

Approfondissement Solutions aqueuses

Pour aller plus loin : saturation, évaporation, dilutions successives

5 exercices · niveau ●●● · durée conseillée : 2 h · calculatrice autorisée

★ À RETENIR — Ce qu'il faut savoir faire à la fin de la feuille

- Utiliser la conservation de la masse de soluté ($c_m \times V$ constant) lors d'une dilution, d'un mélange ou d'une évaporation.
- Distinguer « masse maximale dissoute dans un litre d'eau » et « concentration maximale » ; exploiter une courbe de solubilité.
- Choisir une stratégie de préparation d'une solution très diluée et justifier ses choix.

Exercice 1 Un verre d'eau salée saturée

●●●

À 20 °C, on verse 36,0 g de sel (chlorure de sodium) dans 100,0 mL d'eau et on agite : tout le sel se dissout, et la solution est alors tout juste saturée. On mesure le volume de la solution obtenue : 113 mL. Masse volumique de l'eau : $1,00 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$.

- 1.1 Un élève affirme : « la concentration maximale du sel dans l'eau est de $360 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ». Calculer la concentration en masse de la solution saturée et expliquer l'erreur de l'élève.
- 1.2 Calculer la masse de la solution, puis sa masse volumique.
- 1.3 La masse volumique du sel solide vaut $2,16 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$. Quel volume occupaient les 36,0 g de sel avant dissolution ? Comparer la somme des volumes d'eau et de sel au volume de la solution. Que peut-on en conclure ?
- 1.4 On ajoute 5,0 g de sel supplémentaire. Que devient la concentration en masse de la solution ? Et sa masse volumique ?

Exercice 2 Des marais salants au sel de table

●●●

Dans les marais salants, l'eau de mer circule lentement dans des bassins de moins en moins profonds, où le soleil et le vent l'évaporent. L'eau de mer contient environ $28 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ de chlorure de sodium ; la concentration maximale de ce sel est d'environ $320 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. On étudie $V_0 = 1,00 \text{ m}^3$ d'eau de mer.

- 2.1 Calculer la masse de chlorure de sodium contenue dans ce volume d'eau de mer.
- 2.2 Au cours de l'évaporation, quelle grandeur reste constante tant que le sel ne cristallise pas ? Déterminer le volume V_1 de solution restant lorsque les premiers cristaux de sel apparaissent. Quel pourcentage du volume initial s'est alors évaporé ?
- 2.3 Le paludier récolte le sel lorsqu'il ne reste plus que 30 L de solution (les « eaux mères »). Quelle masse de chlorure de sodium est restée dissoute ? Quelle masse a cristallisé ?
- 2.4 L'eau de mer contient aussi des sels de magnésium, beaucoup plus solubles que le chlorure de sodium. Expliquer pourquoi le paludier ne laisse pas l'eau s'évaporer complètement.

Exercice 3 La mer Morte

●●●

(hors programme — pour aller plus loin : la salinité) Les océanographes caractérisent l'eau de mer par sa salinité S , masse de sels dissous par kilogramme d'eau de mer (en $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$).

- 3.1 Montrer que la concentration en masse des sels dissous s'écrit $c_m = S \times \rho$, où ρ est la masse volumique de l'eau de mer, en $\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$.

- 3.2** Dans l'océan Atlantique, $S = 35 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ et $\rho = 1,025 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$. Calculer c_m . L'écart entre S et c_m est-il important ?
- 3.3** Pour la mer Morte, $S \approx 340 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ et $\rho \approx 1,24 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$. Calculer c_m et la comparer à la concentration maximale du chlorure de sodium ($320 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ environ). Cette eau contient pourtant surtout des chlorures de magnésium et de calcium, très solubles. Sur ses rives et au fond se déposent des cristaux de chlorure de sodium : que peut-on en déduire ?

Exercice 4 Sucre candi : solubilité et température



(hors programme — pour aller plus loin : influence de la température) La figure 1 donne la masse maximale de sucre (saccharose) que l'on peut dissoudre dans 100 g d'eau, en fonction de la température θ .

- 4.1** Comment la solubilité du sucre varie-t-elle avec la température ? Peut-on dissoudre 250 g de sucre dans 100 g d'eau à 20°C ? à 60°C ?
- 4.2** Pour fabriquer du sucre candi, on dissout 350 g de sucre dans 100 g d'eau chauffée à 85°C , puis on laisse refroidir lentement. Tout le sucre est-il dissous à 85°C ? À quelle température les premiers cristaux apparaissent-ils ? Quelle masse de sucre a cristallisé à 20°C ?

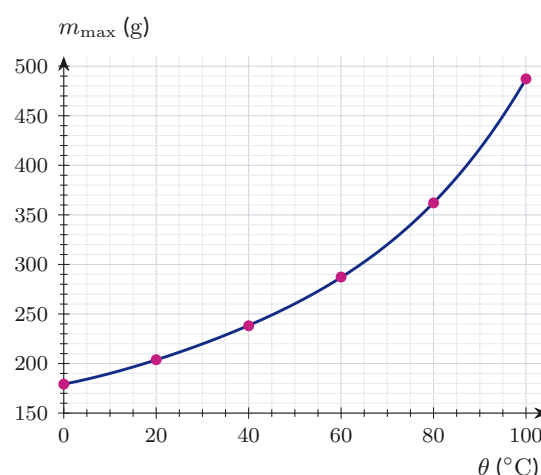


Figure 1 — Masse maximale de sucre dissous dans 100 g d'eau

- 4.3** Une solution saturée de sucre à 20°C a une masse volumique de $1,33 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$. Calculer le volume de la solution obtenue en dissolvant la masse maximale de sucre dans 100 g d'eau, puis la concentration maximale du sucre, en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$. Pourquoi est-elle bien inférieure à « 2,04 kg de sucre par litre d'eau » ?

Exercice 5 Préparer une solution très diluée de fluorescéine



Pour suivre le trajet des eaux souterraines, les hydrogéologues injectent de la fluorescéine, colorant détectable même très dilué. Au laboratoire, on doit préparer une solution étalon S de fluorescéine à $c = 5,00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. On dispose d'une balance au centième de gramme, de pipettes jaugées de 5,0, 10,0 et 20,0 mL et de fioles jaugées de 50,0, 100,0 et 250,0 mL.

- 5.1** Quelle masse de fluorescéine faudrait-il peser pour préparer directement 100,0 mL de S par dissolution ? Pourquoi est-ce impossible avec la balance disponible ?
- 5.2** On prépare donc d'abord une solution mère S_0 en dissolvant 0,50 g de fluorescéine dans une fiole jaugée de 100,0 mL. Calculer sa concentration c_0 et le facteur de dilution F nécessaire pour obtenir S . Peut-on réaliser cette dilution en une seule étape avec la verrerie disponible ?
- 5.3** Montrer que deux dilutions successives, de facteurs F_1 puis F_2 , donnent une dilution globale de facteur $F_1 \times F_2$. Proposer, en précisant la verrerie, deux dilutions successives permettant de préparer S .
- 5.4** On mélange 20,0 mL de S et 30,0 mL d'une solution de fluorescéine à $2,00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Calculer la concentration en masse du mélange.
- 5.5** Lors d'un traçage, on injecte 2,0 kg de fluorescéine dans un gouffre. On admet qu'elle colore visiblement l'eau tant que sa concentration dépasse environ $0,1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Quel volume d'eau, en m^3 , peut-elle colorer visiblement ? Donner le résultat en écriture scientifique.