

• **Niveau : Seconde**

Cette activité est proposée dans le cadre d'un réinvestissement.

• **Objectif de l'enseignant :**

Faire utiliser le langage écrit pour proposer un protocole puis le langage gestuel et les TICE pour présenter l'expérience et le compte rendu sous forme d'une vidéo.

• **Pré-requis :**

- préparation d'une solution par dissolution
- notion de masse volumique, de concentration massique et de solubilité

• **Durée indicative :**

- **séance 1** : 50 min en classe entière ; au cours de la séance, la classe est divisée en groupes de travail de 2 à 4 élèves (les groupes resteront identiques pour la séance de TP)
- **séance 2** : 1h 20 min - TP en effectif réduit
- **séance 3** : 30 min en classe entière

• **Extrait du programme :**

Notions et contenus	Capacités exigibles
<p><b>Les solutions aqueuses, un exemple de mélange.</b> Solvant, soluté. Concentration en masse, concentration maximale d'un soluté.</p>	<p>Identifier le soluté et le solvant à partir de la composition ou du mode opératoire de préparation d'une solution. Distinguer la masse volumique d'un échantillon et la concentration en masse d'un soluté au sein d'une solution. Déterminer la valeur de la concentration en masse d'un soluté à partir du mode opératoire de préparation d'une solution par dissolution ou par dilution.</p>

• **Exemple de déroulement de la séquence :**

• **Séance 1 : classe entière**

- 1<sup>er</sup> temps individuel : 15 minutes

→ Les élèves répondent par écrit aux 4 premières questions

- 2<sup>ème</sup> temps : 30 minutes.

Répartir les élèves par groupes de 2 à 4. En TP, les élèves seront répartis de la même façon.

→ Mise en commun des réponses et discussion dans les groupes

→ Rédaction des 3 protocoles demandés à la question 5 dans les groupes

- 3<sup>ème</sup> temps : Correction en classe entière des 4 premières questions

A la fin de la séance, il est demandé aux élèves qui n'ont pas terminé d'envoyer par mail à l'enseignant la rédaction des 3 protocoles.

- **Séance 2 : effectif réduit**

- Rendre les protocoles annotés
- Donner à chacun des groupes 2 protocoles corrects (dissolution + masse volumique ou masse volumique + solubilité) à réaliser et à filmer. Il est nécessaire que tous les élèves aient mesuré la masse volumique de la solution fournie à 34 g/L (protocole n°2) pour répondre aux questions « *pour aller plus loin* ».
- Distribuer la fiche d'utilisation d'au moins un logiciel de montage vidéo aux élèves qui en ont besoin et indiquer comment la vidéo sera transmise au professeur (transfert de fichiers volumineux).
  - ➔ Les élèves réalisent les expériences en suivant les protocoles fournis et réalisent les vidéos. Le travail de montage peut être terminé à la maison.

- **Séance 3 : classe entière**

- Visionner quelques vidéos produites par les élèves et identifier les protocoles réalisés.
- Si nécessaire, discuter les gestes en visionnant les vidéos lors de la séance 3.
- Répondre éventuellement aux questions « *pour aller plus loin* »

**Activité expérimentale : Quand plusieurs grandeurs différentes s'expriment dans les mêmes unités**

**Contexte :** Il est possible d'acheter de l'eau de mer en bouteille, qui affiche une forte concentration en sels.  
Peut-on vérifier au laboratoire l'information de l'étiquette d'eau ODEMER et sa provenance ?

