

L'ENERGIE ELECTRIQUE ET SON COUT

✗ classe : 3^{ème}

✗ durée : 3h

✗ la situation-problème

Les économies de Monsieur Artur

Plus ou moins dévoreurs d'énergie, plus ou moins économes, les appareils électroménagers ont envahi toutes les pièces de la maison. Monsieur Artur se demande lequel, de la plaque de cuisson, de l'ordinateur, des trois lampes de son lustre ou du téléviseur, contribue le plus à alourdir sa facture d'électricité et comment il peut réduire le montant de cette facture.

Son fils Frédéric, élève en 3^{ème} au collège, prétend qu'il est possible de calculer l'énergie consommée en utilisant des formules de physique.

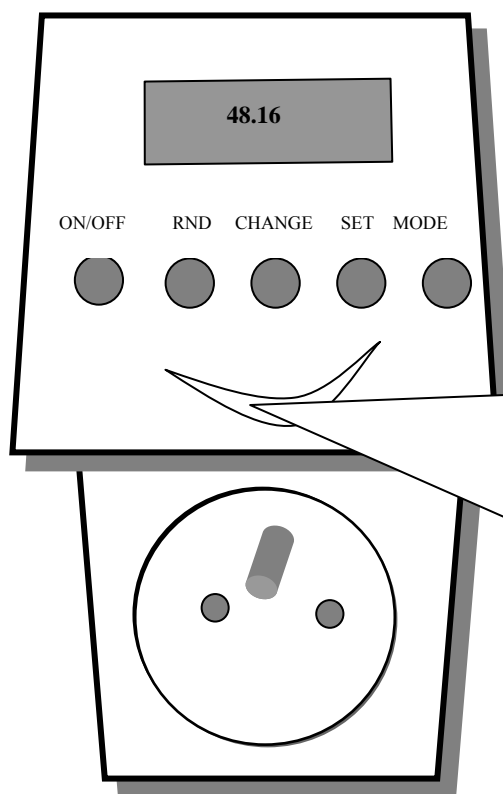
M. Artur décide de s'équiper d'un compteur domestique pour répondre à sa question.

✗ le(s) support(s) de travail

Les appareils de M. Artur sont branchés sur des compteurs domestiques (appareils mesurant notamment la puissance et l'énergie). Attention : les appareils sont branchés par le professeur et pas par les élèves.

Les élèves ont à leur disposition des ressources diverses (ordinateurs, fiches techniques, manuels scolaires).

Document 1 : le compteur : un appareil de mesure.



Je suis le compteur

Grâce à mon bouton mode (1, 2, 3...), je peux t'indiquer pour chaque appareil :

- Mode 1. La tension efficace.
- Mode 2. L'intensité efficace.
- Mode 3. La puissance consommée.
- Mode 4. La durée de branchement du compteur.
- Mode 5. L'énergie consommée.
- Mode 6. Le coût en euros.

Document 2 : Grandeurs et unités à prendre en compte dans ce problème

Grandeur	Notation de la grandeur	Unités	Appareils de mesure	Formule avec les unités
Puissance électrique				
Durée				
Énergie électrique				
Coût				

Document 3 : Résultats des mesures avec les unités correspondantes

	Plaque de cuisson	Ordinateur	Lampes	Téléviseur
Conditions d'utilisation				
Puissance électrique				
Durée de branchement du compteur				
Énergie électrique				
Coût				

Document 4 : Plaques signalétiques et tarif EDF

Monsieur Artur a souscrit chez EDF un contrat de base de 6 kW. Pour ce type de contrat le prix de l'énergie est le même toute la journée et est de **0,127 € pour 1 kWh**.

Les constructeurs des différents appareils lui ont donné des fiches techniques et certains ont placé des plaques signalétiques sur les appareils sur lesquelles on peut lire :

Le téléviseur : $U = 230 \text{ V}$, $P = 78 \text{ W}$.

Le lustre de trois lampes : $U = 230 \text{ V}$, $I = 0,7 \text{ A}$.

L'ordinateur : $U = 230 \text{ V}$, $P = 130 \text{ W}$.

Lire sur le côté de la plaque chauffante les indications du constructeur.

✗ le(s) consigne(s) donnée(s) à l'élève

A l'aide des documents, des ressources et du matériel mis à disposition, comparer les coûts théoriques de consommation des quatre appareils obtenus à partir des calculs de Frédéric avec les mesures effectuées par M. Artur avec son compteur.

Pour les calculs de Frédéric, utiliser les indications données par le constructeur ; la durée de fonctionnement de chaque appareil sera déterminée avec le compteur.

