

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 52 (1961)
Heft: 9

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

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

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

Risques d'interaction entre réseaux voisins télécommandés

par J. Pelpel, Montrouge

621.391.814 : 621.398 : 621.316.1

L'auteur mentionne tout d'abord quelques raisons qui, à son avis, militent en faveur d'une fréquence unique de télécommande centralisée et examine ensuite les problèmes posés par l'interaction entre des réseaux voisins télécommandés. Il arrive à la conclusion que l'affirmation selon laquelle les fréquences élevées présentent moins de risques d'interférences que les fréquences basses, semble prêter à caution et mérite une analyse plus serrée.

Der Autor nennt einleitend einige Gründe, die seines Erachtens für die Verwendung einer einheitlichen Steuerfrequenz sprechen und äussert sich dann zum Problem der gegenseitigen Beeinflussung benachbarter Netzkommandoanlagen. Der Verfasser kommt zum Schluss, dass die Behauptung, die Gefahr gegenseitiger Beeinflussung von Netzkommandoanlagen sei bei höheren Frequenzen geringer als bei niederen Steuerfrequenzen, mit Vorsicht aufzunehmen sei und erst noch näher geprüft werden müsse.

De deux articles parus récemment dans le Bull. ASE¹⁾, il résulte que les risques d'interaction entre réseaux voisins sont d'autant plus faibles que la fréquence de télécommande est plus élevée et que, de ce fait, si les fréquences basses peuvent être acceptées dans des réseaux nationalisés comme en France où les mêmes ordres sont à transmettre sur toute l'étendue du territoire, elles ne peuvent convenir pour les pays à structure indépendante comme la Suisse.

Cette affirmation mérite d'être analysée de plus près.

1. Il est certain que, si des fréquences de télécommande *différentes* sont choisies pour chaque réseau de distribution, les risques d'interaction sont réduits au minimum, et ce point ne fait pas l'objet de notre discussion. Mais il y a lieu de remarquer ce qui suit :

A. Le nombre de fréquences de télécommande possibles est limité, et que ce serait sérieusement limiter le nombre d'installations que de vouloir choisir pour chacune d'elles une fréquence particulière. On est donc amené à réutiliser les mêmes fréquences sur des réseaux suffisamment éloignés, et les risques d'interférences doivent être examinés de toutes les façons.

B. La fabrication de relais récepteurs accordés à des fréquences particulières propres à chaque réseau limite l'importance des séries, ce qui devrait avoir une répercussion sur les délais et les prix.

C. Une des raisons essentielles qui militent en faveur d'une *même* fréquence de télécommande pour tous les réseaux est le problème des extensions aux frontières entre réseaux.

Supposons deux réseaux voisins alimentés respectivement par un poste *A* et un poste *B*. Dans un réseau nationalisé si, du fait de l'augmentation des charges et de l'extension des villes, on est amené à créer un poste *C* à égale distance entre *A* et *B*, pour

reprendre une partie des charges primitivement alimentées par *A* et *B*, la transformation peut se faire sans difficulté, la même fréquence de télécommande étant émise dans chacun des postes *A*, *B* et *C*; les relais récepteurs continuent à recevoir les signaux qui leur sont destinés. De plus, si des secours doivent être établis, ils peuvent être réalisés de poste à poste sans difficultés particulières.

Au contraire, si *A* et *B* appartiennent à deux sociétés différentes, et si des fréquences d'émission particulières sont émises sur chacun de ces réseaux, l'extension envisagée risque d'entraîner des dépenses importantes, car les relais récepteurs de la nouvelle zone créée risquent de devoir être changés et accordés à une nouvelle fréquence²⁾.

Si la même fréquence de télécommande peut être choisie pour tous les réseaux, on aura grandement simplifié les problèmes et on pourra alors envisager une extension massive des applications de la télécommande.

Il convient donc d'examiner les risques d'interaction entre réseaux voisins, lorsque la même fréquence de télécommande est utilisée. Ces risques sont-ils plus grands ou plus faibles aux fréquences élevées?

2. Il est un point qui semble avoir été négligé, c'est la sensibilité des relais récepteurs. Supposons une installation de télécommande émettant des signaux avec un niveau U_E exprimé en pour-cent de la tension nominale à 50 Hz.

Les relais récepteurs doivent avoir une sensibilité U_R qui permette de recevoir ces signaux malgré les chutes de tension le long des réseaux de distribution. Enfin, on définit une tension de seuil U_S au-dessous de

¹⁾ Remarque de la rédaction: lorsqu'un cas de ce genre se présente pratiquement en Suisse, on ne crée pas une nouvelle zone de distribution *C*, mais l'entreprise *A* établit une nouvelle zone *A*₁, télécommandée avec la fréquence employée par *A*, tandis que l'entreprise *B* établit une nouvelle zone *B*₁ utilisant la même fréquence que *B*. De cette façon, chacune des deux entreprises peut continuer à exploiter son réseau avec la même fréquence de télécommande, et aucun récepteur ne doit être remplacé.

²⁾ Rev. gén. Electr. t. 64(1955), n° 10, p. 75...84.

¹⁾ Voir Bull. ASE t. 50(1959), n° 23, p. 1157...1160 et t. 51(1960), n° 21, p. 1126...1127.

laquelle les relais restent complètement insensibles. Les signaux parasites des réseaux voisins doivent rester inférieurs à U_S ; U_S est plus petit que U_R et le rapport $\frac{U_R}{U_S} > 1$ dépend des caractéristiques constructives des relais récepteurs.

Le rapport $\frac{U_E}{U_R}$ dépend de la fréquence d'émission d'après l'article de MM. Cahen et Pringent, de l'Electricité de France, paru dans la Revue générale de l'Electricité³⁾. Ce rapport peut atteindre, sur les réseaux basse tension aériens chargés:

$$\begin{array}{ll} 1,36 & \text{à } 175 \text{ Hz} \\ 2,5 & \text{à } 485 \text{ Hz} \\ 4,8 & \text{à } 1000 \text{ Hz} \end{array}$$

On voit donc que le rapport $\frac{U_E}{U_S}$, qui définit les risques d'interaction entre réseaux voisins, peut être d'autant plus réduit que la fréquence d'émission est plus basse.