**Vos documents**

**Document 1 : bouteille ODEMER**



**Analyse g/L**

Na	10.56
Br	0.065
K	0.38
Ca	0.4
Mg	1.27
Cl	18.98
So4	2.65
F	0.001

Eau de mer pompée en Bretagne, purifiée par micro-filtration à froid selon procédé de René Quinton. Sans additif, ni conservateur, non ionisée (sans rayon gamma)  
ODEMER  
Z.A. La Madelaine  
35350 Saint-Méloir des Ondes  
**34 g de sels dissous par L**

**Document 2 : carte d'identité d'une solution aqueuse de chlorure de sodium à 20°C et sous pression atmosphérique**

<p><a href="https://chemistry.stackexchange.com/questions/31932/does-water-ionically-bond-to-chloride-ion">https://chemistry.stackexchange.com/questions/31932/does-water-ionically-bond-to-chloride-ion</a></p>	Nom	Solution aqueuse de chlorure de sodium	
	Formule chimique	$Na_{aq}^+ + Cl_{aq}^-$	
	Masse volumique $\rho$	En g/L, dépend de la température et de la pression atmosphérique	
	Concentration massique $C_m$	34 g/L	
	Solubilité S	358 g/L	à 20° C

**Document 3 : carte d'identité d'une eau de mer et de ses principaux constituants pour une eau de mer de salinité 35 g/kg**

<http://lecalve.univ-tln.fr/oceano/fiches/fiche3B.htm> et <http://lecalve.univ-tln.fr/oceano/fiches/fiche3C.htm>

<p><b>composition massique d'une eau de mer</b></p>	Nom	Eau de mer
	Masse volumique $\rho$	1025 g/L à 20 ° C et sous pression atmosphérique

**Document 4 : liste de matériel**

- Solution de chlorure de sodium de concentration massique 34 g/L
- Sel fin,
- Pissette d'eau,
- Fiole jaugée de 50 mL + bouchon,
- Bécher de 100 mL
- Éprouvette graduée (100 mL)
- Spatule,
- Thermomètre,
- Balance électronique au centigramme,
- Verre de montre,
- Baguette en verre.
- Agitateur magnétique + turbulent

**Document 5 : calcul de l'écart relatif**

$$\sigma = \left| \frac{\text{valeur théorique} - \text{valeur expérimentale}}{\text{valeur théorique}} \right|$$

**Document 6 : attendus de la vidéo**

- un titre « Vos noms et prénoms, votre classe, protocole A ou B ou C »
- du texte peut être incrusté
- un fond musical peut être ajouté
- on ne doit entendre aucune parole ni voir aucun visage

Grille de correction :

- Qualité des gestes expérimentaux
- La vidéo présente bien toutes les étapes du protocole
- Au visionnage de la vidéo, le protocole est bien identifiable (dissolution ou mesure de masse volumique ou mesure de solubilité)
- Qualité du montage de la vidéo (choix des extraits montrés)
- Les sous-titres sont en rapport avec l'image.
- Respect des attendus (document 6)

*Les documents 7 et 8 sont utiles uniquement pour la rubrique « aller plus loin »*

**Document 7 : salinité**

La salinité de l'eau de mer, notée S (exprimée en g/kg) est la masse en grammes de résidu solide\* contenu dans un kilogramme d'eau de mer.

\* obtenu après évaporation de l'eau.

**Document 8 : quelques données**


Mer considérée	Mer Baltique	Mer Noire	Océan Atlantique / Manche	Mer Méditerranée	Mer Rouge	Mer Morte
Salinité en g/kg	2,9 – 7, 8	17,8 – 21,6	32,7 – 36,5	37,4 – 40,2	49,5 – 57,0	187,3 – 253,4

**Votre travail**

1. Les 3 grandeurs données dans le document 2 s'expriment dans la même unité. Laquelle ?
2. Cette unité est utilisée pour exprimer les valeurs de grandeurs différentes. Relever le nom de ces grandeurs.
3. Voici 3 définitions : associer chacune d'elle à l'une des grandeurs nommées à la question 2.

