



FT 13 – Calorimétrie

Ce qu'il faut savoir et savoir faire

- Mettre en œuvre une technique de calorimétrie
- Mettre en œuvre un protocole expérimental de mesure d'une capacité thermique

La calorimétrie est la partie de la thermodynamique qui a pour but de mesurer des transferts thermiques.

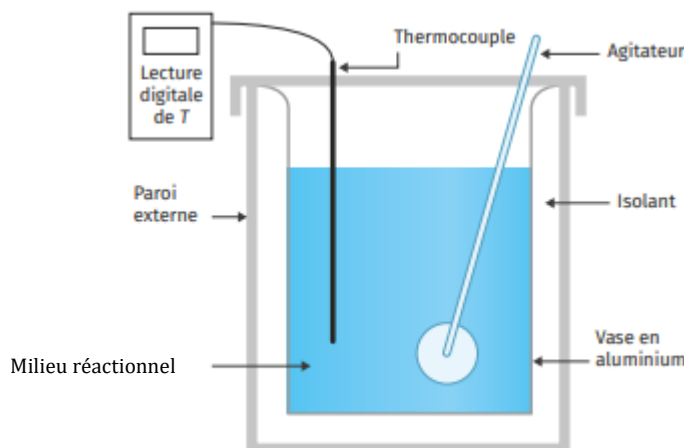
Pour qu'un transfert thermique soit accessible par le calcul, il est nécessaire de l'identifier à la variation d'une fonction d'état. On choisit des conditions particulières dans lesquelles cette identification est possible, on choisit en particulier des conditions telles que $\Delta H = Q$ ou $\Delta U = Q$.

L'expérience consiste généralement à réaliser une transformation dans un système thermodynamique isolé et à mesurer les variations de température qui accompagnent cette transformation. De ces variations de température, on peut déduire les transferts thermiques mis en jeu lors de la transformation.

La transformation s'effectue dans des **calorimètres**, qui sont considérés comme des **systèmes fermés avec une excellente isolation thermique.**

I. Le calorimètre

Un calorimètre est un ensemble de deux récipients en aluminium séparés par une couche d'air isolante, pour éviter les transferts thermiques par conduction et convection, fermé par un couvercle percé de petites ouvertures pour y introduire différents éléments : thermomètre, agitateur, résistance électrique... selon l'expérience. La paroi extérieure est, elle, métallique et réfléchissante pour éviter les pertes par rayonnement



Il se comporte comme une bouteille isotherme, c'est-à-dire que, sur la durée de l'expérience, **on peut considérer qu'il n'y a aucun échange d'énergie sous forme thermique avec l'extérieur.**

Le calorimètre participe aux échanges thermiques, on notera C_{calo} la capacité thermique du calorimètre. **Toute expérience de calorimétrie devra débiter par la détermination de cette capacité thermique.**

Pour faire une expérience de calorimétrie, on procède soit en mélangeant plusieurs corps de températures différentes, soit en chauffant un liquide à l'aide d'une résistance électrique.

II. Méthode des mélanges

1. Principe

La méthode des mélanges en calorimétrie est une technique utilisée pour déterminer des transferts thermiques entre différents corps qui atteignent une température commune après avoir été mélangés ou mis en contact thermique dans le calorimètre.

Prenons l'exemple d'un mélange de deux corps de températures différentes.

- On introduit le corps 1 de masse connue dans le calorimètre, on attend l'équilibre thermique et on mesure la température. Cette température sera la température initiale du corps 1 et du calorimètre.
- On mesure la température du corps 2 de masse également connue.
- On introduit le corps 2 dans le calorimètre et on referme ce dernier.
- On agite et on attend l'équilibre thermique. On note alors la température finale.

On utilise généralement cette méthode pour déterminer C_{calo} , on mélange deux volumes d'eau de températures différentes.

On appelle masse équivalente en eau du calorimètre la quantité μ telle que $C_{calo} = \mu c_{eau}$.

2. Bilan énergétique

Le système {calorimètre + corps} étant supposé calorifugé (transformation adiabatique), on peut écrire que le transfert thermique avec l'extérieur est nul : $Q = 0$.

Les transferts thermiques sont internes et se font entre ce que contient le calorimètre et le calorimètre lui-même.

La majorité des expériences de calorimétrie se déroulent à pression constante : la transformation est considérée monobare.

En l'absence de travail utile : $Q = \Delta H = 0$.

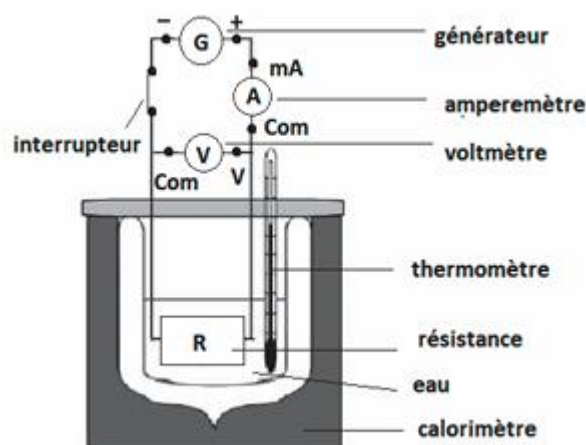
On décompose le calcul sur les différents sous-systèmes : corps 1, corps 2 et le calorimètre (et ses accessoires) :

$$\Delta H_{corps\ 1} + \Delta H_{corps\ 2} + \Delta H_{calorimètre} = 0$$

III. Méthode électrique

1. Principe

Une résistance chauffante plonge dans le liquide dont on veut par exemple déterminer la capacité thermique. Un ampèremètre et un voltmètre permettent la mesure de l'intensité du courant et de la différence de potentiel aux bornes de la résistance.



- On introduit le liquide de masse connue et la résistance dans le calorimètre, on attend l'équilibre thermique et on mesure la température initiale.
- Régler l'alimentation stabilisée puis alimenter, **sans allumer**, la résistance chauffante avec et ajoutant des multimètres permettant la mesure de la tension et de l'intensité. Allumer l'alimentation, déclencher immédiatement le chronomètre et relever les valeurs précises de U et I .
- Relever la température au cours du temps en agitant régulièrement.

2. Bilan énergétique

L'application du premier principe de la thermodynamique conduit à : $\Delta H = R I^2 \Delta t$.

On décompose le calcul sur les différents sous-systèmes : corps et calorimètre (et ses accessoires)

:

$$\Delta H_{\text{corps}} + \Delta H_{\text{calorimètre}} = R I^2 \Delta t$$