

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 16 (1925)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Une méthode rationnelle de tarification de l'énergie électrique employée à la production de force motrice  
**Autor:** Ganguillet, Jean  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1057274>

### **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:** 18.01.2025

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

# SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

# BULLETIN

## ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Erscheint monatlich,  
im Januar dazu die Beilage „Jahresheft“.

Alle den Inhalt des „Bulletin“ betreffenden Zuschriften  
sind zu richten an das

Generalsekretariat  
des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins  
Seefeldstrasse 301, Zürich 8 — Telephon: Hottingen 7320,  
welches die Redaktion besorgt.

Alle Zuschriften betreffend **Abonnement, Expedition**  
und **Inserate** sind zu richten an den Verlag:

Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G.  
Stauffacherquai 36/38 Zürich 4 Telephon Selnau 7016

Ce bulletin paraît mensuellement. — „L'Annuaire“ est  
distribué comme supplément dans le courant de janvier.

Prière d'adresser toutes les communications concernant  
la matière du „Bulletin“ à:

Secrétariat général  
de l'Association Suisse des Electriciens  
Seefeldstrasse 301, Zurich 8 — Telephon: Hottingen 7320  
qui s'occupe de la rédaction.

Toutes les correspondances concernant les **abonnements**,  
l'**expédition** et les **annonces**, doivent être adressées à l'éditeur

Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei S. A.  
Stauffacherquai 36/38 Zurich 4 Telephon Selnau 7016

Abonnementspreis (für Mitglieder des S. E. V. gratis)  
für Nichtmitglieder inklusive Jahresheft:  
Schweiz Fr. 20.—, Ausland Fr. 25.—  
Einzelne Nummern vom Verlage Fr. 2.— plus Porto.

Prix de l'abonnement annuel (gratuit pour les membres de  
l'A. S. E.), y compris l'Annuaire Fr. 20.—  
pour la Suisse, Fr. 25.— pour l'étranger.  
L'éditeur fournit des numéros isolés à Fr. 2.—, port en plus.

XVI. Jahrgang  
XVI<sup>e</sup> Année

Bulletin No. 2

Februar 1925  
Février

## Une méthode rationnelle de tarification de l'énergie électrique employée à la production de force motrice.

Par Jean Ganguillet, ingénieur, Zurich.

*Der Verfasser stellt eine Formel auf, bei deren Anwendung die Werke die Energie zu einem Preise verkaufen würden, der gleich wäre dem Gestehungspreise bei Erzeugung mittelst einer ständig voll belasteten Dieselgruppe.*

*L'auteur établit une formule pour la vente de l'énergie électrique qui met celle-ci au même prix que l'énergie produite par un groupe électrogène Diesel fonctionnant toujours à pleine charge.*

Celui qui étudie et compare les tarifs appliqués en Suisse et à l'étranger pour l'énergie électrique employée à la production de force motrice s'étonne souvent de leur complication et surtout de leur extrême diversité. Pourquoi, en effet, le prix de l'énergie électrique, qui se vend et s'achète tout comme une marchandise et qui ne manque certes pas de concurrents, est-il si peu égalisé par la loi de la concurrence? Nous croyons que cette diversité tient principalement à des causes anciennes (anciens calculs basés sur les prix de revient, nécessité de propager d'abord l'usage de l'électricité), causes qui tendront à disparaître, et que les centrales ne tarderont pas à appliquer des tarifs basés avant tout sur la valeur marchande de l'énergie qu'elles fournissent.

Sauf des cas exceptionnels que nous n'envisageons pas ici (celui par exemple des établissements qui, consommant de grandes quantités de vapeur à basse pression, permettent l'emploi de turbines à contre-pression), le plus sérieux concurrent de l'énergie électrique est aujourd'hui le moteur Diesel. Considérons donc le cas d'un industriel qui hésiterait entre l'achat à une centrale de l'énergie dont il a besoin et l'installation d'un groupe électrogène Diesel pour l'alimentation de ses moteurs (— pour peu que son atelier soit de quelque importance, il préférera la commande électrique à la commande par transmission —). Voyons à combien lui reviendra le kWh dans le second cas.

