

Opération Biologie d'Eau

Leçon un

Chloration et déchloration



Le but d'une usine de traitement d'eau et de prendre eau brute d'un puits ou source d'eau douce, enlever tous les **contaminants** et faire l'eau sûre à boire. Les contaminants qui devraient être enlevés incluent bactéries, ammoniac, phosphore, nitrogène, matériel organique dissous, fer, manganèse, arsenic et plusieurs autres. Santé Canada est une organisation gouvernementale qui établit les lignes directrices au sujet du niveau maximum de différents contaminants qui peuvent être présents dans l'eau potable traitée. Tant que l'usine de traitement enlève assez de contaminants pour répondre à ces lignes directrices, l'eau est supposée d'être sûre à boire. Il y en a plusieurs lignes directrices pour les niveaux de fer, arsenic et nitrate parce que ces contaminants peuvent avoir des conséquences esthétiques directes ou les conséquences sur la santé directes, qu'on va discuter plus tard. En Canada, il n'y a pas de ligne directrice pour ammoniac ou phosphore parce qu'il n'est pas d'habitude dangereux de boire eau avec les niveaux naturels de ces produits chimiques. Les lignes directrices ont été établies en regardant seulement à l'effet direct que chaque contaminant pourrait avoir sur quelqu'un qui boit l'eau. Nous avons maintenant plus d'information au sujet de la manière dans laquelle quelques contaminants interagissent avec autres contaminants et autres conséquences de leur présence. Si vous regardez à l'ensemble il semble que les contaminants qui n'ont pas de lignes directrices devraient les avoir et que les lignes directrices qui sont déjà établies ne sont pas assez strictes. Les expériences et leçons dans ce kit vont utiliser fer, ammoniac et chlore comme exemples pour expliquer pourquoi ceci est un problème et pour montrer comment il peut être résolu.

Dans cette leçon on va commencer à parler au sujet de chlore. Quand la plupart des personnes pensent à propos de chlore la première chose à laquelle ils pensent est l'odeur des piscines. Tandis que c'est probable que vous ne pouvez pas sentir le chlore dans votre eau du robinet il est ajouté à la plupart d'approvisionnements d'eau municipaux comme partie du processus de traitement.

Beaucoup comme dans une piscine, chlore est ajouté à eau du robinet pour le **désinfecter**. Ceci est d'habitude la dernière étape de traitement d'eau après que l'eau a été filtrée en autres manières. Chlore peut tuer les micro-organismes comme les bactéries et virus qui pourraient causer une grande variété de maladies et problèmes avec la santé. Chlore aussi réagit avec, et enlève, les produits chimiques dissolus comme ammoniac. Une partie de la chlore est utilisée chaque fois qu'il enlève un contaminant de l'eau et ces réactions produisent petits montants d'autres produits chimiques appelés **sous-produits de chlore**. Ces sous-

Plus d'information au sujet de lignes directrices pour eau potable peut être trouvée à <http://www.safewater.org/PDFS/knowthefacts/frenchfactsheets/LignesDirectivesRegulations.pdf>

Plus d'information au sujet de chlore peut être trouvée à <http://www.safewater.org/PDFS/knowthefacts/frenchfactsheets/Chloration.pdf>

produits peuvent parfois être dangereux s'ils accumulent en grands montants. Ceci peut arriver si beaucoup de chlore est ajouté à eau qui n'a pas été bien filtrée et a encore beaucoup de contaminants.

Chlore est utile pour traiter eau parce qu'il réagisse avec tant d'autres choses et c'est très important de tuer les micro-organismes mais si vous voulez étudier les réactions chimiques dans eau le chlore qui est là peut parfois empêcher cela. Dans une leçon à venir on va vouloir utiliser eau qui n'a pas de chlore alors aujourd'hui on va commencer le processus d'enlever le chlore d'eau du robinet. Ce processus est appelé déchloration.

Cette expérience va montrer comment charbon actif granulaire (GAC) peut enlever les gaz comme chlore de l'eau. Le GAC a une très grande superficie et est plein de trous minuscules. Ceci le permet de saisir et tenir les gaz en la même manière qu'une éponge tient liquides.

Matériaux nécessaires pour cette expérience sont:

Une bande d'essai pour chlore total
Verre plastique
2mL de charbon actif granulaire (GAC)
Fiole vide de 5mL
Bouteille plastique de 2L vide et bien rincée
Montre ou chronomètre
Ruban et un marqueur

