

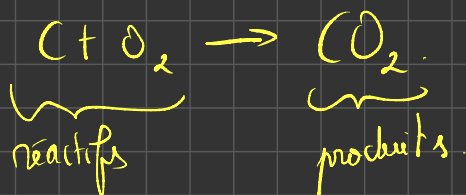


Rappels: \* Transformation physique

= Changement d'état.

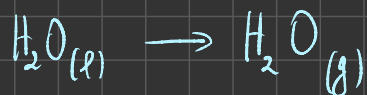
conservation des espèces chimiques.

Transformation chimique:

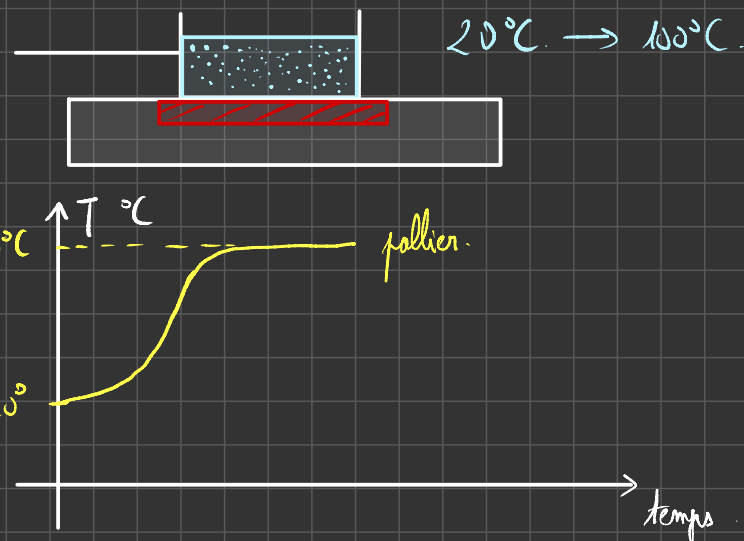


Espèces chimiques  
changent.

Vaporisation de l'eau:



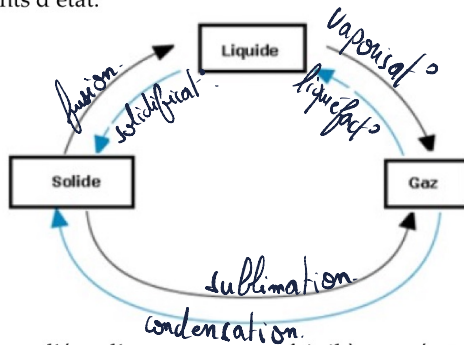
Condensation de  $CO_2$ :



**Exercice 1** corrigé disponible

Question de cours

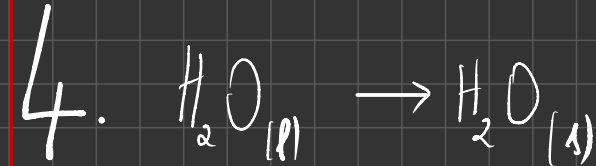
1. A quoi correspond la transformation physique d'une espèce chimique ?
2. Compléter le diagramme des changements d'états en indiquant le nom des changements d'état.



3. Le changement d'état d'un corps pur se fait-il à température constante ? Combien d'état coexistent au cours du changement d'état ?
4. Ecrire les représentations symboliques de la transformation physique correspondant à la solidification de l'eau.
5. Quand dit-on qu'un changement d'état d'un corps pur est exothermique ? Endothermique ? Donner un exemple dans chacun des cas.
6. Qu'est que la chaleur latente de changement d'état L ? Donner la relation liant L, la chaleur Q et la masse m de corps. Préciser les unités.

Au cours d'un changement d'état, la matière est présente sous deux états différents.

Exemple : au cours de la solidification, la matière est présente à l'état liquide et solide.



5. Exothermique : de la chaleur sort du système. Ex. : solidification.

Endothermique : de la chaleur entre dans le système. Ex. : fusion.

6. Chaleur latente de changement d'état : énergie qu'il faut donner à 1 kg de matière pour faire changer son état physique.

