

Chapitre 10 : Mesurage et Facturation de l'énergie électrique

Table des matières

Chapitre 10 : Mesurage et Facturation de l'énergie électrique.....	1
Généralités	2
Quelques définitions.....	2
Critères de facturation de l'énergie électrique	2
Le tarif D	3
Le tarif DP.....	4
Tarif petite puissance Tarif G	4
Tarif moyenne puissance Tarif M	5
Tarif grande puissance Tarif L.....	6

Généralités

Quelques définitions

L'énergie électrique comme la puissance électrique sont deux façons de mesurer l'électricité. La puissance est la vitesse à laquelle l'énergie est consommée. Pour calculer la consommation en énergie électrique, l'unité utilisée est le **kilowattheure**. On utilisera la lettre W pour le calcul de l'énergie électrique.

- Un **wattheure** est l'énergie absorbée par un appareil d'un watt, utilisé pendant une heure.
- Un **kilowattheure = 1000 wattheures**

Si le temps est mesuré en seconde et la puissance en watt, l'énergie absorbée pendant 1000 heures par un appareil de 1 watt est **3.6 MJ**, donc un **kilowattheure est l'équivalent de 3.6 MJ**.

Le **compteur** est un appareil qui permet de mesurer la consommation (kWh) et la puissance (kW). Il peut être mécanique, électromécanique ou électronique.



Figure 1. Compteurs de relevés d'énergie (Source)

Note : les systèmes à la biénergie utilisent de l'électricité comme source d'énergie principale et bascule vers les gaz naturels lors des périodes de grands froids.

Principe de facturation de l'énergie électrique

La production, le transport et la distribution de l'énergie électrique entraînent des coûts importants qui peuvent être classés en **deux catégories**.

- Les **frais fixes** qui comportent les coûts d'amortissement des barrages, alternateurs, disjoncteurs, transformateurs, lignes de transport, etc.
- Les **frais courants** comportent les salaires du personnel, les frais d'administration et d'entretien, le coût du combustible servant à produire l'électricité et toute autre dépense.

Critères de facturation de l'énergie électrique

Trois critères sont considérés pour évaluer le coût de l'énergie.

- ✓ L'énergie consommée en **kW.h**.
- ✓ L'appel de puissance en **kW**
- ✓ L'appel de puissance apparente en **kVA**

Tarification basée sur l'appel de puissance

Le principe de la tarification basée sur l'appel de puissance est le suivant :

“Plus l'appel de puissance est régulier, plus le coût de l'énergie est bas”

Tarification basée sur la puissance apparente

Dans la plupart des installations, du fait des moteurs, le FP est inférieur à 100 %. Le **client doit payer son énergie plus cher lorsque le FP est trop bas.**

Une usine avec un **mauvais FP** tire un **courant plus élevé**, ainsi la section des conducteurs devrait également être plus grande de même que la capacité du réseau qui alimente l'usine.

$$S = \frac{P}{FP} ; I_L = \frac{S}{\sqrt{3} V_L} \quad (1)$$

Tarification basée sur la catégorie du client

On distinguera les principales catégories suivantes

- ✓ La **puissance domestique** : correspond aux besoins des maisons et logements privés. Il s'agit du **tarif D** pour Hydro-Québec.
- ✓ La **petite puissance** : lorsque la puissance à facturer minimale est **inférieure à 65 kW** pour Hydro-Québec et il s'agit du **tarif G**.
- ✓ La **moyenne puissance** : Il s'agit du **tarif M** avec Hydro-Québec et cette catégorie correspond au cas où la puissance maximale appelée a été d'au moins **50 kW** durant les 12 périodes mensuelles précédentes.
- ✓ La **grande puissance** : Il s'agit du **tarif L** avec Hydro-Québec, c'est lorsque la puissance souscrite (ou encore puissance à **facturer minimale**) est de **5000 kW** ou plus.

Le tarif D

- ✓ **Domaine d'application**: S'applique à un abonnement pour usage domestique lorsque la puissance maximale appelée a été inférieure à **65 kilowatts** pendant les douze mois précédents la période de consommation visée.
- ✓ **Structure du tarif D**
 - **Redevance** (frais d'accès au réseau par jour compris dans la période de consommation): **46.154 ¢**
 - **Coût des 40 premiers kilowattheures par jour** de la période de consommation: **6.905 ¢**
 - **Coût du kilowattheure pour le reste de l'énergie** consommée : **10.652 ¢**

Exemple d'application 1 : Un abonné d'une maison privée consomme **1250 kW.h** pendant le mois de **juin**. Calcul du montant total de la facture. On rappelle que le mois de juin compte 30 jours.