1. Pour savoir combien de chlore est enlevé de votre eau par le GAC vous devez savoir combien d'eau est dans l'eau au commencement. Pour trouver cela, remplir environ demi d'un verre avec eau du robinet et puis suivre les instructions dans la procédure de l'essai de concentration de chlore total de la feuille des Procédures pour les Essais. Faites certain que vous gardez le verre. Vous pouvez rincer le verre et l'utiliser encore en les prochaines quelques expériences.
2. Utilisant la fiole de 5mL, mesurez 2mL de GAC. Quand vous versez GAC d'un récipient à un autre vous devez le faire au-dessus une pièce de papier blanc propre pour que si vous déversez quelques grains ils peuvent être remis dans leur récipient original.
3. Mettez vos 2mL de GAC dans la bouteille plastique de 2L vide et puis remplissez-le avec eau du robinet et mettez le bouchon. La fiole de 5mL doit être rincée immédiatement pour sortir la poussière de GAC de la fiole. Cette fiole sera utilisée dans les leçons à venir alors il doit être propre.
4. Tourbillonnez l'eau pour que le GAC propage dans l'eau. Le GAC va se déposer au fond mais vous voulez qu'il soit exposer à autant de l'eau que possible alors tenir la bouteille à l'envers pour quelques secondes pour que le GAC tombe à travers l'eau et puis tournez-le à l'endroit pour que le GAC tombe à travers l'eau encore.
5. Étiquetez votre bouteille pour qu'il ne soit pas mélangé avec les bouteilles des autres groupes.
6. Vous allez ouvrir la bouteille et tester la concentration de chlore encore en quelques journées après que le GAC a eu assez de temps pour absorber le chlore.

Concentration du chlore
total d'eau du robinet



Chlore

Parce que le chlore est utilisé quand les contaminants sont enlevés d'eau, le plus de contaminants il y a le plus du chlore est nécessaire pour les enlever. Le montant total du chlore qui doit être ajouté à eau pour le désinfecter complètement est connu comme le **demande en chlore** pour cette eau. Pour des bonnes sources d'eau le demande en chlore est bas et la facilité de traitement d'eau a seulement besoin d'ajouter un petit montant de chlore pour désinfecter l'eau et le faire sûre à boire. Du chlore supplémentaire est d'habitude ajouté pour faire certain qu'aucune bactérie ne peut grandir dans les tuyaux et le système de distribution et que l'eau est encore propre quand il sort de votre robinet. En fait, contrairement à la plupart des autres directives de la qualité de l'eau qui stipulent le montant maximum recommandé d'un contaminant dans votre eau potable, la directive pour chlore est le minimum montant permis. Si le chlore est tout utilisé avant que l'eau vient du robinet il y a une risque que bactérie peut commencer à grandir dans les tuyaux d'eau. Les directives courantes pour chlore total des lignes directrices pour eau canadienne est une concentration minimum de 0,5mg/L. Est-ce que votre eau du robinet a satisfait cette exigence quand vous l'avez testé pendant la dernière leçon?

Plus d'information au sujet de chlore peut être trouvée à <http://www.safewater.org/PDFS/knowthefacts/frenchfactsheets/Chloration.pdf>

Il est facile de montrer l'effet qu'un contaminant peut avoir sur la concentration du chlore total d'un échantillon d'eau. Dans cette expérience vous allez voir que la demande en chlore créer par un petit peu du thé est assez pour utiliser tout le chlore dans l'échantillon d'eau.

Matériaux nécessaires pour cette expérience sont :

- Deux bandes d'essais de chlore total
- Deux verres plastiques
- Sac de thé
- Fiole vide de 5mL
- Montre ou chronomètre

1. Utilisez la fiole de 5mL pour collectionner 5mL de la solution du chlore que votre professeur a préparé.
2. Versez cet échantillon dans un verre et puis remplissez ce verre d'eau du robinet jusqu'à ce qu'il soit environ $\frac{3}{4}$ plein pour **diluer** la solution. Tourbillonnez l'eau un peu pour faire certain que la solution est bien mélangée.

3. Remplissez le deuxième verre jusqu'à ce qu'il soit environ $\frac{1}{4}$ plein avec cette solution de chlore dilué. Le premier verre devrait encore être environ un demi plein; mettez le de côté pour l'instant et performez un essai de la concentration du chlore total sur l'échantillon dans le deuxième verre.
4. Lorsque vous avez le résultat de cet essai vous devez vidé et rincé le deuxième verre.
5. Trempez le sac du thé dans le premier verre deux ou trois fois jusqu'au temps que l'eau juste commence à tourner couleur. Ne laissez pas le sac du thé rester dans l'eau. Si l'eau change couleur trop il peut affecter le couleur de la bande d'essai quand vous faites le test. Le sac du thé peut être disposé ou composté.
6. Faites un test de la concentration du chlore total sur l'échantillon dans lequel vous avez trempé le sac du thé. Quand vous avez les résultats du test toute l'eau peut être disposée. Les verres devraient être rincés et gardés.

Concentration initiale du chlore total dans la solution de chlore

Concentration du chlore total de la solution après d'être exposé au sac du thé

Ammoniaque et chloramine, première partie

Un des produits chimiques les plus importants au processus du traitement d'eau est ammoniac. La formule chimique pour ammoniac est NH_3 . Ammoniac est quelque chose que plusieurs facilités de traitement d'eau doivent contrôler d'une manière ou d'une autre. Il est commun pour les sources d'eau souterraine et de la surface de contenir ammoniaque parce qu'ammoniaque peut venir d'autant de sources. Ammoniaque peut être ajoutée à sol par bactéries fixatrices d'azote comme partie du cycle d'azote, décomposition des plantes et animaux ou processus d'agriculture et d'industries. Ammoniaque est très soluble alors il est dissolu et transporté par l'eau souterraine qui l'entoure.

