Année Internationale de la
CHIMIE
2011

Année internationale de la chimie 2011

L'expérience de chimie mondiale

L'eau: une solution chimique

MANUEL D'ACTIVITÉS À L'USAGE DES ÉLÈVES

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

International Union of Pure and Applied Chemistry

Partners for the International Year of Chemistry 2011

Partenaires pour l'Année internationale de la chimie 2011

Année Internationale de la CHIMIE 2011

CONSIGNES POUR LE KIT DE MESURE MONDIALE DE L'EAU À PETITE ÉCHELLE

Kit de micro-expérimentation mondiale sur l'eau

Le pH de la Planète

(Calcul du pH de différentes sources d'eau)

Instructions aux élèves

Présentation de l'expérience

Les élèves travaillent en petits groupes (4 à 6, ou par deux si leur nombre le permet). Il s'agit de mesurer le pH d'un échantillon d'eau recueilli sur place (douce, salée, estuarienne, de mer, etc.). Un kit de micro-expérimentation est nécessaire par groupe. Les résultats de l'expérience seront analysés et envoyés à la base de données de l'Expérience de chimie mondiale.

Avant de commencer l'activité, mesurez la température de l'échantillon d'eau à l'aide du thermomètre du kit scolaire. Notez le chiffre sur la feuille de résultats.

L'activité se déroule comme suit:

- Prélever un échantillon d'eau naturel sur une source identifiable.
- Puis, pour déterminer le pH de l'échantillon:
- Déposer des volumes de 2 ml d'eau dans les grands godets du comboplate.
- Ajouter des gouttes d'un indicateur coloré et évaluer les couleurs obtenues à l'aide d'un nuancier pour chaque indicateur.

Enfin:

- Analyser les données et introduire les résultats dans la base de données de l'Expérience mondiale.

Matériel nécessaire pour l'activité

Sur place:

- -1 x échantillon d'eau d'une source locale (mer, eau douce, estuaire, eau salée) de 100 à 250 ml)
- eau du robinet (pour rincer)
- feutre permanent ou stylo à encre (pour étiqueter les micropipettes)
- un morceau de papier blanc dans le kit de micro-expérimentation :
- 1 x comboplate
- 1 x seringue en plastique de 2 ml
- 2 x micropipettes (pour les indicateurs)
- 1 x microspatule en plastique par échantillon d'eau (pour remuer)

Année internationale de la
CHIMIE
2011

CONSIGNES POUR LE KIT DE MESURE MONDIALE DE L'EAU À PETITE ÉCHELLE

Dans le kit scolaire:

- un thermomètre – DEMANDER À L'ENSEIGNANT
- une solution de bleu de bromothymol – DEMANDER À L'ENSEIGNANT
- une solution de pourpre de m-crésol – DEMANDER À L'ENSEIGNANT
- des nuanciers pour le bleu de bromothymol et le pourpre de m-crésol – DEMANDER À L'ENSEIGNANT

Précautions à respecter

L'eau utilisée pour cette activité est impropre à la consommation.
Évitez le contact direct avec les échantillons d'eau et les indicateurs colorés.
Lavez vos mains à l'eau et au savon après l'activité.

Testez le pH de votre échantillon d'eau avec le bleu de bromothymol

1. Avant de commencer, assurez-vous que tout votre matériel est propre et sec. S'il reste le moindre résidu dans les godets du comboplate, les échantillons d'eau peuvent être contaminés et les résultats faussés.
2. À l'aide du thermomètre du kit scolaire, mesurez la température de l'échantillon d'eau et notez-la.
3. Placez le comboplate sur le papier blanc pour mieux voir la couleur de l'indicateur.
4. À l'aide de la seringue propre et sèche, prélevez 2 ml de l'échantillon d'eau dans son récipient.
5. Déposez le volume d'eau de la seringue dans un grand godet du comboplate, par exemple le F1.
6. Répétez deux fois les opérations 4 et 5, de façon à garnir les godets F2 et F3.
7. Au feutre permanent ou au stylo à encre, inscrivez **BTB** pour bleu de bromothymol sur l'embout d'une micropipette propre.
8. Remplissez la micropipette de solution d'indicateur bleu de bromothymol. Ajoutez soigneusement trois gouttes de la solution à chacun des godets F1, F2 et F3 contenant les échantillons d'eau. Les gouttes doivent être de taille identique.

Astuce: vous pouvez partager le bleu de bromothymol avec d'autres groupes d'élèves, trois gouttes seulement étant nécessaires à la fois.

9. Remuez le contenu de chaque godet avec une microspatule pour le mélanger à fond.
10. Regardez le nuancier du bleu de bromothymol pour évaluer le pH de l'échantillon contenu dans chaque godet. Notez chaque chiffre à une décimale sur la feuille de résultats. Calculez le pH moyen de votre échantillon.

