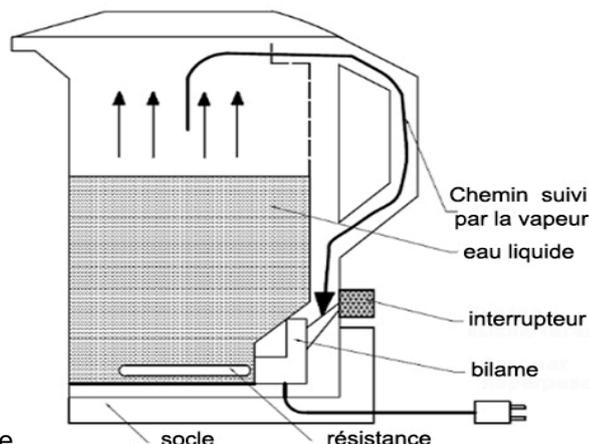


## Evaluation des « pertes » thermiques lors du chauffage de 1,00 L d'eau porté à ébullition avec une bouilloire

### Doc 1 : Fonctionnement d'une bouilloire électrique

Les modèles les plus répandus sont les bouilloires sans fil : elles sont placées sur un socle, relié à une prise électrique, pendant la phase de chauffe. Le récipient peut ensuite se détacher du socle et être utilisé comme un récipient ordinaire. Le fonctionnement de la bouilloire électrique repose sur l'**effet Joule**. Les bouilloires sont munies d'une **résistance électrique** généralement immergée, qui se présente sous la forme d'un tube en anneau. **L'énergie électrique transférée à la résistance, provoque une augmentation de l'énergie thermique de l'anneau : l'eau se trouve réchauffée par transfert thermique.** Les modèles récents disposent d'une résistance située sous une plaque en acier inoxydable, ce qui permet d'éviter l'accumulation du tartre sur la résistance et permet de chauffer de petites quantités de liquide. Le dispositif d'arrêt automatique, est un thermostat électromécanique basé sur le principe du bilame suivant : l'utilisateur déforme le bilame en pressant le bouton de démarrage : le circuit est alors fermé et la phase de chauffe commence. Dès le début de l'ébullition, la vapeur d'eau (à 100 °C) atteignant le bilame (par un circuit contenu dans le manche) provoque le retour de celui-ci à sa forme initiale. Le circuit de chauffe est alors de nouveau ouvert et la bouilloire arrêtée.

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Bouilloire>



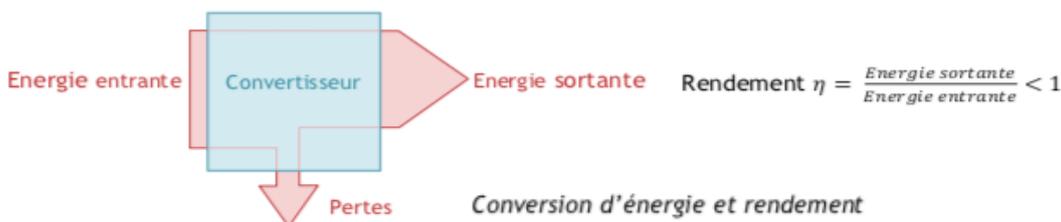
### Doc 2 : Conversions d'énergie, possibilités et limites

"L'énergie ne se crée pas, ne se perd pas : elle se transforme"  
L'énergie est (pour un système fermé, isolé) "ce" qui se conserve lorsque tout change.

D'un point de vue physique, l'énergie ne se produit pas, ni se consomme, elle se transforme ou se convertit d'une forme en une autre :

l'énergie chimique du carburant est convertie en chaleur par combustion ou en énergie mécanique via un moteur, l'énergie lumineuse du rayonnement solaire est transformée en « énergie électrique » par un système photovoltaïque ... La plupart du temps, « l'énergie électrique » n'est pas stockable directement.

