

Activité 9.1 – Rester frais l'été

Objectifs :

- Comprendre pourquoi l'évaporation de l'eau rafraîchit.

Contexte : Les étés sont de plus en plus chaud. Pour se refroidir efficacement, il faut comprendre l'impact des changements d'états courants dans la vie quotidienne.

→ **Quels changements d'états physiques permettent de diminuer la température ?**

Document 1 – Un peu de vocabulaire

Quand on s'intéresse à l'évolution de la température et des états d'un objet, on fait de la **thermodynamique** (« mouvement de la chaleur » en grec).

- Corps** : objet macroscopique avec des propriétés mesurable (température, pression).
- Système** : ensemble de corps dont on étudie l'évolution.
- Milieu extérieur** : tous les corps qui ne sont pas le système.

Document 2 – Transfert thermique

Un corps chaud en contact avec un corps froid lui transfert de l'énergie, ce qui se traduit par une modification de la température des deux corps : on parle de **transfert thermique**.

L'énergie transférée se note Q , son unité est le Joule J. Un corps qui **reçoit un transfert thermique positif** ($Q > 0$) voit **sa température augmenter**.

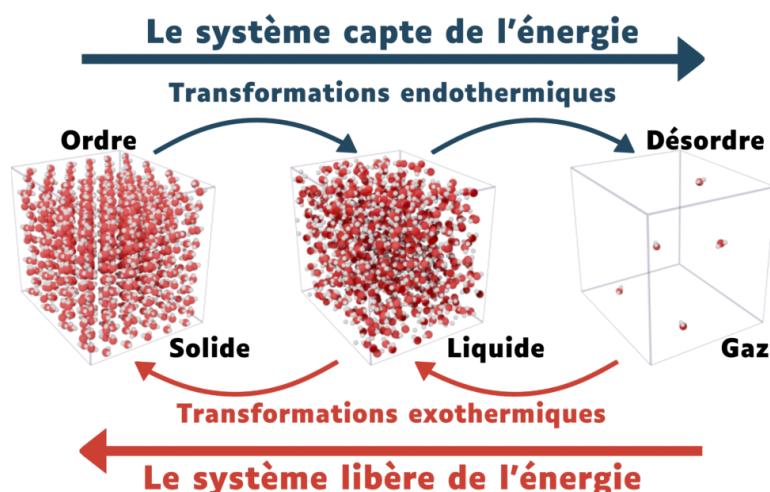
Sous certaines conditions, ce transfert thermique peut mener un des deux corps à changer d'état (liquide à gaz par exemple) : on parle de **transformation physique**.

On note un tel changement d'état comme une réaction chimique avec une flèche, à gauche l'état initial et à droite l'état final. ▶ Exemple : $\text{H}_2\text{O}_{(\text{s})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$.

Document 3 – Transformations endothermique et exothermique

- Lors d'une **transformation exothermique**, l'énergie du système diminue. Le milieu extérieur reçoit un transfert thermique positif $Q > 0$.
- Lors d'une **transformation endothermique**, l'énergie du système augmente. Le milieu extérieur reçoit un transfert thermique négatif $Q < 0$.

⚠ Pour le système, le signe du transfert thermique change !

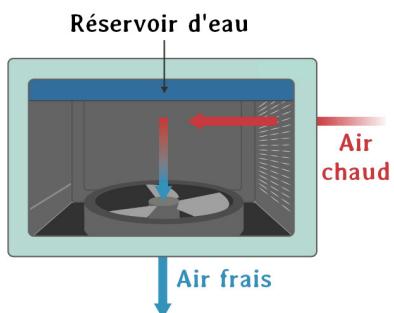


Document 4 – L'éco-climatisation

À cause du réchauffement climatique, la consommation d'énergie liée à la climatisation ne fait qu'augmenter, avec un impact fort sur l'environnement.

Des solutions plus écologiques existent : quand de l'air chaud arrive au contact de gouttelettes d'eau liquide, les gouttelettes s'évaporent. L'air chaud se refroidit alors rapidement grâce à l'évaporation.

Système : les gouttelettes d'eau liquides.



Document 5 – Un glaçon dans ma boisson

Si on veut refroidir une boisson tiède, on peut la placer dans un réfrigérateur, mais une solution bien plus rapide est de rajouter des glaçons dedans.

Le principe est très simple : en fondant, les glaçons vont absorber de l'énergie, ce qui va refroidir l'eau qui les entoure.

