

# Travaux pratiques de chimie II

Dr. BOUCHEMELLA Khadidja

Université des frères Mentouri Constantine 1

Faculté des Sciences Exactes

Département de Chimie

khadidja.bouchemella@usthb.edu.dz

1.0 Mars 2014



*Université des frères Mentouri Constantine 1*

# Table des matières

<b>I - TP N° 1 : Détermination de la capacité calorifique spécifique du calorimètre Ck</b>	<b>3</b>
1. Objectifs .....	3
2. Introduction .....	3
3. Partie théorique .....	3
4. Partie expérimentale .....	6
4.1. Matériels et produits utilisés.....	6
4.2. Mode opératoire .....	6
5. Exploitation des résultats .....	7
6. Exercice .....	7
7. Exercice .....	7
<b>Solutions des exercices</b>	<b>8</b>
<b>Références</b>	<b>9</b>

# TP N° 1 : Détermination de la capacité calorifique spécifique du calorimètre Ck



## 1. Objectifs

A la fin du TP l'étudiant sera capable de :

- Comprendre le fonctionnement du calorimètre.
- Déterminer la capacité calorifique d'un calorimètre

## 2. Introduction

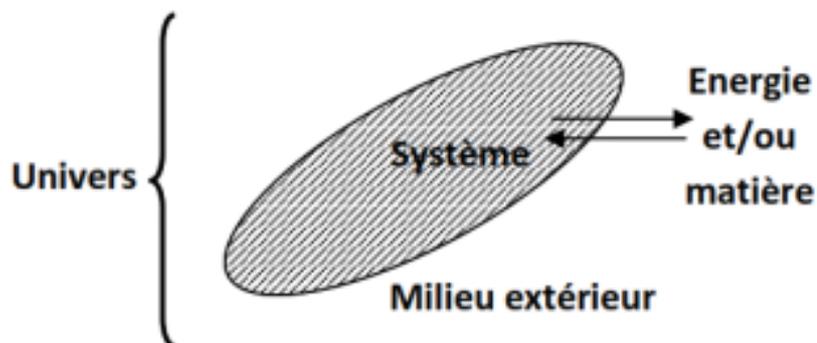
**La calorimétrie** est la partie de la thermodynamique qui a pour objet la mesure des quantités de chaleur échangées au cours de transformations subies par le système ainsi que les capacités calorifiques. Elle repose sur un principe fondamental : principe de l'égalité des échanges thermiques (ce qui est perdu par un milieu est gagné par un autre milieu).

## 3. Partie théorique



- **Système thermodynamique :\***

L'ensemble d'objets ou substances qui appartiennent à un domaine de l'espace. Ce qui n'est pas le système constitue le milieu extérieur. L'ensemble du système et du milieu extérieur constitue l'**univers** comme illustré dans la figure ci-dessous.



*Système, milieu extérieur et l'univers*

- **Transformations possibles entre le système et le milieu extérieur :\***

Selon la nature de la frontière entre le système et le milieu extérieur, on distingue trois types de

systèmes (voir le tableau ci-dessous):

Système	Nature de transformation		Exemple
	L'énergie	Matière	
Système fermé	Oui	Non	lampe
Système isolé	Non	Non	thermos
Système ouvert	Oui	Oui	cellule vivante

*Différents types du système*

- **Transformation adiabatique :\***

Une transformation est dite « **adiabatique** » quand le système n'échange pas de chaleur avec l'extérieur ( $Q=0$ ).

- **Notion de chaleur ou de quantité de chaleur Q :\***

La chaleur est une forme d'énergie qui apparaît lorsque deux corps de température différente sont mis en contact. Donc, il s'agit d'un transfert thermique (transfert d'énergie sous forme de chaleur). Elle se transmet du corps qui a la température la plus élevée vers le corps qui a la température la plus basse, ce transfert s'arrête quand l'équilibre est atteint. Elle se note «Q» et s'exprime en joule ou en calorie (**1 cal= 4,18 J**). La quantité de chaleur est donnée par la formule suivante :  **$Q=m.c.(T_f-T_i)$**  où :

**Q** : représente la quantité de chaleur

**m** : masse du corps

**c** : capacité thermique massique

**T<sub>i</sub>** : température initiale du milieu étudié

**T<sub>f</sub>** : température finale du milieu étudié

Convention du signe

**Q < 0** : réaction exothermique (le système dégage de la chaleur)

**Q > 0** : réaction endothermique (le système absorbe de la chaleur)

**Q = 0** : réaction athermique (pas d'absorption ou dégagement de la chaleur)

- **Capacité calorifique ou capacité thermique « C »\***

C'est la quantité de chaleur qu'il faut fournir pour élever sa température de 1 [°C] ou 1 [K]. Elle est exprimée en (**J/K**) ou en (**cal/K**). C'est une grandeur extensive : plus la quantité de matière est importante, plus la capacité thermique est grande.

