cette vue montre l'écran biologique en béton baryte, d'une densité de 3,5 g/cm³. A la partie inférieure on distingue les ouvertures des canaux d'irradiation, à la hauteur desquels le béton a une épaisseur de 2,5 mètres.

Les travaux effectués par les entreprises de génie civil participant à la réalisation des installations de Wurenlingen étaient pour elles d'un genre tout nouveau; qu'ils aient été menés à bonne fin dans un délai relativement court est tout à l'honneur de ces entreprises. Les expériences faites à Wurenlingen leur seront sans aucun doute d'un grand secours pour la construction d'autres réacteurs expérimentaux, et, plus tard, pour celle de centrales nucléaires.

Nous apprenons que le réacteur «swimming-pool» sera mis officiellement en service dans le courant du mois de mai. Quant au réacteur à eau lourde, on compte qu'il sera achevé à la fin de 1958.

Construction d'usines

Mise en service de l'usine génératrice de Croix et achèvement du barrage de Zeuzier de l'Electricité de la Lienne S. A.

Comme on le sait, l'usine de St-Léonard de l'Electricité de la Lienne S. A. a été mise en service au début de l'hiver 1956/57 [voir Bull. ASE t. 47(1956), n° 23, p. 1067]. Quant à l'usine du palier supérieur, celle de Croix, le premier groupe hydro-électrique y a été mis en service le 24 janvier 1957; depuis cette date, les travaux de montage du deuxième groupe ont été achevés, si bien que l'usine de Croix dispose dès maintenant de sa pleine puissance maximum possible, qui est de 54,2 MW. La productibilité annuelle moyenne de cette usine est de 115 GWh, dont 100 GWh environ en hiver.

Les travaux de bétonnage du barrage de Zeuzier ont été terminés avant la fin de l'année, exception faite du couronnement; une partie des apports du semestre d'été ont pu ainsi être accumulés et utilisés en hiver dans les deux usines. Comme le réservoir pourra être entièrement rempli en été 1957 — soit avec une année d'avance sur le programme

initial des travaux — les usines de la Lienne pourront pratiquement fournir dès l'hiver prochain leur production d'hiver nominale d'environ 150 GWh, une petite réduction résultant d'une galerie d'amenée encore en construction.

Mise en service d'un cinquième groupe générateur à l'usine de Hagneck

Les travaux de montage du cinquième groupe générateur viennent de se terminer à l'usine de Hagneck des Forces Motrices Bernoises S. A. Le groupe a été mis en service; il possède une puissance maximum possible de 2900 kW, supérieure de 20% à celle des quatre machines précédentes. Grâce à la mise en service de ce nouveau groupe, la productibilité annuelle moyenne de l'usine de Hagneck augmentera de 13 GWh, pour atteindre 80 GWh environ.

L'extension réalisée permettra notamment en été une meilleure utilisation des apports de l'Aar; mais la contribution du nouveau groupe à la couverture de la pointe en hiver n'est pas négligeable non plus.

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		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage			
	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57		1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57
	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	966	1112	20	6	28	41	101	89	1115	1248	+11,9	1553	1887	-197	-110	107	142
Novembre ..	865	988	26	19	21	15	197	154	1109	1176	+ 6,0	1206	1590	-347	-297	76	76
Décembre ..	812	908	32	21	20	17	243	212	1107	1158	+ 4,6	970	1241	-236	-349	81	69
Janvier	801	904	14	34	22	20	249	253	1086	1211	+11,5	793	813	-177	-428	70	75
Février	857	808	30	15	20	19	216	222	1123	1064	- 5,3	376	624	-417	-189	62	69
Mars	714		28		24		188		954			241		-135		45	
Avril	858		15		21		98		992			171		- 70		52	
Mai	1083		6		37		44		1170			502		+ 331		162	
Juin	1209		0		39		25		1273			882		+ 380		206	
Juillet	1272		1		40		21		1334			1493		+ 611		252	
Août	1342		1		38		7		1388			1952		+ 459		268	
Septembre ..	1270		2		37		7		1316			1997 ¹⁾		+ 37		260	
Année	12049		175		347		1396		13967							1641	
Oct.-Février	4301	4720	122	95	111	112	1006	930	5540	5857	+ 5,7			-1374	-1373	396	431

