



# Bilans d'énergie

## I. Rendement énergétique d'une bouilloire électrique

- **Objectif** : Effectuer l'étude énergétique d'un système thermodynamique.

Après avoir vu une vidéo sur le biomimétisme et une de ses applications concernant une bouilloire électrique, on cherche à déterminer le rendement de la bouilloire du laboratoire.

### Document 1 : Biomimétisme

Giullian Graves, bioingénieur et Michka Mélo, designer, ont réalisé un prototype de bouilloire consommant moins d'énergie en s'inspirant de principes d'isolation et d'optimisation naturels qui sont des particularités du toucan, du nautille, de l'ours polaire et de la termitière.

Voir la vidéo  
Durée : 6 min



<http://acver.fr/bouill>

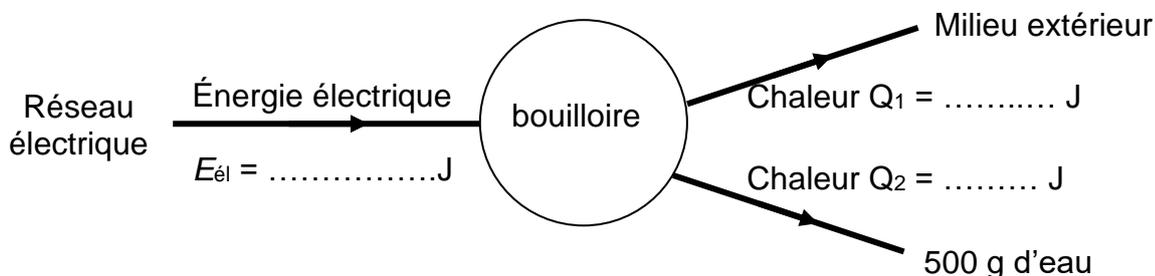
issue de la série « Nature = Futur ! »

### Document 2 : Rendement énergétique $\eta$

$$\eta = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{dépensée}}}$$

### Document 3 : Chaîne énergétique d'une bouilloire électrique

Le passage du courant électrique dans un conducteur ohmique situé dans la bouilloire s'accompagne d'un dégagement de chaleur. Ce phénomène est dû à l'effet Joule.



### Document 4 : Énergie électrique

$$E_{\text{él}} = P_{\text{él}} \cdot \Delta t$$

avec  $E_{\text{él}}$  en J,  $P_{\text{él}}$  en W et  $\Delta t$  en s.

Au laboratoire, on dispose d'un puissance-mètre qui se place entre la prise électrique et l'appareil électrique.

### Document 5 : Capacité thermique massique de l'eau

L'énergie reçue par une masse d'eau est proportionnelle à son élévation de température :

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta T$$

avec  $m$  masse d'eau en kg,

$C$  capacité thermique massique de l'eau =  $4185 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ,

$\Delta T$  élévation de température en K ou en °C.

## Document 6 : Acquisition temporelle de la température

- 1- Allumer le capteur (bouton sur le coté gauche)
- 2- Appuyer sur le bouton droit
- 3- Avec la molette aller sur Acquisition, valider en appuyant sur OK
- 4- Choisir Temporelle, puis OK
- 5- Tourner la molette pour sélectionner Durée, appuyer sur OK et régler la durée d'acquisition avec la molette à **x min.**  
Tourner à nouveau pour sélectionner ok.
6. Démarrer l'acquisition en appuyant sur OK. (le triangle ► devient un carré ■)
- 7- Lorsque l'acquisition est terminée : Appuyer sur le bouton droit, choisir Fichier puis Enregistrer.

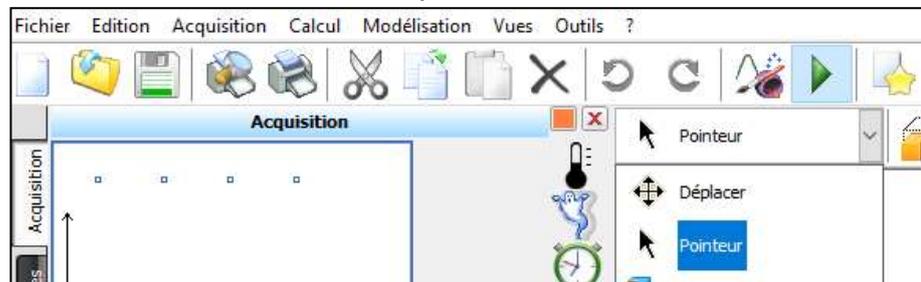


### • TRANSFÉRER LES DONNÉES VERS LE PC

- 1- Lancer le logiciel Initio 2



- 2- Relier le capteur de température au PC avec le câble USB.
- 3- Fichier > Importer le fichier de l'initio 2.
- 4- L'outil Pointeur permet de lire les coordonnées d'un point de la courbe



**Q1.** Proposer un protocole expérimental permettant de calculer le rendement de la bouilloire.

Faire valider le protocole par le professeur.  
Réaliser le protocole expérimental.