Système : les glaçons.

Document 6 – Sueur et fraîcheur

Quand l'eau s'évapore, elle passe de l'état liquide à l'état gazeux. Ce phénomène absorbe de l'énergie dans l'environnement proche. Lorsqu'on est mouillé, le transfert thermique se fait avec notre corps, qui se refroidit alors.

Système : les gouttes de sueur.

1 – Pour chaque documents (4, 5, 6), indiquer quel est le corps qui change d'état, avec l'état initial et l'état final.

Pour le document 4, ce sont les gouttelettes d'eau qui passent de l'état liquide à l'état gazeux.

Pour le document 5, ce sont les glaçons d'eau qui passent de l'état solide à l'état liquide.

Pour le document 6, c'est les gouttes de sueur, qui passent de l'état liquide à l'état gazeux.

2 – Pour chaque documents, indiquer si la transformation physique est endothermique ou exothermique, en donnant le signe du transfert thermique Q reçu par le milieu extérieur.

Dans tous les cas, les transformations sont endothermique, avec un transfert thermique négatif.

3 – Pour chaque documents, écrire la notation symbolique du changement d'état.



TP 9.1 – Fusion de la glace

Objectifs :

- ▶ Comprendre le lien entre énergie et température.
- ▶ Comprendre la notion de transformation endothermique et exothermique.

Contexte : Si on veut refroidir une boisson tiède, on peut la placer dans un réfrigérateur, mais une solution bien plus rapide est de rajouter des glaçons dedans.

→ **Comment modéliser le changement de température lié à l'ajout des glaçons ?**

Document 1 – Un peu de vocabulaire

Dans ce chapitre on va s'intéresser à l'évolution de la température et des états des objets. Cette branche de la physique s'appelle la **thermodynamique** (« *thermos* » : *chaud* en grec. Thermodynamique : « évolution de la chaleur »). Pour pouvoir définir ce qui est étudié, on utilise un vocabulaire particulier en thermodynamique.

- **Corps** : objet macroscopique continu avec des propriétés physiques bien définies (température, pression, état).
- **Système** : ensemble de corps dont on étudie l'évolution.
- **Milieu extérieur** : tous les corps qui ne sont pas le système.

⚠ Il faut faire attention à bien définir le système étudié et le milieu extérieur !

Document 2 – Transfert thermique

Un corps chaud en contact avec un corps froid lui transfert de l'énergie, ce qui se traduit par une modification de la température des deux corps : on parle de **transfert thermique**.

L'énergie transférée se note Q , son unité est le Joule J. Un corps qui **reçoit un transfert thermique positif** ($Q > 0$) voit **sa température augmenter**.

Sous certaines conditions, ce transfert thermique peut mener un des deux corps à changer d'état (solide à liquide par exemple) : on parle de **transformation physique**.

⚠ le transfert thermique va **toujours** du corps chaud vers le corps froid ! Si un corps pur change d'état, sa température ne varie pas au cours du transfert thermique.

Document 3 – Calorimètre

Un calorimètre (« *calor* » : *chaleur* en latin) est un récipient qui sert à mesurer des transferts thermiques. **Un calorimètre est un vase qui isole son contenu de tous transfert thermique avec l'extérieur** : aucune chaleur n'y rentre ni n'en sort. Tous les transferts thermiques se passent donc entre les corps que contient le calorimètre.



Document 4 – Protocole de mesure de la variation de température

- ▶ Placer le calorimètre sur la balance et appuyer sur tare.
- ▶ Verser environ 200 mL d'eau et mesurer la masse m_{eau} introduite.
- ▶ Fermer le calorimètre et introduire le thermomètre. Mesurer la température initiale de l'eau T_i .
- ▶ Mesurer la masse $m_{\text{glaçons}}$ d'au moins deux glaçons sur une balance.
- ▶ Introduire rapidement ces glaçons dans le calorimètre et le refermer.
- ▶ Quand les glaçons ont entièrement fondu, agiter l'eau et mesurer sa température finale T_f .

Mesures réalisées :

Grandeur mesurée	m_{eau}	$m_{\text{glaçons}}$	T_i	T_f
Mesure	199 g	27,9 g	6,3 °C	17,4 °C

1 ➤ Premier système étudié : l'eau liquide

 Réaliser le protocole du document 4 en notant les valeurs des mesures expérimentales.

1 – L'eau liquide a-t-elle gagné ou perdu de l'énergie par transfert thermique ? Justifier.

