

Plan de travail
PROPRIETES ET COHESION DE LA MATIERE

OBJECTIFS			
Expliquer la cohésion au sein de composés solides ioniques et moléculaires			
Modéliser, au niveau macroscopique, la dissolution d'un composé ionique dans l'eau par une équation de réaction, en utilisant les notations(s) et (aq)			
Calculer la concentration des ions dans la solution obtenue			
Elaborer et réaliser un protocole de préparation d'une solution ionique donnée en ions			
Expliquer ou prévoir la solubilité d'une espèce chimique dans un solvant			
Comparer la solubilité d'une espèce solide dans différents solvants (purs ou en mélange)			
Interpréter un protocole d'extraction liquide-liquide à partir des valeurs de solubilités de l'espèce chimique dans les deux solvants			
Expliquer le caractère amphiphile et les propriétés lavantes d'un savon à partir de la formule semi-développée de ses entités. Citer des applications usuelles de tensioactifs			
Illustrer les propriétés des savons			

 : Acquis
  : En cours d'acquisition
  : non acquis

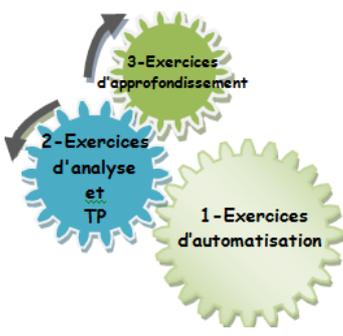
RESSOURCES (Les ressources sont disponibles sur le site internet www.phymie.jimdo.com)

-  Vidéo 1 : Les molécules dans les solides
-  Vidéo 2 : Dissolution d'un soluté par un solvant
-  Vidéo 3 : Extraction liquide - liquide
-  TP16 : Concentration en soluté apporté et concentration effective en ions
-  TP17 : Extraction d'une espèce en solution
-  TP18 - Défi : Préparation d'une solution de concentration donnée en ions

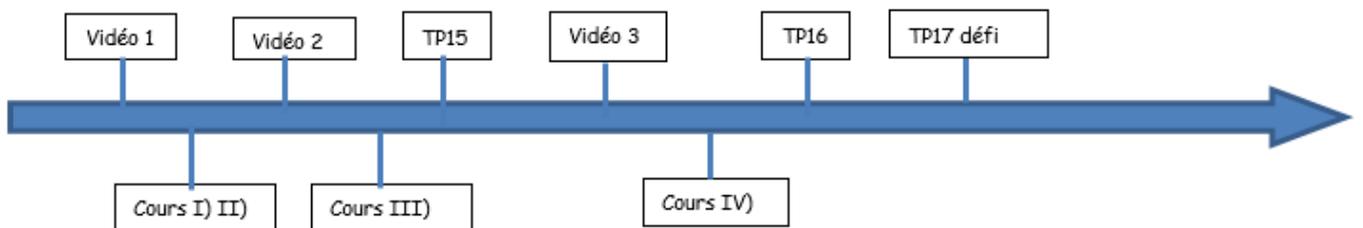
TRAVAIL A FAIRE

TRAVAIL A FAIRE	<input checked="" type="checkbox"/>
Consulter les ressources	
Compléter la trace écrite (Cours chapitre 8)	
S'exercer sur les exercices d'automatisation et d'analyse (pour les plus avancés : parcours autonome)	
Faire un résumé du chapitre sous forme de carte mentale	
Réaliser le projet demandé	
Apprendre le cours régulièrement	
Faire des exercices avant le DS	

EXERCER SES COMPETENCES

	Parcours commun		Parcours autonome																																																		
 <p style="margin-top: 20px;"><i>Correction des exercices sur Pronote</i></p>	<p style="text-align: center;">1-Exercices d'automatisation</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 80%;"></td><td style="width: 20%; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Ex1</td><td></td></tr> <tr><td>Ex2</td><td></td></tr> <tr><td>Ex3</td><td></td></tr> <tr><td>Ex4</td><td></td></tr> <tr><td>Ex5</td><td></td></tr> <tr><td>Ex6</td><td></td></tr> <tr><td>Ex7</td><td></td></tr> <tr><td>Ex8</td><td></td></tr> <tr><td>Ex9</td><td></td></tr> <tr><td>Ex10</td><td></td></tr> <tr><td>Ex11</td><td></td></tr> <tr><td>Ex12</td><td></td></tr> <tr><td>Ex13</td><td></td></tr> <tr><td>Ex14</td><td></td></tr> <tr><td>Ex15</td><td></td></tr> <tr><td>Ex16</td><td></td></tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/>	Ex1		Ex2		Ex3		Ex4		Ex5		Ex6		Ex7		Ex8		Ex9		Ex10		Ex11		Ex12		Ex13		Ex14		Ex15		Ex16		<p style="text-align: center;">2-Exercices d'analyse</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 80%;"></td><td style="width: 20%; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Ex17</td><td></td></tr> <tr><td>Ex18</td><td></td></tr> <tr><td>Ex19</td><td></td></tr> <tr><td>Ex20</td><td></td></tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/>	Ex17		Ex18		Ex19		Ex20		<p style="text-align: center;">3- Exercices d'approfondissement ou de révision</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 80%;"></td><td style="width: 20%; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Ex21</td><td></td></tr> <tr><td>Ex22</td><td></td></tr> </table>		<input checked="" type="checkbox"/>	Ex21		Ex22	
	<input checked="" type="checkbox"/>																																																				
Ex1																																																					
Ex2																																																					
Ex3																																																					
Ex4																																																					
Ex5																																																					
Ex6																																																					
Ex7																																																					
Ex8																																																					
Ex9																																																					
Ex10																																																					
Ex11																																																					
Ex12																																																					
Ex13																																																					
Ex14																																																					
Ex15																																																					
Ex16																																																					
	<input checked="" type="checkbox"/>																																																				
Ex17																																																					
Ex18																																																					
Ex19																																																					
Ex20																																																					
	<input checked="" type="checkbox"/>																																																				
Ex21																																																					
Ex22																																																					

