

Expérience mondiale pour l'Année internationale de la chimie

Eaux salées

Ce document contient une description de l'**Activité Eaux salées** qui fait partie de l'Expérience mondiale lancée à l'occasion de l'Année internationale de la chimie, 2011.

La quasi-totalité de l'eau de notre planète se présente sous la forme d'une solution contenant des sels dissous. Dans le cadre de cette activité, les élèves mesureront la salinité d'un échantillon d'eau salée. Durant l'analyse, ils découvriront la nature des solutions et, notamment, la composition de l'eau de mer. Leurs résultats seront transmis à la base de données de l'Expérience mondiale et contribueront à une enquête sur la salinité conduite à l'échelle mondiale.



L'activité peut être réalisée dans le cadre des quatre activités prévues au titre de l'Expérience mondiale ou indépendamment pour permettre à des élèves de participer à l'Année internationale de la chimie.

Sommaire

- Instructions relatives à la soumission des résultats à la base de données mondiale 1
- Instructions relatives à l'activité 2
- Fiche d'activité 4
- Feuille de résultats de la classe 6
- Notes à l'intention de l'enseignant 7
- Résultats types. 12

Soumission des résultats à la base de données mondiale

Les informations à soumettre à la base de données sont les suivantes. Si les caractéristiques de l'école et du lieu ont déjà été fournies au titre d'une autre activité, il convient de relier ces résultats au précédent envoi.

Date du prélèvement : _____

Nature de l'eau : _____ (mer, estuaire, mascaret, lac, etc.)

Salinité de l'eau : _____ (g/kg)

Lieu du prélèvement : _____ (décrire le lieu)

Nombre d'élèves participants : _____

N° d'enregistrement de l'école/la classe : _____

Étude d'eaux salées

L'eau occupe une place capitale dans notre vie quotidienne ! Présente en grande quantité sur la Terre (elle recouvre 70 % de sa surface), elle l'est aussi dans le corps humain (elle représente plus de la moitié de notre poids). Cette activité est axée sur une propriété de l'eau qui est d'importance vitale : son aptitude à dissoudre les substances les plus diverses. De nombreuses substances, comme le sel ou le sucre, semblent disparaître lorsqu'elles se dissolvent dans l'eau ; pourtant, ces apparences sont trompeuses, car il est possible de récupérer le sel et le sucre par évaporation de l'eau.

L'activité utilise cette propriété pour mesurer la quantité de sel contenue dans des eaux naturelles. Les chimistes savent déterminer la quantité d'une multitude d'autres substances présentes dans de l'eau et, grâce à ces données, nous pouvons comprendre le fonctionnement du monde et préserver notre sécurité et notre santé.

Méthode – Mesure de la salinité à partir de la masse

1. Prélever un échantillon (100 ml au minimum) d'eau de mer ou d'eau contenant une teneur élevée en sel. (On peut, le cas échéant, utiliser le même échantillon que celui utilisé pour l'activité 'pH de la Planète'.)
2. Peser la capsule/boîte de façon aussi précise que possible et inscrire le résultat, m_D , sur la fiche d'activité.
3. Mesurer un volume d'eau égal à 100 ml de façon aussi précise que possible et le verser dans la capsule/boîte, V_W
4. Peser la capsule/boîte ainsi remplie d'eau, m_{D+SW} .

Matériel

- Capsule peu profonde ou boîte de Petri, en verre ou en plastique (de préférence, transparent pour faciliter l'observation du sel).
- Couvercle de capsule ou boîte permettant à l'air de circuler.
- Éprouvette ou fiole graduée.
- Balance de précision 0,1 g et d'une capacité adaptée au poids de la capsule/boîte et de l'eau (voir méthode).

Évaporation de l'eau selon l'une des deux méthodes ci-dessous :

5. SOIT – **évaporation solaire** : placer la capsule/boîte en plein soleil et, si besoin, pour éviter la pénétration de poussières, la recouvrir d'un couvercle transparent permettant la libre circulation de l'air. Surveiller régulièrement l'évaporation : elle peut durer une journée, voire plus.
6. SOIT – **évaporation sur plaque chauffante** : porter une plaque chauffante à une température voisine de 80°C et y déposer la capsule/boîte. Surveiller régulièrement pour s'assurer que l'eau ne boue pas et éviter les projections d'eau.