Envoyer un document écrit à Monsieur Artur en lui présentant les calculs et les comparaisons effectuées. A-t-on répondu à ses interrogations ? Le père et le fils tombent-ils d'accord ?

✗ dans la grille de référence

les domaines scientifiques de connaissances		
• L'énergie		
Pratiquer une démarche scientifique ou technologique ¹	les capacités à évaluer en situation ²	les indicateurs de réussite
• Observer, rechercher et organiser les informations.	Observer, recenser les informations : Extraire d'un document les informations relatives à un thème de travail	- Utilisation des 4 documents. - Documents 2 : Faire la différence entre la grandeur, sa notation et son unité. Plusieurs possibilités d'unité pour une même grandeur. - Document 3 : mesures effectuées avec les unités correspondantes. - Document 4 : coût d'un kWh et puissances des appareils utilisés.
• Réaliser, manipuler, mesurer, calculer, appliquer des consignes.	Effectuer les gestes techniques en respectant les consignes : - Mesurer. - Calculer, utiliser une formule.	- Utilisation du compteur repérage des boutons mode, set... - Mesures des différentes grandeurs en fonction du mode choisi. - Unité associée à la mesure et à la notation de la grandeur (Ex : $U = 230 \text{ V}$) - Utilisation de la formule ($E = P \times t$) avec les bonnes unités. - Conversion du temps (h en s). - Conversion de l'énergie (J en kWh).
• Raisonner, argumenter, démontrer.	Questionner identifier le problème Contrôler, exploiter des résultats.	- Mise en relation des documents 1, 2 et 3 : pour calculer le coût de l'énergie consommée, il faut connaître la puissance donnée par le constructeur, la durée de fonctionnement ainsi que le coût d'un kWh
• Communiquer à l'aide de langages ou d'outils scientifiques ou technologiques	Exprimer le résultat d'une mesure, d'un calcul (unité, précision)	- Influence du temps de fonctionnement et de la puissance pour le coût énergétique. - Le temps mesuré par le compteur est le temps de branchement du compteur et non le temps de fonctionnement de l'appareil branché.

✗ dans le programme de la classe visée

les connaissances	les capacités
Puissance nominale indiquée par un appareil, le Watt est l'unité de puissance. L'énergie électrique transférée pendant une durée t à un appareil de puissance nominale P est telle que $E = P \times t$. Unité de l'énergie.	Rechercher, extraire des informations utiles pour repérer les indications de puissances de tension et d'intensité. Calculer, utiliser une formule

¹ Correspond à la 1^{ère} colonne des grilles de référence. La formulation est celle des grilles de référence légèrement remaniées pour l'expérimentation LOLF.

² Correspond à la 2^{ème} colonne des grilles de référence.

✖ les aides ou "coup de pouce"

✂ aide à la démarche de résolution :

- Si l'élève n'arrive pas à commencer l'activité.
Pour savoir quel appareil consomme le plus d'énergie électrique, vous devez : remplir le document 2 afin de mieux comprendre les relations entre toutes ces grandeurs avant d'effectuer les mesures avec le compteur. Diriger l'élève vers les manuels scolaires de troisième en fond de salle.
- Si l'élève ne voit pas l'utilité des documents.
Le document 2 est rempli à l'aide des manuels scolaires, il va vous permettre de trouver des formules de calculs que vous allez utiliser pour répondre à M. Artur. Le document 4 sera utilisé pour effectuer les calculs. La ligne « durée » du document 3 sera aussi utilisée pour effectuer les calculs.
- Si l'élève ne sait pas comment faire le calcul.
Pour calculer les coûts théoriques vous devez calculer l'énergie consommée E de chaque appareil. Calculer le coût de fonctionnement de chaque appareil connaissant le coût d'un kWh. Prendre la puissance P donnée par le constructeur et la durée de fonctionnement t par le compteur.

✂ apport de savoir-faire :

- Si l'élève ne fait aucune recherche documentaire.
Les manuels scolaires sont au fond de la salle, une table des matières va vous permettre de trouver les informations relatives à la puissance électrique et à l'énergie électrique. Remplir les documents.
- Si l'élève ne fait aucune mesure.
Les appareils sont branchés sur le compteur, éventuellement faire les mesures d'un appareil avec l'élève. Remplir le document 3.

✂ apport de connaissances :

- Conversions : 1 kWh = 3 600 000 J et 1 h = 3 600 s.
- Si l'élève reste bloqué on donne les informations suivantes :
La formule pour calculer E est $E = P \times t$, P en watt, t en seconde et E en Joules.
Exprimer le temps en seconde.
Pour comparer les énergies (mesurées et calculées), les exprimer dans la même unité.