Testez le pH de votre échantillon d'eau avec le pourpre de *m*-crésol (pour échantillons au pH supérieur à 7,6)

1. Si le pH de votre échantillon déterminé au bleu de bromothymol est égal ou supérieur à 7,6, vous devez renouveler l'expérience avec la solution de pourpre de *m*-crésol.
2. Avec la seringue, déposez 2 ml du même échantillon d'eau dans les godets F4, F5 et F6.
3. Avec le feutre ou le stylo, étiquetez une autre micropipette en inscrivant cette fois **mCP** pour pourpre de *m*-crésol.
4. Remplissez la micropipette de solution de pourpre de m-crésol. Ajoutez trois gouttes de taille égale de cette solution dans chaque godet. (N'oubliez pas de partager l'indicateur avec les autres groupes.)
5. Remuez le contenu des godets avec une microspatule propre. (N'utilisez pas celle qui a déjà servi pour le bleu de bromothymol à moins de l'avoir parfaitement lavée et séchée.)
6. Regardez le nuancier du pourpre de m-crésol pour évaluer le pH de l'échantillon contenu dans chaque godet. Notez chaque chiffre sur la feuille de résultats. Calculez le pH moyen de votre échantillon à une décimale.

Analyse et communication des résultats

1. Déterminez quel indicateur a donné la meilleure mesure du pH de votre échantillon.
2. Notez la moyenne retenue sur le tableau de résultats de la classe.
3. Si toute la classe a utilisé le même échantillon, calculez la moyenne de la classe pour l'échantillon d'eau local. Ce pH est celui qui sera envoyé à la base de données de l'Expérience mondiale.
4. Si d'autres groupes ont testé d'autres échantillons, la moyenne des pH de ces échantillons peut également être envoyée à la base de données de l'Expérience mondiale, à condition que chaque échantillon soit dûment identifié.

Rincez et séchez tout le matériel utilisé et replacez-le soigneusement dans le kit.

Lavez vos mains à l'eau et au savon.

Feuille d'observations et de résultats des élèves

Activité "Le pH de la Planète"

Remplir une feuille par échantillon d'eau testé.

1. Remplissez le tableau suivant:

Date de prélèvement de l'échantillon d'eau	
Date de la mesure du pH	
Température de l'eau au moment de la mesure du pH	……ºC
Type d'eau (mer, rivière, étang, marais, etc.)	
Décrivez l'endroit où l'eau a été recueillie	

2. Notez les valeurs de pH de votre échantillon d'eau sur le tableau ci-dessous:

Référence du godet	**pH avec le bleu de bromothymol**	**pH avec le pourpre de *m*-crésol**	**pH moyen avec le meilleur indicateur**

Année Internationale de la CHIMIE 2011

CONSIGNES POUR LE KIT DE MESURE MONDIALE DE L'EAU À PETITE ÉCHELLE

Kit de micro-expérimentation mondiale sur l'eau

Les eaux salées

Instructions aux élèves

Présentation de l'expérience

La formation et la fonte des glaces, l'évaporation et les précipitations modifient la salinité des océans. La fonte des glaces, l'augmentation de la pluviosité et l'écoulement des fleuves dans leurs eaux les rendent moins salés. Plus l'eau est salée, moins elle est adaptée à la consommation humaine (en d'autres termes, moins elle est potable).

Lorsqu'une solution salée s'évapore, la vapeur d'eau dégagée entre dans l'atmosphère et la solution restante est plus concentrée en substances non volatiles (qui ne s'évaporent pas). Si l'évaporation se poursuit jusqu'à dessiccation complète, un dépôt solide se forme. Dans le cas de l'eau de mer, ce dépôt est constitué de cristaux de sel marin, composés essentiellement (à 95%) de chlorure de sodium NaCl(s).

Les élèves travailleront en petits groupes (4 à 6, ou par deux si leur nombre le permet) sur un volume et une masse connus d'eau salée (ou d'une préparation d'eau saline). L'échantillon doit s'évaporer entièrement et le dépôt solide restant sera pesé. On pourra alors calculer la masse de sel dans l'échantillon après évaporation. Les grands élèves pourront déterminer la densité et la salinité de l'échantillon.

Avant de commencer l'activité, mesurez avec le thermomètre du kit de micro-expérimentation la température de l'échantillon d'eau ou de l'eau utilisée pour préparer la solution saline.

L'activité se déroule comme suit:

1. Préparer un échantillon d'eau salée (solution saline) OU recueillir de l'eau naturellement salée, par exemple de l'eau de mer.
2. Déterminer la masse d'un volume connu (2 ml) de l'échantillon d'eau.
3. Laisser évaporer l'échantillon.

Puis, pour calculer la masse de sel dans l'échantillon:

4. Peser le sel restant après évaporation, c'est-à-dire la masse de sel dissoute dans la solution préparée (petits et grands élèves).
5. Calculer la densité, puis la salinité de l'échantillon (grands élèves).

Pour terminer:

6. Analyser les données et envoyer les résultats à la base de données de l'Expérience mondiale.

CONSIGNES POUR LE KIT DE MESURE MONDIALE DE L'EAU À PETITE ÉCHELLE

Matériel nécessaire pour l'activité

Sur place:

- 1 x échantillon de 250 ml d'eau de mer ou d'eau saline superficielle OU solution saline préparée comme indiqué en Partie 1
- gobelet en plastique ou récipient similaire (d'une capacité de 200-250 ml)
- eau du robinet (pour préparer une solution saline)

Éléments du kit de micro-expérimentation:

- 1 x boîte de Petri avec couvercle
- 1 x cuillère à café en plastique
- 1 x seringue en plastique de 2 ml

Produit du kit de micro-expérimentation:

- sel de table en sac plastique (chlorure de sodium)

Dans le kit scolaire:

- un thermomètre – DEMANDER À L'ENSEIGNANT
- une balance digitale de poche (150 g) – DEMANDER À L'ENSEIGNANT

Précautions à respecter

L'eau utilisée pour cette activité est impropre à la consommation.
Évitez le contact direct avec les échantillons d'eau.
Lavez vos mains à l'eau et au savon après l'activité.

