



Chapitre 7 : En quoi la structure explique-t-elle la cohésion et la miscibilité d'une espèce chimique ?

I. Cohésion dans un solide.

Modélisation par des interactions entre ions, entre entités polaires, entre entités apolaires et/ou par pont hydrogène.

- Expliquer la cohésion au sein de composés solides ioniques et moléculaires par l'analyse des interactions entre entités.

5 Solides ioniques

- ◆ Quelle est la formule statistique du nitrate d'argent, du chlorure de fer (II) et du sulfate d'aluminium ?

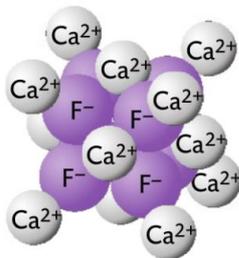
Formule des ions :

- ion nitrate NO_3^- ;
- ion argent Ag^+ ;
- ion chlorure Cl^- ;
- ion fer (II) Fe^{2+} ;
- ion sulfate SO_4^{2-} ;
- ion aluminium Al^{3+} .

page 141

Exercice A1 : Interpréter la cohésion ionique (1).

La fluorine est un solide ionique dont la structure est représentée ci-contre.



1. Indiquer la formule de la fluorine.
2. Expliquer à quoi est due la cohésion de la fluorine.

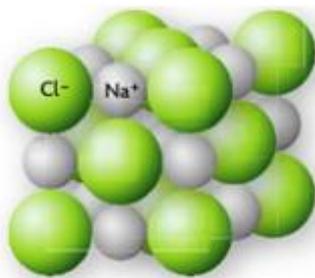
Exercice A2 : Interpréter la cohésion ionique (2).

Le chlorure d'aluminium AlCl_3 est un composé ionique.

1. La formule de l'anion est Cl^- . Quelle est celle du cation ?
2. Expliquer la cohésion du chlorure d'aluminium.

Exercice A3 : le chlorure de sodium.

Le chlorure de sodium est constitué d'ions sodium Na^+ et chlorure Cl^- . Sa structure est représentée ci-dessous.



1. En assimilant les ions à des corps ponctuels, calculer la valeur des forces électrostatiques s'exerçant entre :
 - a. un ion Na^+ et un ion Cl^- ;
 - b. deux ions Na^+ ;
 - c. deux ions Cl^- .
2. Interpréter la cohésion du chlorure de sodium solide.

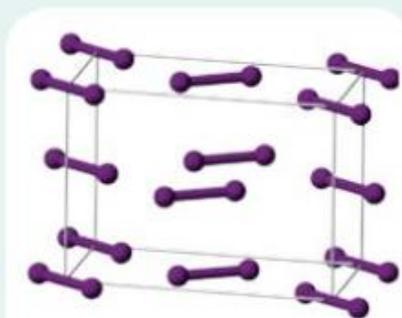
Données

- Loi de Coulomb : $F = k \times \frac{|q_A \times q_B|}{d^2}$
- $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$
- $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
- $d(\text{Na}^+ - \text{Na}^+) = d(\text{Cl}^- - \text{Cl}^-) = 3,99 \times 10^{-10} \text{ m}$
- $d(\text{Na}^+ - \text{Cl}^-) = 2,82 \times 10^{-10} \text{ m}$

24 Autour du diiode

✓ APP : Maîtriser le vocabulaire du cours

Le diiode est un composé moléculaire de formule I_2 , solide à la température ambiante (20°C).



Organisation des molécules de diiode à l'état solide.

1. Quelles sont les interactions à l'origine de la cohésion du diiode solide ?
2. Expliquer pourquoi la solubilité du diiode dans l'eau ($s = 330 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) est beaucoup plus faible que celle dans le cyclohexane ($s = 21,2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$).
3. Quelle masse maximale de diiode peut-on introduire dans 50 mL d'eau et dans 50 mL de cyclohexane ?

