

Nom :
Prénom :
Classe :
Date :

Physique – Chimie

Thème : La pratique du sport**EFFETS THERMIQUES D'UNE
TRANSFORMATION CHIMIQUE OU PHYSIQUE****Objectifs :**

- **Mettre en œuvre un protocole expérimental.**
- **Savoir mesurer la température d'un système.**
- **Savoir identifier et évaluer les effets thermiques d'une transformation chimique ou physique.**

ACTIVITÉ 1 : Effet thermique de la dissolution de composés ioniques dans l'eau.**1. Présentation**

Le « froid » peut être utile en secourisme, particulièrement en milieu sportif.

Il a plusieurs effets :

- **effet antalgique** : le froid calme la douleur.
- **action anti-inflammatoire** : le froid permet d'atténuer la formation d'hématomes, œdèmes ...
- **action hémostatique** : le froid diminue le saignement des fibres musculaires lésées car il provoque le rétrécissement des capillaires sanguins)

Un système cryogène : la poche de froid instantané

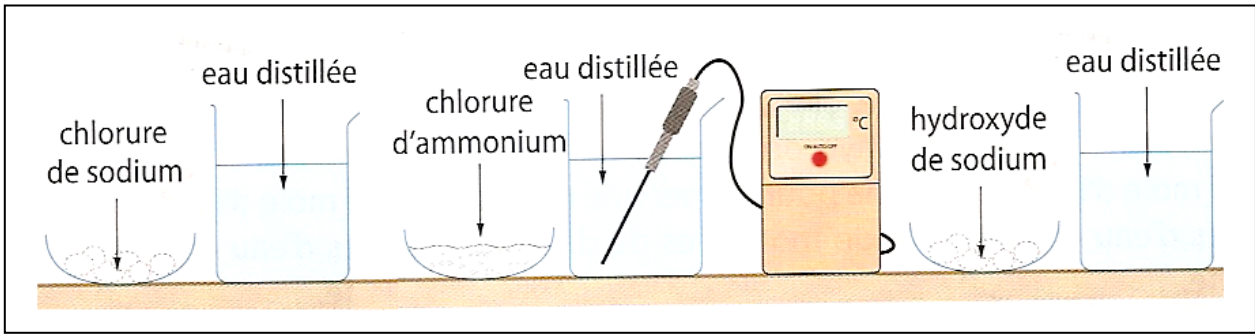
Les poches de froid instantané contiennent un composé ionique et de l'eau séparés par une paroi interne. Le principe consiste à rompre la paroi interne en appuyant sur la poche, la réaction qui se produit entre ce composé et l'eau crée une sensation de froid.

Comme pour la poche de froid, la dissolution d'un composé ionique dans l'eau s'accompagne-t-elle toujours d'un tel effet ?

2. Manipulation

L'hydroxyde de sodium, le chlorure d'ammonium et le chlorure de sodium se présentent sous la forme de trois solides blancs à température ambiante.

- Préparer 3 verres de montre contenant respectivement 4 g d'hydroxyde de sodium, 4 g de chlorure d'ammonium et 4 g de chlorure de sodium.
- Remplir, à l'aide d'une éprouvette graduée, 3 béchers distincts avec 50 mL d'eau distillée.
- Relever la température initiale θ_i de l'eau dans chaque bécher à l'aide de la sonde thermométrique.
- Verser le contenu de chaque verre de montre dans un bécher.
- Remuer avec un agitateur en verre jusqu'à dissolution complète.
- Relever la température finale θ_f de chaque solution.