**Q2.** Déterminer le rendement énergétique de la bouilloire. Indiquer toutes les mesures et tous les calculs nécessaires.

**Démarrer le protocole expérimental du II.**

**Q3.** Proposer une piste technique, bio inspirée, pour améliorer le rendement de la bouilloire du laboratoire.

## **II. Évolution temporelle d'un système incompressible**

- **Objectif :** Suivre et modéliser l'évolution de la température d'un système incompressible.

### **Protocole expérimental :**

Chauffer 100 mL d'eau pendant 1 min au four à micro-ondes. Placer la sonde de température dans l'eau.

Une fois que la sonde est bien chaude, la sortir de l'eau et l'essuyer.

Placer la sonde au bord de la paillasse à l'air libre.

Lancer une acquisition temporelle de 20 min de la température de la sonde.

### **Document 7 : Loi de refroidissement de Newton**

L'évolution temporelle de la température d'un système incompressible est modélisée par

$$T(t) = (T_0 - T_{\text{ext}}).e^{-t/\tau} + T_{\text{ext}} \quad \text{où} \quad \begin{array}{l} T_0 \text{ est la température initiale du système} \\ T_{\text{ext}} \text{ est la température de l'air ambiant} \end{array}$$

On peut aussi l'écrire sous la forme

$$\Delta T(t) = (T_0 - T_{\text{ext}}).e^{-t/\tau} \quad \text{où} \quad \Delta T(t) = T(t) - T_{\text{ext}}$$

**Q4.** Après avoir recueilli les températures via le logiciel Initio 2 : Fichier> Enregistrer sous. Ouvrir ce fichier dans regressi, en indiquant le type de fichier Jeulin (\*.lab)

Nom du fichier:  Jeulin (\*.lab)

Créer une nouvelle grandeur  $DT = T - \text{Text}$  où Text est remplacée par sa valeur numérique.

Afficher la courbe représentant DT en fonction du temps.

Modéliser, en choisissant le modèle Exp.2.

Noter, ci-dessous, les résultats de la modélisation avec les incertitudes associées.

$$DT = a \cdot \exp(-t/\tau)$$

$a =$

$\tau =$

**Q5.** Le modèle mathématique semble-t-il approprié ? Justifier.

Monde réel	Monde des théories et des modèles
$T_0 =$	
$\text{Text} =$	$a = \dots\dots$ $\frac{u(a)}{a} = \dots\dots \%$

**Document 8 : Notions mathématiques**

équation différentielle du type  $y' = a y + b$

Soient deux réels a et b,  $a \neq 0$

(1) L'ensemble des solutions dans  $\mathbb{R}$  de l'équation différentielle est l'ensemble des fonctions  $f$  :

$$f(x) = K e^{ax} - \frac{b}{a}$$

(2) Pour tous réels  $x_0$  et  $y_0$ , il existe une solution unique  $f$  vérifiant la condition initiale  $y(x_0) = y_0$

**Q6.** Vérifier que la relation  $T = (T_0 - \text{Text}) \cdot e^{-t/\tau} + \text{Text}$  est la solution de l'équation différentielle :

$$\frac{dT}{dt} = -\frac{1}{\tau} \cdot T + \frac{T_{ext}}{\tau}$$

**En attendant :**

Consulter la simulation de refroidissement d'un corps cubique chauffé au préalable : <http://acver.fr/froidn>

On peut jouer sur la nature du matériau et sur l'arête A du cube (donc sur le volume V de l'objet chaud).

**Q7.** Pour un même matériau, quelle est l'influence du volume de l'objet sur son refroidissement ?

**Q8.** Pour un même volume, quel matériau se refroidit le plus rapidement ? Comparer ses caractéristiques (capacité thermique massique et masse volumique) à celles des autres matériaux.