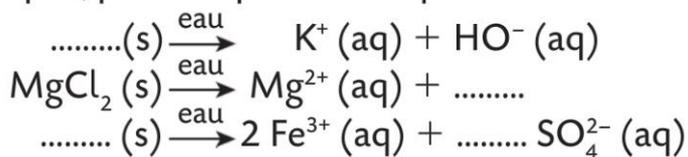
page 142

II. Dissolution des solides ioniques dans l'eau. Équation de réaction de dissolution.

- 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).

Exercice B1 : Equation de dissolution.

- Recopier, puis compléter ces équations de dissolution :



12 Équations à compléter

✓ RAI/MOD : Modéliser une transformation chimique : écrire l'équation

- Compléter les équations de dissolution et donner le nom du solide ionique correspondant.
 - a. $\text{CuSO}_4(\dots) \rightarrow \dots \text{Cu}^{2+}(\dots) + \dots\dots(\dots)$.
 - b. $\dots\dots(\dots) \rightarrow \dots \text{Al}^{3+}(\dots) + \dots \text{Cl}^-(\dots)$.
 - c. $\dots\dots(\dots) \rightarrow \dots \text{Mg}^{2+}(\dots) + \dots \text{HO}^-(\dots)$.
 - d. $\text{Al}(\text{OH})_3(\dots) \rightarrow \dots\dots(\dots) + \dots\dots(\dots)$.

page 141

Exercice B2 : Equation de dissolution (2).

- Écrire l'équation de dissolution dans l'eau des solides ioniques suivants :
 - a. Chlorure de potassium, $\text{KCl}(s)$.
 - b. Carbonate de potassium, $\text{K}_2\text{CO}_3(s)$.
 - c. Chlorure de nickel (II), $\text{NiCl}_2(s)$.

Données

- Noms et formules de quelques ions : ion chlorure Cl^- , ion carbonate CO_3^{2-} , ion nickel (II) Ni^{2+} , ion potassium K^+

- Calculer la concentration des ions dans la solution obtenue.

Concentration molaire d'une solution ionique et d'une espèce dissoute.

La concentration molaire d'une espèce dissoute X :

$$[X] = \frac{n_X}{V} \left\{ \begin{array}{l} [X] : \text{concentration molaire (mol.L}^{-1}\text{)} \\ n_X : \text{quantité de matière de soluté (mol)} \\ V : \text{volume de la solution (L)} \end{array} \right.$$

22 Le sulfate d'aluminium en QCM

✓ APP : Maîtriser le vocabulaire du cours



Amina doit préparer 50,0 mL d'une solution de sulfate d'aluminium de concentration en soluté $c = 0,100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ pour faire bleuir ses hortensias.

Identifier la ou les bonnes réponses en justifiant le choix.

1. La formule du sulfate d'aluminium est :

- a. AlSO_4 . c. Al_2SO_4 .
 b. $\text{Al}(\text{SO}_4)_2$. d. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

2. Pour réaliser cette solution, il faut introduire une masse m de sulfate d'aluminium de :

- a. 1,71 g. b. 0,62 g. c. 50 mg.

3. L'équation de dissolution s'écrit :

- a. $\text{Al}(\text{SO}_4)_2(\text{s}) \rightarrow \text{Al}^{+3}(\text{aq}) + 2 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$.
 b. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Al}^{+3}(\text{aq}) + 3 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$.
 c. $\text{AlSO}_4(\text{s}) \rightarrow \text{Al}^{+3}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$.

4. Les concentrations des ions dans la solution est :

- a. $[\text{Al}^{3+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = 0,100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
 b. $[\text{Al}^{3+}] = 0,100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,300 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
 c. $[\text{Al}^{3+}] = 0,200 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,300 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Données

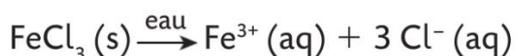
Masses molaires : • $M(\text{Al}) = 27,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; • $M(\text{S}) = 32,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 • $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

page 142

Exercice B3 : Concentration en ion d'une solution de chlorure de fer.

Une solution de chlorure de fer (III) de concentration molaire $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ a été préparée.

L'équation de dissolution du chlorure de fer (III) dans l'eau est :



- Déterminer les concentrations en ions chlorure, $\text{Cl}^{-}(\text{aq})$, et en ions fer, $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$, dans la solution.
- La solution obtenue est-elle électriquement neutre ?