Son prix se composera d'une première fraction  $f$  due aux dépenses dites „fixes“, intérêts du capital investi, frais d'amortissement, frais de surveillance et d'entretien; il est bien entendu que la fixité de ces dépenses n'est que relative, car elles peuvent varier avec les circonstances, mais elles ne varient pas avec le nombre de kWh réellement produits, tandis qu'elles dépendent avant tout de la puissance du groupe installé. La seconde fraction  $v$  du prix de kWh est celle due aux dépenses pour combustible et lubrifiant; à l'encontre des précédentes, ces dépenses dépendent essentiellement du nombre de kWh réellement produits.

Si donc  $a$  est le prix du kWh fourni par le groupe électrogène:

$$a = f + v.$$

#### *Dépenses fixes.*

Considérons une série de groupes électrogènes, de puissances variant de 15 à 1000 kW, installés fin 1923, fonctionnant à pleine charge 2500 heures par an et arrêtés le reste du temps. La fraction  $f$  du prix du kWh fourni par ces machines est fonction de leur puissance; elle décroît, d'abord assez rapidement, plus lentement ensuite, quand la puissance augmente. En nous basant sur toute une série de cas particuliers et en admettant le taux d'intérêt moyen actuel, nous avons trouvé que, pour des puissances  $P$  comprises entre 15 et 1000 kW,  $f$  était représenté par la fonction:

$$f_{2500} = 2,5 + \frac{366}{P + 22} \quad (1)$$

qui donne  $f$  en centimes par kWh si  $P$  est exprimé en kW. Si maintenant, sans changer rien aux autres hypothèses, nous envisageons une durée d'utilisation de  $n$  heures par an (toujours à pleine charge), il est clair que la fraction  $f$  du prix du kWh produit par nos groupes électrogènes devient:

$$f_n = f_{2500} \frac{2500}{n} = \frac{2500}{n} \left( 2,5 + \frac{366}{P + 22} \right). \quad (2)$$

#### *Dépenses variables.*

Les dépenses pour combustible et lubrifiant entraînent une augmentation  $v$  du prix du kWh. Cette fraction  $v$  est indépendante de  $n$ , mais la supériorité en rendement des groupes puissants fait qu'elle décroît quelque peu quand la puissance  $P$  augmente. La fonction:

$$v_{15} = 3,57 + \frac{400}{P + 174} \quad (3)$$

que nous avons obtenue empiriquement en admettant que l'huile lourde employée coûte (franco réservoir) 15 cts. le kg, rend compte avec une approximation amplement suffisante des variations de  $v$ . Si le prix de l'huile lourde passe de 15 cts/kg à  $h$  cts/kg, il est évident que  $v$  devient:

$$v_h = v_{15} \frac{h}{15} = \frac{h}{15} \left( 3,57 + \frac{400}{P + 174} \right). \quad (4)$$

#### *Quel est le prix de la concurrence?*

Il résulte de ce qui a été établi précédemment que le prix total du kWh produit par un groupe électrogène de puissance  $P$ , fonctionnant à pleine charge  $n$  heures

par an, arrêté le reste du temps et consommant de l'huile lourde à  $h$  cts. le kg est donné par la formule:

$$a_n = \frac{2500}{n} \left( 2,5 + \frac{366}{P+22} \right) + \frac{h}{15} \left( 3,57 + \frac{400}{P+174} \right)$$

ou:

$$a_n = \frac{6250}{n} \left( 1 + \frac{146,3}{P+22} \right) + \frac{h}{4,2} \left( 1 + \frac{112}{P+174} \right). \quad (5)$$

Bien qu'un peu longue, cette formule est de forme extrêmement simple et donne cependant pour  $a$  des valeurs aussi exactes que la pratique peut l'exiger. D'ailleurs celui qui voudra l'employer pourra toujours, pendant une période assez longue, la simplifier en substituant à  $h$  le prix de l'huile alors valable. Ainsi l'on peut se servir aujourd'hui de la formule simplifiée:

$$a_{15} = \frac{6250}{n} \left( 1 + \frac{146,3}{P+22} \right) + 3,57 + \frac{400}{P+174}. \quad (6)$$

