

CH 9 COHÉSION DE LA MATIÈRE

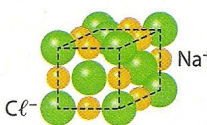
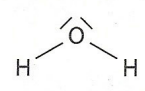
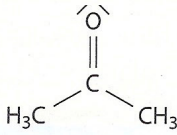
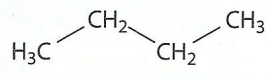
(THÈME 1 : CONSTITUTION ET TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE)

ACTIVITÉ 1 : COHÉSION DES SOLIDES

Objectif : Expliquer la cohésion au sein d'un composé solide (ionique ou moléculaire) par l'analyse des interactions entre entités.

L'oxygène et le soufre font partie de la même famille chimique et forment des composés analogues, par exemple l'eau H_2O et le sulfure d'hydrogène H_2S . La température de fusion de l'eau est de 0°C , celle du sulfure d'hydrogène de -85°C . Comment expliquer une telle différence de température de fusion ?

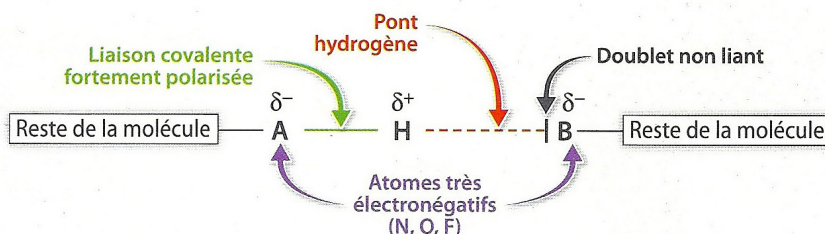
Doc. 1 Quelques données à la pression atmosphérique

Chlorure de sodium NaCl

$\theta_{\text{fus}} = 801^\circ\text{C}$
Eau (glace) H_2O

$\theta_{\text{fus}} = 0^\circ\text{C}$
Propanone $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

$\theta_{\text{fus}} = -95^\circ\text{C}$
Butane C_4H_{10}

$\theta_{\text{fus}} = -138^\circ\text{C}$

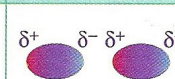
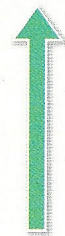
Doc. 2 Les interactions entre entités chimiques

Il existe trois types d'interactions permettant d'assurer la cohésion des solides.

- L'interaction électrostatique entre les ions des composés ioniques
➔ **chapitre 4** est une interaction forte ($800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ pour NaCl).
- Les ponts hydrogène spécifiques à certaines molécules sont des interactions relativement fortes (10 à 50 kJ/mol).



- Les interactions de van der Waals entre molécules polaires ou entre molécules apolaires sont relativement faibles (quelques kJ/mol).

Type d'interaction	Modèle du phénomène électrostatique mis en jeu	Énergie croissante
Entre molécules polaires	 Les molécules s'orientent de manière à maximiser les attractions δ^+/δ^- et à minimiser les répulsions δ^-/δ^- ou δ^+/δ^+ .	
Entre molécules apolaires	 Une molécule apolaire peut se polariser car son nuage électronique se déforme et elle peut polariser par influence une autre molécule.	

Appropriation et analyse

➔ S'approprier, analyser, raisonner

➔ Valider

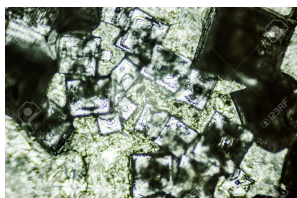
➔ Analyser

Conclusion

De l'activité au cours

➔ Communiquer

- 1 Indiquer les espèces moléculaires et les composés ioniques du doc. 1. Déterminer, à partir des valeurs d'électronégativité, quelles sont les molécules polaires et indiquer leurs charges partielles. ➔ **Tableau d'électronégativité des atomes (activité 3 du chapitre 9)**
- 2 Associer à chaque solide du doc. 1, le(s) type(s) d'interaction(s) responsable(s) de leur cohésion.
- 3 Certaines molécules font intervenir plusieurs interactions : leurs énergies s'additionnent. Classer les solides du doc. 1 selon l'intensité globale des interactions.
- 4 Expliquer le décalage entre la température de fusion de l'eau et celle du sulfure d'hydrogène.
- 5 Décrire les interactions responsables de la cohésion des solides.