Exercice B4 : Concentration en ion d'une solution de sulfate de sodium.

Le sulfate de sodium, Na_2SO_4 (s), est un solide ionique blanc. La concentration molaire en ions sodium, Na^+ (aq), dans une solution aqueuse de sulfate de sodium est égale à $0,020 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

L'équation de dissolution du sulfate de sodium dans l'eau est :



- Déterminer la concentration molaire C de la solution de sulfate de sodium.

14 Concentration des ions en solution

✓ *RAI/ANA : Faire le lien entre le modèle microscopique et les grandeurs macroscopiques*

On dispose au laboratoire de plusieurs solutions aqueuses de concentration en soluté apporté $c = 0,50 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, réalisées par dissolution de divers solutés.

Données

Nom et formule des solutés :

- hydroxyde de sodium NaOH ;
- sulfate de baryum BaSO_4 ;
- chlorure de cuivre (II) CuCl_2 ;
- nitrate d'argent AgNO_3 .

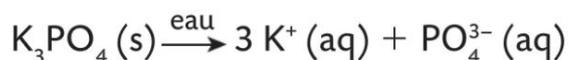
Pour chacune des solutions :

1. Écrire l'équation de dissolution du solide ionique.
2. Calculer la concentration des ions dans les solutions.

Exercice B5 : Préparer une solution.

On souhaite préparer un volume $V_{\text{solution}} = 500,0 \text{ mL}$ d'une solution de phosphate de potassium de concentration molaire en ion potassium $[\text{K}^+] = 0,60 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

L'équation de dissolution du phosphate de potassium dans l'eau est :



1. Calculer la quantité de phosphate de potassium, K_3PO_4 (s), qu'il faut dissoudre.
2. En déduire la masse correspondante $m(\text{K}_3\text{PO}_4)$.

23 Préparation d'une solution de soude

✓ RAI/MOD : La quantité de matière

La soude industrielle est fabriquée par dissolution des pastilles d'hydroxyde de sodium, solide ionique de formule NaOH, dans l'eau.



1. Quelles sont les interactions à l'origine de la cohésion de l'hydroxyde de sodium à l'état solide ?
2. Écrire l'équation de dissolution de l'hydroxyde de sodium dans l'eau.
3. Quelle masse de solide faut-il dissoudre pour réaliser 500 mL de soude de concentration en soluté apporté $c = 2,50 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$?
4. Quelle est la concentration des ions en solution ?

Données

Masses molaires : • $M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; • $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;
• $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

page 144

Exercice B6 : Concentration en ion d'une solution de sulfate d'aluminium.

On souhaite préparer 100,0 mL d'une solution de sulfate d'aluminium dont la concentration en ions aluminium est $[\text{Al}^{3+}] = 4,00 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. La solution est préparée à partir de sulfate d'aluminium hydraté, noté A, de formule $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14 \text{ H}_2\text{O} (\text{s})$. Elle contient des ions aluminium, Al^{3+} , et des ions sulfate, SO_4^{2-} .

- 1 Déterminer la masse molaire du sulfate d'aluminium hydraté.
- 2 Écrire l'équation de dissolution du sulfate d'aluminium hydraté dans l'eau sans faire apparaître les molécules d'eau.
- 3 Calculer la masse de sulfate d'aluminium hydraté à dissoudre pour préparer la solution.

Données

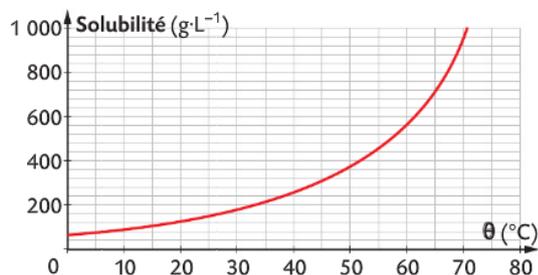
• Masses molaires (en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) :

$M(\text{Al}) = 27,0$ $M(\text{S}) = 32,1$ $M(\text{O}) = 16,0$ $M(\text{H}) = 1,0$

Exercice B7 : Alun de potassium.

