

TP 17 – La Thermodynamique

I/ Comment varie l'énergie d'un corps en fonction de l'énergie reçue ?

A – Comment varie la température d'une masse d'eau en fonction de l'énergie reçue ?

Manipulation :

Le Volume d'eau versé dans le calorimètre est de 400 mL afin que la résistance et l'agitateur soit immergés dans l'eau

On relève la température initiale $\Theta_i = 29,9^\circ\text{C}$

Notre température initiale est élevée car nous avons du recommencer notre expérience suite à une erreur de calibrage du joulemètre

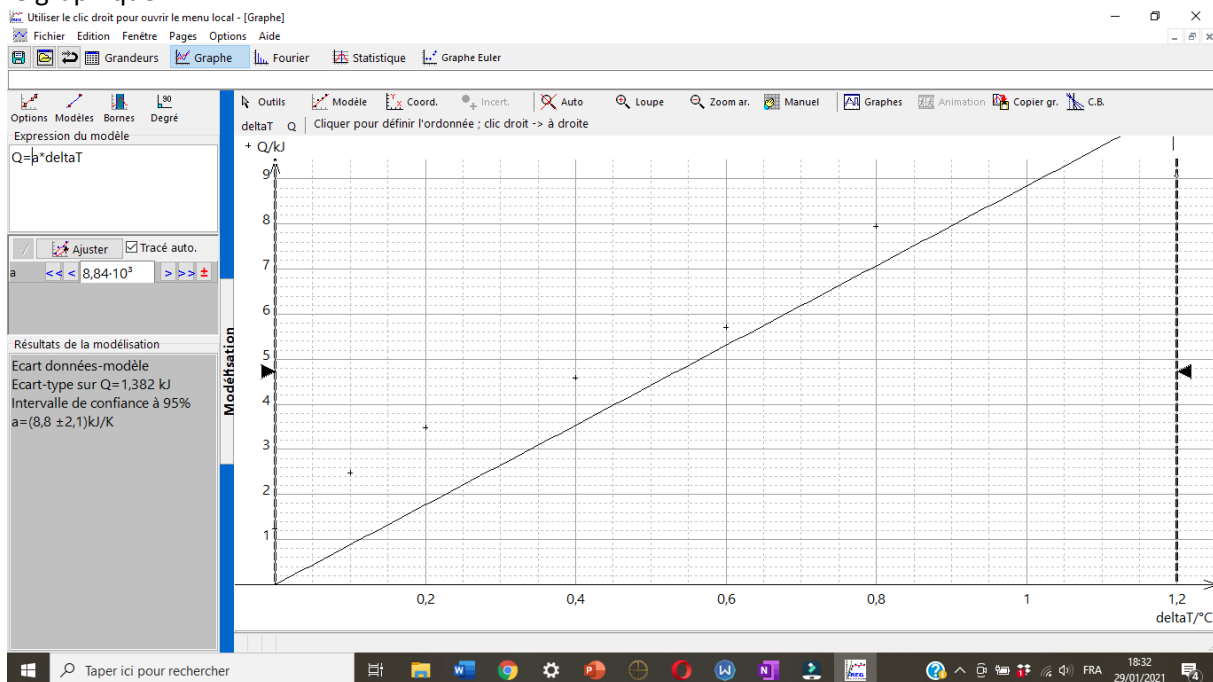
Tableau de valeurs :

Temps (s)	30	60	90	120	150	180	210	240	270
Energie reçue Q(J)	1248	2480	3480	4590	5710	6840	7940	9060	10200
Température ($^\circ\text{C}$)	29,9	30,0	30,1	30,3	30,5	30,7	30,8	31,1	31,9
Variation de température $\Delta\Theta = \Theta - \Theta_i$	0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,2	2,0

Exploitation :

Graphique présentant l'énergie reçue en fonction de la variation de température

Pour des raisons de cohérence la dernière colonne de notre tableau ne sera pas pris en compte dans le graphique.



On constate que la modélisation linéaire est assez éloignée de nos valeurs, cet écart s'explique par les valeurs de $\Delta\Theta$ qui semblent être trop petites. Cela est dû à la qualité de calorimètre qui a occasionné des pertes thermiques trop importantes pour que nos valeurs soient recevables. Néanmoins avec un calorimètre de meilleure qualité on aurait pu espérer voir nos points alignés et suivant une progression linéaire, on aurait pu en conclure que l'énergie reçue Q est effectivement proportionnelle à la variation de température.

