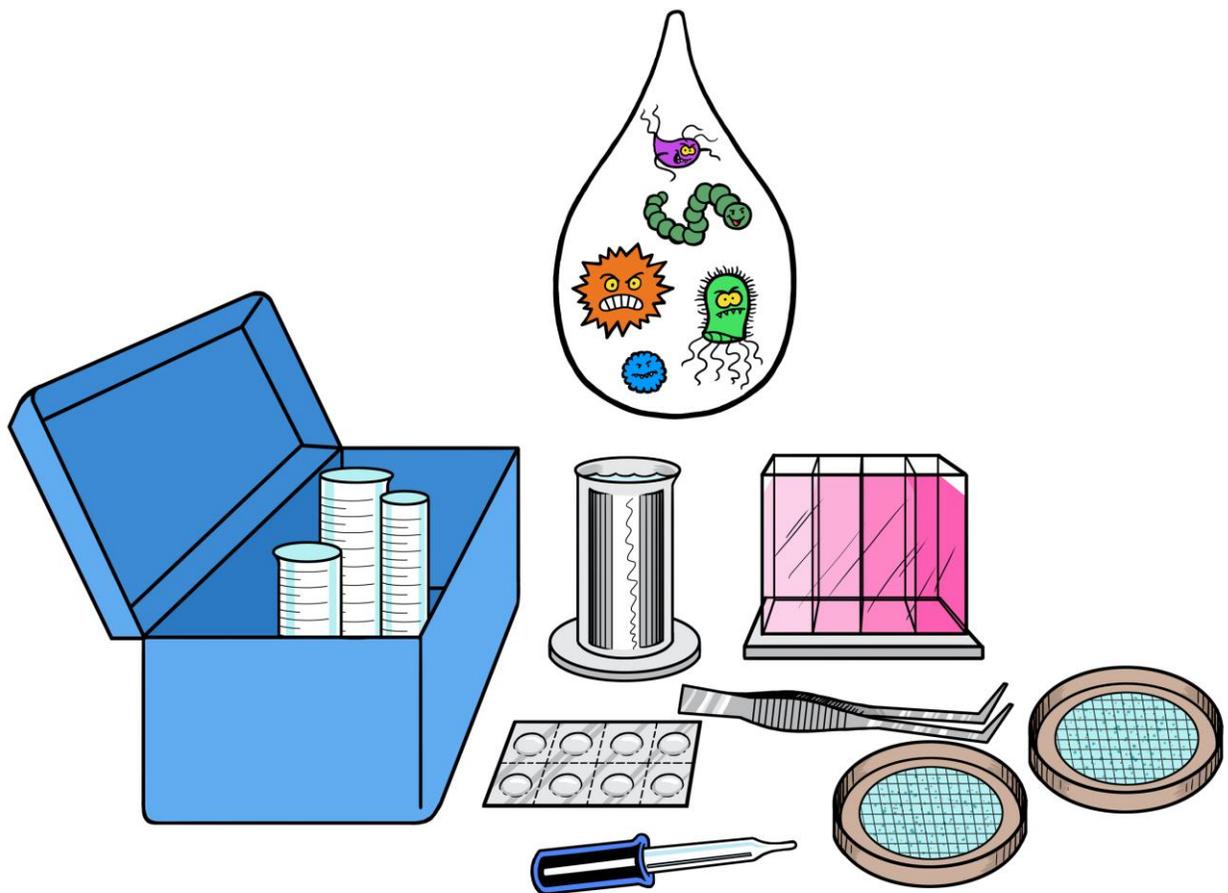


Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson





424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canada
Tél : + 1 (403) 243-3285, Fax : + 1 (403) 243-6199
Email : resources@cawst.org, Site web : www.cawst.org

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology - Centre pour les Technologies d'Eau et Assainissement à Faible Coût) est un organisme à but non lucratif proposant des services de formation et de conseil aux organisations qui travaillent directement avec les populations des pays en développement n'ayant pas accès à l'eau potable et à un assainissement de base.

L'une des stratégies fondamentales de CAWST est de diffuser ces connaissances concernant l'eau, afin d'en faire un savoir courant. Ceci peut être réalisé, en partie, par le développement et la distribution gratuite de matériels d'éducation dans le but d'augmenter la disponibilité de l'information pour ceux qui en ont le plus besoin.

Le contenu de ce document est libre et sous licence Creative Commons Attribution Works 3.0 Unported. Pour voir une copie de cette autorisation, veuillez visiter <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>, ou écrivez à Creative Commons : 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Vous êtes libre de :

- Partager - copier, distribuer et transmettre ce document.
- Modifier – pour adapter ce document



Aux conditions suivantes :

- Indication de la source. Vous devez indiquer que CAWST est l'auteur original de ce document. Veuillez mentionner notre site internet : www.cawst.org

CAWST publiera périodiquement des mises à jour de ce document. Pour cette raison, nous ne recommandons pas que vous proposiez ce document en téléchargement sur votre site web.



CAWST fournit un mentorat et un accompagnement pour l'utilisation de ses ressources d'éducation et de formation.

Tenez-vous informé et obtenez du support :

- Dernières mises à jour de ce document :
- Autres ressources sur les formations et les ateliers
- Assistance à l'utilisation de ce document dans votre travail

www.cawst.org

CAWST et ses administrateurs, employés, contractants et bénévoles n'endossent aucune responsabilité et ne donnent aucune garantie en ce qui concerne les résultats pouvant être obtenus par l'utilisation des informations fournies.

Table des matières

Section 1 : Présentation Générale de l'Analyse de la Qualité de l'Eau de Boisson

Section 2 : Planification de l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Section 3 : Inspections sanitaires

Section 4 : Prélèvement d'échantillons d'eau et contrôle de la qualité

Section 5 : Analyse des paramètres physiques

Section 6 : Analyse des paramètres chimiques

Section 7 : Analyse des paramètres microbiologiques

Section 8 : Interprétation des résultats d'analyse

Annexe 1 : Formulaires d'inspection sanitaire

Annexe 2 : Fiches de produits

Annexe 3 : Fiches de données chimiques

Annexe 4 : Directives de l'OMS pour les produits chimiques et effets sur la santé

Annexe 5 : Milieux de culture

Annexe 6 : Formulaire d'enregistrement des données

Annexe 7 : Rapport d'analyse de qualité de l'eau

Annexe 8 : Voyages internationaux avec du matériel d'analyse

Annexe 9 : Fiches de données par pays

Acronymes

SAA	Spectromètre d'absorption atomique (SAA)
FBS	filtre biosable
CAWST	Centre for Affordable Water and Sanitation Technology
CFU	Unités formatrices de colonies
AQEB	analyse de la qualité de l'eau de boisson
CE	conductivité électrique
ENPHO	Environment and Public Health Organization
CF	coliformes fécaux
CRL	chlore résiduel libre
FTU	Unités de turbidité de formazine
H ₂ S	Sulfure d'hydrogène
TED	Traitement de l'eau à domicile
(C)TED	conservation et traitement de l'eau à domicile
PCI	plasma couplé par induction
L	litre
m	mètre
MCL	Niveau maximum de contaminant
FM	Filtration sur membrane
mg	milligramme
mL	millilitre
MLSB	Bouillon lauryl sulphate pour filtration sur membrane
mm	millimètre
NPP	Nombre le plus probable
ND	Pas de date, non détecté
ONG	organisation non gouvernementale
NTU	Unité de turbidité néphélométrique
P-A	Présence-absence
PPB	Parties par milliard
PPM	Parties par million
NMCS	Niveau maximum de contaminant secondaire
SODIS	désinfection solaire

POP	Procédure opérationnelle permanente
CT	Coliformes totaux
UCV	Unité de couleur vraie
DJA	Dose journalière admissible
MDT	Matières dissoutes totales
TNTC	Trop nombreux pour être comptés
CTR	Coliformes thermorésistants
µg	microgramme
µm	micromètre
ONU	Nations Unies
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
UNICEF	United Nations Children's Education Fund
US EPA	United States Environmental Protection Agency
OMS	Organisation mondiale de la Santé (OMS)

Conversions de mesures

Longueur ou distance

1 pied = 0,30 mètre

1 m = 3,28 pieds

1 pouce = 25,4 mm

1 pouce = 2,54 cm

1 cm = 0,39 pouces

1 cm = 10 mm

1 mm = 0,1 cm

1 mm = 1.000 µm

1 µm = 0,001 mm

Volume

1 gallon = 3,78 L

1 L = 0,26 gallons

1 L = 33,8 once liquide (US)

1 L = 1000 mL

1 mL = 0,001 L

Poids

1 kg = 1.000 g

1 g = 0,001 kg

1 g = 1.000 mg

1 mg = 0,001 g

1 mg = 1.000 µg

1 µg = 0,001 mg

Concentration

1 ppm = 1 mg/L = 1/1 million = 0,000001

1 ppb = 1 µg/L = 1/1 milliard = 0,000000001

Pour convertir des ppb en ppm, il faut diviser par 1000

Pour convertir des ppm en ppb il faut multiplier par 1000

Pour convertir des µg/L en mg/L il faut diviser par 1000

Pour convertir mg/L en µg/L il faut multiplier par 1000



Glossaire

Précision	La proximité d'une valeur mesurée à la valeur réelle.
Adsorption	Lorsqu'un contaminant s'attache ou se colle à la surface d'un solide, comme un grain de sable.
Gélose	Un gel semi-solide contenant des nutriments et servant à faire proliférer des bactéries.
Technique d'asepsie	Éviter les contacts avec les microorganismes.
Bactéries	microorganismes unicellulaires, généralement de quelques micromètres (μm) de long. Elles peuvent vivre dans l'eau, dans le sol, dans les animaux et les plantes. La bactéries sont habituellement trop petites pour être vues à l'œil nu. Certaines bactéries, mais pas toutes, peuvent vous rendre malade.
Syndrome du bébé bleu	Une maladie surtout fréquente chez les nourrissons et qui peut être due à la consommation de grandes quantités de nitrates, ce qui réduit la capacité du sang à transporter efficacement l'oxygène.
Ébullition	Désinfection de l'eau en la chauffant jusqu'à ce qu'elle fasse des bulles. Pour tuer tous les agents pathogènes de l'eau, vous devez maintenir l'eau à pleine ébullition (beaucoup de bulles couvrent toute la surface de l'eau) pendant au moins 1 minute entière.
Bouillon	Un liquide contenant des nutriments et servant à faire proliférer des bactéries.
Carcinogène	Un produit chimique qui peut provoquer le cancer.
Chronique	Permanent ou se répétant constamment pendant une longue période. Opposé d'aigu.
Coliforme	Un groupe de bactéries généralement inoffensives et qui peuvent provenir d'excréments ou de l'environnement naturel.
Colonie (bactérienne)	Un groupe de bactéries proliférant à la surface d'un milieu de culture. Une colonie démarre habituellement avec une seule bactérie et apparaît comme un tache circulaire sur le milieu de culture.
Eau communautaire approvisionnement	Habituellement la gestion et l'administration de l'approvisionnement en eau géré par la communauté locale. L'approvisionnement en eau communautaire peut inclure des systèmes de canalisations simples, des puits forés à pompe mécanique ou manuelle, des puits creusés et des sources protégées.
Concentration	Le ratio de la quantité de toute substance présente dans un échantillon de volume ou de poids donné par rapport au volume ou

au poids de l'échantillon (ex : mg/L, µg/L, ppm, ppb).

Consommable	Des objets utilisés une fois ou pendant une période durée limitée, puis jetés. Doivent être achetés régulièrement pour l'analyse de qualité de l'eau (ex : réactifs, papier filtre, tampons absorbants).
Contamination	Pollution de l'eau par des causes humaines ou naturelles.
Milieu de culture	Combinaison de nutriments et de réactifs utilisés pour faire croître des bactéries. Les bouillons et les géloses sont deux exemples de milieux de culture.
Eau déionisée	Également appelée eau déminéralisée. De l'eau dont les minéraux ont été éliminés, comme le sodium, le calcium, le fer, le cuivre, le chlorure et les sulfates. La déionisation est un processus chimique qui élimine les minéraux de l'eau. Cependant, la déionisation n'élimine pas significativement les agents pathogènes (ex : virus, bactéries)
Désinfection	Un processus qui élimine, désactive ou tue les agents pathogènes de l'eau. C'est la dernière étape du processus de traitement de l'eau à domicile, après la sédimentation et la filtration. La désinfection est moins létale que la stérilisation car elle détruit la plupart des agents pathogènes, mais pas forcément tous ceux-ci (ex : spores bactérienne).
Eau distillée	Une eau dont beaucoup des impuretés chimiques, physiques et microbiologiques (ex : minéraux, turbidité, agents pathogènes) sont éliminés par distillation. La distillation consiste à faire bouillir l'eau puis à condenser la vapeur dans un récipient propre, laissant ainsi toutes les impuretés derrière.
Qualité de l'eau de boisson	Les paramètres chimiques, physiques et microbiologiques de l'eau de boisson.
Effluent	Un écoulement de déchets liquides ou d'eaux usées.
Équipement	Le matériel permanent qui n'est habituellement acheté qu'une seule fois pour l'analyse de qualité de l'eau (ex : incubateur, échelle, compteurs numériques).
Bactéries fécales	Les bactéries trouvées dans les excréments humains ou des animaux à sang chaud. Leur présence indique une contamination fécale de l'eau et la présence possible d'agents pathogènes.
Papier filtre	Un papier poreux utilisés dans la filtration sur membrane, à travers lequel l'échantillon d'eau est filtré, et qui retient les bactéries. Les tailles des pores pour les bactéries fécales vont de 0,45 à 0,7 µm.
Débit	La vitesse à laquelle l'eau s'écoule à travers un filtre. Le débit peut être mesuré comme la durée nécessaire pour remplir un récipient

d'eau - souvent un récipient d'un litre. Pour le filtre biosable, le débit doit être mesuré lorsque le réservoir est complètement rempli.

Eau claire	De l'eau qui contient moins de 1.000 mg/L de solides dissous comme le sel.
Directive	Une limite recommandée qui ne <u>devrait</u> pas être dépassée.
Helminthe	Ver ou douve. Elles peuvent vivre dans l'eau, dans le sol, dans les animaux et les plantes. Les helminthes peuvent être très petites (difficiles à voir à l'œil nu), ou grosses (jusqu'à plusieurs mètres de long !). Ce sont des parasites – elles peuvent vivre à l'intérieur de vous, et se nourrir de vous, vous rendant malade.
Mise en œuvre	Le processus d'application d'un plan. La phase de mise en œuvre intervient après que le plan d'un projet a été élaboré.
Incidence	L'incidence est la fréquence des nouveaux (ou nouvellement diagnostiqués) cas de maladie. Elle est généralement présentée comme le nombre de nouveaux cas apparaissant durant une période donnée (ex : par mois, par an). Elle est plus significative lorsqu'elle est présentée en tant que fraction de la population risquant de développer la maladie (ex : pour 100 000 ou par million d'habitants). Voir aussi la définition de "prévalence".
Organismes indicateurs	Il existe de nombreux types différents de microorganismes responsables de maladies, qu'il serait trop cher et trop long d'analyser un par un. Nous analysons la contamination fécale au moyen d'organismes indicateurs. Il existe des microorganismes dont la présence dans l'eau signale la présence d'excréments, et potentiellement d'agents pathogènes. L'un de ces organismes indicateurs est <i>Escherichia coli</i> , une bactérie normalement présente dans les excréments humains et d'animaux à sang chaud.
Matériel	Des objets utilisés une fois ou pendant une période durée limitée, puis jetés. Doivent être achetés régulièrement pour l'analyse de qualité de l'eau. Aussi appelé consommable.
Filtration sur Membrane	Méthode d'analyse de qualité de l'eau utilisée pour mesurer la contamination microbiologique en comptant le nombre d'unités formatrices de colonies d'indicateurs bactériens (CFU).
Microbiologique	Les agents pathogènes de l'eau qui peuvent vous rendre malade.
Contamination microbiologique	La contamination peut provenir d'excréments humains et animaux, de déchets, ou de l'environnement.
Microorganismes	Une petite chose vivante, dont les protozoaires, les bactéries et les virus. La plupart sont habituellement trop petits pour être vus à l'œil nu. Les microorganismes, aussi appelé "microbes", peuvent vivre dans l'eau, le sol, les animaux et les plantes. Certains, mais pas

tous, peuvent vous rendre malade.

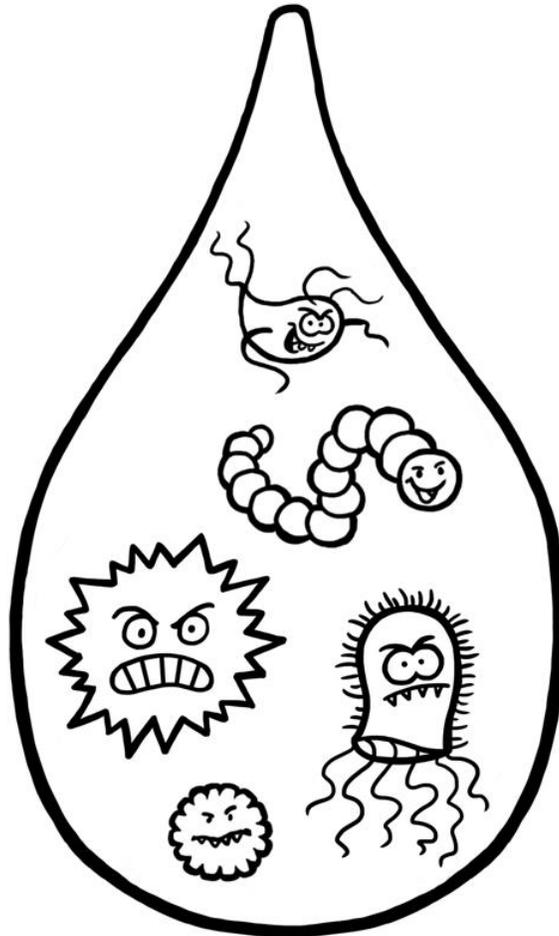
Mutagène	Un produit chimique qui peut modifier les gènes d'une chose vivante, entraînant des caractéristiques physiques différentes de la normale.
Néphélométrique l'Unité de Turbidité (NTU)	Unité de mesure de la turbidité de l'eau. Une mesure de l'opacité de l'eau, mesurée par un néphélomètre. La turbidité est basée sur la quantité de lumière réfléchie par les particules de l'eau.
Nutriment	Toute substance utilisée par les microorganismes pour vivre et croître. Le terme s'applique généralement à l'azote et au phosphore dans l'eau contaminée, mais peut aussi désigner d'autres produits chimiques.
Agent Pathogène	Un organisme vivant qui provoque la maladie Parmi les agents pathogènes couramment présents dans l'eau de boisson, on trouve des bactéries, des virus, des protozoaires et des helminthes.
Précision	La proximité des valeurs mesurées entre elles.
Prévalence	La prévalence est le nombre réel de cas vivants, dont la maladie dure soit pendant une durée (prévalence sur un temps donné) ou à un instant particulier (prévalence instantanée). La prévalence sur un temps donné donne la meilleure mesure de la présence de la maladie, car elle comprend tous les nouveaux cas et toutes les morts entre deux dates, tandis que la prévalence instantanée ne dénombre que les vivants à une date spécifique. Elle est plus significative lorsqu'elle est présentée en tant que fraction de la population risquant de développer la maladie (ex : pour 100 000 ou par million d'habitants). Voir aussi la définition d'"incidence".
Protozoaires	Microorganismes multicellulaires, souvent avec une coquille dure. Ils peuvent vivre dans l'eau, dans le sol, dans les animaux et les plantes. Ils sont très petits, mais certains peuvent être vus à l'œil nu. Certains, mais pas tous, peuvent vous rendre malade.
Assurance de qualité	Vise à éviter les erreurs, en se concentrant sur le processus. C'est un processus de qualité proactif.
Contrôle qualité	Vise à identifier des erreurs dans le produit fini. C'est un processus réactif.
Échantillon aléatoire	Un échantillon choisi sans schéma particulier.
Réactif	Une substance chimique ou biologique nécessaire pour réaliser une analyse particulière de qualité de l'eau. Un réactif peut servir à détecter ou mesurer un contaminant, ou à préparer un produit comme un milieu de culture.
Risque	La probabilité qu'un risque porte préjudice aux populations exposées pendant une période spécifique, et l'ampleur et/ou les conséquences

de ce risque.

Inspection sanitaire	Inspection sur place d'un approvisionnement en eau pour identifier les sources réelles et potentielles de contamination. La structure physique et le fonctionnement des systèmes, ainsi que des facteurs externes (tels que l'emplacement des latrines), sont évalués. Cette information peut servir à sélectionner les actions appropriées pour protéger et améliorer l'approvisionnement en eau
Durée de conservation	La durée pendant laquelle quelque chose peut être stocké et bon à être utilisé avant sa date d'expiration.
SODIS	La désinfection solaire de l'eau en mettant de l'eau claire dans des bouteilles en plastique translucide, puis en les laissant au soleil. Les rayons UV du soleil tuent les agents pathogènes de l'eau.
Norme	Une limite obligatoire qui <u>ne doit pas</u> être franchie ; les normes relèvent souvent d'un devoir ou d'une obligation légale.
Stériliser	Pour tuer tous les microorganismes - qu'ils soient pathogènes ou pas - et leurs spores présents sur une surface ou un objet. La stérilisation est plus létale que la désinfection.
Solides en suspension	Petites particules solides comme la poussière, qui flottent dans l'eau et provoquent la turbidité. Elles peuvent être éliminées par sédimentation ou filtration.
Toxique	Un produit chimique pouvant entraîner des blessures sérieuses ou la mort car c'est un poison pour les êtres vivants.
Efficacité du traitement	Aussi appelée efficacité d'élimination. L'efficacité avec laquelle une technologie de traitement de l'eau à domicile (TED) traite l'eau. Elle peut s'exprimer comme le pourcentage de contaminants spécifiques qui sont éliminés de l'eau, par exemple "98.5% des bactéries".
Turbidité	L'"opacité" ou la "sauté" de l'eau. La turbidité est provoquée par des solides en suspension, comme le sable, le limon et l'argile, qui flottent dans l'eau. La lumière se réfléchit sur ces particules, ce qui donne à l'eau un aspect trouble ou sale. La turbidité se mesure en unités néphélométriques de turbidité (NTU).
Virus	Microorganismes unicellulaires. Ils peuvent vivre dans l'eau, dans le sol, dans les animaux et les plantes. Les virus sont trop petits pour être vus à l'œil nu. Certains, mais pas tous, peuvent vous rendre malade.

Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Section 1: Présentation Générale de l'Analyse de la Qualité de l'Eau de Boisson





424 Aviation Road NE
 Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canada
 Tél : + 1 (403) 243-3285, Fax : + 1 (403) 243-6199
 Email : resources@kawst.org, Site web : www.kawst.org

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology - Centre pour les Technologies d'Eau et Assainissement à Faible Coût) est un organisme à but non lucratif proposant des services de formation et de conseil aux organisations qui travaillent directement avec les populations des pays en développement n'ayant pas accès à l'eau potable et à un assainissement de base.

L'une des stratégies fondamentales de CAWST est de diffuser ces connaissances concernant l'eau, afin d'en faire un savoir courant. Ceci peut être réalisé, en partie, par le développement et la distribution gratuite de matériels d'éducation dans le but d'augmenter la disponibilité de l'information pour ceux qui en ont le plus besoin.

Le contenu de ce document est libre et sous licence Creative Commons Attribution Works 3.0 Unported. Pour voir une copie de cette autorisation, veuillez visiter : <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>, ou écrivez à Creative Commons : 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Vous êtes libre de :

- Partager - copier, distribuer et transmettre ce document.
- Modifier – pour adapter ce document



Aux conditions suivantes :

- Indication de la source. Vous devez indiquer que CAWST est l'auteur original de ce document. Veuillez mentionner notre site internet : www.kawst.org

CAWST publiera périodiquement des mises à jour de ce document. Pour cette raison, nous ne recommandons pas que vous proposiez ce document en téléchargement sur votre site web.



CAWST fournit un mentorat et un accompagnement pour l'utilisation de ses ressources d'éducation et de formation.

Tenez-vous informé et obtenez du support :

- Dernières mises à jour de ce document :
- Autres ressources sur les formations et les ateliers
- Assistance à l'utilisation de ce document dans votre travail

www.kawst.org/resources

CAWST et ses administrateurs, employés, contractants et bénévoles n'endossent aucune responsabilité et ne donnent aucune garantie en ce qui concerne les résultats pouvant être obtenus par l'utilisation des informations fournies.



Table des matières

Section 1: Présentation Générale de l'Analyse de la Qualité de l'Eau de Boisson	i
1.1 Introduction	1
1.2 Qualité de l'eau de boisson.....	3
1.3 Approche à barrières multiples vers une eau de boisson salubre.....	4
1.4 Directives et normes pour la qualité de l'eau de boisson.....	5
1.5 Options d'analyse de la qualité de l'eau de boisson	5
1.5.1 Observation	6
1.5.2 Utilisation de kits d'analyse portables	6
1.5.3 Analyse en laboratoire mobile.....	8
1.5.4 Utilisation d'un laboratoire commercial	8
1.5.5 Installer un laboratoire de projet	9
1.6 Leçons apprises par CAWST.....	10
1.7 Résumé des informations clés.....	11
1.8 Références	12

Table des matières

Section 1: Présentation Générale de l'Analyse de la Qualité de l'Eau de Boisson	i
1.1 Introduction	1
1.2 Qualité de l'eau de boisson.....	3
1.3 Approche à barrières multiples vers une eau de boisson salubre.....	4
1.4 Directives et normes pour la qualité de l'eau de boisson.....	5
1.5 Options d'analyse de la qualité de l'eau de boisson	5
1.5.1 Observation	6
1.5.2 Utilisation de kits d'analyse portables	6
1.5.3 Analyse en laboratoire mobile.....	8
1.5.4 Utilisation d'un laboratoire commercial	8
1.5.5 Installer un laboratoire de projet	9
1.6 Leçons apprises par CAWST.....	10
1.7 Résumé des informations clés.....	11
1.8 Références	12
Section 2 : Planification de l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson	
Section 3 : Inspections sanitaires	
Section 4 : Prélèvement d'échantillons d'eau et contrôle de la qualité	
Section 5 : Analyse des paramètres physiques	
Section 6 : Analyse des paramètres chimiques	
Section 7 : Analyse des paramètres microbiologiques	
Section 8 : Interprétation des Résultats d'Analyse	
Annexe 1 : Formulaires d'inspection sanitaire	
Annexe 2 : Fiches de produits	
Annexe 3 : Fiches de données chimiques	
Annexe 4 : Directives de l'OMS pour les produits chimiques et effets sur la santé	
Annexe 5: Milieux de culture	
Annexe 6 : Formulaire d'enregistrement des données	
Annexe 7 : Rapport d'analyse de qualité de l'eau	
Annexe 8 : Voyages internationaux avec du matériel d'analyse	
Annexe 9 : Fiches de données par pays	

1.1 Introduction

Disposer d'une eau de boisson salubre est un besoin et un droit pour chaque homme, femme et enfant. Les gens ont besoin d'eau propre pour rester en bonne santé et garder leur dignité. Une meilleure eau est essentielle pour briser le cycle de la pauvreté car elle améliore la santé des gens, leur force pour travailler, et leur capacité à aller à l'école.