De ce point de vue, la fréquence 175 Hz choisie par l'Electricité de France semble avantageuse, et, d'après les cahiers des charges publiés par cette entreprise, le rapport $\frac{U_E}{U_S}$ doit être plus petit que 3, alors que le rapport $\frac{U_E}{U_R}$ doit être plus grand que 1,5.

Si nous voulons garder les mêmes sécurités aux fréquences plus élevées, on devrait imposer:

$$\begin{array}{ll} \text{à } 485 \text{ Hz} & \frac{U_E}{U_S} < 5,5 \text{ et } \frac{U_E}{U_R} > 2,8 \\ \text{à } 1000 \text{ Hz} & \frac{U_E}{U_S} < 10,6 \text{ et } \frac{U_E}{U_R} > 5,3 \end{array}$$

Ces conditions sont rarement réalisées dans la plupart des installations suisses.

3. Les risques d'interaction entre installations voisines fonctionnant à la même fréquence et au même niveau d'émission sont définies par le rapport $\frac{U_E}{U_P}$, U_E étant le niveau d'émission et U_P le niveau reçu sur le réseau voisin; le rapport $\frac{U_E}{U_P}$ doit être plus grand que $\frac{U_E}{U_S}$ défini précédemment.

Définissons une tension U'_P , qui est la tension résiduelle apparaissant sur le réseau d'interconnexion, lorsque les émissions sont faites sur un réseau de distribution déterminé.

Dans le cas des *émissions en série*, $U'_P \approx U_P$, et le niveau reçu sur le réseau voisin est sensiblement le même que celui relevé sur le réseau d'interconnexion.

Au contraire, dans le cas des *émissions en parallèle*, U_P peut être très différent de U'_P . En effet, le circuit de couplage du poste émetteur du réseau voisin constitue un shunt résonant présentant une faible impé-

dance à la fréquence de commande. Il en résulte une atténuation du signal à travers la réactance de fuite du transformateur de liaison, et U_P peut être sensiblement plus petit que U'_P . Théoriquement, cette considération milite en faveur des fréquences élevées qui sont généralement émises en parallèle. Mais pratiquement, pour que cette atténuation se produise, il faut deux conditions:

- L'accord du circuit de couplage du poste d'émission du réseau sur lequel la tension U_P est mesurée doit être exactement à la fréquence de commande de l'émetteur du réseau voisin, car si un désaccord se produit, dû aux variations de température, le courant absorbé par ce shunt peut être décalé en avant ou en arrière, ce qui peut entraîner une résonance et, dans ce cas, U_P pourrait être plus grand que U'_P . Or, il faut remarquer que les systèmes à fréquence élevée ne comportent généralement pas de réglage de la fréquence d'émission, le risque envisagé a donc une probabilité assez grande de se produire.
- Les émetteurs des réseaux voisins doivent avoir des horaires d'émission nettement décalés, ou, au contraire, parfaitement synchronisés, car au moment où l'alternateur d'émission est relié au circuit de couplage, il désaccorde ce dernier qui ne remplit plus sa fonction de shunt résonant, le niveau U_P peut donc varier suivant que l'émetteur local émet ou n'émet pas d'impulsions de commande.

En conclusion, il est à craindre que cet avantage théorique en faveur des émissions en parallèle à fréquence élevée n'apparaisse souvent illusoire. Si des essais systématiques ont été faits en fonction de la stabilité des fréquences d'émission et de la stabilité des accords des circuits de couplage, nous aimerions en connaître les résultats sur des réseaux puissants et voisins, reliés à un même réseau d'interconnexion.

Dans le cas des *émissions en série*, la tension U'_P croît généralement avec la fréquence, l'impédance de court-circuit du réseau d'interconnexion étant généralement réactive.

Si la capacité du réseau d'interconnexion est importante, elle forme une résonance parallèle avec la réactance de court-circuit qui accroît l'impédance amont et la valeur de $U'_P \approx U_P$.

En première approximation par excès:

$$\frac{U_E}{U_P} \approx \frac{Z_A}{Z_{CC}}$$

Dans cette formule, Z_A représente l'impédance de charge du réseau, elle-même inversement proportionnelle à la puissance P_R du réseau de distribution, et Z_{CC} l'impédance de court-circuit, inversement proportionnelle à $P_{CC} \cdot \frac{50}{f}$; P_{CC} est la puissance de court-circuit du réseau d'interconnexion et f fréquence d'émission.

En résumé:

$$\frac{U_E}{U_P} \approx \frac{Z_A}{Z_{CC}} \approx \frac{P_{CC}}{P_R} \cdot \frac{50}{f}$$

et l'on voit que, dans le cas des émissions en série, la tension résiduelle perturbatrice U_P est proportionnelle à la fréquence d'émission. Cette considération milite en faveur des fréquences basses. La formule permet de définir avec une approximation suffisante les risques d'interaction entre réseau voisins; elle montre, que ses risques diminuent avec le développement des réseaux, la puissance de court-circuit P_{CC} croissant dans le temps.

Si nous prenons $\frac{U_E}{U_S} > 3$ et si $\frac{U_E}{U_P} \geq \frac{U_E}{U_S}$, on voit que la condition nécessaire pour éviter toute interaction est:

$$P_R \cdot \frac{f}{50} \cdot 3 < P_{CC}$$

En d'autres termes, à 175 Hz la puissance de court-circuit du réseau d'interconnexion doit être supérieure à 10,5 fois la puissance du réseau sur lequel les émissions sont faites à un instant donné. Cette condition semble facilement satisfaite et, à notre connaissance, la centaine de postes d'émission à 175 Hz installés en France, représentant une puissance installée de 6000 MW à 50 Hz, ne soulèvent aucun problème d'interaction entre postes voisins.

Dans le cas des émissions en parallèle, si l'on admet que l'impédance apparente du réseau d'interconnexion est purement réactive, la tension résiduelle U_P est indépendante du choix de la fréquence d'émission pour un même niveau U_E .