Mois	Distribution d'énergie dans le pays											Consommation en Suisse et pertes					
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie		Chaudières électriques ¹⁾		Traction		Pertes et énergie de pompage ²⁾		sans les chaudières et le pompage		Différence % ³⁾	avec les chaudières et le pompage	
	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57		1955/56	1956/57
	en millions de kWh																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	457	501	190	202	146	173	26	17	57	73	132	140	978	1083	+10,7	1008	1106
Novembre ..	487	521	199	204	137	155	9	5	68	71	133	144	1020	1091	+ 7,0	1033	1100
Décembre ..	500	538	189	193	116	136	5	4	75	74	141	144	1011	1080	+ 6,8	1026	1089
Janvier	492	565	186	212	115	133	5	4	72	68	146	154	997	1128	+13,1	1016	1136
Février	534	479	193	191	115	128	5	5	73	63	141	129	1052	983	- 6,6	1061	995
Mars	445		160		113		3		66		122		896			909	
Avril	426		170		159		7		62		116		926			940	
Mai	433		172		159		42		57		145		939			1008	
Juin	423		178		157		90		54		165		939			1067	
Juillet	419		169		160		104		58		172		940			1082	
Août	433		172		160		128		62		165		964			1120	
Septembre ..	434		177		158		84		59		144		960			1056	
Année	5483		2155		1695		508		763		1722		11622			12326	
Oct.-Février	2470	2604	957	1002	629	725	50	35	345	349	693	711	5058	5365	+ 6,1	5144	5426

¹⁾ Chaudières à électrodes.

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

³⁾ Colonne 15 par rapport à la colonne 14.

⁴⁾ Energie accumulée à bassins remplis: Sept. 1956 = 2057 · 10⁶ kWh.

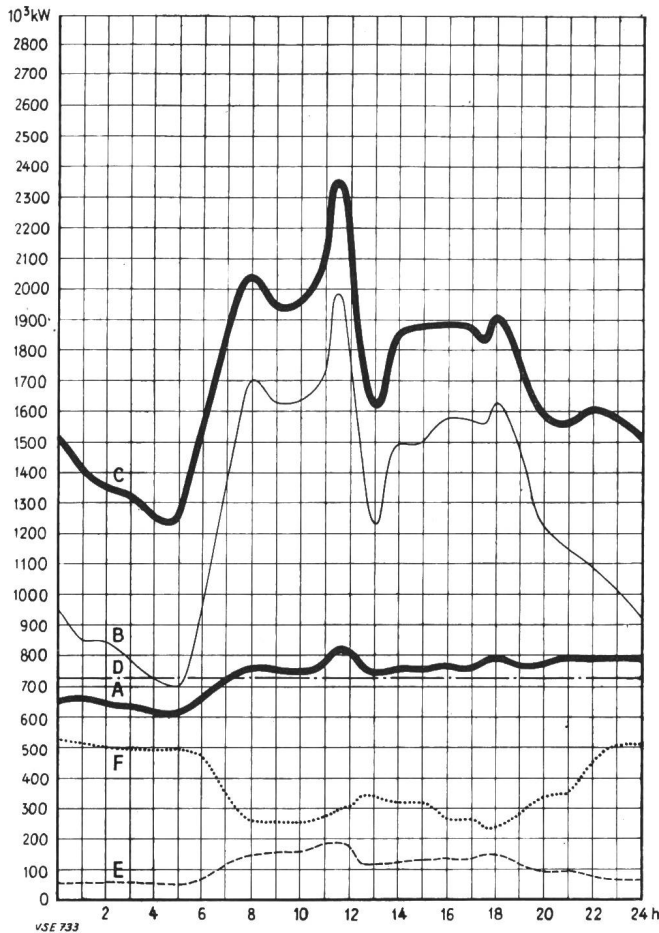


Diagramme de charge journalier du mercredi
(Entreprises livrant de l'énergie à des tiers)
Mercredi 13 février 1957