Partie 1 – Préparation de l'échantillon d'eau salée

1. Si vous disposez d'un échantillon d'eau de mer ou d'eau salée, il est inutile de préparer une solution saline. L'expérience sera réalisée avec l'eau recueillie.

Astuce: Il est préférable d'utiliser l'échantillon aussitôt après l'avoir recueilli. Mesurez et notez sa température sans attendre.

2. Si vous ne disposez pas d'eau salée naturelle, vous devez préparer une solution saline. Commencez par remplir le gobelet ou le récipient en plastique de 200 à 250 ml d'eau du robinet propre. Mesurez et notez la température de l'eau.

3. Ajoutez une cuillerée à café rase de sel de table du kit de micro-expérimentation et remuez jusqu'à dissolution complète du sel dans l'eau.

CONSIGNES POUR LE KIT DE MESURE MONDIALE DE L'EAU À PETITE ÉCHELLE

Partie 2 – Détermination du volume et de la masse de l'échantillon d'eau salée

1. Mettez la balance en marche. Lorsque les chiffres "0.00" apparaissent sur l'écran, posez la base de la boîte de Petri, propre et vide, sur le plateau de la balance et pesez-la.
2. Notez la masse exacte de la boîte de Petri vide sur la feuille d'observations et de résultats, dans la colonne Échantillon A.
3. A l'aide de la seringue, prélevez dans le gobelet ou le récipient 2 ml de solution salée. Ajoutez-les soigneusement dans la boîte de Petri sans en renverser.
4. Maintenant, pesez à nouveau la boîte de Petri. Notez la masse exacte de l'ensemble boîte + eau sur la feuille d'observations et de résultats.
5. Répétez les étapes 1 à 4 en utilisant le couvercle de la boîte de Petri. Notez les chiffres sur la feuille d'observations et de résultats dans la colonne Échantillon B.
6. Calculez la masse de l'eau utilisée dans l'échantillon A et l'échantillon B, puis la masse moyenne de l'échantillon d'eau. Notez les résultats sur la feuille d'observations et de résultats.

Partie 3 – Évaporation de l'échantillon d'eau salée et détermination de sa teneur en sel

1. Placez la base et le couvercle de la boîte de Petri dans un endroit chaud et ensoleillé (par exemple sur un rebord de fenêtre au soleil) et laissez-les à cet endroit jusqu'à ce que toute l'eau se soit évaporée.
2. Observez le contenu de la base et du couvercle de la boîte de Petri et notez ce que vous voyez sur la feuille d'observations et de résultats.
3. Maintenant, utilisez la balance comme précédemment pour déterminer la masse de la base de la boîte de Petri et de son contenu après évaporation. Faites de même pour le couvercle de la boîte de Petri. Notez ces valeurs sur la feuille de résultats.
4. Calculez la masse du sel restant dans la base et dans le couvercle de la boîte de Petri. À partir de ces deux valeurs, calculez la masse moyenne du sel dans l'échantillon d'eau (tous les élèves).
5. Calculez la densité ($g.cm^{-3}$) de la solution d'origine à partir de la masse moyenne (grands élèves).
6. Déterminez la salinité de l'échantillon en g/kg (grands élèves).
7. Inscrivez vos résultats sur le tableau de résultats de la classe.
8. Assurez-vous que la balance est éteinte afin de ne pas user ses piles.

Rincez et séchez tout le matériel utilisé et replacez-le soigneusement dans le kit. Lavez vos mains à l'eau et au savon.

Si possible, conservez votre solution saline pour l'activité "Distillateur solaire".

Feuille d'observations et de résultats des élèves

Activité "Les eaux salées"

Nature de l'eau (cochez la case correspondante)	**Solution saline preparée avec le kit**	**Origine Naturelle de l'Eau salée**			
		Estuaire	**Mer**	**Mer Intérieure**	**Autre**
Emplacement de la source d'eau (si naturelle)					
Date de prélèvement					
Température de l'eau					
Conditions météorologiques	Température de l'air ambient : .....ºC Humide .....Sec .....Vent.....				

Observations

Que remarquez-vous à propos du contenu de la base et du couvercle de la boîte de Petri une fois que toute l'eau s'est évaporée?

Calcul de la Masse de Sel Dissous	**Echantillon A**	**Echantillon B**
Masse de la boite de Petri vide (g)		
Masse boîte de Petri + eau (g)		
Masse de l'échantillon d'eau utilisée (g)		
Masse moyenne de l'échantillon d'eau utilisée (g)		
Masse de la boîte Petri après evaporation (g)		
Masse de sel dissous dans l'échantillon (g)		
Masse moyenne du sel dissous dans l'échantillon (g)		

Calcul de la densité et de la salinité de la solution saline (grands élèves)*

Densité de la solution saline, $g.cm^{-3}$	
Salinité de l'échantillon (g/kg)	

* Voir les formules page suivante.