CH 9 COHÉSION DE LA MATIÈRE

(THÈME 1 : CONSTITUTION ET TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE)

ACTIVITÉ 2 : DISSOLUTION D'UN COMPOSÉ IONIQUE

Objectifs : Expliquer la capacité de l'eau à dissocier, solvater et disperser les ions d'un composé ionique solide.

Le sel (ou chlorure de sodium) NaCl est un solide ionique dont la solubilité dépend du solvant.

Il est par exemple très soluble dans l'eau et très peu dans le cyclohexane.

Pourquoi et comment se dissout-il dans l'eau ?

Doc. 1 Interaction électrique

Deux charges électriques ponctuelles et immobiles q_A et q_B séparées d'une distance d_{AB} sont en interaction électrostatique et exercent l'une sur l'autre une force :

$$F = k \times \frac{|q_A| \times |q_B|}{d_{AB}^2}$$

Norme de la force (N) Constante Charges électriques (C)
Distance (m)

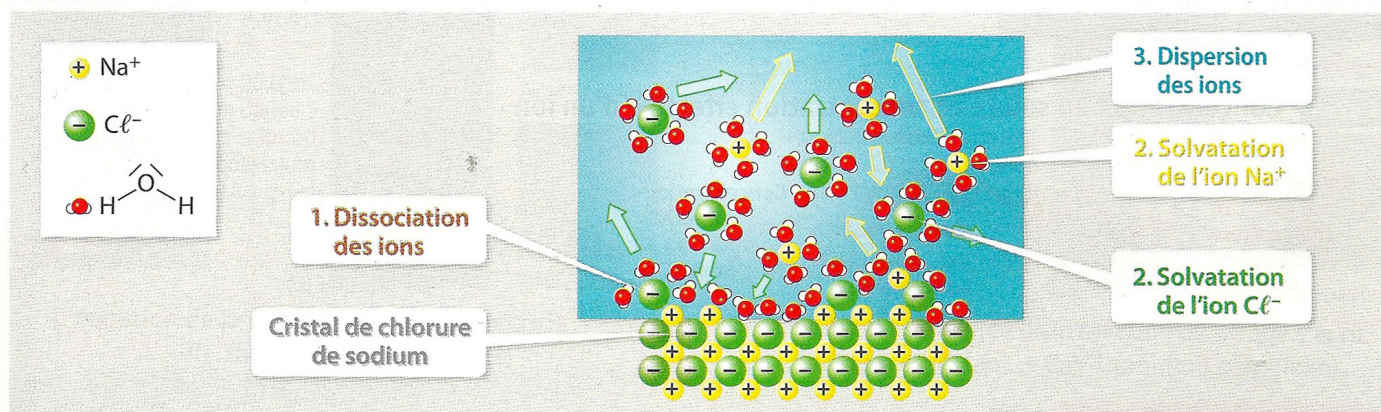
Doc. 2 La constante k dépend du milieu

Milieu	k ($N \cdot m^2 \cdot C^{-2}$)
Air	$9,0 \times 10^9$
Cyclohexane C_6H_{12}	$4,5 \times 10^9$
Eau	$1,1 \times 10^8$

Doc. 3 Agitation thermique

Les particules d'un liquide sont en constante agitation thermique avec une vitesse d'agitation qui augmente avec la température.

Doc. 4 Dissolution du chlorure de sodium dans l'eau



Appropriation et analyse

→ S'approprier, analyser

→ Réaliser

Conclusion

De l'activité au cours

→ Valider, communiquer

- 1 Expliquer pourquoi les molécules d'eau peuvent exercer une force de nature électrostatique sur un ion et justifier leur orientation à proximité des ions.
- 2 Calculer et comparer les valeurs des forces électrostatiques qui s'exercent entre un ion sodium et un ion chlorure séparés d'une distance $d_{AB} = 2,0$ nm lorsque ces ions sont placés dans l'air et dans l'eau ($e = 1,6 \times 10^{-19}$ C).
- 3 Expliquer pourquoi le sel est soluble dans l'eau mais pas dans le cyclohexane de formule brute C_6H_{12} .
- 4 Décrire comment l'eau parvient à dissocier le cristal et à solvater les ions libérés. Expliquer la dispersion des ions.