- **Capacité thermique massique ( appelée aussi chaleur massique ou chaleur spécifique) « c »\***

C'est la quantité de chaleur qu'il faut fournir à l'unité de masse d'un corps pour que sa température s'élève de 1 [°C] ou 1 [K]. Elle est exprimée en (**J /Kg.K**) ou en (**cal/ Kg.K**)

**C=m.c** où :

**m** : masse du corps exprimée en Kg

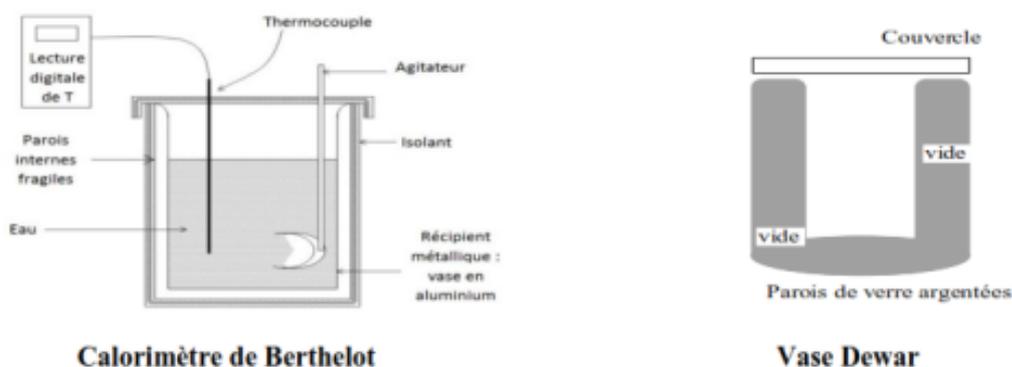
**C** : Capacité calorifique exprimée en J /Kg.K ou en (cal/ Kg.K)

**c** : capacité thermique massique exprimée en J/K ou en cal/ Kg.K

Pour mesurer les échanges de chaleur, les capacités calorifiques et les capacités massiques on utilise un **calorimètre**.

- **Calorimètre :\***

Le calorimètre est comme une **bouteille Thermos**, le calorimètre est un système thermodynamiquement isolé qui n'échange aucune énergie avec le milieu extérieur (ni travail  $W=0$ , ni chaleur  $Q=0$ ). Sa paroi est indéformable et **adiabatique**. Il est constitué d'une paroi isolante, d'un récipient dans lequel on versera les liquides, d'un couvercle qu'on veillera à bien fermer et d'un agitateur permettant d'accélérer l'équilibre thermique (voir la figure ci-dessous).



Les éléments constitutifs du calorimètre

### Principe du calorimètre



En réalité\*, la capacité calorifique du calorimètre sera déterminée expérimentalement\*. Pour cela, une masse  $m_w$  d'eau sera portée à une température  $T_w$  avant d'être versée dans le calorimètre, initialement vide, afin de faire passer sa température de la température ambiante  $T_k$  à la température d'équilibre  $T_f$ . Vu que le vase intérieur du calorimètre est toujours sensé être isolé du milieu extérieur, la conservation de l'énergie implique que l'énergie cédée par l'eau est complètement absorbée par le calorimètre donc l'équation calorimétrique est de la forme :

$$Q_{abs} + Q_{céd} = 0$$

$$Q_k + Q_w = 0$$

$$C_k \cdot (T_f - T_k) + m_w \cdot c_w \cdot (T_f - T_w) = 0 \text{ où :}$$

**C<sub>k</sub>** : capacité calorifique du calorimètre

**m<sub>w</sub>** : masse de l'eau

**c<sub>w</sub>** : capacité thermique spécifique de l'eau ( $c_w = 4185 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ )

**T<sub>k</sub>** : température du calorimètre vide

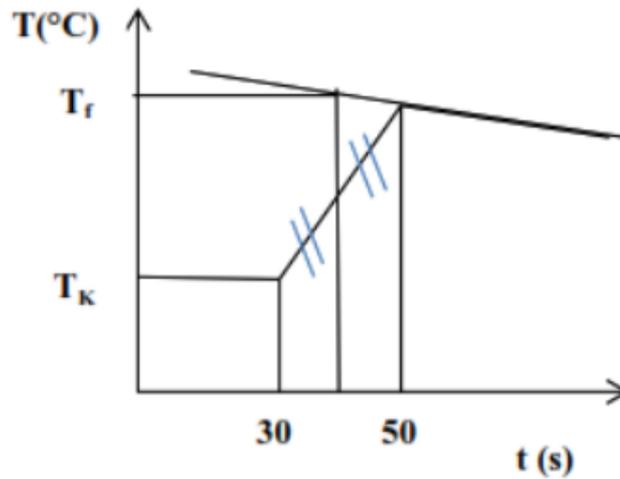
**T<sub>w</sub>** : température de l'eau

**T<sub>f</sub>** : température finale du milieu étudié

[cf. Calorimétrie : principe et applications]



Les parois de tout calorimètre ne l'isolent pas complètement et il y a une perte de chaleur. Pour restituer cette chaleur perdue au milieu extérieur à travers les parois du calorimètre et les ouvertures de celui-ci, on détermine graphiquement la valeur  $T_f$  en prolongeant la courbe comme le montre le graphique ci-dessous.