On prépare, à 20 °C, 100,0 mL d'une solution saturée d'alun de potassium, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (s).

Doc. 1 Solubilité de l'alun de potassium



Doc. 2 Solubilité d'une espèce chimique

Soit m_{max} la masse maximale de solide que l'on peut dissoudre dans un volume donné de solvant pour obtenir une solution de volume V_{solution} . La solubilité s d'une espèce chimique dans un solvant donné est $s = \frac{m_{\text{max}}}{V_{\text{solution}}}$.

1. Déterminer la concentration molaire C de la solution d'alun de potassium préparée.
2. Écrire l'équation de dissolution de l'alun de potassium, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ (s), dans l'eau.
3. Déterminer la concentration de chaque ion en solution.
4. Comment procéder pour augmenter la concentration de ces ions en solution ?

Données

- Noms et formules de quelques ions : ion aluminium (III) Al^{3+} , ion potassium K^+ , ion sulfate SO_4^{2-}
- $M(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 474,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

III. Extraction par un solvant.

1) Solubilité dans un solvant.

- Expliquer ou prévoir la solubilité d'une espèce chimique dans un solvant par l'analyse des interactions entre les entités.
- Comparer la solubilité d'une espèce solide dans différents solvants (purs ou en mélange).

Exercice C1 : Choix d'un solvant.

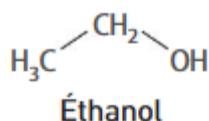
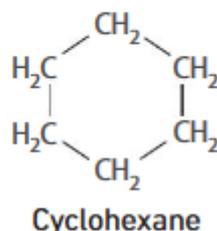
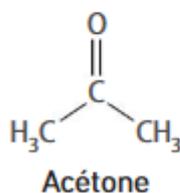
L'eau et le cyclohexane C_6H_{12} sont liquides à température ambiante et peuvent servir de solvants.

1. Justifier que l'eau est un solvant polaire.
2. Justifier que le cyclohexane est un solvant apolaire.
3. Choisir le solvant le plus adapté pour dissoudre :
 - a. le chlorure de sodium $NaCl$;
 - b. le diiode solide I_2 ;
 - c. le nitrate de cuivre $Cu(NO_3)_2$.

2) Miscibilité de deux liquides.

Exercice C2 : Solvants et liaisons.

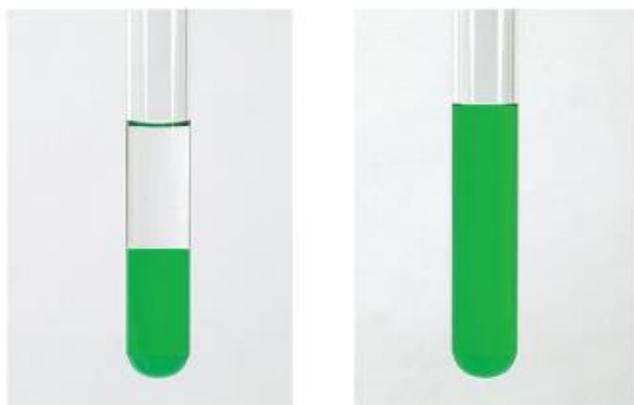
Les trois molécules ci-dessous sont à l'état liquide à température ambiante et peuvent être utilisées comme solvants.



- a. Dans quel solvant des liaisons hydrogène intermoléculaires peuvent-elles s'établir ? Justifier.
- b. Parmi ces solvants, lesquels peuvent établir des liaisons hydrogène avec les molécules d'eau ? Justifier.
- c. Dans quel solvant le nitrate de potassium $KNO_{3(s)}$ est-il insoluble ? Justifier.

Exercice C3 : Solubilité de molécule.

L'éthanol et le pentane sont deux espèces chimiques organiques qui, dans les conditions normales de température et de pression, sont des liquides incolores. On réalise le mélange de chacun de ces liquides avec de l'eau colorée en vert.



> Mélange eau colorée-pentane

> Mélange eau colorée-éthanol

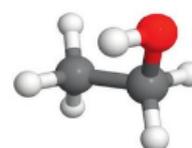
1. Décrire l'aspect du mélange dans les deux tubes à essai.
2. Interpréter les observations.