#### *Fonctionnement à charge réduite.*

Rappelons que les formules (5) et (6) ont été établies en supposant que les groupes électrogènes, lorsqu'ils sont en service, fonctionnent à pleine charge, qu'ils travaillent donc dans les meilleures conditions de rendement possibles. Dans la pratique, la plupart des installations travaillent souvent à charge réduite et nous savons que cette circonstance augmente toujours le prix de revient du kWh dans des proportions très appréciables, souvent même considérables. Il s'ensuit, et c'est là le point essentiel du présent exposé, que, si une centrale établit son tarif pour force motrice en fixant tout simplement le prix du kWh à la valeur donnée par la formule (6), elle est sûre de faire toujours un prix raisonnable, qui n'est ni supérieur, ni par trop inférieur à celui de la concurrence.

#### *Méthode de tarification proposée.*

Sauf pour de petites puissances, il n'est, à notre connaissance, d'usage en aucun endroit de baser les tarifs sur la durée réelle d'utilisation  $n$ , qu'on ne mesure d'ailleurs nulle part. Mais beaucoup de centrales tiennent compte dans leurs tarifs d'une durée d'utilisation annuelle théorique  $m$  (qu'elles appellent durée d'utilisation, tout court), durée purement fictive, obtenue en divisant le nombre de kWh  $W$  consommés pendant chaque année par la puissance maximum momentanée  $P_m$  demandée par le client, puissance enregistrée par un indicateur de puissance maximum disposé à cet effet.

Nous proposons de laisser chez les consommateurs les mêmes instruments: compteur de kWh et indicateur de puissance maximum et de déduire, tout comme les centrales sus-mentionnées, de leurs indications  $W$  et  $P_m$  la durée théorique d'utilisation  $m = \frac{W}{P_m}$ . Puis le prix du kWh se fixera en posant dans la formule (6)  $P = P_m$  et  $n = m$ . Le montant  $A$  de la facture annuelle (exprimé en francs) sera donc:

$$A = W \frac{62,5}{m} \left( 1 + \frac{146,3}{P_m + 22} \right) + W \left( 0,0357 + \frac{4}{P_m + 174} \right)$$

ou:

$$A = 62,5 P_m \left( 1 + \frac{146,3}{P_m + 22} \right) + W \left( 0,0357 + \frac{4}{P_m + 174} \right). \quad (7)$$

Il est à remarquer que  $A$  ainsi déterminé n'est autre chose que le prix de revient des mêmes  $W$  kWh, s'ils avaient été fournis par un groupe électrogène de puis-

sance  $P_m$  fonctionnant pendant  $m$  heures, toujours à *pleine charge*, c'est-à-dire travaillant dans des conditions au moins aussi favorables, presque toujours plus favorables que les circonstances ne le permettraient en réalité.

#### *Modes d'application.*

Si nous pensons qu'en appliquant tel quel le tarif défini par la formule (7), on offre des conditions suffisamment avantageuses pour qu'aucun consommateur n'ait intérêt à s'installer un groupe électrogène, il est cependant évident qu'une centrale sera plus sûre de s'attacher toute la clientèle de la région desservie par son réseau si elle accorde sur ce tarif une légère réduction. Le tarif proposé ne tient pas compte en lui-même du moment où l'énergie a été consommée; il conduit au même prix, qu'elle ait été employée en hiver ou en été, la nuit ou le jour. Les centrales qui ont intérêt à augmenter plutôt leurs débouchés d'été et leurs débouchés de nuit apporteront à notre tarif un correctif qui pourra consister simplement en un rabais de 10 %, 20 % ou plus sur la fraction de l'énergie consommée pendant les époques d'abondance.