Cependant une baisse de la qualité de l'eau menace les avancées faites au cours de 20 dernières années dans l'amélioration de l'accès à l'eau potable. Entre 1990 et 2011, les efforts mondiaux ont aidé 2,1 milliards de personnes à avoir accès à une eau de boisson améliorée, mais toutes ces nouvelles sources ne sont pas nécessairement salubres (OMS/UNICEF, 2013).

La qualité de nos réserves d'eau douce mondiales est de plus en plus menacée par la contamination. Bien que l'eau contienne des contaminants naturels, elle est de plus en plus polluée par les activités humaines comme la défécation en plein air, un traitement incorrect des eaux usées, les décharges sauvages, de mauvaises pratiques agricoles, et les déversements de produits chimiques dans les sites industriels.

La contamination chimique de l'eau de boisson – qu'elle soit naturelle ou due à une pollution – est un problème très sérieux. L'arsenic et le fluorure menacent à eux seuls la santé de centaines de millions de personnes dans le monde.

La contamination microbiologique est cependant encore plus grave, notamment lorsqu'elle est liée aux excréments humains. La contamination fécale de l'eau de boisson est une des causes principales de maladies diarrhéiques. On estime que 2000 enfants de moins de 5 ans meurent chaque jour dans le monde de maladie diarrhéique. Près de 90% des morts d'enfants de maladies diarrhéiques sont directement liées à une eau contaminée, un manque d'assainissement, ou une mauvaise hygiène (UNICEF Canada, 2013). Pour chaque enfant qui meurt, d'innombrables autres personnes, y compris des enfants plus âgés et des adultes, souffrent d'une mauvaise santé et manquent des opportunités d'emploi et d'éducation.

Le contrôle de la qualité de l'eau est un outil qui peut être utilisé pour identifier une eau de boisson salubre - que ce soit à la source, dans un système de distribution par canalisations, ou dans la maison. L'analyse de l'eau joue un rôle important dans le contrôle du fonctionnement correct des systèmes d'approvisionnement en eau, la vérification de la salubrité de l'eau de boisson, les investigations sur les épidémies, et la validation des processus et mesures préventives (Bain et al., 2012).

Cependant, on ne peut pas compter sur la seule analyse de qualité de l'eau pour protéger la santé publique, car il n'est pas matériellement ou économiquement possible d'analyser toute l'eau de boisson. Vous devez aussi utiliser d'autres outils et ressources, comme les enquêtes sanitaires et le contrôle, pour aider à garantir la qualité de l'eau.

Ce Manuel donne des informations et des ressources d'introduction à l'analyse de qualité de l'eau de boisson pour vous aider à déterminer si l'analyse de qualité de l'eau est un outil approprié dans le cadre de vos projets d'eau. Bien que beaucoup des informations puissent être utilisées dans le monde entier, ce Manuel est destiné aux pratiquants de l'eau, de l'assainissement et de l'hygiène (WASH) dans les pays en développement, où l'accès aux ressources est limité.

Les sujets suivants sont abordés dans ce Manuel :

- Caractéristiques de l'eau de boisson salubre
- Planification de l'analyse de qualité de l'eau
- Enquêtes sanitaires comme moyen d'observer la qualité de l'eau
- Options d'analyse, y compris les kits de terrain et les laboratoires portables
- Paramètres et procédures d'analyse physique, chimique et microbiologique
- Interprétation des résultats de l'analyse de qualité de l'eau

De même, CAWST partage son expérience pratiques et les leçons apprises en travaillant avec plus de 1000 clients sur des projets d'eau, d'assainissement et d'hygiène en Afrique, en Asie, au Moyen-Orient, en Amérique Latine et dans les Caraïbes. Nous aimerions également avoir de vos nouvelles et inclure votre expérience de l'analyse de qualité de l'eau dans la prochaine mise à jour de notre Manuel. Veuillez nous contacter : resources@kawst.org pour nous faire part de vos expériences, commentaires et suggestions.

Que signifient eau de boisson salubre et eau de boisson améliorée ?

- Une **source d'eau de boisson améliorée** se définit comme une source ou point de distribution d'eau de boisson qui, de par sa construction et sa conception, peut protéger l'eau d'une contamination extérieure, en particulier des matières fécales. Parmi les sources d'eau de boisson améliorées, on trouve l'eau courante, les robinets et fontaines publics, les puits forés/tubés, les puits creusés protégés, les sources protégées, l'eau de pluie récupérée et l'eau en bouteille (uniquement lorsqu'une autre source améliorée est utilisée pour la cuisine et l'hygiène personnelle).
- **L'eau de boisson salubre** ne pose aucun risque significatif pour la santé d'une personne tout au long de sa vie. Une eau de boisson salubre est une eau dont les caractéristiques microbiologiques, chimiques et physiques sont conformes aux Directives de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ou aux normes nationales concernant la qualité de l'eau de boisson.

(OMS/UNICEF, 2013)

1.2 Qualité de l'eau de boisson

Nous obtenons notre eau de boisson de différentes sources selon l'endroit où nous vivons dans le monde. Trois des sources utilisées pour recueillir de l'eau de boisson sont :

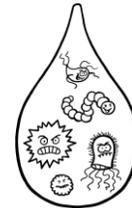
- L'eau souterraine — c'est l'eau qui remplit les espaces entre la roche et le sol, formant un aquifère. La profondeur et la qualité de l'eau souterraine varient selon le lieu. Environ la moitié des réserves mondiale en eau de boisson est souterraine.
- L'eau de surface — c'est l'eau qui est recueillie directement dans un ruisseau, une rivière, un lac, un étang, une source, ou ayant une origine similaire. L'eau de surface n'est généralement pas propre à la consommation sans traitement.
- L'eau de pluie — c'est l'eau qui est recueillie et stockée en utilisant un toit, une surface au sol, un bassin de récupération rocheux. La qualité de l'eau de pluie recueillie sur un toit est généralement de meilleure qualité que celle récupérée dans une surface au sol ou un bassin de récupération rocheux.

Pendant que l'eau suit son cycle, elle amasse naturellement beaucoup de choses sur son chemin. La qualité de l'eau diffère naturellement selon le lieu, la saison, et les divers types de roches et sols dans lesquels elle se déplace.

L'eau peut aussi être polluée par les activités humaines comme la défécation en plein air, un traitement incorrect des eaux usées, les décharges sauvages, de mauvaises pratiques agricoles, et les déversements de produits chimiques dans les sites industriels. Dans les pays en développement, 75% des déchets industriels et jusqu'à 95% des eaux d'égouts sont déversés dans les eaux de surface sans aucun traitement (Carty, 1991).

Même si l'eau est claire, elle n'est pas forcément sûre à consommer. Il est important d'évaluer la salubrité de l'eau en prenant en compte les trois types de paramètres suivants :

- Microbiologique — bactéries, virus, protozoaires et helminthes (vers)
- Chimique — minéraux, métaux, produits chimiques et pH
- Physique — température, couleur, odeur, goût et turbidité



Une eau de boisson salubre doit avoir les paramètres microbiologique, chimique et physique suivants :

- Sans agent pathogène (un agent pathogène est un organisme vivant provoquant une maladie. Parmi les agents pathogènes couramment présents dans l'eau de boisson, on trouve des bactéries, des virus, des protozoaires et des helminthes).
- Faibles concentrations en produits chimiques toxiques
- Claire
- Insipide, inodore et incolore (pour des raisons esthétiques)

La qualité microbiologique est habituellement la principale préoccupation car les maladies infectieuses provoquées par les bactéries, virus, protozoaires et helminthes pathogènes sont les risques sanitaires associés à l'eau de boisson les plus répandus. Seuls quelques produits chimiques ont entraîné des effets sanitaires à grande échelle chez les personnes buvant une

eau qui en contient des quantités excessives. Parmi ceux-ci on trouve le fluorure, l'arsenic et les nitrates (OMS, 2011).

1.3 Approche à barrières multiples vers une eau de boisson salubre

La meilleure façon de réduire le risque de boire une eau insalubre est d'utiliser l'approche à barrières multiples. Les cinq étapes de l'approche à barrières multiples vers une eau de boisson salubre sont :

1. Protéger votre eau de source
2. Sédimenter votre eau
3. Filtrer l'eau
4. Désinfecter votre eau
5. Conserver votre eau en toute sécurité

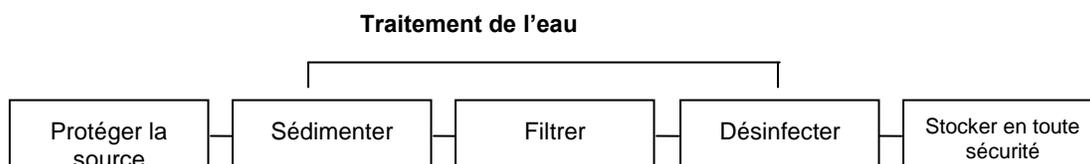
Chaque étape du processus, de la protection de la source au traitement et à la conservation de l'eau en toute sécurité, réduit davantage les risques pour la santé. L'accent doit être mis sur la protection des sources d'eau en premier lieu, de sorte qu'il soit moins nécessaire de recourir au traitement pour s'assurer que l'eau est salubre.

Le concept d'approche à barrières multiples est aussi traité par l'OMS dans le cadre de ses Directives pour la Qualité de l'Eau de Boisson et plans de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau, dont les principes peuvent être appliqués au niveau communautaire comme domestique. L'OMS fournit davantage d'information sur les plans de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau dans leur site web :

www.wsportal.org/ibis/water-safety-portal/eng/home.

L'eau peut être traitée dans un endroit central, en grandes quantités, puis distribuée aux foyers par un réseau de canalisations. On qualifie souvent cela de traitement de l'eau communautaire ou centralisé. Des volumes d'eau plus petits peuvent aussi être traités au point d'utilisation, comme des institutions (ex : écoles, cliniques, établissements religieux) et à domicile. On appelle habituellement cela "conservation et traitement de l'eau à domicile (CTED)", car les membres de la famille recueillent l'eau, puis la traitent et la stockent dans leur foyer.

Les systèmes conventionnels (communautaires) comme domestiques suivent le même processus de base de traitement de l'eau, qui regroupe les trois étapes centrales de l'approche à barrières multiples : sédimentation, filtration et désinfection. La principale différence entre les systèmes conventionnels et domestiques est l'échelle des technologies utilisées.



- Sédimenter l'eau élimine les particules les plus grosses et souvent plus de 50% des agents pathogènes
- Filtrer l'eau élimine les particules plus petites et souvent plus de 90% des agents pathogènes

- Désinfecter l'eau désactive ou tue tous les agents pathogènes restants

1.4 Directives et normes pour la qualité de l'eau de boisson

L'OMS fait partie des Nations Unies et se concentre sur la santé publique internationale. L'OMS rédige les Directives de Qualité pour l'Eau de Boisson (2011) pour protéger la santé publique et aider à faire en sorte que les gens boivent de l'eau salubre dans le monde entier.

Les Directives de l'OMS expliquent que l'eau de boisson salubre ne rendra les gens malades à aucun moment de leur vie, y compris lorsqu'ils sont jeunes, vieux ou déjà malades. L'eau de boisson salubre est adaptée à l'ensemble de nos besoins personnels, dont la boisson, la cuisine et la lessive.

Les Directives de l'OMS s'appliquent aux paramètres microbiologiques, chimiques et physiques. Cependant, l'accent est mis sur la qualité microbiologique, qui est la plus importante dans la mesure où elle est la principale cause de maladie et de mort dans le monde.

L'application des Directives de l'OMS sur la Qualité de l'Eau de Boisson diffère selon les pays. Il n'existe pas d'approche unique utilisée dans le monde entier. Les Directives sont des recommandations qu'il faut s'efforcer d'atteindre et non des limites obligatoires. Les pays peuvent prendre les Directives de l'OMS en compte à l'instar des circonstances environnementales, sociales, économiques et culturelles spécifiques au pays. Cela signifie que beaucoup de pays ont élaboré leurs propres normes nationales, qui sont différentes des Directives de l'OMS, mais protègent tout de même la santé publique.

Par exemple, les Directives disent que l'eau de boisson salubre ne doit contenir aucun organisme indicateur fécal, tel que *Escherichia coli* (*E. coli*). Cependant, dans de nombreux pays développés et en développement, de nombreux systèmes d'eau de boisson domestiques et communautaires de petite taille, en particulier, ne répondent pas à cette exigence pour la salubrité de l'eau, et autorisent certains niveaux de *E. coli*. Dans de telles circonstances, beaucoup de pays (ex : l'Afrique du Sud) ont défini des normes plus réalistes pour l'eau de boisson, qui autorisent certains niveaux de *E. coli* tandis qu'elles visent à une amélioration régulière de la qualité de leur eau.

1.5 Options d'analyse de la qualité de l'eau de boisson

Historiquement, les laboratoires conventionnels étaient surtout utilisés pour effectuer des analyses de qualité de l'eau. Aujourd'hui on dispose d'un large éventail de bons kits et produits sur le marché, permettant d'effectuer des analyses par soi-même. Les sections suivantes présentent les cinq différentes méthodes d'analyse de qualité de l'eau disponibles :

1. Observation
2. Utilisation de kits d'analyse portables
3. Utilisation d'un laboratoire mobile
4. Envoi de vos échantillons à un laboratoire commercial
5. Installation de votre propre laboratoire de projet

1.5.1 Observation

L'analyse de qualité de l'eau vous renseigne sur la qualité au moment du prélèvement de l'échantillon, mais ne vous donne pas d'information sur les causes de la pollution ni sur les possibles évolutions futures. La simple observation est un outil très utile pour identifier les risques potentiels pour la qualité présente et future de l'eau de boisson. Si l'observation de l'environnement local permet de soupçonner la présence d'une contamination, alors l'étape suivante est l'analyse pour confirmer la qualité de l'eau.

La mauvaise qualité de l'eau peut être déterminée en observant la source de l'eau, les environs immédiats du foyer, les récipients utilisés pour transporter l'eau depuis la source, les réservoirs de stockage, et les pratiques d'hygiène personnelle et d'assainissement. La qualité de l'eau peut aussi être évaluée en faisant des observations qualitatives de ses caractéristiques physiques telles que sa turbidité, sa couleur, son odeur et son goût. L'état général de santé, de bien-être ou d'énergie de la population locale peut aussi donner une idée de la qualité de l'eau de boisson.

L'inspection sanitaire est une technique d'observation utile. Elle ne requiert pas de matériel particulier, et est rapide et bon marché. Une certaine formation peut être nécessaire, mais elle ne requiert pas de personnel hautement qualifié. Les conditions locales peuvent aussi être prises en compte lors d'une inspection sanitaire.

La Section 3 donne davantage d'informations sur la façon de réaliser une inspection sanitaire, et des formulaires d'observation sont proposés en Annexe 1 : Formulaires d'Inspection Sanitaire.

Avantages et limites de l'observation

Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none"> • Rapide et facile • Bon marché • Ne nécessite aucun équipement spécialisé • Ne requiert pas de personnel hautement qualifié • Donne des informations sur les causes de la pollution et les évolutions futures possibles 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne confirme pas la qualité de l'eau ni le type spécifique de contamination

1.5.2 Utilisation de kits d'analyse portables

L'analyse de qualité de l'eau peut être difficile lorsque les ressources sont limitées. La manque de disponibilité de l'analyse dans les pays en développement ont mis en lumière le besoin en méthodes d'analyse rapides, simples et bon marché. Ce besoin est particulièrement grand pour les réserves d'eau des petites communautés rurales et des foyers éloignés et n'ayant pas les moyens de recourir aux analyses en laboratoire commercial. L'analyse sur place au moyen de kits portables avec des méthodes d'analyse simplifiées ont permis à l'analyse de qualité de l'eau de devenir une possibilité dans les pays en développement.

L'analyse de nombreux paramètres physiques, chimiques et microbiologiques peut être effectuée sur le terrain en utilisant des produits spécifiquement conçus, portables et

relativement simples d'utilisation. Dans les communautés rurales et reculées, il est plus aisé d'effectuer les analyses de l'eau sur place. Un autre avantage des kits portables est que les analyses sont effectuées sur de nouveaux échantillons dont la qualité n'a pas changé suite au stockage ou au transport sur de longues distances.

Les fabricants de kits portables fournissent un manuel d'utilisation avec des instructions pas-à-pas simples sur la façon d'effectuer des analyses de qualité de l'eau. Cela les rend faciles à utiliser et ne nécessite pas de formation poussée. Cependant, une certaine formation est nécessaire pour garantir une utilisation correcte du matériel et la capacité à comprendre et rendre compte des résultats.

Exemples de kits d'analyse portables



Kit Potatest® (Crédit : Palintest)



Kit Delagua (Crédit : Delagua)

Les kits d'analyse portables peuvent aussi être un outil utile pour sensibiliser à la qualité de l'eau. Les Promoteurs de la santé communautaire ou le personnel de terrain peuvent utiliser l'analyse de la qualité de l'eau pour apporter des changements positifs dans les comportements d'hygiène et d'assainissement. De nombreux tests donnent des résultats visuels qui aident les gens à améliorer leur compréhension de la qualité de leur eau.

Les kits d'analyse de l'eau portables doivent avoir les caractéristiques suivantes :

- Facile à utiliser et instructions simples
- Petit et facile à transporter
- Résultats rapides
- Besoins limités en eau distillée ou déionisée
- Robuste (ex : incidence limitée de la lumière UV, des chocs, de l'humidité ou de la température)
- Peut tester différents paramètres
- Peu de consommables, ou consommables faciles à obtenir
- Coût raisonnable de l'équipement et des consommables

Annexe 2 : les Fiches de produit fournissent davantage d'informations sur les kits d'analyse portables ainsi que sur l'équipement et les matériels utilisés par CAWST et d'autre organisations non gouvernementales (ONG).

Avantages et limites des kits d'analyse portables

Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none"> • Facile à utiliser • Portable et autonome • Résultats rapides • Ne requiert pas de formation poussée • Les consommateurs peuvent participer au processus d'analyse • Moins onéreux que l'analyse en laboratoire 	<ul style="list-style-type: none"> • Précision et exactitude réduites • Niveau d'assurance de la qualité réduit • Il est plus difficile de traiter un grand nombre d'échantillons (plus de 80 par semaine) sans équipement supplémentaire

1.5.3 Analyse en laboratoire mobile

Il est possible d'installer un laboratoire dans un véhicule motorisé adapté, par exemple un camion ou un minibus. Il s'agit d'un type d'analyse sur le terrain, mais un laboratoire mobile peut fournir de meilleurs moyens que des kits de test. En pratique, cela n'est réalisable que lorsque les projets sont disséminés dans plusieurs endroits et ont des besoins communs d'analyse de qualité de l'eau. Les agences et centres de recherche gouvernementaux responsables du contrôle et de l'analyse de la qualité de l'eau utilisent parfois des laboratoires mobiles pour effectuer périodiquement leurs analyses. Le véhicule est en général l'élément le plus coûteux du matériel.

1.5.4 Utilisation d'un laboratoire commercial

Vous pouvez aussi envoyer vos échantillons d'eau à un laboratoire commercial pour les faire analyser. Ces laboratoires se trouvent généralement dans de grandes villes et disposent de locaux dédiés, de techniciens formés et de matériel spécialisé. Les laboratoires respectent les normes internationales d'analyse et peuvent fournir des résultats plus cohérents, plus justes et plus précis. L'UNICEF (2010) recommande également que certains produits chimiques, tels que le plomb, le cyanure, le chrome, le mercure, et le sélénium soient analysés en laboratoire afin d'obtenir un résultat fiable.

L'analyse en laboratoire commercial peut être utile si vous ne prélevez qu'un petit nombre d'échantillons et que votre projet se situe près d'une ville où un laboratoire est présent. Cependant, le coût relativement élevé d'une analyse en laboratoire commercial la rend difficile ou impossible dans beaucoup de pays en développement, en particulier si de nombreuses analyses sont nécessaires. Le coût des analyses en laboratoire varie en fonction des paramètres suivants :

- Déplacement nécessaire pour livrer les échantillons d'eau au laboratoire
- Types d'analyses
- Nombre d'analyses
- Niveau de précision et d'exactitude requis

Avantages et limites des laboratoires commerciaux

Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none"> • Environnement contrôlé • Niveau de précision et d'exactitude élevé • Niveau d'assurance de qualité élevé • Résultats plus cohérents • Plus d'échantillons peuvent être traités en moins de temps 	<ul style="list-style-type: none"> • Relativement cher • En général situé dans des zones urbaines, les échantillons peuvent devoir être transportés sur de longues distances • Certains laboratoires peuvent ne proposer qu'un nombre limité de méthodes d'analyse

1.5.5 Installer un laboratoire de projet

Certaines de plus grandes organisations ont installé leurs propres laboratoires d'analyse de qualité de l'eau pour mener à bien leurs projets. Cela est habituellement le cas lorsque de nombreux échantillons ont été recueillis sur une longue période, et que des laboratoires commerciaux ne sont pas disponibles ou trop chers.

La faisabilité de l'installation d'un laboratoire de projet dépend de la disponibilité des ressources financières, des locaux, des techniciens qualifiés, et du matériel d'analyse. Veuillez contacter CAWST pour davantage d'informations et des conseils si vous souhaitez installer votre propre laboratoire de projet.

Avantages et limites d'un laboratoire de projet

Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none"> • L'organisation a la maîtrise de l'analyse pour atteindre les objectifs du projet • Peut être situé près de la zone du projet • La précision et l'exactitude peuvent être similaires à celles d'un laboratoire commercial • Plus d'échantillons peuvent être traités en moins de temps • Peut être une source de revenus en effectuant des analyses pour d'autres organisations 	<ul style="list-style-type: none"> • Relativement cher • Personnel qualifié et formation poussée sont nécessaires • Un équipement spécialisé est nécessaire • Locaux dédiés nécessaires

Étude de cas : Installation d'un laboratoire de projet en Zambie

Le Laboratoire de l'Eau de Seeds of Hope International Partnerships (SHIP) est la branche d'analyse de et formation de SHIP en Zambie. Le laboratoire dépend de la division Centre d'Expertise et de Formation à l'Eau (CEFE) de SHIP, avec pour objectif de fournir des services complets d'analyse de qualité de l'eau à la région.

Le Laboratoire de l'Eau de SHIP est entré en service en 2009, avec le financement de l'Agence Canadienne pour le Développement International (ACDI) et le soutien technique de CAWST. Il a fallu six mois et environ \$20,000 pour mettre en place le nouveau laboratoire.

Le laboratoire était initialement destiné à assister les programmes d'eau, d'assainissement et de recherche du programme CEFE et de différentes divisions de SHIP. Il a surveillé des puits récemment forés et la nouvelle contamination des puits après réparation de la pompe ; vérifié l'efficacité des filtres biosable pour le traitement de l'eau à domicile ; testé les eaux usées pour les projets agricoles ; et effectué des études de base pour l'évaluation des besoins communautaires dans le cadre de projets d'hygiène/assainissement et VIH/SIDA. Le laboratoire a commencé en tant que service portable d'analyse sur le terrain, puis s'est par la suite installé dans un local dédié au sein du Centre de Ressources de SHIP.

Le Laboratoire de l'Eau de SHIP a élargi son offre de services et propose maintenant l'analyse de qualité de l'eau (comprenant les paramètres microbiologiques, chimiques et physiques), fournit une formation (atelier d'Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson), des services de contrôle et d'évaluation, et fabrique des kits d'analyse présence-absence.

La capacité du laboratoire s'est développée pour inclure des clients externes qui constituent une source de revenus pour l'organisation. SHIP dispose actuellement de deux laboratoires à Ndola et Lusaka, en Zambie, fournissant des services à de nombreuses parties prenantes dont le Centre EFE de SHIP, des ONG, des Organisations à Base Communautaire, des ministères gouvernementaux, des compagnies de forages et des particuliers. Il y a deux techniciens de qualité de l'eau à plein temps, avec des projets d'embaucher davantage de personnel avec l'augmentation de la demande.

(SHIP, 2013)

1.6 Leçons apprises par CAWST

Les petits projets d'approvisionnement communautaire en eau ou de CTED qui démarrent à peine n'effectuent en général pas d'analyse de qualité de l'eau. De nombreux exécutants de projets ont initialement montré de l'intérêt pour l'analyse de qualité de l'eau ; ils finissent cependant par réaliser qu'il peut s'agir d'une tâche difficile et onéreuse. Le coût (environ 2-4 USD par analyse) n'est pas accessible pour de nombreux exécutants de projet souhaitant effectuer régulièrement des analyses de qualité de l'eau.

Certains projets plus importants ont trouvé que des kits d'analyse portables sont utiles pour déterminer l'efficacité du traitement de l'eau et pour contrôler et évaluer la mise en œuvre de leur projet. Ces exécutants de projet peuvent avoir installé leur propre laboratoire et avoir reçu une formation à l'analyse de qualité de l'eau.

Certains exécutants effectuent des analyses aléatoires ne faisant pas partie d'un programme de surveillance régulier et structuré. Faire des analyses occasionnelles ou aléatoires peut apporter un sentiment erroné de sécurité ou des résultats non probants dans la mesure où la qualité de l'eau peut varier considérablement et rapidement.

L'analyse de la qualité de l'eau a été utilisée par certains projets comme un outil efficace pour sensibiliser à l'importance de l'eau salubre dans les communautés rurales. Ce peut être un outil efficace pour les Promoteurs de la Santé Communautaire ou le personnel de terrain pour inciter les gens à améliorer leurs comportements d'hygiène et d'assainissement. Les utilisateurs ont la possibilité de participer au processus d'analyse et peuvent souvent visualiser les résultats. Cependant, les résultats doivent être interprétés et présentés correctement aux utilisateurs afin d'éviter une mauvaise compréhension et de possibles changements de comportement négatifs. Par exemple, montrer qu'une eau traitée est positive à la contamination (malgré une amélioration considérable par rapport à la source d'origine) peut dissuader le foyer d'utiliser son eau.

1.7 Résumé des informations clés

- La qualité de l'eau peut être définie par trois grandes catégories : physique, chimique, et microbiologique
- Les Directives de l'OMS sur la Qualité de l'Eau de Boisson définissent l'eau salubre comme celle qui ne présente aucun risque significatif pour la santé tout au long d'une vie de consommation
- L'adoption des Directives de l'OMS sur la Qualité de l'Eau de Boisson diffère selon les pays et régions. Il n'existe pas d'approche unique utilisée dans le monde entier.
- Bien que plusieurs contaminants dans l'eau présentent un danger pour l'homme, la principale priorité est de s'assurer que l'eau de boisson ne contient pas de microorganismes responsables de maladies (agents pathogènes).
- Il y a cinq options pour l'analyse de la qualité de l'eau : 1) l'observation, 2) l'analyse au moyen de kits portables (kits de terrain), 3) l'analyse en laboratoire mobile, 4) l'analyse en laboratoire commercial, et 5) la mise en place de votre propre laboratoire de projet.