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

• Modèle de l'eau :



• Modèle de l'éthanol :



• Formule du pentane : C_5H_{12} .

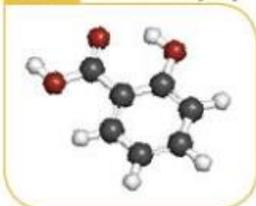
Ex 16 page 142

16 Choix d'un solvant

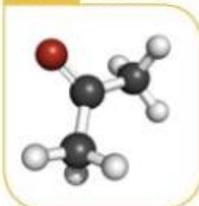
✓ RAI/ANA : Construire un raisonnement

L'acide salicylique est un solide, que l'on peut extraire par macération des feuilles de saule dans l'eau. Léo et Carla ont terminé la phase de macération et souhaitent extraire l'acide salicylique dissous.

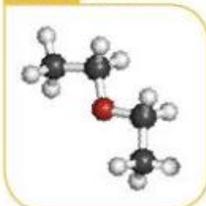
Doc. 1 Acide salicylique



Doc. 2 Acétone



Doc. 3 Éther



1. Étudier la polarité des molécules d'acide salicylique, d'acétone, d'éther et d'eau.
2. Étudier les interactions entre les molécules du soluté et des différents solvants. Ces résultats sont-ils en accord avec les données ?
3. En utilisant les données, choisir le solvant à utiliser pour extraire l'acide salicylique de la solution aqueuse.

Données

Espèce chimique	Solubilité de l'acide salicylique à 20 °C	Miscibilité avec l'eau
Eau	Faible ($2,0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$)	/
Acétone	Bonne	Bonne
Éther	Bonne	Très faible

3) Extraction liquide-liquide.

- Interpréter un protocole d'extraction liquide-liquide à partir des valeurs de solubilités de l'espèce chimique dans les deux solvants.
- Choisir un solvant et mettre en œuvre un protocole d'extraction liquide-liquide d'un soluté moléculaire.

20 Mise en application

- Comment extraire le butan-1-ol d'un mélange contenant de l'eau ($d = 1,00$) et du butan-1-ol ($d = 0,80$) ? On dispose de trois solvants : eau, éther et éthanol.

Données

- L'eau et l'éther sont peu miscibles entre eux.
- L'eau et l'éthanol sont miscibles en toute proportion.
- **Solubilité du butan-1-ol** : dans l'eau : $s = 77 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$; complète dans l'éther et l'éthanol.
- **Densité de l'éther** : $d = 0,71$.

page 143

25 Extraire le diiode d'une solution aqueuse

✓ RAI/ANA : Justifier un protocole

L'eau iodée, ou Lugol, est un mélange d'eau, d'iodure de potassium ($\text{K}^+(\text{aq})$; $\text{I}^-(\text{aq})$) et de diiode I_2 dissous, utilisée pour montrer la présence d'amidon.

1. Quel solvant faut-il choisir pour extraire le diiode de l'eau iodée ? Justifier le choix.
2. On mélange dans une ampoule à décanter 50 mL d'eau iodée avec 20 mL du solvant choisi. Dessiner l'ampoule à décanter avant l'agitation en précisant la composition des phases et en justifiant leurs positions.
3. Dessiner l'ampoule à décanter après agitation et décantation en précisant la composition des phases.

Données

Espèce chimique	Solubilité du diiode	Densité	Miscibilité avec l'eau
Eau	Faible	1,00	/
Cyclohexane	Très bonne	0,779	Nulle
Éthanol	Très bonne	0,789	Totale

Exercice C4 : Intolérance à l'acide benzoïque.

Doc. 1 Intolérance à l'acide benzoïque

L'acide benzoïque est utilisé dans les sodas comme conservateur, car il empêche le développement de levures et de moisissures indésirables. Il est à l'origine d'intolérances qui se manifestent par un asthme, une urticaire ou un angioedème. Des crises d'asthme ont été observées après absorption de sodas contenant 20 mg d'acide benzoïque par verre.



