

## Objectifs :

- Mettre en œuvre un protocole expérimental.
- Identifier des sources d'erreur, estimer une incertitude et comparer à une valeur de référence.
- Relier l'énergie échangée à la masse de l'espèce qui change d'état.

## 1. Introduction :

### DOC 1 Énergie massique de vaporisation

L'énergie massique de vaporisation d'une espèce chimique  $L_{vap}$  correspond au transfert thermique nécessaire pour qu'un kilogramme de cette espèce chimique soit vaporisée :

$$Q = m \cdot L_{vap}$$

transfert thermique nécessaire à la vaporisation (en J) →  $Q$  ← énergie massique de vaporisation (en  $J \cdot kg^{-1}$ )  
 ↑  
 masse d'espèce chimique vaporisée (en kg)

### DOC 3 Puissance et énergie

Un chauffe-ballon de puissance  $P$  fournit pendant une durée  $\Delta t$  une quantité d'énergie par transfert thermique  $Q$  au contenu du ballon :

$$Q = P \cdot \Delta t$$

transfert thermique (en J) →  $Q$  ← durée (en s)  
 ↑  
 puissance (en W)

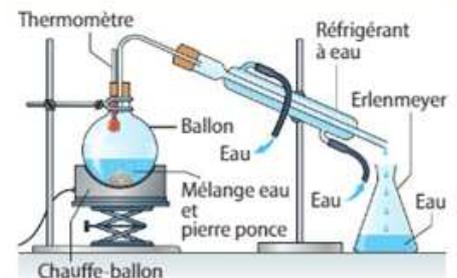
### DOC 2 Montage expérimental de distillation

La distillation est généralement utilisée pour séparer deux liquides miscibles dont les températures d'ébullition sont différentes.

Le montage de distillation peut aussi être utilisé pour estimer l'énergie massique de vaporisation d'un corps pur placé dans le ballon. Une fois la température d'ébullition de l'espèce chimique atteinte dans le ballon, celle-ci est vaporisée, puis passe dans le réfrigérant pour être refroidie et liquéfiée. Après quelques minutes d'ébullition, le rythme de distillation est régulier.

### Protocole

- Peser l'erlenmeyer vide.
- Introduire 250 mL d'eau et quelques grains de pierre ponce dans le ballon.
- Finaliser le montage schématisé ci-contre.
- Brancher le chauffe-ballon sur un wattmètre.
- Chauffer le mélange jusqu'à ébullition : vérifier que la température reste constante.
- Relever la puissance électrique  $P$  du chauffe-ballon.
- Déclencher le chronomètre lorsque la première goutte d'eau liquéfiée est recueillie dans l'erlenmeyer.
- Arrêter le chauffage pour une durée  $\Delta t = 10$  min.
- Retirer l'erlenmeyer après avoir recueilli la dernière goutte d'eau liquéfiée.
- Peser l'erlenmeyer et calculer la masse  $m$  d'eau liquéfiée recueillie.
- Rassembler les résultats dans un tableau. (voir question 2, ci-dessous)



### Liste Matériel :

- ♦ Un erlenmeyer de 100 mL
- ♦ Un réfrigérant à eau
- ♦ Une éprouvette graduée de 250 mL
- ♦ Support avec 2 noix et 2 pinces
- ♦ Un thermomètre
- ♦ Un wattmètre
- ♦ Un chronomètre
- ♦ Pierre ponce
- ♦ Un chauffe-ballon + ballon

## 2. Déterminer la masse d'eau vaporisée

- Schématiser le changement d'état étudié en précisant l'état physique initial et final de l'eau et le nom du changement d'état.

