
	<h2 style="margin: 0;">Chapitre 4</h2> <h1 style="margin: 0;">SOLUTIONS AQUEUSES</h1>	
	<h3 style="margin: 0;">TP4 – Préparer une solution</h3>	<div style="border: 2px solid red; padding: 5px; transform: rotate(-15deg); display: inline-block;">CORRECTION!</div> /35 /20
<p><b>Objectifs :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Définir le vocabulaire spécifique : homogène – hétérogène – solvant – soluté – solution – aqueux – hydraté – anhydre – solubilité d'un soluté dans un solvant</li> <li>✓ Définir la concentration massique</li> </ul>		

## PRESENTATION et CONTEXTE INDUSTRIEL

Le sulfate de cuivre est un solide ionique obtenu industriellement comme sous-produit du décapage chimique du cuivre par l'acide sulfurique. Cet acide n'attaquant pas le cuivre métallique, seule sa forme oxydée présente en surface sous forme d'oxydes, de carbonates (vert de gris) et autres, passe en solution.



La solution bleue de décapage est ensuite cristallisée dans des bacs (en cuivre) dans lesquels plongent des barres (en cuivre également). Les cristaux de sulfate de cuivre hydraté se forment en quelques heures à la surface du récipient et des barres. La couche de cristaux peut atteindre plusieurs centimètres d'épaisseur (de 5 à 15 ou plus). Ces cristaux sont récupérés et broyés. Lorsqu'ils sont broyés assez fin (1 à 3 mm de diamètre environ), leur couleur passe au bleu pâle terne, indiquant que la surface des cristaux ne possède plus la qualité optique initiale. Ils sont vendus sous cette forme sous l'appellation « sulfate de cuivre neige ».

Une des principales utilisations actuelles du sulfate de cuivre est la préparation (industrielle ou non) de fongicides pour l'agriculture y compris biologique (toutefois l'Union européenne a fixé à 150 mg·kg<sup>-1</sup> la teneur maximale des sols en cuivre en agriculture biologique). Les formes les plus courantes sont la bouillie bordelaise constituée de sulfate de cuivre et de chaux et la bouillie bourguignonne constituée de sulfate de cuivre et de bicarbonate de soude. Chaux et bicarbonate neutralisent l'acidité créée par la mise en solution du sulfate de cuivre. Les végétaux traités par une préparation à base de sulfate de cuivre présentent des taches bleu-pâle constituées de sels mixtes d'hydroxyde et de sulfate de cuivre.



La bouillie bordelaise est donc un fongicide dont la couleur bleue est due à la présence du solide ionique sulfate de cuivre CuSO<sub>4</sub>(s) dissous en solution aqueuse.

L'utilisation de bouillie bordelaise est autorisée en agriculture biologique. La concentration en masse de sulfate de cuivre pentahydraté recommandée est alors de **C<sub>m</sub> = 4,0 g·L<sup>-1</sup>**

## DOCUMENTS partie 1

**DOC 1** Le sulfate de cuivre pentahydraté

Sulfate de cuivre pentahydraté




Formule : CuSO<sub>4</sub> · 5 H<sub>2</sub>O

Masse molaire : ..... g · mol<sup>-1</sup>

Solubilité dans l'eau : 317 g · L<sup>-1</sup> à 20 °C

Mentions de danger : H302 ; H315 ; H319

H410

- DOC 2** Matériel disponible

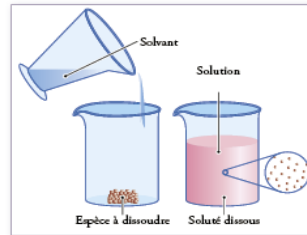
  - ✓ Pot de sulfate de cuivre pentahydraté
  - ✓ Spatule
  - ✓ Coupelle
  - ✓ Balance
  - ✓ Entonnoir
  - ✓ Fiole 50mL + bouchon
  - ✓ Fiole 100mL + bouchon
  - ✓ Bécher 50mL
  - ✓ Bécher 100mL
  - ✓ Pipette jaugée 10mL
  - ✓ Pipette jaugée 20mL

### DOC 3 Différentes solutions à préparer

Solution aqueuse	1	2	3	4	5	6
Masse de sulfate de cuivre (g)	1,0	1,0	1,5	2	2	1,5
Volume solution (mL)	50	100	100	50	100	50

### DOC 3 Vocabulaire en chimie

Une solution est un mélange homogène obtenu par dissolution d'un ou de plusieurs solutés dans un solvant.