✖ les réponses attendues

Monsieur Artur,
les appareils consomment plus ou moins d'énergie selon l'utilisation qui en est faite. Plus un appareil a une forte puissance électrique, plus il consomme de l'énergie, et plus un appareil électrique fonctionne longtemps plus il consomme de l'énergie également. Il ne faut donc pas négliger les appareils de faible puissance car s'ils fonctionnent longtemps ils vont finir par coûter cher.

Énergie et coût mesurés par le compteur	Plaque de cuisson	Ordinateur	Lampes	Téléviseur
Conditions d'utilisation	Régulée par un thermostat	Allumé mais non utilisé	Allumées	En veille
Durée de branchement du compteur	5 h 01 min	5 h 24 min	2 h 28 min	2 h 33 min
Énergie électrique	1,2 kWh	0,6 kWh	0,4 kWh	0 kWh
Coût	0,152 €	0,076 €	0,050 €	0 €

Énergie et coût calculés avec les informations du constructeur	Plaque de cuisson	Ordinateur	Lampes	Téléviseur
Durée de branchement du compteur	9 180 s	19 440 s	8 880 s	18 060 s
Énergie électrique	3,8 kWh	0,70 kWh	0,39 kWh	0,39 kWh
Coût en centimes d'euro	50 ¢	9 ¢	5 ¢	5 ¢

Détail des calculs :

Pour la plaque de cuisson

$$P = 1500 \text{ W et } t = 5 \text{ h } 01 \text{ min} = 9\,180 \text{ s donc } E_{\text{plaque}} = 1\,500 \times 9\,180 = 13\,770\,000 \text{ J} \approx 13,8 \text{ MJ}$$

$$\text{d'où } E_{\text{plaque}} = 13\,770\,000 / 3\,600\,000 = 3,8 \text{ kWh}$$

$$\text{Coût pour la plaque} = 3,8 \times 0,127 = 0,4826 \text{ €} \approx 0,50 \text{ €} = 50 \text{ ¢}$$

Pour le téléviseur

$$P = 78 \text{ W et } t = 2 \text{ h } 33 \text{ min} = 18\,060 \text{ s donc } E_{\text{téléviseur}} = 78 \times 18\,060 = 1\,408\,680 \text{ J} \approx 1,4 \text{ MJ}$$

$$\text{d'où } E_{\text{téléviseur}} = 1\,408\,680 / 3\,600\,000 = 0,39 \text{ kWh}$$

$$\text{Coût pour le téléviseur} = 0,39 \times 0,127 = 0,04983 \text{ €} \approx 0,05 \text{ €} = 5 \text{ ¢}$$

Pour le lustre de 3 lampes :

$$P = U \times I \text{ donc } P = 230 \times 0,7 = 161 \text{ W}$$

$$P = 161 \text{ W et } t = 2 \text{ h } 28 \text{ min} = 8\,880 \text{ s donc } E_{\text{lampes}} = 161 \times 8\,880 = 1\,429\,680 \text{ J} \approx 1,4 \text{ MJ}$$

$$\text{d'où } E_{\text{lampes}} = 1\,429\,680 / 3\,600\,000 = 0,39 \text{ kWh}$$

$$\text{Coût pour le lustre} = 0,39 \times 0,127 = 0,04933 \text{ €} \approx 0,05 \text{ €} = 5 \text{ ¢}$$

Pour l'ordinateur :

$$P = 130 \text{ W et } t = 5 \text{ h } 24 \text{ min} = 19\,440 \text{ s donc } E_{\text{ordinateur}} = 130 \times 19\,440 = 2\,527\,200 \text{ J} \approx 2,5 \text{ MJ}$$

$$\text{d'où } E_{\text{ordinateur}} = 2\,527\,200 / 3\,600\,000 = 0,70 \text{ kWh}$$

$$\text{Coût pour l'ordinateur} = 0,7 \times 0,127 = 0,0889 \text{ €} \approx 0,09 \text{ €} = 9 \text{ ¢}$$

Dans l'utilisation en salle de science, la plaque de cuisson consomme le plus d'énergie électrique.

Il y a des différences entre les mesures et les calculs, le temps mesuré par le compteur est le temps de branchement du compteur et non le temps de fonctionnement de l'appareil branché. De plus, le téléviseur était éteint mais en veille, il avait quand même une puissance de 6W.

Remarque : on n'exigera pas des élèves qu'ils écrivent un nombre de chiffres significatifs cohérent s'ils n'ont pas été formés à cette activité.