Légende:

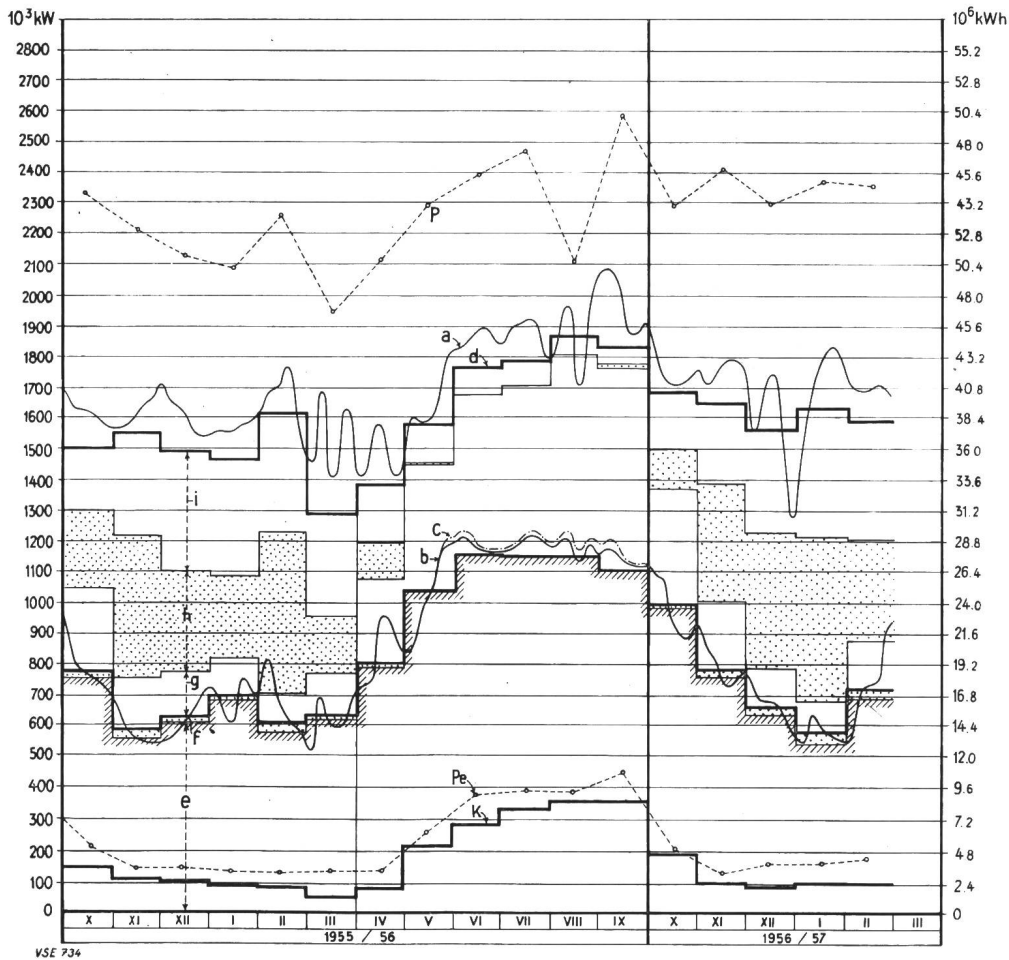
1. Puissances disponibles: 10^3 kW
Usines au fil de l'eau, par débits naturels (0—D) 728
Usines à accumulation saisonnière (à bassins remplis) 1820
Puissance totale des usines hydrauliques 2548
Réserve dans les usines thermiques 155

2. Puissances constatées:
0—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à accumulation journalière et hebdomadaire).
A—B Usines à accumulation saisonnière.
B—C Usines thermiques + livraisons des usines des CFF, de l'industrie et importation.
0—E Energie exportée.
0—F Energie importée.

