



## TRAVAUX DIRIGÉS D'ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE

### COMPARAISON DE PROCESSUS DE CHAUFFAGE DE L'EAU, ÉTUDE DE LA TARIFICATION EDF : coût de l'élaboration quotidienne d'une tasse de café

---

#### **Objectifs du TD :**

- vous faire acquérir des connaissances sur
- les différences entre puissance et énergie,
  - les notions de pertes et de rendement,
  - le maniement et la conversion des unités,
  - la lecture de factures réelles,
  - des notions de tarification

à travers l'évaluation du coût de l'élaboration quotidienne d'une tasse de café.

Effectuer du travail en parallèle : chaque groupe traitera une partie du sujet puis l'ensemble des groupes effectuera une comparaison des résultats obtenus pour chacun des moyens utilisés.

#### **Prérequis :**

seules des notions courantes de la vie quotidienne associées à la lecture attentive et l'exploitation des textes sont nécessaires pour résoudre ce TD.

#### **Pièces jointes :**

reproductions de factures EdF.

#### **Conseil :**

lire attentivement l'ensemble du texte avant de répondre aux questions.

---

On désire chauffer de l'eau par différents moyens que l'on va comparer du point de vue économique. On introduira les notions de coût d'équipement, de coût de fonctionnement, de temps de retour sur investissement. Pour mieux faire comprendre ces notions, on s'appuiera sur un exemple de tous les jours : le chauffage de l'eau d'un café après le repas de midi. Bien entendu, les notions utilisées ici sont totalement applicables à un procédé industriel.

Une tasse à café contient 100 ml.

### **Groupe 1 : utilisation d'une plaque électrique (1 tasse)**

Afin d'utiliser du matériel déjà disponible dans une cuisine, on utilise une casserole sur une plaque électrique. Avec une plaque de puissance 1,6 kW, le temps nécessaire à chauffer 100 cm<sup>3</sup> (parfois noté 100 cc) d'eau de 20 °C à 80 °C (eau frémissante) est de 2 minutes et 30 secondes.

1/ Quelle est l'énergie nécessaire pour chauffer l'eau ?

2/ Si l'on fait ce café quotidiennement, quelle est l'énergie annuelle nécessaire ?

3/ Quel est le coût TTC de l'énergie annuelle consommée pour ce seul usage si l'abonné a souscrit un contrat Jour/Nuit auprès d'EdF (voir facture en pièce jointe) ?

4/ Si l'abonné a souscrit un contrat Tempo (voir annexe 2) auprès d'EdF (voir facture en pièce jointe), quel est alors le coût TTC de l'énergie annuelle consommée pour ce seul usage ?

Aller à la question 25.

### **Groupe 1 bis : utilisation d'une plaque électrique (5 tasses)**

Afin d'utiliser du matériel déjà disponible dans une cuisine, on utilise une casserole sur une plaque électrique. Avec une plaque de puissance 1,6 kW, le temps nécessaire à chauffer 500 cm<sup>3</sup> (parfois noté 500 cc) d'eau de 20 °C à 80 °C (eau frémissante) est de 6 minutes et 40 secondes.

5/ Quelle est l'énergie nécessaire pour chauffer l'eau ?

6/ Si l'on fait ce café quotidiennement, quelle est l'énergie annuelle nécessaire pour chauffer l'eau d'un café ?

7/ Quel est le coût TTC de l'énergie annuelle consommée pour ce seul usage si l'abonné a souscrit un contrat Jour/Nuit auprès d'EdF (voir facture en pièce jointe) ?

8/ Si l'abonné a souscrit un contrat Tempo (voir annexe 2) auprès d'EdF (voir facture en pièce jointe), quel est alors le coût TTC de l'énergie annuelle consommée pour ce seul usage ?

Aller à la question 25.

### **Groupe 2 : utilisation d'une bouilloire électrique (5 tasses)**

Pour chauffer l'eau, on peut utiliser une bouilloire électrique (voir photo et caractéristiques en annexe 1). Le temps nécessaire pour chauffer 500 cc d'eau de 20 °C à 80 °C est de 1 minute et 15 secondes.

9/ Quelle est l'énergie nécessaire pour chauffer l'eau ?

10/ Si l'on fait ce café quotidiennement, quelle est l'énergie annuelle nécessaire ?