CHRONOLOGIE



Cours

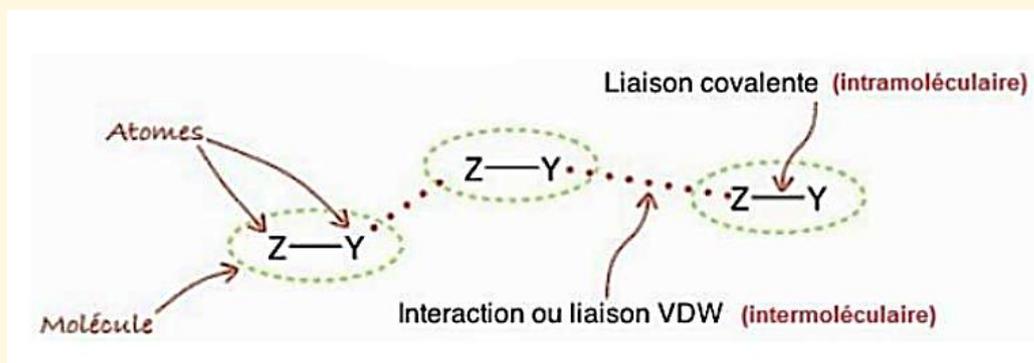
COHESION DE LA MATIERE A L'ETAT SOLIDE

I. COHESION D'UN SOLIDE MOLECULAIRE

Dans les solides moléculaires, la cohésion du solide n'est pas assurée par la liaison covalente qui est une liaison entre atomes d'une même molécule (liaison intramoléculaire). Alors comment les molécules restent « ensemble » dans un solide moléculaire ? Il existe une interaction entre molécules (dite intermoléculaire) qui permet la cohésion.

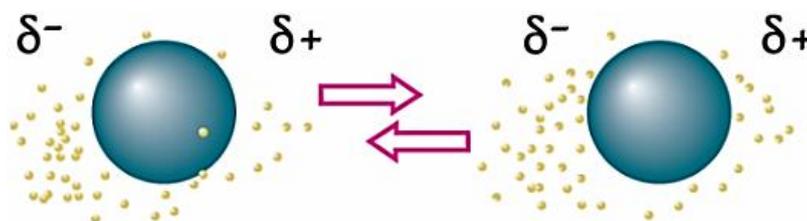
Interaction de Van der Waals :

- Interaction entre les nuages électroniques des molécules mais de courte portée (environ $10^{-9}m$)
- Permet la cohésion intermoléculaire des solides

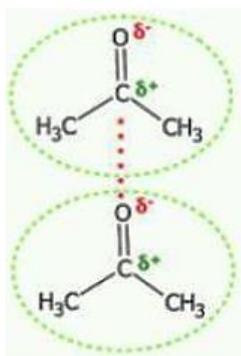


La force de VDW a lieu entre les nuages électroniques des molécules que les molécules soient polaires ou apolaires :

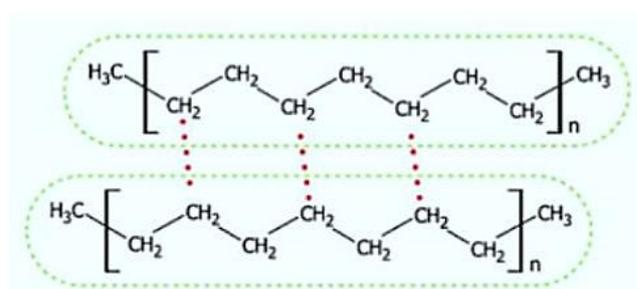
- Molécule polaire : possède un pôle et un pôle en permanence donc l'interaction de VDW a lieu entre le côté positif d'une molécule et le côté négatif d'une autre molécule à côté.
- Molécule apolaire : n'a pas de pôle positif et négatif en mais le nuage électronique de la molécule se déforme en permanence donc la molécule possède alors un pôle positif et négatif à un



Exemple : on représente l'interaction de Van der Waals par des pointillés.



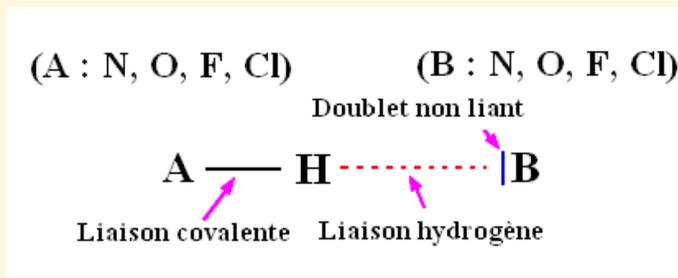
Molécules polaires



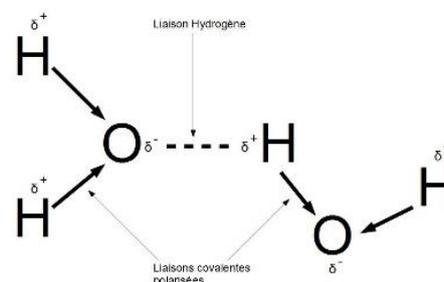
Molécules apolaires

Remarque : Plus le nuage électronique de la molécule est important et plus l'interaction de Wan der Waals est importante

Liaison hydrogène : Une interaction supplémentaire peut s'ajouter entre certaines molécules : la liaison hydrogène. C'est l'attraction existant entre un hydrogène H portée par un atome électronégatif (H-O, H-F, H-N, H-Cl) et un doublet d'électrons non liant porté par un autre atome lui aussi électronégatif (O, F, N ou Cl)



Les liaisons hydrogènes les plus couramment observées sont celles entre le H porté par un oxygène et le doublet d'électrons d'un autre oxygène (par exemple liaisons hydrogène entre molécules d'eau). Les liaisons hydrogène impliquant des atomes tels que F ou N sont bien plus rarement rencontrées.

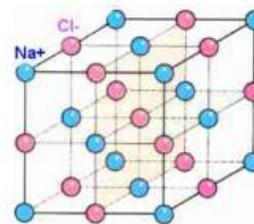


II. COHESION D'UN SOLIDE IONIQUE

Un solide ou cristal ionique est uniquement constitué qui sont disposés de façon ordonnée

- Un solide ionique est **électriquement et contient globalement autant de charges que de charges** Sa formule statistique indique le nombre minimal d'anions et de cations permettant sa neutralité électrique. Elle commence toujours par la formule du
- Les solides ioniques ne conduisent pas l'électricité, car les ions ne sont pas

Cristal de chlorure de sodium : NaCl(s)



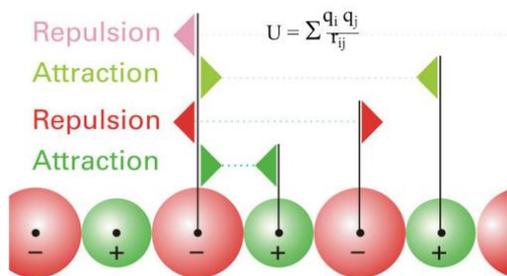
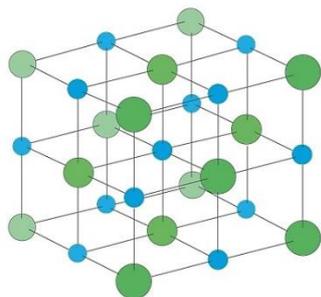
Le cristal contient un anion Cl⁻ pour un cation Na⁺. Il est globalement électriquement neutre.

