

## ENERGIE CALORIFIQUE – CHAUFFER DE L'EAU



### INSTRUCTIONS PERMANENTES DE SÉCURITÉ



1. Avant toute mise sous tension, le professeur vérifie le montage et contrôle le calibrage des appareils de mesure.
2. La mise sous tension et hors tension du poste (consignation, déconsignation) est effectuée en présence du professeur.
3. Toute intervention nécessitant l'ouverture d'un circuit électrique (installation d'un appareil) est effectuée hors tension.
4. Pendant la phase où le poste est sous tension, l'élève travaille sans modifier le câblage du circuit (relevés de mesures ...).
5. En cas de problèmes sur un poste de travail voisin, vous devez impérativement couper l'alimentation du poste en activant le bouton d'arrêt d'urgence le plus proche.



**C'EST LE PROFESSEUR QUI DONNE, APRÈS AVOIR  
PROCÉDÉ À LA CONSIGNATION DU POSTE,  
L'AUTORISATION DE DÉMONTAGE**



## 1. Mise en situation

Dans cette activité, nous allons faire la comparaison de plusieurs systèmes de chauffage de l'eau. Il concerne donc la transformation d'énergie électrique en énergie calorifique.

**L'application choisie est la réalisation de 5 tasses de café quotidiennes.**

C'est une application domestique mais les raisonnements développés seraient identiques pour une application industrielle.



On dispose d'une cafetière, d'une bouilloire et d'une plaque électrique, dont les caractéristiques électriques sont indiquées sur l'étiquette constructeur. Pour que les résultats soient comparables, on mesurera la température de l'eau après utilisation de la cafetière, elle devra être la même en fin de chaque manipulation.



**AU COURS DE L'ESSAI VOUS DEVEZ  
MANIPULER L'EAU CHAUDE AVEC  
PRUDENCE**

L'eau chaude sera vidée à la fin de chaque mesure.

Le thermomètre est un appareil de mesure fragile : le manipuler avec précaution.

## 2. Chauffage de 5 tasses de café avec la CAFETIERE – Référence du TP

La cafetière sera reliée au réseau par l'intermédiaire d'un boîtier qui permet la mesure de sa tension d'alimentation, du courant  $I_1$  et de la puissance qu'elle absorbe.

Q1. Relever les caractéristiques de la cafetière, données par le constructeur.

Q2. **Proposer un schéma de montage** permettant d'effectuer les mesures de la tension d'alimentation  $V$ , du courant  $I_1$ , de la puissance active  $P_1$  ainsi que le temps  $t_1$  nécessaire à la préparation. Dessiner clairement le boîtier de raccordement. On pourra utiliser une pince ampèremétrique réglée en mode Volt/Ampère : Puissance

Q3. **HORS TENSION, réaliser le montage**, puis le **faire vérifier par le professeur**.



Q4. Préparer 500ml d'eau qui correspond au volume permettant de faire cinq tasses de café.

Remplir la cafetière et la mettre sous tension. Effectuer les relevés de  $V$ ,  $I_1$ ,  $P_1$  et le temps  $t_1$ . Mesurer également la température de l'eau au début  $\theta_{init}$  et à la fin de l'expérience  $\theta_{ref}$  en °C : elle servira de référence pour les autres essais. *Attention, ne pas compter le temps si la puissance s'annule !*

Q5. A l'aide d'un tableur (Excel ou Calc), rassembler vos résultats : Type de chauffage, Tension, courant, puissance, temps, température initiale, température finale de référence.

Q6. Dédire des valeurs mesurées l'énergie électrique absorbée par la cafetière  $E_{cafetière}$  en considérant la puissance constante (pas de variation). On exprimera cette énergie en J puis en Wh.

### 3. Chauffage de 5 tasses de café avec la bouilloire

---

Hors tension, remplacer la cafetière par la bouilloire.



La contenance de l'eau à chauffer reste de 500ml.

Q7. Relever les caractéristiques de la bouilloire, données par le constructeur.

**Faire vérifier par le professeur.**

Q8. Remplir la bouilloire et la mettre sous tension pour chauffer l'eau. Arrêter le chauffage lorsque la température de l'eau a atteint la température finale  $\theta_{ref}$  °C précédemment.

Q9. Mesurer la tension  $V$ , le courant  $I_2$ , et la puissance  $P_2$  ainsi que le temps nécessaire  $t_2$ .  
**Compléter votre tableau**

Q10. Déduire des valeurs mesurées l'énergie électrique fournie à la bouilloire  $E_{bouilloire}$  en considérant la puissance constante. On exprimera cette énergie en J puis en Wh.

### 4. Chauffage de 5 tasses de café avec la plaque électrique

---

Hors tension, remplacer la bouilloire par la plaque électrique.



Le volume d'eau à chauffer reste de 500ml ; cette eau est placée dans une casserole sur la plaque.

Q11. Relever les caractéristiques de la plaque électrique, données par le constructeur.

**Faire vérifier par le professeur.**

Q12. Réaliser le chauffage de l'eau en utilisant la **position maximum du chauffage** Arrêter la mesure lorsque la température de l'eau a atteint la température finale mesurée précédemment.

Q13. Mesurer la tension  $V$ , le courant  $I_3$ , et la puissance  $P_3$  ainsi que le temps nécessaire  $t_3$ .

Q14. Déduire des valeurs mesurées l'énergie électrique fournie à la plaque électrique  $E_{plaque}$ . On exprimera cette énergie en J puis en Wh.

Q15. Recommencer le chauffage des 500ml d'eau avec la seconde casserole, après avoir complètement laissé refroidir la plaque mais cette fois en **réglant la puissance de chauffage à la moitié de la puissance maximale**. Arrêter la mesure lorsque la température de l'eau a atteint la température de référence.

Q16. Mesurer la tension  $V$ , le courant  $I_3'$ , et la puissance  $P_3'$  ainsi que le temps nécessaire  $t_3'$ .

Q17. Déduire des valeurs mesurées l'énergie électrique fournie à la plaque électrique. On exprimera cette énergie  $E'_{plaque}$  en J puis en Wh.

Q18. Rassembler tous vos mesures et résultats dans votre tableau.

## 5. Rendements énergétiques

---

On sait que l'énergie **W** nécessaire au chauffage d'une masse **m** de produit de capacité thermique massique **c** pour faire passer sa température d'une valeur  $\theta_1$  à une valeur  $\theta_2$  est ;

$$W = m \cdot c \cdot (\theta_2 - \theta_1)$$

W est exprimée en Joule ; m en kg et  $\theta$  en °C On donne la capacité thermique massique de l'eau :

$$c = 4186 \text{ J/Kg/}^\circ\text{C}$$

Q19. Calculer l'énergie calorifique  $W_{\text{eau}}$  (en J) nécessaire au chauffage des 500ml d'eau.

Q20. Dans votre tableau, au regard des différentes valeurs des énergies électriques consommées pour chaque moyen de chauffage, calculer les rendements énergétiques dans chaque cas. Conclure sur le moyen le plus efficient !

Q21. En considérant le cout énergétique de l'électricité en France de 15 c€/kWh, en utilisant votre tableur, quel est l'appareil le moins couteux pour réaliser ces 5 tasses de café ?