Soluté **anhydre**

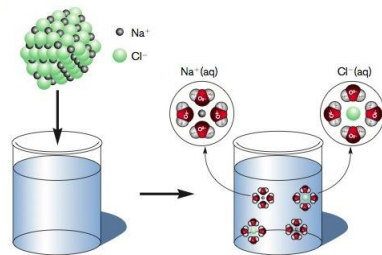
→ ne contiennent **aucune** trace d'eau.

Soluté **hydraté**

→ contiennent une quantité très petite de molécules d'eau.

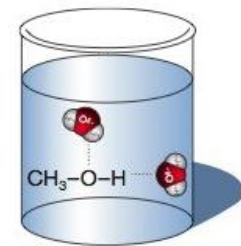
Solution **ionique**

→ soluté = solide ionique



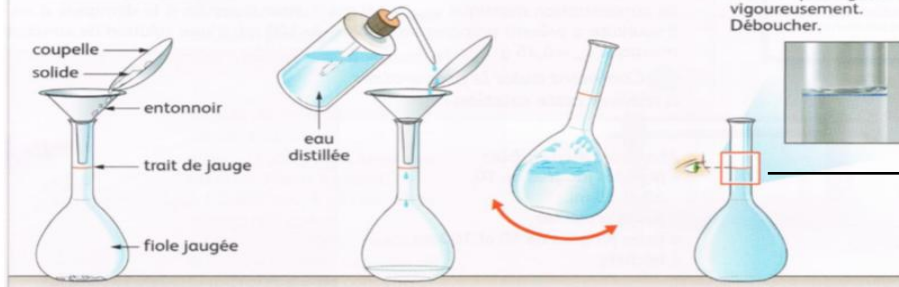
Solution **moléculaire**

→ soluté = solide moléculaire

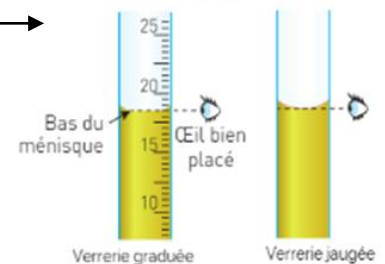


### DOC 5 Protocole pour préparer une solution par dissolution

- 1 Pesar la masse de solide nécessaire et l'introduire dans une fiole jaugée du volume souhaité.
- 2 Rincer à l'eau distillée, en récupérant l'eau de rinçage dans la fiole.
- 3 Remplir d'eau distillée aux 2/3 ; agiter latéralement.
- 4 Compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge ; boucher puis agiter vigoureusement. Déboucher.



Pour lire un volume ou ajuster un liquide ou une solution au niveau d'un trait de jauge, la partie inférieure du ménisque doit être au niveau de la graduation ou du trait de jauge.



<https://www.youtube.com/watch?v=TvfYhxlvc1U>



### DOC 6 Symbole de quelques atomes

$^{29}\text{Cu}$ CUIVRE 63,6	$^{16}\text{S}$ SOUFRE 32,1	$^8\text{O}$ OXYGÈNE 16,0	$^1\text{H}$ HYDROGÈNE 1,0
------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------