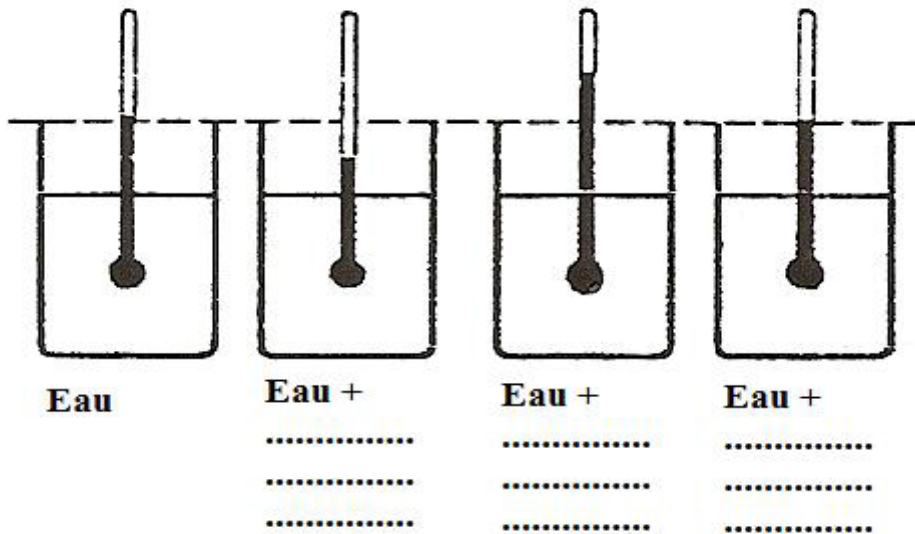


3. Résultats et exploitation.

Compléter le tableau suivant

	50 mL d'eau distillée + 4 g d'hydroxyde de sodium	50 mL d'eau distillée + 4 g de chlorure d'ammonium	50 mL d'eau distillée + 4 g de chlorure de sodium
Température initiale θ_i (en °C)
Température finale θ_f (en °C)

Indiquer sous le nom de chaque bécher le nom du composé dissous.



Compléter la conclusion ci-dessous avec les termes: « *effet thermique, augmentation, température, endothermique* »

Conclusion
 Lorsque la dissolution d'un composé ionique s'accompagne d'une de la température, la réaction est dite exothermique.
 La dissolution d'un composé ionique peut également s'accompagner d'une diminution de la, la réaction est dite

Si aucun n'apparaît lors d'une transformation chimique, la réaction est dite athermique.

ACTIVITÉ 2 : Etude des effets thermiques d'une dissolution par calorimétrie.

1. Présentation

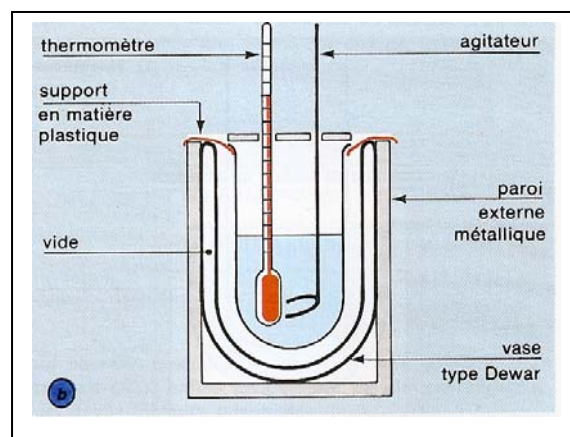
Lorsqu'une transformation physique ou chimique a lieu, il y a transfert d'énergie entre le système considéré et le milieu extérieur sous forme de chaleur.

Si la transformation fournit de l'énergie, elle est dite exothermique, si elle consomme de l'énergie, elle est dite endothermique.

Pour effectuer la mesure de quantités d'énergie, on dispose d'un appareil appelé calorimètre. Les calorimètres sont des enceintes thermiques isolantes : ils sont conçus pour limiter au maximum les fuites énergétiques.

Voici le schéma d'un calorimètre type Dewar :

Un vase Dewar est un récipient à double paroi de verre : à l'intérieur du volume ainsi formé règne un vide poussé.



On se propose de mesurer la quantité d'énergie échangée avec l'extérieur lors de la dissolution d'un solide dans l'eau.

