

LC19 : Application du premier principe de la thermodynamique à la réaction chimique

Niveau : CPGE

Prérequis :

- Premier principe de la thermodynamique
- Fonctions d'états (énergie interne, enthalpie)
- Capacité calorifique à pression constante
- Réaction de combustion

Production d'eau dans « Seul sur Mars » (2015)

<https://www.youtube.com/watch?v=BH-UmA5Lt3g> (2:54)



Production d'eau dans « Seul sur Mars » (2015)

<https://www.youtube.com/watch?v=BH-UmA5Lt3g> (2:54)



Méthode : calcul de la température finale

- Définir l'état initial :

$$T = 300K$$

$$H_2O(l) : V = 90mL$$

$$H_3O^+ : n = 0.01mol$$

$$HO^- : n = 0.01mol$$

$$P = P^\circ$$

Méthode : calcul de la température finale

- Définir l'état final :

$$T = T_f$$

$$H_2O(l) : V = 90mL$$

$$P = P^\circ$$

Méthode : calcul de la température finale

- Résumer et décomposer :

$$P = P^\circ$$

$$T = 300K$$

$$H_2O(l) : V = 90mL$$

$$H_3O^+ : n = 0.01mol$$

$$HO^- : n = 0.01mol$$



$$T = T_f$$

$$H_2O(l) : V = 90mL$$

Méthode : calcul de la température finale

- Résumer et décomposer :

$$T = 300K$$

$$H_2O(l) : V = 90mL$$

$$H_3O^+ : n = 0.01mol$$

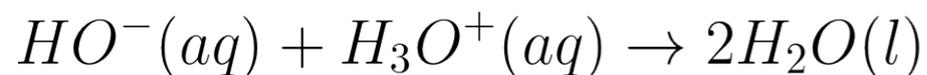
$$HO^- : n = 0.01mol$$

$$P = P^\circ$$

$$T = T_f$$

$$H_2O(l) : V = 90mL$$

Réaction



$$T = 300K$$

$$H_2O(l) : V = 90mL$$

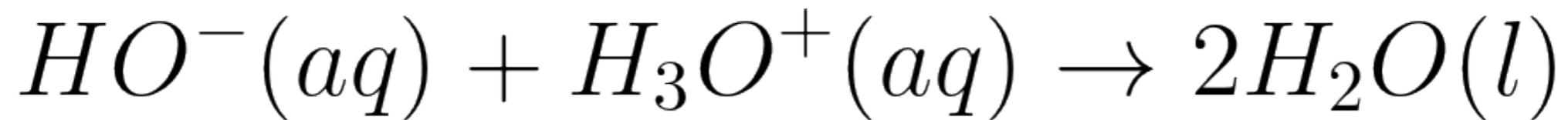
Echauffement

Méthode : calcul de la température finale

- Calculer les variations d'enthalpie de chaque étape

Méthode : calcul de la température finale

- Calculer les variations d'enthalpie de chaque étape



$$\Delta H_1(T) = \Delta_r H^{\circ}(T) \times \xi$$

Méthode : calcul de la température finale

- Calculer les variations d'enthalpie de chaque étape

Echauffement

$$\begin{array}{l} T = 300K \\ H_2O(l) : V = 90mL \end{array}$$



$$\begin{array}{l} T = T_f \\ H_2O(l) : V = 90mL \end{array}$$

Méthode : calcul de la température finale

- Calculer les variations d'enthalpie de chaque étape

Echauffement

$$\begin{array}{l} T = 300K \\ H_2O(l) : V = 90mL \end{array}$$



$$\begin{array}{l} T = T_f \\ H_2O(l) : V = 90mL \end{array}$$

$$\Delta H_2 = m_{eau} \times c_{p,eau} \times (T_f - T_i)$$

Méthode : calcul de la température finale

- Sommer les étapes et appliquer le premier principe

Méthode : calcul de la température finale

- Sommer les étapes et appliquer le premier principe
H est une fonction d'état :

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

Méthode : calcul de la température finale

- Sommer les étapes et appliquer le premier principe
H est une fonction d'état :

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

Premier principe :