B/ Pour une même variation de température, l'énergie reçue dépend-elle de la masse d'eau ?

Manipulation :

On relève la température initiale : $\theta_i = 33,2^\circ\text{C}$

Après avoir versé dans la calorimètre une masse de 402 g d'eau et après une variation de température de 5°C on relève l'énergie Q reçue : $Q = 8,62 \cdot 10^3 \text{ J}$

Tableau de valeurs :

Masse d'eau (g)	400	500	600
Energie Q reçue (J)	$8,62 \cdot 10^3$	$11,67 \cdot 10^3$	$13,77 \cdot 10^3$
Rapport Q/m	21,55	23,34	22,95

Exploitation :

On observe que le rapport Q/m est environ le même pour les trois expériences on peut donc calculer Q à partir de m par multiplication par une constante ce qui signifie que l'énergie reçue est proportionnelle à la masse d'eau

Conclusion :

On sait d'une part que l'énergie reçue est proportionnelle à la variation de température pour une masse constante, et d'autre part que l'énergie reçue est proportionnelle à la masse pour une variation de température constante, on en déduit la relation suivante :

$$Q = m \cdot \Delta\theta$$

II/ Détermination de la capacité thermique massique d'un calorimètre par la méthode des mélanges

On relève les différentes données au cours de l'expérience :

$$m_c = 751 \text{ g} = 7,41 \cdot 10^{-1} \text{ kg} \quad m_1 = 247 \text{ g} = 2,47 \cdot 10^{-1} \text{ kg} \quad m_2 = 240 \text{ g} = 2,40 \cdot 10^{-1} \text{ kg}$$
$$\theta_1 = 27,3^\circ\text{C} \quad \theta_2 = 46,2^\circ\text{C} \quad \theta_f = 36,4^\circ\text{C}$$

Exploitation :

1 – Calcul de l'énergie échangé par l'eau froide :

$$Q_1 = m_1 \cdot c_{\text{eau}} \cdot (\theta_f - \theta_1) \text{ avec } c_{\text{eau}} = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

Application numérique : $Q_1 = 2,47 \cdot 10^{-1} \cdot 4180 \cdot (36,4 - 27,3) = 9,40 \cdot 10^3 \text{ J}$

Ici l'eau froide gagne de l'énergie le signe de Q_1 est donc positif

2-Calcul de l'énergie échangé par l'eau chaude :

$$Q_2 = m_2 \cdot c_{\text{eau}} \cdot (\theta_f - \theta_2)$$

Application numérique : $Q_2 = 2,40 \cdot 10^{-1} \cdot 4180 \cdot (36,4 - 46,2) = -9,83 \cdot 10^3 \text{ J}$

Ici l'eau chaude perd de l'énergie le signe de Q_2 est donc négatif

3- On fait la différence entre $|Q_2|$ et Q_1 :

$$|Q_2| - Q_1 = |-9,83 \cdot 10^3| - 9,40 \cdot 10^3 = 430 \text{ J}$$

On constate au vu de l'ordre de grandeur de Q_1 et $|Q_2|$ que la différence d'énergie échangé est faible ce qui signifie que Q_1 et $|Q_2|$ sont proches et que le calorimètre peut être assimilé à une enceinte isolé

On peut alors écrire $Q_1 + Q_2 \cong 0$

4- L'énergie reçue par le calorimètre correspond à la différence d'énergie entre Q1 et |Q2| on en déduit que :

$$Q_c = |Q_2| - Q_1$$

5- La valeur de Qc est celle calculé en question 3 donc $Q_c = 430 \text{ J}$

6- On a $Q_c = m_c * c_{\text{calo}} * (\theta_f - \theta_1)$

$$\frac{Q_c}{c_{\text{calo}}} = m_c * (\theta_f - \theta_1)$$

$$c_{\text{calo}} = \frac{Q_c}{m_c(\theta_f - \theta_1)}$$

Application numérique :

$$c_{\text{calo}} = \frac{430}{7,41 \cdot 10^{-1}(36,4 - 27,3)} = 63 \text{ J.Kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

La capacité thermique massique de notre calorimètre est donc de $63 \text{ J.Kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$