1.8 Références

Bain, R; Bartram, J; Elliott, M; Matthews, R; McMahan, L; Tung, R; Chuang, P; and S Gundry. A Summary Catalogue of Microbial Drinking Water Tests for Low and Medium Resource Settings. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2012, 9, 1609-1625.

Disponible à : www.mdpi.com/1660-4601/9/5/1609

Carty, W. (1991). Towards an Urban World. Earthwatch (43): 2-4. 1991. Cité dans Solutions for a Water-Short World, Population Reports (1998). Population Information Program, Center for Communication Programs, the Johns Hopkins School of Public Health, USA. Volume XXVI, Numéro 1, Septembre 1998.

Seeds of Hope International Partnerships (2013). Communication Personnelle Ndola, Zambie.

UNICEF (2010). Technical Bulletin No.6, Water Quality Assessment and Monitoring. UNICEF, Supply Division, Copenhagen, Danemark. Disponible à : www.unicef.org/supply/files/Water_Quality_Assessment_Monitoring.pdf

UNICEF Canada (2013). Des enfants meurent chaque jour à cause d'une eau insalubre, d'un mauvais assainissement et d'une mauvaise hygiène, dis l'UNICEF. Disponible à : www.unicef.ca/en/press-release/children-dying-daily-because-of-unsafe-water-supplies-and-poor-sanitation-and-hygiene-

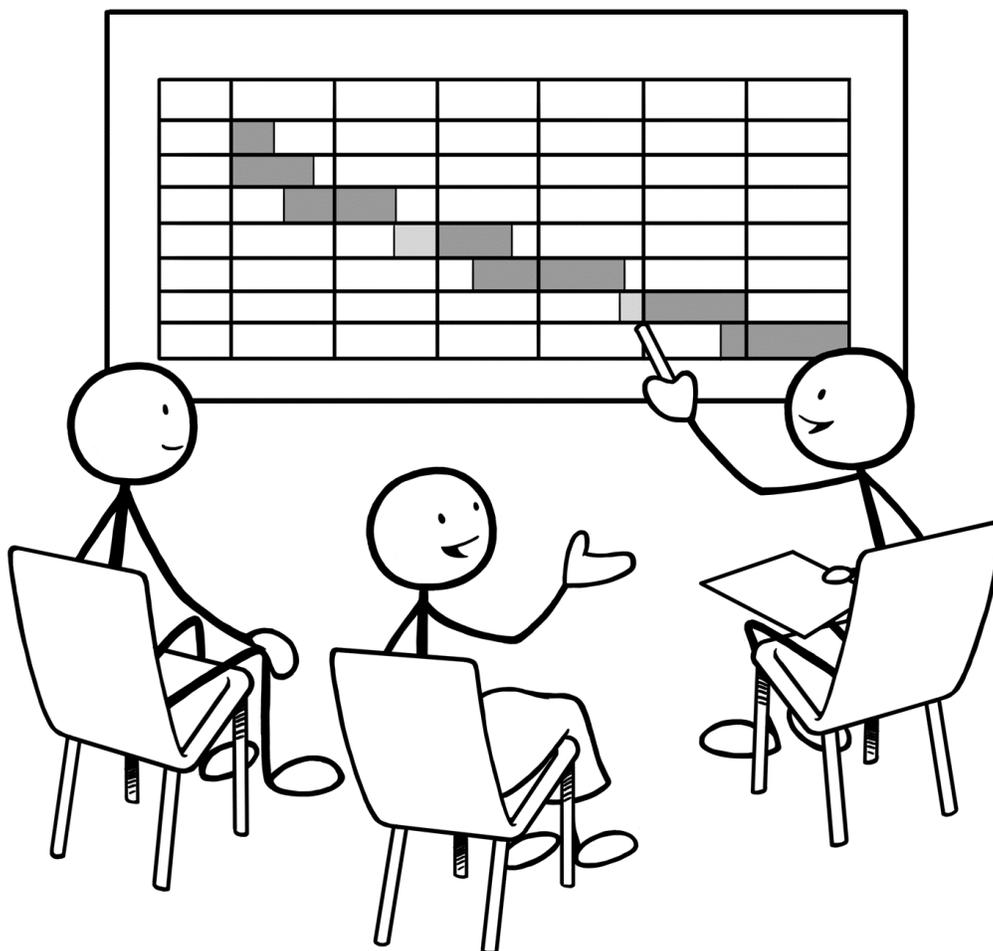
Organisation Mondiale de la Santé (2011). Directives pour la qualité de l'eau de boisson : Second amendement. 1, Recommendations, Troisième Edition. OMS, Genève, Suisse. Disponible sur : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf

Organisation Mondiale de la Santé (2012). Rapid Assessment of Drinking-Water Quality: A Handbook for Implementation. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Organisation Mondiale de la Santé et UNICEF (2013). Progress on Sanitation and Drinking-Water: 2013 Update. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/JMPReport2013.pdf

Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Section 2: Planification de l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson





424 Aviation Road NE
 Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canada
 Tél : + 1 (403) 243-3285, Fax : + 1 (403) 243-6199
 Email : resources@kawst.org, Site web : www.kawst.org

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology - Centre pour les Technologies d'Eau et Assainissement à Faible Coût) est un organisme à but non lucratif proposant des services de formation et de conseil aux organisations qui travaillent directement avec les populations des pays en développement n'ayant pas accès à l'eau potable et à un assainissement de base.

L'une des stratégies fondamentales de CAWST est de diffuser ces connaissances concernant l'eau, afin d'en faire un savoir courant. Ceci peut être réalisé, en partie, par le développement et la distribution gratuite de matériels d'éducation dans le but d'augmenter la disponibilité de l'information pour ceux qui en ont le plus besoin.

Le contenu de ce document est libre et sous licence Creative Commons Attribution Works 3.0 Unported. Pour voir une copie de cette autorisation, veuillez visiter : <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>, ou écrivez à Creative Commons : 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Vous êtes libre de :

- Partager - copier, distribuer et transmettre ce document.
- Modifier – pour adapter ce document



Aux conditions suivantes :

- Indication de la source. Vous devez indiquer que CAWST est l'auteur original de ce document. Veuillez mentionner notre site internet : www.kawst.org

CAWST publiera périodiquement des mises à jour de ce document. Pour cette raison, nous ne recommandons pas que vous proposiez ce document en téléchargement sur votre site web.



CAWST fournit un mentorat et un accompagnement pour l'utilisation de ses ressources d'éducation et de formation.

Tenez-vous informé et obtenez du support :

- Dernières mises à jour de ce document :
- Autres ressources sur les formations et les ateliers
- Assistance à l'utilisation de ce document dans votre travail

www.kawst.org/resources

CAWST et ses administrateurs, employés, contractants et bénévoles n'endossent aucune responsabilité et ne donnent aucune garantie en ce qui concerne les résultats pouvant être obtenus par l'utilisation des informations fournies.



Table des matières

Section 2: Planification de l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson	i
2.1 Introduction	1
2.2 Évaluer le besoin en analyse	2
2.3 Développer des Objectifs	3
2.4 Identifier les paramètres d'analyse	3
2.4.1 Analyse physique	5
2.4.2 Analyse chimique	5
2.4.3 Analyse microbiologique	5
2.5 Identifier les méthodes d'analyse	6
2.6 Élaborer Vos plans de prélèvements d'échantillons	7
2.6.1 Taille de l'échantillon pour de petits projets (<100 foyers ou lieux)	7
2.6.2 Taille de l'échantillon pour de grands projets (>100 foyers ou lieux)	7
2.6.3 Choisir les lieux de prélèvement	8
2.7 Déterminer les étapes clés	9
2.8 Identifier les activités	10
2.9 Attribuer les Responsabilités	11
2.10 Évaluer le temps et le coût	12
2.11 Résumé des informations clés	13
2.12 Références	14

Table des matières

Section 1 : Présentation générale de l'Analyse de la Qualité de l'Eau de Boisson	
Section 2: Planification de l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson	i
2.1 Introduction	1
2.2 Évaluer le besoin en analyse	2
2.3 Développer des Objectifs.....	3
2.4 Identifier les paramètres d'analyse	3
2.4.1 Analyse physique.....	5
2.4.2 Analyse chimique.....	5
2.4.3 Analyse microbiologique	5
2.5 Identifier les méthodes d'analyse.....	6
2.6 Élaborer Vos plans de prélèvements d'échantillons	7
2.6.1 Taille de l'échantillon pour de petits projets (<100 foyers ou lieux).....	7
2.6.2 Taille de l'échantillon pour de grands projets (>100 foyers ou lieux)	7
2.6.3 Choisir les lieux de prélèvement	8
2.7 Déterminer les étapes clés	9
2.8 Identifier les activités.....	10
2.9 Attribuer les Responsabilités	11
2.10 Évaluer le temps et le coût.....	12
2.11 Résumé des informations clés.....	13
2.12 Références	14
Section 3 : Inspections sanitaires	
Section 4 : Prélèvement d'échantillons d'eau et contrôle de la qualité	
Section 5 : Analyse des paramètres physiques	
Section 6 : Analyse des paramètres chimiques	
Section 7 : Analyse des paramètres microbiologiques	
Section 8 : Interprétation des résultats d'analyse	
Annexe 1 : Formulaires d'inspection sanitaire	
Annexe 2 : Fiches de produits	
Annexe 3 : Fiches de données chimiques	
Annexe 4 : Directives de l'OMS pour les produits chimiques et effets sur la santé	

Annexe 5 : Milieux de culture

Annexe 6 : Formulaire d'enregistrement des données

Annexe 7 : Rapport d'analyse de qualité de l'eau

Annexe 8 : Voyages internationaux avec du matériel d'analyse

Annexe 9 : Fiches de données par pays

2.1 Introduction

Il est important d'avoir un plan avant de commencer à analyser la qualité de l'eau. Planifier à l'avance et réfléchir en détail au projet fera gagner du temps, économiser de l'argent et permettra d'éviter les surprises pendant le projet. De plus, cela vous donnera une base pour les ressources financières et humaines nécessaires pour mener à bien vos analyses. Il est important de suivre le plan une fois qu'il a été élaboré, même si quelques changements sont souvent nécessaires une fois que les analyses ont commencé.

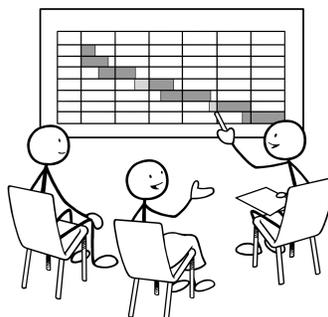
Le processus de planification décrit dans cette section est conforme aux pratiques bien établies suivantes :

1. Réviser les besoins – Pourquoi avez-vous besoin d'analyser la qualité de l'eau ?
2. Développer vos objectifs – Quels objectifs l'analyse de qualité de l'eau vous permettra-t-elle d'atteindre ?
3. Identifier les paramètres d'analyse – Quels paramètres de qualité allez-vous analyser ?
4. Identifier les méthodes clés – comment allez-vous faire les analyses ?
5. Élaborer votre plan de prélèvement d'échantillons – De combien d'échantillons avez-vous besoin ? Où les prélevez-vous ?
6. Déterminer vos étapes clés – Quels objectifs doivent être réalisés afin d'atteindre le but final ?
7. Identifier vos activités – Quelles tâches spécifiques doivent être accomplies ?
8. Définir les responsabilités – Qui va faire quoi ?
9. Estimer les délais et les coûts – Quel sera le délai et le coût pour compléter chaque activité ?

La planification de l'analyse de qualité de l'eau doit être faite par les personnes qui feront partie du projet. Ces étapes peuvent être réalisées dans le cadre d'une activité en groupe avant que l'analyse ne débute, pour s'assurer que la planification est exhaustive. Le processus de planification peut prendre plus de temps que vous n'aviez prévu, mais le temps investi dans la planification est essentiel pour effectuer des analyses de qualité de l'eau efficaces et utiles.

CAWST propose également des matériels de planification de projet plus détaillés, disponibles en téléchargement à : http://resources.cawst.org/collection/project-planning-resources-project-implementers_en.

Veuillez contacter CAWST à resources@kawst.org si vous avez besoin d'aide supplémentaire lors de la planification de votre projet d'analyse de qualité de l'eau de boisson.



2.2 Évaluer le besoin en analyse

Un jugement soigneux du besoin en analyse de qualité de l'eau est essentiel. L'analyse de qualité de l'eau peut être une tâche onéreuse et difficile si elle est réalisée correctement. Vous devez évaluer le besoin en analyse de qualité de l'eau dans le contexte de votre projet et de ses objectifs. Lorsque vous déterminez si des analyses de qualité de l'eau sont nécessaires, et combien, les facteurs suivants doivent être pris en compte :

- Budget
- Capacité du personnel à réaliser des analyses
- Disponibilité du matériel d'analyse et des consommables
- Logistique de la collecte et du transport des échantillons
- Caractère saisonnier et variation de la contamination des sources

(Adapté de l'OMS, 2012)

Comme expliqué dans la Section 1 : Présentation Générale de l'Analyse de la Qualité de l'Eau de Boisson, il existe des méthodes alternatives d'évaluation de la qualité de l'eau, comme des enquêtes auprès des utilisateurs et des inspections sanitaires. Par exemple, différents critères peuvent servir à mesurer la performance des technologies de traitement domestique ou communautaire de l'eau, dont :

- Quantité d'eau traitée
- Satisfaction de l'utilisateur
- Robustesse
- Facilité d'entretien et d'utilisation
- Coût
- Disponibilité
- Perception du goût, de l'odeur et de la couleur par l'utilisateur

Cependant, l'analyse est nécessaire si vous devez évaluer la capacité d'une technologie de traitement à éliminer des contaminants de l'eau de boisson. Il existe d'autres situations pouvant aussi nécessiter une analyse de qualité de l'eau et dans lesquelles celle-ci peut être un outil puissant, telles que :

- Requête d'un utilisateur final ou de la communauté
- Requête d'un donateur
- Vérification d'une technologie de traitement par le gouvernement
- Contrôle de la conformité aux normes ou directives
- A fins de recherche

2.3 Développer des objectifs

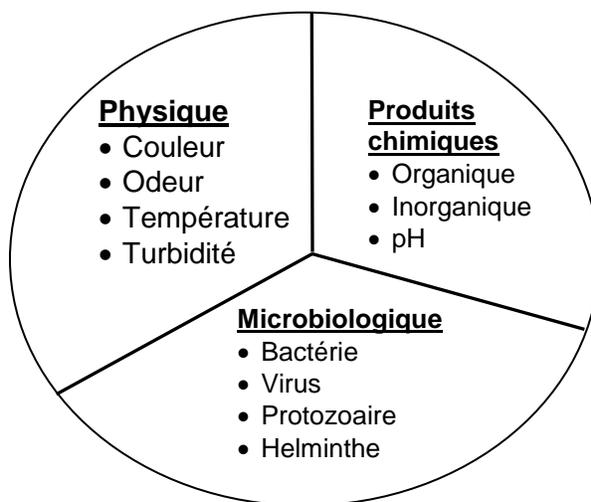
Les objectifs de votre programme d'analyse de qualité de l'eau doivent répondre aux besoins de votre projet et prendre en compte les besoins des autres parties prenantes, comme un régulateur du gouvernement ou un groupe d'utilisateurs de l'eau de la communauté. Si les besoins d'une partie prenante requièrent des ressources excédant ce dont vous disposez, vous devez la contacter immédiatement et discuter des objectifs. Cette discussion est importante pour que le champ d'application des analyses corresponde aux ressources disponibles.

Voici quelques exemples d'objectifs d'une analyse de qualité de l'eau :

- Identifier une source d'eau de boisson appropriée
- Identifier le foyer d'une maladie liée à l'eau de boisson
- Étudier les changements saisonniers de la qualité de l'eau de boisson
- Accroître la sensibilisation des usagers à la qualité de l'eau
- Évaluer l'efficacité de réduction de la turbidité et du niveau d'agents pathogènes de la conservation et du traitement de l'eau à domicile (CTED)
- Évaluer la concentration d'arsenic et de fluorure dans l'eau de boisson
- Résoudre les problèmes dans le cadre du programme de contrôle permanent
- Contrôler la conformité aux normes ou directives
- Évaluer l'efficacité d'un projet d'eau salubre

2.4 Identifier les paramètres d'analyse

Les paramètres physiques, chimiques et microbiologiques peuvent être mesurés par l'analyse de qualité de l'eau. Les paramètres à analyser dépendent des besoins et objectifs de votre projet, et des ressources disponibles. Cependant, par-dessus tout, les paramètres d'analyse de qualité de l'eau doivent être en priorité ceux qui ont le plus grand impact sur la santé publique.



La première étape pour décider si un paramètre particulier doit être inclus dans votre programme d'analyse est d'établir un jugement basé sur les questions suivantes :

- Le contaminant est-il connu pour être présent ou absent des eaux de la région ou du pays ? Si on sait qu'il est présent, ou qu'aucune information n'est disponible, alors l'indicateur/le paramètre peut être inclus. Si on sait qu'il est absent, alors il doit être exclu.
- Si on sait qu'il est présent, quelle en est sa concentration ? Cette concentration excède-t-elle les normes nationales ou les Directives de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ?
- Quelle est l'étendue de la présence des contaminants ? Sont-ils présents dans une seule région, ou seulement durant la saison des pluies ?
- Y a-t-il des activités en cours ou prévues dans la zone qui pourraient entraîner la présence du contaminant dans l'eau ou en augmenter le niveau ? Par exemple, une industrie est-elle située à proximité de la source d'eau ? Les fermiers locaux utilisent-ils des engrais dans leurs champs ?

(Adapté de l'OMS, 2012)

Vous pouvez aussi prendre les sources d'information suivantes en compte :

- **Données des soins de santé**

Les centres de soins communautaires ou les hôpitaux recueillent généralement certaines informations concernant le nombre de patients et les types de maladies traités. Cette information peut montrer comment les maladies se propagent dans la région. Par exemple, si un grand nombre de patients souffrant de diarrhée sont traités, cela peut indiquer qu'une eau de boisson de mauvaise qualité et une mauvaise hygiène sont des causes principales de maladie. Les dirigeants, guérisseurs ou chefs religieux locaux peuvent aussi constituer des sources d'information sur les problèmes de santé existant au sein d'une communauté.

- **Requêtes des foyers et des communautés**

Les utilisateurs finaux peuvent manifester de l'intérêt envers la qualité de leur eau de boisson et l'efficacité et la fiabilité de la technologie de traitement de l'eau communautaire ou domestique. Ils veulent parfois être en mesure de voir les agents pathogènes afin de mieux comprendre le processus. Dans cette situation, il peut être bénéfique de faire des analyses microbiologiques pour montrer la présence ou l'absence d'agents pathogènes dans l'eau.

- **Catastrophes naturelles**

Les catastrophes naturelles comme les inondations, les tremblements de terre ou les glissements de terrain, contaminent souvent les sources d'eau. En fonction du type et de l'intensité de la catastrophe naturelle, vous devrez peut-être effectuer des analyses de contamination microbiologique de l'eau.

- **Zone géographique**

En raison des formations géologiques, certaines régions peuvent être sujettes à une contamination à l'arsenic, au fluorure, ou à d'autres produits chimiques. Vous pouvez aussi réaliser des analyses à proximité d'activités industrielles ou agricoles, où des sous-produits peuvent entraîner une contamination de l'eau.

- **Informations secondaires**

Les agences gouvernementales, les centres de recherches ou les organisations internationales peuvent mener une enquête nationale ou régionale et publier un rapport sur la qualité des eaux de surface et souterraines. Ce type d'information donne une idée générale de la situation locale, qui peut vous aider à déterminer les paramètres de qualité de l'eau dans la zone.

2.4.1 Analyse physique

La plupart des paramètres physiques peuvent être simplement observés, comme le goût, l'odeur et la couleur. La turbidité est généralement le plus important des paramètres physiques à mesurer, car des niveaux élevés de turbidité sont habituellement associés à de hauts niveaux de contamination microbologique. De même, de hauts niveaux de turbidité peuvent réduire l'efficacité de certaines technologies de traitement de l'eau.

L'analyse physique est expliquée plus en détail dans la Section 5 : Analyse des Paramètres Physiques.

2.4.2 Analyse chimique

Il n'est pas possible d'analyser l'eau pour détecter tous les produits chimiques pouvant provoquer des problèmes de santé, et ce n'est pas nécessaire. La plupart des produits chimiques ne sont que rarement présents, et beaucoup d'entre eux sont le résultat de la contamination humaine d'une petite zone, qui n'affecte que quelques sources d'eau.

Cependant, trois produits chimiques peuvent potentiellement provoquer de graves problèmes de santé et se rencontrent sur de vastes zones. Ce sont l'arsenic et le fluorure, qui peuvent être naturellement présents, et les nitrates, couramment utilisés comme engrais dans l'agriculture. Lors de la planification de nouveaux projets d'approvisionnement en eau, la présence de ces trois contaminants doit être contrôlée en priorité (UNICEF, 2008).

La deuxième priorité d'analyse de qualité de l'eau doit concerner des paramètres chimiques qui conduisent couramment l'eau à être rejetée pour des raisons esthétiques, comme les métaux (surtout le fer et le manganèse) et les matières dissoutes totales (salinité) (UNICEF, 2008).

Lorsque l'eau est désinfectée avec du chlore, il est aussi important de contrôler la qualité de l'eau de boisson en termes de pH et de chlore résiduel libre, qui sont des indicateurs d'un traitement approprié et efficace. De même, il peut être important de vérifier la présence de produits chimiques connus pour être présent localement, comme le cuivre ou le plomb provenant de la pollution industrielle.

L'analyse chimique est expliquée plus en détail dans la Section 6 : Analyse des Paramètres Chimiques.

2.4.3 Analyse microbiologique

La contamination microbiologique est de loin le risque associé à l'eau de boisson le plus grave pour la santé publique, ce qui en fait la priorité lors de l'analyse de qualité de l'eau. Les agents pathogènes dans l'eau – bactéries, virus, protozoaires et helminthes – peuvent entraîner un grand nombre de problèmes de santé, mais la principale préoccupation concerne les maladies diarrhéiques transmises par les personnes qui boivent de l'eau contaminée par des matières fécales (UNICEF, 2008).

L'analyse de la contamination microbiologique est habituellement la priorité dans la plupart des projets d'eau de boisson. *Escherichia coli* (*E. coli*) et/ou les coliformes thermorésistants (CTR) sont les normes pour l'analyse de contamination microbiologique.

L'analyse microbiologique est expliquée plus en détail dans la Section 7 : Analyse des Paramètres Microbiologiques.

2.5 Identifier les méthodes d'analyse

Une fois que vous avez sélectionné les paramètres que vous allez analyser, vous devrez sélectionner les méthodes d'analyse à utiliser. La Section 1 : Présentation Générale de l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson a présenté les différentes méthodes disponibles pour effectuer une analyse de qualité de l'eau :

- Observation
- Utilisation de kits d'analyse portables
- Utilisation d'un laboratoire mobile
- Envoi de vos échantillons à un laboratoire commercial
- Installation de votre propre laboratoire de projet

Les Sections 5, 6 and 7 donnent davantage de détails concernant les méthodes d'analyse spécifiques pouvant être utilisées pour les paramètres physiques, chimiques et microbiologiques.

Prenez les points suivants en compte pour vous aider à déterminer les méthodes d'analyse les plus appropriées :

- Objectifs de votre programme d'analyse
- Niveaux des concentrations de contaminants devant être déterminés
 - Les limites de détection dépendent du type de méthode ; des concentrations faibles comme élevées peuvent être analysées plus précisément en laboratoire.
- Niveau de précision et d'exactitude requis
 - Plus elles sont grandes, plus le coût et la complexité de l'analyse sont élevés.
- Durée maximale entre la prise d'échantillon et l'analyse
- Compétences techniques nécessaires
- Coût du matériel et des consommables nécessaires pour chaque analyse

La décision finale est souvent prise en fonction de votre degré de connaissance et de confort avec la méthode d'analyse, et/ou la disponibilité du matériels et des consommables nécessaires dans le pays.

2.6 Élaborer vos plans de prélèvements d'échantillons

Vous devez ensuite déterminer combien d'échantillons d'eau sont nécessaires, et l'endroit où vous allez les prélever. Les aspects les plus importants de la collecte d'échantillons d'eau sont d'élaborer un plan de prélèvement d'échantillons, d'appliquer ce plan de manière cohérente, et d'expliquer pourquoi ce plan a été sélectionné. De plus, rendre compte de ce qu'il s'est passé lorsque vous avez mis le plan en application et comment des échantillons de remplacement ont été prélevés, ou des enquêtes effectuées si les ménages ne pouvaient être contactés, aidera à comprendre la sélection d'échantillons (OMS, 2012).

En premier lieu, vous devrez déterminer dans combien de foyers ou de points d'eau vous allez prélever des échantillons. La taille de l'échantillon que vous sélectionnerez va dépendre de :

- Vos ressources pour l'analyse de qualité de l'eau et l'analyse des données
- Le nombre total de points de prélèvement concernés
- La logistique pour atteindre les points de prélèvements, notamment ceux dans les zones rurales et éloignées
- La quantité de données nécessaire pour prendre une bonne décision
- Votre meilleur jugement

Les calculs statistiques de la taille de l'échantillon pour une recherche plus rigoureuse ne sont pas traités par ce Manuel. Cependant, CAWST peut vous fournir des ressources supplémentaires pour calculer la taille de l'échantillon. Veuillez nous contacter à : resources@kawst.org.

Les lignes directrices suivantes peuvent vous aider à déterminer la taille de l'échantillon nécessaire pour de petits et grands projets.

2.6.1 Taille de l'échantillon pour de petits projets (<100 foyers ou lieux)

Si les ressources sont disponibles, il est conseillé de tester 100% des foyers ou lieux dans le cadre d'un petit projet. Au minimum, 30% des foyers ou lieux doivent constituer la taille de l'échantillon.

2.6.2 Taille de l'échantillon pour de grands projets (>100 foyers ou lieux)

D'après l'expérience de CAWST, il est recommandé d'utiliser la taille d'échantillon correspondant à la taille du projet dans le tableau suivant. Il indique que les petits projets doivent sélectionner un nombre relativement important d'échantillons. Par exemple, un projet sur 1000 foyers doit en tester 43 à 91 pour obtenir une représentation correcte de la qualité de l'eau.