En fait, si l'on tient compte de la capacité de ce réseau, des résonances peuvent apparaître, et si l'on fait croître régulièrement la fréquence d'émission, U_P passe par un maximum à une fréquence déterminée, qui dépend des caractéristiques du réseau. Ceci conduit certains constructeurs à choisir la fréquence d'émission en fonction des caractéristiques des réseaux. Mais ces caractéristiques variant dans le temps, telle fréquence qui peut apparaître optimale à un instant donné risque de ne plus l'être par la suite, et, là encore, nous pensons qu'il est préférable de choisir un système valable pour tous les réseaux, quelles que soient leurs caractéristiques.

Si l'on compare les avantages des émissions en série et des émissions en parallèle, on constate que la tension résiduelle U_P est sensiblement la même pour les fréquences d'émission voisines de 500 Hz, quel que soit le mode d'émission, en série ou en parallèle.

Au contraire, cette tension U_P est plus faible, avec des émissions en série pour des fréquences inférieures à 500 Hz, et avec des émissions en parallèle pour les fréquences supérieures.

En conclusion, nous pensons que l'affirmation tendant à admettre que les fréquences élevées présentent moins de risques d'interférences que les fréquences basses semble prêter à caution et mérite une analyse plus serrée.

Adresse de l'auteur:

J. Pelpel, directeur à la Compagnie des Compteurs, Place des Etats-Unis, Montrouge, près Paris.

Calcul graphique de constantes tarifaires

par M. Nussbaumer, Bâle

518.3 : 621.311.03.13 : 658.8.035

Après avoir rappelé sommairement la structure des modes les plus usités de tarification de l'énergie électrique, l'auteur décrit un système nomographique qui permet de déterminer les différents éléments constitutifs du prix moyen. Quelques exemples illustrent ensuite l'usage des diagrammes présentés.

Einleitend werden Angaben über den Aufbau der hauptsächlichsten Tarifarten gemacht, die zur Verrechnung der verkauften elektrischen Energie angewandt werden. Anschliessend beschreibt der Verfasser eine Netztafel zur graphischen Ermittlung der in der Gleichung für den Durchschnittspreis auftretenden Grössen. Die Anwendung der Tafel für Tarifberechnungen wird anhand einiger Beispiele gezeigt.

Les questions de tarif sont l'une des préoccupations constantes des entreprises d'électricité. En particulier, elles ont souvent à calculer les prix auxquels ils conviendrait de facturer l'énergie électrique aux grands consommateurs, et à déterminer, toutes autres grandeurs étant données, les prix moyens de l'énergie ou de la puissance, la durée d'utilisation, la puissance absorbée, le prix moyen résultant de la fourniture ou encore les recettes globales découlant de celle-ci.

En général, ces grandeurs se déterminent sans égard à leur interdépendance mathématique, c'est-à-dire que le même problème se calcule entièrement pour différents paramètres. Ce mode de faire, outre qu'il exige beaucoup de temps, a l'inconvénient majeur d'ôter toute vue d'ensemble du problème. Il existe cependant entre les différentes données des relations simples, qui se calculent aisément et surtout se représentent graphi-

quement par des droites que deux points suffisent à déterminer.

Nous présentons ci-après un artifice de calcul sous forme de nomogramme. Une telle méthode graphique a l'avantage bien connu d'offrir une vue d'ensemble du problème à résoudre, tout en fournissant rapidement et exactement les valeurs cherchées.

L'influence des données de base et des variables sur le résultat final apparaît immédiatement et avec une remarquable exactitude. Lorsqu'une question nouvelle se pose, il suffit de modifier l'une des variables et l'on peut déterminer sans calcul les valeurs correspondantes.

A. Prix de revient de la fourniture

Une installation d'abonné absorbant une puissance de P kW consomme annuellement A kWh. Supposons

que pour cette fourniture les frais fixes du distributeur par kW s'élèvent à f_P fr. par an et les frais variables à f_A fr. par kWh. Le prix de revient de la fourniture est donc pour une année:

$$F = f_P \cdot P + f_A \cdot A \quad (1)$$

Si l'on impute les frais annuels F à la seule puissance, ils seront en fr. par kW:

$$f'_P = \frac{F}{P} = f_A \cdot \frac{A}{P} + f_P = f_A \cdot t + f_P \quad (2)$$

où t représente la durée d'utilisation de la puissance $\frac{A}{P}$.

Si en revanche l'imputation de F se fait uniquement sur l'énergie consommée, l'on aura en fr. par kWh

$$f'_A = \frac{F}{A} = f_A + f_P \cdot \frac{P}{A} = f_A + f_P \cdot \frac{1}{t} \quad (3)$$

B. Prix de vente

Pour un tarif conforme aux coûts, les formules (1)...(3) valables pour F , f_A et f_P , c'est-à-dire pour les prix de revient, s'étendent aux prix de vente E , e_A et e_P , compte tenu d'une certaine marge de bénéfice¹⁾.

C. Les principaux modes de tarification

Tarif à forfait dépendant de la puissance installée

Le consommateur paie annuellement une somme fixe de $e'_P \cdot P$ fr., quelle que soit l'énergie électrique qu'il consomme; e'_P est par sa structure même un prix moyen. Ce tarif met l'accent sur les frais fixes de puissance. Il est indiqué dans tous les cas où les frais fixes sont déterminants et aussi lorsque la durée d'utilisation est connue d'avance et demeure approximativement constante.

Tarif monôme (tarif au compteur)

Ce tarif met l'accent sur les frais variables. Le consommateur paie l'énergie enregistrée par le compteur, c'est-à-dire $e'_A \cdot A$, quelle que soit la puissance appelée au cours de l'année. e'_A est aussi par sa structure un prix moyen. Ce tarif s'impose lorsque les frais variables sont prépondérants et, comme pour le tarif à forfait, lorsque la durée d'utilisation t est connue et varie peu.

Tarif binôme (tarif à taxe de base)

Alors que le tarif à forfait et le tarif au compteur mettent l'accent tantôt sur l'un tantôt sur l'autre des éléments constitutifs du prix de revient, le tarif binôme se conforme à la structure du coût de l'énergie. On peut le considérer comme une combinaison des deux formes fondamentales. Aux termes de ce tarif, le consommateur doit acquitter une taxe de base $e_P \cdot P$ pour la puissance maximum appelée P et, de plus, un montant $e_A \cdot A$ pour l'énergie A qu'il consomme.