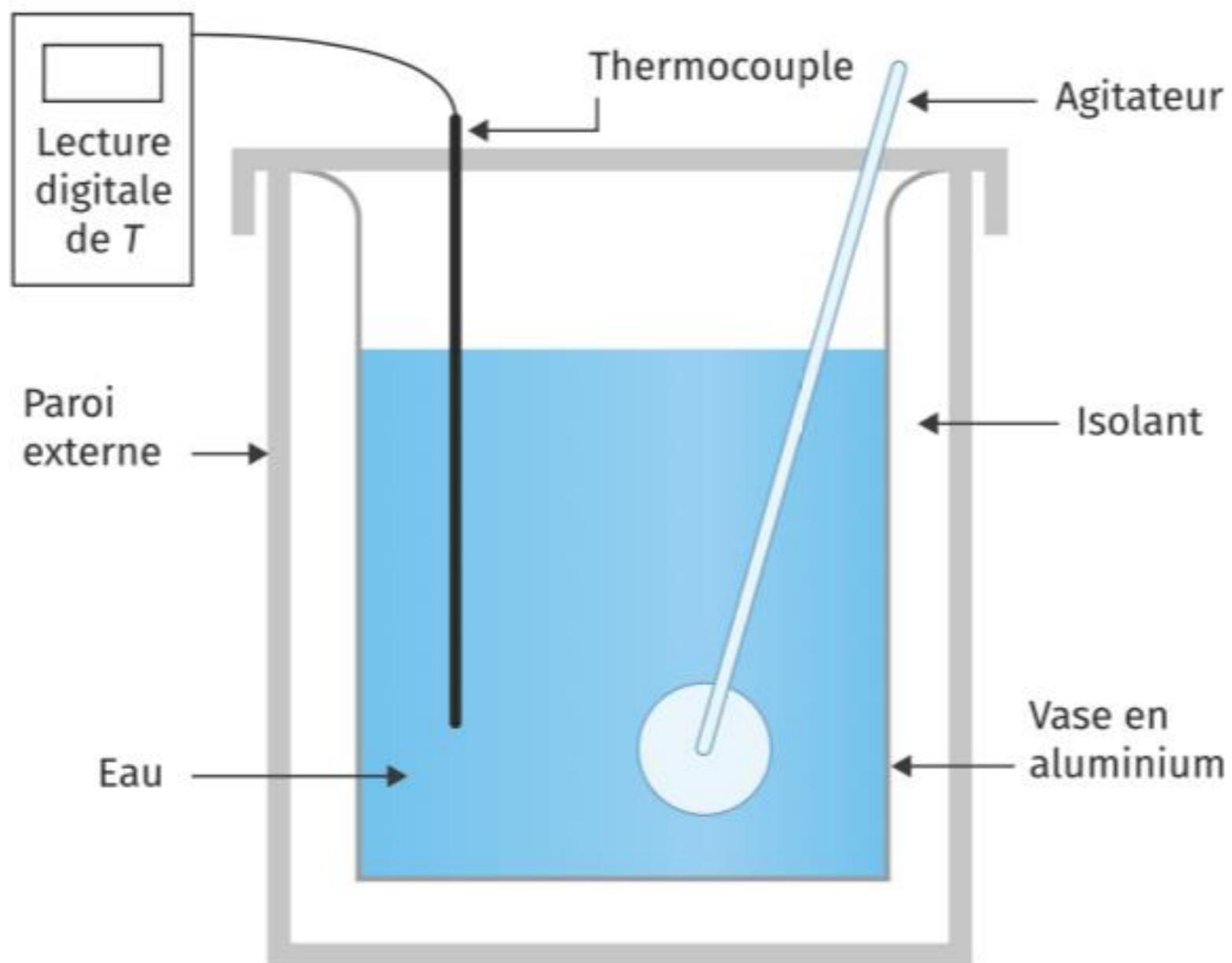
$$\Delta H = Q = 0$$

Méthode : calcul de la température finale

- Extraire les grandeurs que l'on cherche

$$T_f = \frac{c_{p,eau} m_{eau} T_i - \Delta_r H^\circ(T_i) \xi_f}{c_{p,eau} m_{eau}}$$