Calcul de la densité ($g.cm^{-3}$) de la solution saline

Un volume initial de 2 ml a été prélevé sur l'échantillon pour être placé dans la base et dans le couvercle de la boîte de Petri. La masse moyenne de sel dissous notée sur le tableau précédent correspond donc à un échantillon de 2 ml.

Pour obtenir la densité, il faut déterminer la masse de sel dans un échantillon de 1 ml, c'est-à-dire divisé par deux.

$$\text{Densité} = \frac{\text{Masse moyenne du sel dissous (g)}}{\text{Échantillon de 2 ml d'eau}}$$

$$= \frac{\text{Masse du sel dissous (g)}}{\text{Échantillon de 1 ml d'eau}}$$

Densité de la solution = _____ $g.cm^{-3}$

Calcul de la salinité (g/kg) de la solution saline

$$\text{Salinité} = \frac{\text{Masse du sel dissous (g)}}{\text{Masse de l'échantillon d'eau (kg)}}$$

Vous avez noté la masse moyenne en grammes de l'échantillon d'eau utilisé. Convertissez-la en une masse en kg et calculez la salinité de l'échantillon.

Salinité de la solution = _____ g/kg

Année internationale de la CHIMIE 2011

CONSIGNES POUR LE KIT DE MESURE MONDIALE DE L'EAU À PETITE ÉCHELLE

Kit de micro-expérimentation mondiale sur l'eau

Propre et sans germes!

(Le traitement de l'eau)

Instructions aux élèves

Présentation de l'expérience

La javellisation de l'eau de boisson est un bel exemple d'utilité de la chimie dans notre vie quotidienne. L'ajout dans l'eau que nous buvons de petites quantités de chlore aide à détruire les germes, tels que les bactéries et les virus qui dans le passé ont tué des milliers de personnes par an. La javellisation de l'eau de boisson a amélioré la santé publique dans beaucoup d'endroits du monde.

Les élèves travailleront en petits groupes (4 à 6, ou par deux si leur nombre le permet). L'expérience consiste à traiter de l'eau sale provenant d'une source naturelle. Elle met en pratique deux grands aspects du traitement de l'eau: la clarification et la désinfection.

La clarification est le procédé employé pour enlever des débris solides d'une eau naturelle ou d'une eau usée. Elle est réalisée en quatre étapes:

1. **L'aération**, première étape du traitement, est l'ajout d'air à l'eau. Elle permet aux gaz dissous dans l'eau de s'échapper et apporte à l'eau un supplément d'oxygène qui contribuera à détruire les germes.
2. **La coagulation** est le processus par lequel les impuretés et autres particules solides en suspension dans l'eau"s'agglomèrent" pour former des "flocs" (grumeaux d'alun et de sédiments) qu'il est alors facile d'éliminer.
3. **La sédimentation** se produit quand la gravité attire les flocs vers le bas du récipient. Dans une usine de traitement, des lits filtrants recueillent les flocs en bas et laissent l'eau claire s'évacuer en eau.
4. **La filtration** à l'aide d'un filtre à sable et à galets enlève la plupart des impuretés restées dans l'eau après la coagulation et la sédimentation.

La désinfection est le procédé qui permet de détruire les germes présents dans l'eau filtrée. Dans cette activité, un désinfectant au chlore sera utilisé pour les détruire chimiquement (expérience recommandée pour les grands élèves ou en démonstration pour les plus jeunes).

Pour obtenir une eau propre bonne pour la boisson:

- **Désinfecter** l'échantillon d'eau à l'aide d'un désinfectant à base de chlore.

Puis, pour terminer l'activité:

- **Analyser** les données et envoyer les résultats à la base de données de l'Expérience mondiale.

Matériel nécessaire pour la clarification de l'eau

Sur place:

- 200-500 ml d'eau naturelle "sale", qui pourra être prélevée dans un cours d'eau, un étang ou un marais ; il est également possible d'ajouter 2 ou 3 cuillers à café de terre ou de boue dans une tasse d'eau et de bien remuer. Ne pas chercher à recueillir de l'eau "proper": l'eau de l'échantillon doit être trouble
- 1 ou 2 cuillères à café de sable fin (grains de ±1 mm) lavé et séché
- 1 ou 2 cuillères à café de gros sable (grains de 5 mm maximum) lavé et séché
- une montre avec trotteuse ou si possible un chronomètre

Éléments du kit de micro-expérimentation:

- 2 x grands flacons à échantillon avec couvercle
- 2 x seringues en plastique jetables de 2,5 ml
- comboplate
- microsupport à bras transversal
- un petit morceau de coton hydrophile
- 1 x microspatule
- 2 x micropipettes
- 1 x cuillère à café en plastique

Produit du kit de micro-expérimentation:

- cristaux d'alun en sac plastique (sulfate double d'aluminium et potassium)

Précautions à respecter

L'eau utilisée pour cette activité est impropre à la consommation.
Évitez le contact direct avec l'eau, l'alun et le désinfectant.
Lavez vos mains à l'eau et au savon après l'activité.