Exemples :

- le chlorure de sodium contient les ions chlorure Cl⁻ et des ions sodium Na⁺ : on le note
- Le fluorure de calcium contient des ions fluorure F⁻ et calcium Ca²⁺ : on le note donc : ion calcium pour ions fluorure

La cohésion d'un solide ionique est assurée par des forces de nature entre les cations et les anions, conformément à la loi de Coulomb. On parle alors d'interaction de Coulomb.

Exemple : dans le cristal de chlorure de sodium $\text{NaCl}_{(s)}$, il existe une interaction attractive entre chaque ion sodium Na^+ et tous les ions chlorure Cl^- qui l'entourent. Cette interaction l'emporte sur l'interaction répulsive avec les autres ions sodium Na^+



III. DISSOLUTION D'UN SOLIDE IONIQUE OU MOLECULAIRE

Une solution est obtenue par dissolution d'un, ionique ou moléculaire, dans un
 Lorsque le solvant est l'eau, on parle de solution Une solution est électriquement Une solution contenant des ions conduit le courant électrique : c'est une solution

La dissolution d'une espèce chimique dans un solvant résulte des interactions formées entre ces 2 espèces :

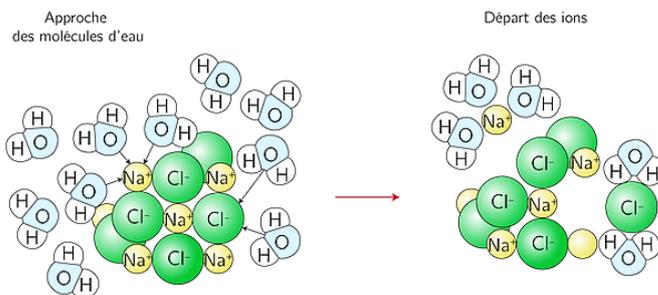
- **un solvant polaire pourra dissoudre des espèces chimiques** (eau, éthanol, acétone)
- **un solvant apolaire sera approprié pour des espèces chimiques** (cyclohexane, pentane)

Remarque : Les solvants hydrogénocarbonés (uniquement constitués d'atomes de carbone et d'hydrogène) sont considérés comme apolaires car les électronégativités du carbone et de l'hydrogène sont très proches.

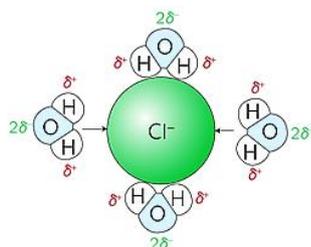
1. Dissolution d'un solide ionique

La dissolution d'un solide ionique se déroule en trois étapes :

- **Une dissociation des ions du solide** : Les interactions électromagnétiques qui s'exercent entre le solvant et les ions à la surface du cristal compensent les interactions électromagnétiques (coulomb) attractives internes du cristal sur ces ions : les ions se détachent du cristal



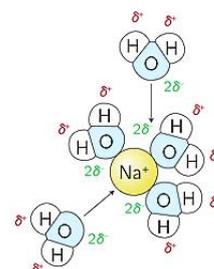
Dissociation des ions sodium et chlorure du sel dans l'eau



Hydratation des ions chlorure dans l'eau

- **Une solvation des ions** : Les ions dissociés s'entourent de molécules de solvant attirées sous l'effet des interactions électromagnétiques. Les ions sont solvatés, ils s'entourent de molécules de solvant

- **Une dispersion des ions solvatés** : Sous l'effet de l'agitation thermique (ou par une agitation mécanique réalisée par un agent extérieur), les ions solvatés se répartissent progressivement dans l'ensemble du solvant. On obtient un mélange homogène : la solution



Dispersion des ions sodium dans l'eau

En raison des interactions électromagnétiques possibles entre ions et molécules polaires, les solides ioniques sont solubles dans les solvants polaires

2. Dissolution d'un solide moléculaire

Lors de la dissolution d'un solide moléculaire dans un solvant, les interactions de Van der Waals entre molécules de soluté sont remplacées par des interactions de Van der Waals entre molécules de soluté et molécule de solvant. Ceci a pour conséquence :

- Un solide moléculaire formé de molécules apolaires est très soluble dans un solvant apolaire ou peu polaire
- Un solide moléculaire formé de molécules polaires est très soluble dans un solvant polaire

Exemple : Le glucose (sucre) de formule $C_6H_{12}O_6$ se dissout très vite dans l'eau car, en plus des interactions qui ont inévitablement lieu entre les molécules polaires du sucre et les molécules polaires de l'eau, se créent des liaisons hydrogènes entre les molécules d'eau et les groupements -O-H présentes dans la molécule de sucre :



3. Equation de dissolution

L'équation de dissolution d'un solide est le bilan de ces trois étapes

- Lors de l'étape de solvatation en solution aqueuse, les ions s'entourent de molécules d'eau. On dit qu'ils sont hydratés, on ajoute l'indice à leurs symboles
- Si c'est un autre solvant que l'eau, les ions s'entourent de molécules de solvant. Pour indiquer qu'ils sont solvatés, on ajoute l'indice à leurs symboles

Exemples :

Equation de dissolution du chlorure de sodium :

Equation de dissolution du chlorure de cobalt :

Equation de dissolution du saccharose :

Remarques :

- Le solvant n'apparaît pas dans l'équation de dissolution : on peut éventuellement m'écrire au-dessus de la flèche
- L'équation doit traduire les lois de conservation des éléments chimiques et la charge électrique
- De même que le solide ionique, la solution obtenue est toujours électriquement neutre

4. Concentrations effectives en ions

La concentration molaire noté C, est la concentration en soluté apporté :

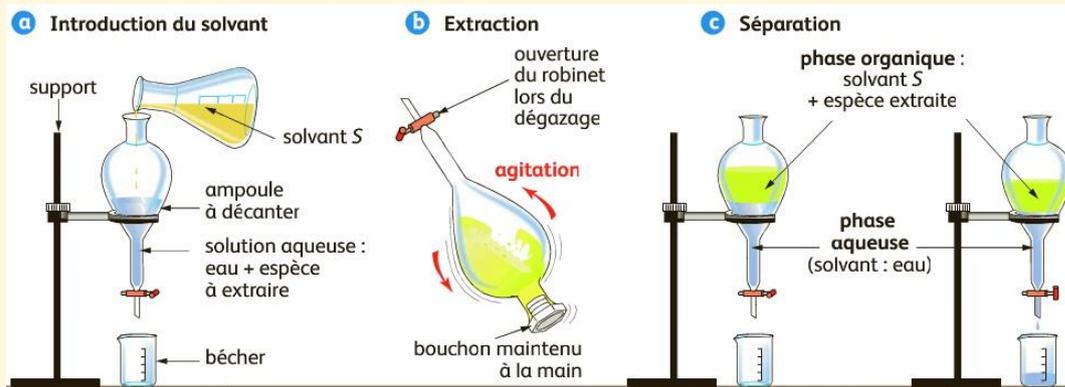
On appelle concentration effective, la concentration d'une espèce chimique X effectivement en solution après du soluté. Elle est notée