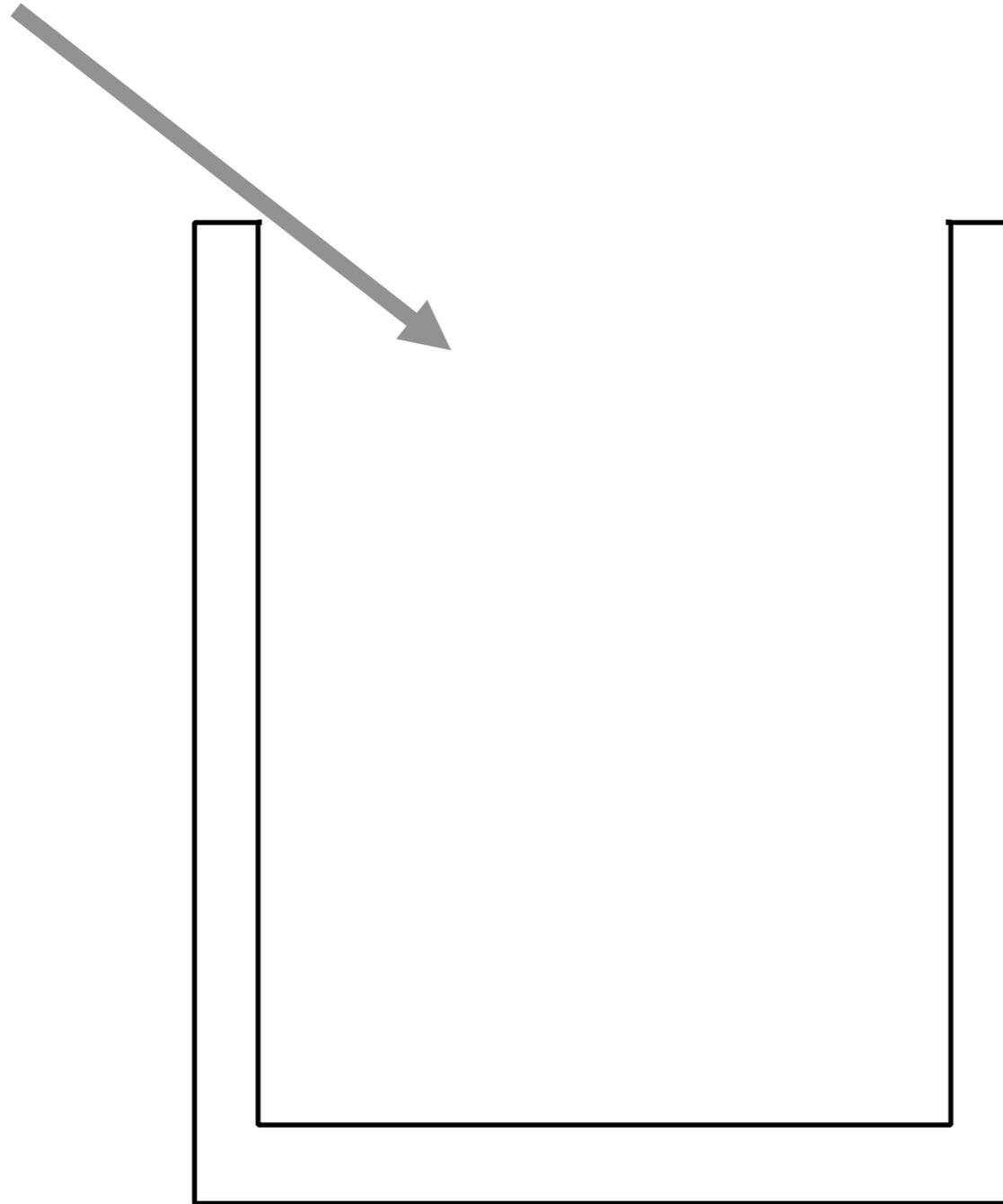
Mesure expérimentale de $\Delta_r H$



Le calorimètre

Mesure expérimentale de $\Delta_r H$