Solution de l'exemple 1

$W = 1250 \text{ kW.h}$ pendant 30 jours.

- ☐ **Redevance** :

$$\frac{46.154 \times 30}{100} \$ = 13.85 \$$$

- ☐ **Les 40 premiers kW.h par jour valent** :

$$40 \times 30 = 1200 \text{ kW.h} \Rightarrow \frac{1200 \times 6.704}{100} \$ = 80.45 \$$$

- Le reste de l'énergie consommée vaut :

$$\frac{(1250 - 1200) \times 10.652}{100} \$ = 5.33 \$$$

Total:

$$13.85 + 80.45 + 5.33 = \boxed{99.63 \$}$$

Le tarif DP

- ✓ **Domaine d'application:** puissance maximale appelée minimalement de 50 kW ou plus au moins une fois au cours des 12 dernières périodes mensuelles.
- ✓ **Structure du tarif DP**
 - Coût du kilowattheure pour les premiers 1200 kilowattheures: $\boxed{6.678 \text{ ¢}}$
 - Coût du kilowattheure pour le reste de l'énergie : $\boxed{10.153 \text{ ¢}}$
 - Coût du kilowatt au-delà de 50 kilowatts si période d'été : $\boxed{5.213 \text{ ¢}}$
 - Coût du kilowatt au-delà de 50 kilowatts si période d'hiver : $\boxed{7.054 \text{ ¢}}$

Tarif petite puissance Tarif G

- ✓ **Domaine d'application:** Abonnement de petite puissance lorsque la puissance à facturer minimale est inférieure à 65 kilowatts.
- ✓ **Structure du tarif G**
 - **14.86 \$** de redevance (frais d'accès au réseau).
 - **21.261 \$** le kilowatt de puissance à facturer excédent 50 kW
 - **11.933 ¢** le kilowattheure pour les 15090 premiers kW.h.
 - **9.184 ¢** le kilowattheure pour le reste de l'énergie consommée.
- ✓ **La puissance à facturer est la plus élevée des puissances suivantes:**
 - La puissance souscrite ou puissance à facturer minimale : P_s
 - L'appel maximal de puissance active P_{am}
 - l'appel de puissance apparente multipliée par le facteur de puissance exigé FP : $FP \times S_{am}$

$$P_{\text{facturé}} = \max(P_{am} \quad P_s \quad FP \times S_{am}) \quad (2)$$

Note importante : Si on n'a pas l'information sur la puissance souscrite alors, on ne considère que la puissance appelée maximale et la puissance apparente multipliée par le facteur de puissance. Soit alors :

$$P_{\text{facturé}} = \max(P_{am} \quad FP \times S_{am}) \quad (3)$$

Exemple d'application 2 : En utilisant le tarif petite puissance, calculez le coût d'électricité pour le mois de janvier consommée par une usine sachant que la puissance à facturer est de **92 kW** et l'énergie consommée est de **55 600 kW.h**.

Solution de l'exemple 2

Redevance	14.86 \$
Kilowatts de puissance à facturer excédent 50 kW	$(92 - 50) \times 21.261 \$ = 892.96 \$$
Les 15090 premiers kW.h.	$\frac{15090 \times 11.933}{100} = 1800 \$$
Le reste d'énergie	$\frac{(55\,600 - 15090) \times 9.184}{100} = 3720.4 \$$
Total	6428.2 \$