Contrôle de dessiccation – pour vérifier que l'échantillon est sec. Ce procédé est appelé dessiccation jusqu'à poids constant.



7. Peser la capsule/boîte avec le sel et inscrire le résultat sur la fiche d'activité.
8. Placer de nouveau la capsule/boîte au soleil ou sur la plaque chauffante, pendant 15 à 30 minutes.
9. La laisser refroidir, puis faire une nouvelle pesée et inscrire le résultat.
10. Si le poids obtenu à la deuxième pesée est inférieur à celui de la première pesée, répéter une nouvelle fois l'opération et inscrire les résultats.
11. Poursuivre l'opération jusqu'à ce que le poids reste inchangé.
12. Le poids final correspond à la masse de la capsule/boîte et du sel, m_{D+SW} .

Calcul de la salinité

13. Commencer par calculer la quantité de sel en soustrayant de la masse finale de la capsule/boîte et du sel la masse initiale de la capsule/boîte selon la formule :

$$\text{masse du sel} \quad m_S = m_{D+S} - m_D \quad (\text{g})$$

14. Calculer ensuite la masse de l'eau salée analysée dans l'expérience :

$$\text{masse de l'eau salée} \quad m_{SW} = m_{D+SW} - m_D \quad (\text{g})$$

15. Enfin, calculer la salinité en appliquant la formule de la salinité :

$$\text{salinité absolue} \quad S = \frac{m_S}{m_{SW}} \times 1000 \quad (\text{g/kg})$$

C'est cette valeur que vous devez donner à votre enseignant afin qu'il calcule la moyenne de la classe qui sera enregistrée dans la base de données mondiale !

Activité facultative – Mesure de la salinité d'autres échantillons

Si l'on dispose d'autres échantillons d'eau, répéter le procédé de mesure de la salinité pour l'un d'eux.

Activité facultative – Mesure de la salinité à l'aide d'un conductimètre

Si l'on dispose d'un conductimètre, on peut l'utiliser pour effectuer une mesure complémentaire de la salinité. À voir avec votre enseignant.

Fiche d'activité

Inscrire les résultats de votre analyse de salinité sur le tableau, puis répondre aux questions ci-dessous :

			Échantillon d'eau salée	Autre échantillon (facultatif)
Masse de la capsule/boîte	m_D	(g)		
Volume de l'eau salée	V_{SW}	(ml)		
Masse de la capsule/boîte et de l'eau	m_{D+SW}	(g)		
Dessiccation jusqu'à poids constant				
Masse de la capsule/boîte et des sels – 1 ^{er} test		(g)		
Masse de la capsule/boîte et des sels – 2 ^e test		(g)		
Masse de la capsule/boîte et des sels – 3 ^e test		(g)		
Masse finale de la capsule/boîte + sels	m_{D+S}	(g)		
Calculs				
Masse du sel	$m_S = m_{D+S} - m_D$	(g)		
Masse de l'eau salée	$m_{SW} = m_{D+SW} - m_D$	(g)		
Salinité absolue	$S = \frac{m_S}{m_{SW}} \times 1000$	(g/kg)		
Densité	$\sigma = \frac{m_{SW}}{V_{SW}}$	(g/ml)		
Facultatif – Test de conductivité				
Salinité mesurée par la conductivité		(psu)		

Question 1

Examiner la capsule/boîte contenant le sel et y rechercher des signes pouvant indiquer la présence de cristaux. À la lumière, les cristaux brillent parce que leurs faces planes, lorsqu'elles sont suffisamment grandes, reflètent la lumière. Les cristaux sont souvent mieux visibles si l'on utilise la loupe d'un petit microscope.

Décrire l'aspect du sel dans votre capsule/boîte.

Question 2

Comparer la salinité de votre échantillon avec la valeur moyenne de la salinité calculée pour la classe. Indiquer les facteurs qui peuvent être responsables de la différence entre ces valeurs.