Définition de la grandeur	Nom de la grandeur	Symbole de la grandeur
Quotient de la masse d'un corps par son volume		
Masse d'une espèce chimique dissoute dans un litre de solution		
Concentration massique maximale d'une solution (solution dite saturée)		

4. Expliquer à partir du document 3 pourquoi on peut considérer l'eau de mer comme une solution de chlorure de sodium.
5. Proposer un protocole pour chacune de ces expériences :
  - Réaliser 50 mL de solution de chlorure de sodium dont la concentration massique est de  $C_m = 34 \text{ g/L}$ .
  - Mesurer la valeur de la masse volumique d'une solution de chlorure de sodium de concentration massique  $C_m = 34 \text{ g/L}$ .
  - Mesurer la valeur de la solubilité du chlorure de sodium dans l'eau.


<b>ECHANGE AVEC LE PROFESSEUR</b>	<b>En cas de difficulté ou avant de les rendre, appeler le professeur pour lui présenter vos protocoles</b>
	


6. Le professeur distribue deux protocoles. Réaliser les 2 vidéos et les transmettre à votre professeur. (Il s'agit de préparer votre matériel expérimental et le dispositif d'enregistrement puis de réaliser l'expérience en la filmant.)  
 Conseil pour la détermination de la solubilité : ne pas introduire en une seule fois le chlorure de sodium dont la masse aura été préalablement calculée mais le faire progressivement. Bien observer ce qui se passe.


**Pour aller plus loin**


1. Identifier parmi les 3 grandeurs du document 2 celle qui permet de calculer la salinité de la solution de chlorure de sodium qui a été préparée (concentration massique égale à 34 g/L)
2. Peut-on dire qu'on a préparé une solution semblable à celle qui est vendue par ODEMER ?
3. Vérifier que la provenance de l'eau ODEMER indiquée sur l'étiquette est correcte.


Aides mises à la disposition des élèves

	<p><b>Aide 1 : solubilité</b></p> <p>La solubilité d'une espèce chimique est la concentration d'une solution dans laquelle on ne peut pas dissoudre davantage de soluté. C'est la concentration maximale que l'on puisse obtenir.</p> <p>Elle s'exprime (en g/L) par le même nombre que la masse maximale (exprimée en g) de soluté que l'on peut dissoudre pour obtenir un litre de solution dans des conditions données de température.</p> <p>Elle dépend de la nature du solvant et du soluté.</p>
---	--

	<p><b>Aide 2 : concentration massique</b></p> <p>La formule permettant de la déterminer est <math>C_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}</math>.</p> <p>Au laboratoire on l'exprime généralement en g/L.</p> <p>La concentration massique <math>C_m</math> (exprimée en g/L) s'exprime par le même nombre que la masse (en g) de soluté dissous dans un litre de solution.</p>
---	---

	<p><b>Aide 3 : masse volumique</b></p> <p>La formule permettant de déterminer la masse volumique est <math>\mu_{\text{corps}} = \frac{m_{\text{corps}}}{V_{\text{corps}}}</math>.</p> <p>Elle peut s'exprimer en g/L.</p> <p>La masse volumique (exprimée en g/L) s'exprime par le même nombre que la masse (en g) d'un litre de solution.</p> <p>La masse volumique d'un corps est parfois aussi notée <math>\rho</math> (rho).</p>
--	--

	<p><b>Aide 4 : dissolution et variation du volume pendant la dissolution</b></p> <p>Lorsqu'on dissout une grande quantité de soluté dans un volume donné de solvant, la variation de volume n'est généralement plus négligeable.</p>
---	--

	<p><b>Aide 5 : salinité en g/kg d'eau de mer</b></p> <p>La salinité, notée S (exprimée en g/kg) est la masse en grammes du résidu solide, obtenu après évaporation de l'eau, contenu dans un kilogramme de solution aqueuse.</p> <p>On peut déterminer la masse d'un litre « d'eau de mer » à partir de sa masse volumique. Puis en déduire le volume occupé par un kilogramme « d'eau de mer ».</p> <p>Penser à utiliser la notion de proportionnalité.</p>
---	--

<b>Noms :</b> ..... ..... ..... .....		<b>Note :</b>          <b>/10</b>
---	--	---