Dans les régions où il y a d'ammoniaque dans l'eau brute il est une source très problématique de demande en chlore. Pour chaque milligramme d'ammoniac dans l'eau il prend 10-15 mg de chlore pour réagir avec l'ammoniac et de l'éliminer. La réaction entre ammoniaque et chlore est beaucoup plus vite que la vitesse à laquelle le chlore tue bactéries alors vous ne pouvez pas utiliser chlore pour désinfecter eau qui contient ammoniaque. Malheureusement la méthode la plus largement utilisée d'enlever ammoniaque est d'ajouter chlore. Dans un processus appelé « chloration au point critique » chlore est ajouté continuellement à eau jusqu'au temps que toute l'ammoniaque et les bactéries ont été enlevé, ou en autres mots, jusqu'au temps que le demande en chlore a été atteint.

Ceci fonctionne s'il y a seulement un peu d'ammoniaque mais s'il y en a plus que 0,3 mg/L d'ammoniaque dans l'eau brute tellement de chlore devrait être ajouté pour l'enlever qu'il résultera en niveaux dangereux de **sous-produits de chloration**. Vous pouvez voir qu'il y en a des cas où les seules options semblent d'être, a) de n'utiliser pas la chloration au point critique et alors laisser les bactéries dans l'eau, ou b) désinfecter l'eau à la risque d'ajouter les montants nocives de produits chimiques à l'eau. Ceci veut dire que quelques facilités de traitement doivent utilisés les méthodes très compliquées et chères, qui souvent implique l'utilisation d'autres produits chimiques, pour enlever ammoniaque de l'eau avant qu'ils ajoutent du chlore.

Plus d'information au sujet du cycle d'azote peut être trouvée à <http://www2.ggl.ulaval.ca/personel/bourque/s3/cycle.azote.html>

Plus d'information au sujet de sous-produits de désinfection peut être trouvée à <http://www.lenntech.fr/desinfection/desinfectants-sous-produits.htm>

Une nouvelle option que communautés avec les problèmes d'ammoniaque ont est la **filtration biologique**. Ceci est une méthode sauf d'enlever ammoniaque qui est libre de produits chimiques. En la facilité de filtration biologique un des étapes de filtration est de passer l'eau à travers d'un filtre spécial qui est plein de bactéries nitrifiantes. Ces bactéries utilisent ammoniaque et un peu d'oxygène et performement une réaction de **bio-oxydation**. Ils **oxydent** l'ammoniaque en azote, $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2^- + 3\text{H}^+$. Et puis oxyde cela encore en azote, $\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+$. Les bactéries gagnent d'énergie de ces réactions et sont spécialisées pour les faire très efficacement. Ce processus est partie du cycle naturel d'azote et ne produit pas de sous-produits nocifs. Le nitrate qui est produit par ce processus peut facilement être enlevé de l'eau par la membrane d'osmose inverse dans le stage final du processus de filtration.

La réaction entre chlore et ammoniaque peut être écrit comme $\text{NH}_3 + \text{HOCl} \rightarrow \text{NH}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$. Dans cette équation chimique NH_3 est ammoniaque et HOCl est acide hypochloreux qui est formé quand le chlore commence à dissoudre dans l'eau. Le résultat primaire de cette réaction chimique est NH_2Cl , un produit chimique connu comme **chloramine**. Chloramine est un désinfectant comme chlore, il est un désinfectant plus faible que chlore mais il dure beaucoup plus longtemps dans eau. La concentration du chlore en eau peut diminuer graduellement quand le chlore s'évapore mais chloramine ne fait pas cela. Ceci le fait utile pour faire certain qu'eau reste désinfectée à travers les systèmes de distribution d'eau potable. Dans les régions où il n'y a pas, ou très peu, d'ammoniaque dans l'eau brute les facilités de traitement pourraient encore utiliser chloramine pour ce but. Après de chloriner (désinfecter) l'eau, comme la dernière étape dans le processus de traitement ils ajoutent ammoniaque et plus de chlore à l'eau pour qu'ils peuvent réagir et créer chloramine.

Avec cette information, vous demandez peut-être s'il y a du chloramine dans votre propre eau du robinet et comment vous pouvez peut-être le mesurer. Le fait est, partie du processus de trouver la concentration du chloramine est le test de la concentration du **chlore total** que vous avez déjà fait. L'autre partie est un deuxième type de test qui est appelé un test du **chlore libre**. Comprenant la différence entre chlore total et chlore libre est très important. Le test du chlore libre trouve la concentration du chlore régulier qui n'a pas réagi comme le type ajouté à eau pendant le processus de chloration ou le type trouvé dans Javel. Le test de la concentration du chlore total trouve les concentrations combinées du chlore régulier qui n'a pas réagi et le chlore qui a été dans une réaction et est maintenant chloramine. Parce que chlore total est chlore libre plus chloramine, la concentration du chlore total doit toujours être supérieur ou égal à la concentration du chlore libre. Ceci veut aussi dire que les tests du chlore total et libre peuvent être utilisés ensemble pour trouver la concentration de la chloramine de l'échantillon d'eau. Soustraire la concentration du chlore libre de la concentration du chlore total vous donnera la concentration de chloramine.