2. Manipulation

- Verser dans une éprouvette graduée $V_{\text{eau}} = 200 \text{ mL}$ d'eau distillée. Ce volume d'eau a une masse $m_{\text{eau}} = 200 \text{ g}$.
- Verser ensuite l'eau dans le calorimètre.
- Attendre quelques minutes puis relever la température initiale θ_i .
- Peser avec grande précaution une masse $m = 4,0 \text{ g}$ de pastilles d'hydroxyde de sodium.
- Introduire les pastilles dans le calorimètre. **Agiter.**
- Laisser la réaction de dissolution se dérouler.
- Relever la température finale de la solution obtenue θ_f .



Recommencer la manipulation en utilisant un volume d'eau $V_{\text{eau}} = 100 \text{ mL}$ de masse $m_{\text{eau}} = 100 \text{ g}$ et une masse $m' = 8,0 \text{ g}$ de chlorure d'ammonium.

3. Résultats et exploitation.

Dissolution 1 des pastilles d'hydroxyde de sodium : Température initiale de l'eau $\theta_i = \dots\dots\dots$

Dissolution 2 du chlorure d'ammonium : Température initiale de l'eau $\theta_i = \dots\dots\dots$

	200 mL d'eau distillée + 4,0 g d'hydroxyde de sodium	100 mL d'eau distillée + 8,0 g de chlorure d'ammonium
Température finale θ_f (en °C)

L'énergie Q reçue par l'eau est liée à la masse de l'eau, à la variation de la température et à un coefficient C par la relation :

$$Q = m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot (\theta_f - \theta_i)$$

avec :
 « chaleur massique de l'eau » : $c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ J} \cdot \text{°C}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$.
 m_{eau} en g : masse d'eau introduite dans le calorimètre à laquelle il faut ajouter la valeur en eau du calorimètre et de ses accessoires, soit 14,7 grammes.

Déterminer la quantité d'énergie Q_1 reçue par l'eau lors de la dissolution des pastilles d'hydroxyde de sodium. Conclure.

.....

Déterminer la quantité d'énergie Q_2 cédée par l'eau lors de la dissolution de la poudre de chlorure d'ammonium. Conclure.

.....

Compléter la conclusion ci-dessous avec les termes : « dissolution, physique, température, effets thermiques »

Conclusion
 Au cours de la dissolution d'une substance chimique dans un solvant, la peut donc augmenter ou diminuer. La est une transformation qui s'accompagne



ACTIVITÉ 3 : Étude des effets thermiques lors d'un changement d'état d'une substance.

1. Présentation

En été, à la plage, lorsqu'on sort de l'eau, on ressent une sensation de froid en plein vent. Cette sensation disparaît dès que notre corps n'est plus mouillé.

De la même manière, quand on met sur la peau une compresse imbibée d'alcool, on ressent cette sensation de froid pendant quelques instants. Comment interpréter ce phénomène ?

2. Expérience

- Entourer la sonde d'un thermomètre numérique de coton fixé à l'aide d'un élastique.
- Relever la température initiale θ_i : $\theta_i = \dots\dots\dots$
- Plonger le coton dans un bécher contenant de l'alcool.
- Suivre l'évolution de la température. Noter la valeur de la température finale θ_f dans le tableau ci-dessous.
- Recommencer l'expérience avec de l'acétone.



Attention l'acétone et l'alcool sont des produits à manipuler avec précaution.

3. Résultats et exploitation

	Coton imbibé d'alcool	Coton imbibé d'acétone
Température finale θ_f (en °C)

a. Dans quel état l'acétone et l'alcool se présentent-ils au début de l'expérience ?

.....

b. Dans quel état passent l'acétone et l'alcool ? Pourquoi ?

.....

c. Quel changement d'état subissent donc l'acétone et l'alcool ?

.....

Remarque : Il ne faut pas confondre ébullition et évaporation qui sont toutes les deux des vaporisations.