1. Transformation physique = changement d'état.

2. Fait sur la feuille.

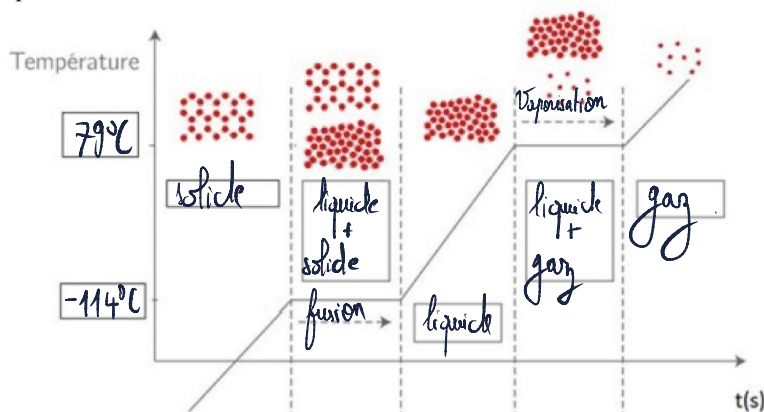
3. Au cours d'un changement d'état, la température reste constante.

$$Q = m \times L \rightarrow \text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$L \rightarrow \text{J} \rightarrow \text{kg}$

### Exercice 2 corrigé disponible

La température de fusion de l'éthanol est de  $-114^\circ\text{C}$ , sa température d'ébullition est de  $79^\circ\text{C}$ . On chauffe de l'éthanol initialement sous forme solide. Le graphe ci-dessous représente l'évolution de la température au cours du temps.



- Dans les cadres et sur les 2 flèches, compléter le schéma avec les expressions suivantes : **vaporisation**,  **$-114^\circ\text{C}$** ,  **$79^\circ\text{C}$** , **liquide**, **solide**, **liquide + gaz**, **fusion**, **liquide + solide**, **gaz**.
- Quel est l'état le moins ordonné ?
- Durant la vaporisation dans quel(s) état(s) se trouvent l'éthanol ?
- La chaleur latente de vaporisation de l'éthanol est  $L_{\text{vap}} = 843 \text{ k} \cdot \text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$ .
  - Quelle est la quantité de chaleur  $Q$  nécessaire pour vaporiser  $m = 100 \text{ g}$  d'éthanol ?
  - Quelle est sa chaleur latente de liquéfaction  $L_{\text{liq}}$  ?
- La liquéfaction d'une masse  $m$  d'éthanol s'accompagne d'une perte de chaleur du système éthanol  $Q = -250 \text{ kJ}$ .
  - Expliquer le signe de la chaleur  $Q$ . La réaction est-elle exothermique ou endothermique ?
  - Calculer la masse  $m$  d'éthanol qui s'est liquéfiée, en kilogramme puis en gramme.

2. L'état le moins ordonné est l'état gazeux.

3. Lors de la vaporisation, la matière existe à l'état gazeux et liquide.

$$4.a. \quad Q = m \times L_{\text{vap}} = 100 \times 10^{-3} \times 843$$

$$= 84,3 \text{ kJ}$$

4.b.  $L_{\text{liq}}$  est l'énergie que doit libérer  $1 \text{ kg}$  de vapeur pour se transformer en liquide.

5.a.  $Q < 0$ , le système perd de l'énergie. La transformation est exothermique.

$$b. \quad Q = m \times L$$

$$m = \frac{Q}{L} = \frac{-250}{-843} = 29,7 \text{ g}$$

# Transformations physiques – Fiche de cours

## 1. Transformation physique

### a. Définition

Une transformation physique est le passage d'un corps d'une forme à une autre avec conservation de la nature des particules (molécules)

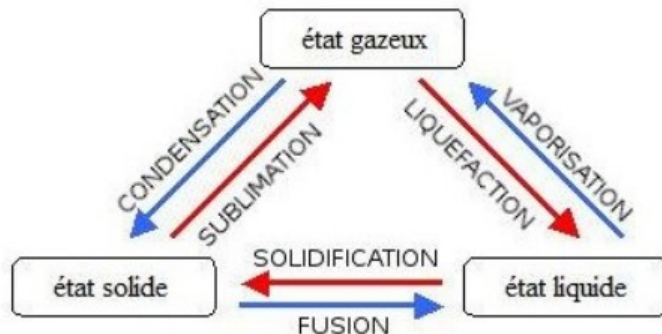
### b. Dissolution et fusion

- dissolution : un soluté placé dans un solvant donne un mélange homogène

- fusion : un solide réalise un changement d'état et devient un liquide

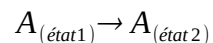
### c. Changement d'état

Le changement d'état est une transformation physique



### d. Ecriture symbolique d'un changement d'état

Pour caractériser le changement d'état d'une espèce chimique A d'un état 1 vers un état 2, on écrit :