Plus d'information au sujet des facilités de filtration biologique peut être trouvée à <http://www.safewater.org/ibrom.html>

Exemple
Si vous testez un échantillon d'eau pour chlore libre et chlore total et vous obtenez les valeurs de 2,0 mg/L chlore libre et 2,5 mg/L chlore total vous savez que la concentration de chloramine dans cet échantillon doit être 0,5 mg/L.

Considérez une expérience qui pourrait utiliser cette information. Imaginez deux béchers, chacun avec précisément 100mL d'eau. Le premier a une concentration du chlore libre de 20mg/L, une concentration du chlore total de 20mg/L et une concentration d'ammoniaque de 0mg/L. Le deuxième bécher a une concentration du chlore libre et une concentration du chlore total de 0mg/L et une concentration d'ammoniaque de 4 mg/L. Qu'est-ce que vous pensez arrivera si le contenu de ces deux béchers sera versé ensemble dans un grand bécher?

Ce problème peut être brisé en des pièces plus petites qui devraient être considéré un à la fois.

1. Qu'est-ce qui est la concentration de la chloramine dans chacun des deux béchers originaux?
2. Si les béchers seraient verser ensemble cela résultera en un volume total de 200mL; ce changement du volume pourra **diluer** les produits chimiques. Est-ce que ceci pourrait avoir un effet sur les concentrations du chlore et d'ammoniaque avant même qu'aucune réaction chimique ne s'effectue? Considérez le résultat de deux béchers de 100mL étant verser ensemble si un avait 20mg/L du sel et l'autre avait 4mg/L du sucre.
3. Supposant qu'une concentration du chlore libre de 10mg/L est précisément assez pour réagir avec 1 mg/L d'ammoniaque, qu'est-ce que les concentrations finales du chlore libre et d'ammoniaque seraient?
4. Si tout le chlore libre utilisé dans la réaction devient chloramine qu'est-ce que les concentrations finales de la chloramine et du chlore total devraient être?

Leçon quatre

Ammoniaque et chloramine, deuxième partie

Dans cette expérience vous allez combiner une solution d'ammoniaque avec une solution du chlore dans la même manière qu'était décrit en Leçon 3. Vous allez aussi tester les deux échantillons séparément pour trouver leurs concentrations d'ammoniaque, du chlore libre et du chlore total. 100mL de chaque sera verser ensemble pour voir si une réaction résultant en la production de chloramine se passe réellement.

Pour faire certain qu'il n'y a pas de réactions indésirables et supplémentaires qui prennent place et pour contrôler autant de variables que possible, les solutions seront mélangées en utilisant une partie de votre eau déchlorée.

Matériaux nécessaires pour cette expérience sont:

- Quatre bandes d'essais pour chlore total et trois bandes d'essais pour chlore libre
- Trois bandes d'essais pour ammoniaque
- Nuancier d'ammoniaque et béccher jetable
- Deux verres plastiques
- Deux bécchers de 250mL
- Fiole vide de 5mL
- Filtre à café
- Bouteille de déchloration préparée en Leçon un
- Montre ou chronomètre
- Ruban et marqueur
- Bâtonnet

Premièrement, vous pouvez découvrir combien du chlore le GAC a été capable d'enlever de votre eau du robinet.

1. Vous allez utiliser un filtre à café pour séparer le GAC de l'eau. La manière la plus facile de faire cela est en pliant le filtre dans un cône. Commencez en pliant le filtre en demi et puis en demi encore pour qu'il soit dans la forme montré en Figure 1 à la droite. Regardant le filtre de dessus, vous devriez voir quatre bords du filtre comme en Figure 2. Vous pouvez tirer trois de ces bords en une direction et le quatrième dans l'autre direction pour ouvrir le filtre en la forme d'un cône.
2. Tenez le filtre à café en place au dessus d'un verre plastique. Ouvrez la bouteille de déchloration et versez lentement une partie de l'eau à travers le filtre jusqu'au point que le verre soit un demi plein. Ce filtre sera utilisé encore en étape 5.

Figure 1

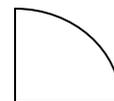


Figure 2



3. Performez un test de la concentration du chlore total sur cet échantillon.
4. Trouvez la différence entre les concentrations du chlore dans l'eau du robinet régulier que vous avez testé dans la première leçon et cette eau qui a été exposé au GAC.