*courbe  $T = f(t)$*

## 4. Partie expérimentale

### 4.1. Matériels et produits utilisés

- Calorimètre
- Thermomètre
- Balance
- Plaque chauffante
- Chronomètre
- Bécher
- Eau distillée

### 4.2. Mode opératoire

- S'assurer que le calorimètre est bien propre, à défaut, le rincer avec de l'eau distillée.
- A l'aide d'un thermomètre, mesurer la température du calorimètre à vide pendant 30 secondes, en prenant la température chaque 10 secondes .
- Introduire dans le calorimètre une masse d'eau tiède de  $m_w = 400$  g, préalablement chauffée à la température  $T_w = 40$  °C, puis fermer rapidement le calorimètre pour éviter le refroidissement de l'eau.
- Agiter doucement tout en prenant des mesures de la température toutes les 10 secondes pendant une période de 3 minutes.
- Reporter les résultats de mesures dans le tableau suivant :

T (°C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	
t (s)																				

*Tableau des résultats*



Pour plus de précision, porter le calorimètre à la température ambiante en y versant un volume d'eau distillée, puis refaire l'expérience deux ou trois fois

## 5. Exploitation des résultats

1. Tracer la courbe qui représente l'évolution de la température  $T$  en fonction de temps  $t$  ( $T = f(t)$ )
2. Déterminer graphiquement la valeur de la température  $T_f$
3. En utilisant le principe de conservation de l'énergie dans un système adiabatique  $\Sigma Q = 0$  exprimer la capacité thermique du calorimètre  $C_k$  en fonction de  $T_w$ ,  $T_k$ ,  $T_f$ ,  $C_w$  et  $m_w$ .
4. Calculer la capacité calorifique du calorimètre  $C_{k1}$ ,  $C_{k2}$  et  $C_{k3}$  puis déduire la valeur moyenne  $C_{km}$ .

[solution n°1 p. 8]

## 6. Exercice

Qu'est-ce que la capacité calorifique du calorimètre mesure principalement

- La température du système
- La quantité de chaleur absorbée par le calorimètre
- La quantité de chaleur nécessaire pour élever la température du calorimètre d'une unité degré Celsius

[solution n°2 p. 8]

## 7. Exercice

Dans un calorimètre, à température initiale 293 K, on met une masse d'eau égale à 200 g à la température 40°C. La température de l'ensemble (calorimètre + eau) à l'équilibre est 38,2°C.

Calculer la capacité calorifique du calorimètre ? On donne la chaleur massique de l'eau  $c_{eau} = 4,180$  KJ / (Kg x K)

\_\_\_\_\_

# Solutions des exercices

---



## Solution n°1

[exercice p. 7]

Qu'est-ce que la capacité calorifique du calorimètre mesure principalement

- La température du système
- La quantité de chaleur absorbée par le calorimètre
- La quantité de chaleur nécessaire pour élever la température du calorimètre d'une unité degré Celsius

## Solution n°2

[exercice p. 7]

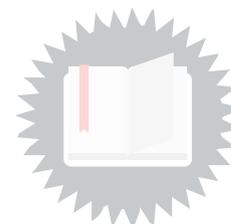
Dans un calorimètre, à température initiale 293 K, on met une masse d'eau égale à 200 g à la température 40°C. La température de l'ensemble (calorimètre + eau) à l'équilibre est 38,2°C.

Calculer la capacité calorifique du calorimètre ? On donne la chaleur massique de l'eau  $c_{eau} = 4,180 \text{ KJ}/(\text{Kg}\times\text{K})$

$$C_{cal} = m_{eau} \times c_{eau} \times ((T_e - T_f)/(T_f - T_{cal})) = 0,2 \times 4,18 \times ((313 - 311,2)/(311,2 - 293)) = 0,0836 \text{ KJ}/\text{K}$$

# Références

---



- 1 Polycopié des travaux pratiques de Chimie II, département de Chimie, faculté des Sciences, Université de Tlemcen
- 2 Polycopié de travaux pratiques de Chimie II, 1<sup>ère</sup> année ST, Université de Mohamed Boudief-Msila