Procédure de clarification de l'eau

1. Secouez/remuez votre échantillon d'eau sale. Versez-en dans l'un des grands flacons en quantité suffisante pour le remplir aux trois quarts. Décrivez l'aspect et l'odeur de l'eau en vous servant de la feuille d'observations "clarification".
2. Posez le couvercle sur le flacon et agitez fortement pendant 30 secondes. Poursuivez l'aération en versant l'eau dans le second flacon, puis à nouveau dans le premier et ainsi 10 fois de suite. Lorsque l'aération est terminée, l'eau ne doit plus contenir aucune bulle.
3. Avec l'extrémité fine de la microspatule, ajoutez un gros cristal (ou deux petits cristaux) d'alun à l'eau aérée. Remuez lentement le mélange pendant 5 minutes avec le bout de la cuillère en plastique. Décrivez l'aspect et l'odeur de l'eau en vous servant de la feuille d'observations.

4. Laissez l'eau reposer dans le flacon. Observez-la à 5 et 10 minutes d'intervalle. Cet échantillon (eau + alun) sera nécessaire à l'étape de filtration.
5. Quel est à présent l'aspect de l'eau? Notez ce que vous voyez sur la feuille d'observations.
6. Construisez un filtre à sable dans l'une des seringues jetables:
   a. Retirez le piston de la seringue et posez-la sur le côté.
   b. Utilisez le comboplate et le microsupport pour maintenir la seringue.
   c. Placez un petit morceau de coton hydrophile au fond de la seringue. Tirez sur le coton pour que la couche soit mince. Avec une couche de coton trop épaisse, le filtre ne marchera pas bien. Positionnez le coton en appuyant légèrement dessus avec un crayon.
   d. Avec l'extrémité de la cuillère, versez le gros sable sur le coton jusqu'à la marque 1,5 ml. Peu importe s'il reste des espaces entre les grains de sable.
   e. Versez le sable fin par-dessus le gros sable de façon à remplir la seringue, en laissant un jeu de 1 mm environ en haut. Il n'est pas nécessaire de presser fortement le sable.
   f. Nettoyez le filtre en ajoutant lentement et soigneusement de l'eau de boisson à l'aide d'une micropipette. Jetez l'eau qui est passée à travers le filtre.
7. Nettoyez le deuxième flacon à l'eau de boisson propre. Il servira à recueillir l'eau filtrée.
8. Lorsqu'une grande quantité de sédiments s'est déposée au fond du flacon contenant le mélange eau + alun, aspirez avec une micropipette propre un peu de ce mélange juste sous la surface du liquide. Ajoutez le mélange eau + alun prélevé au filtre préparé dans la seringue. Attention de ne pas troubler le dépôt. Filtrez environ les trois quarts du mélange eau + alun.
9. Recueillez l'eau filtrée dans le flacon propre.
10. Comparez l'eau traitée et l'eau non traitée. Comment le traitement a-t-il modifié l'aspect et l'odeur de l'eau?
11. Conservez l'eau filtrée pour la procédure de désinfection (pour les plus jeunes, laissez l'enseignant réaliser l'opération).

La désinfection de l'eau

Pourquoi l'eau doit-elle être désinfectée?

L'eau filtrée est débarrassée de nombreuses particules visibles, mais elle contient encore beaucoup de germes vivants invisibles à l'œil nu qui peuvent transmettre des maladies. Le chlore est utilisé dans de nombreuses installations de traitement pour éliminer des germes nocifs et de petites particules de matière organique. Dans cette partie de l'activité, nous mesurerons le "chlore libre", c'est-à-dire la quantité de chlore disponible dans l'eau pour détruire des germes et de la matière organique. Les usines de traitement utilisent du chlore en quantité suffisante pour éliminer les germes présents dans l'eau, plus une petite quantité supplémentaire pour lutter contre ceux qu'elle peut rencontrer avant d'arriver par exemple dans les maisons. Cette petite quantité de chlore en plus est appelée "chlore libre"; on peut la détecter à l'aide de bandelettes de test.

Matériel nécessaire pour la désinfection de l'eau

Le filtrat obtenu à l'étape de clarification

Attention:
ne pas boire l'eau de cette expérience

Éléments du kit de micro-expérimentation:

- bandelettes de test et nuancier pour le chlore
- micropipette contenant une solution d'hypochlorite de calcium
- 1 x seringue en plastique jetable de 2,5 ml
- montre avec trotteuse ou chronometer

Produit du kit de micro-expérimentation:

- solution d'hypochlorite de calcium (à demander à l'enseignant dans la micropipette)

Procédure de désinfection de l'eau

(D'après l'activité proposée par l'Agence américaine de protection de l'environnement à http://epa.gov/ogwdw000/kids/grades_4-8_water_filtration.html)

1. À l'aide la seringue, déposez 2 ml du filtrat obtenu lors de la procédure de clarification dans un grand godet du comboplate.
2. Plongez une bandelette de test dans le liquide clair et utilisez le nuancier pour évaluer le "chlore libre". Notez le résultat sur la feuille de résultats fournie pour la procédure de désinfection.
3. Ajoutez 2 gouttes de solution d'hypochlorite de calcium au liquide filtré, remuez doucement pendant 5 secondes avec la microspatule et recommencez immédiatement le test avec une bandelette neuve (changez de bandelette pour chaque mesure). Notez le résultat. (Si aucun chlore libre n'a été détecté, passez directement à l'étape 5.)
4. Attendez 10 minutes SANS RAJOUTER D'HYPOCHLORITE DE CALCIUM et mesurez à nouveau le chlore libre.
5. Si le niveau de chlore libre mesuré après 10 minutes (étape 4) est inférieur à 1 ppm, ajoutez 2 gouttes supplémentaires d'hypochlorite de calcium, remuez et mesurez le chlore libre. Attendez 10 minutes et mesurez à nouveau le chlore libre.
6. Répétez l'étape 5 en ajoutant 2 gouttes d'hypochlorite de calcium jusqu'à ce que le niveau de chlore libre atteigne 1 à 3 ppm après 10 minutes.