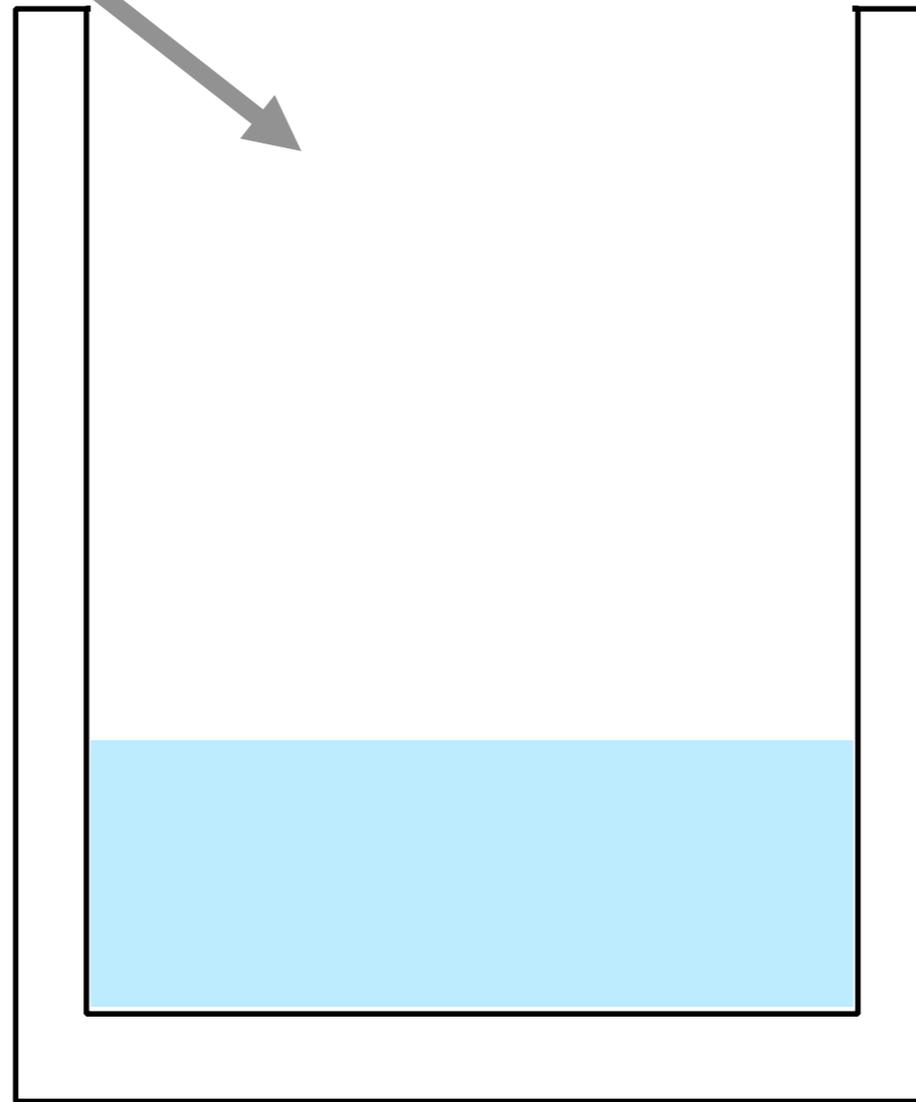
90mL d'eau



Principe de l'expérience

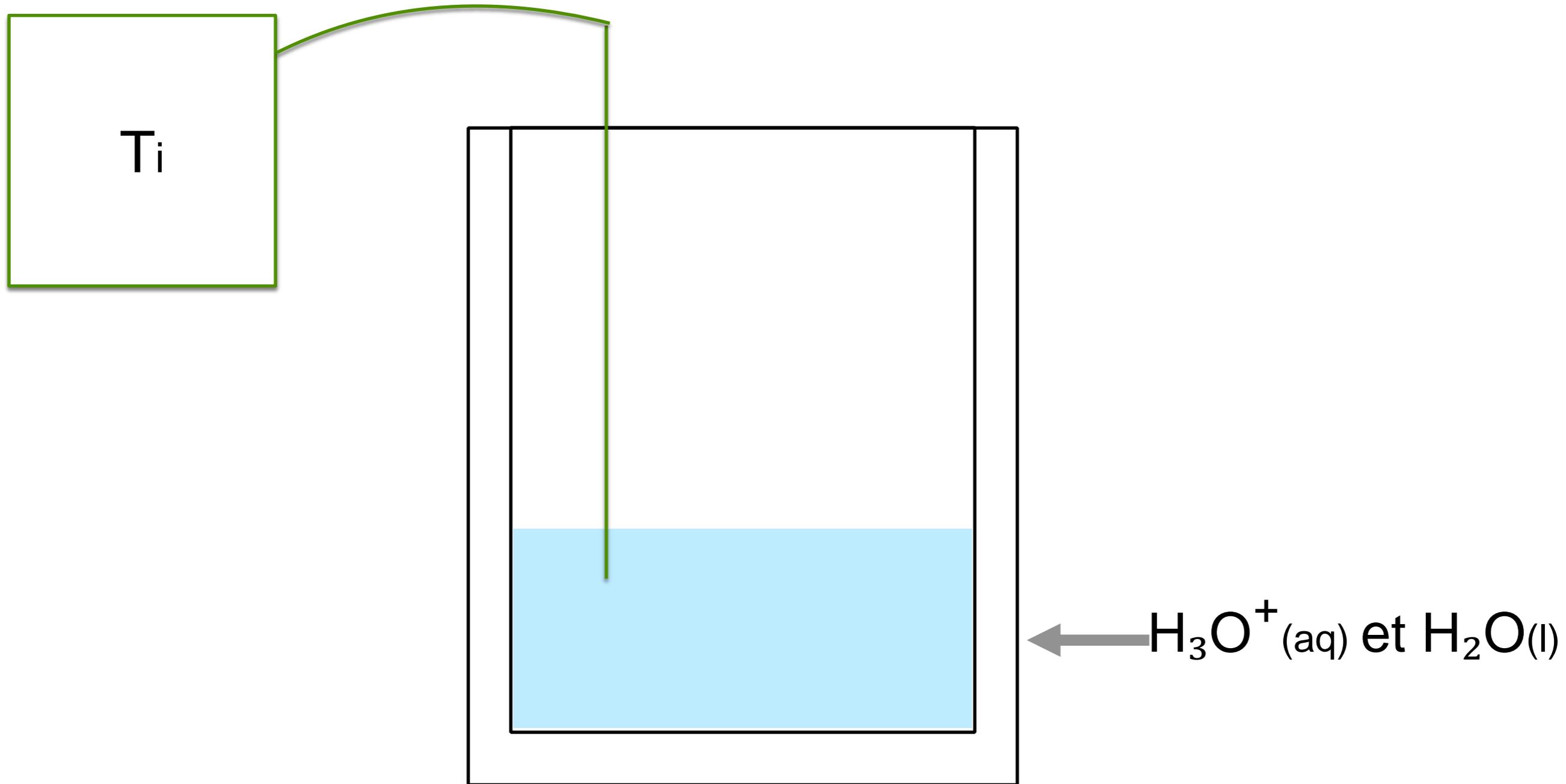