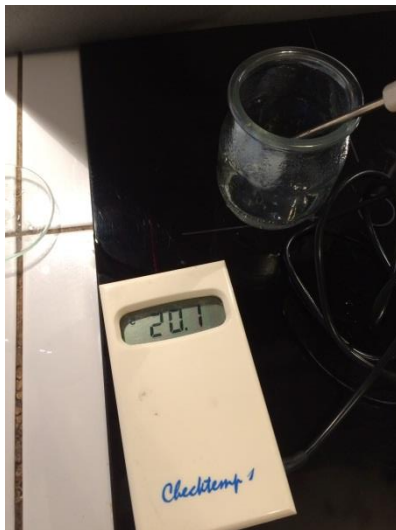
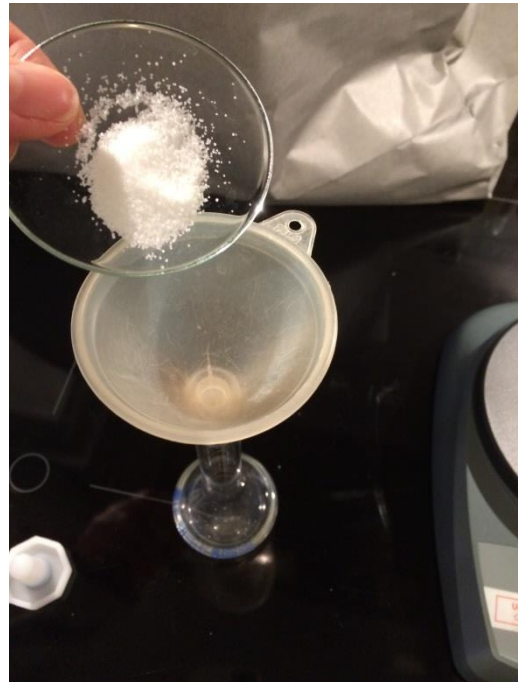
Qualité des gestes expérimentaux					
<b>Protocole 1</b>	- Peser 1,7 g de chlorure de sodium dans un verre de montre après avoir taré la balance	A	B	C	D
	- Introduire le soluté dans une fiole jaugée de 50 mL à l'aide d'un entonnoir				
	- Rincer le verre de montre et l'entonnoir				
	- Ajouter de l'eau distillée au 2/3, boucher et agiter jusqu'à complète dissolution				
	- Compléter avec de l'eau jusqu'au trait de jauge				
	- Boucher et agiter				
<b>Protocole 2</b>	- Tarer la balance avec la fiole jaugée de 50 mL	A	B	C	D
	- Introduire 50 mL d'une solution de chlorure de sodium à 34 g/L				
	- Noter la masse de la solution				
	- Calculer la masse volumique $\rho_{solution} = \frac{m_{solution}}{V_{solution}}$				
	- Mesurer avec la sonde thermométrique la température de la solution				
	- Comparer la valeur expérimentale avec la valeur théorique				
<b>Protocole 3</b>	$s = \frac{m_{\max \text{ de soluté}}}{V_{solution}} \Rightarrow m_{\max \text{ de soluté}} = s \times V_{solution}$ $= 358 \times 50 \times 10^{-3} = 17.9g$	A	B	C	D
	- Prélever 50 mL d'eau à l'aide de la fiole jaugée				
	- Verser ce volume dans un becher				
	- Mesurer la température avec la sonde thermométrique				
	- Introduire 5 g de sel et agiter à l'aide d'un turbulent et de l'agitateur magnétique				
	- Ajouter 5 g de plus				
	- Ajouter 5g de plus				
	- Ajouter le sel par palier de 0.5 g pour trouver la limite				
	- Mesurer le volume de solution obtenue				
	- Calculer la solubilité obtenue				
	- Comparer la valeur expérimentale avec la valeur théorique				
<b>Qualité de la vidéo</b>					
	- La vidéo présente bien toutes les étapes du protocole	A	B	C	D
	- Au visionnage de la vidéo, le protocole est bien identifiable (dissolution ou mesure de masse volumique ou mesure de solubilité)				
	- Qualité du montage de la vidéo (choix des extraits montrés)				
	- Les sous-titres sont en rapport avec l'image.				
	- Respect des attendus (document 6)				