Tailles de projet et d'échantillon

Taille de projet	Taille de l'échantillon
500	41-83
1.000	43-91
2.000	43-95
3.000	44-97
4.000-6.000	44-98
7.000-15.000	44-99
>20.000	44-100

Note : Taille de l'échantillon pour des niveaux de précision de $\pm 10\%$ et $\pm 15\%$, où l'indice de confiance est de 95% (Adapté de <http://edis.ifas.ufl.edu/>)

La localisation géographique et la situation socioéconomique peuvent aussi être prises en compte lors de la sélection de l'échantillon. Avant de déterminer la taille de l'échantillon, la région doit être divisée en plusieurs zones géographiques —ex : hautes terres, basses terres, zones côtières—, afin d'obtenir une représentation précise. Les foyers peuvent aussi être classés selon leur statut socioéconomique, par exemple à revenus élevés, moyens et faibles. Ensuite, 10-20% des foyers peuvent être choisis comme échantillon pour chaque zone géographique et chaque groupe socioéconomique.

2.6.3 Choisir les lieux de prélèvement

Différentes méthodes permettent de choisir qui et où vous aller prélever. Il vaut mieux utiliser un échantillon aléatoire (sans schéma particulier) de façon à ce qu'il n'y ait pas de parti-pris dans vos résultats, mais cela peut ne pas toujours être possible.

Échantillonnage aléatoire simple

Dans cette méthode, tous les foyers faisant partie du projet disposent d'une chance égale d'être sélectionnés dans l'échantillon. Vous pouvez utiliser différentes méthodes pour sélectionner les participants de manière aléatoire, comme le tirage de noms ou de numéros dans un chapeau, ou en utilisant un générateur de nombres aléatoires en ligne (www.random.org).

Exemple : la taille de votre échantillon est de 50 pour une population totale de 200 foyers. Écrivez le nom de chaque foyer sur des morceaux de papier et mettez-les dans un récipient. Sélectionnez 50 noms en les tirant au hasard.

Échantillonnage aléatoire systématique

Dans cette méthode, les foyers sont sélectionnés à des intervalles particuliers. L'intervalle peut être calculé en divisant le nombre total de foyers ayant participé au projet par le nombre de foyers à sélectionner (la taille de l'échantillon).

Par exemple :

- La taille de votre échantillon est de 100 foyers, pour une population totale de 1000 foyers.
- $1000 \div 100 = 10$ foyers
- Dans une liste de 1000 foyers, commencez à partir d'un foyer au hasard dans la liste, et sélectionnez chaque dixième foyer pour faire partie de l'échantillon.

Échantillonnage par grappes

Dans cette méthode, la population est divisée en grappes ou groupes, puis certains d'entre eux sont choisis par échantillonnage aléatoire simple. C'est une méthode adaptée aux grands projets. Les échantillons pris dans des foyers de la même rue ou de la même tribu sont un exemple d'échantillonnage par grappes.

Exemple : une organisation souhaite déterminer l'efficacité d'une technologie TED dans la zone du projet. Il serait trop coûteux et trop long d'enquêter auprès de chaque foyer faisant partie du projet. A la place, on sélectionne 50 foyers au hasard parmi tous ceux utilisant un étang local comme source d'eau. Ces foyers utilisant l'eau de l'étang sont considérés comme un échantillonnage par grappes.

Échantillonnage de commodité

L'échantillonnage de commodité ne donne pas un échantillon aléatoire de la population car les foyers ne sont sélectionnés que si on peut les atteindre aisément. De nombreux projets utilisent souvent l'échantillonnage de commodité plutôt que l'échantillonnage aléatoire en raison de leur temps et de leurs ressources limités.

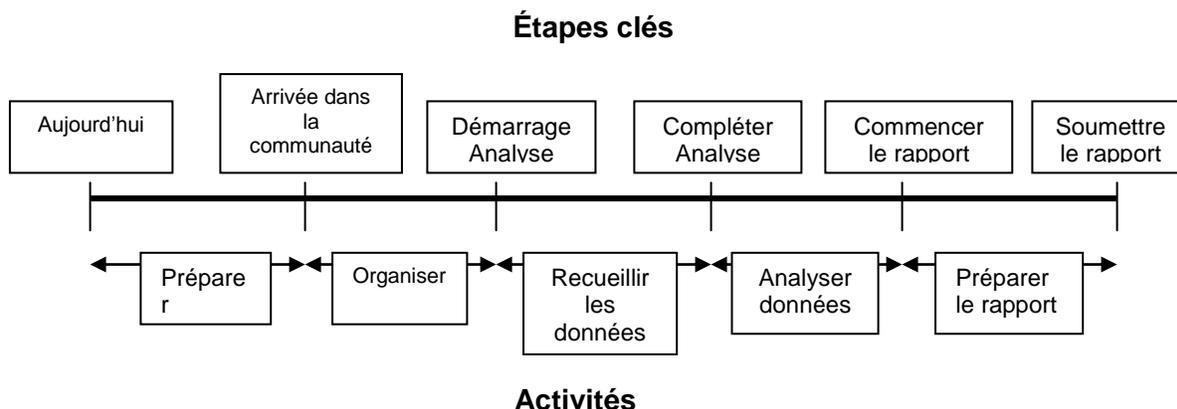
Exemple : cela peut inclure les dix premiers foyers d'une rue, ou la première rangée de personnes dans une assemblée.

2.7 Déterminer les étapes clés

Le concept d'étapes clés dans la planification de projet trouve son origine dans la construction d'autoroutes. Un signe kilométrique était placé sur la route à intervalles réguliers. Cela donnait au voyageur une meilleure idée du chemin suivi et de la distance restante jusqu'à la destination souhaitée.

De même, une étape clé dans le processus de planification indique quelles tâches restent à accomplir pour atteindre le but final. Dans la planification de vos étapes clés, il vaut mieux commencer avec la fin à l'esprit afin de déterminer les étapes devant être atteintes avant de rédiger le rapport final.

L'exemple ci-dessous montre les étapes clés en haut et les activités principales en bas, d'aujourd'hui à la fin du programme d'analyse de qualité de l'eau.



Cette méthode de présentation des étapes clés est un outil utile pour aider à visualiser le plan entier et à comprendre les étapes nécessaires pour finir le travail. En segmentant votre programme d'analyse de qualité de l'eau en étapes clés, vous pouvez ensuite vous concentrer sur les activités spécifiques nécessaires pour compléter chaque partie du programme. Générer la liste spécifique d'activités pour atteindre chaque étape clés constitue l'action suivante du processus de planification.

2.8 Identifier les activités

Les activités sont les tâches spécifiques devant être accomplies pour atteindre une étape clé. Des nombreuses activités seront effectuées au même moment. Il n'est pas toujours nécessaire de finir une activité avant de commencer la suivante. Par exemple, les activités de préparation comprennent toutes les choses qui doivent être faites avant votre arrivée dans la communauté. Ces activités peuvent être par exemple :

1. Obtenir le matériel et les fournitures pour l'analyse de l'eau

- Identifier les fabricants locaux ou internationaux de matériel et de consommables
- Acheter tout le matériel et les consommables
- Élaborer une liste de vérification de l'inventaire
- Trouver un local où l'analyse de qualité de l'eau sera réalisée
- Préparer les procédures d'analyse
- Former le personnel à l'utilisation du matériel
- S'entraîner à faire des analyses de qualité de l'eau avec le matériel

2. Élaborer des outils d'enquête :

- Déterminer la taille de l'échantillon
- Identifier les foyers ou les lieux où les échantillons d'eau seront prélevés
- Élaborer une liste de vérification des visites de foyer et former le personnel à la conduite à adopter dans les foyers
- Élaborer des formulaires d'inspection sanitaire et former le personnel à leur utilisation

3. Plan de gestion des données

- Déterminer quelles données seront recueillies
- Déterminer comment les données seront recueillies
- Créer des formulaires de collecte de données
- Déterminer le processus pour rassembler les données provenant de différentes sources
- Déterminer qui analysera les données et comment les résultats seront présentés

2.9 Attribuer les Responsabilités

Une fois que la liste d'activités a été élaborée, l'étape suivante est d'attribuer les responsabilités pour chaque activité. Dans le cas des grands projets, plusieurs personnes peuvent être impliquées et chacune doit connaître son rôle et comment elles travailleront ensemble. Une matrice RACI est un outil de gestion de projet qui aide à clarifier les différents rôles au sein de celui-ci. RACI signifie "responsabilité", "action", "consultation" et "information".

R = Responsabilité

Le rôle 'R' est tenu par une seule personne. Il s'agit de l'individu responsable de la réalisation de l'activité dans le délai et avec le budget impartis. Même si plusieurs personnes travailleront sur cette activité, seule une se verra attribuer le 'R'.

A = Action

Toutes les personnes qui devront réaliser une quelconque action pour réaliser cette activité se verront attribuer un 'A' dans la matrice RACI. Tous ceux qui agiront de quelque manière que ce soit doivent être intégrés en tant que 'A' dans cette activité.

C = Consultation

Cela se rapporte aux personnes qui doivent être consultées et donner une réponse. Par exemple, si un accord est nécessaire pour un financement, alors la personne qui va donner l'autorisation se verra attribuer un 'C' dans la matrice RACI.

I = Information

Lorsqu'il y a beaucoup d'activités, un certain nombre de personnes doivent être informées, même si elles n'ont pas besoin de donner une réponse. Ce peut être par exemple les destinataires des rapports de progression ou des résultats préliminaires. Ces personnes se voient attribuer un 'I' dans la matrice RACI.

Notez qu'une même personne peut être impliquée de plus d'une façon (comme 'A' et 'I') Il est important que chaque personne comprenne et accepte les responsabilités qui lui sont attribuées, et soit préparée à rendre compte de la progression à l'équipe au fur et à mesure de l'avancement de l'évaluation.

Exemple de tableau RACI

Activités	R	A	C	I
1. Kit d'analyse de l'eau et fournitures :				
Identifier les fabricants de matériel et de fournitures	M. X			Mme. Y
Acheter tout le matériel et les consommables	M. X			Mme. Y
Élaborer une liste de vérification de l'inventaire	M. X			Mme. Y
Préparer le protocole d'analyse	Mme. Y		M. X	
Former le personnel à l'utilisation du matériel	Mme. Y	M. X Mme. W		
S'entraîner à faire des analyses de qualité de l'eau avec le matériel	Mme. Y	M. X Mme. W		

2.10 Évaluer le temps et le coût

L'étape finale est d'estimer le temps et le coût nécessaire pour compléter chaque activité. En utilisant la liste d'activités comme "segmentation de projet", il est beaucoup plus facile d'estimer le temps et le coût nécessaire pour chaque activité.

Normalement, le coût et le temps sont estimés, ou du moins autorisés, par la personne responsable de l'activité. L'analyse de qualité de l'eau est souvent plus complexe et plus longue que l'estimation initiale, notamment pour le premier projet. Il est préférable de prévoir du temps supplémentaire dans votre plan.

Exemple de calendrier prévisionnel

Activités	Semaine				
	1	2	3	4	5
1. Préparation					
2. Mise en place					
3. Collecte des données					
4. Analyse de données					
5. Préparer le rapport final					

Appuyez les estimations de coûts avec des devis véritables lorsque c'est possible (ex : pour le matériels d'analyse et les consommables). Un budget doit être préparé pour inclure tous les coûts en capital (ex : matériel) et les dépenses continues dont le transport et les ressources humaines.

Exemple de budget pour l'analyse de 30 filtres céramiques

Activités	Coût (US\$)
1. Kits d'analyse portables (comprennent assez de consommables pour les analyses)	\$2500
2. Fournitures de bureau	
Papier	\$15
Photocopies	\$30
Impression	\$50
Cartes	\$10
3. Travail sur le terrain	
Transport local vers le site du projet (6 jours à \$20/jour)	\$120
Matériel et fournitures d'analyse	\$120
Rafraichissements pour les réunions communautaires	\$120
3. Ressources humaines	
Allocations journalières du personnel (1 chef d'équipe, 3 membres, 1 chauffeur)	\$180
Coûts totaux	\$3145
Imprévus 10%	\$314.50
Total	\$3459.50

2.11 Résumé des informations clés

- Il est important d'avoir un plan avant de commencer à analyser la qualité de l'eau. Planifier à l'avance et réfléchir en détail au projet fera gagner du temps, économiser de l'argent et permettra d'éviter les surprises pendant le projet. De plus, cela vous donnera une base pour les ressources financières et humaines nécessaires pour mener à bien vos analyses.
- La planification d'un programme d'analyse de qualité de l'eau doit être faite par les personnes qui feront partie du projet.
- Les principales étapes d'un processus de planification sont les suivantes :
 1. Réviser les besoins – Pourquoi avez-vous besoin d'analyser la qualité de l'eau ?
 2. Développer vos objectifs – Quels objectifs l'analyse de qualité de l'eau vous permettra-t-elle d'atteindre ?
 3. Identifier les paramètres d'analyse – Quels paramètres de qualité allez-vous analyser ?
 4. Identifier les méthodes clés – comment allez-vous faire les analyses ?
 5. Élaborer votre plan de prélèvement d'échantillons – De combien d'échantillons avez-vous besoin ? Où les prélevez-vous ?
 6. Déterminer vos étapes clés – Quels objectifs doivent être réalisés afin d'atteindre le but final ?
 7. Identifier vos activités – Quelles tâches spécifiques doivent être accomplies ?

8. Définir les responsabilités – Qui va faire quoi ?
 9. Estimer les délais et les coûts – Quel seront le délai et le coût nécessaires pour compléter chaque activité ?
- En général, les paramètres de qualité de l'eau à analyser en priorité sont :
 - *E. coli* et/ou les coliformes thermorésistants (voir la Section 7 : Analyse des paramètres microbiologiques)
 - Turbidité (voir la Section 5 : Analyse des paramètres physiques)
 - Arsenic (voir la Section 6 : Analyse des paramètres chimiques)
 - Fluorure (voir la Section 6 : Analyse des paramètres chimiques)
 - Nitrates (voir la Section 6 : Analyse des paramètres chimiques)
 - Chlore libre résiduel et pH, si une désinfection au chlore est utilisée (voir la Section 6 : Analyse des Paramètres Chimiques)

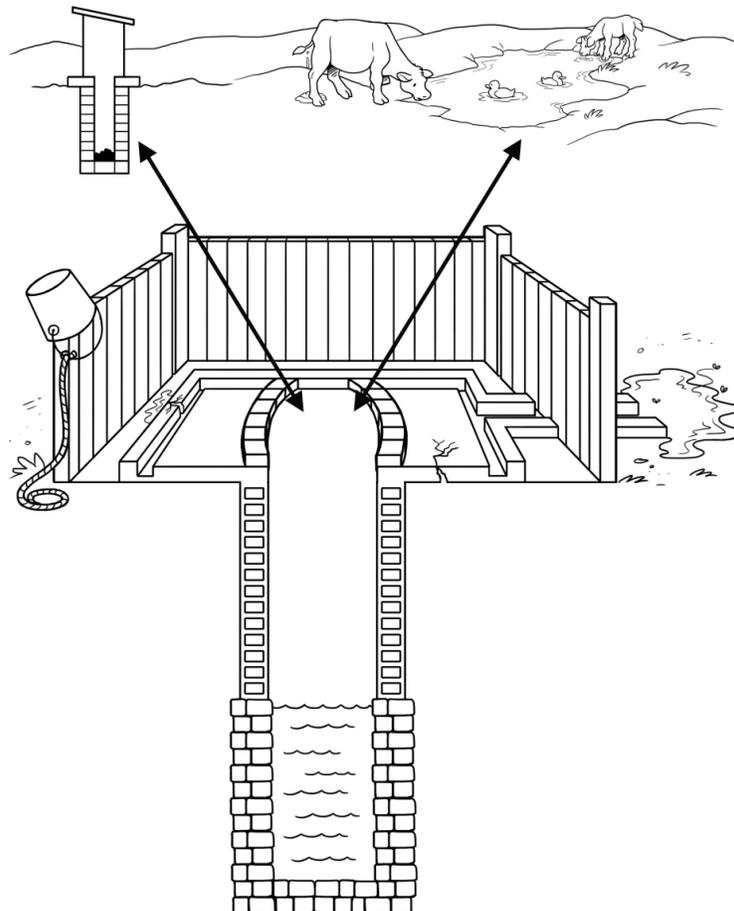
2.12 Références

UNICEF (2008). Manuel de qualité de l'eau de l'UNICEF. UNICEF, New York, USA. Disponible à : www.unicef.org/wash/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf

Organisation Mondiale de la Santé (2012). Évaluation rapide de la qualité de l'eau de boisson : Manuel de Mise en Œuvre. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Section 3: Inspections Sanitaires





424 Aviation Road NE
 Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canada
 Tél : + 1 (403) 243-3285, Fax : + 1 (403) 243-6199
 Email : resources@kawst.org, Site web : www.kawst.org

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology - Centre pour les Technologies d'Eau et Assainissement à Faible Coût) est un organisme à but non lucratif proposant des services de formation et de conseil aux organisations qui travaillent directement avec les populations des pays en développement n'ayant pas accès à l'eau potable et à un assainissement de base.

L'une des stratégies fondamentales de CAWST est de diffuser ces connaissances concernant l'eau, afin d'en faire un savoir courant. Ceci peut être réalisé, en partie, par le développement et la distribution gratuite de matériels d'éducation dans le but d'augmenter la disponibilité de l'information pour ceux qui en ont le plus besoin.

Le contenu de ce document est libre et sous licence Creative Commons Attribution Works 3.0 Unported. Pour voir une copie de cette autorisation, veuillez visiter <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>, ou écrivez à Creative Commons : 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Vous êtes libre de :

- Partager - copier, distribuer et transmettre ce document.
- Modifier – pour adapter ce document



Aux conditions suivantes :

- Indication de la source. Vous devez indiquer que CAWST est l'auteur original de ce document. Veuillez mentionner notre site internet : www.kawst.org

CAWST publiera périodiquement des mises à jour de ce document. Pour cette raison, nous ne recommandons pas que vous proposiez ce document en téléchargement sur votre site web.



CAWST fournit un mentorat et un accompagnement pour l'utilisation de ses ressources d'éducation et de formation.

Tenez-vous informé et obtenez du support :

- Dernières mises à jour de ce document :
- Autres ressources sur les formations et les ateliers
- Assistance à l'utilisation de ce document dans votre travail

www.kawst.org/resources

CAWST et ses administrateurs, employés, contractants et bénévoles n'endossent aucune responsabilité et ne donnent aucune garantie en ce qui concerne les résultats pouvant être obtenus par l'utilisation des informations fournies.



Table des matières

Section 3: Inspections Sanitaires.....	i
3.1 Introduction	1
3.2 Qu'est-ce qu'une inspection sanitaire ?	2
3.3 Quand faire une inspection sanitaire ?.....	2
3.4 Comment faire une inspection sanitaire ?.....	3
3.5 Interprétation des résultats	6
3.6 Education de la communauté et des ménages	6
3.7 Inspections visuelles	7
3.8 Résumé des informations clés.....	7
3.9 Références	8

Table des matières

Section 1 : Présentation Générale de l'Analyse de la Qualité de l'Eau de Boisson

Section 2 : Planification de l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Section 3: Inspections Sanitaires.....	i
3.1 Introduction	1
3.2 Qu'est-ce qu'une inspection sanitaire ?	2
3.3 Quand faire une inspection sanitaire ?.....	2
3.4 Comment faire une inspection sanitaire ?.....	3
3.5 Interprétation des résultats	6
3.6 Education de la communauté et des ménages	6
3.7 Inspections visuelles	7
3.8 Résumé des informations clés.....	7
3.9 Références	8

Section 4 : Prélèvement d'échantillons d'eau et contrôle de la qualité

Section 5 : Analyse des paramètres physiques

Section 6 : Analyse des paramètres chimiques

Section 7 : Analyse des paramètres microbiologiques

Section 8 : Interprétation des résultats d'analyse

Annexe 1 : Formulaires d'inspection sanitaire

Annexe 2 : Fiches de produits

Annexe 3 : Fiches de données chimiques

Annexe 4 : Directives de l'OMS pour les produits chimiques et effets sur la santé

Annexe 5: Milieux de culture

Annexe 6 : Formulaire d'enregistrement des données

Annexe 7 : Rapport d'analyse de qualité de l'eau

Annexe 8 : Voyages internationaux avec du matériel d'analyse

Annexe 9 : Fiches de données par pays

3.1 Introduction

Les inspections sanitaires sont une méthode simple, peu coûteuse et pratique pour aider les responsables de projets, les communautés et les ménages à comprendre et à gérer la qualité de leur eau de boisson. Les inspections sanitaires associées à l'analyse de qualité de l'eau peuvent servir à identifier les principales sources de contamination et les actions appropriées pour améliorer la salubrité de l'eau de boisson.

L'analyse de qualité de l'eau seule ne garantit pas une eau de boisson salubre. L'analyse périodique ne donne qu'un aperçu ponctuel de la qualité de l'eau. Elle fournit des informations sur la source de la contamination, et peut ne pas identifier des changements saisonniers importants dans la qualité de l'eau. Identifier les causes de la contamination de l'eau et les actions adaptées pour éviter la contamination n'est possible que si l'information est disponible sur les sources et les chemins des contaminants. Ces informations peuvent être obtenues par les inspections sanitaires (UNICEF, 2008).

Les inspections sanitaires sont particulièrement utiles pour évaluer et contrôler les petits systèmes d'approvisionnement en eau de boisson gérés par la communauté (ex : systèmes simples de canalisations, puits forés avec pompes mécaniques ou manuelles, puits creusés, sources protégées), et systèmes de conservation et traitement de l'eau à domicile. L'analyse régulière de qualité de l'eau n'est souvent pas possible dans ces cas, et les inspections sanitaires peuvent aider à évaluer la salubrité de l'eau de boisson (OMS, 2011). Les recherches de Mushi et al. (2012) ont montré que les inspections sanitaires (utilisant la procédure élaborée par l'Organisation Mondiale de la Santé [OMS]) étaient capable de prédire les niveaux de pollution bactérienne fécale dans les puits utilisés pour l'eau de boisson.

Comparaison de l'analyse de qualité de l'eau et inspections sanitaires pour évaluer la qualité de l'eau

Analyse de qualité de l'eau	Inspection sanitaire
L'analyse peut être chère, requiert du matériel et du personnel compétent et qualifié, et n'est donc pas toujours facile à réaliser de manière régulière ou systématique.	L'inspection sanitaire est bon marché, ne requiert pas de matériel ou de personnel hautement qualifié, et peut être facilement réalisée régulièrement ou systématiquement.
L'analyse ne donne qu'un aperçu ponctuel – une image de la qualité de l'eau au moment du prélèvement de l'échantillon.	L'inspection sanitaire peut mettre au jour des conditions ou des pratiques pouvant entraîner des incidents de contamination à court terme, ou une contamination à long terme.
L'analyse va indiquer si un échantillon d'eau est contaminé, mais n'identifiera généralement pas la source de la contamination.	L'inspection révèle les sources de contamination possibles les plus évidentes (ex : contamination de l'eau souterraine). L'inspection sanitaire ne confirme si la contamination a eu lieu ou non.
L'analyse fournit des données sur la qualité physique, chimique et microbiologique des échantillons d'eau.	L'inspection sanitaire va habituellement identifier les risques pouvant menacer la qualité microbiologique et physique de l'eau. Les risques envers la qualité chimique de l'eau ne sont habituellement pas identifiés.

(Adapté de l'OMS, 2012)

3.2 Qu'est-ce qu'une inspection sanitaire ?

Une inspection sanitaire est une inspection sur place d'un approvisionnement en eau pour identifier les sources réelles et potentielles de contamination. La structure physique et le fonctionnement des systèmes, ainsi que des facteurs externes (tels que l'emplacement des latrines) sont évalués. Cette information peut servir à sélectionner les actions appropriées pour protéger et améliorer l'approvisionnement en eau (OMS, nd).

Les inspections sanitaires se concentrent généralement sur les sources de contamination microbiologique, principalement la contamination fécale des personnes et des animaux. Cependant, dans certains cas les inspections peuvent identifier des risques chimiques liés aux industries ou aux activités agricoles locales. Par exemple, une inspection sanitaire pourrait identifier une utilisation intensive d'engrais à proximité d'une prise d'eau de surface, ou les effluents d'une tannerie près d'une source d'eau (OMS, nd).

3.3 Quand faire une inspection sanitaire ?

Les inspections sanitaires doivent être effectuées pour toutes les nouvelles sources d'eau (y compris les forages, les puits creusés et les sources protégées) avant qu'elles ne soient utilisées pour l'eau de boisson, et régulièrement lorsque la source est en fonctionnement. Le tableau suivant suggère les fréquences annuelles minimum des inspections sanitaires devant être faites par la communauté (ex : Groupes d'Utilisateurs d'Eau), par des agences d'approvisionnement en eau (ex : ONG ou compagnies privées qui mettent en œuvre des projets de traitement et d'approvisionnement en eau), et des agences de surveillance gouvernementales (ex : Ministère de l'Environnement, Ministère de la Santé)

Former des membres de la communauté à réaliser des inspections sanitaires sur leur propre approvisionnement en eau peut leur permettre d'y penser plus souvent. Il est aussi important de former les membres de la communauté à la façon de prendre des mesures correctives pour les risques qu'ils identifient.

Fréquence minimum suggérée des inspections sanitaires

Source et approvisionnement en eau	Communauté ^a	Agence d'approvisionnement en eau ^b	Agence de surveillance ^{a,b,c}
Puits creusé (sans treuil)	6 fois/an	-	1 fois/an ^d
Puits creusé (avec treuil)	6 fois/an	-	1 fois/an ^d
Puits creusé avec pompe à main	4 fois/an	-	1 fois/an ^d
Puits peu profond et puits tubé profond avec pompe à main	4 fois/an	-	1 fois/an ^d
Collecte de l'eau de pluie	4 fois/an	-	1 fois/an ^d
Source à gravité	4 fois/an	-	1 fois/an ^d
Distribution par canalisations : eau souterraine avec et sans chloration	-	1 fois/an	1 fois/an
Distribution par canalisations : eau de surface traitée par chloration			
Population <5000	12 fois/an	1 fois/an	1 fois/an
Population 5000-20 000	-	2 fois/an	1 fois/an
Distribution par canalisations ^e	-	12 fois/an	1 fois/an

^a Pour les approvisionnements en eau possédés par la famille (ex : puits creusés avec ou sans pompe à main), celle-ci est responsable des inspections sanitaires, avec l'assistance de l'agence de surveillance.

^b Toutes les nouvelles sources doivent être inspectées avant d'être mise en service.

^c En situation d'urgence, comme l'apparition de maladies épidémiques, une inspection doit avoir lieu immédiatement.

^d Là où il n'est pas pratique d'inspecter tous les équipements, un échantillon statistiquement significatif doit être inspecté.

^e Les robinets publics sont nettoyés par la communauté si la population est inférieure à 5000 personnes. L'agence d'approvisionnement en l'eau entretient généralement le système de distribution et les robinets publics si la population se situe entre 5000 et 20 000 habitants.