Au lieu de la puissance maximum appelée, on peut retenir aussi la puissance installée, ou la puissance abonnée. Le tarif sera fondé sur la puissance installée dans le cas de petits consommateurs, pour lesquels une mesure effective serait trop onéreuse. Pour déterminer la puissance maximum appelée, il est fait usage d'appareils indicateurs ou enregistreurs (compteurs indicateurs de maxima, maxigraphes, etc.). Le tarif binôme s'appelle aussi tarif à taxe de base ou à taxe d'abonnement.

Le tarif binôme offre au preneur la possibilité de rationaliser son exploitation en s'appliquant par exemple à réduire la pointe (puissance appelée maximum) et à améliorer sa durée d'utilisation, obtenant ainsi une réduction du prix moyen résultant de ses achats d'énergie.

D. Détermination graphique du prix moyen résultant, de la durée d'utilisation et des recettes totales

On se propose de construire un nomogramme donnant le prix moyen résultant e'_A à partir de la formule (3) et cela sous forme d'un réseau de droites. Si par exemple e_A , e_P et t sont donnés, il s'agit de déterminer par calcul le prix moyen résultant e'_A , d'où la recette totale E pour une consommation donnée A . Au lieu du calcul, le nomogramme fournit immédiatement les grandeurs demandées.

Construction du nomogramme

Posons pour simplifier

$$e'_A = z \text{ et } e_P/t = b \quad (4)$$

Il en résulte:

$$z = e_A + b \quad (5)$$

et la formule (3) devient

$$E = A \cdot z \quad (6)$$

Dans un système de coordonnées rectangulaires d'axes e_P et b , la formule (4) est représentée par un faisceau de rayons issus de l'origine; la pente de ces rayons est donnée par $P/A = \frac{b}{e_P} = \frac{1}{t}$. A chaque valeur de la durée d'utilisation t , soit du quotient P/A , correspond une droite de coefficient angulaire déterminé.

Dans un autre système de coordonnées rectangulaires d'axes z et b , la formule (5) est figurée par une famille de droites parallèles e_A , inclinées à 45° . Il est indiqué d'utiliser pour l'ordonnée b la même échelle que dans la représentation de l'équation (4). L'abscisse orientée vers la gauche donne le prix moyen résultant z .

L'équation (6) peut à nouveau être représentée par un faisceau de rayons issus de l'origine d'un système de coordonnées d'axes rectangulaires z (vers la gauche) et E (vers la bas). A chaque rayon correspond une certaine quantité d'énergie électrique (consommation) A .

¹⁾ Bull. ASE, t. 51(1960), n° 16, p. 789...796.

On tracera aisément les rayons A non figurés, en reliant simplement à l'origine par une droite le point

d'ordonnée A situé sur la normale à z passant par $z = 10$ ct./kWh.

