

# LC: APPLICATION DU PREMIER PRINCIPE À LA TRANSFORMATION CHIMIQUE

**Élément imposé:** Mettre en œuvre une démarche expérimentale mettant en jeu des effets thermiques d'une transformation chimique.

Thibault Hiron-Bédiée

Présentée le 7 janvier 2022 — Correction S. Toscani

**Niveau :** CPGE, 2e année, MP

**Prérequis :** Programme de MPSI (réactions acido-basiques, thermodynamique physique).

**Bibliographie :** Pour le cours, essentiellement le Dunod de MP, on peut compléter avec un mille et une questions ou le Dunod de PSI.

Les manips sont dans deux bouquins (laquelle dans lequel, je ne sais plus) : *Florilège de chimie pratique* / Florence Daumarie, Pascal Griesmar, Solange Salzard, éd. Hermann et *La chimie expérimentale : CAPES et agrégation de sciences physiques. 1, Chimie générale* / Jean-François Le Maréchal, ... Bénédicte Nowak-Leclercq, ..., éd. Dunod

## Manip introductive (?)

Ajouter HCl à NaOH (ou l'inverse) et mesurer la température, voir qu'elle évolue. Pour visualiser le fait qu'il y a réaction, on peut ajouter un indicateur coloré qui vire à 7.

## 1 Enthalpie en chimie

### 1.1 Bref rappel de physique

### 1.2 État standard

Élément chimique	Espèce chimique	Formule chimique
Hydrogène (H)	Dihydrogène	$\text{H}_{2(g)}$
Hélium (He)	Hélium	$\text{He}_{(g)}$
Carbone (C)	Graphite	$\text{C}_{(\text{graphite})}$
Azote (N)	Diazote	$\text{N}_{2(g)}$
Oxygène (O)	Dioxygène	$\text{O}_{2(g)}$
Fluor (F)	Difluor	$\text{F}_{2(g)}$
Phosphore (P)	Phosphore blanc	$\text{P}_{4(s)}$
Fer (Fe)	Ferrite $\alpha$	$\text{Fe}(\alpha)_{(s)}$
Cuivre (Cu)	Cuivre $\alpha$	$\text{Cu}(\alpha)_{(s)}$

### 1.3 Enthalpie standard

#### 1.3.1 Enthalpie standard de réaction

#### 1.3.2 Enthalpie standard de formation

à 298 K ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )

Espèce chimique		$\Delta_f H^\circ$
Dioxyde de carbone	$\text{CO}_{2(g)}$	-393,52
Monoxyde de carbone	$\text{CO}_{(g)}$	-110,58
Monoxyde d'azote	$\text{NO}_{(g)}$	90,32
Ammoniac	$\text{NH}_{3(g)}$	-45,91
Méthane	$\text{CH}_{4(g)}$	-74,90
Dioxygène	$\text{O}_{2(g)}$	0,00
Ozone	$\text{O}_{3(g)}$	142,12
Eau liquide	$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	-285,10
Eau vapeur	$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$	-241,80

### 1.3.3 Enthalpie standard de changement d'état

en ( $\text{J mol}^{-1}$ )

Espèce chimique		$\Delta_{\text{fus}} H^\circ$	$T_{\text{fus}} (^\circ\text{C})$	$\Delta_{\text{vap}} H^\circ$	$T_{\text{vap}} (^\circ\text{C})$
Dioxyde de carbone	$\text{CO}_2$	4,18	-78,50	13,04	-56,70
Ammoniac	$\text{NH}_3$	19,50	-77,74	80,38	-33,34
Dioxygène	$\text{O}_2$	0,43	-219,00	6,66	-183,00
Eau	$\text{H}_2\text{O}$	18,54	0,00	125,71	100,00

## 2 Effets thermiques pour une transformation chimique isobare

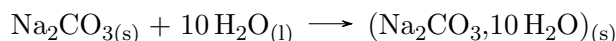
### 2.1 Réacteur monotherme monobare

### 2.2 Réacteur adiabatique monobare

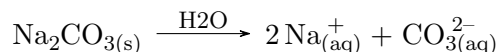
## 3 Calcul d'enthalpies standard de réaction quelconques

### 3.1 Loi de Hess

Illustration expérimentale Réaction d'hydratation du carbonate de sodium :



Réaction de dissolution du carbonate de sodium :



Lors d'une réaction de dissolution, le premier principe s'écrit :

$$m_s \cdot C_{p,m,s} \cdot \Delta T + (m_{\text{eau}} + M) \cdot C_{p,m,\text{eau}} \cdot \Delta T + m_s \cdot \Delta_{\text{diss}} H^\circ = 0$$

D'où l'expression de la température dans le réacteur en fonction de la masse de solide introduite :

$$\Delta T = - \frac{m_s}{\sum_i m_i C_{p,m,i}} \cdot \Delta_{\text{diss}} H^\circ$$

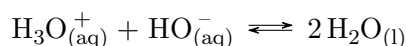
On en déduit l'enthalpie standard d'hydratation :

$$\Delta_{\text{hydra}} H^\circ = \Delta_{\text{diss}} H_1^\circ - \Delta_{\text{diss}} H_1^\circ$$

### 3.2 Loi de Kirchhoff

### 3.3 Chaleur d'une réaction acido-basique

Dosage de l'acide chlorhydrique par la soude :



Le premier principe de la thermodynamique s'écrit, de la même façon que dans l'expérience précédente :

$$[\rho_{\text{eau}} \cdot (V_a + V_b) + M] \cdot C_{p,m,\text{eau}} \cdot (T - T_i) + C_b \cdot V_b \cdot \Delta_r H^\circ = 0$$

On en déduit la valeur de  $\Delta_r H^\circ$  ainsi que le volume équivalent en traçant  $T = f(V_b)$ .