# De la valeur commerciale de la production d'énergie électrique

Autor(en): **Leresche, R.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **79 (1953)**

Heft 11-12

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-59771

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

# DE LA VALEUR COMMERCIALE DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

par R. LERESCHE, ingénieur E.P.U.L., Motor-Columbus S. A., Baden

## I

Partie de zéro vers la fin du siècle passé, l'utilisation pratique de l'électricité a vécu un développement qu'aucun des pionniers des débuts n'aurait pu prévoir. Des quelques petites lampes à incandescence et des faibles moteurs employés à l'origine, l'usage de l'électricité a pris une telle ampleur qu'il n'est pas possible de se représenter la vie moderne sans elle. La Suisse produit actuellement à elle seule 12 milliards de kWh par an, ce qui représente environ 2500 kWh par habitant et par an. Quel progrès technique réalisé en un temps relativement si court !

Il est connu qu'en Suisse la production d'électricité est, pour la plus grande partie, d'origine hydraulique. Comme les débits de nos cours d'eau sont plus importants en été, au moment de la fonte des neiges et des glaciers, et que les besoins d'énergie sont plus élevés en hiver, il est logique que la valeur marchande de l'énergie subisse des fluctuations au cours de l'année en raison de la loi de l'offre et de la demande. Pour compenser le manque d'énergie en hiver on se voit dans l'obligation d'en accumuler sous la forme d'énergie potentielle de l'eau dans les grands bassins d'accumulation situés à haute altitude. Une autre possibilité commerciale d'accumulation en grandes quantités et sous forme rationnelle n'existe pas encore.

Ces conditions spéciales rendent nécessaire de considérer de façon approfondie la rentabilité des projets d'usines hydro-électriques avant de les construire. La méthode un peu simpliste de calculer seulement le prix de revient du kWh qui était employée couramment par le passé ne suffit plus, parce qu'elle ne tient pas assez compte des caractéristiques essentielles de l'énergie produite. Il est par exemple fort possible qu'une centrale au fil de l'eau produisant le kWh à 2 ct soit moins rentable qu'une usine à accumulation annuelle dont le prix de revient serait de 4 ct/kWh. Pour pouvoir comparer entre eux divers projets d'aménagement, il est indispensable de mettre en compte non seulement le coût, mais aussi la valeur marchande de l'énergie, fonction de la disponibilité suivant les saisons et les heures de plus forte demande, ce qu'on désigne par la « qualité » de la production.

## II

C'est la raison pour laquelle l'Association suisse pour l'aménagement des eaux a adopté et publié en 1949 les directives pour l'étude comparative de la rentabilité d'avant-projets d'usines hydrauliques. La grande innovation de cette méthode a été d'établir une base de comparaison en partant de la valeur marchande de l'énergie produite par une usine donnée, d'une part, et du coût de cette production, d'autre part. Pour pouvoir exprimer cette relation en chiffre on a créé ce que l'on a appelé le quotient d'évaluation et qui se définit par la fraction :

$$\frac{\text{valeur marchande de l'énergie}}{\text{frais annuels de production}} = \text{quotient d'évaluation.}$$

Comme il n'y a pas en Suisse, ni ailleurs du reste, de marché proprement dit de l'énergie, il a fallu partir de l'hypothèse d'un marché conventionnel, dont l'échelle des prix tient compte des conditions principales afférentes à l'offre et à la demande. Tout d'abord on a distingué la production en année sèche, c'est-à-dire l'énergie qui, théoriquement, est disponible toutes les années et qui de ce fait a une valeur marchande plus élevée et la production complémentaire en année moyenne dont la valeur est inférieure puisqu'elle fait défaut lorsque l'hydraulicité est déficiente. Pour chacune de ces deux catégories principales on a adopté pour chaque mois une valeur déterminée en distinguant encore entre la production en heures pleines et celle en heures creuses. Cela donne en tout 48 valeurs mensuelles permettant de calculer de façon relativement précise la valeur marchande conventionnelle de la production des usines considérées.