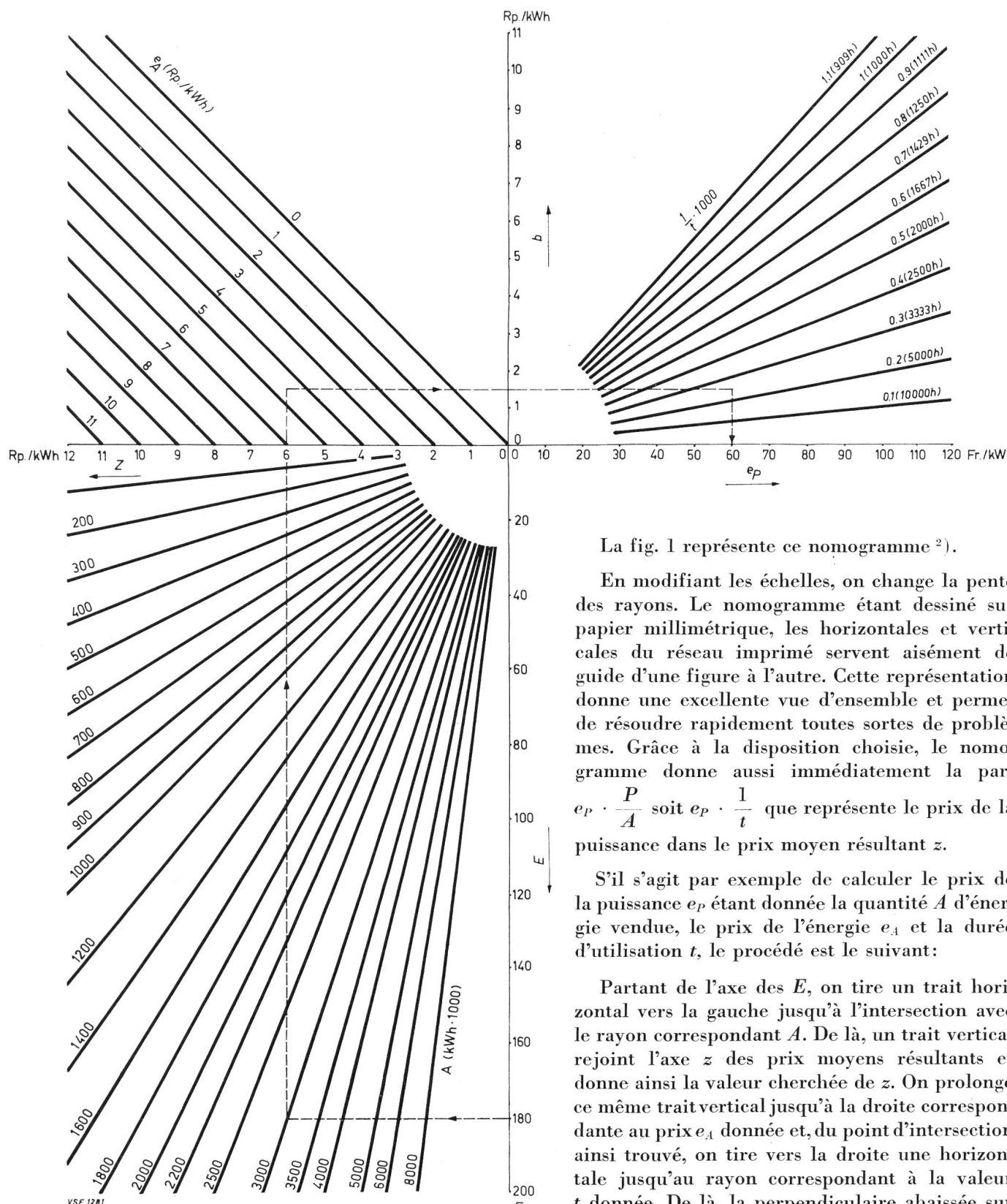


Fig. 1

Nomogramme pour la détermination de constantes tarifaires

- e_p Prix de la puissance
- e_A Prix de l'énergie
- E Recettes globales (en 1000 fr.)
- A Consommation
- z Prix moyen résultant de la fourniture
- t Durée d'utilisation
- b Part du prix de la puissance dans le prix moyen résultant de la fourniture

La fig. 1 représente ce nomogramme ²⁾.

En modifiant les échelles, on change la pente des rayons. Le nomogramme étant dessiné sur papier millimétrique, les horizontales et verticales du réseau imprimé servent aisément de guide d'une figure à l'autre. Cette représentation donne une excellente vue d'ensemble et permet de résoudre rapidement toutes sortes de problèmes. Grâce à la disposition choisie, le nomogramme donne aussi immédiatement la part $e_p \cdot \frac{P}{A}$ soit $e_p \cdot \frac{1}{t}$ que représente le prix de la puissance dans le prix moyen résultant z .

S'il s'agit par exemple de calculer le prix de la puissance e_p étant donnée la quantité A d'énergie vendue, le prix de l'énergie e_A et la durée d'utilisation t , le procédé est le suivant:

Partant de l'axe des E , on tire un trait horizontal vers la gauche jusqu'à l'intersection avec le rayon correspondant A . De là, un trait vertical rejoint l'axe z des prix moyens résultants et donne ainsi la valeur cherchée de z . On prolonge ce même trait vertical jusqu'à la droite correspondante au prix e_A donnée et, du point d'intersection ainsi trouvé, on tire vers la droite une horizontale jusqu'au rayon correspondant à la valeur t donnée. De là, la perpendiculaire abaissée sur l'axe des e_p fournit par simple lecture la valeur e_p cherchée du prix de la puissance. L'intersection de la dernière ligne horizontale avec l'axe des ordonnées de la

²⁾ A cause du manque de place, le nomogramme n'a pu être reproduit ici qu'à une échelle fortement réduite. L'original existe en format A 3 et peut être obtenu au prix de fr. 3.— l'exemplaire au Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité, Bahnhofplatz 3, Zurich 1.

partie supérieure du diagramme donne du même coup la part b du prix de la puissance dans le prix moyen résultant z de la fourniture.

Exemple 1 Tarif binôme

Données: $E = 180\,000$.- Fr./an, $A = 3\,000\,000$ kWh
 $e_A = 4,5$ ct./kWh, $t = 4000$ h

Demandé: $z, e_P, P, e_P \cdot \frac{P}{A} = b$

Solution: $z = 6$ ct./kWh, part de la taxe de base $b = 1,5$ ct./kWh,
 $e_P = 60$.- Fr./kW, $P = 750$ kW (calculé).

Exemple 2

Tarif au forfait dépendant la puissance, $e_A = 0$

Données: $P = 1200$ kW, $e_P = 60$.- Fr./kW,
 $t = 2000$ h

Demandé: z et les recettes annuelles E .

Solution: Partant du point $e_P = 60$.- Fr./kW, on suit la verticale vers le haut jusqu'au rayon $t = 2000$ h (soit le rayon déterminé par $1/t$ sur l'échelle linéaire). Puis on suit l'horizontale vers la gauche et on lit sur l'ordonnée b 3 ct./kWh $= z$ (symétrique de b par rapport à la droite $e_A = 0$). De $z = 3$ ct./kWh, on suit la verticale jusqu'à son intersection avec le rayon $A = 2\,400\,000$ kWh et de là, l'horizontale vers la droite détermine $E = z \cdot A = 72\,000$.- Fr.

Exemple 3 Tarif au compteur, $e_P = 0$

Données: $A = 3\,500\,000$ kWh, $e_A = 5$ ct./kWh $= z$

Demandé: E

Solution: $E = 175\,000$.- Fr.

Dans beaucoup de problèmes, ainsi que le démontre l'exemple suivant, de même que la formule (3), les grandeurs cherchées peuvent se lire directement sans que soient données la consommation et la puissance.

Exemple 4 Tarif binôme

Données			Lecture	
Prix de l'énergie e_A ct./kWh	Prix de la puissance e_P fr./kW	Durée d'utilisation t h	Prix moyen résultant z ct./kWh	Part de la taxe de base dans le prix moyen e_P/t ct./kWh
9	100.—	2000	14,0	5,0
9	90.—	2000	13,5	4,5
9	90.—	1500	15,0	6,0
9	90.—	3000	12,0	3,0

On voit clairement l'influence de la durée d'utilisation sur la part de la taxe de base dans le prix moyen résultant. Lorsque le prix de l'énergie et la taxe de base sont donnés, le prix moyen résultant ne dépend que du rapport P/A soit de t . C'est dire que plus augmente la durée d'utilisation, ou que plus diminue le rapport P/A , plus le prix moyen résultant baisse.

Fr. : Ra.

Adresse de l'auteur:

Max Nussbaumer, ing. dipl. EPF, Hardrain 15, Bâle.

Communications de nature économique

Le Service fédéral des eaux en 1960

Nous extrayons du compte rendu pour 1960 du Conseil Fédéral ce qui suit, concernant l'activité du Service fédéral des eaux:

A. Hydrographie

On se rend toujours mieux compte de l'importance de l'eau; d'où augmentation du nombre des demandes de levés hydrométriques et d'un aménagement correspondant du service hydrographique, surtout pour la protection des eaux. Des programmes d'une durée de plusieurs années, pour la construction de nouvelles stations de jaugeage et à la répartition des frais qui en résulteront, ont été établis, de concert avec différents cantons.