La température de l'eau a diminué, l'eau liquide a donc perdu de l'énergie par transfert thermique.

2 – On peut calculer le transfert thermique reçu par l'eau liquide à partir de sa masse et de sa variation de température

$$Q = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times (T_f - T_i)$$

où $c_{\text{eau}} = 4,180 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot {}^\circ\text{C}^{-1}$ est la capacité calorifique de l'eau. Cette constante mesure la quantité d'énergie nécessaire pour augmenter la température de 1 °C pour 1 g d'eau.

Calculer la valeur de Q avec vos mesures.

$$\begin{aligned} Q &= c_{\text{eau}} \times m_{\text{eau}} \times (T_f - T_i) \\ &= 4,180 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot {}^\circ\text{C}^{-1} \times 199 \text{ g} \times (6,3 - 17,4) {}^\circ\text{C} \\ &= -9\,233 \text{ J} \end{aligned}$$

2 ➤ Second système étudié : les glaçons**Document 5 – Énergie de changement d'état**

Pour faire fondre de la glace, il faut un transfert thermique entre la glace et un autre corps.

L'énergie nécessaire pour changer d'état s'appelle **l'énergie de changement d'état** et on la note L , son unité est le Joule J.

Plus la masse de la glace est élevée et plus l'énergie de changement d'état sera élevée.

On peut définir **l'énergie de changement d'état massique** notée L_m , qui est propre à chaque corps pur et s'exprime en Joule par gramme $\text{J} \cdot \text{g}^{-1}$:

$$L_m = \frac{L}{m_{\text{glace}}}$$

3 — Comme on utilise un calorimètre, on va considérer que tous le transfert thermique Q fourni par l'eau liquide a servi à faire fondre les glaçons. Donner la valeur de L l'énergie de changement d'état de fusion de la glace en fonction du transfert thermique Q .

Toute l'énergie perdue par l'eau est transférée aux glaçons, qui gagnent donc une énergie $-Q$. Toute cette énergie fait fondre les glaçons, on a donc

$$L = -Q$$

4 — En vous aidant du document 5, calculer la valeur L_m de l'énergie de changement d'état massique de fusion de la glace.

$$L_m = \frac{L}{m_{\text{glaçon}}} = \frac{9\,233 \text{ J}}{27,9 \text{ g}} = 330,7 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$$

5 — Comparer avec la valeur de référence $L_{m,\text{référence}} = 334 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$. L'hypothèse de la question 3 vous semble-t-elle valide ?

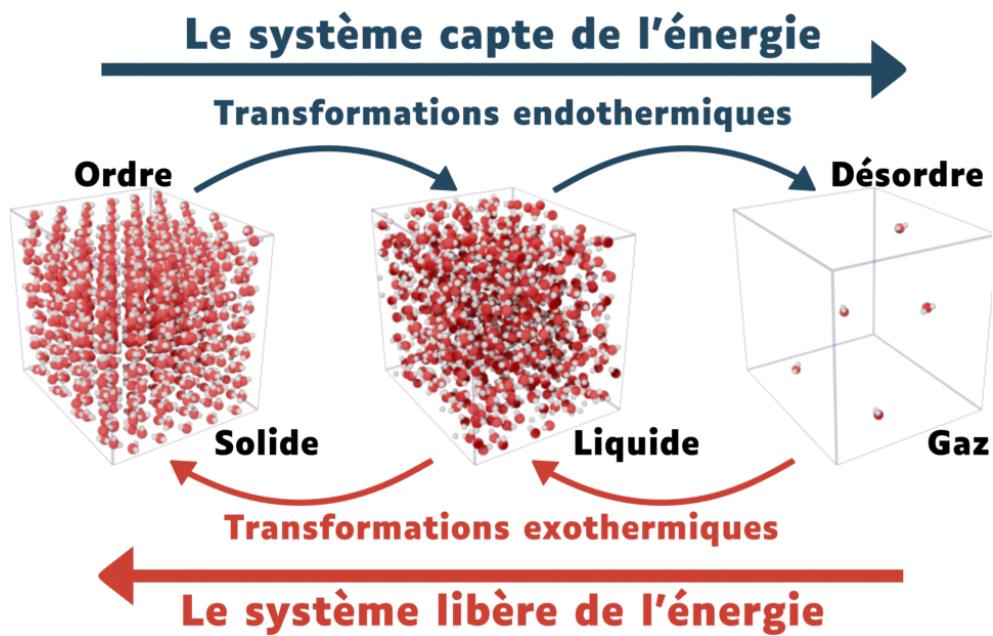
On trouve une énergie de changement d'état massique plus petite que la valeur de référence. On peut expliquer cette différence par le fait que le glaçon commence à fondre avant d'être placé dans le calorimètre.