CH 9 COHÉSION DE LA MATIÈRE

(THÈME 1 : CONSTITUTION ET TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE)

ACTIVITÉ 3 : PRÉPARATION D'UNE SOLUTION IONIQUE

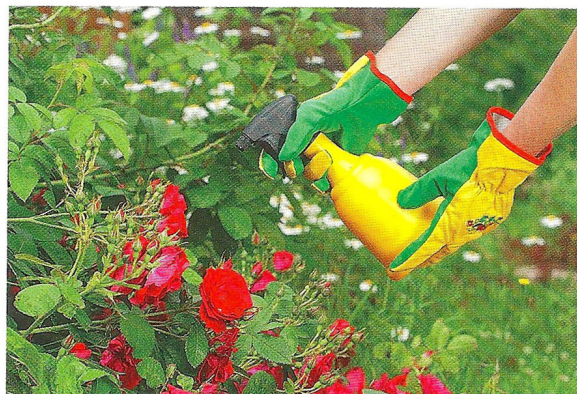
Objectifs : Modéliser la dissolution d'un composé ionique dans l'eau par une équation de réaction ;
Calculer la concentration des ions dans la solution aqueuse ionique obtenue.

Pour préparer une solution ionique de concentration donnée en ions, il faut déterminer la masse de solide à dissoudre. Quelle relation existe-t-il entre les concentrations en quantité de matière (molaires) des ions et la masse du solide ionique dissous ?

A Les engrais

Les principaux fertilisants contenus dans les engrais contiennent les éléments azote N, phosphore P et potassium K (sous forme d'ions potassium K^+). Dans le commerce, on trouve des engrais solides et des engrais liquides. La composition d'un engrais est donnée par sa formule, c'est-à-dire par trois nombres x , y et z , représentatifs des teneurs en azote, phosphore et potassium. Le nombre x est le pourcentage massique de l'engrais en azote. Les pourcentages massiques de P et K s'en déduisent à partir des relations du tableau ci-dessous.

Formule de l'engrais	x	y	z
Élément	N	P	K
Composition	$x \%$	$0,43 \times y \%$	$0,83 \times z \%$



Données

- Formule du sulfate de potassium : $K_2SO_4(s)$
- Masses molaires :
 $M(K) = 39,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;
 $M(S) = 32,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;
 $M(O) = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Équation de dissolution du sulfate de potassium dans l'eau :
 $K_2SO_4(s) \xrightarrow{\text{eau}} 2K^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$.

COMPLÉMENT SCIENTIFIQUE

- Les concentrations en quantité de matière des ions sulfate, SO_4^{2-} , et des ions potassium, K^+ , dans une solution de sulfate de potassium, notées $[SO_4^{2-}]$ et $[K^+]$, sont données par les relations :

$$[SO_4^{2-}] = \frac{n(SO_4^{2-})}{V_{\text{solution}}}$$

$$[K^+] = \frac{n(K^+)}{V_{\text{solution}}}$$

Analyse des documents

Utiliser un modèle pour décrire ANA-RAIS

- Construire le tableau d'avancement associé à la réaction de dissolution du sulfate de potassium. On note $n_0(K_2SO_4)$ la quantité de solide dissous.

Mobiliser ses connaissances ; exploiter des informations APP

- Exprimer les concentrations en quantité de matière des ions potassium $[K^+]$ et sulfate $[SO_4^{2-}]$, en fonction de x_{max} et du volume V_{solution} de la solution, puis en fonction de $n_0(K_2SO_4)$ et de V_{solution} .

Résolution de problème

APP ANA-RAIS REA VAL COM

- Un jardinier apporte du potassium à ses plantes en utilisant un engrais liquide 2-2-1 de densité

$d = 1,2$. Ayant épuisé son stock, il décide de préparer une solution à partir de sulfate de potassium $K_2SO_4(s)$. Déterminer la masse de sulfate de potassium à peser pour préparer 1,0 L de solution de sulfate de potassium contenant autant d'ions potassium qu'un litre d'engrais liquide 2-2-1.

- Préparer 50 mL de cette solution de sulfate de potassium.