Maintenant commence l'expérience d'ammoniaque/chloramine

5. Pliez votre filtre à café dans un cône et tenez-le en place au dessus d'un des béchers.
6. Lentement versez eau de votre bouteille de déchloration à travers le filtre à café jusqu'au point que le bécher est plein à la marque de 250mL. Déplacez le bécher au deuxième bécher et remplis-le à 250mL aussi.
7. Étiquetez un bécher « Ammoniaque » et l'autre « Chlore ».
8. Versez le contenu d'une fiole de 5mL d'ammoniaque dans le bécher d'ammoniaque.
9. Tourbillonnez le bécher pour que la solution d'ammoniaque sera bien mélangée. Si vous voulez utiliser un objet pour remuer la solution utilisez un bâtonnet propre, pas un stylo, crayon, doigt ou aucune autre chose.
10. Performez le test d'ammoniaque sur cet échantillon en suivant la procédure fournit.
11. Versez environ 50 mL de votre solution d'ammoniaque diluée dans un verre et performer un test de la concentration du chlore total. Videz et rincez le verre, versez 50 mL additionnel de votre échantillon de solution d'ammoniaque diluée dans le même verre et faites le test du chlore libre. Videz et rincez le verre encore.
12. Utilisez la fiole de 5 mL (pas l'une dans laquelle l'ammoniaque est venue) pour obtenir 5 mL de la solution du chlore qui a été préparée par l'enseignant.
13. Versez cet échantillon dans le bécher du chlore et tourbillonnez-le pour mélanger la solution. Si vous voulez utiliser un objet pour remuer la solution utilisez un bâtonnet propre, pas un stylo, crayon, doigt ou aucune autre chose.
14. Faites tous les trois tests sur cet échantillon du chlore dans la même manière que vous l'avez fait pour l'échantillon d'ammoniaque. Utilisez le deuxième verre pour les tests du chlore sur cet échantillon.
15. Versez une partie d'eau du bécher d'ammoniaque jusqu'au point que vous avez 100mL qui reste dans le bécher. Vous désirez peut-être de verser l'eau dans un verre de façon que si vous versez trop vous pouvez verser une partie de retour.

Concentration du chlore total de l'eau du robinet après l'exposition à GAC

Montant par lequel le GAC a diminué la concentration du chlore total de l'eau du robinet

Tous les résultats de ces tests devraient être enregistrés dans l'espace fournit sur page 4.

16. Versez une partie de l'eau du bécher de chlore jusqu'au point où vous avez 100mL qui reste. Vous voudriez peut-être le versez dans l'autre verre de façon que si vous versez trop vous pouvez verser une partie de retour.
17. Versez votre 100mL de solution du chlore dans le bécher d'ammoniaque pour qu'il y ait 200mL dans ce bécher. Tourbillonnez cette solution un peu pour le mélanger, si vous voulez utiliser un objet pour remuer la solution utilisez un bâtonnet propre, pas un stylo, crayon, doigt ou aucune autre chose.
18. Faites tous les trois tests sur cet échantillon mélangé. Un ou l'autre des verres peut être utilisé pour les tests du chlore.

Tous les résultats de ces tests devraient être enregistrés dans l'espace fournit sur page 4.

1. Quand vous avez tous neuf résultats de vos tests calculez les concentrations de la chloramine de chacune des trois solutions testées. Souvenez que vous pouvez faire ceci en soustraire la concentration du chlore libre de la concentration du chlore total. Enregistrez ces valeurs dans les espaces fournit.
2. Calculez les concentrations de tous quatre produits chimiques qui auraient été dans la solution mélangée après de verser les solutions du chlore et d'ammoniaque ensemble mais avant que la réaction chimique a commencé (comme l'exemple du sel et sucre). Les différences entre ces valeurs calculées et les concentrations actuelles que vous avez trouvées en faisant les expériences sont à cause de la réaction chimique.
3.
 - a. Est-ce que la réaction chimique a apparu de changer la concentration de toutes quatre des produits chimiques pour lesquelles vous avez testé?
 - b. Est-ce qu'aucune de vos concentrations calculées de question 2 sont égales à, ou presque égales à, les résultats actuels des expériences? Si oui, est-ce que cela signifie que ces choses n'étaient pas impliquées dans la réaction chimique? Comment est-ce que vous pourriez expliquer cela?
 - c. Est-ce qu'aucunes de vos concentrations calculées de question 2 étaient très différentes des résultats des expériences actuelles? Qu'est-ce que cela signifie?
4. Dans les questions pour Leçon 3 on a fait deux suppositions. Premièrement, on a supposé qu'une concentration du chlore libre de 10mg/L est précisément assez pour réagir avec 1mg/L d'ammoniaque et deuxièmement on a supposé que tout le chlore libre utilisé dans la réaction devient chloramine. Est-ce que vous pensez que vos résultats des expériences confirment ces suppositions? Pourquoi ou pourquoi pas?

