Habitat	TP 3B	Mesure de la chaleur latente de fusion de l'eau	TSTI2D

Capacités exigibles :
- *Associer un changement d'état au niveau macroscopique à l'établissement, ou à la rupture, d'interactions entre entités au niveau microscopique*
- *Utiliser l'enthalpie de changement d'état pour effectuer un bilan énergétique*

1 Réfléchissons un peu avant de commencer...

En vous aidant du document ci-dessous, répondre aux questions suivantes :

La physique de l'eau liquide

L'eau est le liquide le plus abondant à la surface de la terre. C'est un liquide dont les propriétés sont tout à fait surprenantes, à la fois comme liquide pur et comme solvant.

L'eau est un liquide très cohésif : ses températures de fusion et de vaporisation sont très élevées pour un liquide qui n'est ni ionique, ni métallique, et dont la masse molaire est faible. Ainsi, l'eau reste liquide à pression atmosphérique jusqu'à 100 °C alors que des molécules semblables comme H_2S, H_2Se, H_2Te par exemple donnerait une température de vaporisation proche de – 80°C. Cette cohésion est en fait assurée par les ***liaisons hydrogène*** entre molécules d'eau. Ce type de liaisons entre molécules voisines, les ***liaisons hydrogène***, se rencontre assez souvent en chimie. En effet, dès qu'une molécule possède un groupement HO, HF ou NH, des interactions azote-hydrogène, oxygène-hydrogène ou fluor-hydrogène peuvent apparaître. Ces liaisons permettent par exemple la cohésion des molécules d'ammoniac NH_3 ou d'acide fluorhydrique HF mais elles sont cependant plus faibles et spatialement moins développées que pour les molécules d'eau. C'est pourquoi l'eau a également des températures de fusion et de vaporisation plus élevées que celles de l'ammoniac ou de l'acide fluorhydrique.

La cohésion de l'eau se traduit aussi par une capacité calorifique massique et une chaleur latente massique énorme. Il faut trois fois plus d'énergie pour réchauffer de l'eau que pour réchauffer la même masse de pentane et dix fois plus que pour la même masse de fer. La chaleur latente massique est aussi beaucoup plus élevée que celle de la plupart des liquides semblables (H_2S, HF ou NH_3 par exemple). Ces différences sont encore une fois dues aux liaisons hydrogène : il faut de l'énergie pour rompre ces liaisons et la chaleur absorbée par ces ruptures n'est pas disponible pour augmenter l'énergie cinétique des molécules, ce qui réduit l'élévation de température (ou le changement d'état).

(...) Nous découvrirons peut-être un jour que chacune des propriétés anormales de l'eau existe aussi dans un autre liquide. Cependant il est remarquable qu'un seul liquide rassemble autant d'anomalies. Il y a donc un besoin d'explication, auquel ne répondent pas les théories développées pour les liquides simples.

D'après La physique de l'eau liquide, B. Cabane, R. Vuilleumier, 2005.

✍ **1.** Quelles sont les caractéristiques qui font de l'eau un liquide surprenant ?

✍ **2.** Qu'est ce qui assure les liaisons entre les molécules d'eau ?

Et pour ceux qui ont encore du mal à comprendre, voici 2 animations/vidéos qui illustrent le phénomène ☞

L'eau, partie 1 : http://bit.ly/2cMWsyN

L'eau, partie 2 : http://bit.ly/2cMWPJS

✍ **3.** Expliquer en quoi ces liaisons peuvent modifier la température de fusion de l'eau.

✍ **4.** *« Il faut trois fois plus d'énergie pour réchauffer de l'eau que pour réchauffer la même masse de pentane et dix fois plus que pour la même masse de fer. »*
Quelle est la grandeur physique caractéristique de l'eau, du pentane ou du fer dont parlent les auteurs ?

✍ **5.** Quelle est la température de fusion de l'eau ? Rappeler également la définition de la chaleur latente de fusion ou enthalpie de fusion (massique).

On cherche à déterminer le plus précisément possible la chaleur latente de fusion de l'eau, c'est-à-dire qu'on cherche à répondre à la problématique : **quelle énergie doit on fournir pour vaincre les interactions intermoléculaires et ainsi former de l'eau liquide ?**

2 Manipulations

Les mesures d'énergie thermique s'effectuent dans un calorimètre (enceinte isolée qui n'échange pas d'énergie avec l'extérieur).

☞ Introduire dans le calorimètre une masse m_1 = **500 g** d'eau liquide.
☞ Agiter un peu et attendre que la température de l'eau prenne une valeur constante. Relever la valeur de la température initiale : θ_i =.....
☞ Prendre 4 glaçons à θ_{fus} = **0°C**, les sécher avec du papier absorbant, les peser (m_2 = ...) et les introduire rapidement dans le calorimètre.
☞ Agiter, laisser fondre et relever la température finale atteinte après agitation et stabilisation de la température : θ_f =.....

3 Exploitation des résultats

A. Détermination des énergies thermiques échangées

Données : *capacité calorifique massique de l'eau : c_{eau} = 4,187 J.g^{-1}.°C^{-1}.*
capacité calorifique du calorimètre C_{cal} = 32 J.°C^{-1}.

✍ **6.a.** Quelle est la variation de température (comptée positivement ici) $|\Delta\theta|$ du calorimètre ?
✍ **6.b.** Le calorimètre n'est pas parfait : il échange de l'énergie avec le système {eau liquide + glaçons}. Dans quel sens se fait cet échange ?
On rappelle que l'énergie gagnée ou perdue par le calorimètre se détermine par la relation : $\boxed{Q_{cal} = C_{cal} \times |\Delta\theta|}$
✍ **6.c.** Déterminer Q_{cal}.

✍ **7.a.** Quelle est la variation de température (comptée positivement ici) $|\Delta\theta_1|$ de l'eau liquide ?
✍ **7.b.** Donner l'expression puis calculer la valeur de l'énergie thermique perdue par l'eau liquide Q_1.

Au cours de cette manipulation, les glaçons fondent à température constante de 0°C (voir TP3A) puis l'eau liquide formée s'échauffe de **0°C** jusqu'à la température θ_f.
On rappelle que l'énergie reçue par les glaçons pour la fusion de la glace s'écrit : $\boxed{Q_{fus} = m_2 \times L_{fus}}$ où L_{fus} est la chaleur latente de fusion de l'eau (**que l'on cherche à déterminer**).
✍ **8.a.** Quelle est la variation de température (comptée positivement ici) $|\Delta\theta_2|$ de l'eau liquide qui a fondu ?
✍ **8.b.** Donner l'expression puis calculer la valeur de l'énergie thermique perdue par l'eau liquide Q_2.

B. Détermination de la chaleur latente L_{fus}

✍ **9.** Expliquer pourquoi on a la relation : $Q_{cal} + Q_1 = Q_{fus} + Q_2$
✍ **10.** En déduire la valeur de Q_{fus} puis la chaleur latente de fusion L_{fus}. L'exprimer en kJ.kg^{-1}.

c. Etude de la précision des résultats

La valeur théorique (dans les tables) de la chaleur latente de fusion de l'eau appelée aussi **enthalpie de fusion** (symbole : ΔH_{fus}) est L_{fus} = 333,6 kJ.kg^{-1}.
☞ Récupérer les valeurs des autres groupes et remplir le tableau suivant :

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8
L_{fus} (kJ.kg^{-1})								

✍ **11.** La valeur que vous avez obtenue est-elle compatible avec la valeur tabulée ?
✍ **12.** Commenter les résultats obtenus par l'ensemble des groupes.