3. Production d'énergie 10^6 kWh
Usines au fil de l'eau 17,4
Usines à accumulation saisonnière 13,2
Usines thermiques 0,8
Livraisons des usines des CFF et de l'industrie 0,4
Importation 8,9
Total du mercredi 13 février 1957 40,7
Total du samedi 16 février 1957 36,9
Total du dimanche 17 février 1957 27,8

4. Consommation d'énergie
Consommation dans le pays 38,1
Energie exportée 2,6

VSE 733



Production du mercredi et production mensuelle des entreprises livrant de l'énergie à des tiers

Légende:

1. Puissances maxima: (chaque mercredi du milieu du mois)
P de la production totale;
P_e de l'exportation.
2. Production du mercredi (puissance moyenne ou quantité d'énergie)
a totale;
b effective d. usines au fil de l'eau;
c possible d. usines au fil de l'eau.
3. Production mensuelle (puissance moyenne mensuelle ou quantité journalière moyenne d'énergie)
d totale;
e des usines au fil de l'eau par les apports naturels;
f des usines au fil de l'eau par les apports provenant de bassins d'accumulation;
g des usines à accumulation par les apports naturels;
h des usines à accumulation par prélèvement s. les réserves accumul.;
i des usines thermiques, achats aux entreprises ferrov et indust. import.;
k exportation;
d—k consommation dans le pays.

VSE 734

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		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage					
	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57		1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57
	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	1188	1358	25	11	101	89	1314	1458	+11,0	1746	2110	-225	-110	107	149	1207	1309
Novembre ..	1019	1158	33	27	197	154	1249	1339	+ 7,2	1368	1786	-378	-324	76	76	1173	1263
Décembre ..	949	1063	41	29	244	213	1234	1305	+ 5,8	1101	1398	-267	-388	81	69	1153	1236
Janvier	928	1044	22	43	250	254	1200	1341	+11,8	897	924	-204	-474	70	75	1130	1266
Février	974	936	38	23	217	223	1229	1182	- 3,8	437	700	-460	-224	62	69	1167	1113
Mars	841		39		188		1068			268		-169		45		1023	
Avril	1014		20		98		1132			177		- 91		52		1080	
Mai	1353		8		44		1405			545		+368		175		1230	
Juin	1530		2		25		1557			962		+417		242		1315	
Juillet	1605		2		21		1628			1637		+675		290		1338	
Août	1674		2		7		1683			2153		+516		304		1379	
Septembre ..	1585		3		7		1595			2220 ¹⁾		+ 59		293		1302	
Année	14660		235		1399		16294							1797		14497	
Oct.-Février .	5058	5559	159	133	1009	933	6226	6625	+ 6,4			-1534	-1520	396	438	5830	6187

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 et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie		Chaudières électriques ¹⁾		Traction		Pertes		Energie de pompage				
	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	1955/56	1956/57	
	en millions de kWh															%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	467	512	209	225	247	284	30	21	105	109	144	151	5	7	1172	1281	+ 9,3
Novembre ..	497	532	215	227	196	229	11	8	105	107	144	155	5	5	1157	1250	+ 8,0
Décembre ..	514	549	209	214	159	192	7	6	109	114	145	155	10	6	1136	1224	+ 7,8
Janvier	502	576	207	231	152	173	7	6	103	110	145	166	14	4	1109	1256	+13,3
Février	544	488	210	213	140	162	6	7	110	101	152	135	5	7	1156	1099	- 4,9
Mars	454		181		143		5		103		127		10		1008		
Avril	434		191		213		11		100		123		8		1061		
Mai	442		193		284		49		98		134		30		1151		
Juin	432		200		300		98		100		145		40		1177		
Juillet	429		190		306		112		107		154		40		1186		
Août	444		193		308		136		109		157		32		1211		
Septembre ..	444		201		298		90		103		150		16		1196		
Année	5603		2399		2746		562		1252		1720		215		13720		
Oct.-Février .	2524	2657	1050	1110	894	1040	61	48	532	541	730	762	39	29	5730	6110	+ 6,6

¹⁾ Chaudières à électrodes.

²⁾ Energie accumulée à bassins remplis: Sept. 1956 = 2300 · 10⁶ kWh.

Rédaction des «Pages de l'UCS»: Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité, 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 tires à part de ces pages sont en vente au secrétariat de l'UCS, au numéro ou à l'abonnement.