Feuille de résultats pour leçon quatre

Solution d'ammoniaque	Solution du chlore	Solution mélangée
Concentration d'ammoniaque <div data-bbox="157 501 482 661" style="border: 1px solid black; height: 76px; width: 200px;"></div>	Concentration d'ammoniaque <div data-bbox="651 501 976 661" style="border: 1px solid black; height: 76px; width: 200px;"></div>	Concentration d'ammoniaque <div data-bbox="1138 501 1463 661" style="border: 1px solid black; height: 76px; width: 200px;"></div>
Concentration du chlore total <div data-bbox="157 919 482 1079" style="border: 1px solid black; height: 76px; width: 200px;"></div>	Concentration du chlore total <div data-bbox="638 919 963 1079" style="border: 1px solid black; height: 76px; width: 200px;"></div>	Concentration du chlore total <div data-bbox="1138 919 1463 1079" style="border: 1px solid black; height: 76px; width: 200px;"></div>
Concentration du chlore libre <div data-bbox="157 1310 482 1470" style="border: 1px solid black; height: 76px; width: 200px;"></div>	Concentration du chlore libre <div data-bbox="638 1310 963 1470" style="border: 1px solid black; height: 76px; width: 200px;"></div>	Concentration du chlore libre <div data-bbox="1138 1310 1463 1470" style="border: 1px solid black; height: 76px; width: 200px;"></div>
Concentration de la chloramine <div data-bbox="147 1703 472 1862" style="border: 1px solid black; height: 76px; width: 200px;"></div>	Concentration de la chloramine <div data-bbox="638 1703 963 1862" style="border: 1px solid black; height: 76px; width: 200px;"></div>	Concentration de la chloramine <div data-bbox="1138 1703 1463 1862" style="border: 1px solid black; height: 76px; width: 200px;"></div>

Opération Biologie d'Eau

Leçon cinq



Conséquences du traitement d'eau potable inadéquat

Il est très simple de découvrir si une communauté a un problème avec ammoniacque. Il faut seulement faire un seul test sur un échantillon d'eau du robinet. Mais, parce qu'il y en a aucune ligne directrice pour ammoniacque dans les lignes directrices pour la qualité d'eau potable canadienne, ce test est rarement fait. Les personnes dans ces communautés souvent ne savent pas que leur eau n'est pas désinfectée correctement. Dans ce leçon votre classe performera les tests d'ammoniacque sur les échantillons d'eau que vous avez collectionnés.

Votre classe peut trouver d'ammoniacque dans quelques des échantillons d'eau que vous avez collectionnés et testés pendant ce leçon. Souvenez de Leçon trois quand vous avez appris que quelques facilités de traitement d'eau ajoute d'ammoniacque à l'eau. Ceci est fait après que l'eau a été désinfectée pour qu'ils puissent l'utiliser pour créer chloramine qui va garder l'eau désinfectée à travers le système de distribution. Dans ces cas l'eau est désinfectée correctement même qu'un test d'ammoniacque peut montrer qu'il y a encore d'ammoniacque dans l'eau. Cette pratique est d'habitude seulement utilisée par les facilités de traitement d'eau qui servent les systèmes de distribution très grands et n'est pas commun dans les communautés rurales qui ont des petits facilités. Si vous trouvez d'ammoniacque dans ces échantillons vous devrez investiguer si la facilité qui a traité l'eau a ajouté l'ammoniacque après désinfection ou si l'ammoniacque était dans l'eau brute. Il y a raison d'être concerné que l'eau n'était pas désinfectée seulement si l'ammoniacque était dans l'eau brute. Ceci signifie que c'est possible qu'il y a des micro-organismes qui causent les maladies dans cette eau. Quand une situation comme ceci est découvert un avis d'ébullition de l'eau est d'habitude émet.

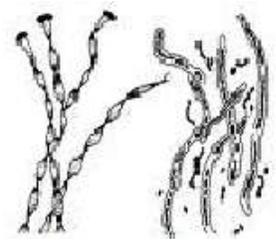
Lieu où cet échantillon d'eau été collectionné

Concentration d'ammoniacque de cet échantillon d'eau

Plus d'information au sujet d'ébullitions d'eau peut être trouvée à <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/boil-ebullition-fra.php>

Enlever de Fer de l'Eau Potable

Fer est un élément essentiel pour humains. D'habitude, les personnes obtiennent tous le fer qu'ils ont besoin de la nourriture qu'ils mangent alors fer extra dans eau n'est pas nécessaire pour la bonne santé. La ligne directrice pour fer dans les lignes directrices pour la qualité d'eau potable canadienne est 0,3mg/L. Cette ligne directrice est en place principalement pour les raisons esthétiques parce que fer décolore eau et favorise la croissance bactérienne. Il n'est pas une ligne directrice basée sur la santé parce que fer, et les types de bactéries qui agrandissent autour du fer, ne sont pas généralement nocifs à la santé humaine. Mais, ces **bactéries du fer** causent plusieurs autres problèmes. Quand fer est présent en eau, bactéries qui utilisent fer pour leur source d'énergie vont grandir et accumuler n'importe où qu'eau coule. Ces bactéries forment des couches épaisses du biofilm dans les réservoirs et tuyaux, causant beaucoup de dommage aux systèmes de distribution qui est difficile et coûteux de réparer. Activité bactérienne excessive résulte aussi en eau avec un goût et une odeur désagréable qui le font mauvais pour la cuisine et le lavage. Ces bactéries peuvent encore grandir en eau qui a moins du fer que la ligne directrice de 0,3mg/L. S'il y a du fer que ces bactéries peuvent utilisé pour énergie ils vont grandir et répandre. Pour garder les bactéries du fer hors d'eau potable tous le fer doit être enlevé, pas seulement assez pour répondre à la directive.