### e. Modélisation microscopique des états

- état solide :

dans un solide les entités peuvent être en vibration les unes par rapport aux autres (état très lié de la matière)

- état liquide :

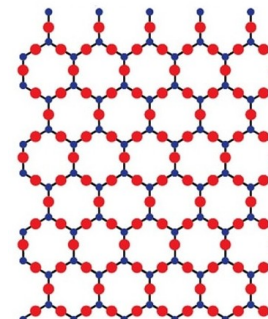
dans un liquide les entités peuvent être en vibration, translation ou en rotation les unes par rapport aux autres (état peu lié de la matière)

- état gazeux :

dans un gaz les entités peuvent être en vibration, translation ou en rotation les unes par rapport aux autres (état non lié de la matière)

- changement d'état :

lors d'un changement d'état, il y a disparition ou formation de liaisons entre les entités constituant la matière



exemple : un cristal de silicium de maille hexagonale

## 2. Les échanges d'énergie

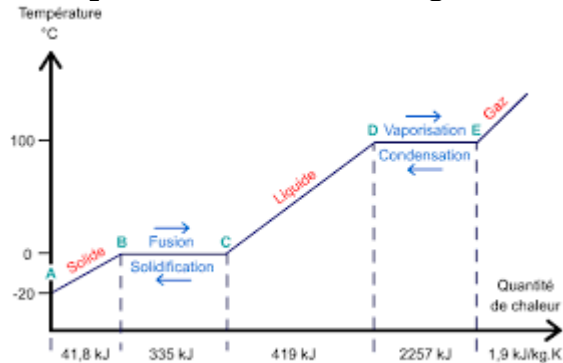
### a. Transformation endothermique

Une transformation est endothermique lorsque le système qui change d'état gagne de l'énergie thermique ( $Q > 0$ ) (fusion, vaporisation, sublimation). Le milieu extérieur perd de l'énergie

### b. Transformation exothermique

Une transformation est exothermique lorsque le système qui change d'état perd de l'énergie thermique ( $Q < 0$ ) (liquéfaction, solidification, condensation). Le milieu extérieur gagne de l'énergie

### c. Evolution de la température lors d'un changement d'état



### d. Energie de changement d'état

Un changement d'état de la matière est lié à un transfert thermique

La variation d'énergie interne d'un système est définie par :

$$\Delta E = Q = m L \quad \text{unité en Joule (J)}$$

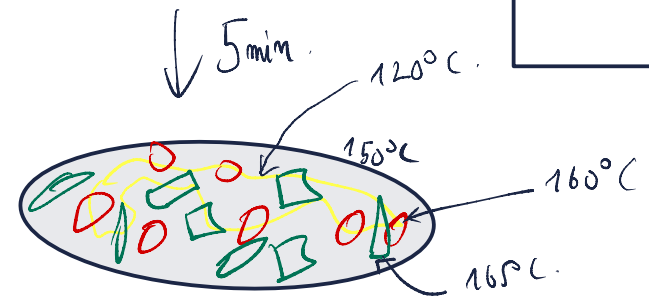
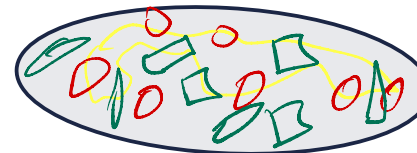
$L$ : chaleur latente de changement d'état.  
 $L$ :  $J \cdot kg^{-1}$

3°C eau liquide.  
 ↓  
 -5°C eau solide.