11/ Quel est le coût TTC de l'énergie annuelle consommée pour ce seul usage si l'abonné a souscrit un contrat Jour/Nuit auprès d'EdF (voir facture en pièce jointe) ?

12/ Si l'abonné a souscrit un contrat Tempo (voir annexe 2) auprès d'EdF (voir facture en pièce jointe), quel est alors le coût TTC de l'énergie annuelle consommée pour ce seul usage ?

Aller à la question 25.

### **Groupe 2 bis : utilisation d'une bouilloire électrique (1 tasse)**

Pour chauffer l'eau, on peut utiliser une bouilloire électrique (voir photo et caractéristiques en annexe 1). Le temps nécessaire pour chauffer 500 cc d'eau (alors qu'on ne désire qu'une tasse de café) de 20 °C à 80 °C est de 1 minute et 15 secondes.

13/ Quelle est l'énergie nécessaire pour chauffer l'eau ?

14/ Si l'on fait ce café quotidiennement, quelle est l'énergie annuelle nécessaire ?

15/ Quel est le coût TTC de l'énergie annuelle consommée pour ce seul usage si l'abonné a souscrit un contrat Jour/Nuit auprès d'EdF (voir facture en pièce jointe) ?

16/ Si l'abonné a souscrit un contrat Tempo (voir annexe 2) auprès d'EdF (voir facture en pièce jointe), quel est alors le coût TTC de l'énergie annuelle consommée pour ce seul usage ?

Aller à la question 25.

### **Groupe 3 : utilisation d'un four à micro-ondes**

On peut aussi utiliser un four à micro-ondes de puissance absorbée 1300 W (900 W restitués). Le temps nécessaire pour chauffer 500 cc d'eau de 20 °C à 80 °C (eau frémissante) est de 4 mn.

17/ Quelle est l'énergie nécessaire pour chauffer l'eau ?

18/ Si l'on fait ce café quotidiennement, quelle est l'énergie annuelle nécessaire par tasse ?

19/ Quel est le coût TTC de l'énergie annuelle consommée pour ce seul usage si l'abonné a souscrit un contrat Jour/Nuit auprès d'EdF (voir facture en pièce jointe) ?

20/ Si l'abonné a souscrit un contrat Tempo (voir annexe 2) auprès d'EdF (voir facture en pièce jointe), quel est alors le coût TTC de l'énergie annuelle consommée pour ce seul usage ?

Aller à la question 25.

### **Groupe 4 : utilisation d'une cafetière**

Pour obtenir un meilleur café, on peut utiliser une cafetière électrique de puissance marquée 400 W (440 W mesurés). Le temps nécessaire à "passer" 500 cc d'eau est de 8 mn.

21/ Quelle est l'énergie nécessaire pour chauffer l'eau ?

22/ Si l'on fait ce café quotidiennement, quelle est l'énergie annuelle nécessaire ?

23/ Quel est le coût TTC de l'énergie annuelle consommée pour ce seul usage si l'abonné a souscrit un contrat Jour/Nuit auprès d'EdF (voir facture en pièce jointe) ?

24/ Si l'abonné a souscrit un contrat Tempo (voir annexe 2) auprès d'EdF (voir facture en pièce jointe), quel est alors le coût TTC de l'énergie annuelle consommée pour ce seul usage ?

Continuer à la question 25.

**Tous les groupes :  
comparaison des énergies utilisées, temps de retour sur investissement**

25/ Compléter le tableau récapitulatif suivant :

	Plaque 1 tasse	Plaque 5 tasses	Bouilloire 1 tasse	Bouilloire 5 tasses	Cafetière 5 tasses	Microondes 5 tasses
		Par tasse		Par tasse	Par tasse	Par tasse
Énergie pour 1 tasse et pour un jour (Wh)						
Énergie pour 1 tasse et sur l'année (kWh)						
Coût contrat Jour/nuit						
Coût contrat Tempo						

26/ Pourquoi, pour le même usage, l'énergie nécessaire pour l'obtention d'une tasse de café est-elle différente suivant le moyen utilisé ? Comparer les énergies et expliquer les différences

27/ La bouilloire utilisée coûte 29,90 € Par rapport à une plaque électrique, quel est le temps de retour sur investissement pour 1 tasse puis 5 tasses en contrat Jour/Nuit puis en contrat Tempo ?

28/ Peut-on justifier l'achat de cette bouilloire

29/ Discuter sur les avantages et inconvénients de chacun de ces différents moyens utilisés pour chauffer l'eau ?