Deux espèces de bactéries du fer

Regardez aux tubes d'eau brute de puits qui sont inclus dans le kit. Vous allez voir que le fer dans cette eau a installé au fond des tubes, vous devrez voir plusieurs petites particules oranges là. Si vous secouez un de ces tubes et l'examinez de très près vous pourriez voir les particules oranges minuscules qui flottent partout dans l'eau. Ces particules sont visibles parce que ce fer n'est pas soluble en eau. Mais, ceci n'est pas toujours le cas, quand cette eau commence à sortir du puits il n'aura pas de particules oranges minuscules dans l'eau. Ceci était à cause d'une différence entre les deux états chimiques du fer. Fer peut soit être dans un état **réduit** ou un état **oxydé** (aussi connu comme la rouille). Un des plus grands facteurs décidant de l'état dans lequel existe le fer est l'exposition à oxygène. Quand le fer est profondément dans un puits il n'est pas exposé à oxygène alors il va être dans son état réduit. Ce fer réduit est soluble en eau alors il dissout et vous ne pouvez pas le voir même qu'il est encore là. Quand l'eau est élevée du puits et est exposé à oxygène il devient oxydé. Ceci est quand le fer sépare de l'eau parce qu'il n'est pas encore soluble.

Faisant certain que tout le fer dans l'eau est oxydé est une étape importante en le filtrer. Ceci est parce que quand le fer est encore réduit il est dissout dans l'eau et peut passer directement à travers les filtres avec l'eau. Pour filtrer le fer de l'eau il doit premièrement être oxydé pour que les particules séparent de l'eau et puis ils peuvent être attrapés par le filtre. Il y en a quelques méthodes différentes que les facilités du traitement peuvent utiliser pour oxyder le fer et autres contaminants. Le plus simple et de laisser l'eau rester dans une grande piscine ouverte appelé un réservoir pour qu'il soit exposé à l'oxygène dans l'air, la plupart du fer va oxyder éventuellement et déposer au fond mais ce processus est lente et souvent laisse un peu du fer réduit dans l'eau. Une autre option est d'utiliser les produits chimiques oxydants ; ces produits chimiques peuvent être ajoutés à l'eau pour oxyder tout le fer plus rapidement et efficacement que les réservoirs. Ces processus créent eau comme l'eau brute de puits que vous avez vu dans les tubes avec plusieurs petites particules du fer flottant. Même que le fer n'est pas encore dissout dans l'eau il est encore très difficile de filtrer parce que les particules sont très petites. Ce fer peut passer directement à travers la majorité des filtres réguliers et quand les filtres très fins qui peuvent attraper les particules de cette taille sont utilisés ils bouchent très rapidement et doivent être nettoyés et remplacés constamment. La solution habituelle à ceci est d'ajouter une autre produit chimique appelé **floc**. Ce floc est plus facile de filtrer parce que son taille plus grand le fait plus facile à attraper.

Plus d'information au sujet de traitement d'eau biologique peut être trouvée à <http://www.safewater.org/ibrom.html>

Une option différente pour filtrer fer est d'utiliser un processus biologique comme l'un pour ammoniacale qui a été discuté plus tôt. Au lieu de mettre les produits chimiques dans l'eau, l'eau peut être passée à travers un filtre contenant bactéries qui font un travail encore mieux d'oxyder tous le fer. Ces sont actuellement précisément les mêmes bactéries du fer qu'on a mentionné au début de ce document, on voudra peut-être les garder hors des tuyaux d'eau mais on peut quand même les mettre à travail pour nous dans nos filtres. Bactéries du fer absorbent fer réduit et oxygène et performent une réaction de bio-oxydation sur ces choses qui produit fer oxydé. Ces bactéries du fer gagnent d'énergie de performer cette réaction et ils sont spécialisés de le faire très efficacement. Il y en a un deuxième bénéfice d'utiliser ces bactéries aussi, parce qu'ils sont en train d'oxyder le fer ils font aussi un peu de gel collant qui forme un floc avec le fer automatiquement. Ceci permet la bactérie de faire le travail des produits chimiques oxydants et des produits chimiques floculants. Faisant l'expérience pour cette leçon vous allez voir un floc du fer formé par bactérie du fer dans les autres tubes inclus dans le kit. Ces échantillons d'eau bio-oxydé étaient prit de vrais **filtres biologiques** dans un facilité du traitement d'eau où bactérie du fer a oxydé le fer et formé le floc. Dès que ce floc est formé il est attrapé dans le filtre et l'eau passe à travers, libre du fer. Il n'y a pas encore une source d'énergie dans cette eau pour autre bactéries de fer d'utiliser alors ils ne peuvent pas grandir et former biofilm et alors tous les problèmes associés avec fer dans eau sont évités.