L'évaporation se fait à la surface du liquide et à n'importe quelle température, l'ébullition se fait dans tout le liquide avec apparition de bulles de gaz à une température donnée sous pression donnée.

d. Comment évolue la température durant ce changement d'état ?

.....

e. Compléter le texte suivant :

Le passage de l'acétone ou de l'alcool, par évaporation, de l'état à l'état, absorbe de l'énergie qu'il puise dans l'air, ce qui explique la de température.

f. Interpréter maintenant la sensation de froid ressenti à la mer en sortant de l'eau.

.....

Compléter la conclusion ci-dessous avec les termes: « *endothermiques, exothermiques, physiques, évaporation, effets thermiques, froid* »

Conclusion

Certaines transformations physiques telles que l'..... d'un liquide, la fusion d'un solide sont : elles absorbent de l'énergie.

En particulier, en absorbant de l'énergie, l'évaporation d'un liquide provoque « du ».

D'autres transformations physiques, telles la solidification ou la liquéfaction, sont : elles libèrent de l'énergie.

D'une manière générale, les transformations s'accompagnent d'.....

ACTIVITÉ 4 : Détermination expérimentale de la valeur énergétique d'un fruit sec.

1. Principe

Pour vivre tout organisme a besoin d'énergie. Le métabolisme représente la dépense énergétique pour assurer une série de fonctions telles que le maintien des activités vitales, la thermorégulation, le travail musculaire, etc...

La source d'énergie est évidemment l'alimentation : glucides, lipides et protides apportent des composés organiques qui vont être utilisés par l'organisme.

Pour déterminer l'apport énergétique d'un aliment, schématiquement il suffit de le brûler, de recueillir et de mesurer l'énergie dégagée.

Comment mesurer cette énergie dégagée ?

On va utiliser l'énergie dégagée lors de la combustion pour chauffer une masse d'eau connue.

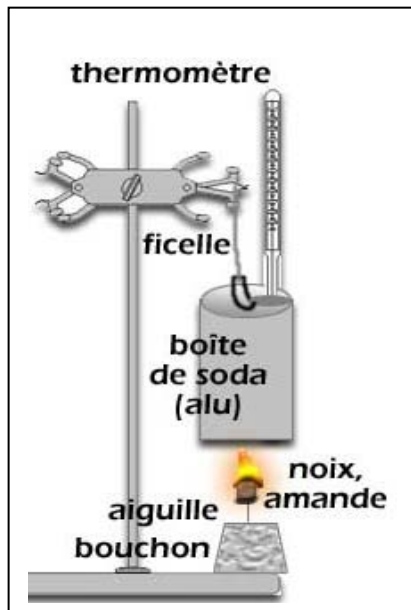
En admettant qu'il n'y a pas de pertes - ce qui n'est pas le cas ! - et sachant que **par définition**, il faut apporter **4,184 J à un 1 g d'eau pour élever sa température de 1°C**, la mesure de l'élévation de la température de l'eau lors de la combustion permettra de déterminer la valeur énergétique de l'aliment.

On se propose donc de réaliser la combustion d'un fruit sec, en l'occurrence une cacahuète, pour connaître son apport énergétique.

2. Manipulation

- Déterminer la masse m_{canette} d'une canette en aluminium vide : $m_{\text{canette}} = \dots\dots\dots$
- La remplir d'environ 200 g d'eau. Essuyer toute trace d'eau sur le couvercle.
- Déterminer la masse $m_{\text{canette} + \text{eau}}$ de la canette et son contenu.
 $m_{\text{canette} + \text{eau}} = \dots\dots\dots$
- Mesurer la température initiale de l'eau θ_i : $\theta_i = \dots\dots\dots$