3 ➔ Bilan

On voit que pour fondre, les glaçons ont dû recevoir de l'énergie sous forme de transfert thermique par l'eau liquide autour d'eux. On parle de transformation endothermique.

Document 6 – Transformations endothermique et exothermique

- Si l'énergie du système **augmente**, $Q > 0$, pendant une transformation physique, on parle de **transformation endothermique**.
- Si l'énergie du système **diminue**, $Q < 0$, pendant une transformation physique, on parle de **transformation exothermique**.



⚠️ Attention aux signes !

- Pour une réaction **endothermique** le système reçoit de l'énergie et $Q > 0$, ce qui implique que le milieu extérieur va se refroidir.
- Au contraire pour une réaction **exothermique** le système perd de l'énergie et $Q < 0$, ce qui implique que le milieu extérieur va se réchauffer.

Activité 9.2 – Transformations nucléaires et production d'énergie électrique

Objectifs :

- ▶ Connaître l'écriture symbolique d'une transformation nucléaire
- ▶ Comprendre la différence entre fission et fusion nucléaire.
- ▶ Comprendre dans les grandes lignes le fonctionnement d'une centrale électrique.

Contexte : Nos sociétés modernes sont gourmandes en énergies et notamment en énergie électrique pour faire fonctionner des usines, des trains, internet ou encore pour nous éclairer.

→ **Comment les réactions nucléaires permettent de produire de l'énergie électrique ?**

Document 1 – Rappel sur les isotopes

Des **isotopes** sont des noyaux ayant le même nombre de protons, mais un nombre différents de neutrons.

Deux isotopes ont les mêmes propriétés chimiques, mais leurs propriétés physiques sont différentes. ▶ *Exemples :* $^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$ et $^{18}_8\text{O}$ sont des isotopes de l'oxygène.

Document 2 – Radioactivité

Sous certaines conditions, un noyau peut spontanément se transformer en émettant des particules très énergétiques. C'est la **radioactivité**, le noyau est dit radioactif.

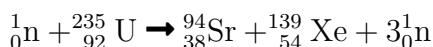
Il existe trois types de radioactivité, par ordre croissant de dangerosité :

- α , avec émission d'un noyau d'hélium ^4_2He ;
- β , avec émission d'un électron e^- ou un positron e^+ ;
- γ , avec émission d'un photon γ .

Document 3 – Fusion et fission nucléaire

La **fission nucléaire** est une transformation où un noyau massif est séparé en deux noyaux plus petit sous l'action d'un neutron n .

▶ *Exemple :* Fission de l'uranium



La **fusion nucléaire** est une transformation où deux noyaux légers s'associent pour former un noyau plus lourd.

▶ *Exemple :* Fusion du deutérium et du tritium au cœur d'une étoile



La fusion et la fission sont des **transformations exothermiques**.



Pour plus de détails :

Document 4 – Fonctionnement d'une centrale nucléaire à fission

Une centrale nucléaire à fission est une machine thermique, qui fonctionne sur le même principe qu'une centrale à charbon ou à gaz.



La réaction de fission génère de la chaleur, qui sert à chauffer de l'eau pour la transformer en vapeur. Cette vapeur va venir faire tourner un alternateur qui va générer de l'énergie électrique.



D'un point de vue énergétique, on transforme de l'énergie thermique en énergie mécanique, puis en énergie électrique. La conversion de l'énergie thermique en énergie mécanique a un rendement assez faible, de 30 % à 70 %. En revanche la conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique a un rendement supérieure à 95 %.

Document 5 – Déchet nucléaire

Lors de la fission de l'uranium, plusieurs noyaux plus légers peuvent être formés. Ces noyaux sont souvent instables et donc radioactifs. 99 % des déchets sont sans dangers, car très faiblement radioactif, mais le reste des déchets peuvent être mortels si on y est exposé trop longtemps. Il est donc important d'entreposer de manière sécurisé ces déchets, ce qui s'avère être un véritable casse-tête : aucun pays au monde n'a de solutions fiable sur le long terme pour stocker les déchets les plus dangereux.