Le nombre des stations hydrométriques s'est élevé à 300 (1959: 295); 172 de ces stations sont en même temps des stations de jaugeage. 263 (258) limnigraphes et 2 (2) enregistreurs de courant sont en service. 1159 (1184) jaugeages ont été effectués aux stations, soit un nombre inférieur à celui de l'année dernière. Cela s'explique par la construction de nouvelles stations de montagne qui assurent des conditions plus stables et permettent une réduction des travaux de mesure. Divers relevés et études ont exigé 84(81) autres jaugeages.

On a procédé régulièrement, dans 11 stations, à des prélèvements d'échantillons d'eau à l'intention de l'institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux. Le nombre des tarages de moulinets hydrométriques s'est élevé à 539(662); 173 (330) ont été effectués contre paiement pour des organismes étrangers au service.

On a examiné, pour le compte des chemins de fer fédéraux, l'influence de l'usine prévue à Emosson sur l'économie hydraulique des usines des chemins de fer fédéraux du Trient et de Vernayaz.

Le groupe d'experts préposé à l'étude du déclenchement artificiel des précipitations a déposé son rapport.

Les résultats des expériences du service en matière d'hydrométrie seront mis dorénavant à la disposition de la «International Standard Organisation»; le service des eaux a commencé son activité dans deux groupes de travail de cette organisation. Il a également une activité dans le groupe de travail pour l'hydrologie et l'économie hydraulique de la commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution. Le service a organisé à Sion une session du groupe de travail «Eau et Agriculture» de l'association de l'agriculture européenne.

B. Régularisation des lacs

1. *Lac Léman.* La délégation suisse a donné connaissance du résultat des études du service à la sous-commission technique de la commission franco-suisse pour l'aménagement du Rhône et la régularisation du Lac Léman. Ces études concernent une nouvelle régularisation du lac, en vue d'améliorer la navigation sur le Rhône inférieur en période de très basses eaux. La délégation française a demandé certaines précisions sur ces études. Elle a exprimé le désir que les autorités compétentes françaises soient mieux informées des manœuvres effectuées à Genève à la sortie du lac et le long du Rhône plus à l'aval, de nature à influencer sensiblement le débit du fleuve à son entrée en France. L'examen de ces diverses questions était fortement avancé à la fin de 1960.

2. *Lacs du pied du Jura.* Dans notre message du 29 mars, nous propositions d'accorder aux cantons intéressés à la II^e correction des eaux du Jura une subvention fédérale s'élevant à 40 pour cent du coût des travaux. L'Assemblée fédérale a toutefois élevé la subvention fédérale à 50 pour cent. L'arrêté fédéral est entré en vigueur le 5 octobre.

Il ressort des études sur la répartition des paliers de l'Aar entre Soleure et Wynau qu'une usine hydroélectrique pourrait être construite près de Flumenthal et présenterait l'avantage de suppléer au barrage régulateur prévu en aval de Soleure dans le

projet de la II^e correction des eaux du Jura. Les cantons de Berne et de Soleure ont été invités à accélérer la procédure de concession pour cette usine en raison du rôle qu'elle sera appelée à jouer dans la II^e correction des eaux du Jura.

3. *Lac de Zurich.* Les travaux prévus par l'ancien projet de régularisation du lac de Zurich ont été terminés en automne. Comme des affouillements se produisent dans le lit de la Limmat lors des crues, il faudra établir quelles mesures complémentaires permettront de les empêcher à l'avenir.

Le service a mis au net des projets pour un règlement provisoire applicable jusqu'à l'achèvement de ces travaux de protection du lit de la Limmat.

4. *Lac de Lugano.* La majeure partie des travaux de la première étape — correction de la Tresa en aval du barrage de régularisation — est terminée. Les crues ont créé des difficultés et causé un retard important. La mise en adjudication des travaux de la 2^e étape — barrage régulateur et correction de la Tresa en amont du barrage — a eu lieu à la fin de 1960.

C. Utilisation des forces hydrauliques

I. Généralités

1. *Etudes.* Plan d'aménagement des forces hydrauliques de la Reuss, de Lucerne à son embouchure dans l'Aar.

2. *Collaboration aux travaux du service territorial.* La détermination des régions exposées à être submergées en cas de destruction des barrages est pratiquement terminée en ce qui concerne les ouvrages en construction ou prévus; ce travail devra être tenu à jour, en fonction des nouveaux projets et de leur réalisation.

II. Usines sur les cours d'eau frontières

Accumulation d'Emosson. Un projet français de convention franco-suisse a été soumis à un examen interdépartemental. Les pourparlers avec la France ne sont pas encore terminés, diverses questions devant encore être tirées au clair entre les chemins de fer fédéraux et la société des usines hydro-électriques d'Emosson.

Usine de Chancy-Pougny (Rhône). L'avenant du 1^{er} octobre 1954 à la concession du 28 décembre 1917 a pu enfin entrer en vigueur le 1^{er} avril 1960.

Usine du Refrain (Doubs). Les cantons de Berne et de Neuchâtel ont donné leur accord quant à l'octroi de la concession qui doit régler la nouvelle situation créée par l'élévation de la cote de retenue.

Usine de la Goule (Doubs). Le Conseil exécutif du canton de Berne a donné son accord à un projet d'approbation qu'avait demandé la société des forces électriques de la Goule en 1954; cette approbation concerne la surélévation du barrage dont les travaux sont déjà terminés.

Le Rhin entre Bâle et le lac de Constance. La question du futur concessionnaire de la nouvelle usine prévue à *Rheinfelden* approche de sa solution, soit du côté allemand, soit du côté suisse. La procédure d'approbation des plans pour l'usine hydraulique prévue de *Säckingen* est à peu près terminée. Un avenant définitif a été octroyé pour l'usine hydroélectrique d'*Albbruck-Dogern*, en remplacement de l'ancienne autorisation provisoire de surélever la retenue et d'utiliser le volume ainsi créé comme bassin de compensation pour l'exploitation de l'usine du Schluchsee. Une concession a été accordée pour l'usine hydraulique de Schaffhouse et les plans ont été mis à l'enquête publique.