**TRAVAIL A FAIRE**

1	<p><b>Donner</b> le nom du soluté ionique dans la bouillie bordelaise. <b>SULFATE DE CUIVRE PENTAHYDRATE</b></p>	•																								
2	<p>Le soluté est-il anhydre ou hydraté ? <b>Justifier.</b></p> <p><b>HYDRATE CAR IL Y A DES MOLECULES H<sub>2</sub>O DANS LA FORMULE</b></p>	• •																								
3	<p><b>Donner</b> le nom du solvant.</p> <p><b>EAU</b></p>	•																								
4	<p>La solution de sulfate de cuivre obtenue par dissolution du soluté est-elle une solution moléculaire ou ionique. <b>Justifier.</b></p> <p><b>SOLUTION IONIQUE CAR ELLE EST COMPOSEE D'IONS</b></p>	• •																								
5	<p><b>Ecrire</b> la formule des deux ions composants la solution de sulfate de cuivre sachant que :</p> <p>→ l'ion cuivre est issu d'un atome de cuivre ayant perdu 2 électrons : <b>Cu<sup>2+</sup></b></p> <p>→ l'ion sulfate est un anion polyatomique composé d'un atome de soufre, de 4 atomes d'oxygène et le tout a eu un gain de 2 électrons : <b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b></p>	• • •																								
6	<p><b>Préparer</b> l'une des solutions en suivant le protocole du <b>DOC5</b>.</p>																									
7	<p><b>Calculer</b> la concentration en masse notée <math>C_m</math> en <math>g.L^{-1}</math> de soluté de chaque solution préparée (même celles non préparées)</p> <p><b>Solution 1</b></p> <table border="1" data-bbox="127 1086 893 1254"> <thead> <tr> <th>Masse (g)</th> <th>Volume (L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">1</td> <td align="center">50 mL = 50 x 10<sup>-3</sup> L</td> </tr> <tr> <td align="center">1 x 1 / (50 x 10<sup>-3</sup>) = 20 g</td> <td align="center">1L</td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="957 1153 1444 1265" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 400px;"> <math>C_m = 20 g.L^{-1}</math> </div> <p><b>Solution 2</b></p> <table border="1" data-bbox="127 1332 893 1500"> <thead> <tr> <th>Masse (g)</th> <th>Volume (L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">1</td> <td align="center">100 mL = 100x 10<sup>-3</sup> L</td> </tr> <tr> <td align="center">1 x 1 / (10 x 10<sup>-3</sup>) = 10 g</td> <td align="center">1L</td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="957 1400 1444 1512" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 400px;"> <math>C_m = 10 g.L^{-1}</math> </div> <p><b>Solution 3</b></p> <table border="1" data-bbox="127 1568 893 1736"> <thead> <tr> <th>Masse (g)</th> <th>Volume (L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">1.5</td> <td align="center">100 mL = 100 x 10<sup>-3</sup> L</td> </tr> <tr> <td align="center">1 x 1.5 / (100 x 10<sup>-3</sup>) = 20 g</td> <td align="center">1L</td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="957 1646 1444 1758" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 400px;"> <math>C_m = 15 g.L^{-1}</math> </div> <p><b>Solution 4</b></p> <table border="1" data-bbox="127 1814 893 1982"> <thead> <tr> <th>Masse (g)</th> <th>Volume (L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">2</td> <td align="center">50 mL = 50 x 10<sup>-3</sup> L</td> </tr> <tr> <td align="center">1 x 2 / (50 x 10<sup>-3</sup>) = 40 g</td> <td align="center">1L</td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="957 1881 1444 1993" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 400px;"> <math>C_m = 40 g.L^{-1}</math> </div>	Masse (g)	Volume (L)	1	50 mL = 50 x 10 <sup>-3</sup> L	1 x 1 / (50 x 10 <sup>-3</sup> ) = 20 g	1L	Masse (g)	Volume (L)	1	100 mL = 100x 10 <sup>-3</sup> L	1 x 1 / (10 x 10 <sup>-3</sup> ) = 10 g	1L	Masse (g)	Volume (L)	1.5	100 mL = 100 x 10 <sup>-3</sup> L	1 x 1.5 / (100 x 10 <sup>-3</sup> ) = 20 g	1L	Masse (g)	Volume (L)	2	50 mL = 50 x 10 <sup>-3</sup> L	1 x 2 / (50 x 10 <sup>-3</sup> ) = 40 g	1L	• • • • • •
Masse (g)	Volume (L)																									
1	50 mL = 50 x 10 <sup>-3</sup> L																									
1 x 1 / (50 x 10 <sup>-3</sup> ) = 20 g	1L																									
Masse (g)	Volume (L)																									
1	100 mL = 100x 10 <sup>-3</sup> L																									
1 x 1 / (10 x 10 <sup>-3</sup> ) = 10 g	1L																									
Masse (g)	Volume (L)																									
1.5	100 mL = 100 x 10 <sup>-3</sup> L																									
1 x 1.5 / (100 x 10 <sup>-3</sup> ) = 20 g	1L																									
Masse (g)	Volume (L)																									
2	50 mL = 50 x 10 <sup>-3</sup> L																									
1 x 2 / (50 x 10 <sup>-3</sup> ) = 40 g	1L																									

**Solution 5**

Masse (g)	Volume (L)
2	100 mL = $100 \times 10^{-3}$ L
$1 \times 2 / (100 \times 10^{-3}) = 20$ g	1L

$$C_m = 20 \text{ g.L}^{-1}$$

**Solution 6**

Masse (g)	Volume (L)
1.5	50 mL = $50 \times 10^{-3}$ L
$1 \times 1.5 / (50 \times 10^{-3}) = 30$ g	1L

$$C_m = 30 \text{ g.L}^{-1}$$

8 **Trouver** la formule qui permettrait de calculer cette concentration en masse  $C_m$  et reliant la masse du soluté  $m_{\text{soluté}}$  et le volume de la solution  $V_{\text{solution}}$ .