Pour tenir mieux compte encore de la valeur marchande plus élevée de la production concentrable, au gré du consommateur, des usines avec bassins d'accumulation annuelle, on a de plus introduit un supplément d'évaluation pour l'énergie accumulable de l'été sur l'hiver. Ce supplément est calculé en fonction de la puissance installée dans l'usine et donne à cette énergie de haute qualité le poids qu'elle mérite. Enfin, pour les usines au fil de l'eau à forte production estivale, un facteur de réduction est appliqué aux quantités d'énergie excédentaires produites en été, cela atténue la valeur de cette énergie souvent difficile à écouler.

Toutes les valeurs du marché conventionnel considéré s'entendent pour de l'énergie livrée en très haute tension dans la région principale de consommation, soit la région à forte concentration industrielle de la Suisse.

Les directives contiennent par ailleurs un schéma pour le calcul du coût de l'aménagement et un tableau des frais annuels en fonction du type de l'usine, de l'importance du barrage, de la puissance des installations et de la durée d'utilisation de la production. Pour dresser ce tableau, il a été nécessaire d'admettre un certain nombre d'usines-types avec une répartition donnée du coût des installations sur les différents ouvrages tels que galerie, conduite forcée, équipement électromécanique, etc., car les taux des charges annuelles pour l'exploitation, l'entretien et le renouvellement sont différents pour chacune de ces parties. Pour une usine présentant des caractéristiques très diffé-

rentes de l'usine-type, par exemple une galerie d'une longueur exceptionnelle, il serait indiqué de corriger le facteur des frais annuels.

Comme le numérateur du quotient d'évaluation, la valeur marchande s'entend pour la région principale de consommation, il faut, pour avoir une même base de comparaison, que le dénominateur comprenne, en plus des frais de production des usines qui en sont plus ou moins éloignées, les frais annuels de la transmission de l'énergie jusqu'à cette région. Les directives contiennent un tableau facilitant le calcul sommaire de ces frais de transmission en fonction de la puissance transmise et de la distance.

III

Il est évident que ces directives ne permettent pas de déterminer la rentabilité absolue d'un projet. Par contre elles sont un moyen précieux pour comparer entre eux des projets d'usines et cela est du reste stipulé explicitement dans l'avant-propos des directives où il est dit qu'elles ne sauraient être utilisées « à un autre but que celui de juger de la rentabilité relative d'avant-projets d'usines hydrauliques ».

Les résultats obtenus jusqu'à maintenant par l'emploi de ces directives sont favorables ; elles ont rencontré un grand intérêt auprès des entreprises d'électricité, surtout maintenant que l'on tend de plus en plus à créer, pour les très grandes usines, des sociétés avec partenaires fixes. Les ingénieurs disposent ainsi d'une base de discussion commune qui permet d'éviter de longues mises au point et de faciliter les pourparlers souvent laborieux, ce qui est fort appréciable. Les directives ont même été appliquées à l'étranger par des producteurs d'énergie qui s'en sont servis pour leurs propres projets.

Une possibilité de comparaison saine et juste est actuellement d'autant plus nécessaire que les chutes qui restent encore à équiper en Suisse sont généralement, par la force des choses, moins avantageuses au point de vue économique que celles déjà utilisées. Il est donc impérieux de chercher dans chaque cas la solution optimum et cela non seulement pour l'ensemble d'un projet, mais aussi pour tel ouvrage particulier, ainsi par exemple l'importance du barrage, la dimension des galeries, la puissance électromécanique à installer, etc.

Si dans leurs formes actuelles les directives ont fait leurs preuves, il est possible d'envisager quelques améliorations, entre autres en ce qui concerne l'évaluation de la production des usines à accumulation d'hiver. En effet, les directives admettent pour l'énergie d'hiver en heures pleines une durée d'utilisation de 1860 heures, soit environ 13 heures par jour ouvrable. Or, il est un fait qu'une concentration plus poussée sur un moins grand nombre d'heures présente des avantages certains en permettant de moduler mieux la production selon la forme du diagramme de consommation. Il serait donc indiqué d'affiner encore les possibilités d'évaluation de cette catégorie d'énergie spécialement importante dans notre économie énergétique suisse, en la subdivisant en tranches plus petites.