Valle di Lei-Ferrera. Les travaux de construction ont fortement avancé et sont en partie terminés. Le barrage du Val di Lei a été achevé une année plus tôt qu'il avait été prévu; le dernier mètre cube de béton a été mis en place le 4 octobre 1960.

Le 15 juin 1960, les autorités suisses et italiennes ont procédé à un récolement provisoire du barrage. L'autorisation de remplir partiellement le bassin a été accordée à la société des usines hydro-électriques du Rhin postérieur S. A. L'eau ainsi accumulée ne sera utilisée provisoirement que dans les paliers cantonaux d'aval.

Forces hydrauliques du Spöl. Les efforts déployés en vue d'obtenir l'octroi et l'entrée en vigueur des concessions italiennes

pour la dérivation d'eaux du Spöl vers le bassin de l'Adda et pour l'aménagement d'une retenue près de Punt dal Gall ont été poursuivis.

Les travaux suivants ont été entre-temps exécutés, sur la base d'autorisation provisoires des autorités italiennes:

Par les usines électriques de l'Engadine S. A., sondages géologiques dans la région de la retenue de Livigno, à savoir à l'endroit du barrage de Punt dal Gall et en amont de la retenue, près du village de Santa Maria di Livigno; par l'azienda elettrica municipale di Milano, construction de galeries pour la future dérivation d'eaux du bassin du Spöl vers celui de l'Adda, sans entreprendre toutefois l'exécution des prises. Un accord concernant les installations hydrométriques a été conclu avec la section de Milan du service hydrographique italien.

La commission de surveillance italo-suisse chargée d'inspecter l'exécution des travaux a été créée.

III. Usines situées entièrement en Suisse

Etat, à fin 1960, de l'examen des projets selon l'article 5 de la loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques:

1. *Examinés:* Bockibach (Bocki II); eaux de Gadmen et du Gental (Hopflauen et Innertkirchen II); Glenner, Rhin de Vals et affluents (Lampertschalp-Lugnez); Laaxerbach; Reuss (Andermatt-Göschenen); affluents du Schächen (Schächental); Rhin de Somvix et adduction en provenance du massif de Medels (Greina); Tamina, Seez supérieur et affluents (région de Sargans); Rhin antérieur Ilanz-Reichenau (2 projets).

2. *A l'examen:* Arve (Bout-du-Monde), Landquart et affluents (2 projets), Rhin (Reichenau V et VI).

IV. Statistique

Les changements suivants sont intervenus dans l'aménagement de nos forces hydrauliques:

1. Usines suisses mises en service:

Aarau (transformation de la centrale I), usines du Val Bregaglia (retenue maximum dans l'accumulation d'Albigna, achèvement des usines de Löbbia et de Castasegna), usine du Blenio (achèvement de Biasca), Brigels-Tavanasa, Gougria (retenue maximum dans l'accumulation de Moiry), Grindelwald (agrandissement), Rhin postérieur (mise en service du premier groupe à Sils), Laufenbourg (remplacement des deux anciens groupes), Lizerne (achèvement d'Ardon), Mattmark (mise en service de l'usine auxiliaire de Saas-Fee), usine du Misox (mise en service du premier groupe à Soazza et retenue partielle dans l'accumulation d'Isola), usine de la Muota (centrale d'Hinterthal, avec la Muota et l'Hüribach).

2. Usines en construction le 31 décembre 1960:

- a) Usines à accumulation: Blenio (Olivone, Luzzzone), Oberhasli (Gental-Führen), Gletsch-Massa (Bitsch), Göscheneralp et Andermatt-Göschenen, Grande-Dixence (prises d'eau spéciales et galeries d'amenée dans la vallée de Zermatt), Rhin postérieur (Sils, Ferrera, Bärenburg), Linth-Limmern (Thierfeld, Linthal), Mattmark, Misox (achèvement de Soazza, d'Isola et de Valbella), Oberalpsee, Palasui (achèvement avec l'accumulation des Toules), Sanetsch, Rhin antérieur (Sedrun et Tavanasa avec l'accumulation de Nalps).
- b) Usines à haute chute: Bergell (usines auxiliaires de Maroz et de la Bondasca), Bockibach-Erstfeld, Brigels-Tavanasa (adduction), Mauvoisin (usine auxiliaire de Chanrion), Dallenwil, Engelberg-Obermatt (agrandissement), Gougria (adduction et usine auxiliaire de Lona), Lizerne (adduction de la Morge), Muota (Ruosalp), Oberseetal-Näfels, Sihl-Höfe, Erlenbach-Simmenfluh.
- c) Usines à basse chute: Aarau-Rüschlig, Niederried-Radelingen, Reichenau-Ems, Thoune.

Grâce à ces usines, la puissance disponible et les possibilités de production de nos forces hydrauliques augmenteront dans la mesure suivante:

	Puissance maximum possible aux bornes des générateurs MW (= 1000 kW)	Production moyenne possible GWh (= millions de kWh)		
		Hiver	Été	Année
1. Usines mises en service (total 1960)	380	420	1050	1470
2. Usines en construction (le 31. 12. 1960)	2300	3000	2000	5000

L'Office fédéral de l'économie électrique en 1960

Nous extrayons du compte rendu pour 1960 du Conseil Fédéral ce qui suit, concernant l'activité de l'Office fédéral de l'économie électrique:

1. La consommation d'énergie électrique, sans les excédents fournis aux chaudières électriques et l'énergie utilisée pour le pompage d'accumulation, s'est élevée à 17 076 millions de kilowattheures (kWh) pendant l'année hydrographique s'étendant du 1^{er} octobre 1959 au 30 septembre 1960. L'augmentation par rapport à l'année précédente est de 1354 millions de kWh ou de 8,6 pour cent. La consommation, après cinq ans de fort accroissement et deux ans de développement moins rapide, a de nouveau très nettement augmenté.