- Indiquer une autre méthode que l'on aurait pu utiliser pour déterminer la masse d'eau vaporisée.
- Dessiner l'allure de la courbe représentant la température de l'eau en fonction du temps de chauffage jusqu'à la fin du changement d'état.
- Mettre en œuvre le protocole.
- Rassembler votre résultat et ceux de vos camarades dans le tableau ci-dessous (à recopier) et déterminer la valeur de la masse de l'eau vaporisée en vous aidant des documents ci-dessous. Ecrire la valeur de la masse sous la forme  $\bar{m} \pm U_x$  et sous la forme d'un intervalle. (Supprimer toute valeur erronée)

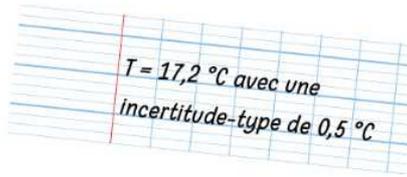
**DOC 4**

**Écrire un résultat de mesure**

Une mesure ne peut jamais conduire à une valeur vraie, rigoureusement certaine, mais seulement à des valeurs approchées. On parle de **variabilité** ou de **dispersion** d'une mesure. Pour évaluer la dispersion d'une mesure, on utilise une grandeur appelée **incertitude-type**. Elle traduit le doute qu'il existe entre le résultat de cette mesure et la valeur vraie. L'incertitude s'écrit sous la forme d'un **intervalle** dans lequel la valeur « vraie » se trouve probablement. On utilise le symbole  $\pm$  pour définir cet intervalle.

**EXEMPLE**

0,5 °C est l'incertitude de la mesure ci-contre.  
 Cette écriture signifie que :  
 - la meilleure estimation de la grandeur mesurée, ici la température  $T$ , est 17,2 °C ;  
 - la valeur vraie a de fortes chances de se trouver dans l'intervalle  $17,2 - 0,5 = 16,7$  °C et  $17,2 + 0,5 = 17,7$  °C.  
 Cela revient à écrire que :  $16,7$  °C  $\leq T \leq 17,7$  °C.

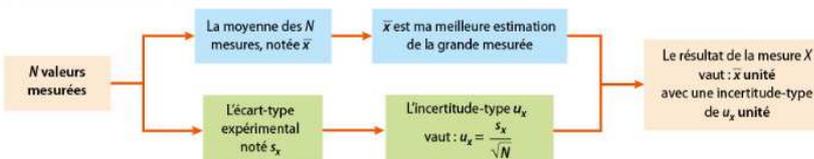


m(G1) en g	
m(G2) en g	
m(G3) en g	
m(G4) en g	
m(G5) en g	
m(G6) en g	
m(G7) en g	
m(G8) en g	
m(G9) en g	
Valeur moyenne $\bar{m}$ en g	
Ecart-type exp. $S_x$ en g	
Incertitude-type $U_x$ en g	

**DOC 5**

**c. Calculer l'incertitude-type sur une série de mesures**

Lorsque l'on réalise plusieurs mesures d'une même grandeur  $X$ , il est possible de calculer la **meilleure estimation** du résultat ainsi que la valeur de l'**incertitude-type** associée. Pour cela, si l'on dispose de  $N$  mesures :



Au lycée, on écrit les incertitudes en respectant les règles suivantes :  
 - l'incertitude-type d'une mesure est écrite avec **un ou deux chiffres significatifs** ;  
 - l'incertitude-type est **arrondi**, par excès, à la **même décimale** que la valeur mesurée.

**3. Relier la masse d'eau vaporisée et l'énergie thermique échangée**

- En vous servant du DOC 3, calculez la valeur du transfert thermique fourni par le chauffe-ballon en 10 min.
- Calculer la valeur de l'énergie massique de vaporisation de l'eau. Comparer la valeur obtenue à la valeur théorique ( $L_{vap}(eau) = 2,3 \cdot 10^6$  J.kg<sup>-1</sup>). (voir DOC 1).
- Apporter un regard critique sur la méthode utilisée et sur les possibles sources d'erreur.
- Que peut-on conclure concernant la masse d'eau vaporisée et l'énergie thermique échangée nécessaire à ce changement d'état ?

**Liste Matériel / groupe**

- ◆Un erlenmeyer de 100 mL
- ◆Une éprouvette graduée de 250 mL
- ◆Un thermomètre
- ◆Un chronomètre
- ◆Un chauffe-ballon + ballon
- ◆Un réfrigérant à eau
- ◆Support avec 2 noix et 2 pinces
- ◆Un wattmètre
- ◆Pierre ponce

**Paillasse prof :**

- ◆3 balances