(Adapté de l'OMS, 2007)

3.4 Comment faire une inspection sanitaire ?

La procédure pour effectuer une inspection sanitaire a été élaboré par l'OMS dans le cadre de ses plans de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau. Les inspections sanitaires utilisent des formulaires standardisés pour des observations et des entretiens avec un système de notation pour quantifier le risque global. Les formulaires contiennent généralement une liste de 10 questions dont les réponses sont « oui » ou « non ». Les questions sont rédigées de telle sorte que « oui » indique qu'il y a un risque de contamination et « non » indique qu'il n'y a aucun risque. Chaque réponse « oui » marque un point et chaque réponse « non » marque zéro point. A la fin de l'inspection, les points sont additionnés pour obtenir un score total sur 10. Plus le score total est élevé, plus le risque de contamination est grand (OMS, nd).

Notation de l'inspection sanitaire et risque

Notation de l'inspection sanitaire	Risque de contamination
9-10	Très élevé
6-8	Élevé
3-5	Moyen
0-2	Faible

Des exemples de formulaires d'inspection sanitaire pour différentes sources d'eau sont proposés en Annexe 1 : Formulaires d'Inspection Sanitaire. Vous pouvez modifier ces formulaires pour prendre en compte les conditions et le langage local. Ces formulaires doivent aussi être faciles à utiliser et comprendre pour les inspecteurs. Ils peuvent être adaptés pour utiliser des textes simples et des illustrations pour les inspecteurs peu alphabétisés.

Les résultats des inspections sanitaires et les actions devant être prises pour protéger et améliorer la qualité de l'eau doivent être discutés avec le ménage et la communauté. Par exemple, dans l'illustration suivante d'un puits ouvert, les actions possibles pour protéger la source d'eau pourraient être :

- Déplacer une latrine si elle est trop proche de la source d'eau
- S'assurer que les animaux n'ont pas accès à la source d'eau
- Boucher les fissures de la plateforme du puits
- Améliorer l'évacuation de l'eau autour de la plateforme du puits.
- Utiliser un récipient propre pour la collecte de l'eau, rangé dans un endroit sûr

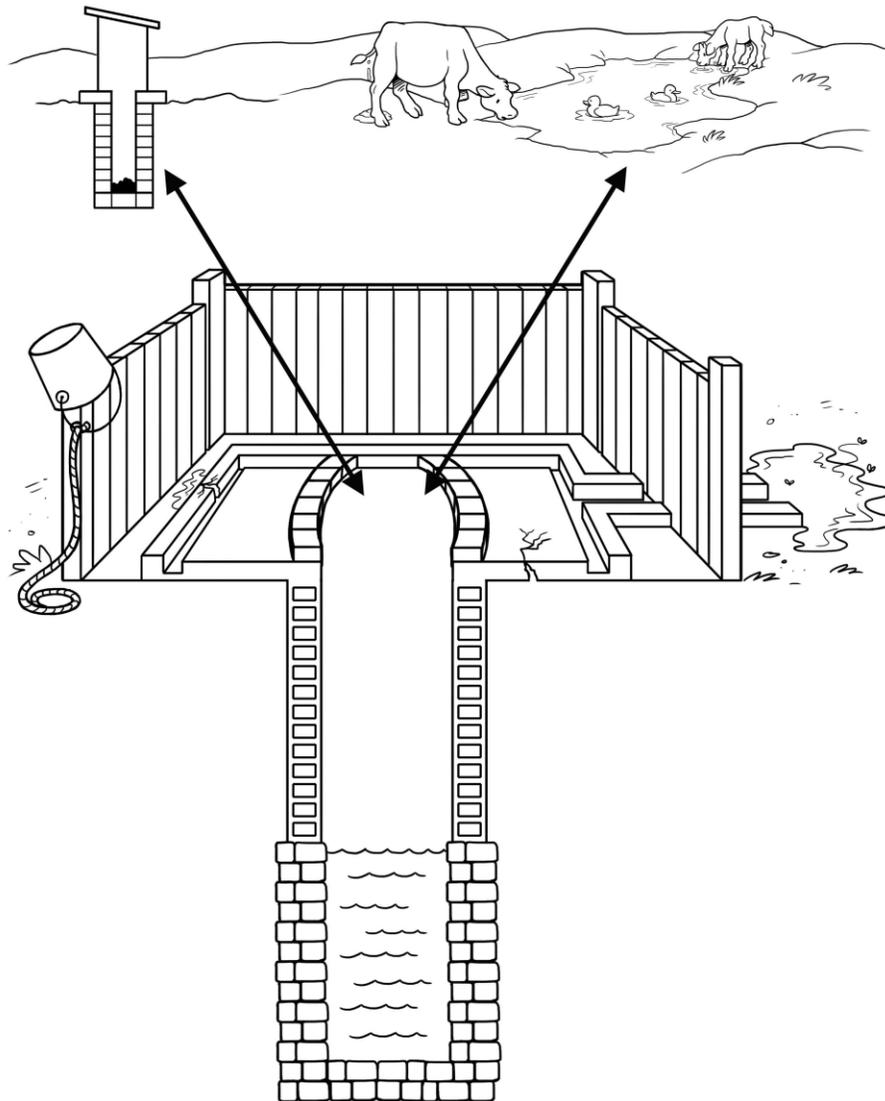
Une formation est essentielle pour effectuer des inspections sanitaires efficaces et correctes. Le personnel du projet comme les membres de la communauté doivent être formés à réaliser des inspections sanitaires. Même les membres de la communauté n'ayant pas de formation technique officielle ont été formés avec succès aux inspections sanitaires. Les inspecteurs locaux sont souvent très efficaces car ils sont directement concernés par les systèmes d'eau, sont responsables devant leurs pairs et les autorités locales, et sont en mesure de réaliser des inspections régulièrement (UNICEF, 2008). Si vous faites appel à des membres de la communauté pour réaliser des inspections sanitaires, il est aussi important de les former à la façon de prendre des mesures correctives pour les risques qu'ils identifient.

Parmi les problèmes communs qui empêchent les groupes communautaires ou d'autres organisations d'effectuer des inspections sanitaires efficaces, on trouve :

- Absence de méthode standardisée pour réaliser l'inspection
- L'interprétation des observations sur site peut varier selon les inspecteurs
- Les données sont difficiles à quantifier ou comparer en raison de la subjectivité de l'interprétation et du "style d'observation"
- Pas d'effort pour analyser les données afin d'enquêter sur les tendances générales ou les problèmes fréquents

Ces problèmes mettent en relief la nécessité d'une bonne planification, d'une bonne gestion et d'une bonne formation, afin de s'assurer que les inspections sanitaires sont un outil efficace pour aider à garantir une eau de boisson salubre.

Exemple d'inspection sanitaire d'un puits ouvert



3.5 Interprétation des résultats

Parfois, l'analyse de qualité de l'eau est faite en même temps que l'inspection sanitaire. Cela s'appelle une enquête sanitaire. La combinaison des résultats d'une inspection sanitaire et des données de qualité de l'eau peut être utile pour identifier les causes de contamination les plus importantes et les actions pouvant être prises pour améliorer la situation. Par exemple, les résultats peuvent vous aider à déterminer si l'assainissement sur site ou en dehors provoque une contamination de l'eau de boisson. Cette analyse peut aussi identifier d'autres facteurs associés à la contamination, comme des fortes pluies.

La combinaison des résultats d'une inspection sanitaire et des données de qualité de l'eau est particulièrement utile pour évaluer les systèmes domestiques de gestion de l'eau. Les données de qualité microbiologique de l'eau sont souvent limitée au foyer, et la note de risque de l'inspection sanitaire devient donc une considération importante pour l'évaluation des systèmes domestiques d'eau, de leur gestion, et des actions prioritaires pour améliorer la situation. Le tableau suivant montre un exemple d'un système combiné pour évaluer le risque et définir les actions prioritaires pour les systèmes d'eau domestiques (OMS, 2011).

Exemple d'évaluation des actions prioritaires pour l'eau de boisson des foyers au moyen des résultats de qualité microbiologiques de l'eau et de la note de l'inspection sanitaire¹

		Note de risque de l'inspection sanitaire			
		0-2	3-5	6-8	9-10
<i>E. coli</i> (CFU/100 mL) ²	<1				
	1-10				
	11-100				
	>100				

Faible risque : Aucune action requise	Risque intermédiaire : Faible priorité d'action	Risque élevé : Priorité d'action supérieure	Risque très élevé : Action urgente requise
--	--	---	---

¹ Lorsqu'il y a une différence potentielle entre les résultats de l'analyse de qualité de l'eau et ceux de l'inspection sanitaire, un suivi ultérieur est nécessaire.

² CFU = Unités formatrices de colonies (Voir la Section 7 : Analyse des Paramètres Microbiologiques pour plus d'information)
(OMS, 2011)

3.6 Education de la communauté et des ménages

Les inspections sanitaires peuvent aussi comprendre une promotion de la santé et des activités éducatives pour améliorer les comportements liés à l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène. Un avantage de l'inspection sanitaire est que les résultats peuvent être discutés en même temps avec les utilisateurs et les membres de la communauté. Cela peut aider à comprendre les risques identifiés, et les inspecteurs peuvent donner des conseils sur place. L'implication des membres de la communauté dans l'inspection sanitaire peut renforcer leur volonté de prendre des mesures correctives (OMS, 2011 et 2012).

3.7 Inspections visuelles

L'inspection visuelle est similaire à l'inspection sanitaire, moins elle est moins structurée. Elle fournit des données qualitatives qui sont recueillies par l'observation, puis sont rapportées sous forme orale ou écrite. La technique exige de ceux qui réalisent les inspections de posséder une connaissance et une compréhension basiques des principes de santé publique, et d'être professionnels et consciencieux de nature. Par exemple, l'inspection visuelle peut être utilisée par les promoteurs de la santé communautaire pour évaluer les pratiques d'hygiène domestique et les risques menaçant la qualité de l'eau dans le foyer. L'inspection visuelle implique d'observer comment l'eau est conservée, manipulée et utilisée au sein des foyers individuels, afin que les pratiques non hygiéniques soient identifiées (OMS, 2012).

Des formulaires de rapport standards peuvent être utilisés pour les inspections visuelles. L'utilisation de formulaires standards encouragent l'évaluation objective, de sorte que les données obtenues par différents inspecteurs ou dans différentes régions peuvent être comparées directement (OMS, 2012).

CAWST propose quelques formulaires d'inspection visuelle dans le cadre du contrôle du filtre biosable. Ceux-ci sont disponibles à : http://resources.cawst.org/package/monitoring-biosand-filter-projects-manual_en

3.8 Résumé des informations clés

- Les inspections sanitaires sont une méthode simple, peu coûteuse et pratique pour aider les responsables de projets, les communautés et les ménages à comprendre et à gérer la qualité de leur eau de boisson.
- Une inspection sanitaire est une inspection sur place d'un approvisionnement en eau pour identifier les sources réelles et potentielles de contamination.
- Les inspections sanitaires se concentrent généralement sur les sources de contamination microbiologique, principalement la contamination fécale des gens et des animaux.
- Les inspections sanitaires utilisent des formulaires standardisés pour des observations et des entretiens avec un système de notation pour quantifier le risque global.
- Des exemples de formulaires d'inspection sanitaire pour différentes sources d'eau sont proposés en Annexe 1. Vous pouvez modifier ces formulaires pour prendre en compte les conditions et la langue locales.
- Les résultats des inspections sanitaires et les actions devant être prises pour protéger et améliorer la qualité de l'eau doivent être discutés avec le ménage et la communauté.
- Une formation est essentielle pour effectuer des inspections sanitaires efficaces et correctes. Le personnel du projet comme les membres de la communauté doivent être formés à réaliser des inspections sanitaires.
- Parfois, l'analyse de qualité de l'eau est faite en même temps que l'inspection sanitaire. Cela s'appelle une enquête sanitaire. La combinaison des résultats d'une inspection sanitaire et des données de qualité de l'eau peut être utile pour identifier les causes de contamination les plus importantes et les actions pouvant être prises pour améliorer la situation.

- Les inspections sanitaires peuvent aussi comprendre une promotion de la santé et des activités éducatives pour améliorer les comportements liés à l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène.
- L'inspection visuelle est similaire à l'inspection sanitaire, moins elle est moins structurée. Elle fournit des données qualitatives qui sont recueillies par l'observation, puis sont rapportées sous forme orale ou écrite.

3.9 Références

Mushi, D., Byamukama, D., Kirschner, A., Mach, R., K. Brunner and A. Farnleitner. L'inspection sanitaire de puits utilisant une notation de risque de contamination indique un risque prévisionnel élevé de pollution par des bactéries fécales dans les plaines périurbaines tropicales de Dar es Salaam, en Tanzanie. *J Water Health*. Juin 2012 ; 10(2): 236–243. Disponible à : www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3393635/

UNICEF (2008). Manuel de qualité de l'eau de l'UNICEF. UNICEF, New York, USA. Disponible à : www.unicef.org/wash/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf

Organisation mondiale de la Santé (pas de date). Fiche technique 2.1: Inspections sanitaires. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/emergencies/envsanfactsheets/en/index1.html

Organisation mondiale de la Santé (1997). Directives pour la qualité de l'eau de boisson, deuxième édition, Volume 3, Surveillance et contrôle des approvisionnement communautaires. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index2.html

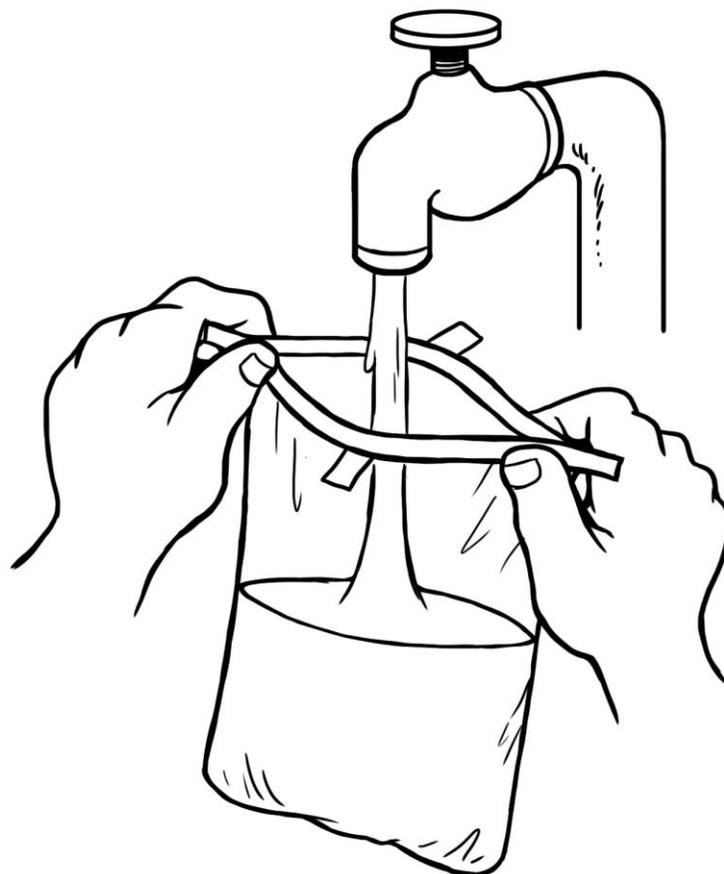
Organisation mondiale de la Santé (2005). Plans de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau : Gestion de la qualité de l'eau de boisson, du captage au consommateur. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/wsp0506/en/index.html

Organisation mondiale de la Santé (2011). Directives pour la qualité de l'eau de boisson, quatrième édition. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf

Organisation mondiale de la Santé (2012). Évaluation rapide de la qualité de l'eau de boisson : Manuel de mise en oeuvre. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Section 4: Prélèvement d'échantillons et contrôle de la qualité





424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canada
Tél : + 1 (403) 243-3285, Fax : + 1 (403) 243-6199
Email : resources@cawst.org, Site web : www.cawst.org

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology - Centre pour les Technologies d'Eau et Assainissement à Faible Coût) est un organisme à but non lucratif proposant des services de formation et de conseil aux organisations qui travaillent directement avec les populations des pays en développement n'ayant pas accès à l'eau potable et à un assainissement de base.

L'une des stratégies fondamentales de CAWST est de diffuser ces connaissances concernant l'eau, afin d'en faire un savoir courant. Ceci peut être réalisé, en partie, par le développement et la distribution gratuite de matériels d'éducation dans le but d'augmenter la disponibilité de l'information pour ceux qui en ont le plus besoin.

Le contenu de ce document est libre et sous licence Creative Commons Attribution Works 3.0 Unported. Pour voir une copie de cette autorisation, veuillez visiter <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>, ou écrivez à Creative Commons : 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Vous êtes libre de :

- Partager - copier, distribuer et transmettre ce document.
- Modifier – pour adapter ce document



Aux conditions suivantes :

- Indication de la source. Vous devez indiquer que CAWST est l'auteur original de ce document. Veuillez mentionner notre site internet : www.cawst.org

CAWST publiera périodiquement des mises à jour de ce document. Pour cette raison, nous ne recommandons pas que vous proposiez ce document en téléchargement sur votre site web.



CAWST fournit un mentorat et un accompagnement pour l'utilisation de ses ressources d'éducation et de formation.

Tenez-vous informé et obtenez du support :

- Dernières mises à jour de ce document :
- Autres ressources sur les formations et les ateliers
- Assistance à l'utilisation de ce document dans votre travail

www.cawst.org/resources

CAWST et ses administrateurs, employés, contractants et bénévoles n'endossent aucune responsabilité et ne donnent aucune garantie en ce qui concerne les résultats pouvant être obtenus par l'utilisation des informations fournies.



Table des matières

Section 4: Prélèvement d'échantillons et contrôle de la qualité	i
4.1 Introduction	1
4.2 Comment prélever des échantillons d'eau	1
4.2.1 Nettoyage et stérilisation de récipients à échantillons.....	2
4.2.2 Utilisation d'additifs ou de conservateurs	3
4.2.3 Prélèvement d'échantillon d'eau de surface	3
4.2.4 Prélèvement d'échantillon dans un puits ouvert ou une citerne	4
4.2.5 Prélèvement d'échantillon à un robinet.....	5
4.2.6 Prélèvement d'Échantillon à une Pompe à Main	6
4.2.7 Prélèvement d'échantillon dans une source protégée	8
4.2.8 Prélèvement d'échantillon dans un réservoir de transport ou de conservation à domicile	8
4.2.9 Prélèvement d'échantillon sur une technologie de traitement de l'eau à domicile.....	8
4.3 Comment transporter des échantillons d'eau.....	11
4.4 Comment diluer un échantillon d'eau.....	12
4.5 Assurance de la qualité et contrôle de la qualité.....	13
4.5.1 Sélectionner le Matériel et les Produits	16
4.5.2 Étalonnage du matériel	16
4.5.3 Qualité des produits	16
4.5.4 Distribution inégale des microorganismes dans un échantillon d'eau ..	17
4.5.5 Contamination secondaire.....	17
4.5.6 Échantillons doubles	20
4.5.7 Contrôles : échantillons témoins et vrais positifs.....	20
4.6 Santé et sécurité	20
4.7 Résumé des informations clés.....	21
4.8 Références	22

Table des matières

Section 1 : Présentation générale de l'Analyse de la Qualité de l'Eau de Boisson

Section 2 : Planification de l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Section 3 : Inspections sanitaires

Section 4: Prélèvement d'échantillons et contrôle de la qualité i

4.1 Introduction 1

4.2 Comment prélever des échantillons d'eau 1

4.2.1 Nettoyage et stérilisation de récipients à échantillons..... 2

4.2.2 Utilisation d'additifs ou de conservateurs 3

4.2.3 Prélèvement d'échantillon d'eau de surface 3

4.2.4 Prélèvement d'échantillon dans un puits ouvert ou une citerne 4

4.2.5 Prélèvement d'échantillon à un robinet..... 5

4.2.6 Prélèvement d'Échantillon à une Pompe à Main 6

4.2.7 Prélèvement d'échantillon dans une source protégée 8

4.2.8 Prélèvement d'échantillon dans un réservoir de transport ou de conservation à domicile 8

4.2.9 Prélèvement d'échantillon sur une technologie de traitement de l'eau à domicile..... 8

4.3 Comment transporter des échantillons d'eau..... 11

4.4 Comment diluer un échantillon d'eau..... 12

4.5 Assurance de la qualité et contrôle de la qualité..... 13

4.5.1 Sélectionner le Matériel et les Produits 16

4.5.2 Étalonnage du matériel 16

4.5.3 Qualité des produits 16

4.5.4 Distribution inégale des microorganismes dans un échantillon d'eau .. 17

4.5.5 Contamination secondaire..... 17

4.5.6 Échantillons doubles 20

4.5.7 Contrôles : échantillons témoins et vrais positifs..... 20

4.6 Santé et sécurité 20

4.7 Résumé des informations clés..... 21

4.8 Références 22

Section 5 : Analyse des paramètres physiques

Section 6 : Analyse des paramètres chimiques

Section 7 : Analyse des paramètres microbiologiques

Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Section 4 : Prélèvement d'échantillons d'eau et contrôle de la qualité

Section 8 : Interprétation des résultats d'analyse

Annexe 1 : Formulaires d'inspection sanitaire

Annexe 2 : Fiches de produits

Annexe 3 : Fiches de données chimiques

Annexe 4 : Directives de l'OMS pour les produits chimiques et effets sur la santé

Annexe 5 : Milieux de culture

Annexe 6 : Formulaire d'enregistrement des données

Annexe 7 : Rapport d'analyse de qualité de l'eau

Annexe 8 : Voyages internationaux avec du matériel d'analyse

Annexe 9 : Fiches de données par pays

Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Section 4 : Prélèvement d'échantillons d'eau et contrôle de la qualité



4.1 Introduction

La section suivante traite du nombre d'échantillons d'eau à prélever en fonction de vos besoins ; de la façon de recueillir et transporter les échantillons d'eau de différentes sources ; des différentes mesures à prendre pour assurer le contrôle de la qualité ; et de l'importance de la santé et de la sécurité.

4.2 Comment prélever des échantillons d'eau

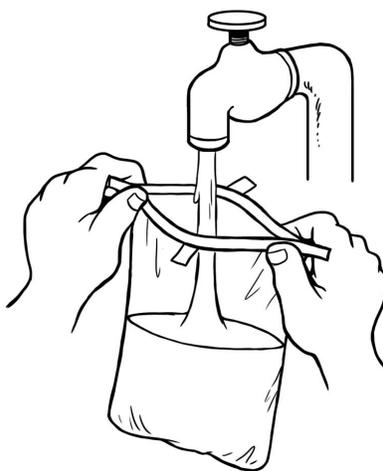
Il est important de recueillir des échantillons d'eau dans les conditions normales, de tous les jours, afin d'obtenir un échantillon représentatif. Les procédures adéquates pour la collecte d'échantillons doivent également être respectées. Les techniciens doivent être formés car la façon dont les échantillons sont prélevés peut influencer les résultats d'analyse.

Les échantillons doivent être recueillis dans un récipient en verre ou en plastique avec un couvercle vissé et qui restera hermétique même après de nombreuses stérilisations. Un récipient à échantillon réutilisable est en général fourni dans les kits de terrain portables.



Conseil : Des biberons en plastique peuvent servir de récipients à échantillons. Ils sont en général faciles à acheter dans les zones urbaines et sont faits en plastique résistant à la chaleur qui peut être stérilisé à de nombreuses reprises sans que cela n'affecte la qualité de la bouteille.

Les sachets à échantillon jetables et à usage unique constituent une autre méthode de collecte d'échantillons d'eau, bien que plus coûteux que les récipients réutilisables (voir la Fiche de Produit Whirl-Pak® en Annexe 1 pour plus de détails).



Utilisation d'un sachet jetable Whirl-Pak® pour prélever un échantillon d'eau

Il faut prélever davantage d'eau que ce qui est nécessaire (au moins 250 mL), au cas où vous fassiez une erreur ou s'il faut réaliser plusieurs analyses.

Étiquetez chaque récipient à échantillon avant de le remplir. L'étiquette doit indiquer :

- La provenance de l'échantillon (ex : foyer, source)
- La description de l'échantillon (ex : arrivée d'eau, eau du seau de stockage)
- Un numéro d'identification
- La date et heure
- Les initiales de la personne ayant prélevé l'échantillon
- D'autres informations pertinentes (ex : nom du projet, analyse à effectuer)

Il faut prendre garde à ne pas contaminer le récipient et l'échantillon d'eau. La procédure de base pour la collecte d'un échantillon d'eau de boisson est la suivante :

- N'utilisez les récipients à échantillon que pour des échantillons d'eau, et jamais pour y stocker des produits chimiques ou autres liquides.
- N'utilisez les récipients à échantillon pour l'analyse microbiologique que pour cela.
- Utilisez des récipients à échantillon stériles pour l'analyse microbiologique. Les récipients à échantillons pour les analyses physiques et chimiques doivent être propres, mais pas stériles.
- Étiquetez le récipient avant de prélever l'échantillon.
- Lavez et/ou désinfectez vos mains avant d'ouvrir le récipient à échantillons, ou portez des gants jetables si possible.
- Ne touchez pas l'intérieur du récipient à échantillon ou du couvercle avec vos doigts ou tout autre objet.
- Ne rincez pas le récipient à échantillon, car il est stérile
- Gardez le couvercle du récipient dans un endroit propre (pas sur le sol) pour éviter une contamination lorsque le récipient à échantillon est ouvert.

(Adapté du PNUE/OMS, 1996)

4.2.1 Nettoyage et stérilisation de récipients à échantillons

Vous pouvez réutiliser des récipients à échantillons en verre ou en plastique résistant à la chaleur. Pour préparer les récipients, ils doivent être nettoyés au savon et rincés au moins trois fois (5 est préférable) avec de l'eau distillée pour éliminer tout résidu. Si de l'eau distillée n'est pas disponible, une eau propre et sans chlore peut être utilisée (ex : filtrée puis bouillie) (PNUE/OMS, 1996).

Après nettoyage, les récipients à échantillons pour analyse microbiologique doivent être stérilisés. Les récipients à échantillons pour les analyses physiques et chimiques doivent être propres, mais pas stérilisés. Cependant, il est fréquent que l'eau du même échantillon soit

utilisée pour l'analyse physique, chimique et microbiologique, en conséquence le récipient doit être stérilisé par l'une des méthodes suivantes :

- Four conventionnel : Thermostat à 180°C pendant 30 minutes (OMS, 2012)
- Ébullition : Faire bouillir pendant 10 minutes (CDC, 2010 et OMS, 2012)
- Autoclave : Thermostat à 121°C pendant 20 minutes (OMS, 1997)
- Cocotte-minute : Laisser chauffer pendant au moins 30 minutes (OMS, 1997)

Ne jamais utiliser d'eau de javel, de chlore ou de désinfectant qui pourrait laisser un résidu sans rincer correctement (avec de l'eau distillée) ou faire bouillir les récipients ensuite. Le résidu pourrait affecter vos résultats en inhibant ou en tuant les bactéries que vous essayez de dénombrer.