D'après « Additifs alimentaires : vraies et fausses inquiétudes », F. GUIBERT, P. VENNETIER, R. VICTORIA, in *60 millions de consommateurs*, n° 390, janvier 2005.

Doc. 2 Protocole d'extraction de l'acide benzoïque

- Dans une ampoule à décanter, introduire 100 mL d'une boisson au cola et 20 mL du solvant S choisi pour réaliser l'extraction.
- Agiter, laisser décanter et séparer les phases.
- Recommencer une deuxième fois l'extraction de la phase aqueuse, puis réunir les deux phases organiques dans un bécher.

Doc. 3 Données relatives aux solvants

Solvant	Eau	Ethanol	Toluène	Dichlorométhane
Formule brute	H ₂ O	C ₂ H ₆ O	C ₇ H ₈	CH ₂ Cl ₂
Solubilité de l'acide benzoïque	-	++	++	+
Densité à 20°C	1,0	0,79	0,87	1,2
Pictogrammes de sécurité			  	

1. Expliquer pourquoi l'éthanol est miscible à l'eau alors que le toluène ne l'est pas.

2. a. Le dichlorométhane n'est pas miscible à l'eau. Choisir le solvant le plus approprié pour réaliser l'extraction (**doc. 3**). Justifier.

b. Quelles précautions doivent être prises lors de la manipulation (**doc. 2** et **3**) ?

3. Schématiser l'ampoule à décanter après décanter et justifier la position de chaque phase (**doc. 2**).

4. Après évaporation du solvant organique, on obtient 0,050 g d'acide benzoïque. Comparer cette valeur à celle donnée dans le **doc. 1** (on considère un verre contenant 25 cL de soda). Conclure.

IV. Hydrophilie/lipophilie/amphiphilie d'une espèce chimique organique.

- 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.

30 PROPOSITION DE PROTOCOLE

Mayonnaise maison

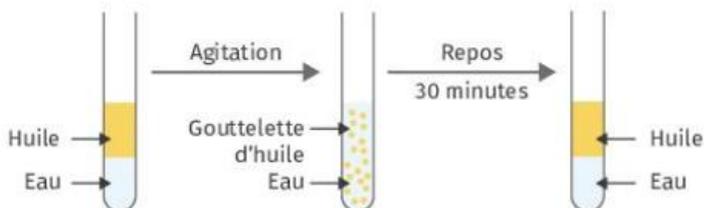
✓ COM : Compte rendu écrit avec un vocabulaire rigoureux



La lécithine est un émulsifiant présent notamment dans le jaune d'œuf. C'est une protéine qui possède une partie hydrophile et une partie hydrophobe : c'est donc une molécule amphiphile ou tensioactif. Cette expérience permet de montrer le rôle de la lécithine dans l'élaboration d'une mayonnaise.

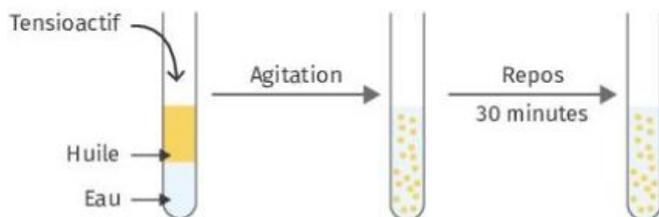
Première étape :

Dans un tube à essai, introduire 2 mL d'eau distillée et 2 mL d'huile de tournesol. Boucher, agiter, et attendre quelques minutes.



Deuxième étape :

Dans le tube à essai, ajouter à l'aide d'une pipette simple quelques gouttes de jaune d'œuf. Boucher, agiter, et attendre quelques minutes.



1. Quelle information peut-on tirer de l'expérience réalisée à la première étape ?
2. En étudiant les résultats de la deuxième étape, quelle modification est apportée par l'ajout du tensioactif ?
3. Une vinaigrette est constituée d'un mélange d'huile et de vinaigre (eau + acide acétique dissous). La vinaigrette est-elle stable ? Justifier.
4. Pourquoi une mayonnaise avec du jaune d'œuf est-elle plus stable ?