



**T.P : T.S.**

**Calorimétrie.**

(D'après un TP de Mr Daini site labotp.org)

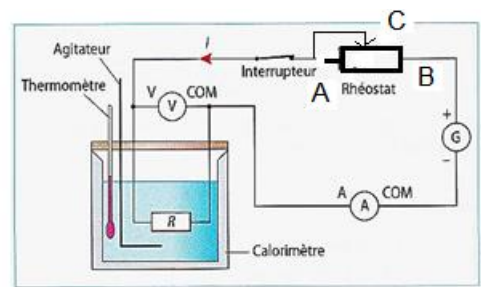
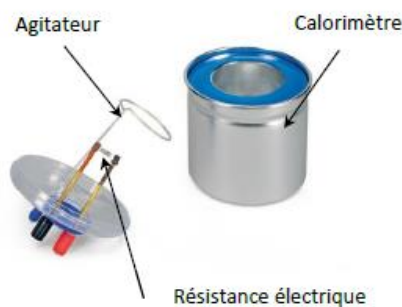
L'eau liquide est une phase condensée. Lorsqu'elle reçoit un transfert thermique, sa température augmente et donc son énergie interne augmente aussi. **Comment relier la variation d'énergie interne de l'eau à sa variation de température ?**

**I – EXPERIENCE**

Pour mesurer les transferts thermiques mis en jeu au cours d'échanges thermiques ou de transformations chimiques, on peut utiliser un **calorimètre**. Il s'agit d'une enceinte thermiquement isolée du milieu extérieur. Un calorimètre comprend généralement un système d'agitation et un thermomètre.

Un calorimètre est dit idéal si son contenu n'échange pas d'énergie thermique avec l'extérieur. On se placera dans ce cas.

Peser précisément une masse  $m_{\text{eau}}$  d'eau distillée à température ambiante correspondant à un volume d'environ 140 mL. La verser dans un calorimètre contenant une résistance chauffante à immersion (thermoplongeur), un agitateur et un thermomètre.



Réaliser le circuit représenté sur le schéma précédent en réglant le générateur de tension à 6 V . Régler l'ampèremètre sur le plus fort calibre (10 A continu). **Attention** le rhéostat présente 2 bornes noires A et B tel que la résistance  $R_{AB} = R_{\text{max}} = 100 \Omega$ . Elle comporte également une borne rouge C reliée à un curseur. La résistance entre la borne C et B est comprise entre :  $0 \Omega < R_{BC} < R_{AB} = 100 \Omega$  suivant la position du curseur. En reliant le circuit entre les bornes R et C et en déplaçant le curseur on peut donc faire varier la résistance dans le circuit et par conséquent l'intensité qui le traverse. **Faire vérifier le montage.**

\* Fermer l'interrupteur, déplacer ensuite le curseur de manière à régler l'intensité du courant à une valeur d'intensité  $i = 2 \text{ A}$ . Noter la valeur de l'intensité exacte du courant sur votre compte rendu. Ouvrir l'interrupteur. Mesurer la température initiale  $\theta_0$  de l'eau. Fermer l'interrupteur en déclenchant simultanément le chronomètre. Mesurer et noter la tension U aux bornes de la résistance.

\* **En agitant l'eau en permanence**, relever la température  $\theta$  de l'eau toutes les minutes (pendant 15 minutes environ) et consigner les résultats dans le tableau suivant :

$\Delta t(\text{s})$																			
$\theta(^{\circ}\text{C})$																			
$\Delta\theta = \theta - \theta_0$																			

**Eteindre les appareils de manière à économiser les piles : l'environnement vous remercie !!!!!!!!**

**II – EXPLOITATION DES RESULTATS**

**Info :** la variation d'énergie interne  $\Delta U_S$  d'un système macroscopique fermé S, qui échange avec le milieu extérieur du travail W et du transfert thermique Q est égale à :  $\Delta U_S = W_S + Q_S$ .

$W_S$  et  $Q_S$  sont comptés **positivement** s'ils sont **reçus** par le système S du milieu extérieur.