Années hydrographiques	Augmentation annuelle		
	De 1951/1952 à 1956/1957 en moyenne	De 1956/1957 à 1958/1959 en moyenne	De 1958/1959 à 1959/1960 en pour-cent

Usages domestiques, artisanat et agriculture	8,0	5,7	9,4
Industrie	5,0	1,5	9,3
Chemins de fer	2,8	3,0	6,5
Total des groupes y compris les pertes	5,6	3,6	8,6

La consommation totale, y compris les chaudières électriques et le pompage d'accumulation, a été de 17 756 millions de kWh et a augmenté de 9,2 pour cent.

2. La production des usines hydrauliques a atteint 18 826 millions de kWh ou 748 millions (4,1 pour cent) de plus que l'année précédente, se réduisant de 10,3 pour cent en hiver et augmentant de 16,4 pour cent en été. La production des usines thermiques s'est élevée à 246 (103 l'année précédente) millions de kWh. La production totale du pays a été pendant le semestre d'hiver de 11,2 pour cent inférieure (hiver précédent de 5,3 pour cent supérieure) et au semestre d'été de 24,8 (17,9) pour cent supérieure à la consommation totale.

3. Les échanges d'énergie avec les pays qui nous entourent ont représenté un excédent d'importation de 959 millions de kWh au semestre d'hiver (excédent d'exportation de 422 millions de kWh l'hiver précédent) et un excédent d'exportation de 2275 (1496) millions de kWh au semestre d'été.

Pour faciliter le placement des surplus d'énergie à l'étranger, 155 autorisations d'exportation de courte durée ont été accordées durant l'année hydrographique. De plus, 7 autorisations d'exportation d'une durée de 5 à 10 ans ont été accordées après consultation de la commission fédérale pour l'exportation de l'énergie électrique, dans 5 cas pour renouveler des autorisations arrivant à expiration. Deux de ces autorisations avaient trait à l'exportation d'énergie d'été en échange de l'importation d'énergie d'hiver.

4. Les dépenses annuelles de construction pour les nouvelles usines et les installations de transport et de distribution représentent actuellement plus d'un sixième du volume total de la construction en Suisse.

Dépenses annuelles de construction pour les usines, les installations de transport et de distribution					
Année	1959	1958	1955	1950	1945
Usines électriques	660	640	430	170	48
Installations de transport et de distribution	220	280	170	110	57
Total	880	920	600	280	105

Les montants relatifs à l'année 1960 ne sont pas encore connus; ils doivent cependant être du même ordre de grandeurs que ceux de 1959.

Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois

Métaux

		Avril	Mois précédent	Année précédente
Cuivre (fils, barres) ¹⁾ .	fr.s./100 kg	282.—	280.—	318.—
Etain (Banka, Billiton) ²⁾	fr.s./100 kg	1050.—	1000.—	966.—
Plomb ¹⁾	fr.s./100 kg	83.—	83.—	97.—
Zinc ¹⁾	fr.s./100 kg	105.—	105.—	114.—
Fer (barres, profilés) ³⁾	fr.s./100 kg	58.50	58.50	58.50
Tôles de 5 mm ³⁾	fr.s./100 kg	56.—	56.—	56.—

¹⁾ Prix franco Bâle, marchandise dédouanée, chargée sur wagon, par quantité d'au moins 50 t.

²⁾ Prix franco Bâle, marchandise dédouanée, chargée sur wagon, par quantité d'au moins 5 t.

³⁾ Prix franco frontière, marchandise dédouanée, par quantité d'au moins 20 t.

Combustibles et carburants liquides

		Avril	Mois précédent	Année précédente
Benzine pure / Benzine éthylée ¹⁾	fr.s./100 lt.	37.—	37.—	37.—
Carburant Diesel pour véhicules à moteur ²⁾ .	fr.s./100 kg	32.65	32.65	33.45
Huile combustible spéciale ²⁾	fr.s./100 kg	13.95	13.95	14.85
Huile combustible légère ²⁾	fr.s./100 kg	— ³⁾	13.45	14.15
Huile combustible industrielle moyenne (III) ²⁾	fr.s./100 kg	10.10	10.10	10.80
Huile combustible industrielle lourde (V) ²⁾	fr.s./100 kg	9.20	9.20	9.70

¹⁾ Prix-citerne pour consommateurs, franco frontière suisse Bâle, dédouané, ICHA y compris, par commande d'au moins 1 wagon-citerne d'environ 15 t.

²⁾ Prix-citerne pour consommateurs (industrie), franco frontière suisse Buchs, St-Margrethen, Bâle, Genève, dédouané, ICHA non compris, par commande d'au moins 1 wagon-citerne d'environ 20 t. Pour livraisons à Chiasso, Pino et Iselle: réduction de fr.s. 1.—/100 kg.

Charbons

		Avril	Mois précédent	Année précédente
Coke de la Ruhr I/II ¹⁾	fr.s./t	108.—	105.—	105.—
Charbons gras belges pour l'industrie				
Noix II ¹⁾	fr.s./t	73.50	73.50	73.50
Noix III ¹⁾	fr.s./t	71.50	71.50	71.50
Noix IV ¹⁾	fr.s./t	71.50	71.50	71.50
Fines flambantes de la Sarre ¹⁾	fr.s./t	68.—	68.—	68.—
Coke français, Loire ¹⁾ .	fr.s./t	127.60	124.50	124.50
(franco Bâle)				
Coke français, Loire ²⁾	fr.s./t	127.60	116.50	116.50
(franco Genève)	fr.s./t	122.50	118.50	118.50
Coke français, nord ¹⁾ .				
Charbons flambants de la Lorraine				
Noix I/II ¹⁾	fr.s./t	75.—	75.—	86.50
Noix III/IV ¹⁾	fr.s./t	73.—	73.—	80.—

¹⁾ Tous les prix s'entendent franco Bâle, marchandise dédouanée, pour livraison par wagons entiers à l'industrie.

²⁾ Tous les prix s'entendent franco St-Margrethen, marchandise dédouanée, pour livraison par wagons entiers à l'industrie.