4.2.2 Utilisation d'additifs ou de conservateurs

Lorsque du chlore est utilisé pour la désinfection, des résidus de chlore peuvent être présents dans l'eau après le prélèvement d'échantillon, et va continuer à agir sur tout microorganisme dans l'échantillon. En conséquence, les résultats d'une analyse microbiologique peuvent ne pas montrer la véritable contamination de l'eau. Si vous soupçonnez ou savez que l'échantillon d'eau a été chloré, vous devez y ajouter du thiosulfate de sodium. Le thiosulfate de sodium désactive immédiatement tout le chlore résiduel, mais n'affecte pas les microorganismes pouvant être présents.

Le thiosulfate de sodium doit être versé dans le récipient à échantillon, après qu'il ait été stérilisé. Pour les échantillons de 200 mL, quatre ou cinq gouttes de solution de thiosulfate de sodium liquide (100 g/L) doivent être versées dans chaque récipient à échantillons propre et stérilisé (OMS, 1997). Certains fabricants ajoutent à l'avance du thiosulfate de sodium dans les récipients à échantillons jetables (ex : sachets Whirl-Pak®).

Des conservateurs peuvent aussi être nécessaires pour analyser d'autres produits chimiques, comme l'ammoniac ou le cyanure. Le fabricant du kit d'analyse portable ou le laboratoire commercial vont habituellement inclure le conservateur, avec les instructions d'utilisation.

4.2.3 Prélèvement d'échantillon d'eau de surface

Les lacs et les réservoirs peuvent être soumis à plusieurs influences faisant varier la qualité de l'eau selon les lieux et les périodes. Là où les affluents ou les effluents se déversent dans les lacs ou réservoirs, il peut y avoir des zones locales où l'eau entrante est concentrée, car elle n'a pas encore été mélangée au plan d'eau principal. Les anses isolées et les arrivées d'eau étroites de lacs sont souvent mal mélangées, et peuvent contenir une eau de qualité différentes de celle du reste du lac (PNUE/OMS, 1996).

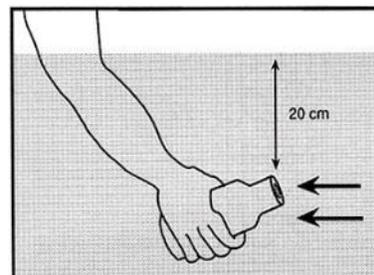
Pour les rivières et autres eaux courantes, vous devez essayer d'obtenir des échantillons d'un endroit où l'eau est bien mélangée et représentative de l'approvisionnement en eau de boisson. Ne prenez pas d'échantillon trop près de la berge, trop loin de l'endroit où l'eau de boisson est prise, ou à un endroit au-dessus/en-dessous du point d'approvisionnement.

La qualité de l'eau de surface peut varier en fonction du moment de la journée ou de la saison. Il est important de prendre des échantillons à la même heure, et de noter les conditions climatiques au moment de la collecte.

Il peut être possible de prendre des échantillons à la main si l'eau est accessible. Dans de nombreux cas, il peut être difficile ou dangereux de pénétrer dans l'eau. Dans ces cas, vous aurez peut-être à attacher votre récipient à un câble ou une corde et le jeter dans l'eau. Un pont est un excellent endroit pour prélever un échantillon, mais seulement s'il est proche de l'endroit où les gens prennent leur eau.

Pour prélever un échantillon dans une source d'eau de surface :

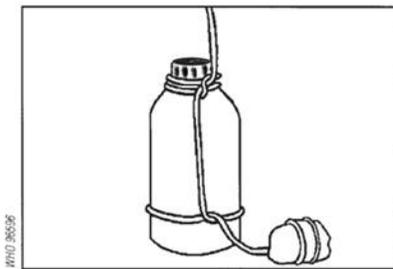
1. Enlevez soigneusement le bouchon du récipient à échantillon et mettez-le à l'envers dans un endroit propre, ou demandez à quelqu'un de le tenir. Prenez garde à ne pas laisser de la poussière, ou quoi que ce soit d'autre qui pourrait contaminer l'échantillon, entrer dans le récipient.
2. Tenez le récipient fermement et plongez-le dans l'eau, ouverture vers le bas.
3. Immergez le récipient à environ 20 cm de profondeur, et remontez l'échantillon d'eau à la surface dans un mouvement de pelletage. Cela garantit qu'aucune contamination extérieure n'entre dans le récipient. Dans les zones où l'eau coule (ex : rivières), l'échantillon doit être pris à contre-courant.
4. Remontez le récipient soigneusement et placez-le sur une surface propre où il ne pourra être renversé. Si le récipient est complètement plein, versez un peu d'eau pour laisser de l'air dedans. Cela laisse de la place pour mélanger l'échantillon d'eau avant analyse. Remettez le couvercle sur le récipient.



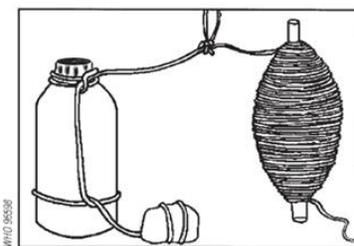
(Adapté de l'OMS, 1997)

4.2.4 Prélèvement d'échantillon dans un puits ouvert ou une citerne

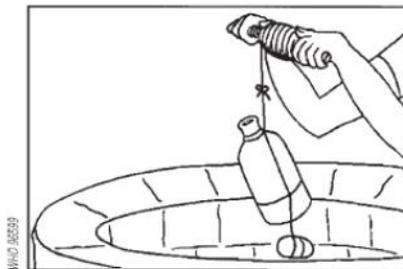
1. Préparez le récipient à échantillon et le récipient à échantillon. Utilisez un ficelle, un corde ou un câble pour attacher un poids (ex : une petite pierre) au récipient.



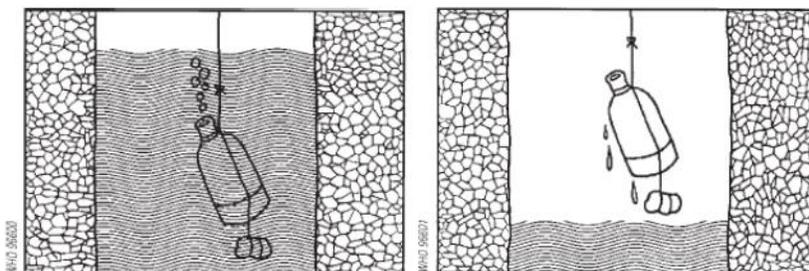
2. Prenez 20 m de corde enroulée autour d'un bâton, et attachez-la au récipient. Ouvrez le récipient selon les instructions ci-dessus.



3. Enlevez soigneusement le bouchon du récipient à échantillon et mettez-le à l'envers dans un endroit propre, ou demandez à quelqu'un de le tenir. Prenez garde à ne pas laisser de la poussière, ou quoi que ce soit d'autre qui pourrait contaminer l'échantillon, entrer dans le récipient.
4. Descendez le récipient à échantillon lesté dans le puits ou la citerne, en déroulant lentement la corde. Ne laissez pas le récipient toucher les parois du puits ou de la citerne car il pourrait récupérer de la saleté et contaminer l'échantillon.



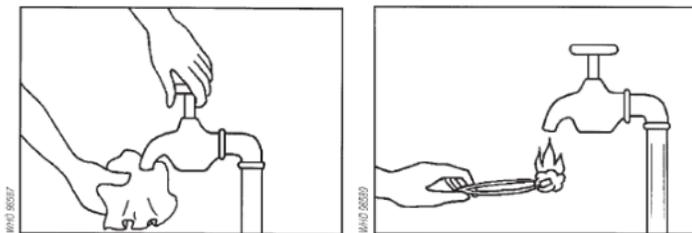
5. Immergez le récipient complètement et continuez à la descendre sous la surface (environ 20 cm, bien que ce soit difficile à estimer). Ne laissez pas le récipient toucher le fond du puits ou déranger des sédiments.
6. Une fois le récipient plein, remontez-le en enroulant la corde autour du bâton. Remontez le récipient soigneusement et placez-le sur une surface propre où il ne pourra être renversé. Si le récipient est complètement plein, versez un peu d'eau pour laisser de l'air dedans. Cela laisse de la place pour mélanger l'échantillon d'eau avant analyse. Remettez le couvercle sur le récipient.



(Adapté de l'OMS, 1997)

4.2.5 Prélèvement d'échantillon à un robinet

1. Retirez tout accessoire fixé au robinet (ex : embout, filtre, tuyau). Ces accessoires sont souvent une source de contamination.
2. Facultatif – Utilisez un tissu propre pour essuyer le robinet et éliminer toute saleté. Stérilisez l'intérieur et l'extérieur du robinet pendant 1 minute. Versez de l'alcool sur la sortie d'eau et enflammez-le avec un briquet, ou utilisez des forceps pour tenir un tampon d'ouate imbibé d'alcool et enflammé. Si le robinet est en plastique, utilisez un tampon d'ouate imbibé d'alcool mais PAS enflammé, sinon le plastique va fondre ! La stérilisation du robinet vous donnera la véritable qualité de l'eau. Ne pas stériliser le robinet vous donnera la qualité de l'eau que les gens boivent réellement.



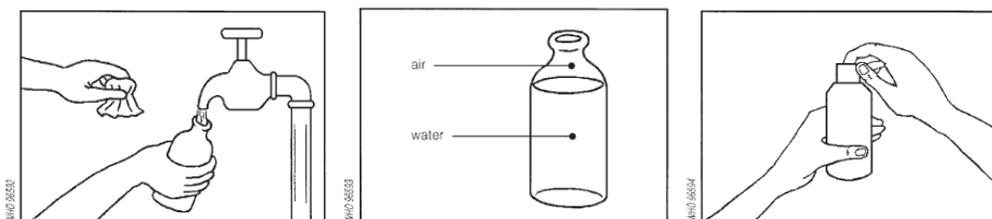
3. Ouvrez le robinet avant de prélever l'échantillon. Ouvrez le robinet soigneusement et laissez l'eau couler à un débit moyen pendant 2-3 minutes pour évacuer tout dépôts dans la tuyauterie.



Conseil : Il est important de ne pas gaspiller de l'eau lors du prélèvement d'échantillons. Vous pouvez récupérer l'eau dans un autre récipient pour un usage ultérieur.



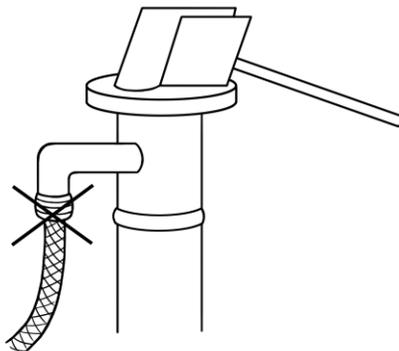
4. Enlevez soigneusement le bouchon du récipient à échantillon et mettez-le à l'envers dans un endroit propre, ou demandez à quelqu'un de le tenir. Prenez garde à ne pas laisser de la poussière, ou quoi que ce soit d'autre qui pourrait contaminer l'échantillon, entrer dans le récipient. Maintenez le récipient à échantillon sous le robinet pour le remplir. Laissez un vide d'air dans le récipient. Cela laisse de la place pour mélanger l'échantillon d'eau avant analyse. Remettez le couvercle sur le récipient.



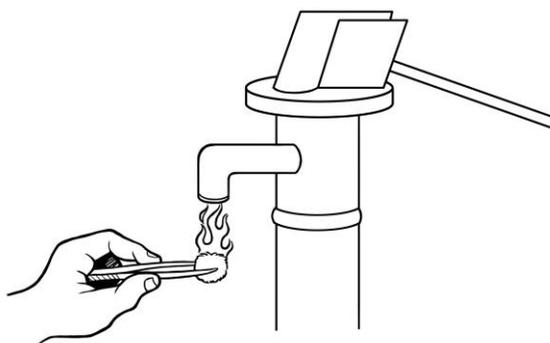
(Adapté de l'OMS, 1997)

4.2.6 Prélèvement d'Échantillon à une Pompe à Main

1. Retirez tout accessoire fixé à la pompe (ex : embout, filtre, tuyau). Ces accessoires sont souvent une source de contamination.



2. Facultatif : Utilisez un tissu propre pour essuyer le bec de sortie et éliminer toute saleté ou graisse. Stérilisez l'intérieur et l'extérieur du bec de la pompe pendant 1 minute. Versez de l'alcool sur la sortie d'eau et enflamez-le avec un briquet, ou utilisez des forceps pour tenir un tampon d'ouate imbibé d'alcool et enflammé. La stérilisation du bec de la pompe vous donnera la véritable qualité de l'eau. Ne pas stériliser le bec vous donnera la qualité de l'eau que les gens boivent réellement.



3. Pompez l'eau pendant 4 à 5 minutes (en fonction de la profondeur du puits, cela peut prendre jusqu'à 10 minutes) pour éliminer l'eau stagnante de la tuyauterie ou de la partie visible de la pompe. Vous savez habituellement quand l'eau stagnante a été évacuée, car une eau plus froide coule de la pompe. Prenez un échantillon d'eau dès que possible après avoir commencé à pomper.



Conseil : Il est important de ne pas gaspiller de l'eau lors du prélèvement d'échantillons. Vous pouvez récupérer l'eau dans un autre récipient pour un usage ultérieur.

4. Enlevez soigneusement le bouchon du récipient à échantillon et mettez-le à l'envers dans un endroit propre, ou demandez à quelqu'un de le tenir. Prenez garde à ne pas laisser de la poussière, ou quoi que ce soit d'autre qui pourrait contaminer l'échantillon, entrer dans le récipient. Maintenez le récipient à échantillon sous le robinet pour le remplir. Laissez un vide d'air dans le récipient. Cela laisse de la place pour mélanger l'échantillon d'eau avant analyse. Remettez le couvercle sur le récipient.

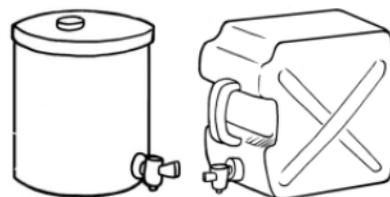
(Adapté de DACAAR, 2013 et OMS, 1997)

4.2.7 Prélèvement d'échantillon dans une source protégée

Les sources d'eau sont souvent protégées par un caisson en béton pour conserver une bonne qualité d'eau. Si le captage-source dispose d'un couvercle sur le réservoir de stockage, prélevez votre eau selon la procédure décrite dans la Section 4.2.4 Prélèvement d'échantillon dans un puits ouvert ou une citerne. Si le captage-source dispose d'un robinet, prélevez votre eau selon la procédure décrite dans la Section 4.2.5 Prélèvement d'échantillon à un robinet.

4.2.8 Prélèvement d'échantillon dans un réservoir de transport ou de conservation à domicile

Il existe différents types de réservoirs de transport et de stockage, selon où vous vivez et ce qui est disponible localement. On utilise souvent des seaux ou des jerrycans pour transporter l'eau de la source au domicile. Un réservoir de stockage sûr dans le foyer doit disposer d'un couvercle et d'un robinet ou d'une ouverture étroite pour verser l'eau.



La méthode de prélèvement dépend de la raison de l'analyse et du type de réservoir utilisé.

Option 1 : Pour déterminer la qualité de l'eau dans le réservoir de stockage

1. Retirez le couvercle du réservoir de stockage et désinfectez le bec de sortie avec un tampon d'ouate imbibé d'alcool et enflammé. Si le robinet est en plastique, utilisez un tampon d'ouate imbibé d'alcool mais PAS enflammé, sinon le plastique va fondre ! Si le réservoir de stockage est un seau, alors désinfectez-en le bord.
2. Versez un peu d'eau pour éliminer toute trace d'alcool restant.
3. Versez l'échantillon d'eau dans un récipient à échantillon, en prenant garde à ne pas toucher le bec verseur ou le rebord du réservoir de stockage. Ne puisez pas dans le réservoir de stockage ni n'utilisez de louche. Cela peut y introduire une contamination.

Option 2 : Pour déterminer la qualité de l'eau que le ménage consomme

1. Utilisez le robinet pour verser de l'eau dans le récipient à échantillon. Ne désinfectez pas le bec verseur ou le rebord du réservoir de stockage. Ne puisez pas dans le réservoir de stockage ni n'utilisez de louche car cela peut y introduire une contamination.

4.2.9 Prélèvement d'échantillon sur une technologie de traitement de l'eau à domicile

De nombreux exécutants de projet s'inquiètent de l'efficacité de leur technologie de traitement de l'eau à domicile (TED) et veulent s'assurer qu'elle élimine effectivement les agents pathogènes de l'eau de boisson. Dans ce cas, il ne vaut la peine d'analyser la qualité de l'eau que si la technologie est correctement utilisée et entretenue. Nous savons qu'aucune technologie TED ne produira d'eau de bonne qualité si elle n'est pas utilisée correctement. Il ne vaut donc pas la peine de dépenser de l'argent en analyse de qualité de l'eau. En conséquence,

dans le cadre du contrôle régulier de qualité de l'eau, toute technologie TED ne répondant pas aux points de performance doit être marquée comme « Ne fonctionne pas correctement » et aucun échantillon ne doit être prélevé. Cependant, vous pouvez parfois souhaiter analyser une technologie TED qui ne fonctionne pas correctement, pour avoir une idée de l'efficacité générale de votre projet, par exemple dans le cadre d'une évaluation.

Il y a deux façons d'analyser la technologie, selon ce que vous voulez savoir : (1) la qualité réelle de l'eau et l'efficacité de la technologie TED, ou (2) la qualité de l'eau que les personnes consomment.

Sédimentation

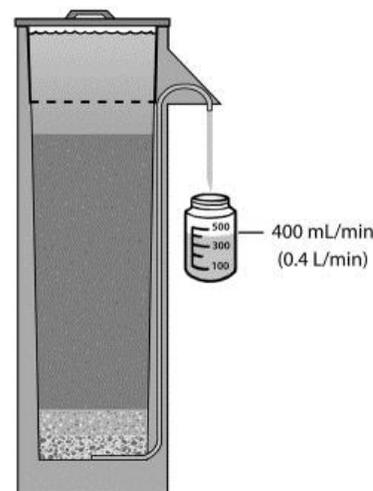
La décantation naturelle ou des coagulants (naturels ou chimiques) peuvent être utilisés pour sédimenter l'eau de boisson. La durée dépend du produit utilisé – les coagulants chimiques peuvent agir en seulement quelques heures, tandis que la décantation naturelle peut prendre 24 h ou davantage. Toutes ces méthodes de sédimentation font normalement appel à un seau ouvert. Pour prendre un échantillon d'eau après sédimentation, vous pouvez simplement verser l'eau du seau dans votre récipient à échantillon. Suivez la procédure décrite dans la Section 4.2.8 Prélèvement d'Échantillon dans un réservoir de transport ou de conservation à domicile.



Filtres biosable

Les huit points de performance clés suivants d'un filtre biosable (FBS) doivent être contrôlés avant de prélever un échantillon d'eau :

1. Le filtre a été installé plus de 30 jours auparavant
2. Le filtre est utilisé au moins une fois par jour, en utilisant la même source d'eau à chaque fois.
3. L'eau versée dans le FBS est claire.
4. Le caisson du filtre n'est pas fissuré et ne fuit pas.
5. Il y a un diffuseur.
6. Lorsque l'eau cesse de couler, il reste 5 cm d'eau au-dessus du sable.
7. La surface du sable est plane.
8. lorsque le filtre est rempli, le débit est de 400 mL par minute au maximum pour les filtres les plus récents (Version 10). Pour les versions précédentes du filtre (Version 8 ou 9), le débit doit être de 600 mL par minute au maximum



Voici la procédure pour prélever un échantillon dans un filtre biosable :

1. Facultatif – Utilisez un tissu propre pour essuyer le bec de sortie et éliminer toute saleté. Stérilisez l'intérieur et l'extérieur du bec pendant 1 minute. Une flamme peut être utilisée sur les becs en métal, et un tampon d'ouate imbibé d'alcool sur les becs en plastique. La

stérilisation du bec vous donnera la qualité réelle de l'eau et l'efficacité du filtre. Ne pas stériliser le bec vous donnera la qualité de l'eau que les gens boivent réellement.

2. Versez un seau d'eau dans le filtre jusqu'à le remplir. Notez que l'échantillon que vous prenez est en fait de l'eau qui était restée dans le filtre pendant la période de pause, et pourrait ne pas correspondre à la source de l'eau qui vient d'y être versée.
3. Attendez 10 minutes avant de prélever l'échantillon. Après avoir versé de l'eau dans un FBS, les premiers 1,5 à 2 L d'eau qui en sortent correspondent à l'eau qui est restée entre l'écoulement et la couche de séparation, pas la couche de sable. Ils ne sont pas représentatifs de la qualité générale de l'eau, et ne doivent donc pas être analysés. Pour éliminer les 2 premiers litres, vous devrez donc attendre 10 minutes. Le prélèvement d'un échantillon durant les 5 premières minutes n'est pas recommandé.
4. Enlevez soigneusement le bouchon du récipient à échantillon et mettez-le dans un endroit propre. Prenez garde à ne pas laisser de la poussière, ou quoi que ce soit d'autre qui pourrait contaminer l'échantillon, entrer dans le récipient. Maintenez le récipient à échantillon sous le bec d'écoulement pour le remplir. Un peu d'air doit demeurer afin de permettre de mélanger avant l'analyse. Remettez le couvercle sur le récipient.

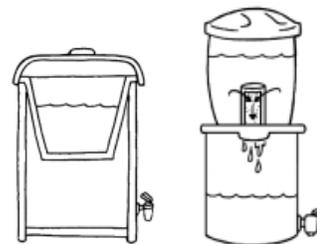


Conseil : Il est important de ne pas gaspiller de l'eau lors du prélèvement d'échantillons. Vous pouvez récupérer l'eau dans un autre récipient pour un usage ultérieur.

Filtres céramiques

Les deux points de performance clés suivants d'un filtre à bougie céramique ou à caisson céramique doivent être contrôlés avant de prélever un échantillon d'eau :

1. Pas de fissure ou de fuite visible sur le filtre céramique.
2. Le débit ne doit pas excéder les spécifications du fabricant. Généralement, le débit des filtres à caisson céramique ne dépasse pas 3 L/heure, et celui des filtres à bougie céramique ne dépasse pas 0,1-1 L/heure.



Pour prélever un échantillon dans un filtre céramique, suivez la procédure de la Section 4.2.5 Prélèvement d'Échantillon à un Robinet.

Filtres à Membrane

Il existe différents types de filtres à membrane disponibles sur le marché. Avant de prendre un échantillon d'eau, vous devrez vérifier que le filtre fonctionne conformément aux instructions du fabricant. La procédure de prélèvement dépend du type de filtre à membrane. Par exemple, le Family Lifestraw fabriqué par Vestergaard Frandsen dispose d'un robinet où l'échantillon peut être prélevé en suivant la procédure décrite en Section 4.2.5 Prélèvement d'Échantillon à un Robinet.

Désinfection solaire (SODIS)

Les cinq points de performance clés suivants de la SODIS doivent être contrôlés avant de prélever un échantillon d'eau :

1. Les bouteilles sont en plastique polytéréphtalate d'éthylène (PET) translucide.
2. Le diamètre des bouteilles n'excède pas 10 cm/
3. Les bouteilles ont un bouchon et ne fuient pas
4. Les bouteilles ne sont pas rayées et/ou salies
5. Les bouteilles sont restées au moins 6 heures au soleil



Pour prendre un échantillon d'eau traitée par SODIS, vous pouvez simplement verser l'eau de la bouteille de SODIS dans votre récipient à échantillon. Suivez la procédure décrite dans la Section 4.2.8 Prélèvement d'échantillon dans un réservoir de transport ou de conservation à domicile.

Ébullition

L'eau doit être bouillie pendant au moins 1 minute avant que l'échantillon ne soit prélevé. Pour prendre un échantillon d'eau bouillie, vous pouvez simplement verser l'eau de la casserole dans votre récipient à échantillon. Suivez la procédure décrite dans la Section 4.2.8 Prélèvement d'échantillon dans un réservoir de transport ou de conservation à domicile.



Chlore

L'eau est habituellement chlorée dans un réservoir de stockage sûr. Vous devez attendre au moins 30 minutes après avoir ajouté le chlore avant de prendre votre échantillon d'eau. Pour prendre un échantillon d'eau traitée au chlore, vous pouvez simplement verser l'eau du réservoir de stockage dans votre récipient à échantillon. Si vous faites une analyse microbiologique, alors le conservateur thiosulfate de sodium doit d'abord être ajouté dans le réservoir avant de prélever votre échantillon d'eau (voir les détails en Section 4.2.2 Ajout de Conservateurs). Suivez la procédure décrite dans la Section 4.2.8 Prélèvement d'Échantillon dans un Réservoir de Transport ou de Conservation à Domicile.



4.3 Comment transporter des échantillons d'eau

En général, le délai entre le prélèvement et l'analyse doit être le plus court possible. Pour l'analyse physique et chimique, les échantillons doivent être stockés dans un lieu frais (4°C) et sombre pour préserver la qualité de l'eau. Le chlore résiduel, le pH et la turbidité doivent être analysés immédiatement après le prélèvement de l'échantillon, car ils changeront pendant le stockage et le transport (OMS, 1997).

Les bactéries ne survivent en général pas bien dans l'eau en raison de divers facteurs. Le nombre de bactéries dans un échantillon d'eau décline rapidement 24 heures après prélèvement. La température peut aussi influencer la mortalité dans l'échantillon, des températures élevées conduisant à une mortalité plus importante.

S'ils ne peuvent être analysés sur-le-champ, les échantillons pour analyse microbiologique doivent être recueillis et placés avec de la glace dans un conteneur isolé (ex : glacière, bac à glace), de préférence maintenus à une température inférieure à 10 °C durant le transport. S'il n'y a pas de glace, le temps de transport ne doit pas excéder 2 heures. Les échantillons doivent être analysés le même jour ou réfrigérés pendant la nuit si nécessaire. Si la période entre la collecte et l'analyse dépasse 6 h, le rapport final devra inclure des informations sur les conditions et la durée du transport de l'échantillon. Tout échantillon de plus de 24 heures (entre le prélèvement et l'analyse) ne doit pas être analysé (OMS, 1997).



Exemple de glacière pour le transport d'échantillons d'eau
(Crédit : OMS, 1997)

4.4 Comment diluer un échantillon d'eau

Vous pourrez avoir à diluer vos échantillons d'eau dans les situations suivantes :

- Analyse microbiologique – il y a trop de bactéries, ce qui les rend difficiles à compter, ou la turbidité est trop importante et obstrue le papier filtre.
- Analyse physique – la turbidité est trop élevée (hors de la plage de détection du turbidimètre)
- Analyse chimique – la concentration est trop élevée (hors plage de détection des méthodes d'analyse)
- La dilution de l'échantillon réduira la concentration du paramètre, la rendant plus facile à mesurer et permettant d'obtenir des résultats plus précis.

Le tableau suivant donne un exemple de méthode de calcul des dilutions d'échantillons.