Feuille d'observations des élèves
Clarification de l'eau

1. Remplissez le tableau suivant pour l'eau "sale" recueillie:

Date de prélevement de l'échantillon	
Température de l'eau au moment du prélévèment	……..°C
Type d'eau (étang, cours d'eau ou marais)	
Décrivez l'endroit où vous avez trouvé l'eau	
Eau douce ou estuairenne	
Aspect et odeur de l'eau "sale" après traitement	

Decrivez l'aspect de l'eau

Immédiatement après ajout d'alun	
5 minutes après ajout d'alun	
10 minutes après ajout d'alun	

2. Comparez l'eau traitée et l'eau non traitée. Le traitement a-t-il modifié l'aspect et l'odeur de l'eau?
3. Pensez-vous que votre eau traitée est maintenant bonne à boire? Justifiez votre réponse.

Feuille de résultats des élèves
Désinfection

Date de prélèvement de l'échantillon	
Température de l'eau au moment du prélèvement	……..°C
Type d'eau (étang, cours d'eau ou marais)	
Décrivez l'endroit où vous avez trouvé l'eau	
Eau douce ou estuarienne	

Tableau d'observation du chlore libre
(Remplir un tableau par échantillon)

Eau filtrée/Nbre total de gouttes de disinfectant ajoutées	**Chlore libre**		
	OUI/NON	**Couleur de la bandelette-test**	**Chlore libre en ppm**
Pas de désinfection			
+ 2 gouttes de désinfectant			
+ 2 gouttes de désinfectant après 10 minutes			
+ 4 gouttes de désinfectant en tout			
+ 4 gouttes de désinfectant en tout, après 10 minutes			
+ 6 gouttes de désinfectant en tout			
+ 6 gouttes de désinfectant en tout, après 10 minutes			

Pensez-vous que votre eau traitée est maintenant bonne à boire? Justifiez votre réponse.

CONSIGNES POUR LE KIT DE MESURE MONDIALE DE L'EAU À PETITE ÉCHELLE

Kit de micro-expérimentation mondiale sur l'eau

Superpuissance solaire → eau propre

(Conception et réalisation d'un distillateur solaire)

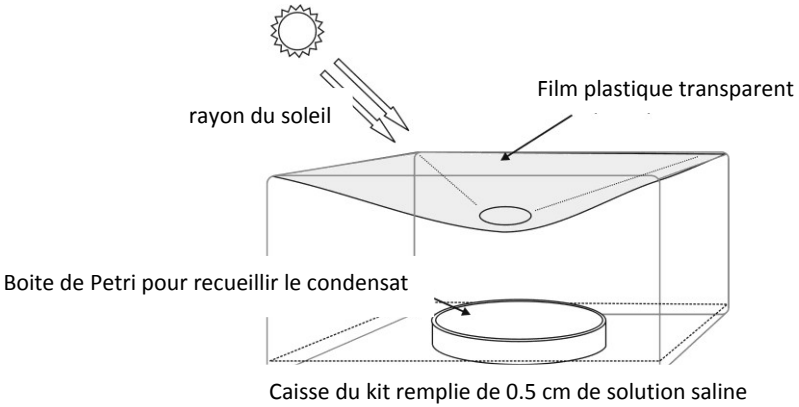
Instructions aux élèves

Présentation de l'expérience

L'eau est la seule substance que l'on puisse trouver naturellement sous trois états : liquide, solide et gazeux. La Terre est exposée aux rayons du soleil, dont elle tire l'énergie qui lui est nécessaire. La chaleur du soleil fait fondre la glace en eau et transforme l'eau en vapeur qui pénètre dans l'atmosphère et y forme des nuages. L'évaporation suivie de la collecte et de la condensation de la vapeur est l'une des procédures recommandées pour récupérer de l'eau purifiée. Elle sépare efficacement l'eau de la matière non volatile qui y est dissoute et contribue à la désinfection en éliminant également des micro-organismes. Ce résultat peut être obtenu par distillation avec une source de chaleur conventionnelle, mais on peut aussi utiliser avec succès des solutions respectueuses de l'environnement, par exemple les distillateurs solaires. Ces distillateurs vont du simple bricolage avec des matériaux courants aux appareils professionnels.

Une solution saline est nécessaire pour réaliser cette activité. Il pourra s'agir d'un échantillon d'eau prélevé dans la mer ou un estuaire proche, d'une solution obtenue en dissolvant du sel de table dans de l'eau douce, ou de n'importe quelle eau superficielle souillée. Avec le contenu du kit de micro-expérimentation, il est possible de construire un distillateur solaire simple, avec lequel vous évaporerez l'eau, condenserez sa vapeur et recueillerez une eau dessalée.