$$L(\text{eau}) = 283 \text{ J/kg}$$

sl → liq

180°C

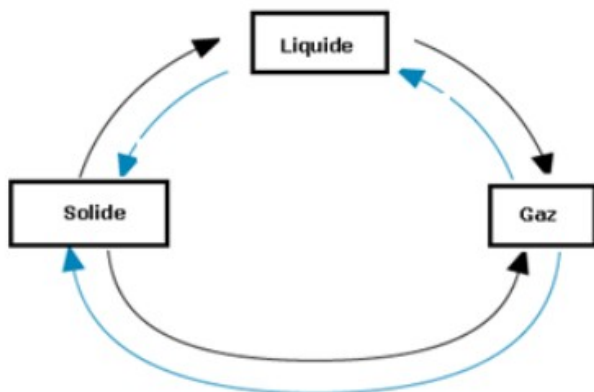


# Transformations physiques – Exercices - Devoirs

## Exercice 1 corrigé disponible

Question de cours

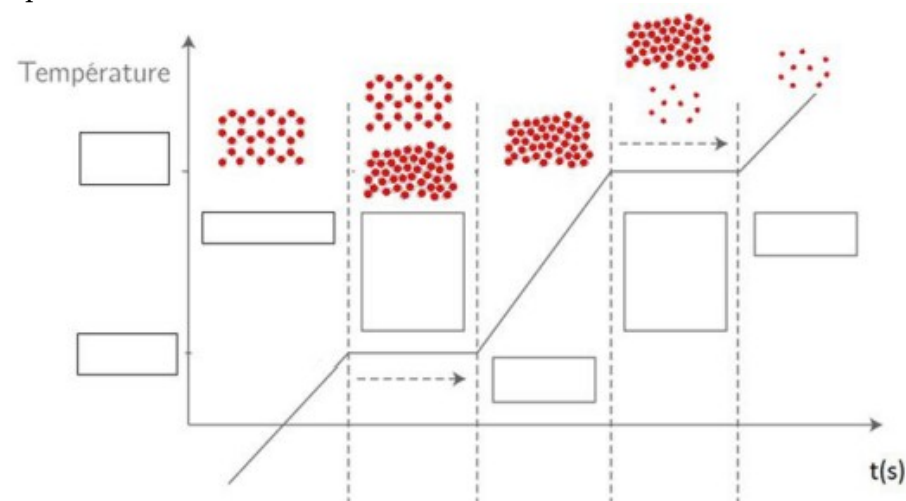
1. A quoi correspond la transformation physique d'une espèce chimique ?
2. Compléter le diagramme des changements d'états en indiquant le nom des changements d'état.



3. Le changement d'état d'un corps pur se fait-il à température constante ? Combien d'état coexistent au cours du changement d'état ?
4. Ecrire les représentations symboliques de la transformation physique correspondant à la solidification de l'eau.
5. Quand dit-on qu'un changement d'état d'un corps pur est exothermique ? Endothermique ? Donner un exemple dans chacun des cas .
6. Qu'est que la chaleur latente de changement d'état L ? Donner la relation liant L, la chaleur Q et la masse m de corps. Préciser les unités.

## Exercice 2 corrigé disponible

La température de fusion de l'éthanol est de  $-114\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sa température d'ébullition est de  $79\text{ }^{\circ}\text{C}$ . On chauffe de l'éthanol initialement sous forme solide . Le graphe ci-dessous représente l'évolution de la température au cours du temps.



1. Dans les cadres et sur les 2 flèches, compléter le schéma avec les expressions suivantes : vaporisation,  $-114\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $79\text{ }^{\circ}\text{C}$ , liquide, solide, liquide + gaz, fusion, liquide + solide, gaz.
2. Quel est l'état le moins ordonné ?
3. Durant la vaporisation dans quel(s) état(s) se trouvent l'éthanol ?
4. La chaleur latente de vaporisation de l'éthanol est  $L_{\text{vap}} = 843\text{ k J.kg}^{-1}$ .
  - a. Quelle est la quantité de chaleur Q nécessaire pour vaporiser  $m = 100\text{ g}$  d'éthanol ?
  - b. Quelle est sa chaleur latente de liquéfaction  $L_{\text{liq}}$  ?
5. La liquéfaction d'une masse m d'éthanol s'accompagne d'une perte de chaleur du système éthanol  $Q = -250\text{ kJ}$ .
  - a. Expliquer le signe de la chaleur Q. La réaction est-elle exothermique ou endothermique ?
  - b. Calculer la masse m d'éthanol qui s'est liquéfiée, en kilogramme puis en gramme.