Calculs de dilution d'échantillons

Volume d'échantillon à utiliser	Volume d'eau à ajouter à l'échantillon	Multiplier le résultat de l'analyse par le facteur de dilution
100 mL	0 mL	X 1
50 mL	50 mL	X 2
10 mL	90 mL	X 10
5 mL	95 mL	X 20
1 mL	99 mL	X 100
Volume Total = 100 mL		



Conseils pour la dilution :

- Prenez un petit volume d'échantillon avec une pipette stérile. S'il n'y a pas de pipette, vous pouvez aussi utiliser des seringues stériles achetées en pharmacie.
- Travailler avec de petits volumes d'échantillons peut réduire la précision des résultats. De plus, il faut faire très attention lors de la manipulation de l'échantillon.
- Pour les analyses physiques et chimiques, de l'eau distillée peut être utilisée pour les dilutions. Si vous ne disposez pas d'eau distillée, vous pouvez utiliser de l'eau bouillie (ex : eau de pluie propre, eau en bouteille ou eau de source). Attention à ne pas utiliser de l'eau de batterie à la place d'eau distillée. L'eau de batterie contient souvent des produits chimiques qui peuvent fausser vos résultats.
- Pour l'analyse microbiologique, les dilutions doivent être faites avec de l'eau stérile. Utilisez soit une solution tampon au phosphate ou de l'eau bouillie (ex : eau de pluie propre, eau en bouteille, ou eau de source). **N'utilisez pas d'eau chlorée** pour diluer vos échantillons car le chlore résiduel va tuer les microorganismes dont vous voulez vérifier la présence. De même, n'utilisez pas d'eau distillée car elle est nocive pour les

4.5 Assurance de la qualité et contrôle de la qualité

Les procédures d'assurance de la qualité et de contrôle de la qualité (AQ/CQ) sont très importantes pour l'analyse de qualité de l'eau, particulièrement lors de l'utilisation de méthodes sur le terrain et de l'analyse de microorganismes. Il existe une possibilité de contamination à chaque étape des procédures de prélèvement d'échantillon et d'analyse. Cette section vous donne des informations utiles sur la façon de vous assurer que votre analyse de qualité de l'eau produit des résultats fiables, précis et exacts.

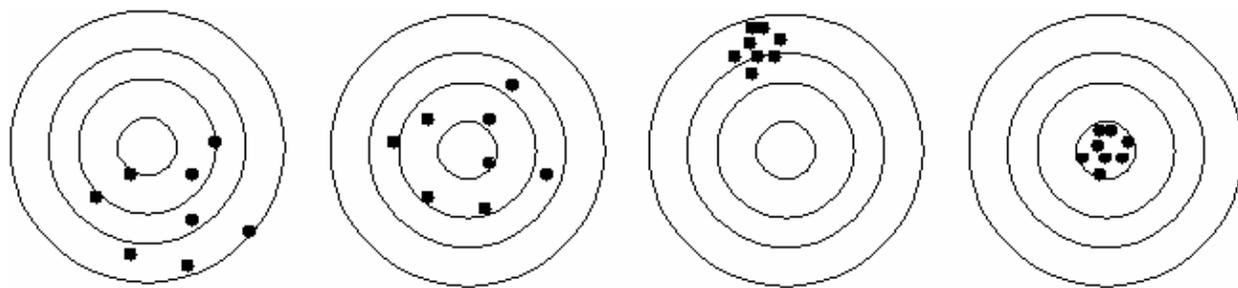
Le sujet de l'assurance de la qualité et du contrôle de la qualité peut prêter à confusion. Différentes personnes peuvent utiliser différents mots pour décrire la même chose, ou le même mot pour décrire différentes choses. Voici quelques définitions de mots utilisés dans ce Manuel.

Assurance de la qualité – vise à prévenir les erreurs en se concentrant sur les processus utilisés pour l'analyse de qualité de l'eau. L'objectif est d'avoir une documentation claire et concise de toutes les procédures de prélèvement et d'analyse qui peuvent être contrôlées pour garantir que la qualité est maintenue. L'assurance de la qualité est un processus proactif.

Contrôle de la qualité – vise à trouver et éliminer les causes des problèmes de qualité en vérifiant les produits et le matériel. Le contrôle de la qualité est un processus réactif.

Exact – La proximité d'une valeur mesurée à la valeur réelle.

Précis – La proximité des valeurs mesurées entre elles. La précision dépend en premier lieu du matériel et de la méthode d'analyse, mais aussi du technicien et des procédures de contrôle de la qualité.



Non précis, non exact Non précis, plus exact Précis, non exact Précis et exact

(Crédit : UNICEF, 2008)

Les études scientifiques expliquent souvent le niveau de précision de l'analyse de qualité de l'eau, en incluant des détails sur l'analyse statistique ayant été effectuée sur les résultats. L'analyse statistique des résultats d'analyse est un sujet complexe et n'est pas couverte par le présent Manuel. Cette section n'aborde donc que de manière simplifiée les plus importants aspects du contrôle et de l'assurance de la qualité.

Lorsque l'on effectue le même test à de nombreuses reprises sur un échantillon d'eau, il est rare que l'on obtienne des résultats identiques à chaque fois. Les mesures et les observations sont toujours sujettes à des erreurs. Ces erreurs peuvent être dues aux personnes, au matériel, aux produits, aux méthodes d'analyse et aux conditions environnementales (ex : humidité, lumière).

Peu importe que vous effectuiez des tests sur le terrain ou en laboratoire, un système AQ/CQ doit être mis en place durant la phase de planification afin de limiter les erreurs. Votre système sera plus simple pour des analyses sur le terrain, mais doit comprendre un ensemble basique de procédures nécessaires à l'élimination ou à la réduction des erreurs.

Une système d'assurance de la qualité documente toutes les procédures d'analyse de qualité de l'eau pour aider à garantir la fiabilité des résultats. Un système de contrôle de la qualité doit normalement intégrer les éléments suivants :

- Administration – organisation du personnel, description des postes et responsabilités
- Procédures opérationnelles permanentes – des documents décrivant en détail toutes les procédures pour l'analyse de qualité de l'eau, y compris le prélèvement d'échantillons, le transport, l'analyse, l'utilisation du matériel, le contrôle de la qualité, l'étalonnage et la rédaction de rapport.
- Formation – pour quiconque prélevant des échantillons d'eau ou effectuant des analyses (ex : promoteurs de la santé communautaire, technicien de qualité de l'eau)
- Matériel – entretien et étalonnage
- Enregistrement des données – prélèvements d'échantillons et résultats d'analyses
- Compte-rendu clair des résultats

Un système de contrôle de la qualité aide à trouver et éliminer les causes des problèmes de qualité en vérifiant les produits et le matériel. La liste de vérification et les sections suivantes donnent davantage d'informations sur la façon de garantir la qualité et la fiabilité des résultats de vos analyses.

Liste de vérification pour assurer le contrôle de la qualité

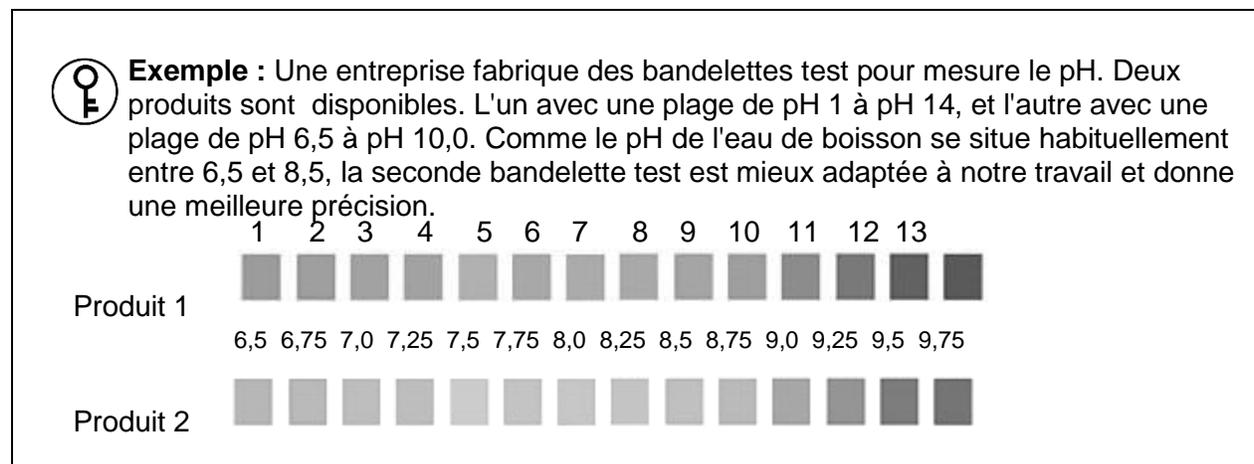
Catégorie	Vérifications
Calculs et documents	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier les calculs mathématiques • S'assurer que les résultats ont été enregistrés dans les bonnes unités et que tout transfert de données d'un enregistrement à un autre a été fait correctement.
Solutions standards	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier les solutions standards utilisées pour étalonner le matériel (les vieilles solutions peuvent s'être dégradées et des erreurs peuvent survenir) • Vérifier les conditions de stockage, l'âge des solutions et leur durée de conservation escomptée.
Réactifs	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier si de vieux réactifs se sont détériorés. • Vérifier les nouveaux réactifs pour s'assurer qu'ils ont été correctement préparés. • Vérifier les conditions de stockage des réactifs, notamment ceux devant être conservés à l'abri de la lumière ou de la chaleur. • Vérifier la durée d'expiration des réactifs, et éliminer tous ceux qui sont périmés ou qui n'ont pas été conservés correctement.
Matériel	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier les registres d'étalonnage et d'entretien pour tous les appareils • Vérifier et ré-étalonner les appareils comme les balances, les incubateurs et les compteurs numériques • S'assurer que le matériel est correctement utilisé

(Adapté du PNUE/OMS, 1996)

Les sections suivantes décrivent les actions plus spécifiques que vous pouvez accomplir afin de garantir un contrôle de la qualité et des résultats d'analyse fiables.

4.5.1 Sélectionner le Matériel et les Produits

Il existe différents types de matériels et de produits disponibles sur le marché pour analyser la qualité de l'eau (Voir Annexe 2 : Fiches de Produits). Tous ont leurs avantages et inconvénients. Certains sont faciles à utiliser, mais manquent de précision. D'autres sont précis mais peuvent être difficiles à interpréter. De même, certains sont incapables de mesurer une petite quantité de votre échantillon d'eau. La sélection du matériel et des produits adéquats est donc importante pour atteindre les objectifs de vos analyses.



4.5.2 Étalonnage du matériel

Il est important d'étalonner le matériel conformément aux recommandations du constructeur afin d'obtenir de bons résultats. La plupart des équipements électroniques nécessitent un quelconque étalonnage. Parmi les équipements d'analyse de qualité de l'eau couramment utilisés et devant être étalonnés, on trouve des incubateurs, des pH-mètres, des turbidimètres, des colorimètres et des photomètres. Les fabricants doivent donner les instructions pour l'étalonnage lorsque vous achetez un appareil.

4.5.3 Qualité des produits

La plupart des produits consommables ont une durée de conservation et doivent être utilisés avant expiration. Certains doivent être conservés au réfrigérateur, tandis que d'autres doivent être gardés au frais et au sec. Vous devez suivre les instructions du fabricant pour protéger la vie des produits et leur efficacité.

La fiabilité des réactifs et des milieux de culture utilisés pour l'analyse microbiologique est particulièrement importante. Les grands projets doivent contrôler régulièrement la qualité des réactifs et milieux de culture. Lorsque vous devez commander de nouveaux produits, il est judicieux de les comparer avec ceux utilisés actuellement. Vous pouvez également vouloir les tester sur un niveau de contamination connu pour vérifier si vous obtenez des résultats valides.

Vous devez également vérifier les points suivants avant d'utiliser les réactifs et milieux de culture :

- Date d'expiration
- Date de fabrication
- État à la livraison
- Instructions du fabricant pour la conservation et l'utilisation

4.5.4 Distribution inégale des microorganismes dans un échantillon d'eau

L'un des facteurs pouvant altérer significativement les résultats d'une analyse microbiologique est la distribution inégale des microorganismes dans une source d'eau, et même dans un échantillon. Cela se produit car les bactéries forment des amas et peuvent aussi se coller aux parois de votre récipient à échantillon.

Il n'est pas rare que des analyses indépendantes effectuées sur un même échantillon d'eau, et en utilisant la même méthode, donnent des résultats légèrement différents. Les résultats d'une analyse varient encore plus lorsque les microorganismes sont présents à de très faibles concentrations (BCCDC, 2006).



Note : Agitez vigoureusement tout échantillon d'eau pendant au moins 10 secondes avant de l'analyse, afin de garantir une distribution homogène des microorganismes dans l'eau.

4.5.5 Contamination secondaire

Les échantillons d'eau doivent être manipulés avec soin pour éviter une contamination secondaire. Cela est particulièrement important pour l'analyse microbiologique car des microorganismes non souhaités de vos cheveux et votre peau, ainsi que des surfaces de travail et du matériel sales, peuvent contaminer vos échantillons d'eau si vous n'y prenez pas garde. L'utilisation de techniques d'asepsie aide à éviter les contacts avec les microorganismes et élimine la contamination secondaire. De même, l'utilisation de techniques d'asepsie aide à protéger l'environnement et les personnes qui effectuent les analyses, garantit des résultats d'analyse valides, et peut faire économiser du temps et des ressources en évitant d'avoir à refaire les analyses.

Les méthodes sanitaires de base à utiliser lorsque l'on travaille avec des microorganismes comprennent :

Préparation Personnelle (éviter la contamination par les bactéries de la peau, des cheveux et des objets personnels)

- Attacher les cheveux longs
- Se laver les mains au savon et/ou utiliser du désinfectant

- Couvrir les plaies avec des pansements étanches ; autrement, des gants en plastique peuvent convenir
- Fixer les vêtements amples et les bijoux (ex : cravates, manches longues, longs colliers)
- Porter une protection personnelle comme une blouse de laboratoire et des lunettes de protection si possible
- Rouler les manches et boutonner la blouse afin de protéger les vêtements des projections accidentelles.

Préparation de l'espace de travail (éviter la contamination des surfaces de travail et du matériel)

- Choisissez un plan de travail lisse et non absorbant pour réaliser l'analyse microbiologique, afin d'éviter une contamination en cas de déversement
- Si nécessaire, recouvrez le plan de travail avec du plastique épais
- Désinfectez le plan de travail avec du désinfectant commercial (ex : Dettol ou Lysol) ou de l'alcool (éthanol ou alcool isopropylique) avant la mise en place
- Disposez les outils d'analyse (ex : pipettes, forceps, bouteilles de milieu, matériel d'analyse) sur des serviettes en papier propres, et remplacez celles-ci si des liquides sont renversés
- Nettoyez et stérilisez le matériel d'analyse et les récipients à échantillons (voir les instructions ci-dessous)
- Minimisez la circulation de l'air dans la zone d'analyse en n'utilisant pas de ventilateur et en fermant les fenêtres, car de nombreux contaminants sont diffusés par le biais de particules de poussière qui atterrissent sur des surfaces stériles

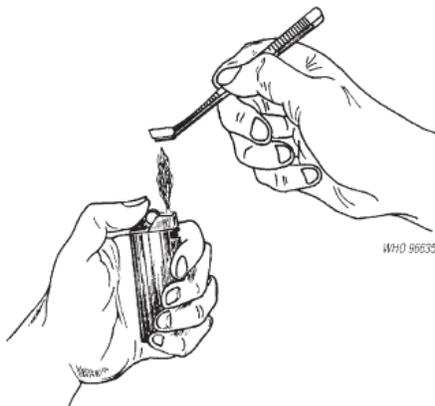
Méthodes anitaires pour l'analyse microbiologique (éviter la contamination liée à la négligence lors des manipulations et à une mauvaise technique)

- Ne pas toucher l'appareillage de filtration sur membrane, tels que le disque de bronze et le col (voir la Section 7 : Analyse des paramètres microbiologiques)
- Ne pas toucher l'intérieur des récipients à échantillons, boîtes de Pétri, couvercles ou bouchons
- Ne pas laisser d'aliments ou de boissons dans la zone d'analyse
- Ne pas laisser les boîtes de Pétri ouvertes lorsqu'elles ne sont pas utilisées
- Stériliser les forceps entre les utilisations avec une flamme (voir les instructions ci-dessous)
- Se couvrir le nez et la bouche en éternuant
- Tester l'échantillon le moins contaminé d'abord (ex : tester l'eau filtrée d'abord, puis l'eau de stockage, et finalement l'eau de source)
- Analyser des échantillons témoins pour détecter une contamination secondaire (voir la Section 4.5.7 Contrôles : échantillons témoins et vrais positifs) (1 tous les 10-20 échantillons)
- Ne pas utiliser les doigts ou des objets pour s'aider à compter les colonies (notamment des objets utilisés à d'autres fins comme des stylos)

- Nettoyer l'espace de travail avant de réaliser une autre tâche
- Jeter correctement les déchets (voir la Section 7 : Analyse des Paramètres microbiologiques)
- Désinfecter l'espace de travail lorsque les tâches sont terminées
- Nettoyer et désinfecter le matériel avant de le ranger
- Ranger le matériel d'analyse dans un endroit propre et sûr

Tout le matériel réutilisable doit être minutieusement nettoyé et stérilisé avant chaque utilisation afin d'éviter une contamination secondaire et de garantir des résultats précis. Les fabricants fournissent généralement des instructions pour stériliser leur matériel. Parmi les méthodes de stérilisation du matériel, on trouve :

- Flamme : la flamme d'un briquet à gaz, par exemple, peut servir à stériliser les forceps utilisés pour maintenir du papier filtre. Ce doit être un briquet au butane ou propane, et non pas des allumettes ou un briquet à essence ou autre carburant liquide, qui noirciraient les forceps et laisseraient un résidu.



Stérilisation de forceps au moyen d'un briquet à gaz (OMS, 2007)

- Formaldéhyde : ce gaz est un puissant bactéricide. Il est produit par la combustion du méthanol (mais pas d'un autre alcool) dans un espace clos où l'oxygène s'épuise. Sur le terrain, c'est une façon pratique de désinfecter le matériel de filtration par membrane entre les utilisations. Les fabricants fournissent généralement des instructions pour stériliser leur matériel de filtration par membrane avec cette méthode.
- Four conventionnel : Thermostat à 180°C pendant 30 minutes (OMS, 2012)
- Ébullition : Faire bouillir pendant 10 minutes (CDC, 2010 et OMS, 2012)
- Autoclave : Thermostat à 121°C pendant 20 minutes (OMS, 1997)
- Cocotte-minute : Laisser chauffer pendant au moins 30 minutes (OMS, 1997)

Ne jamais utiliser d'eau de javel, de chlore ou de désinfectant qui pourrait laisser un résidu, sans rincer correctement (avec de l'eau distillée) ou faire bouillir le matériel ensuite. Le résidu pourrait affecter vos résultats en inhibant ou en tuant les bactéries que vous essayez de dénombrer.

4.5.6 Échantillons doubles

Il s'agit d'échantillons indépendants pris au même endroit, à peu près au même moment. Il existe une variabilité normale de la concentration microbiologique entre deux échantillons de la même source d'eau. En prenant des doubles échantillons, vous pouvez vérifier la fiabilité de vos procédures d'analyse et faire la moyenne de deux échantillons pour des résultats plus justes.

Idéalement, tous les échantillons d'eau doivent être prélevés en double, mais cela peut être cher et n'est pas réalisable pour la plupart des projets. En fonction de vos ressources, vous devez essayer de prendre en double au moins 10% de vos échantillons (CDC, 2010).

Exemple de double échantillonnage à 10%

Un taux de 10% d'échantillons doubles signifie qu'il faut doubler chaque dixième échantillon. Donc si vous prévoyez de tester 50 échantillons d'eau, vous devrez prendre un double échantillon pour les numéros 10, 20, 30, 40, et 50. Vous aurez donc 5 échantillons de plus à tester. Il est important de recueillir le double échantillon dans un récipient séparé car cela aidera à identifier des erreurs potentielles lors de la collecte des échantillons.

4.5.7 Contrôles : échantillons témoins et vrais positifs

Les échantillons témoins participent au contrôle de la qualité en permettant de s'assurer qu'aucune contamination secondaire n'a eu lieu. Vous analysez le témoin de même façon que vos échantillons de terrain, mais en utilisant de l'eau claire bouillie pour l'analyse microbiologique, et de l'eau déionisée ou distillée pour l'analyse physique ou chimique. Si l'analyse de l'échantillon témoin produit un quelconque résultat, alors il y a eu une contamination secondaire durant la procédure de prélèvement et d'analyse. Un échantillon témoin doit être analysé tous les 10-20 échantillons (CDC, 2010).

Un échantillon vrai positif est l'inverse d'un échantillon témoin. Vous utilisez (ou créez) un échantillon dont vous êtes certain qu'il présente une contamination fécale. Un long bâton dans une latrine à fosse ou toute autre méthode devrait vous permettre de fabriquer l'échantillon (1 g de matières fécales contient des milliards de bactéries coliformes). Prenez garde à ne pas faire de contamination croisée entre cet échantillon hautement contaminé et les autres. Assurez-vous de filtrer cet échantillon en dernier. Si aucune croissance n'a lieu dans cet échantillon, il y a peut-être un problème avec le milieu de culture ou l'incubateur.

4.6 Santé et sécurité

Il est important de travailler en toute sécurité et d'éviter les blessures lors d'analyses de qualité de l'eau. Le personnel d'analyse de qualité de l'eau peut faire face à une variété de danger dans le cadre de leur travail. Par exemple, les sources d'eau peuvent être hautement contaminées par des excréments ou des produits chimiques, l'accès aux lieux de prélèvement peut traverser des terrains dangereux, et patauger dans des cours d'eau implique un risque de glisser. Le personnel de terrain doit être formé à reconnaître et gérer autant de dangers qu'ils sont amenés à rencontrer que possible (PNUE/OMS, 1996).

Il est de la responsabilité de l'exécutant du projet de former quiconque participe à la prise d'échantillons et à l'analyse de l'eau. La formation doit comprendre au moins la sécurité de l'eau et les premiers secours. De plus, le personnel du projet doit comprendre tout danger ou risque particulier associé à des produits chimiques spécifiques (comme l'arsenic et le méthanol), et respecter les consignes de sécurité.



Assurez-vous que tout le monde sait où se trouve la TROUSSE DE SOINS.

Au minimum, la trousse doit contenir des pansements, de la gaze et des désinfectants.

Il est également de la responsabilité de l'exécutant du projet de fournir l'équipement de sécurité, mais il est de la responsabilité de chaque individu d'utiliser l'équipement correctement et de le demander s'il n'est pas mis à disposition. L'équipement de sécurité comme des extincteurs, des lunettes de sécurité, de gants et une trousse de soins, doit être convenablement situé et facilement accessible. L'équipement de sécurité doit être régulièrement vérifié et tout le personnel doit être formé à son utilisation. Il est également important de s'assurer que chacun sache qui appeler en cas d'urgence.

Durant la collecte d'échantillons d'eau, un kit de premiers secours doit être emporté systématiquement, et ne doit pas être laissé dans le véhicule si le personnel doit s'en éloigner. Lorsqu'il y a un risque d'infection par contact avec l'eau (comme dans le cas de la schistosomiase, par exemple), des vêtements de protection appropriés, comme des gants en caoutchouc, doivent être fournis et utilisés par les personnel (PNUE/OMS, 1996).



Assurez-vous que chacun sache QUI APPELER en cas d'urgence.

Les échantillons et tout déchet produit lors du processus d'analyse peuvent contenir des agents pathogènes ou des produits chimiques dangereux pour la santé, et doivent être correctement et soigneusement éliminés. Voir les Sections 6 et 7 pour plus d'information sur la façon de jeter les déchets spécifiquement issus des analyses chimiques et microbiologiques.

4.7 Résumé des informations clés

- L'objectif du prélèvement est de recueillir les échantillons dans les conditions quotidiennes normales afin d'obtenir un échantillon représentatif de la source d'eau.
- De nombreux exécutants de projet s'inquiètent de l'efficacité d'une technologie TED et veulent s'assurer qu'elle élimine effectivement les agents pathogènes de l'eau potable. Il ne vaut la peine d'effectuer une analyse de la qualité de l'eau que si la technologie est actuellement correctement utilisée et entretenue. Les échantillons ne doivent pas être recueillis pour toute technologie TED ne remplissant pas les conditions normales de fonctionnement.
- Le nombre de bactéries dans un échantillon d'eau décline rapidement 24 heures après prélèvement. Les échantillons doivent être recueillis et placés dans la glace ou dans un récipient isolé s'ils ne peuvent être analysés sur-le-champ. Les échantillons doivent être analysés le jour même et réfrigérés pendant la nuit si nécessaire. Les échantillons de plus de 24 heures (entre la collecte et l'analyse) ne doivent pas être testés.

- Il y a une variabilité inhérente à toutes les techniques analytiques. En conséquence le résultat d'une analyse de qualité de l'eau n'est qu'une meilleure estimation ou approximation de la valeur réelle de ce qui est mesuré.
- Peu importe que vous effectuiez des analyses portables ou en laboratoire, un système d'assurance de la qualité et de contrôle de la qualité doit être mis en place afin de limiter les erreurs.
- Il n'est pas rare que des analyses indépendantes effectuées sur un même échantillon d'eau, et en utilisant la même méthode, donnent des résultats légèrement différents. Les résultats d'analyse varient le plus lorsque les microorganismes sont présents à de très faibles concentrations.
- Il est de la responsabilité de l'exécutant du projet de fournir l'équipement de sécurité et la formation à quiconque participe à la prise d'échantillons et l'analyse de l'eau.

4.8 Références

BCCDC Environmental Health Laboratory Services (2006). Safe Drinking Water: Public Health Laboratory Surveillance Update. Colombie-Britannique, Canada. Disponible à : www.vch.ca/environmental/docs/water/safe_drinking_water.pdf

Centers for Disease Control and Prevention (2010). Microbiological Indicator Testing in Developing Countries: A Fact Sheet for the Field Practitioner. Disponible à : <http://sanitationupdates.files.wordpress.com/2010/11/microbiology2020.pdf>

DACAAR (2013). Communication personnelle sur comment prélever un échantillon d'une pome à main. Kaboul, Afghanistan.