IV. EXTRACTION PAR SOLVANT D'UNE ESPECE EN SOLUTION

Extraire : consiste à prélever une espèce chimique du milieu qui la contient

L'extraction liquide/liquide :

- Une espèce chimique présente dans un solvant S_1 est extraite par un autre solvant S_2 (appelé solvant d'extraction).
- Le solvant d'extraction doit respecter 3 critères :
 - l'espèce chimique à extraire doit y être plus que le solvant initial
 - il ne doit pas être avec le solvant initial
 - il doit être le moins possible pour la santé et l'environnement



TP16 :
CONCENTRATION EN SOLUTE APORTE ET CONCENTRATION EFFECTIVE DES IONS

La dissolution du composé solide $FeCl_{3(s)}$ dans l'eau donne naissance à une solution aqueuse de chlorure de fer III, noté S_0 . Cette solution contient alors des ions $Fe^{3+}_{(aq)}$ et des ions $Cl_{(aq)}$ dissous dans l'eau ; l'espèce $FeCl_3$ n'est alors plus présente.

Donner l'équation de dissolution du chlorure de fer III solide dans l'eau :

OBJECTIF DU TP

L'objectif du TP est de déterminer les concentrations en ions Cl^- et Fe^{3+} puis de les comparer

I. DETERMINATION DE LA CONCENTRATION EN IONS Cl^- PRESENTS DANS LA SOLUTION S_0



MANIPULATION 1 :

- ✗ À l'aide d'une pipette jaugée, prélever 2,0 mL de S_0 et les introduire dans un bécher.
- ✗ À l'aide d'une pipette jaugée, ajouter 20,0 mL d'une solution aqueuse de nitrate d'argent de concentration en ions argent $Ag^+_{(aq)}$ égale à $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$: il apparait un précipité.
- ✗ Filtrer la solution obtenue sur papier filtre.

Données : les ions nitrate $NO_3^-_{(aq)}$ et les ions fer III $Fe^{3+}_{(aq)}$ sont spectateurs.

OBSERVATIONS : On observe la formation d'un précipité blanc dans le bécher. Après filtration la solution est incolore et limpide



QUESTIONS :

1. Écrire l'équation de cette réaction de précipitation puis nommer le précipité formé.
Comment savoir si le filtrat contient encore, **en quantités notoires**, des ions chlorure $Cl^-_{(aq)}$ ou des ions argent $Ag^+_{(aq)}$? Effectuer les tests nécessaires et conclure. (**Après le test on observe aucun autre précipité**) Le mélange a-t-il été introduit en quantité stœchiométrique ?
2. Calculer la quantité de matière d'ions argent présente dans les 20,0 mL de solution de nitrate d'argent utilisés
3. En réalisant un tableau d'avancement de la réaction de précipitation, déterminer l'avancement maximal x_{\max} et la quantité d'ions chlorures $n_0(Cl^-)$ présente dans les 2,0 mL de solution S_0 utilisés.
4. En déduire la concentration en ions $Cl^-_{(aq)}$ notée $[Cl^-]$ de la solution S_0 .

II. DETERMINATION DE LA CONCENTRATION EN IONS Fe^{3+} PRESENTS DANS LA SOLUTION S_0



MANIPULATION 2 :

Afin de déterminer la concentration en ion fer III dans S_0 on va réaliser une échelle de teinte

- ✗ Remplir deux burettes graduées, l'une avec de l'eau distillée et l'autre avec une solution aqueuse de chlorure de fer III, de concentration en ions fer III égale à $0,20 \text{ mol.L}^{-1}$.
- ✗ Préparer 4 tubes à essai à l'aide des mélanges suivants. *Ne pas oublier d'homogénéiser ces 4 tubes à essai !*
- ✗ Calculer les concentrations des solutions filles obtenues. Compléter la dernière ligne du tableau

Numéro du mélange	1	2	3	4
Volume de solution $S_{\text{mère}}$ en mL	1,0	2,0	3,0	4,0
Volume d'eau en mL	9,0	8,0	7,0	6,0
Concentration en ions $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ en mol.L^{-1}				

OBSERVATIONS : La couleur de la solution S_0 est comprise entre les tubes 2 et 3



QUESTIONS :

5. Déterminer, à l'aide de cette échelle de teinte, un encadrement de la concentration effective en ions fer III $[\text{Fe}^{3+}]$ de la solution S_0
6. Comparer $[\text{Fe}^{3+}]$ et $[\text{Cl}^-]$ de cette même solution. Comment expliquer ce résultat ?

III. VERIFICATION THEORIQUE



QUESTIONS :

7. Construire un tableau d'avancement de la réaction de dissolution du chlorure de fer III solide dans l'eau en notant $n_0(\text{soluté})$ la quantité de matière initiale du composé ionique. En supposant la réaction de dissolution totale, déterminer l'avancement maximal x_{max} et les quantités $n_f(\text{Fe}^{3+})$ et $n_f(\text{Cl}^-)$ à l'état final

8. Donner une relation entre les quantités de matière $n_f(\text{Fe}^{3+})$, $n_f(\text{Cl}^-)$ et $n_0(\text{soluté})$
9. Donner alors une relation entre les concentrations effectives $[\text{Fe}^{3+}]$, $[\text{Cl}^-]$ et la concentration en soluté apportée $C(\text{soluté})$
10. Le résultat est-il cohérent avec la réponse à la question 7 ?
11. La quantité de soluté introduit pour la fabrication de 100mL de solution S_0 est de $n_0(\text{FeCl}_3) = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$
Déterminer alors les concentrations effectives $[\text{Fe}^{3+}]$ et $[\text{Cl}^-]$.

IV. NOTION DE SOLIDE HYDRATE

12. Quelle masse de chlorure de fer III a été utilisée pour fabriquer ces 100 mL de la solution S_0 ?
13. En fait, une masse de 1,35 g a été nécessaire. Ceci est dû au fait, que le solide FeCl_3 contient de l'eau (il est dit hydraté), et doit donc être écrit selon la formule $(\text{FeCl}_3, x \text{H}_2\text{O})$ solide x fois hydraté. En déduire la valeur de x . **6**
On donne : $M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$

TP17 - EXTRACTION D'UNE ESPECE EN SOLUTION

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.