### Exercice 3 corrigé disponible

Un lac se recouvre d'une épaisseur  $e = 20,0$  cm de glace en hiver. Sa superficie est  $A = 1,16$  km<sup>2</sup>. La masse volumique de la glace vaut

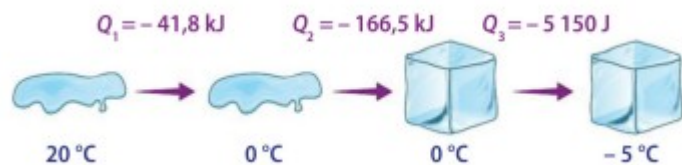
$$\rho = 9,20 \cdot 10^2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}.$$

La chaleur latente de solidification vaut  $L = -334$  kJ.kg<sup>-1</sup>.

1. Expliquer ce qu'est la chaleur latente de solidification.
2. Calculer, en m<sup>3</sup>, le volume  $V$  de glace formé sur le lac.
3. En déduire la masse  $m$  de glace qui s'est formée.
4. Calculer la chaleur  $Q$  fournie par l'eau liquide au milieu extérieur lors de sa solidification. Expliquer pourquoi cette chaleur est négative. Que vaut la quantité de chaleur reçue par le milieu extérieur (l'atmosphère) que l'on notera  $Q_{\text{ext}}$  ?

### Exercice 4 corrigé disponible

Soit une masse de 500g d'eau décrivant les transferts thermiques suivants :



1. Indiquer le nom des changements d'états observés
2. Expliquer microscopiquement le changement de l'état liquide vers l'état solide
3. Déterminer la chaleur latente de solidification de l'eau

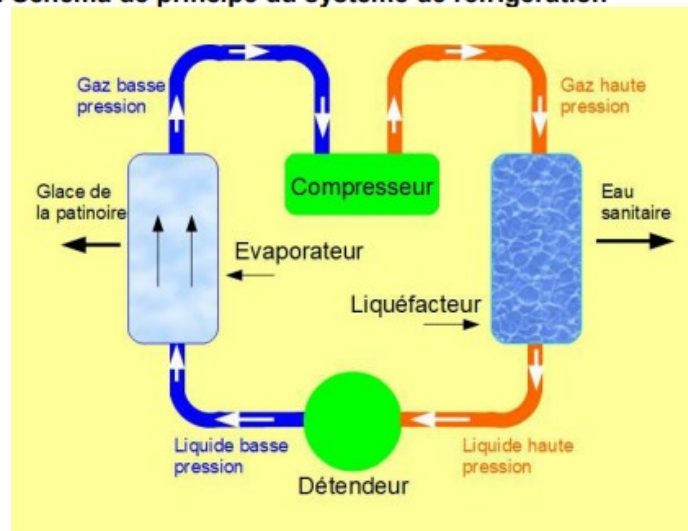
### Exercice 5 corrigé disponible

Située à Cergy-Pontoise (Val d'Oise), Aren'ice est une patinoire inaugurée en 2016. Ce complexe sportif accueille entre autre les entraînements de l'équipe de France de hockey sur glace et comporte deux pistes aux normes internationales (30 m par 60 m).

C'est de l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) circulant en circuit fermé dans le système frigorifique qui assure la création de glace sur la patinoire en changeant plusieurs fois d'états physiques. Une partie de l'énergie échangée par transfert thermique lors du cycle de transformations est récupérée pour assurer le chauffage de l'enceinte et de l'eau sanitaire du complexe sportif.

A l'aide des documents ci-dessous, répondre aux questions ci-après.

#### Document 1 : Schéma de principe du système de réfrigération



#### Document 2 : Coefficient de performance (COP)

Pour quantifier l'efficacité d'un système frigorifique, on définit le coefficient de performance ou COP par le rapport entre l'énergie utile  $E(\text{utile})$  et l'énergie (essentiellement électrique) consommée  $E(\text{élec})$  :

$$\text{COP} = \frac{E(\text{utile})}{E(\text{élec})}$$

#### Formulaire et données :

Masse volumique de la glace  $\rho(\text{glace}) = 9,2 \cdot 10^2$  kg/m<sup>3</sup>.

Masse volumique d'une espèce :  $\rho = m/V$

Energie massique de fusion de l'eau :  $L(\text{fusion}) = 334$  kJ/kg.

L'énergie  $E$  échangée pendant une durée  $\Delta t$  est liée à la puissance  $P$  par l'expression :

$$E = P \cdot \Delta t$$

Avec  $E$  en joule (J),  $P$  en watt (W) et  $\Delta t$  en seconde.