Corrigé pour le professeur

Pour la question 5 :

- Préparation d'une solution d'eau salée par dissolution à la concentration massique  $C_m = 34 \text{ g/L}$

→ Préparation d'une solution par dissolution :  $m_{\text{sel}} = C_m \times V_{\text{eau salée}} = 34 \times 50 \times 10^{-3} = 1.7 \text{ g}$





**Protocole de détermination de la masse volumique d'une solution d'eau salée de concentration massique  $C_m = 34 \text{ g/L}$**

- Peser la fiole vide de solution  $m_{\text{fiole}} = 44.7 \text{ g}$
  - Peser la fiole pleine  $m_{\text{fiole pleine}} = 95.4 \text{ g}$
  - En déduire la masse de l'eau salée  $m_{\text{eau salée}} = 95.4 - 44.7 = 50.7 \text{ g}$
- On tarer la balance et déterminer directement la masse des 50 mL d'eau salée
- Le volume d'eau salée est le volume de la fiole jaugée  $V_{\text{eau salée}} = 50.0 \text{ mL}$

→ Calcul de la masse volumique de l'eau salée :

$$\mu_{\text{eau salée}} = \frac{m_{\text{eau salée}}}{V_{\text{eau salée}}} = \frac{50.7}{50.0} = 1,014 \text{ g/mL} \approx 1,01 \cdot 10^3 \text{ g/L}$$

L'eau salée à la concentration massique de 34 g/L a une masse volumique voisine de  $1,01 \cdot 10^3 \text{ g/L}$  à 20,1 °C.

**Détermination de la solubilité**

On peut dissoudre 358 g de sel par Litre d'eau de mer à 20°C

Dans 50 mL, on peut dissoudre au maximum  $m_{\text{max}} = \frac{358}{20} = 17,9 \text{ g}$

- Prélever 50 mL d'eau à l'aide d'une éprouvette graduée ou d'une fiole jaugée
- Les introduire dans un bécher. Y ajouter un turbulent
- Peser 5,0 g de de chlorure de sodium
- Les introduire dans l'eau. Agiter jusqu'à dissolution complète
- Répéter l'opération
- Ajouter ensuite par pas de 0,5 g
- Lorsque le sel ne se dissout plus, noter la masse dissoute ( $m_{\text{dissous}}$ ) et verser la solution dans une éprouvette graduée pour mesurer le volume de la solution finale  $V_{\text{sol.sat}}$ .

→ . Calcul de la solubilité du chlorure de sodium :

$$\text{solubilité (NaCl)} = \frac{m_{\text{dissous}}}{V_{\text{sol.sat.}}} = \frac{17,5}{55.5} = 0,315 \text{ g/mL} = 315 \text{ g/L}$$

$$\sigma = \frac{358 - 315}{358} = 12\% \text{ d' écart relatif}$$

On peut expliquer cet écart par une agitation insuffisante.

**Pour aller plus loin, question 3**

- Si on assimile l'eau ODEMER à une solution de chlorure de sodium de concentration massique  $C_m = 34 \text{ g/L}$ , c'est-à-dire la solution étudiée par les élèves :

Masse volumique de l'eau ODEMER :  $\mu_{\text{ODEMER}} = 1014 \text{ g/L}$

1.0 L d'eau ODEMER pèse 1014 g = 1,014 kg

- La concentration massique est calculée à partir de l'étiquette (document 1) :