Question 3

Si vous avez analysé un échantillon d'eau de mer, comparer la valeur moyenne de la classe et la valeur courante de l'eau de mer, soit un taux de sels de 3,5 % en masse. Expliquer pourquoi la valeur moyenne de la classe peut différer de la valeur courante.

(Si vous avez analysé un autre type d'eau, rechercher les valeurs courantes s'y rapportant et les comparer avec vos mesures.)

Question 4

Quand vous nagez dans une eau salée, avez-vous la sensation qu'elle est plus dense qu'une eau pure ayant une salinité légèrement inférieure à 1 g/ml à 20 °C et pourquoi ?

Feuille de résultats de la classe

Inscrire les valeurs moyennes de la salinité absolue obtenues par les élèves pour l'échantillon d'eau salée analysé au titre de l'Expérience mondiale (et, le cas échéant, d'autres échantillons d'eau – voir Notes à l'intention de l'enseignant). Compléter les données à soumettre à la base de données de l'Expérience mondiale.

Groupe	Échantillon d'eau salée	(Facultatif) Autres échantillons analysés par la classe				
		A	B	C	D	E
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
Moyenne						

- Lieu du prélèvement de l'eau : _____
- Nature de l'eau : _____
- Date du prélèvement : _____
- Température : _____
- Nombre d'élèves participants: _____

Notes à l'intention de l'enseignant

Instructions relatives à l'activité

Ces notes ont pour but d'aider les enseignants à réaliser l'activité 'Eaux salées' avec leur classe. L'idée est d'aider les élèves qui réaliseront cette activité, ainsi que les autres activités prévues au titre de l'Expérience mondiale, en utilisant les ressources locales à comprendre l'eau, ses caractéristiques chimiques, le rôle vital qu'elle joue dans notre quotidien et son importance pour notre Planète. Mais cette activité sera tout aussi utile si elle est réalisée indépendamment pour permettre aux élèves de participer à un projet collectif avec d'autres élèves du monde entier.

Dans le cadre de cette activité, les élèves étudieront la nature des solutions et, plus particulièrement, de substances dissoutes, les solutés. Pour cette activité comme pour l'activité concernant le distillateur solaire, ils feront appel au procédé d'évaporation pour séparer les composants présents dans la solution. Ils utiliseront si possible de l'eau de mer ou d'autres eaux naturellement salées et en mesureront la salinité, c'est-à-dire la quantité de sel contenue dans cette eau.

Résultats d'apprentissage

Au cours de l'activité, les élèves :

- Étudieront les propriétés de solutions aqueuses contenant des sels.
- Feront appel au procédé d'évaporation pour extraire les sels de la solution.
- Mesureront la concentration de sels présents dans un échantillon d'eau et évalueront la qualité de la mesure par rapport à la moyenne établie pour la classe.
- (Facultatif) Étudieront d'autres méthodes de mesure de la salinité et le processus de cristallisation.

Préparation de l'activité

Répartir les élèves par équipes de 2 est souvent une bonne solution pour effectuer ce type d'activité, car cela divise par deux le nombre d'équipements requis et stimule l'entraide entre les élèves. L'activité peut être réalisée soit en une seule fois sur une période de 1 à 2 heures si l'on utilise une plaque chauffante, soit sur une période de 2 jours si l'on opte pour l'évaporation solaire de l'eau.

On veillera à choisir des capsules d'évaporation ayant un diamètre suffisamment grand pour que l'évaporation de l'eau soit aussi rapide que possible. Dans le cas présent, des boîtes de Pétri de 15 cm de diamètre ou des capsules d'un diamètre comparable semblent appropriées. Il y a lieu de vérifier que la plage de capacité de la balance se prête à la mesure du poids de l'ensemble capsule/boîte et eau. Plus la masse de l'eau analysée est élevée, plus la mesure sera précise, mais, par voie de conséquence, plus le temps d'évaporation sera long.