Tarif moyenne puissance Tarif M

- ✓ **Domaine d'application:** Lorsque la puissance maximale appelée a été d'au moins **50 kW** durant les 12 périodes mensuelles précédentes.
- ✓ **Structure du tarif M**
 - **17.573 \$** le kilowatt de puissance à facturer
 - **6.061 ¢** le kilowattheure pour les **210 000** premiers kW.h.
 - **4.495 ¢** le kilowattheure pour le reste de l'énergie consommée.
- ✓ **La puissance à facturer est la plus élevée des puissances suivantes:**
 - l'appel maximal de puissance active P_{am}
 - la puissance souscrite : P_S
 - l'appel de puissance apparente multipliée par le facteur de puissance exigé FP : $FP \times S_{am}$

$$P_{\text{facturé}} = \max(P_{am} \quad P_S \quad FP \times S_{am}) \quad (4)$$

Note importante : Si on n'a pas l'information sur la puissance souscrite alors, on ne considère que la puissance appelée maximale et la puissance apparente multipliée par le facteur de puissance. Soit alors :

$$P_{\text{facturé}} = \max(P_{am} \quad FP \times S_{am}) \quad (5)$$

Exemple d'application 3 : Une usine classée dans la catégorie de moyenne puissance fonctionne 7 jours par semaine, 24 h par jour. L'usine consomme 260 000 kW.h. Calculez la facture sachant que la puissance souscrite est de 35 kW, la puissance maximale appelée est de 40 kW et la puissance apparente maximale appelée est de 50 KVA avec un facteur de puissance exigée de 0.9 retard.

Solution de l'exemple 3

Il faut premièrement déterminer la puissance à facturer comme suit :

$$\begin{cases} P_S = 35 \text{ kW} \\ P_{am} = 40 \text{ kW} \\ S_{am} = 55 \times 0.9 = 45 \text{ kW} \end{cases} \Leftrightarrow P_{\text{facturé}} = \max(P_{am} \quad P_S \quad FP \times S_{am}) = \max(40 \quad 35 \quad 45) = 45 \text{ kW}$$

La facture est alors établie comme suit :

Puissance à facturer	$17.573 \times 45 = 790.79 \$$
210 000 premiers kW.h	$\frac{210000 \times 6.061}{100} = 12728.1 \$$
Reste de kW.h.	$\frac{(260000 - 210000) \times 4.495}{100} = 2247.5 \$$
Total	15766.39 \$

Tarif grande puissance Tarif L

- ✓ **Domaine d'application:** Lorsque la puissance à facturer minimale (puissance souscrite) est supérieure ou égale à 5000 kW et qui est principalement lié à une activité essentiellement industrielle.
- ✓ **Structure du tarif L**
 - 14.476 \$ le kilowatt de puissance à facturer
 - 3.681 ¢ le kilowattheure.
- ✓ **La puissance à facturer est la plus élevée des puissances suivantes:**
 - L'appel maximal de puissance active P_{am}
 - La puissance souscrite: P_s
 - l'appel de puissance apparente multipliée par le facteur de puissance exigé (95 %) : $0.95 \times S_{am}$

$$P_{\text{facturé}} = \max(P_{am} \quad P_s \quad 0.95 \times S_{am}) \quad (5)$$

Note importante : Si la puissance souscrite n'est pas connue: $P_{\text{facturé}} = \max(P_{am} \quad 0.95 \times S_{am})$.

Exemple d'application 4 : Une usine consomme pendant un mois un total de 11 628 000 kW.h. Un premier compteur à demande enregistre un appel maximal de puissance active de 16000 kW. Un deuxième compteur à demande indique un appel maximal de puissance apparente de 20000 kVA. La puissance souscrite est de 18000 kW. Calculez le montant de la facture.

Solution de l'exemple 4

Étape 1 : Détermination de la puissance à facturer

Premièrement on remarquera que la puissance souscrite est supérieure à 5000 kW, alors il s'agit d'une clientèle de **grande puissance** et **FP exigé est de 95 %** ce qui donne :

$$\begin{cases} P_s = 18\,000 \text{ kW} \\ P_{am} = 16\,000 \text{ kW} \\ S_{am} \times FP = 20\,000 \times 95\% = 19\,000 \text{ kW} \end{cases} \Rightarrow P_{\text{facturé}} = 19\,000 \text{ kW}$$

Étape 2: Calcul du montant de la facture:

Données : $P_{\text{facturé}} = 19\,000 \text{ kW}$; $W = 11\,628\,000 \text{ kW.h}$.

En appliquant le tarif grande puissance, on obtient le tableau ci-dessous:

Puissance à facturer	$14.476 \times 19\,000 = 275044 \$$
Energie	$\frac{11\,628\,000 \times 3.681}{100} = 428026.68 \$$
Total	703070.68 \$

Fin du cours ici! Dernier cours de la session