CH 9 COHÉSION DE LA MATIÈRE

(THÈME 1 : CONSTITUTION ET TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE)

ACTIVITÉ 4 : EXTRACTION D'UNE ESPÈCE EN SOLUTION

Objectif : Choisir un solvant et mettre en œuvre un protocole d'extraction liquide-liquide d'un soluté moléculaire.

L'extraction d'une espèce en solution dépend, entre autres, de la nature du solvant et de la structure de l'espèce chimique à extraire. Quelles propriétés un solvant d'extraction doit-il posséder ?

A Un mélange à recycler

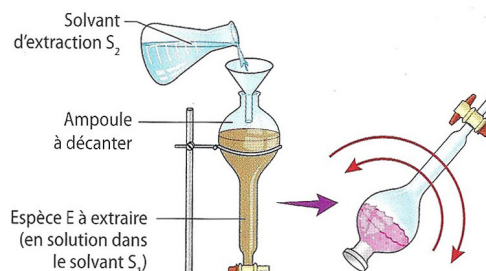
Après une activité expérimentale, on dispose d'une solution aqueuse S de sulfate de cuivre (II) $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ et de diiode $\text{I}_2(\text{aq})$. Cette solution ne peut être rejetée directement à l'évier. Les solutions aqueuses de diiode doivent être recyclées dans un flacon étiqueté « déchets halogénés » et les solutions de sulfate de cuivre (II) dans des flacons étiquetés « solutions de sels métalliques ».

COMPLÉMENT SCIENTIFIQUE

Un soluté est soluble dans un solvant si les interactions entre les entités (molécules, ions) du soluté sont de même type que celles qui s'exercent entre les molécules de solvant.

B Une technique d'extraction

L'ampoule à décanter est utilisée pour séparer deux liquides non miscibles. Elle est souvent utilisée pour extraire une espèce E dissoute dans un solvant S_1 à l'aide d'un autre solvant S_2 non miscible au premier et dans lequel E est plus soluble.



Ajout du solvant d'extraction Agitation et dégazage

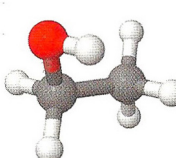
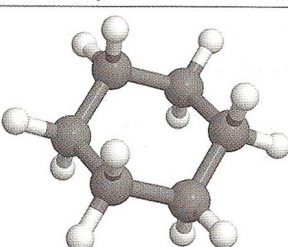
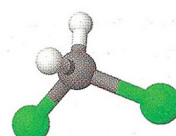
Données

- Densités à 25 °C : $d(\text{eau}) = 1,00$; $d(\text{éthanol}) = 0,78$; $d(\text{cyclohexane}) = 0,79$; $d(\text{dichlorométhane}) = 1,33$.

- Électronégativités : $\chi(\text{H}) = 2,2$; $\chi(\text{C}) = 2,6$; $\chi(\text{O}) = 3,5$; $\chi(\text{I}) = 2,7$.

- Modèle du diiode :  $\chi(\text{Cl}) = 3,2$

- Solvants disponibles :

Solvant	Eau	Éthanol	Cyclohexane	Dichlorométhane
Modèle				
Miscibilité dans l'eau	-	Miscible	Non miscible	Non miscible
Principaux dangers	-	H225 – Liquide et vapeurs très inflammables.	H225 – Liquide et vapeurs très inflammables. H315 – Provoque une irritation cutanée. H336 – Peut provoquer somnolence ou vertiges. H410 – Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.	H351 – Susceptible de provoquer le cancer.

Pratique expérimentale

Élaborer un protocole ANA-RAIS

- Élaborer et mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de recycler séparément les solutions de sulfate de cuivre et de diiode.

Proposer d'éventuelles améliorations de la démarche VAL

- Le diiode est soluble dans l'huile d'arachide. Pourquoi serait-il préférable d'utiliser l'huile d'arachide plutôt que le solvant choisi ?

Un pas vers le cours

Interpréter des observations VAL

- Quelles propriétés doit présenter un solvant pour réaliser une extraction ?
 - Discuter de la polarité d'un solvant d'extraction vis-à-vis d'une espèce chimique :
 - moléculaire polaire ;
 - ionique ;
 - moléculaire apolaire.



CH 9 COHÉSION DE LA MATIÈRE (THÈME 1 : CONSTITUTION ET TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE)

ACTIVITÉ 5 : LES PROPRIÉTÉS DES SAVONS

Objectif :

Expliquer le caractère amphiphile et les propriétés lavantes d'un savon à partir du schéma de Lewis de ses entités.