OBJECTIF DU TP

Extraire le lycopène du jus de tomate

DOCUMENTS

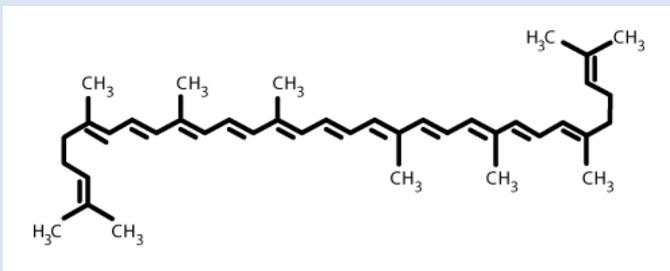
Doc.1

Le lycopène :

Le lycopène est une molécule composée d'une longue chaîne d'atomes de carbones et d'hydrogène. Il appartient à la grande famille des caroténoïdes (comme le carotène que l'on retrouve dans la carotte)

On le retrouve essentiellement dans les fruits et légumes rouges et notamment la tomate

Le lycopène est réputé être un anti-oxydant, donc très bon pour lutter contre les méfaits du soleil (U.V.) sur nos organismes (vieillesse cellulaire, perte d'élasticité de la peau, cancer, etc...)



Doc.2

Solubilité d'un soluté

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

Doc.3

Données :

Densités à 25°C :

d(eau) = 1,00

d(éthanol) = 0,78

d(cyclohexane) = 0,79

d(dichlorométhane) = 1,33

d(huile végétale) = 0,92

Électronégativités :

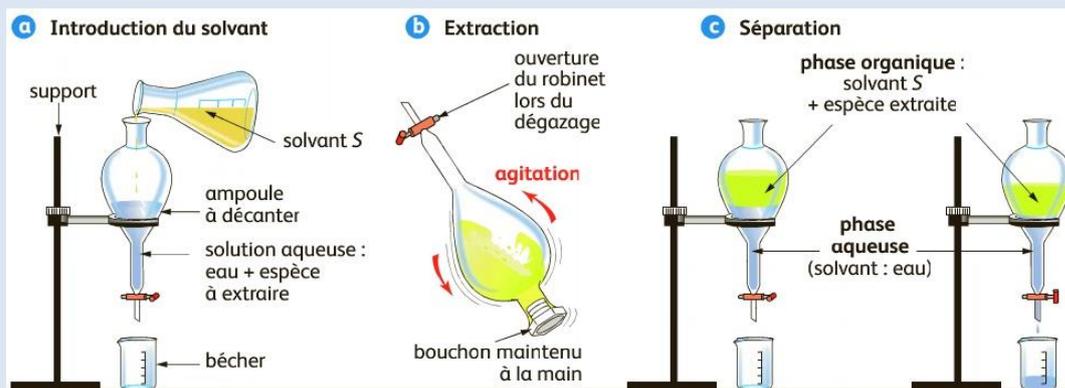
$\chi(\text{H}) = 2,2$; $\chi(\text{C}) = 2,6$; $\chi(\text{O}) = 3,5$;

$\chi(\text{Cl}) = 3,2$

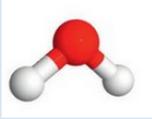
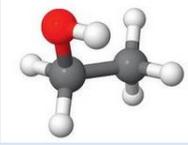
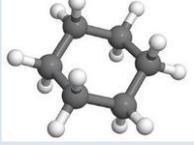
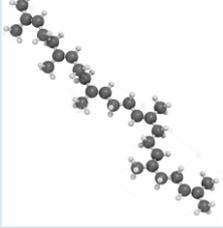
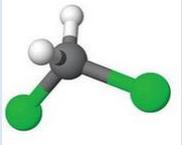
Doc.4

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 S₁ à l'aide d'un autre solvant S₂ non miscible au premier et dans lequel E est plus soluble



Solvants disponibles

Solvant	Eau	Ethanol	Cyclohexane	Huile végétale	Dichlorométhane
Modèle					
Miscibilité avec l'eau	-	Miscible	Non miscible	Non miscible	Non miscible
Principaux dangers	-	Liquide et vapeurs très inflammables	Liquide et vapeurs très inflammables Provoque une irritation cutanée Peut provoquer somnolence ou vertiges Très toxiques pour les organismes aquatiques	-	Susceptible de provoquer le cancer

TRAVAIL A FAIRE

1. Quel solvant faut-il choisir pour extraire le lycopène du jus de tomate ? Justifier (3 raisons)
2. Elaborer et écrire un protocole expérimental permettant d'extraire le lycopène
3. Où doit se trouver la phase aqueuse ?
4. Schématiser et légènder l'ampoule à décanter après brassage et décantation
5. Quelle phase récupère-t-on pour utiliser le lycopène ? La phase aqueuse ou organique ?

EXERCICES

EXERCICES D'AUTOMATISATION

Ex 1 – Cinq minutes chrono !!

Recopier en complétant avec un ou plusieurs mots.

- 1 Un composé solide ionique est un empilement régulier dans l'espace d'..... et de
- 2 Les interactions entre les molécules qui assurent la cohésion des solides moléculaires sont les interactions de, Dans des cas particuliers, comme entre les molécules d'eau, la cohésion est renforcée par des
- 3 Une solution aqueuse peut être obtenue par d'un composé solide ionique dans de l'eau.
- 4 Une extraction liquide-liquide se pratique habituellement dans une
- 5 Les entités formant les savons ont une partie hydrophile et une partie lipophile, elles sont dites

Indiquer la réponse exacte.

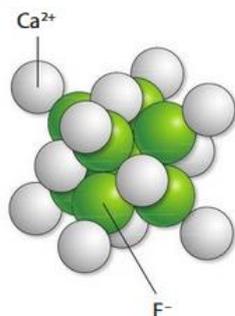
- 6 Il existe une interaction attractive :
 - a. entre deux anions.
 - b. entre deux cations.
 - c. entre un cation et un anion.

- 7 Un solide ionique se dissout dans un solvant :
 - a. polaire.
 - b. apolaire.
 - c. hydrophobe.
- 8 L'équation de dissolution du fluorure de calcium CaF_2 solide dans l'eau s'écrit :
 - a. $\text{CaF}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{F}^{-}(\text{aq})$
 - b. $\text{CaF}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{F}^{-}(\text{aq})$
 - c. $\text{CaF}_2(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{F}^{-}(\text{aq})$
- 9 On prépare un échantillon de volume $V = 100 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de chlorure de sodium par dissolution d'une quantité $n = 0,10 \text{ mol}$ de chlorure de sodium solide $\text{NaCl}(\text{s})$. Alors :
 - a. $[\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] = 1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
 - b. $[\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] = 2,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
 - c. $[\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] = 0,50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- 10 Lors d'une extraction liquide-liquide, le solvant extracteur est choisi de telle sorte que l'espèce à extraire y soit :
 - a. la plus soluble possible.
 - b. très peu soluble.
 - c. non soluble.