$W_S$  et  $Q_S$  sont comptés **négativement** s'ils sont **cédés** par le système S au milieu extérieur.

**Info :** Soit U la tension aux bornes d'une résistance et I l'intensité qui la traverse. La puissance électrique P consommée par une résistance est  $P = U.I$ . Le travail électrique reçu par la résistance pendant la durée  $\Delta t$  est

$W = P. \Delta t.$

1. On considère le système {résistance} : schématiser les échanges énergétiques entre ce système et l'extérieur en indiquant la nature et le signe des transferts d'énergies.

2. Exprimer le travail électrique  $W_{\text{res}}$  reçu par la résistance en fonction de  $U$ ,  $I$  et de la durée  $\Delta t$ .
3. On admet que tout le travail électrique  $W_{\text{res}}$  reçu par la résistance est intégralement transformé en énergie thermique  $Q_{\text{res}}$  : que vaut alors la variation d'énergie interne de la résistance notée  $\Delta U_{\text{res}}$  ?
4. Soit le système {eau + calorimètre} : ce système reçoit le transfert thermique cédé par la résistance.
  - a. Schématiser les échanges énergétiques entre ce système et l'extérieur.
  - b. En déduire une relation entre la variation d'énergie interne  $\Delta U_{\text{eau+cal}}$  du système et  $\Delta t$ .
5. Dans un tableau, faire calculer les valeurs de  $\Delta U_{\text{eau+cal}}$  à partir des valeurs du tableau.
6. Dans le tableau, tracer le graphe  $\Delta U_{\text{eau+cal}}$  en fonction de  $\Delta \Theta$ . Commenter l'allure du graphe.
7. Déterminer la valeur et l'unité du coefficient directeur  $k$  du graphe précédent.

**Info :** la variation d'énergie interne d'une phase condensée  $X$  (solide ou liquide)  $\Delta U_X$  de masse  $m_X$  et de capacité thermique massique  $C_X$  dont la température varie de  $\Delta \Theta$  s'écrit :  $\Delta U_X = m_X \cdot C_X \cdot \Delta \Theta$

8. On note respectivement  $c_{\text{Al}}$  et  $c_{\text{eau}}$  les capacités thermiques massique du calorimètre (en aluminium) et de l'eau (en  $\text{J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$ ). Exprimer, littéralement, les transferts thermiques  $Q_{\text{cal}}$  et  $Q_{\text{eau}}$  reçus par le calorimètre, (de masse  $m_{\text{cal}}$ ) et l'eau. En déduire l'expression de  $\Delta U_{\text{eau+cal}}$ .
9. Montrer alors que  $k = m_{\text{cal}} \cdot c_{\text{Al}} + m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}}$ . En déduire une valeur expérimentale de  $c_{\text{eau}}$ .  
(Donnée :  $c_{\text{Al}} = 0,897 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$  ; la masse du calorimètre est  $m(\text{Cal}) = 31,3 \text{ g}$ ).
10. Les tables donnent  $c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$ . Comparer la valeur expérimentale obtenue à celle des tables. Comment expliquer une éventuelle différence entre les deux valeurs ?
11. Rassembler les résultats de tous les groupes et calculer une valeur moyenne ainsi que l'écart-type  $\sigma_{n-1}$ .

L'incertitude de répétabilité sur  $c_{\text{eau}}$  est donnée par la relation :  $U(c_{\text{eau}}) = k \cdot \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$  où  $n$  est le nombre de mesures de  $c_{\text{eau}}$  et  $k$  le coefficient de Student donné dans le tableau ci-dessous.

$n$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$k_{95\%}$	12,7	4,30	3,18	2,78	2,57	2,45	2,37	2,31	2,26	2,23	2,20	2,18	2,16	2,15	2,13
$k_{99\%}$	63,7	9,93	5,84	4,60	4,03	3,71	3,50	3,36	3,25	3,17	3,11	3,06	3,01	2,98	2,95

En considérant un niveau de confiance de 99 % exprimer  $c_{\text{eau}}$  sous la forme :  $c_{\text{eau}} = c_{\text{eau} \cdot \text{moy}} \pm U(c_{\text{eau}})$ .