Votre distillateur solaire devrait ressembler au schéma ci-dessous:



D'autres modèles et matériaux peuvent être utilisés pour construire ce condensateur. Libre aux élèves et à leurs enseignants de concevoir et réaliser des modèles améliorés et plus performants.

Les grands élèves pourront mettre au point une version optionnelle quantitative pour mesurer les volumes d'eau avant et après désalinisation. À partir de ces données, ils pourront calculer le rendement du système.

Les élèves travailleront en petits groupes (4 à 6, ou par deux si leur nombre le permet) pour construire un distillateur solaire simple et l'utiliser pour dessaler un échantillon d'eau (eau de mer recueillie sur place, solution saline ou échantillon d'eau sale). Il faut un kit de micro-expérimentation par groupe.

Avant de commencer l'activité, mesurez la température de l'échantillon d'eau avec le thermomètre du kit.

1. L'activité se déroule comme suit:

   Recueillir avant de commencer un échantillon d'eau de mer ou d'eau superficielle, OU

   Préparer une solution saline colorée avec le sel de table et le colorant alimentaire ou le sulfate de cuivre fournis dans le kit de micro-expérimentation.

Astuce: récupérer un peu de solution saline (sans colorant alimentaire ou sulfate de cuivre) de l'activité sur les eaux salées.

2. Construire un distillateur solaire avec les éléments du kit de micro-expérimentation.

Puis, pour obtenir de l'eau de boisson:

3. Utiliser le distillateur solaire pour évaporer l'eau et recueillir la valeur condensée par simple exposition directe au soleil.

Enfin,

4. Analyser les données, évaluer la réussite du distillateur solaire et proposer des moyens de l'améliorer.
5. Envoyer les résultats sur la base de données de l'Expérience mondiale.

CONSIGNES POUR LE KIT DE MESURE MONDIALE DE L'EAU À PETITE ÉCHELLE

Matériel nécessaire pour l'activité

Sur place:

- 1 x échantillon de 250 ml d'eau de mer ou d'eau superficielle souillée OU une solution saline préparée suivant les indications ci-dessous
- un gobelet en plastique ou récipient similaire (d'une capacité de 200-250 ml)
- eau du robinet
- règle
- pièce de monnaie ou pierre
- ruban adhésif (facultatif)

Éléments du kit de micro-expérimentation:

- 1 x boîte de Petri
- 1 x microspatule
- 1 x cuillère à café
- 1 x seringue en plastique de 2 ml
- un peu de pâte adhésive
- la caisse de rangement du kit
- un morceau de film alimentaire neuf
- 2 x bandes élastiques

Produit du kit de micro-expérimentation:

- sel de table (chlorure de sodium)

Dans le kit scolaire:

- cristaux de sulfate de cuivre (ou un autre colorant alimentaire en poudre)
- un thermomètre

Précautions à respecter

L'eau utilisée pour cette activité est impropre à la consommation.
Évitez le contact direct avec les échantillons d'eau.
Lavez vos mains à l'eau et au savon après l'activité.

Préparation de l'échantillon d'eau salée

1. Si vous disposez d'un échantillon d'eau de mer ou d'eau superficielle, il est inutile de préparer une solution saline. L'expérience sera réalisée avec l'eau recueillie. Si elle est particulièrement sale, ne lui ajoutez pas de colorant alimentaire. Si elle est claire et semble propre, ajoutez à l'aide de la microspatule une dose de colorant en poudre ou de cristaux de sulfate de cuivre pour 200 à 250 ml d'eau et remuez avec la cuillère en plastique.

2. Attendez le moins possible pour utiliser l'eau recueillie. Mesurez et notez sa température au moment où elle est prélevée.
3. Si vous ne disposez pas d'un échantillon d'eau naturelle, vous devez préparer une solution saline. Commencez par remplir le gobelet ou le récipient en plastique de 200 à 250 ml d'eau du robinet propre. Mesurez et notez la température de l'eau.
4. Ajoutez une cuillère à café de sel pris dans le kit de micro-expérimentation et remuez jusqu'à ce que le sel soit totalement dissous.
5. Avec l'extrémité en cuillère d'une microspatule propre, ajoutez une dose de colorant alimentaire ou de sulfate de cuivre et remuez jusqu'à ce que la couleur de la solution soit uniforme.

Construction du distillateur solaire

1. Videz la caisse de rangement du kit et installez-la dans un endroit sûr. Versez soigneusement ½ cm environ de solution saline colorée dans la caisse vide (servez-vous d'une règle pour vérifier la profondeur de la solution).
2. Collez un peu de pâte adhésive sous la boîte de Petri propre. Placez la boîte de Petri dans la caisse au centre de la solution, en veillant à ce que la solution ne déborde pas dedans. Maintenez la boîte de Petri en place à l'aide de la pâte adhésive.
3. Couvrez le dessus de la caisse avec le film alimentaire, sans le tendre. Fixez le film tout autour de la caisse de façon que l'air ne puisse pas entrer. (Pour assurer une fermeture hermétique, vous pouvez ajuster le film avec une ou deux bandes élastiques.) Une fois fixé, le film doit rester lâche.
4. Posez une pièce de monnaie ou une pierre au centre du film, au-dessus de la boîte de Petri. Si la pièce ou la pierre bouge, fixez-la avec du ruban adhésif. Le film doit s'incliner vers le centre de la boîte de Petri.