Ex 2- Expliquer la cohésion d'un solide

Le fluorure de calcium $\text{CaF}_2(\text{s})$ est un composé solide dont le modèle ci-contre représente l'agencement de ses entités constitutives.

- Déterminer le type d'interaction assurant la cohésion de cette espèce chimique.



Ex 3 – Associer une interaction à un solide

Associer à chaque espèce chimique, la (ou les) interaction(s) qui assure(nt) sa cohésion à l'état solide :

- Sulfate de cuivre (II) CuSO_4 •• Interaction de van der Waals.
- Iodure d'hydrogène HI •• Liaison hydrogène.
- Eau H_2O •• Interaction électrostatique.

Données

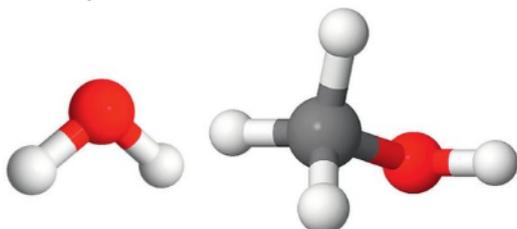
- Électronégativités : $\chi(\text{H}) = 2,2$; $\chi(\text{O}) = 3,4$; $\chi(\text{I}) = 2,7$.
- Schémas de Lewis :



- Le sulfate de cuivre CuSO_4 est composé d'ions cuivre (II) Cu^{2+} et d'ions sulfate SO_4^{2-} .

Ex 4 – Justifier une solubilité

Les modèles des molécules d'eau et de méthanol sont donnés, respectivement, ci-dessous :



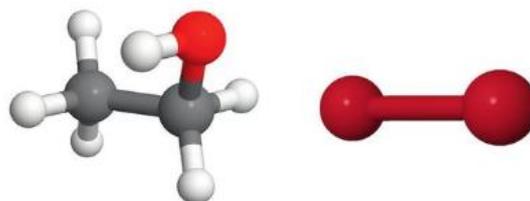
1. La molécule de méthanol est-elle polaire ?
2. Justifier la très grande solubilité du méthanol dans l'eau. Préciser la nature des interactions mises en jeu.

Données

- Électronégativités : $\chi(\text{H}) = 2,2$; $\chi(\text{C}) = 2,6$; $\chi(\text{O}) = 3,4$.

Ex 5 – Prévoir une solubilité

Les modèles des molécules d'éthanol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ et de dibrome Br_2 sont donnés, respectivement, ci-dessous :



- De l'éthanol ou du dibrome, identifier quelle espèce est la plus soluble dans le cyclohexane de formule C_6H_{12} . Justifier.

Données

- Électronégativités : $\chi(\text{H}) = 2,2$; $\chi(\text{C}) = 2,6$; $\chi(\text{O}) = 3,4$; $\chi(\text{Br}) = 2,9$.

Ex 6 – Ecrire des équations de réaction de dissolution

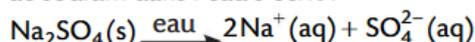
Le sulfate de baryum $\text{BaSO}_4(\text{s})$ est composé d'ions baryum et d'ions sulfate SO_4^{2-} .

Le sulfate d'argent $\text{Ag}_2\text{SO}_4(\text{s})$ est composé d'ions argent et d'ions sulfate SO_4^{2-} .

- Écrire les équations des réactions de dissolution de chacun de ces solides.

Ex 7 – Déterminer les concentrations en quantité de matière des ions d'une solution

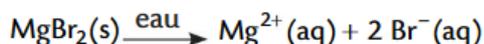
On prépare un volume $V_{\text{solution}} = 100,0 \text{ mL}$ par dissolution d'une quantité $n_0 = 2,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$ de sulfate de sodium $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{s})$. L'équation de la réaction de dissolution du sulfate de sodium dans l'eau s'écrit :



1. Déterminer les quantités $n(\text{Na}^+)$ en ions sodium et $n(\text{SO}_4^{2-})$ en ions sulfate dans la solution.
2. En déduire les concentrations en quantité de matière $[\text{Na}^+]$ des ions sodium et $[\text{SO}_4^{2-}]$ des ions sulfate dans la solution.

Ex 8 – Calculer une quantité de solide à dissoudre

Le bromure de magnésium $\text{MgBr}_2(\text{s})$ est un solide ionique. La concentration en quantité de matière des ions bromure $\text{Br}^-(\text{aq})$, dans une solution aqueuse S de bromure de magnésium est égale à $3,0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. L'équation de la réaction de dissolution s'écrit :

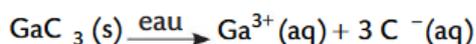


Calculer la quantité n_0 de bromure de magnésium à dissoudre pour préparer un volume $V_{\text{solution}} = 100,0 \text{ mL}$ de solution S.

Ex 9 – Calculer la concentration d'un ion à partir d'une masse de solide

Une solution aqueuse de volume $V_{\text{solution}} = 150,0 \text{ mL}$ est préparée en dissolvant 500 mg de chlorure de gallium (III), $\text{GaCl}_3(\text{s})$, dans de l'eau.

L'équation de la réaction de dissolution est :



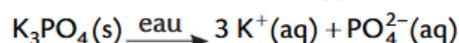
1. Calculer la quantité de chlorure de gallium (III) dissoute.
2. Déterminer les quantités $n(\text{Ga}^{3+})$ d'ions gallium et $n(\text{Cl}^-)$ d'ions chlorure contenus dans la solution.
3. Déterminer les concentrations en quantité de matière $[\text{Ga}^{3+}]$ des ions gallium et $[\text{Cl}^-]$ des ions chlorure dans la solution.

Données

- Masses molaires :
 $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{Ga}) = 69,7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Ex 10 – Calculer une masse de solide à dissoudre

On veut préparer un volume $V_{\text{solution}} = 50,0 \text{ mL}$ d'une solution de phosphate de potassium dont la concentration en quantité de matière des ions potassium est $[\text{K}^+] = 0,30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. L'équation de la réaction de dissolution du phosphate de potassium $\text{K}_3\text{PO}_4(\text{s})$ dans l'eau s'écrit :



1. Calculer la quantité $n(\text{K}^+)$ contenue dans cette solution.
2. En déduire la quantité n_0 de phosphate de potassium à dissoudre pour préparer la solution.
3. En déduire la masse m_0 correspondante.