Réalisation de l'activité

L'activité est prévue pour se dérouler en trois étapes :

- La première étape consiste à préparer l'expérience : les élèves mesurent la masse de la capsule/boîte utilisée, le volume de l'eau salée ajoutée et la masse totale de l'eau et de la capsule/boîte. Les élèves peuvent améliorer la précision de leurs mesures en mesurant plusieurs fois chaque valeur et en s'exerçant aux transferts de façon à minimiser les pertes.
- Le temps d'évaporation dépend essentiellement des conditions locales. Il est conseillé d'effectuer un test préalable du temps nécessaire en fonction de l'équipement utilisé par les élèves de façon à garantir le bon déroulement de l'expérience.

L'une des causes majeures d'erreur dans les mesures est la dessiccation incomplète de l'échantillon, même si celui-ci paraît sec. Il est donc recommandé d'appliquer le procédé analytique standard de dessiccation jusqu'à poids constant. L'intérêt de ce procédé est de sensibiliser les élèves au soin à apporter pour obtenir des résultats fiables, mais, compte tenu de sa complexité, en particulier pour des élèves jeunes, il y a lieu d'effectuer un test préalable du temps nécessaire pour obtenir un échantillon totalement sec.

- La troisième étape consiste à effectuer les calculs. La méthode présentée s'adresse à des élèves de second cycle d'enseignement primaire et de premier cycle d'enseignement secondaire. Elle devra être adaptée avant d'être appliquée à d'autres cycles. En conditions normales, il est recommandé de répéter les mesures pour vérifier la qualité des résultats, l'inconvénient étant alors que la période de mesure est très longue. Dans le cas présent, la répétition des mesures est assurée à travers le calcul de la moyenne des résultats fournis par chaque élève de la classe. De ce fait, aussi, tous les élèves contribuent au résultat qui sera transmis à la base de données de l'Expérience mondiale.

Échantillons d'eau

Les échantillons d'eau de mer se prêtent particulièrement bien à cette activité, car la quantité de sel dans l'eau de mer est facile à mesurer ; elle est d'ordinaire voisine de 3,5 %, c'est-à-dire que, pour des échantillons de 100 ml, la masse de sel mesurée est comprise entre 3 et 4 g. Les échantillons prélevés en mer ou dans des estuaires sont également appropriés.

Si les échantillons sont prélevés dans des sources habituellement considérées comme de l'eau douce et susceptibles d'avoir une teneur en sels beaucoup plus faible, il est parfois nécessaire de fabriquer une eau de mer « reconstituée » en ajoutant 35 g de sel de table (chlorure de sodium) par litre d'eau. Les élèves peuvent ensuite tester la méthode sur de l'eau de mer reconstituée avant de procéder aux mesures avec leur source d'eau locale.

Filtration : dans le cas d'eaux contenant des matières visibles en suspension, il est recommandé de procéder à une filtration avant évaporation.

Activités facultatives

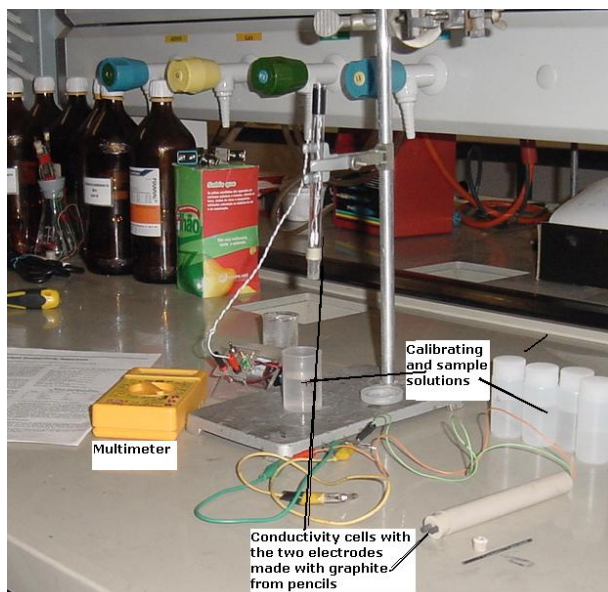
Autres échantillons d'eau

Les élèves peuvent étudier la salinité d'autres échantillons d'eau pour comprendre les variations de salinité dans différents liquides courants, comme les solutions salines normales utilisées en médecine. On peut demander aux élèves d'apporter des échantillons de diverses solutions d'usage quotidien de telle sorte que chaque élève puisse analyser des échantillons différents et que les résultats obtenus puissent être discutés en classe. (Mais il faut veiller à contrôler la présence, dans les échantillons, de quantités significatives de substances dissoutes autres que des sels.)