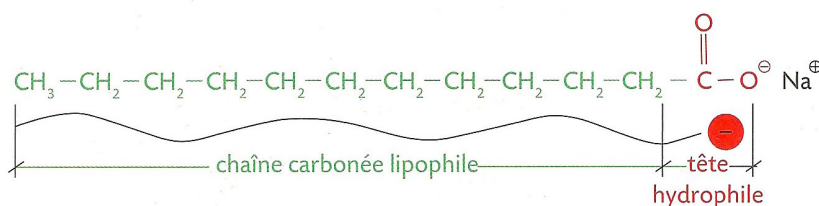
Les savons contiennent des ions à longue chaînes carbonées (ions carboxylate).

Leurs propriétés lavantes sont dues à la structure de ces ions en interaction avec le milieu qui les contient.

Quels types d'interactions les ions carboxylate mettent-ils en jeu lors de l'utilisation d'un savon ?

A Constitution des savons

Le savon est composé de carboxylates de sodium $R-CO_2Na$ ou de carboxylates de potassium $R-CO_2K$ (R est une chaîne carbonée non ramifiée, possédant généralement plus de dix atomes de carbone). Leur caractère amphiphile* donne au savon ses propriétés, principalement la formation de mousse utile pour le lavage.

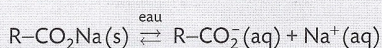


*Qui possède un groupe hydrophile (du grec *hudos* : eau, et *philos* : ami) et un groupe lipophile (du grec *lipos* : graisses).

COMPLÉMENT SCIENTIFIQUE

Action détergente du savon

Les savons sont faiblement solubles dans l'eau. Leur réaction de dissolution s'écrit :

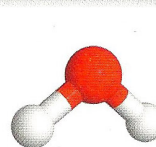


- La réaction de dissolution du savon dans l'eau est réversible ; ce caractère réversible est modélisé par une double-flèche ($\rightleftharpoons$) dans l'équation de la réaction.
- En présence d'alcool, cette solubilité croît. Il est possible de fabriquer des solutions aqueuse ou alcoolique de savon. Le pouvoir moussant des solutions de savon donne une indication sur les propriétés lavantes du savon.

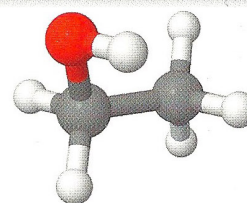
PROTOCOLE

- Dans 100 mL d'eau distillée, INTRODUIRE environ 3 g de copeaux de savon de Marseille ; AGITER et FILTRER. La solution limpide obtenue est une solution de savon.
- De même, dans 100 mL d'éthanol, INTRODUIRE quelques copeaux de savon de Marseille ; AGITER et FILTRER. La solution obtenue est nommée « liqueur de savon ».

Données



> Modèle de l'eau



> Modèle de l'éthanol

Les corps gras sont constitués de molécules possédant une longue chaîne carbonée.

Pratique expérimentale

Élaborer et mettre en œuvre un protocole ANA-RAIS REA

- On dispose :
 - d'une solution aqueuse de chlorure de sodium $Na^+(aq) + Cl^-(aq)$ (eau salée) ;
 - d'une solution aqueuse de chlorure de calcium $Ca^{2+}(aq) + 2 Cl^-(aq)$ (eau dure).
 Élaborer et mettre en œuvre un protocole expérimental permettant d'étudier l'action de l'eau salée ou d'une eau « dure* » sur les propriétés lavantes d'une solution de savon ou d'une liqueur de savon.

* Une eau dure est communément appelée eau calcaire.

Analyse des documents

Utiliser un modèle pour expliquer ANA-RAIS

- Proposer une explication au caractère hydrophile d'un ion carboxylate (doc. A).
- Exploiter et interpréter des observations ANA-RAIS VAL
- Justifier l'action d'une solution de chlorure de sodium ou de chlorure de calcium sur les propriétés lavantes du savon.

Un pas vers le cours

Mettre en lien des phénomènes et des concepts VAL

- Quels types d'interactions les ions carboxylate mettent-ils en jeu lors de l'élimination de corps gras à l'aide de savon ?