**Préciser** les unités de chaque grandeur.

$$C_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}$$

(g) →  $m_{\text{soluté}}$   
 (L) →  $V_{\text{solution}}$   
 (g.L<sup>-1</sup>) →  $C_m$

9 **Justifier** si chaque solution peut être ou non utilisée en agriculture biologique. **Justifier.**

**AUCUNE CAR  $C_m > 4,0 \text{ g.L}^{-1}$**

**DOCUMENTS partie 2**

Toutes les solutions fabriquées sont donc trop concentrées, nous allons donc devoir les **diluer**.

**DOC 6** Que se passe t il lors d'une **dilution** ?

$m_1 = m_2$

$$C_{m1} \times V_1 = C_{m2} \times V_2$$

$$C_{m,m\grave{e}re} \times V_{m\grave{e}re} = C_{m,filie} \times V_{filie}$$

Solution mère      Solution fille

<https://www.youtube.com/watch?v=9qjnOI4Gy4Y>

**DOC 7** Comment réaliser une **dilution** ?

- 1 Prélever le volume nécessaire de la solution initiale.
- 2 Introduire le prélevement dans une fiole jaugée du volume souhaité.
- 3 Remplir d'eau distillée aux 2/3 ; agiter latéralement.
- 4 Compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée ; boucher puis agiter vigoureusement. Déboucher.

<https://www.youtube.com/watch?v=011dPQnPPg8>



## TRAVAIL A FAIRE

- 1  
0
- A votre disposition, 2 pipettes jaugées  
 → pipette jaugée 10,0 mL  
 → pipette jaugée 20,0 mL

**Ecrire** la formule utilisée pour calculer  $C_{m \text{ fille}}$  à partir de  $V_{\text{mère}}$ ,  $C_{m \text{ mère}}$  et  $V_{\text{fille}}$  **DOC 6**

$$C_{m \text{ fille}} = \frac{V_{\text{mère}} \times C_{m \text{ mère}}}{V_{\text{fille}}}$$

**Compléter** la dernière ligne du tableau ci-dessous en calculant dans chaque cas la concentration en masse de la solution fille obtenue suivant le choix de la pipette jaugée.

Solution	1		2		3		4		5		6	
Concentration en masse de la solution mère $C_{m \text{ mère}} (\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	20		10		15		40		20		30	
Volume de solution mère à prélever (mL)	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20
Volume de solution fille préparé $V_{\text{fille}}$ (mL)	100	100	50	50	50	50	100	100	50	50	100	100
Concentration en masse de la solution fille obtenue $C_{m \text{ fille}} (\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>6</b>

- 1  
1
- Choisir** pour chaque groupe une des deux solutions à préparer par dilution.

- 1  
2
- Préciser** quelle solution vous avez fabriquée et si elle respecte ou non le label biologique.

.....  
 .....

<b>Professeur : GG et Flo</b>	<b>Salle :</b>
<b>Jour : 26/01/26</b>	<b>Heure : 8h 12h</b>
<b>Cours</b>	
<b>TP : oui</b>	<b>Nombre de groupes : 4</b>

**Matériel, produits, montages et solution**

**Poste professeur :**

- Bidon récupération
- Réserve sulfate de cuivre

**Postes étudiants :x8**

- ✓ Pot de sulfate de cuivre pentahydraté
- ✓ Spatule
- ✓ Coupelle
- ✓ Balance
- ✓ Entonnoir
- ✓ Fiole 50mL + bouchon
- ✓ Fiole 100mL + bouchon
- ✓ Bécher 50mL
- ✓ Bécher 100mL x2
- ✓ Pipette jaugée 10mL
- ✓ Pipette jaugée 20mL
- ✓ Bécher poubelle
- ✓ Eau distillée
- ✓ Pipette plastique pour ajuster ménisque