Concentration massique :  $C_m(\text{ODEMER}) = 34,3 \text{ g/L}$

→ Donc la masse de sels de l'eau ODEMER est de 34,3 g par litre d'eau de mer soit 34,3 g dans 1,014 kg d'eau ODEMER :

$$\text{salinité} = \frac{34,3}{1,014} \approx 33,8 \text{ g/kg}$$

Cette eau pourrait provenir de la Manche ou de l'océan Atlantique (document 8)

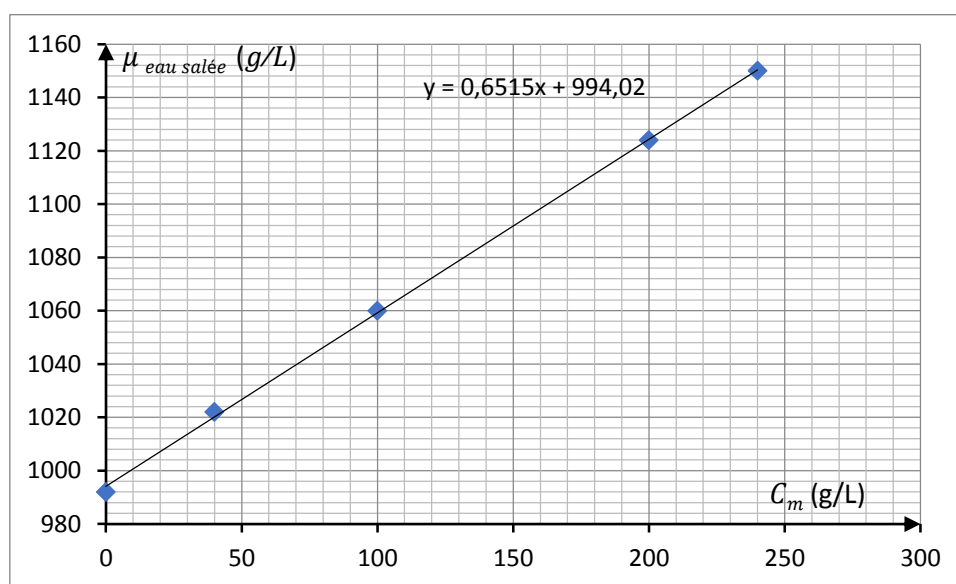
**Variante :**

**Détermination de la concentration massique de l'eau ODEMER par comparaison de masses volumiques**

*Exemple de courbe tracée avec un tableur.*

*Si elle devait être distribuée aux élèves, il faudrait remplacer x et y par les grandeurs physiques et les points par des virgules dans l'expression de leurs valeurs*

$m_{NaCl}$ (g)	0	2	5	10	12
$m_{\text{fiolle pleine}}$ (g)	94.5	95.8	97.7	100.9	102.2
$m_{\text{eau salée}}$ (g)	49.6	51.1	53	56.2	57.5
$C_m$ (g/L)	0	40	100	200	240
$\mu_{\text{eau salée}}$ (g/L)	992	1022	1060	1124	1150



En supposant que l'eau ODEMER ne contient que des ions  $Na^+$  et  $Cl^-$ , on peut utiliser la droite d'étalonnage pour estimer la concentration massique de l'eau ODEMER :

La masse volumique de l'eau ODEMER est mesurée à 1015 g/L

$$C_{m(OEMER)} = \frac{\mu_{ODEMER} - 994}{0.6515} = \frac{1015 - 994}{0.6515} = 32.2 \text{ g/L}$$

Sur l'étiquette  $C_m = 34 \text{ g/L}$  (mais il ne s'agit pas que d'ions  $Na^+$  et  $Cl^-$ , voir document 1)

$$\sigma = \frac{34 - 32.2}{34} = 5\% \text{ d'écart relatif}$$

Cet écart assez élevé, entre la concentration massique ainsi calculée et la concentration massique annoncée, peut amener les élèves à discuter : est-ce la méthode utilisée qu'il faut mettre en doute, les résultats expérimentaux (recherche des causes possibles d'erreurs) ou l'étiquette ?