Données

- Masses molaires : $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;
 $M(\text{P}) = 31,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{K}) = 39,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Ex 11 – Qualifier la structure d'un ion carboxylate

Choisir, parmi les propriétés suivantes, celles qui sont associées au groupe carboxylate $-\text{CO}_2^-$ et au groupe alkyle R- d'un ion carboxylate $\text{R}-\text{CO}_2^-$:

lipophile • lipophobe • hydrophile • hydrophobe.

Ex 12 – Schématiser une goutte d'huile dans une émulsion

Une émulsion est obtenue en introduisant de l'huile dans une solution aqueuse de savon et en agitant.

- Schématiser une goutte d'huile dans l'émulsion.

Donnée

- Modélisation d'un ion carboxylate :



Ex 13 – Choisir un solvant d'extraction adapté

On dispose d'une solution aqueuse de diiode $\text{I}_2(\text{aq})$ photographiée ci-contre.



- Déterminer, en justifiant, le solvant le plus adapté pour réaliser l'extraction du diiode de la solution aqueuse.

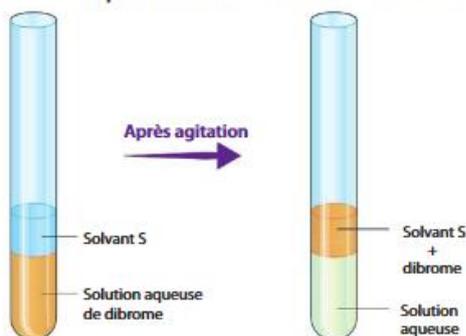
Données

- Solvants mis à disposition :

Solvant	Eau	Éthanol	Cyclohexane
Solubilité du diiode	Peu soluble	Soluble	Soluble
Miscibilité avec l'eau	-	Oui	Non

Ex 14 – Expliquer le résultat d’une extraction

On extrait le dibrome Br_2 d’une solution aqueuse à l’aide d’un solvant S. La manipulation est schématisée ci-dessous.

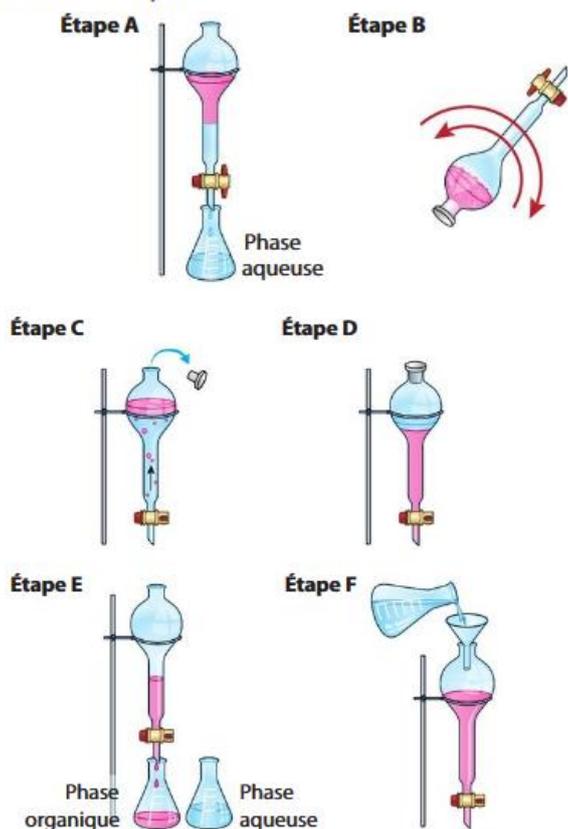


- Émettre une hypothèse sur le caractère polaire ou apolaire du solvant S.

Ex 15 – Les étapes d’une extraction liquide-liquide

On réalise l’extraction d’une espèce chimique colorée, initialement dissoute dans de l’eau.

- Classer par ordre chronologique les étapes de l’extraction présentée ci-après.



Ex 16 – Légèder le contenu d’une ampoule à décanter

On dispose de trois solvants et d’une solution aqueuse contenant une espèce chimique colorée à extraire. On réalise l’extraction de cette espèce avec l’un des trois solvants proposés ci-après.



> Schéma de l’ampoule à décanter après extraction.

1. Reproduire le schéma ci-dessus en précisant la composition de chacune des deux phases. Justifier.
2. Le solvant choisi est-il le plus approprié ?

Données

Solvants à disposition	Éthanol	Cyclohexane	Dichlorométhane
Solubilité de l’espèce chimique	Peu soluble	Soluble	Soluble
Miscibilité avec l’eau	Oui	Non	Non
Densité	0,79	0,78	1,33
Pictogramme(s) de danger			

EXERCICES D'ANALYSE

Ex 17 – Mode d'action d'un tensioactif

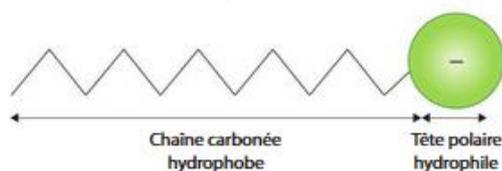
Un adolescent dépose dans le bac à linge un T-shirt particulièrement sale.



- Comment une lessive contenant des tensioactifs enlève-t-elle toutes ces taches ? Justifier à l'aide de schémas.

A Structure d'un tensioactif

Un tensioactif possède une tête hydrophile, et une longue chaîne carbonée, lipophile et hydrophobe. Son action est identique à celle d'un savon.



B Les constituants des taches

Les salissures d'origine organique (huiles, graisses, etc.) sont composées essentiellement d'espèces chimiques contenant les éléments chimiques carbone C et hydrogène H.

Les salissures d'origine minérale (terre, rouille) contiennent essentiellement de l'eau H_2O et des ions tels que les ions calcium Ca^{2+} , sodium Na^+ , hydroxyde OH^- , fer (II) Fe^{2+} ou nitrate NO_3^- .

Ex 18 – Préparation d'une solution de sel de Mohr

On souhaite préparer un volume $V_{\text{solution}} = 250,0 \text{ mL}$ d'une solution contenant des ions ammonium à la concentration $[NH_4^+] = 0,40 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ en dissolvant, dans l'eau, du sel de Mohr.

Données

- Le sel de Mohr est un solide ionique hydraté de formule chimique $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$.
- Masse molaire du sel de Mohr : $M = 392,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Déterminer la masse de sel de Mohr nécessaire pour préparer la solution désirée.

Ex 19 – Un traitement de la vigne

Le mildiou est une maladie de la vigne provoquée par un champignon microscopique.