Dans cette expérience vous aurez être capable de voir plusieurs des choses discutés dans cette leçon pour vous-même. Vous allez filtrer les échantillons d'eau qui ont été oxydé en différentes manières et voir s'ils donnent différents résultats.

Matériaux nécessaires pour cette expérience sont:

Trois petits béchers plastiques
Deux béchers de 250mL
Verre plastique
Échantillon d'eau brute de puits
Échantillon d'eau bio-oxydée
Deux filtres à café
Quatre paquets en aluminium de réactif pour le test de fer
Marqueur
Ciseaux
Bâtonnet

1. Étiquetez un des petits béchers plastiques « brute non-filtrée » et puis secouez l'échantillon d'eau brute de puits, ouvrez-le et versez 10mL dans ce bécher. Laissez ce bécher de côté pour maintenant.
2. Pliez votre filtre à café dans un cône précisément comme vous avez en Leçon quatre et tenez-le en place au-dessus du verre.
3. Versez lentement le reste de l'échantillon d'eau brute du puits à travers le filtre dans le verre.
4. Étiquetez un des petits béchers plastiques « brute filtrée » et puis versez 10mL d'eau brute de puits filtrée du verre dans ce bécher. Ce bécher devrait aussi être laissé de côté pour maintenant. S'il y en a d'eau qui reste dans le verre l'eau peut être disposée.
5. Mettez 100mL d'eau du robinet dans un des grands béchers.
6. Tournez le tube d'échantillon à l'envers très doucement et lentement. Si le floc est collé au fond du tube retournez-le plusieurs fois jusqu'à ce que tout le floc soit détaché, vous voulez que tous le floc sorte quand vous versez l'eau. Il faut que vous fassiez ceci soigneusement; vous ne voulez pas briser trop le floc.
7. Ouvrez le tube d'échantillon bio-oxydé et versez-le très soigneusement dans le bécher avec 100mL d'eau (pas à travers d'un filtre). Essayez de tenir le tube près de la surface de l'eau quand vous le versez parce que le floc peut se briser quand il frappe l'eau s'il tombe trop loin.
8. Pliez votre deuxième filtre à café dans un cône et tenez-le en place au-dessus du deuxième grand bécher.
9. Versez l'échantillon que vous venez de mélanger en étape 7 à travers le filtre à café. Essayez de tenir le bécher près du filtre pendant que vous versez l'échantillon pour que l'eau ne tombe pas aussi loin.
10. Étiquetez le troisième petit bécher plastique « bio-oxydée filtrée » et versez 10mL de l'échantillon bio-oxydé filtré dans ce bécher.

Lorsque tout le monde a préparé leurs trois échantillons l'enseignant va préparer les échantillons bio-oxydés non-filtrés et donner un à votre groupe.

11. Vous pouvez maintenant commencer d'observer et de comparer les échantillons différents.

Les paires d'échantillons que vous devez comparer sont :

- a. Eau brute non-filtrée à bio-oxydée non-filtrée
- b. Eau brute non-filtrée à eau brute filtrée
- c. Bio-oxydée non-filtrée à bio-oxydée filtrée
- d. Eau brute filtrée à bio-oxydée filtrée

Sur une pièce de papier écrivez les noms des deux échantillons que vous comparez et puis écrivez vos observations en une ou deux phrases. Laissez beaucoup d'espace pour ajouter des choses plus tard et puis écrivez les noms de la prochaine paire d'échantillons et continuez.

Examinez-les de près, est-ce qu'ils semblent d'avoir des différences entre eux? Est-ce qu'il y en a des différents tailles ou nombres de particules visibles? Est-ce qu'un regarde comme il a plus ou moins du fer que l'autre?

Les paquets d'aluminium contiennent un réactif qui est utilisé pour indiquer la présence du fer. Quand il est ajouté à un échantillon d'eau il va tourner rose-rouge s'il y a du fer dans l'eau. Le plus foncé le couleur devient le plus du fer il y a. Ceci est très utile pour comparer échantillons, il peut être mis dans plusieurs échantillons et vous allez savoir que l'un qui tourne le plus foncé teinte de rouge a le plus de fer ou si quelques-uns tournent le même couleur vous allez savoir qu'ils ont la même concentration du fer.

12. Avec ciseaux coupez très soigneusement les sommets de vos quatre paquets et versez un des paquets dans chacun de vos quatre échantillons. Utilisez un bâtonnet pour mélanger le poudre dans les échantillons d'eau. Vous devez attendre au moins trois minutes pour la réaction de finir mais lorsque le couleur change il n'y a aucune hâte, les échantillons vont rester ce couleur pour longtemps.

13. Quand les trois minutes ont passé comparez les mêmes quatre paires d'échantillons encore. Quel échantillon avait vraiment plus du fer? En jugeant par comment différent les couleurs des échantillons sont est-ce que la différence en concentration du fer semble d'être grande ou petite? Écrivez vos observations en une ou deux phrases dans les espaces que vous avez laissés sous vos premières observations.