Mesure de la salinité à l'aide d'un conductimètre électrique

Si votre école est dotée de conductimètres, les élèves disposent d'une deuxième source de données sur la salinité qu'ils pourront comparer avec les valeurs obtenues par l'expérience d'évaporation.

Il est facile de fabriquer des conductimètres qualitatifs simples avec du matériel de



laboratoire de base pour démontrer que les solutions salées sont conductrices d'électricité et que le courant est proportionnel à la concentration de sels.

Ces appareils doivent être étalonnés à l'aide d'une solution d'eau de mer de salinité connue ou d'une solution de chlorure de potassium équivalente. La valeur estimée est ainsi une valeur relative et la salinité est exprimée en unités de salinité pratique (*practical salinity units*, PSU) qui est une unité sans dimension.

Niveaux d'explication

École primaire

Pour des élèves de primaire, l'activité est une excellente occasion d'utiliser un matériel simple et d'apprendre à rendre compte de leurs observations. La présentation des calculs à effectuer doit être adaptée au niveau de la classe.

La qualité et l'existence de l'eau sont des notions importantes en chimie que les élèves devraient connaître du fait de l'eau potable qu'ils boivent et des maladies d'origine hydrique auxquelles ils peuvent être exposés.

L'activité permet d'enseigner aux élèves que l'eau peut contenir diverses substances, utiles ou nuisibles, en concentrations variables, et que diverses méthodes de séparation existent.

L'activité permet aussi aux élèves d'acquérir des connaissances sur les changements d'état qui se produisent dans la nature et sur des procédés, comme l'évaporation et la cristallisation. Elle est également l'occasion de les sensibiliser sur les ressources minérales que contiennent les systèmes aquatiques.

Collège

Outre les résultats d'apprentissage décrits pour le niveau primaire, les élèves peuvent mettre à profit leurs connaissances en algèbre pour l'étape 'calculs' et étudier les lois de proportionnalité de volume et de masse dans la détermination des concentrations et des densités.

Les unités, en l'occurrence unités SI, utilisées pour exprimer les diverses quantités étudiées sont une question qu'il peut être pertinent d'aborder ici.

Les concepts de substances solubles et insolubles, de solutions et de solubilité figurent parmi les autres thèmes à étudier. Il en va de même du processus de cristallisation et, plus largement, de celui de redissolution, puis de recristallisation, dans le cadre d'une activité facultative à réaliser en lien avec le développement de cristaux.

Une discussion plus approfondie des changements d'état peut être présentée, portant notamment sur la théorie des particules et les concepts de chaleur, de température et de tension de vapeur.

Lycée

L'approche quantitative permet aux élèves d'étudier les chiffres significatifs associés aux valeurs des quantités mesurées et calculées.

Il est possible de développer l'activité pour couvrir l'identification chimique de quelques espèces en solution, en l'occurrence le chlorure de sodium, en écrivant des réactions chimiques simples.

Il est intéressant d'introduire les concepts de quantité de substance, de concentration et de coefficients stoechiométriques et d'enseigner aux élèves à écrire des formules et des équations chimiques.

L'emploi de conductimètres électriques est particulièrement recommandé pour illustrer les différentes approches permettant d'acquérir des données quantitatives.