- Préparer le montage comme sur le schéma ci-après. Au besoin, coller le bouchon avec un peu de cire.
- Suspender la boîte à un fil par la languette d'ouverture
- Déterminer la masse m du fruit sec avec précision : $m_{\text{fruit}} = \dots\dots\dots$
- Avec précaution, planter le fruit sec dans l'aiguille.
- Enflammer le fruit sec à l'aide d'une allumette.
- Attendre que le fruit sec soit totalement consumé.
- Remuer l'eau et mesurer la température θ_f du mélange final : $\theta_f = \dots\dots\dots$
- Déterminer la masse du résidu de fruit brûlé : $m_{\text{résidu}} = \dots\dots\dots$



3. Exploitation des résultats :

Fruit sec	m_{canette} (en g)	m canette + eau (en g)	m_{eau} (en g)	θ_i °C	θ_f °C	m_{fruit} (en g)	$m_{\text{résidu}}$ (en g)	$\Delta m = m_{\text{fruit}} - m_{\text{résidu}}$ (en g)
Cacahuète

L'énergie libérée par la combustion de la masse Δm de fruit sec est reçue par l'eau : sa température augmente.

L'énergie Q reçue par l'eau est liée à la masse de l'eau, à la variation de la température et à un coefficient C par la relation :

$$Q = m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot (\theta_f - \theta_i) \quad \text{avec la « chaleur massique de l'eau » } c_{\text{eau}} = 4,184 \text{ J} \cdot \text{°C}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}.$$

L'énergie E libérée par la combustion de 100 g de fruit sec est donnée par la relation :

$$E = \frac{m_{\text{eau}} \cdot C_{\text{eau}} \cdot (\theta_f - \theta_i)}{1000 \times \Delta m} \times 100$$

E étant exprimée en **kJ/100 g**

À partir des valeurs du tableau et de la formule ci-dessus, calculer la valeur énergétique de 100g de fruits secs.

E=

Comparer la valeur calculée et la valeur théorique figurant sur l'étiquette de l'aliment ci-contre :

Cacahuète grillée : 2592 kJ/100g

.....

Compléter la conclusion ci-dessous avec les termes :
 « *chimique, température, effets thermiques, combustion* ».

Conclusion

Au cours d'une transformation chimique, la peut donc varier. Les transformations telles que les s'accompagnent d'.....

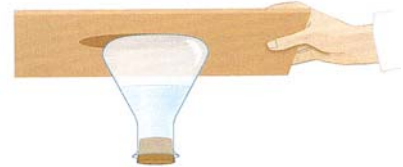
EXERCICES D'APPLICATION :**Soudure à l'eau.**

Sur une planche en bois, on verse de l'eau et on pose dessus un erlenmeyer contenant environ 20g de nitrate d'ammonium solide $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$.

On verse alors 20 mL d'eau dans l'erlenmeyer et on agite avec une tige de verre jusqu'à dissolution complète sans bouger le récipient.

On bouche l'erlenmeyer et on retourne la planche. En observant la planche, on remarque une pellicule de glace entre celle-ci et l'erlenmeyer, ce qui explique que ce dernier ne tombe pas lorsqu'on retourne la planche.

1. La solidification de l'eau est-elle une transformation chimique ou physique ?
2. Que peut-on dire de cette expérience sur les effets thermiques de la dissolution du nitrate d'ammonium ?

*Réponses*

1.
2.

Source d'énergie dans l'organisme

L'énergie nécessaire au fonctionnement de l'organisme provient de la transformation des aliments. L'une des sources d'énergie est la dégradation des glucides en glucose, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, qui, transporté par le sang dans les différentes cellules, est transformé en eau et dioxyde de carbone. La « combustion » d'une mole de glucose libère une énergie de 2700 kJ.

1. La combustion du glucose est-elle une transformation physique ou chimique ? Pourquoi ?
2. Ecrire l'équation de combustion complète du glucose.
3. Comment qualifie-t-on une transformation au cours de laquelle le système chimique fournit de l'énergie à l'extérieur ?
4. Quelle est l'énergie libérée par la combustion de 6 g de glucose ?
Donnée : Masse molaire du glucose $M_{\text{glucose}} = 180 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Réponses

1.
2.
3.
4.