IV

On peut à ce sujet se demander comment se développeront à l'avenir nos moyens de production d'électricité. Pour le moment nous produisons environ 12 milliards de kWh. Quand les usines dont la construction est décidée seront toutes en service, on atteindra environ 18 milliards de kWh par an. Une mise en valeur de toutes les forces hydrauliques du pays qui peuvent être considérées comme utilisables permettrait à vue humaine de réaliser au total environ 28 milliards de kWh.

Et ensuite ? Il n'est pas facile de répondre à cette question, mais on peut admettre avec quelque certitude que, sauf inventions extraordinaires, les nouveaux appoints d'énergie, que ce soit de la production thermique à base de charbon ou d'huile, de la production hydraulique de provenance lointaine (Norvège, Afrique centrale, etc.) ou de la production d'origine nucléaire, ne présenteront pas l'avantage d'une concentration sur les périodes et heures de plus forte demande, soit à cause des caractéristiques de production, soit par suite du coût important des transmissions à très grandes distances.

Comme d'autre part il faut s'attendre à ce qu'avec le temps le diagramme de consommation accuse des pointes plus marquées, du fait de l'accroissement constant du coût de production de l'énergie, les usines à accumulation seront alors très probablement appelées,

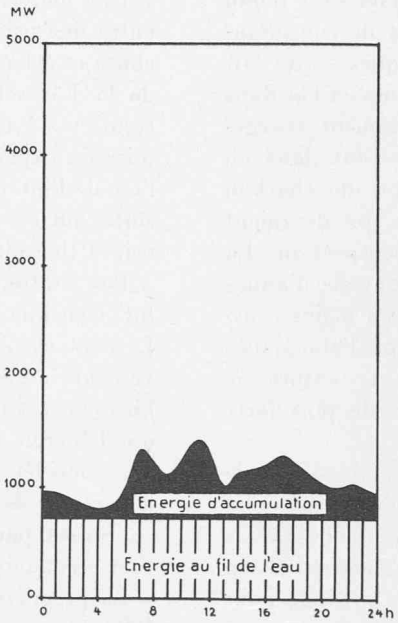


Fig. 1. — Diagramme journalier d'hiver des usines électriques suisses pour la production actuelle de 12 milliards de kWh.

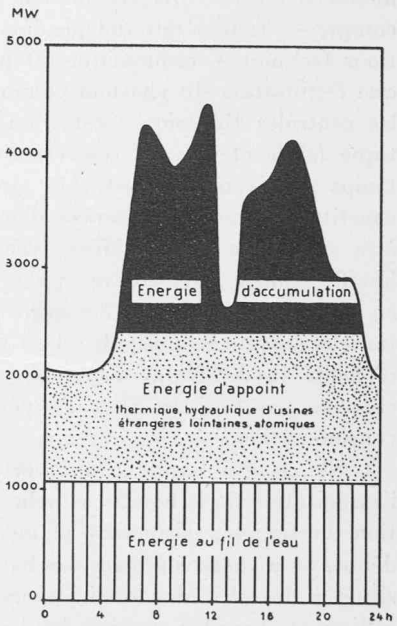


Fig. 2. — Prévision pour un diagramme journalier d'hiver des entreprises électriques suisses au moment où les besoins d'énergie atteindront 40 milliards de kWh.

en raison de leur souplesse d'adaptation, à faire un service plus différencié avec puissances plus grandes pendant des temps plus courts (diagrammes). Une plus forte possibilité de concentration de l'énergie sera donc d'un grand avantage et il y a lieu de tenir compte, pour les aménagements de ces prochaines années et dans la mesure où la rentabilité le permet, de la nécessité future d'une concentration plus forte de la production hydraulique.

L'énergie électrique a eu, jusqu'à maintenant, un essor exceptionnel qui n'a trouvé son pendant que dans le développement des moyens de transports automobiles ; elle va de toute probabilité poursuivre sa courbe ascendante et devenir toujours plus indispensable à l'homme. Avec des disponibilités en énergie suffisantes et une mise en valeur judicieuse de nos forces hydrauliques on peut contribuer à préparer une ère de prospérité du pays. Dans ce sens, les directives pour l'étude comparative de la rentabilité d'avant-projets d'usines hydrauliques seront sûrement d'une grande utilité et permettront de réaliser la meilleure utilisation de notre seule « matière première » nationale.