Celle-ci est transformée en une autre forme d'énergie qui sera stockée, puis récupérée et retransformée en électricité lors de son utilisation. Lors d'une transformation ou d'une conversion, toute l'**énergie entrante** n'est pas extraite en **énergie de sortie (souhaitée ou utile)**, une partie est « perdue » sous forme de chaleur dispersée dans l'environnement. Le rendement, rapport de l'énergie sortante sur l'énergie entrante, est donc (sauf exception) inférieur à 100%.



L'évacuation des pertes nécessite généralement un système de refroidissement, un échangeur de chaleur

Source : Conversion-denergie-et-efficacite-energetique-ensps + <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr>

De même, on peut définir la valeur énergétique d'un aliment comme la quantité d'énergie pouvant en être retirée via la digestion. La valeur énergétique est exprimée en kilojoules (kJ) ou en kilocalories (kcal).

Pour obtenir l'énergie disponible, on multiplie la quantité totale d'énergie contenue dans un aliment par 85 % (les pertes durant la digestion humaine représentent approximativement 15 % de la valeur totale).

Par exemple sur une étiquette d'un paquet de pâtes alimentaires, on peut lire : Energie (pour 100 g) 1521 kJ ou 359 kcal

### Doc 3 : Différence entre énergie et puissance

Pour un dipôle électrique fonctionnant sous une tension U (exprimée en Volt) et traversé par une intensité électrique I (en Ampère), la puissance P (en Watt), consommée (ou absorbée) ou fournie (émise) a pour valeur :  $P = U \times I$

Unités :            **W    V    A**

En électricité, si les valeurs de tension et d'intensité de fonctionnement ne varient pas au cours du temps, on raisonne en puissance, qui correspond à l'énergie consommée (ou fournie) par unité de temps :  $P = \Delta E / \Delta t$

En effet, connaissant la puissance, il suffit alors de connaître le temps d'utilisation de l'appareil pour obtenir une évaluation de l'énergie consommée (ou fournie) :  $\Delta E = P \times \Delta t$

Unités :            **J    W    s**

La consommation électrique de nos appareils ménagers : <https://particuliers.engie.fr/electricite-gaz/estimation-prix-gaz-electricite/conseils-calcul-consommation/estimez-la-consommation-de-vos-appareils-electromenagers.html>

#### Doc 4 : Cas d'une résistance

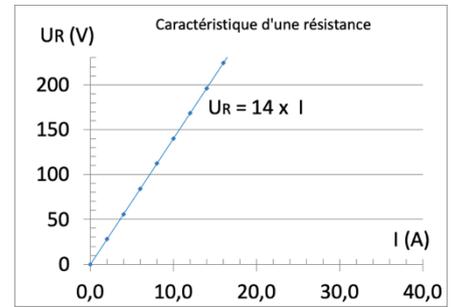
C'est le seul convertisseur électrique qui possède un rendement de 100 %, toute l'«énergie électrique» est convertie en énergie thermique : c'est l'effet Joule. Mais dans le cas d'un bouilloire, une partie de cette énergie thermique est «perdue» (en fait transférée) vers l'extérieur, à travers les parois de la bouilloire.

Dans le cas d'une résistance, il existe une relation de proportionnalité entre la tension aux bornes de ce dipôle et l'intensité qui le traverse : c'est la loi d'Ohm.

La courbe représentant la tension en fonction de l'intensité est appelée caractéristique.

Si on trace la tension en fonction de l'intensité, dans le cas d'une résistance, on obtient une droite passant par l'origine.