#### *Comparaison avec certains tarifs en usage en Suisse.*

Les tarifs actuellement appliqués par nombre d'importantes centrales d'électricité ne diffèrent pas énormément comme allure de celui que nous venons de proposer. Ils correspondent en effet souvent à la formule:

$$A = C P_m + \Theta W$$

où le coefficient  $\Theta$  appliqué au nombre de kWh consommés décroît d'ordinaire, suivant une échelle donnée, quand  $W$  augmente. Ainsi, par exemple, une entreprise de la Suisse orientale applique un tarif qui découle de la formule:

$$A = 40 P_m + 0,055 W \left( 1 + \frac{63900}{W + 52800} \right). \quad (8)$$

Il suffit de comparer, dans quelques cas particuliers, les sommes fournies par les formules (7) et (8) pour se rendre compte que la centrale en question fait à ses clients des prix modestes, surtout lorsque leurs courbes de consommation sont peu régulières, c'est-à-dire quand la durée théorique d'utilisation est courte et que  $P_m$  est donc relativement grand. Nous croyons que l'adoption d'un tarif analogue à celui défini par notre formule (7) permettrait souvent de n'appliquer qu'un seul et même tarif à des clients divers auxquelles les centrales se voient actuellement obligées d'appliquer des tarifs distincts. C'est ainsi que la centrale qui applique à ses clients ordinaires le tarif (8) ne peut admettre à ce tarif les clients qui, possédant eux-mêmes une station génératrice hydraulique, n'empruntent d'énergie à son réseau qu'en temps de pénurie d'eau; elle applique à cette catégorie de clients un tarif spécial, tandis qu'elle pourrait fort bien leur facturer l'énergie suivant notre formule (7), qui attribue au terme en  $P_m$  un coefficient très sensiblement plus élevé que la formule (8).

#### *Conclusion.*

Les formules (6) et (7) n'ont rien d'universel. Si elles sont valables aujourd'hui en Suisse, elles ne le sont pas de même dans d'autres pays où le prix de l'huile lourde est différent. Elles dépendent aussi du prix de revient d'un moteur Diesel et du taux moyen de l'intérêt, qui peuvent varier quelque peu avec le temps. Mais il sera toujours facile à celui qui voudra s'en servir de s'assurer de leur exactitude pour la région desservie par son réseau ou d'en modifier au besoin les coefficients à son usage.

Nous sommes persuadés que les centrales qui ne pourraient se décider à adopter la formule (7) comme base de leurs tarifs pour force motrice pourront du moins se servir avec avantage de la formule (6) qui leur permet de calculer très rapidement, dans chaque cas particulier, la limite de prix en deçà de laquelle elles ne courent pas le risque de voir leurs clients installer des groupes électrogènes et leur échapper. A leur intention nous avons tracé le faisceau de courbes de la fig. 1, déduit de la formule (6). Ces courbes donnent, chacune pour une durée d'utilisation donnée et dans les circonstances