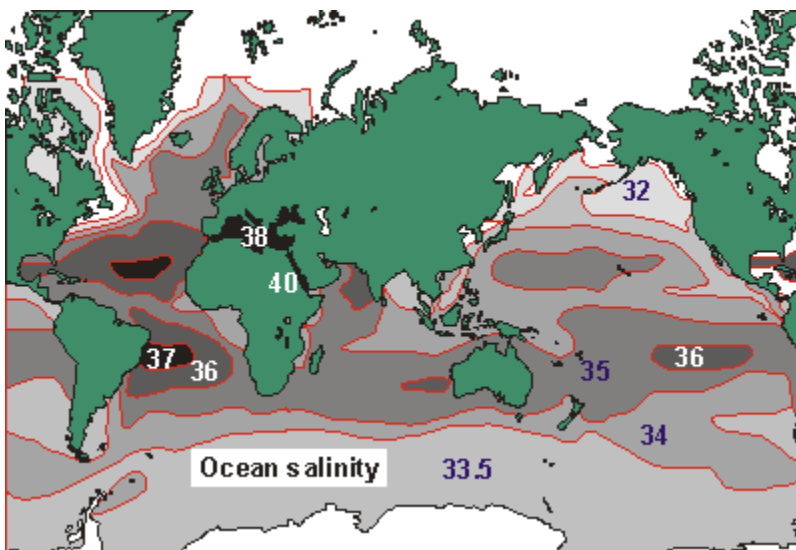
Données de base

Les eaux des océans sont naturellement salines et ont une salinité moyenne de 3,5 %. La **salinité** mesure la quantité de sels dissous dans l'eau, c'est-à-dire la quantité de sels (en grammes) dissous dans 1000 grammes (1 kilogramme). Elle désigne la **salinité absolue, S** (g/kg) de l'eau de mer. On utilise aussi le symbole ‰ qui signifie parties pour mille.

La composition de l'eau de mer est relativement complexe et les différents sels qu'elle contient y sont présents en grandes quantités. Tous les sels sont composés d'ions, comme les ions sodium et les ions chlorure dans le chlorure de sodium. Dans l'eau, tous les ions se séparent et les ions existent donc indépendamment dans l'eau de mer (Tableau 1).

Tableau 1 Concentrations types des ions dans l'eau de mer

Ion	g/kg
Chlorure Cl^{-1}	19,345
Sodium Na^{+1}	10,752
Sulfate SO_4^{-2}	2,701
Magnésium Mg^{+2}	1,295
Calcium Ca^{+2}	0,416
Potassium K^{+1}	0,390
Bicarbonate HCO_3^{-1}	0,145
Bromure Br^{-1}	0,066
Borate BO_3^{-3}	0,027
Strontium Sr^{+2}	0,013
Fluorure F^{-1}	0,001



Légende

ocean salinity : salinité des océans

Méthodes de mesure de la salinité

La première méthode utilisée pour déterminer la salinité a été la méthode chimique de Knudsen-Mohr, basée sur le titrage volumétrique des ions chlore, Cl^- , brome, Br^- et iode, I^- . Elle consiste à provoquer la précipitation des ions en présence de nitrate d'argent, AgNO_3 (aq). On peut alors mesurer la masse du précipité et calculer la concentration en ion chlorures.

La première équation empirique dans laquelle cette mesure de la chlorinité ($\text{Cl} \text{‰}$) est exprimée en salinité absolue, $S \text{‰}$, date de 1902 : $S = 0,03 + 1,805 (\text{Cl})$. Or, selon cette formule, pour une chlorinité nulle, la salinité n'est pas égale à zéro, ce qui est contraire au principe des proportions constantes. Pour résoudre cette contradiction, l'UNESCO a proposé en 1969 une nouvelle formule : $S = 1,80655 (\text{Cl})$. Une salinité de 35 ‰ correspond à une chlorinité de 19,374 ‰.

La conductivité électrique de l'eau peut aussi être utilisée pour mesurer sa composition ionique et, donc, sa salinité. La méthode instrumentale repose sur la comparaison des conductivités de l'échantillon d'eau et des valeurs de référence de la conductivité, en admettant l'existence d'une relation proportionnelle entre la conductivité et la salinité. On utilise, comme solutions standard de la conductivité, des solutions de chlorure de potassium, KCl (aq).