Mesure expérimentale de $\Delta_r H$

10mL de solution de
HCl à 2 mol/L



Principe de l'expérience

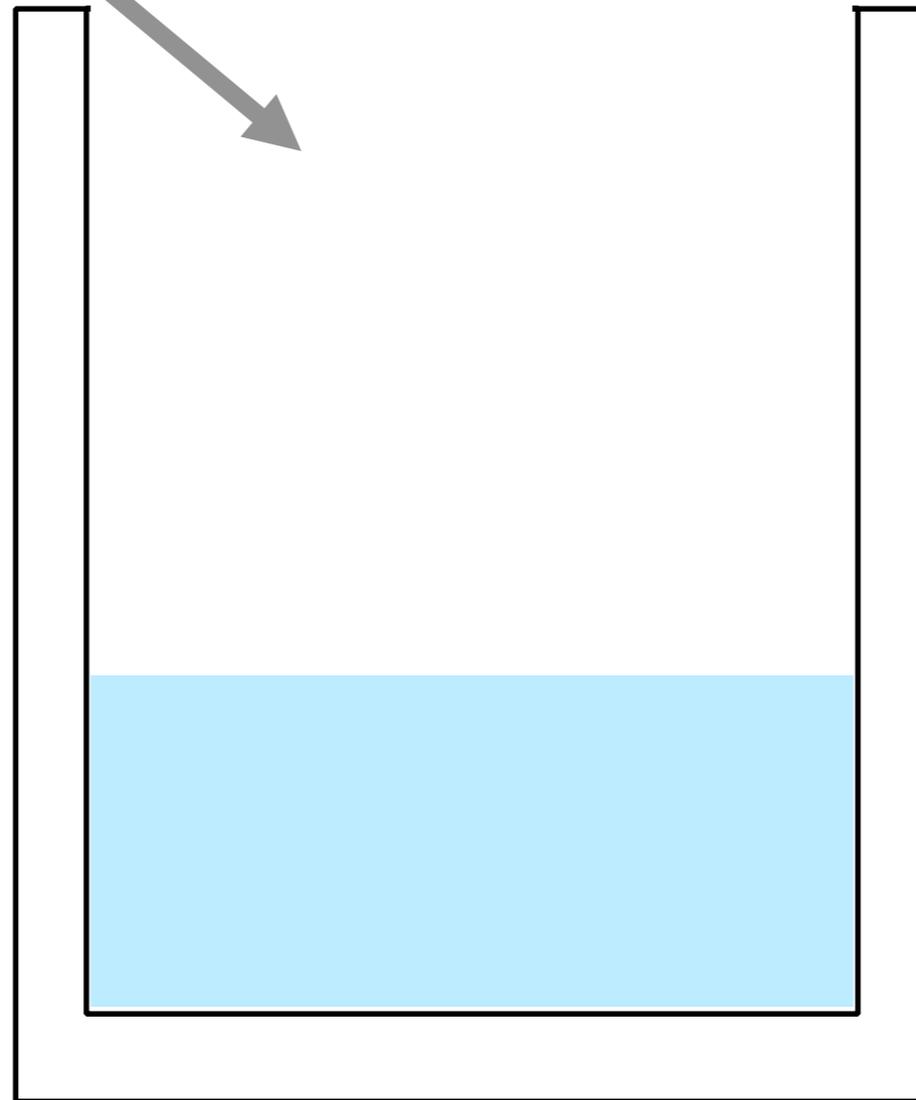
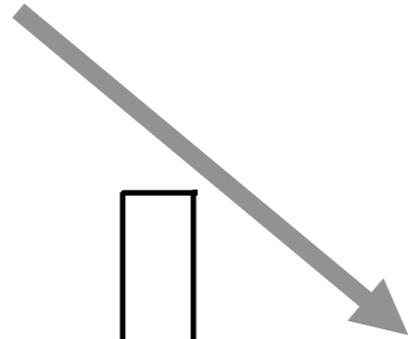
Mesure expérimentale de $\Delta_r H$



