

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

Mesure des pertes par effet Joule dans une ligne électrique

✔ Objectifs	👤 Classe
<input type="checkbox"/> Au cours du transport, une partie de l'énergie électrique, dissipée dans l'environnement par effet Joule, ne parvient pas à l'utilisateur. <input type="checkbox"/> Utiliser les formules littérales reliant la puissance à la résistance, l'intensité et la tension pour identifier l'influence de ces grandeurs sur l'effet Joule.	Terminale ES
	🕒 Durée
	2 h

Document 1: Aspect microscopique (d'après Bordas)

Dans un matériau conducteur, le courant électrique est dû à un déplacement d'électrons, petites particules chargées négativement se trouvant en périphérie des atomes et donc peu liés à ceux-ci.



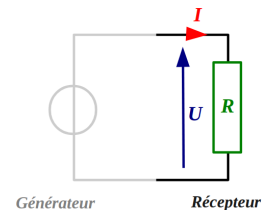
Lorsqu'on applique une tension aux bornes du matériau, les électrons se mettent en mouvement de la borne négative du générateur à sa borne positive. Ces électrons peuvent se déplacer plus ou moins facilement selon la nature du matériau. Quasiment tous les matériaux offrent une résistance au courant. Plus la résistance d'un matériau est importante, plus les électrons qui constituent le courant ont du "mal" à circuler, ce qui provoque un échauffement du matériau. Ce phénomène s'appelle l'effet Joule. Cet effet peut être avantageux mais il est, le plus souvent, gênant car il peut entraîner une perte d'énergie importante.

Document 2: Puissance et énergie

Dans un circuit électrique, tel que celui ci-contre, la puissance P est l'énergie consommée par le dipôle pendant 1 seconde. Les trois grandeurs P , I , et U sont liées par la relation :

$$P = U \times I \quad (1)$$

avec P en watts, U en volts et I en ampères.



L'énergie E consommée par un dipôle pendant une durée Δt s'exprime en fonction de la puissance P consommée par :

$$E = P \times \Delta t \quad (2)$$

avec E en joules, P en watts et Δt en secondes. Dans le cas où le récepteur est un résistor de résistance R , on rappelle que la loi d'Ohm s'exprime selon :

$$U = R \times I \quad (3)$$

avec U en volts, R en ohms et I en ampères.

Document 3: Énergie thermique et changement de température d'un corps

Quand on apporte de l'énergie E en Joule (J) à un corps de masse m en kilogramme (kg) et de capacité calorifique c en Joule par kilogramme par degré ($J \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$), on peut observer une élévation $\Delta\theta$ en degré (K ou $^\circ C$) de sa température.

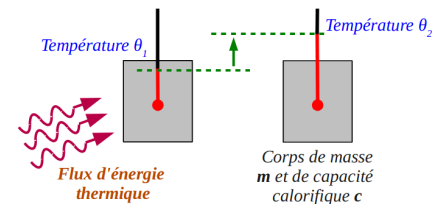
$$E = m \times c \times \Delta\theta \quad (4)$$

avec $\Delta\theta = \theta_f - \theta_i$. La capacité calorifique c d'un corps mesure sa capacité à stocker de l'énergie thermique. Pour l'eau, $c = 4185 J \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$.

En calorimétrie, en mesurant le changement de température d'une certaine masse d'eau, on en déduit l'énergie qui a été transférée à cette eau. Cette énergie provient d'un phénomène qui produit ou consomme de l'énergie.

Exemples d'énergies mesurées par calorimétrie :

énergie de combustion, énergie d'une réaction chimique, énergie produite par effet Joule, énergie liée au métabolisme d'un être vivant, etc. ...



✂ Sur la paillasse

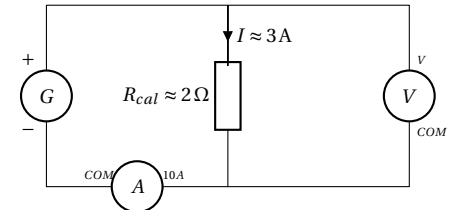
- 2 multimètres,
- Source de tension/courant 0 à 5 A,
- Calorimètre à vase de Dewar avec résistance de $2\ \Omega$,
- Thermomètre adapté au calorimètre,
- Bécher de 200 mL,
- Balance de précision,
- Chronomètre,
- 3 câbles rouges et 3 noirs (longueur intermédiaire).

1 Protocole expérimental



Montage expérimental

On mesure la masse m d'eau, la tension U aux bornes de la résistance, l'intensité du courant I parcourant la résistance, la variation de température $\Delta\theta$ et la durée du chauffage Δt pour calculer les énergies électriques et énergies thermiques.



Étapes à suivre

- Placer une masse m (mesurée précisément) d'eau dans le calorimètre (ordre de grandeur : 400 grammes).
- Installer le thermomètre, la résistance chauffante, l'agitateur et vérifier que le thermomètre est plongé dans l'eau et que l'équilibre thermique est atteint (la température est stable).
- Relier la résistance chauffante au générateur, qui doit rester éteint, placer le voltmètre de manière à mesurer la tension aux bornes de la résistance. Placer en série un ampèremètre de manière à pouvoir mesurer l'intensité du courant.
- Préparer le chronomètre et le tableau de prise de mesure (température, temps).

👋 Appel 1

Appeler le professeur pour lui présenter votre circuit électrique.

- Après mise en route du générateur et réglage du courant à 3 A, relevez régulièrement le temps et la température (afin d'avoir un changement final de température d'au moins $15\ ^\circ\text{C}$). Vérifier que la tension et le courant d'alimentation ne bougent pas. **Agiter calmement, régulièrement et constamment l'eau pour homogénéiser la température dans le calorimètre.**

2 Exploitation des résultats

1. Tracer un graphique $E_{th} = f(\Delta t)$, « énergie thermique en fonction du temps ».
2. À partir des documents, montrez qu'il est possible de modéliser le graphique obtenu avec une droite. Calculer le coefficient directeur de la droite.
3. Calculer l'énergie électrique E_{elec} consommée par la résistance pendant toute l'expérience à partir de U , I et la durée totale de l'expérience en seconde déterminée par votre tableau de mesures.
4. Calculer l'énergie thermique E_{th} reçue par l'eau grâce à la variation totale de température, la masse d'eau et la valeur de la capacité calorifique de l'eau.
5. A-t-on $E_{elec} = E_{th}$?
6. Estimer la différence, et essayez d'expliquer d'où elle peut provenir et où est partie l'énergie manquante.
7. À quoi la pente du graphique $E_{th} = f(\Delta t)$ correspond-elle ? Est-ce le cas ?
8. Pour les installations ou appareils ci-dessous, dire si l'effet Joule est un avantage ou un inconvénient.
9. Détailler vos explications dans le cas de la ligne électrique à haute tension.