### **ANNEXE 1 : Bouilloire** (extrait du catalogue Camif)



Caractéristiques techniques : 230 V, 2200 W.

Avertissement : pour que la résistance soit toujours plongée dans l'eau,  
il faut mettre un minimum de 500 cc dans la bouilloire.

### **ANNEXE 2 : Caractéristiques du contrat "Tempo" EdF**

Dans le contrat Tempo, le coût du kWh dépend de l'heure et du jour de l'année. Ceci est justifié par le coût de production d'un kWh qui augmente notablement en fonction de la demande. Cette demande est beaucoup plus importante par une journée d'hiver particulièrement froide que lors d'une nuit d'été.

C'est ainsi que, dans l'année, EdF définit les jours bleus (300 jours par an), les jours blancs (43 jours par an) et les jours rouges (22 jours par an entre le 1<sup>er</sup> novembre et le 31 mars hors week-ends et jours fériés).

Dans une journée, EdF distingue les heures pleines (de 6h à 22h ou 24h pour les jours rouges) et les heures creuses.

### **ANNEXE 3 : Fac-simile de factures EdF**

Vous trouverez dans les pages qui suivent la reproduction de factures correspondant à deux types de contrat domestique :

- Facture Jour/Nuit
- Facture Tempo

VOTRE AGENCE  
EDF GDF SERVICES MONTPELLIER HERAULT  
AGENCE LA MARTELLE  
546 RUE AMPERE BP 5598  
34072 MONTPELLIER CDX3

EDF  
GDF

destinataire

VOS NUMÉROS UTILES

INFORMATIONS, CONSEILS, SERVICES 24H/24

tél. 0 810 00 34 34 (prix appel local)  
internet  
http://www.edf.fr  
http://www.gazdefrance.com

DEPANNAGE 24H/24

électricité : 0 810 333 034 (prix appel local)  
gaz : 0 810 433 034 (prix appel local)

nom du client  
et lieu de  
consommation

facture en euros du 21 août 2001

détail au verso

montant prélevé le 04/09/2001

215,35 € TTC

ATTENTION ! CE MONTANT EST EN EUROS

Cette facture intermédiaire est basée sur une estimation  
de votre consommation.

Evolution de votre consommation en kWh

Les chiffres en gras correspondent aux consommations relevées.

électricité

fév. 01	avr. 01	avr. 01	juin 01	août 01
2802	4258	<b>-1663</b>	<b>743</b>	2211

électricité

215,35 € TTC

montant prélevé

215,35 € TTC

- + CHAUFFAGE ELECTRIQUE
- + ENVIE DE CONFORT ET D'ECONOMIES ?
- + COMPOSEZ LE 0801 126 126

prochaine facture vers le 20 octobre 2001  
prochain relevé vers le 16 décembre 2001

prélèvement automatique

nom du titulaire du compte :

références du compte : nom de la banque

numéro de compte

LA GARANTIE 9 engagements pour mieux vous servir  
DES SERVICES

En cas de modification de références de ce compte, merci de le signaler  
à votre agence EDF GDF SERVICES.

LA MARTELLE 546 RUE AMPERE

# votre facture en détail document à conserver 5 ans

	relevé ou estimation en kWh			consom. (en kWh)	prix kWh en euros	montant HT en euros	taxes locales	TVA	total TTC en euros
	ancien	nouveau	différence						
<b>électricité</b>						<b>167,08</b>	16,04	32,23	<b>215,35</b>
abonnement						25,88			
12,94€ /mois du 16/08/01 au 16/10/01									
consommation HC du 20/06/01 au 20/08/01	60563	61591	1028	<b>1028</b>	0,0477	49,04			
consommation HP du 20/06/01 au 20/08/01	65435	66618	1183	<b>1183</b>	0,0779	92,16			
						<b>montant HT en euros</b>	<b>taxes locales</b>	<b>TVA</b>	<b>total TTC en euros</b>
<b>total</b>						<b>167,08</b>	16,04	32,23	<b>215,35</b>

## montant à prélever

**215,35 €**

taxes locales (municipale 8,00% + départementale 4,00%): elles s'appliquent sur 80% des montants HT de l'abonnement et de la consommation électriques.  
TVA à 19,60% payée sur les débits, elle s'applique à l'abonnement, la consommation, les prestations et les taxes locales.