# LE DÉVELOPPEMENT EN SUISSE DE L'ACCUMULATION SECONDAIRE D'ÉNERGIE HYDRAULIQUE

par R. THOMANN, ingénieur E.P.U.L., directeur de Sulzer Frères, Winterthour

La tâche essentielle du producteur d'énergie est d'utiliser au gré des besoins les moyens mis à sa disposition par la nature.

Au début, cette tâche n'avait rien de compliqué, car la production était surabondante, tandis qu'aujourd'hui l'augmentation énorme de la demande a rendu le problème extraordinairement complexe, et les installations existantes ont peine à satisfaire la demande d'énergie.

En Europe, on eut recours à la coopération entre les centrales hydrauliques, dont l'implantation est imposée par la nature, et les centrales thermiques des bassins houillers. Ce n'est que récemment que l'on s'est rendu compte — tout à fait indépendamment de considérations techniques, économiques et politiques — du fait que l'utilisation du charbon comme combustible dans les centrales thermiques est d'un rendement énergétique faible et que les réserves s'épuiseront dans un temps relativement court. Les gisements de charbon constituent donc des réserves d'énergie qui devraient être exploitées et fructifiées avec circonspection. La houille blanche, par contre, qui se renouvelle d'année en année, est une source d'énergie plus ou moins constante et surtout inépuisable ; il est vrai que l'abondance d'énergie hydraulique disponible dans la nature ne coïncide pas toujours avec les périodes de plus forte consommation.

C'est ce qui explique l'importance croissante de l'exploitation de la houille blanche et de son accumulation journalière, saisonnière et même annuelle. Dès le début, on a cherché à créer des bassins d'accumulation situés à des altitudes aussi élevées que possible, pour utiliser au fur et à mesure des besoins l'énergie ainsi accumulée.

Dans le cas de l'accumulation primaire ou naturelle, les apports d'eau sont amenés par gravité dans le bassin. En revanche, l'accumulation secondaire ou par pompage prend l'eau d'un réservoir inférieur (lac, bassin artificiel ou rivière) et la refoule dans un réservoir supérieur ; il s'agit donc d'un apport artificiel et simultanément d'une valorisation d'énergie : un excédent d'énergie de valeur économique faible est transformé en énergie de pointe, de valeur élevée.

L'idée de l'accumulation primaire est née lors de la réalisation des premières usines hydro-électriques. On se bornait cependant à des bassins de compensation journalière, et ce n'est qu'en 1900 que l'on créa pour la première fois un bassin plus important : l'usine de Kubel fut dotée d'un réservoir d'accumulation artificiel.

Une nouvelle étape fut franchie par la combinaison entre une usine au fil de l'eau avec une usine à haute chute et à bassin d'accumulation : en 1908, la centrale de la Löntsch, alimentée par le lac de Klöntal, fut connectée à l'usine de Beznau sur l'Aar, qui avait été mise en exploitation en 1902. C'est alors que s'ouvrit l'ère de l'interconnexion des centrales, qui a pris par la suite son essor bien connu ; plus tard seulement, les usines thermiques furent incorporées au système.

Par contre, l'accumulation secondaire par pompage fut accueillie au début avec beaucoup de scepticisme. Le coût élevé de l'équipement et le rendement relativement faible du cycle : moteur-pompe-conduite-turbine-génératrice n'étaient guère encourageants, tandis que l'énergie thermique était disponible à bon marché. Des considérations d'économie nationale d'une part, et les progrès de la technique d'autre part, ont cependant, en Suisse particulièrement, rendu viable l'accumulation secondaire.

La première installation de ce genre fut projetée en 1882/83, par M. Bürkli, ingénieur de la ville de Zurich, pour l'usine de Letten. La capacité d'accumulation était de 18 000 m³ et la chute d'environ 157 m. En 1899, la Société des Usines de Roll construisait pour ses fabriques de Choindez une