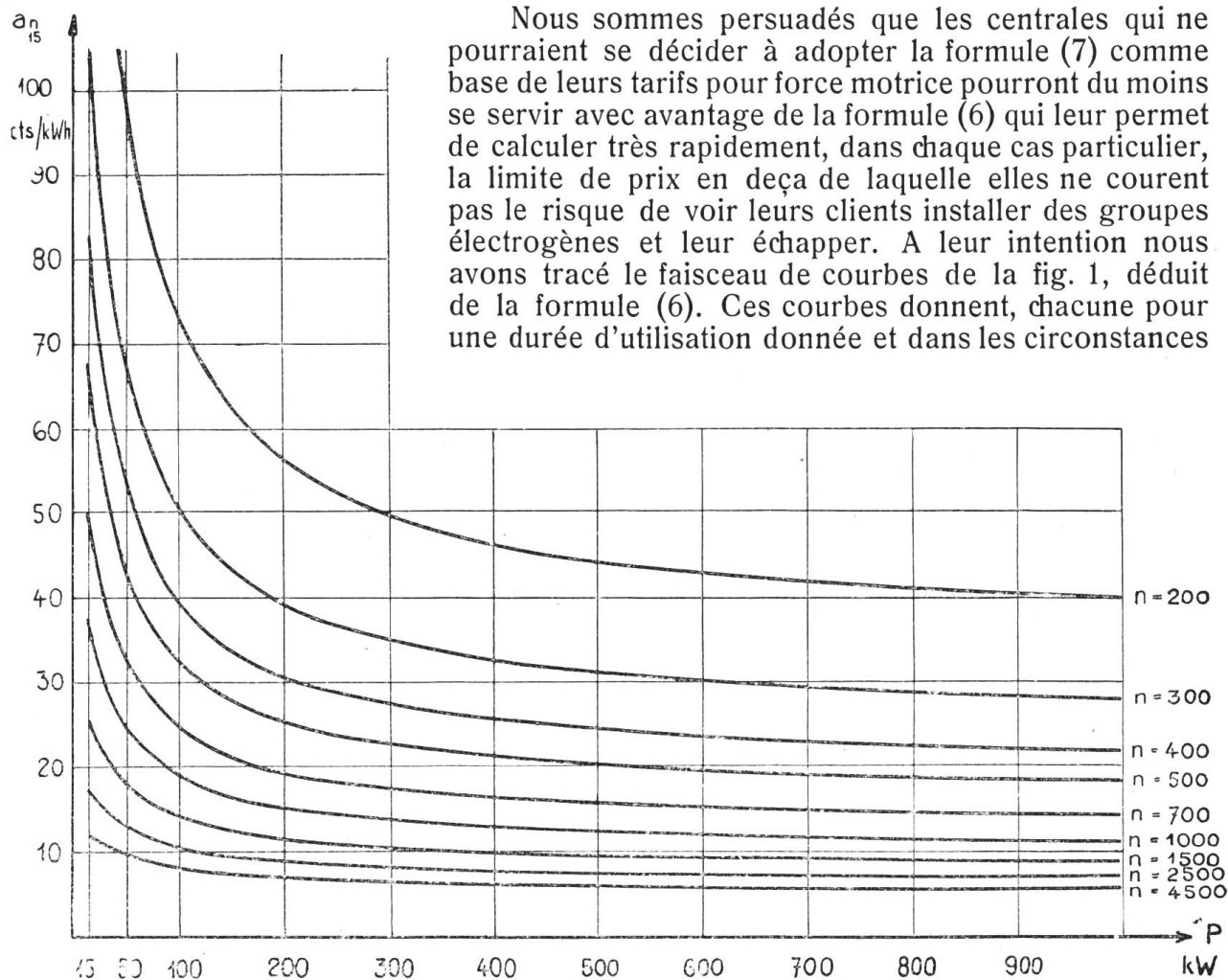


Fig. 1.

valables actuellement en Suisse, le prix de revient du kWh produit par un groupe électrogène Diesel de puissance comprise entre 15 et 1000 kW fonctionnant toujours à pleine charge. Une simple lecture d'ordonnée sur ces courbes peut remplacer le calcul du prix de revient au moyen de la formule (6).

## Einige zusammenfassende Angaben aus der Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz für das Jahr 1923.

Mitgeteilt vom Starkstrominspektorat.

*Nachfolgend werden einige vorläufige Ergebnisse aus der zurzeit in Ausarbeitung befindlichen Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz pro 1923 tabellarisch zusammengestellt und mit den Ergebnissen der Statistiken pro 1922 und 1919 verglichen.*

*L'article suivant donne un premier aperçu des résultats provisoires de la statistique des entreprises électriques de la Suisse pour 1923 en préparation. Il compare ces résultats avec les indications des statistiques de 1922 et 1919.*

In No. 2 des Bulletin vom Februar 1924 wurden einige vorläufige zusammenfassende Resultate aus der Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz, welche vom Schweiz. Elektrotechnischen Verein regelmässig erstellt wird und sich damals für das Jahr 1922 in Bearbeitung befand, bekanntgegeben. Die endgültigen Ergebnisse selbst