Température de fusion de l'ammoniac :  $-77,7$  °C (à la pression atmosphérique)

Température d'ébullition de l'ammoniac :  $-33,4$  °C (à la pression atmosphérique)

### Questions :

- 1°) A la pression atmosphérique, quel est l'état physique de l'ammoniac à 0°C ?  
2°) a) Comment se nomme le changement d'état subi par l'ammoniac dans l'évaporateur ?  
b) Préciser si ce changement d'état est endothermique ou exothermique.  
c) Identifier le système qui échange de l'énergie avec l'ammoniac.  
3°) a) Comment se nomme le changement d'état subi par l'ammoniac au niveau du liquéfacteur ?  
b) Préciser si ce changement d'état est endothermique ou exothermique.  
c) Expliquer l'intérêt du transfert thermique qui a lieu ici.  
4°) a) L'épaisseur de la glace sur les deux pistes est  $e = 4,0$  cm. Montrer que volume de glace sur les deux pistes vaut  $V = 144$  m<sup>3</sup>. Calculer la masse  $m$  de glace correspondante.  
b) Montrer que l'énergie thermique  $E(\text{utile})$  échangée par transfert thermique pour solidifier l'eau sur les pistes vaut 44 GJ  
c) La puissance de réfrigération de l'installation vaut  $P = 1050$  kW. Exprimer puis calculer la durée  $\Delta t$  nécessaire pour solidifier l'eau des pistes.  
d) Le COP du système vaut 2,2. En déduire l'énergie électrique  $E(\text{élec})$  consommée par l'installation lors de la solidification de l'eau.

### Exercice 6 corrigé disponible

Indiquer les réponses Vrai :

1. L'équation modélisant un changement d'état est :  
A.  $\text{espèce}_{(s,l,g)} \rightarrow \text{espèce}_{(aq)}$       B.  $\text{espèce}_{(\text{état}1)} \rightarrow \text{espèce}_{(\text{état}2)}$   
C.  $\text{espèce}_{(\text{état}1)} \leftarrow \text{espèce}_{(\text{état}2)}$
2. Lorsque du sel est introduit dans l'eau de cuisson des pâtes, il :  
A. fond      B. se dissout  
C. est dilué
3. Lorsqu'un fil d'étain devient liquide au contact d'un fer à souder, il :  
A. fond      B. se dissout  
C. se liquéfie
4. Lorsqu'un corps absorbe de l'énergie, sans changer d'état, l'agitation thermique :  
A. ne varie pas      B. augmente  
C. diminue

5. Lorsqu'un corps absorbe de l'énergie thermique du milieu extérieur pour changer d'état, le changement d'état est :  
A. endothermique      B. exothermique  
C. athermique
6. Par convention, l'énergie  $Q$  associée à une transformation exothermique est :  
A. positive      B. négative  
C. nulle
7. L'énergie massique de changement d'état s'exprime :  
A. en J      B. en J.kg<sup>-1</sup>  
C. en J.kg
8. Les énergies massiques de deux changements d'état inverses d'un corps pur ont :  
A. des valeurs égales      B. des valeurs opposées  
C. des valeurs inverses
9. L'énergie échangée lors d'un changement d'état d'un corps pur :  
A. augmente avec la masse      B. diminue avec la masse  
C. ne dépend pas de la masse

### Exercice 7 corrigé disponible

Dans chacun des cas suivants, préciser s'il s'agit d'une dilution ou d'une dissolution.

- a. Ajouter du sucre dans du thé.      d. Ajouter un peu de sirop dans l'eau.  
b. Ajouter de l'eau dans le café.      e. Ajouter de l'eau plate dans l'eau gazeuse.  
c. La machine injecte du gaz dans l'eau.      f. Ajouter du lait dans un lait au chocolat.

### Exercice 8 corrigé disponible

Si on chauffe doucement du saccharose (sucre alimentaire), on obtient une pâte visqueuse (du caramel).

Si on met du saccharose dans de l'eau, il disparaît après agitation.

Dans quel cas a-t-on une fusion et dans quel cas une dissolution ?

## **Exercice 9** corrigé disponible

Ecrire les équations de dissolution dans l'eau liquide des solutés suivants :

- chlorure de sodium  $NaCl_{(s)}$

- sulfate d'aluminium  $Al_2(SO_4)_{3(s)}$

- hydroxyde de zinc  $Zn(OH)_{2(s)}$

- sulfate de magnésium  $Mg(SO_4)_{(s)}$