Principe de l'expérience

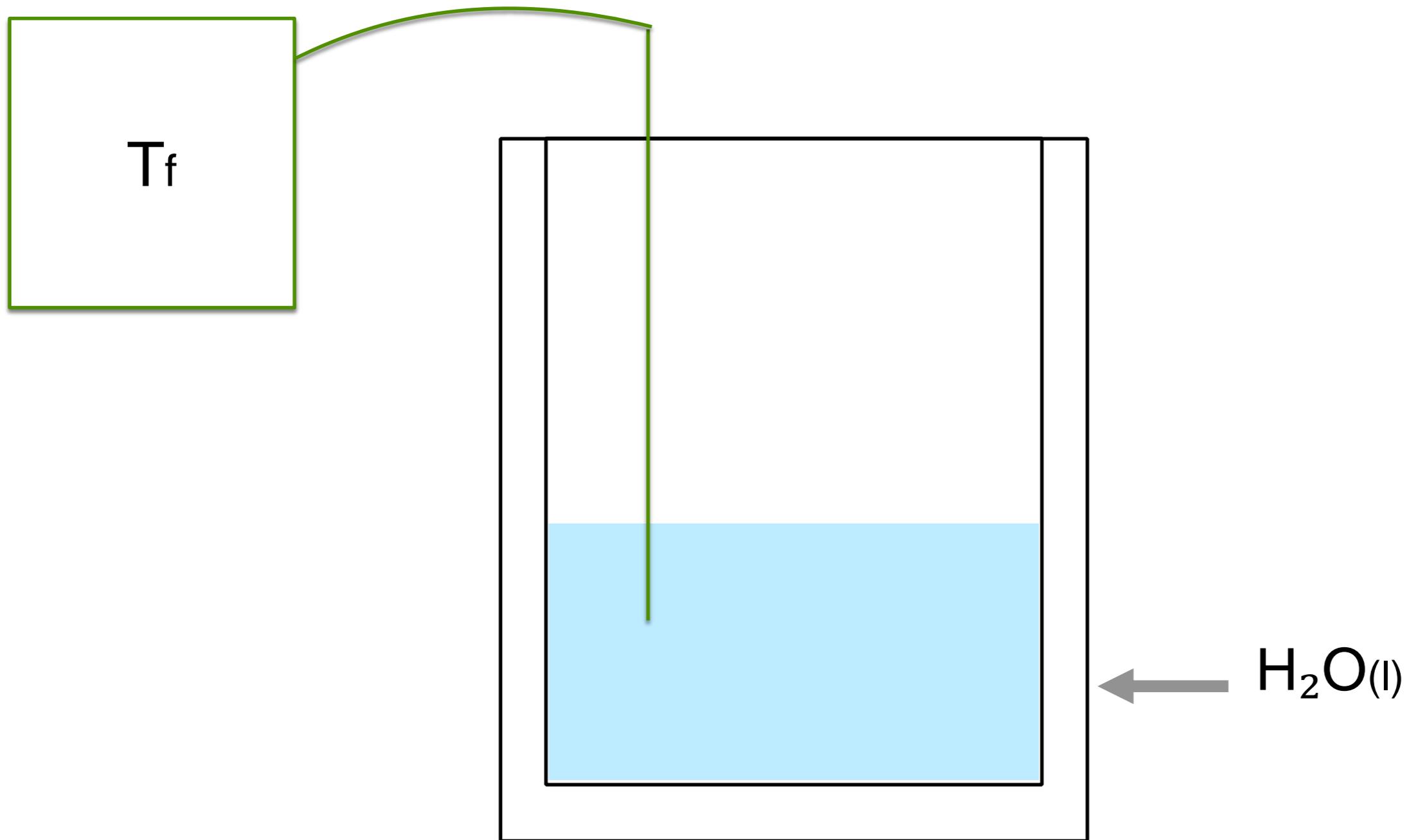
Mesure expérimentale de $\Delta_r H$

10mL de solution de
NaOH à 2 mol/L



Principe de l'expérience

Mesure expérimentale de $\Delta_r H$



Principe de l'expérience

Valeurs tabulées

| Espèce | $\Delta_f H^\circ$ (à 298,15K) |
|---------------|--------------------------------|
| H_3O^+ (aq) | -285,8 kJ/mol |
| HO^- (aq) | -230,0 kJ/mol |
| H_2O (l) | -285,8 kJ/mol |