En 1978, les océanographes ont redéfini la salinité en l'exprimant en **unités de salinité pratique (psu)**, qui mesurent le rapport de la conductivité d'un échantillon d'eau de mer par rapport à une solution KCl standard. Ces rapports sont exprimés sans unité ; autrement dit 35 équivaut à 35 ‰. Des solutions salines standard de conductivité connue ont été mises au point pour servir de référence pour le calibrage des salinomètres, qui sont des conductimètres spécialement conçus pour déterminer la salinité de l'eau de mer.

L'estimation de valeurs de salinité de haute qualité revêt aujourd'hui une pertinence et une importance considérables à l'échelon mondial, étant donné le rôle majeur que joue la salinité dans le contexte des problèmes environnementaux actuels liés au changement climatique mondial.

Résultats types – Fiche d'activité

Inscrire les résultats de votre analyse de salinité sur le tableau, puis répondre aux questions ci-dessous :

			Échantillon d'eau salée	Saline normale
Masse de la capsule/boîte	m_D	(g)	73,2	74,5
Volume de l'eau salée	V_{SW}	(ml)	102	97
Masse de la capsule/boîte et de l'eau	m_{D+SW}	(g)	178,5	172,1

Dessiccation jusqu'à poids constant

Masse de la capsule/boîte et des sels – 1 ^{er} test	(g)	78,5	75,7	
Masse de la capsule/boîte et des sels – 2 ^e test	(g)	77,0	75,7	
Masse de la capsule/boîte et des sels – 3 ^e test	(g)	77,0		
Masse finale de la capsule/boîte + sels	m_{D+S}	(g)	77,0	75,7

Calculs

Masse du sel	$m_S = m_{D+S} - m_D$	(g)	3,8	1,2
Masse de l'eau salée	$m_{SW} = m_{D+SW} - m_D$	(g)	105,3	97,6
Salinité absolue	$S = \frac{m_S}{m_{SW}} \times 1000$	(g/kg)	36	12
Densité	$\sigma = \frac{m_{SW}}{V_{SW}}$	(g/ml)	1,03	1,01

Facultatif – Test de conductivité

Salinité mesurée par la conductivité	(psu)		
--------------------------------------	-------	--	--

Question 1

Examiner la capsule/boîte contenant le sel et y rechercher des signes pouvant indiquer la présence de cristaux. À la lumière, les cristaux brillent parce que leurs faces planes, lorsqu'elles sont suffisamment grandes, reflètent la lumière. Les cristaux sont souvent mieux visibles si l'on utilise la loupe d'un petit microscope.

Décrire l'aspect du sel dans votre capsule/boîte.

Une grande partie de la matière contenue dans la capsule/boîte était à l'état pulvérulent et de couleur brunâtre. Au centre, il y avait des fragments de matière plus gros, qui brillaient lorsqu'ils ont été éclairés par la lumière d'une torche.

Question 2

Comparer la salinité de votre échantillon avec la valeur moyenne de la salinité calculée pour la classe. Indiquer les facteurs qui peuvent être responsables de la différence entre ces valeurs.

La salinité moyenne de l'échantillon d'eau salée calculée pour la classe, 36,7 g/kg, était légèrement plus élevée que notre valeur. Mais d'autres groupes ont obtenu des valeurs qui n'étaient pas aussi proches.

Question 3

Si vous avez analysé un échantillon d'eau de mer, comparer la valeur moyenne de la classe et la valeur courante de l'eau de mer, soit un taux de sels de 3,5 % en masse. Expliquer pourquoi la valeur moyenne de la classe peut différer de la valeur courante.

(Si vous avez analysé un autre type d'eau, rechercher les valeurs courantes s'y rapportant et les comparer avec vos mesures.)

La moyenne de notre classe a montré que la salinité était très proche de la valeur normale de l'eau de mer. Cette valeur légèrement plus élevée peut être due au fait que l'échantillon a été prélevé dans une zone où l'eau était peu profonde et, donc très chaude, et où l'évaporation a donc pu être plus importante.

Question 4

Quand vous nagez dans une eau salée, avez-vous la sensation qu'elle est plus dense qu'une eau pure (ayant une salinité légèrement inférieure à 1 g/ml à 20 °C) et pourquoi ?

Oui, parce qu'on flotte mieux dans la mer que dans une eau douce.