Le modèle mathématique, de cette courbe (appelée caractéristique), a pour équation, pour une résistance :  $U_R = R \times I$   
Unités :  $V \quad \Omega \quad A$



#### Doc 5 : Que représente tension et intensité électrique ?

L'intensité du courant électrique représente le débit des charges électriques qui passe en un point du circuit :  $I = \Delta Q / \Delta t$   
Unités :  $A = C / s$

Une tension électrique  $U_{AB}$  représente l'«énergie» ou travail électrique  $\Delta W$  disponible par unité de charge, entre 2 points A et B d'un circuit.  $U_{AB} = \Delta W / Q$

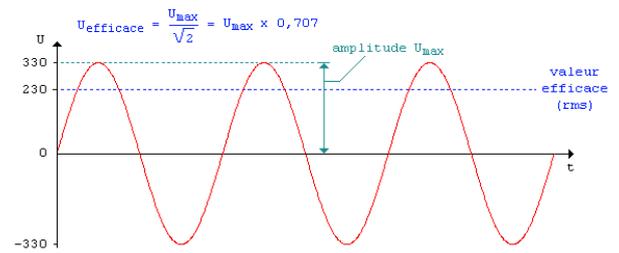
$$V = J / C$$

Nous raisonnerons cette année en tension continue (la valeur de la tension ne varie pas au cours du temps)

Pour une tension périodique est associée à une tension efficace.

C'est donc le cas pour la bouilloire utilisée.

Ueff correspond à la tension continue qui aurait, en moyenne, les mêmes effets sur le fonctionnement des récepteurs et les échanges d'énergie. Pour la tension fournie par EDF :  $U_{eff} = 230 V$



#### Doc 6 : l'énergie thermique (en relation avec la température) récupérée par un liquide, comme l'eau liquide

Une des premières unités d'énergie à avoir été définie est la calorie.

La calorie a été proposée et utilisée avant que Joule, en 1843, établisse l'équivalence chaleur Q - travail W - énergie  $\Delta E$ .

Une calorie représente l'énergie qu'il faut fournir pour élever la température de 1,0 g d'eau liquide de 1 °C

$$\Delta E = Q_{(eau\ liq)} = m_{(eau\ liq)} \cdot \Delta T_{(eau\ liq)} \quad \text{avec } \Delta T_{(eau\ liq)} = T_{Fin\ (eau\ liq)} - T_{Ini\ (eau\ liq)}$$

En Joule, puisque la valeur énergétique correspondante est :  $1\ cal = 4,18\ J$  ,

la relation devient :  $\Delta E = Q_{(eau\ liq)} = m_{(eau\ liq)} \cdot C_{(eau\ liq)} \cdot \Delta T_{(eau\ liq)}$  avec  $C_{(eau\ liq)} = 4,18. J.g^{-1}.^{\circ}C^{-1}$   
 $J = g \cdot J.g^{-1}.^{\circ}C^{-1} \cdot ^{\circ}C$

#### Doc de travail :

**La bouilloire décrite ci-dessous (ou celle présente sur la paillasse du prof) est utilisée pour obtenir 1,00 Litre d'eau (à 100 °C) initialement à 20°C.**

Données expérimentales : Sur l'étiquette de la bouilloire, est notée 230 V / 50 Hz / 2000 W

Pour 0,50 L d'eau, la durée du chauffage est de  $\Delta t = 2,0\ mn$

Pour 1,00 L d'eau, la durée du chauffage est de  $\Delta t = 4,0\ mn$

Pour 1,50 L d'eau, la durée du chauffage est de  $\Delta t = 6,0\ mn$

On dispose d'un thermomètre, d'un multimètre, d'un chronomètre (sur ordi, smartphone), d'une bouilloire

#### Partie 1 : QCM préalable (compréhension des données du texte) : cocher la réponse correcte

- 1) D'après le Doc de travail, on peut prévoir la durée du chauffage pour 1,25 L d'eau :  Vrai  Faux
- 2) Plus la résistance d'une bouilloire est importante, plus sa puissance électrique est élevée :  Vrai  Faux
- 3) On peut vérifier, par une mesure, la valeur de la résistance de la bouilloire utilisée :  Vrai  Faux

#### Partie 2 : Problème

**Evaluer les « pertes » thermiques lors du chauffage, pour obtenir avec la bouilloire, 1,00 Litre d'eau bouillante (à 100 °C) alors qu'initialement sa température était de à 20°C**  
- voir Doc de travail (ou bouilloire présente sur la paillasse)