Température de flamme

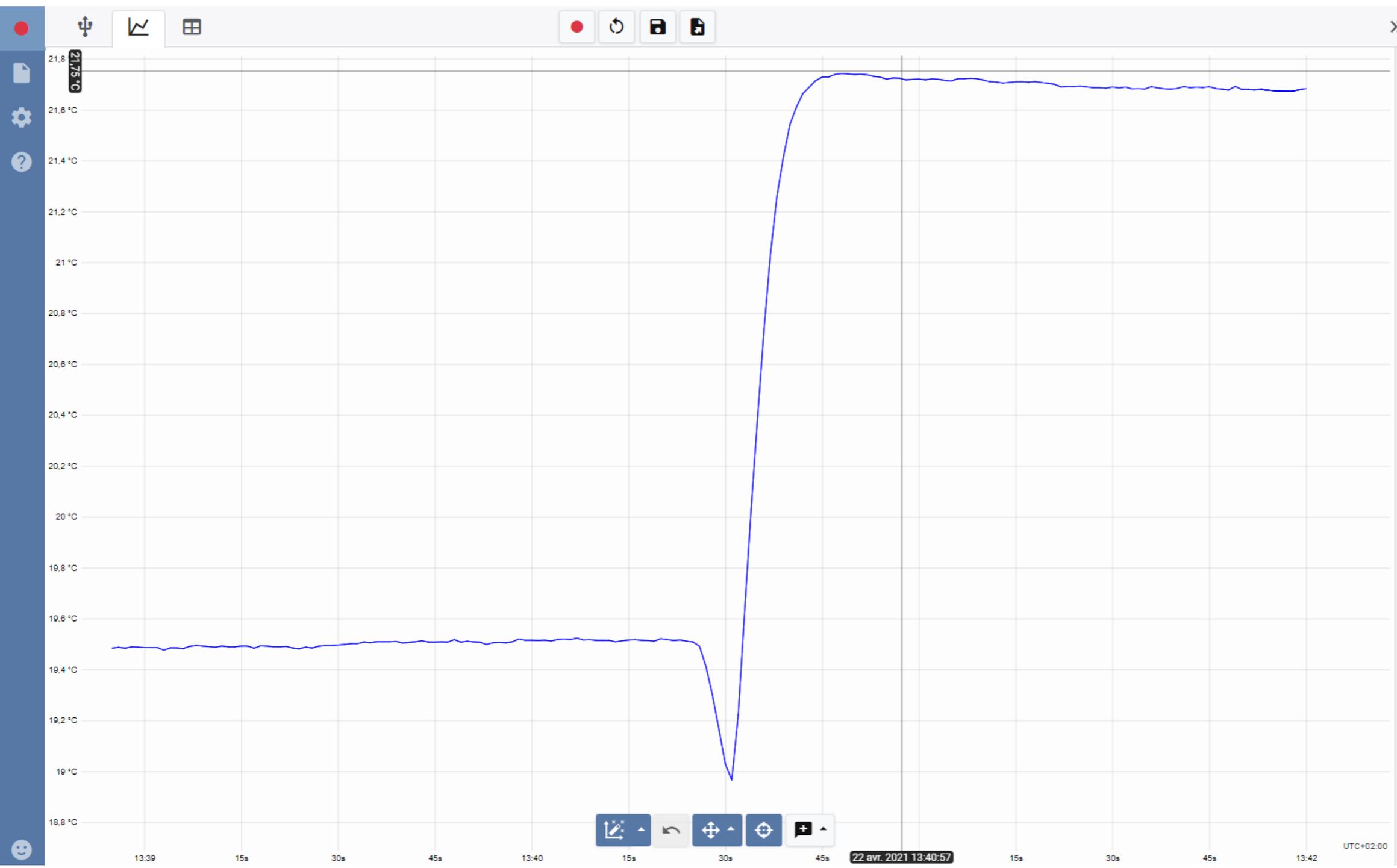


Flamme d'un chalumeau

Températures de flamme

| Espèce | $\Delta_f H^\circ$ (à 298,15K) | C_{pm}° (à 298,15K) |
|---------------|--|--|
| $C_2H_2(g)$ | 226,7 kJ/mol | 1,69 kJ/kg/K |
| $O_2(g)$ | 0 kJ/mol | 0,920 kJ/kg/K |
| $N_2(g)$ | 0 kJ/mol | 1,04 kJ/kg/K |
| $CO_2(g)$ | -393,5 kJ/mol | 0,850 kJ/kg/K |
| $H_2O(g)$ | -241.8 kJ/mol | 2,01 kJ/kg/K |

Expérience



Canaux et axes
 Canal 4
A0030/405 | 4 | Type K 21,63 °C