### CARACTERISTIQUES DE VOTRE TARIF :

Electricité, tarif domestique option heures creuses, puissance 9 kW, code 026.

Heures Pleines (HP), Heures Creuses (HC): 23H30-7H30 (peuvent varier de quelques minutes)

VOTRE AGENCE  
**EDF GDF SERVICES YONNE**  
AGENCE AUXERRE  
40 RUE DE JOIE B P 105  
89002 AUXERRE CEDEX

**EDF  
GDF**

destinataire

VOS NUMÉROS UTILES  
**INFORMATIONS, CONSEILS, SERVICES 24H/24**  
tél. 0 810 89 10 10  
internet  
http://www.edf.fr  
http://www.gazdefrance.com

**DEPANNAGE 24H/24**  
électricité : 0 810 333 089

nom du client  
et lieu de  
consommation

VOTRE RÉFÉRENCE CLIENT

**facture en euros** du 02 mars 2001

détail au verso

montant prélevé le 16/03/2001 **626,73 € TTC**

**Evolution de votre consommation en kWh**

Les chiffres en gras correspondent aux consommations relevées.

*électricité jour bleu*

mars 00	août 00	mars 01
946	2774	<b>7092</b>

*électricité jour blanc*

mars 00	août 00	mars 01
251	398	326

*électricité jour rouge*

mars 00	août 00	mars 01
0	51	605

Cette facture est basée sur le relevé de vos consommations.

**électricité** 626,73 € TTC

**montant prélevé** 626,73 € TTC

Pour TEMPO, les dimanches seront toujours BLEUS. Les jours rouges bénéficient désormais de 8H d'heures creuses, de 22H à 6H le lendemain

prochaine facture vers le 04 septembre 2001  
prochain relevé vers le 30 août 2001

**prélèvement automatique**

nom du titulaire du compte :

références du compte : nom de la banque

numéro de compte

En cas de modification de références de ce compte, merci de le signaler à votre agence EDF GDF SERVICES.

**LA GARANTIE 9 engagements pour mieux vous servir  
DES SERVICES**

# votre facture en détail document à conserver 5 ans

	relevé ou estimation en kWh			consom.	prix kWh	montant HT	taxes	TVA	total TTC
	ancien	nouveau	différence	(en kWh)	en euros	en euros	locales		en euros
<b>électricité</b>						<b>363,45</b>	<b>34,89</b>	<b>65,19</b>	<b>463,53</b>
abonnement						91,38			
15,23€ /mois du 28/02/01 au 30/08/01						91,38			
consommation HC du 24/08/00 au 01/03/01	01477	03934	2457	<b>2457</b>	0,0332	81,57			
consommation HP du 24/08/00 au 01/03/01	02243	06878	4635	<b>4635</b>	0,0411	190,50			
<b>électricité</b> jour blanc						<b>22,81</b>	<b>2,19</b>	<b>4,90</b>	<b>29,90</b>
consommation HC du 24/08/00 au 01/03/01	00367	00614	247	<b>247</b>	0,0670	16,55			
consommation HP du 24/08/00 au 01/03/01	00282	00361	79	<b>79</b>	0,0793	6,26			
<b>électricité</b> jour rouge						<b>101,69</b>	<b>9,76</b>	<b>21,85</b>	<b>133,30</b>
consommation HC du 24/08/00 au 01/03/01	00022	00506	484	<b>484</b>	0,1238	59,92			
consommation HP du 24/08/00 au 01/03/01	00029	00150	121	<b>121</b>	0,3452	41,77			
						<b>montant HT</b>	<b>taxes</b>	<b>TVA</b>	<b>total TTC</b>
						<b>en euros</b>	<b>locales</b>		<b>en euros</b>
<b>total</b>						<b>487,95</b>	<b>46,84</b>	<b>91,94</b>	<b>626,73</b>

**montant à prélever**

**626,73 €**

taxes locales (municipale 8,00% + départementale 4,00%): elles s'appliquent sur 80% des montants HT de l'abonnement et de la consommation électriques.

TVA: 19,60% payée sur les débits, elle s'applique à l'abonnement, la consommation, les prestations et les taxes locales.

CARACTERISTIQUE DE VOTRE TARIF :

Electricité, tarif domestique option TEMPO, puissance 18 kW, code 030.

300 jours bleus, 43 jours blancs, 22 jours rouges entre le 1er novembre et le 31 mars. 8 Heures Creuses (HC) de 22h à 6h.