Procédure de désalinisation

1. Placez le distillateur dans un endroit chaud et ensoleillé pendant quelques heures. Manipulez-le avec précaution afin que la solution colorée ne coule pas dans la boîte de Petri. Si vous avez le temps, surveillez l'installation chaque heure et notez ce que vous observez.

N.B.: Il est préférable de réaliser votre distillateur solaire pendant une journée chaude et ensoleillée. Notez les conditions atmosphériques observées durant la désalinisation.

2. Au bout de quelques heures, retirez soigneusement le film couvrant la boîte.
3. Remplissez la feuille d'observations fournie pour cette activité.

Rincez et séchez tout le matériel utilisé et replacez-le soigneusement dans le kit.

Lavez vos mains à l'eau et au savon.

Feuille d'observations des élèves
Distillateur solaire

Remplissez le tableau suivant:

Date de prélèvement de l'échantillon	
Température de l'eau au moment du prélèvement	……ºC
Type d'eau (eau de mer, solution saline préparée, marais, etc.)	
Décrivez l'endroit où vous avez trouvé l'eau	
Date de l'expérimentation	
Conditions de conservation de l'échantillon d'eau entre son prélèvement et le début de l'activité	
Heure de début de la désalinisation	
Heure de fin ou d'arrêt de la désalinisation	
Conditions atmosphériques	Température de l'air ambiant ……ºC Humidité …… Sécheresse ……. Vent ……

1. Que remarquez-vous dans la boîte de Petri après la désalinisation ? (Sortez-la de la caisse si nécessaire pour regarder.)
2. Que remarquez-vous dans la caisse après la désalinisation ?
3. Le processus de désalinisation a-t-il modifié l'aspect de l'eau ?
4. La boîte de Petri contient-elle toute l'eau propre évaporée et condensée dans le distillateur ? (De l'eau a-t-elle été collectée par le distillateur ailleurs que dans la boîte de Petri ?)
5. Comment améliorer votre distillateur pour collecter davantage d'eau ?

Activité quantitative optionnelle pour les grands élèves

Procédure de l'activité quantitative sur le distillateur solaire

1. Suivez les instructions 1 à 4 de la procédure de préparation de l'échantillon d'eau salée.
2. Suivez l'instruction 1 de la procédure de construction du distillateur solaire.
3. En faisant appel à votre connaissance des formes 3D (prismes rectangulaires), calculez le volume de solution colorée que vous avez versée dans la caisse:

   Volume = longueur x largeur x hauteur/profondeur

   Soit un volume initial $\mathbf{V_i}$ que vous noterez sur la feuille de résultats jointe.
4. Suivez les instructions 2 à 4 de la procédure de construction du distillateur solaire, ainsi que l'ensemble des instructions de la procédure de désalinisation. Si possible, laissez le distillateur au soleil jusqu'à ce que toute l'eau se soit évaporée.
5. À l'aide d'une seringue propre et sèche, aspirez l'eau qui se trouve dans la boîte de Petri. Remplissez la seringue de 2 ml à chaque fois jusqu'à ce qu'il ne reste plus d'eau et calculez le volume total retiré de la boîte de Petri.

   Soit un volume final $\mathbf{V_f}$ que vous noterez sur la feuille de résultats jointe.
6. Calculez le rendement du processus de désalinisation $\frac{\mathbf{V_f}}{\mathbf{V_i}}$ x 100%.

   Reste-t-il une partie de l'échantillon d'eau original dans le distillateur solaire ?

   Si oui, comment calculer plus précisément le taux de rendement, sachant que l'évaporation n'a pas été complète?

Feuille de résultats des élèves

Activité quantitative optionnelle sur le distillateur solaire

(Grands élèves)

Remplir une feuille par distillateur solaire et par échantillon d'eau testé.

1. Tableau de volume initial et final

Volume initial (de l'échantillon d'eau utilisé dans le distillateur solaire)	**V_i = _____ mℓ**
Volume final (du condensat restant dans la boîte de Petri après désalinisation)	**V_f = _____ mℓ**
Temps total passé à la désalinisation	**_____ heures**
Rendement	**_____ %**
Distillateur solaire : description ; photo ou dessin	

2. Comparez l'eau traitée et l'eau non traitée. Le traitement par désalinisation a-t-il modifié les caractéristiques de l'eau?
3. Pensez-vous que votre eau traitée par désalinisation est maintenant bonne à boire? Justifiez votre réponse.
4. Si l'évaporation obtenue dans votre distillateur solaire n'est pas complète, proposez un meilleur moyen de calculer son rendement, qui tienne compte de tout ce qui reste de l'échantillon d'eau original dans le distillateur.
5. Suggérez des façons d'améliorer votre distillateur solaire afin de récupérer davantage d'eau.
6. Quels inconvénients voyez-vous à employer un distillateur solaire pour dessaler l'eau?

Kit de micro-expérimentation mondiale sur l'eau

Préparé par le

THE RADMASTE CENTRE
UNIVERSITY OF THE WITWATERSRAND
JOHANNESBURG, SOUTH AFRICA
www.radmaste.org.za; www.microsci.org.za

IYC GLOBAL PARTNERS

IYC GLOBAL SPONSORS