L'oxychlorure de cuivre a des propriétés fongicides, dues à l'élément cuivre, qui permettent de lutter efficacement contre le mildiou. C'est un solide ionique qui s'emploie en solution aqueuse, en traitement préventif du mildiou. Il faut, durant tout le cycle de végétation qui dure environ neuf mois, pulvériser une solution aqueuse d'oxychlorure de cuivre tous les quinze jours sur la vigne. Pour traiter ses vignes, un viticulteur prépare une solution de volume $V_{\text{solution}} = 500 \text{ L}$ en dissolvant une masse $m_0 = 5,00 \text{ kg}$ d'oxychlorure de cuivre $Cu_2Cl(OH)_3$. Ce dernier utilise cette solution pour traiter une surface de $10,0 \text{ hectares (ha)}$.

- En agriculture biologique, le maximum toléré est une masse maximale apportée en cuivre égale à 6 kg/ha/an . Le viticulteur peut-il avoir le label « Bio » ?

Données

- $M(Cu_2Cl(OH)_3) = 213,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- $M(Cu) = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Formule de l'ion hydroxyde : OH^- .

Ex 20 – Concentrations molaires effectives

On considère une solution aqueuse S_1 de sulfate de potassium K_2SO_4 et une solution aqueuse S_2 de phosphate de potassium K_3PO_4 . Les deux solutions ont même concentration molaire effective en ion potassium $K^+(aq)$:

$$[K^+] = 0,60 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

1. Ecrire les équations de dissolution dans l'eau des deux composés ioniques $K_2SO_4(s)$ et $K_3PO_4(s)$
2. Calculer les concentrations molaires des deux solutions en soluté apporté
3. En déduire les concentrations molaires effectives des anions dans les deux solutions

EXERCICES D'APPROFONDISSEMENT

Ex 21 – Traiter une carence en calcium

Le chlorure de calcium $\text{CaCl}_2(\text{s})$ est un solide ionique composé d'ions calcium Ca^{2+} et d'ions chlorure Cl^- . On l'utilise en solution aqueuse pour traiter l'hypocalcémie qui correspond à une carence en calcium dans l'organisme.



1. Justifier la charge portée par chacun des ions.
2. Préciser l'interaction responsable de la cohésion du solide. Justifier.
3. Établir l'équation de la réaction de dissolution du chlorure de calcium dans l'eau.
4. Déterminer les concentrations en quantité de matière de chacun des ions dans la solution.
5. En déduire la concentration en masse $t(\text{Ca}^{2+})$ des ions calcium dans la solution injectable.

6. Un infirmier a injecté, en perfusion à un patient, six ampoules de chlorure de calcium pendant 36 heures. La posologie a-t-elle été respectée ?

A Extrait d'une notice de chlorure de calcium injectable

1. Dénomination du médicament : chlorure de calcium, solution injectable en ampoule de 10 mL.
2. Composition quantitative : masse de chlorure de calcium (pour 10 millilitres) égale à 506,82 mg.
3. Indication thérapeutique : hypocalcémie.
4. Posologie : les hypocalcémies sévères sont traitées par perfusion d'au maximum 800 mg de calcium par jour.

Données

Atome	Configuration électronique	Masse molaire ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
Chlore Cl	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	35,5
Calcium Ca	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	40,1

Ex 22 – Etude de deux polluants

Doc. 1 Extraction de pesticides organochlorés

Lors du contrôle de la qualité d'une eau de rivière, on recherche la présence de polluants, tels que les pesticides. Pour identifier un polluant et déterminer sa concentration, il faut tout d'abord l'extraire d'un échantillon d'eau de rivière. Une extraction liquide/liquide peut être utilisée. Dans ce cas, on transfère les polluants de l'eau vers un solvant organique adapté tel que l'hexane. La SPE (*Solid Phase Extraction*) est également une méthode très utilisée. Elle met en jeu une extraction liquide/solide. L'échantillon à analyser percole à travers une poudre compacte qui fixe les polluants. Ces derniers sont ensuite extraits de la cartouche par un solvant approprié. Cette méthode est plus coûteuse que l'extraction liquide/liquide, mais utilise de faibles quantités de solvants.

Doc. 2 Extraction de polluants d'une eau usée

La présence des phosphates dans les eaux usées est une cause majeure de la dégradation des milieux aquatiques : elle entraîne la prolifération d'algues qui consomment tout le dioxygène nécessaire à la vie de l'écosystème (eutrophisation).

Dans certaines stations d'épuration, l'extraction des phosphates contenus dans les eaux usées peut se faire par un procédé de coagulation-floculation : l'ajout d'une solution de sulfate d'aluminium permet de former un précipité de phosphate d'aluminium, $\text{AlPO}_4(\text{s})$.



Données

- Masses molaires :
 $M(O) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(H) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(S) = 32,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(Al) = 27,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(P) = 31,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Électronégativités (échelle de Pauling) : $\chi(H) = 2,2$ $\chi(C) = 2,6$ $\chi(O) = 3,4$
- Noms et formules de quelques ions : ion aluminium (III) Al^{3+} , ion sulfate SO_4^{2-} , ion phosphate PO_4^{3-}
- Informations sur l'aldrine, l'hexane et l'eau :

	Aldrine (molécule très peu polaire)	Hexane	Eau
Formule chimique/modèle numérique	$C_{12}H_8Cl_6$	C_6H_{14}	
Pictogramme de sécurité			

1. L'eau est-elle un solvant polaire ? L'hexane est-il un solvant polaire ? Justifier
2. L'aldrine est un pesticide non biodégradable. Expliquer pourquoi il est important de contrôler sa présence dans les eaux de rivière et justifier le choix du solvant utilisé pour l'extraire
3. Citer un avantage et un inconvénient de l'extraction solide/liquide d'un pesticide organochloré par rapport à son extraction liquide/liquide

Les ions phosphate contenus dans une eau usée peuvent être extraits à l'aide d'une solution S de sulfate d'aluminium dont la concentration en ions aluminium est $[Al^{3+}] = 2,00 \text{ mol}\cdot L^{-1}$

4. Pourquoi est-il nécessaire d'extraire les ions phosphates des eaux usées ?
5. Ecrire l'équation de dissolution dans l'eau du sulfate d'aluminium hydraté de formule $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O(s)$
6. Proposer un protocole expérimental permettant de préparer un volume $V = 1,00 \text{ L}$ de solution S à partir de sulfate d'aluminium hydraté
7. On veut traiter 100 m^3 d'une eau usée dont la concentration massique en ions phosphate est $t = 2,1 \text{ mg}\cdot L^{-1}$. Quel volume de solution S doit-on utiliser pour extraire la quasi-totalité de ces ions ?
8. Proposer une méthode permettant de séparer le précipité formé