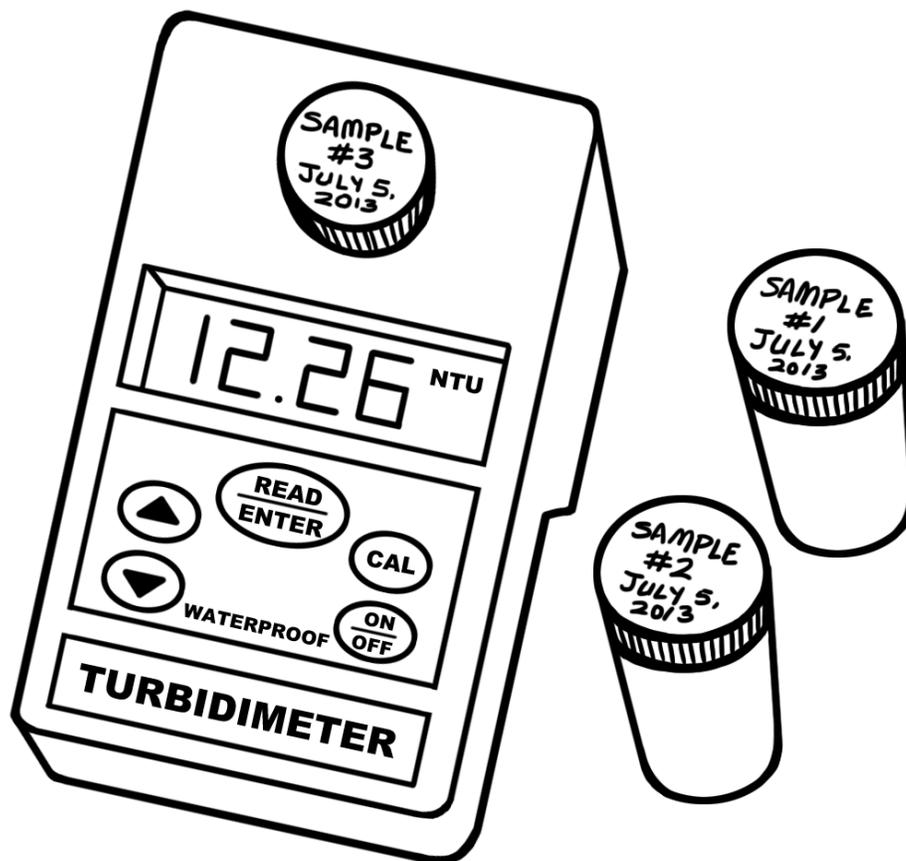
Programme des Nations Unies pour l'environnement et Organisation mondiale de la Santé (1996). Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes. EF&N Spon, imprimé par Chapman & Hall, Londres, Royaume-Uni.

Organisation mondiale de la Santé (1997). Directives pour la qualité de l'eau de boisson, deuxième édition, Volume 3, Surveillance et contrôle des approvisionnement communautaires. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/qdwq2v1/en/index2.html

Organisation mondiale de la Santé (2012). Évaluation rapide de la qualité de l'eau de boisson : Manuel de mise en œuvre. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Section 5: Analyse des paramètres physiques



Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson
Section 5 : Analyse des paramètres physiques



424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canada
Tél : + 1 (403) 243-3285, Fax : + 1 (403) 243-6199
Email : resources@kawst.org, Site web : www.kawst.org

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology - Centre pour les Technologies d'Eau et Assainissement à Faible Coût) est un organisme à but non lucratif proposant des services de formation et de conseil aux organisations qui travaillent directement avec les populations des pays en développement n'ayant pas accès à l'eau potable et à un assainissement de base.

L'une des stratégies fondamentales de CAWST est de diffuser ces connaissances concernant l'eau, afin d'en faire un savoir courant. Ceci peut être réalisé, en partie, par le développement et la distribution gratuite de matériels d'éducation dans le but d'augmenter la disponibilité de l'information pour ceux qui en ont le plus besoin.

Le contenu de ce document est libre et sous licence Creative Commons Attribution Works 3.0 Unported. Pour voir une copie de cette autorisation, veuillez visiter : <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>, ou écrivez à Creative Commons : 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Vous êtes libre de :

- Partager - copier, distribuer et transmettre ce document.
- Modifier – pour adapter ce document



Aux conditions suivantes :

- Indication de la source. Vous devez indiquer que CAWST est l'auteur original de ce document. Veuillez mentionner notre site internet : www.kawst.org

CAWST publiera périodiquement des mises à jour de ce document. Pour cette raison, nous ne recommandons pas que vous proposiez ce document en téléchargement sur votre site web.



CAWST fournit un mentorat et un accompagnement pour l'utilisation de ses ressources d'éducation et de formation.

Tenez-vous informé et obtenez du support :

- Dernières mises à jour de ce document :
- Autres ressources sur les formations et les ateliers
- Assistance à l'utilisation de ce document dans votre travail

www.kawst.org/resources

CAWST et ses administrateurs, employés, contractants et bénévoles n'endossent aucune responsabilité et ne donnent aucune garantie en ce qui concerne les résultats pouvant être obtenus par l'utilisation des informations fournies.



Table des matières

Section 5: Analyse des paramètres physiques	i
5.1 Introduction	1
5.2 Directives de l'OMS pour les paramètres physiques	1
5.3 Effets potentiels sur la santé	1
5.4 Couleur	1
5.5 Goût et odeur	2
5.6 Température	3
5.7 Turbidité.....	3
5.7.1 Simple estimation.....	4
5.7.2 Tube à turbidité	4
5.7.3 Turbidimètre Numérique	5
5.8 Résumé des informations clés.....	6
5.9 Références	6

Table des matières

Section 1 : Présentation générale de l'Analyse de la Qualité de l'Eau de Boisson	
Section 2 : Planification de l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson	
Section 3 : Inspections sanitaires	
Section 4 : Prélèvement d'échantillons d'eau et contrôle de la qualité	
Section 5: Analyse des paramètres physiques	i
5.1 Introduction	1
5.2 Directives de l'OMS pour les paramètres physiques	1
5.3 Effets potentiels sur la santé	1
5.4 Couleur	1
5.5 Goût et odeur	2
5.6 Température	3
5.7 Turbidité	3
5.7.1 Simple estimation	4
5.7.2 Tube à turbidité	4
5.7.3 Turbidimètre Numérique	5
5.8 Résumé des informations clés	6
5.9 Références	6
Section 6 : Analyse des paramètres chimiques	
Section 7 : Analyse des paramètres microbiologiques	
Section 8 : Interprétation des résultats d'analyse	
Annexe 1 : Formulaires d'inspection sanitaire	
Annexe 2 : Fiches de produits	
Annexe 3 : Fiches de données chimiques	
Annexe 4 : Directives de l'OMS pour les produits chimiques et effets sur la santé	
Annexe 5 : Milieux de culture	
Annexe 6 : Formulaire d'enregistrement des données	
Annexe 7 : Rapport d'analyse de qualité de l'eau	
Annexe 8 : Voyages internationaux avec du matériel d'analyse	
Annexe 9 : Fiches de données par pays	

5.1 Introduction

Les paramètres physiques de l'eau de boisson sont en général des critères que l'on peut mesurer avec nos sens : turbidité, couleur, goût, odeur et température. En général, nous jugeons que l'eau de boisson a de bonnes qualités physiques si elle est claire, a bon goût, n'a pas d'odeur et est fraîche.

5.2 Directives de l'OMS pour les paramètres physiques

Le tableau ci-dessous montre les paramètres physiques des Directives de l'OMS pour la Qualité de l'Eau de Boisson. Les valeurs de directive n'ont pas été établies pour les paramètres comme la couleur, l'odeur et la température, qui n'ont pas de lien direct avec des effets néfastes sur la santé.

Directives de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson : paramètres physiques

Paramètre	Directive de l'OMS
Couleur	Esthétique seulement, aucune valeur proposée pour la santé
Odeur	Esthétique seulement, aucune valeur proposée pour la santé
Température	Esthétique seulement, aucune valeur proposée pour la santé
Turbidité	< 1 NTU et de préférence beaucoup moins pour une désinfection efficace ; < 5 NTU pour les petits systèmes d'approvisionnement en eau

(OMS, 2011)

5.3 Effets potentiels sur la santé

Les paramètres physiques n'ont pas d'effet direct sur la santé. Cependant, les caractéristiques physiques de l'eau de boisson peuvent indiquer un risque plus élevé de contamination microbiologique et chimique, pouvant présenter un danger pour la santé humaine. Par exemple, des niveaux de turbidité élevés sont souvent associés à des niveaux importants d'agents pathogènes comme les virus, les protozoaires et les bactéries (OMS, 2011).

De même, il est naturel pour les individus d'avoir des doutes sur la qualité d'une eau de boisson qui semble sale ou a un goût ou une odeur déplaisants, même si ces caractéristiques n'ont pas d'effet direct sur la santé. Une eau salubre qui a un mauvais goût, une mauvaise odeur ou un aspect désagréable peut conduire les gens à la rejeter au profit d'autres sources qui peuvent être moins sûres (OMS, 2011).

5.4 Couleur

En général, la couleur d'un échantillon d'eau est évaluée par simple observation visuelle. Elle peut aussi être mesurée par comparaison visuelle avec une série de solutions standards. Des niveaux de couleur supérieurs à 15 Unités de Couleur Vraie (UCV) peuvent être détectés dans un verre d'eau par la plupart des gens, bien qu'ils ne présentent pas de risque pour la santé.

L'eau de boisson peut avoir une couleur pour différentes raisons, comme la présence de :

- Matière organique naturelle et végétation, comme les feuilles et les écorces

- Métaux comme le fer, le manganèse et le cuivre, qui sont abondants dans la nature et sont naturellement colorés (voir Section 6 pour davantage d'informations sur l'analyse chimique)
- Déchets industriels très colorés, les plus courants étant des déchets de chair, de papier et de textile.

Observations sur la couleur

Observations	Contaminants possibles
Mousse	Détergents
Noir	Manganèse, croissances bactériennes
Marron, jaune ou rouge	Fer
Brun foncé ou jaune	Tanins et pigments de végétation
Dépôts blancs ou tartre	Dureté, métaux dissous

La couleur de l'eau de surface est surtout provoquée par la matière organique naturelle. En général, l'eau de surface dure est moins colorée que l'eau douce. La couleur de l'eau souterraine est généralement due à la présence de métaux, comme le fer, le manganèse et le cuivre. Dans certaines régions, notamment celles où l'on trouve du calcaire, la couleur de l'eau souterraine des puits profonds comme peu profonds peut être causée par de la matière organique naturelle (Health Canada, 1995).

La présence d'une couleur dans l'eau peut avoir un effet sur la mesure de la turbidité. De même, une couleur modérée dans certains types d'eau peut avoir un effet indésirable sur l'élimination de la turbidité par les méthodes de traitement par coagulation et sédimentation (Health Canada 1995). L'eau colorée par de la matière organique peut aussi diminuer l'efficacité de la désinfection au chlore et rendre difficile la production de chlore libre résiduel (CLR).

5.5 Goût et odeur

Bien que le goût et l'odeur eux-mêmes ne présentent pas de risque direct pour la santé, ils peuvent indiquer une contamination chimique ou biologique, notamment lorsqu'un changement se produit rapidement. Un mauvais goût ou une mauvaise odeur peut signifier que davantage d'analyses sont nécessaires.

Le goût et l'odeur sont peut-être les caractéristiques les plus importantes de l'eau de boisson du point de vue de l'utilisateur. Il est presque impossible de convaincre les gens que l'eau est potable si elle sent mauvais ou a mauvais goût. Une eau salubre qui a un mauvais goût, une mauvaise odeur ou un aspect désagréable peut conduire les gens à la rejeter au profit d'autres sources qui peuvent être moins sûres (OMS, 2011).

Un exemple fréquent est le chlore. Les gens n'aiment en général pas le goût et l'odeur de l'eau trop chlorée (dans le contexte d'un nouvel approvisionnement en eau ou d'un projet de chloration domestique), et préféreront boire l'eau d'une autre source, peut-être contaminée. Des conseils sur le dosage correct du chlore doivent toujours être donnés, et les personnes sensibilisées partout où de l'eau chlorée est utilisée.

Observations sur l'odeur et contaminants potentiels

Observations sur l'odeur	Contaminants potentiels
Terreux, renfermé, moisi	<ul style="list-style-type: none">• Les plus fréquemment rencontrées• Peuvent n'être détectés qu'après l'ajout de chlore• Peuvent être produites par des bactéries spécifiques appelées actinomycètes• De très faibles concentrations peuvent entraîner des plaintes
Herbe, foin, paille, bois	<ul style="list-style-type: none">• Souvent associées aux dérivés des algues et parfois qualifiées de végétation pourrie
Marécageux, vaseux, fosse septique, égouts, œuf pourri	<ul style="list-style-type: none">• Très déplaisante• Souffre naturel ou produit par l'homme
Chlore	<ul style="list-style-type: none">• Chlore résiduel après désinfection

En général, l'odeur et le goût sont évalués par simple observation. Lorsque vous sentez un échantillon d'eau d'une source inconnue, ne respirez pas l'odeur directement. Utilisez votre main pour porter délicatement les vapeurs à votre nez. Ne buvez jamais un échantillon d'une source inconnue.

5.6 Température

La température n'a aucune signification en termes de contamination. Cependant, nous préférons habituellement l'eau fraîche à l'eau tiède. Une température élevée de l'eau (20 – 30°C) peut aussi favoriser la croissance des microorganismes et entraîner des problèmes de goût, d'odeur, de couleur et de corrosion. La température la plus appréciée de l'eau de boisson se situe entre 4°C et 10°C (39-50°F) Les températures supérieures à 25°C (77°F) sont généralement inacceptable.

On peut utiliser un thermomètre classique ou numérique pour mesurer la température de l'eau.

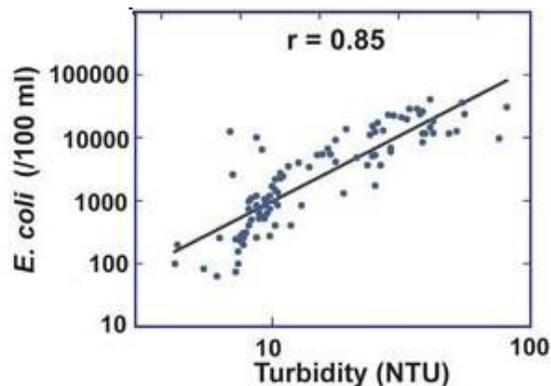
5.7 Turbidité

La turbidité est provoquée par des solides en suspension, comme le sable, le limon et l'argile, qui flottent dans l'eau. La lumière se réfléchit sur ces particules, ce qui donne à l'eau un aspect trouble ou sale.

La turbidité se mesure en unités de turbidité néphélométriques (NTU) ou en unités de turbidité Formazine (FTU), en fonction de la méthode et du matériel utilisé. La turbidité mesurée en NTU fait appel à des méthodes néphélométriques (couramment utilisées par les kits d'analyse portables), qui se basent sur la diffusion de lumière d'une longueur d'onde spécifique à travers l'échantillon. la FTU est considérée comme comparable en valeur à la NTU et est l'unité de mesure lors de l'utilisation de méthodes absorptiométriques qui sont plus couramment utilisées en laboratoire (Wilde, 2005). Plus la turbidité est élevée, plus il est difficile de voir à travers l'eau et plus la mesure de NTU et de FTU est élevée. La turbidité peut être vue à l'œil nu à partir d'environ 4 NTU (OMS, 2011).

La turbidité elle-même ne rend pas malade ; cependant des niveaux élevés de turbidité sont souvent associés à de hauts niveaux de microorganismes (ex : bactéries, virus, protozoaires), car ils se fixent sur les particules dans l'eau. Nous devons donc faire attention à l'eau turbide car elle contient en général davantage d'agents pathogènes, et la boire augmente les chances de tomber malade.

Relation entre turbidité et présence d'*E. coli* dans l'eau

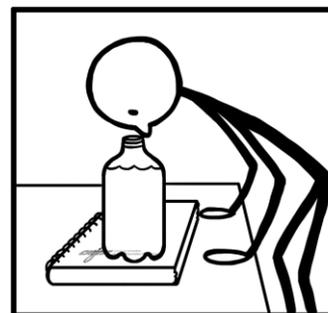


L'OMS recommande que la turbidité n'excède pas 1 NTU, et soit de préférence beaucoup plus faible, afin d'obtenir une désinfection correcte. Les grands équipements municipaux, bien entretenus, doivent toujours être en mesure d'atteindre moins de 0,5 NTU avant désinfection et doivent pouvoir atteindre en moyenne 0,2 NTU ou moins. Les petits systèmes d'eau communautaires et les méthodes de traitement de l'eau à domicile peuvent ne pas être capables d'atteindre de si faibles niveaux de turbidité. Dans ces cas, l'objectif doit être de produire une eau ayant une turbidité inférieure à 5 NTU et, si possible, inférieure à 1 NTU (OMS, 2011).

Il y a trois façons de mesurer la turbidité : 1) simple estimation, 2) estimation quantitative au moyen d'un tube à turbidité ou 3) utilisation d'un turbidimètre numérique.

5.7.1 Simple estimation

Un test simple pour mesurer la turbidité consiste à utiliser une bouteille en plastique translucide de deux litres remplie d'un échantillon d'eau. Placez la bouteille sur le dessus d'un grand imprimé tel que le logo CAWST de ce manuel. Si vous pouvez voir le logo en regardant depuis le haut de la bouteille, l'eau a probablement une turbidité inférieure à 50 NTU.



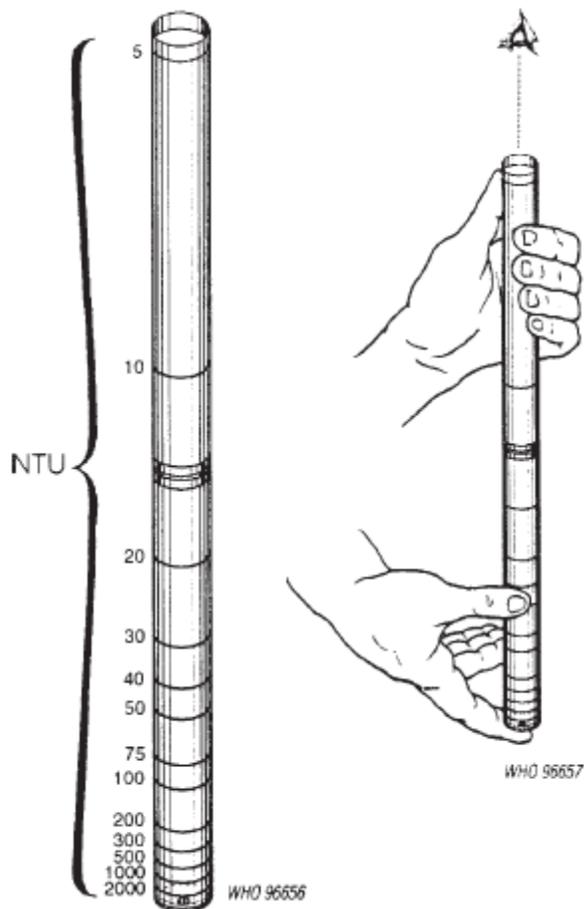
5.7.2 Tube à turbidité

Un tube à turbidité est un autre moyen simple et bon marché d'évaluer les NTU. Il est pratique dans le cadre d'une analyse sur le terrain car il est très portable et ne requiert pas de batterie ou de pièce de rechange. Une limite est qu'il est plus difficile de lire des niveaux inférieurs à 10 NTU avec un tube à turbidité.

Un tube à turbidité peut être facilement compris car il s'agit d'une analyse visuelle. Il peut donner plus d'informations sur ce qui est mesuré que l'affichage numérique d'un écran. Cela

donne la possibilité d'éduquer les membres de la communauté sur les problèmes d'eau, comme la protection de la source et les options de traitement.

La plupart des kits d'analyse portables fournissent un tube à turbidité. Vous pouvez aussi les commander séparément chez des fabricants. Voir les Fiches de Produits en Annexe 2.



Comment utiliser un tube à turbidité

1. Versez lentement de l'eau dans le tube.
2. Placez votre tête entre 10 et 20 centimètres directement au-dessus du tube de façon à ce que vous puissiez voir le disque au fond du tube.
2. Continuez à ajouter de l'eau jusqu'à ce que le motif sur le disque devienne difficile à distinguer lorsque vous regardez le fond du tube.
3. Cessez de verser l'eau dès que le motif du disque n'est plus visible.

Comment lire les NTU avec un tube à turbidité
(Cité de Québec, 2007)

5.7.3 Turbidimètre Numérique

Un turbidimètre fonctionne sur pile ou sur alimentation externe et donne un affichage numérique du niveau de turbidité. Un turbidimètre donne des résultats plus précis, bien qu'il soit plus cher et plus fragile. Il est capable de mesurer une large plage de niveaux de turbidité et est utile pour mesurer la turbidité d'une eau dont le niveau est inférieur à 10 NTU. Il existe également différents types de turbidimètres que vous pouvez acheter dans le commerce. Voir les Fiches de Produits en Annexe 2.



5.8 Résumé des informations clés

- Les paramètres physiques de l'eau de boisson sont en général des critères que l'on peut mesurer avec nos sens : turbidité, couleur, goût, odeur et température
- En général, nous jugeons que l'eau de boisson a de bonnes qualités physiques si elle est claire, a bon goût, n'a pas d'odeur et est fraîche.
- Les paramètres physiques n'ont pas d'effet direct sur la santé. Cependant, la présence de contaminants physiques peut être liée à un risque plus élevé de contamination microbiologique et chimique pouvant être dangereuse pour la santé humaine.
- Le goût et l'odeur sont peut-être les caractéristiques les plus importantes de l'eau de boisson du point de vue de l'utilisateur. Il est presque impossible de convaincre les gens que l'eau est potable si elle sent mauvais ou a mauvais goût. Une eau salubre qui a un mauvais goût, une mauvaise odeur ou un aspect désagréable peut conduire les gens à la rejeter au profit d'autres sources qui peuvent être moins sûres.
- La turbidité est provoquée par des solides en suspension, comme le sable, le limon et l'argile, qui flottent dans l'eau. La lumière se réfléchit sur ces particules, ce qui donne à l'eau un aspect trouble ou sale. La turbidité se mesure en unités de turbidité néphéométriques (NTU) ou en unités de turbidité Formazine (FTU).
- La turbidité ne rend pas malade ; cependant des niveaux élevés de turbidité sont souvent associés à de hauts niveaux de microorganismes (ex : bactéries, virus, protozoaires), car ils se fixent sur les particules dans l'eau. Nous devons donc faire attention à l'eau turbide car elle contient en général davantage d'agents pathogènes, et la boire augmente les chances de tomber malade.
- Il y a trois façons de mesurer la turbidité : 1) simple estimation, 2) estimation quantitative au moyen d'un tube à turbidité ou 3) utilisation d'un turbidimètre numérique.

5.9 Références

Health Canada (1995). Colour, Environmental and Workplace Health. Disponible à : www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/colour-couleur/index_e.html

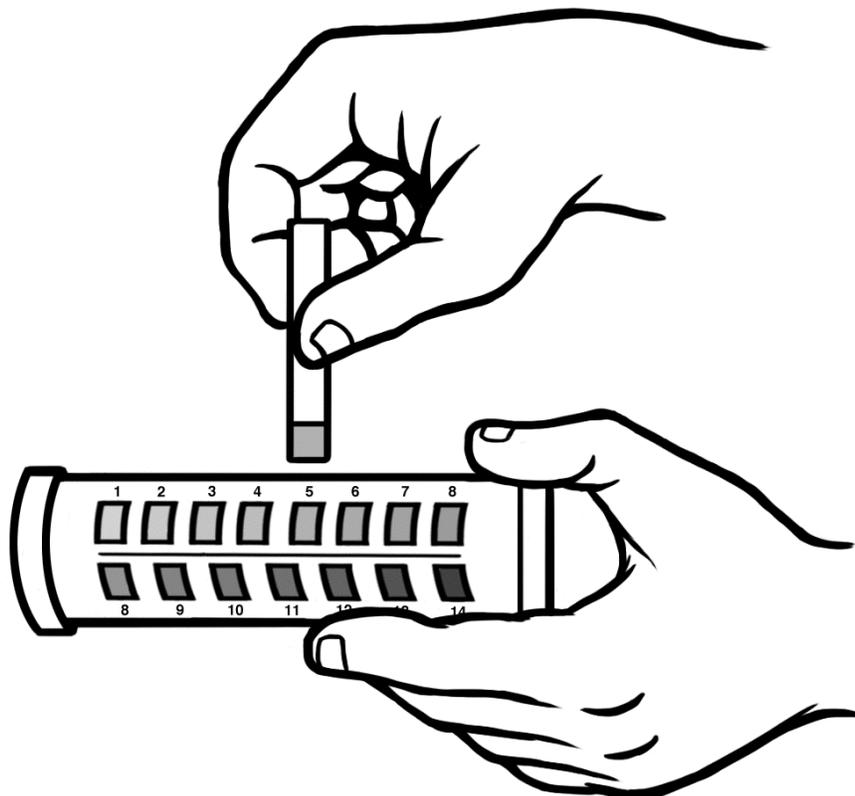
Wilde, F.D., ed. (2005). Field Measurements: U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations, Book 9, Chap. A6. Disponible à : <http://water.usgs.gov/owg/FieldManual/>

Organisation mondiale de la Santé (1997). Directives pour la qualité de l'eau de boisson, deuxième édition, Volume 3, Surveillance et contrôle des approvisionnement communautaires. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index2.html

Organisation mondiale de la Santé (2011). Directives pour la qualité de l'eau de boisson, quatrième édition. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf

Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Section 6: Analyse des paramètres chimiques





424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canada
Tél : + 1 (403) 243-3285, Fax : + 1 (403) 243-6199
Email : resources@kawst.org, Site web : www.kawst.org

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology - Centre pour les Technologies d'Eau et Assainissement à Faible Coût) est un organisme à but non lucratif proposant des services de formation et de conseil aux organisations qui travaillent directement avec les populations des pays en développement n'ayant pas accès à l'eau potable et à un assainissement de base.

L'une des stratégies fondamentales de CAWST est de diffuser ces connaissances concernant l'eau, afin d'en faire un savoir courant. Ceci peut être réalisé, en partie, par le développement et la distribution gratuite de matériels d'éducation dans le but d'augmenter la disponibilité de l'information pour ceux qui en ont le plus besoin.

Le contenu de ce document est libre et sous licence Creative Commons Attribution Works 3.0 Unported. Pour voir une copie de cette autorisation, veuillez visiter <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>, ou écrivez à Creative Commons : 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Vous êtes libre de :

- Partager - copier, distribuer et transmettre ce document.
- Modifier – pour adapter ce document



Aux conditions suivantes :

- Indication de la source. Vous devez indiquer que CAWST est l'auteur original de ce document. Veuillez mentionner notre site internet : www.kawst.org

CAWST publiera périodiquement des mises à jour de ce document. Pour cette raison, nous ne recommandons pas que vous proposiez ce document en téléchargement sur votre site web.



CAWST fournit un mentorat et un accompagnement pour l'utilisation de ses ressources d'éducation et de formation.

Tenez-vous informé et obtenez du support :

- Dernières mises à jour de ce document :
- Autres ressources sur les formations et les ateliers
- Assistance à l'utilisation de ce document dans votre travail

www.kawst.org/resources

CAWST et ses administrateurs, employés, contractants et bénévoles n'endossent aucune responsabilité et ne donnent aucune garantie en ce qui concerne les résultats pouvant être obtenus par l'utilisation des informations fournies.



Table des matières

Section 6: Analyse des paramètres chimiques	i
6.1 Introduction	1
6.2 Paramètres chimiques prioritaires	1
6.3 Directives de l'OMS pour les Paramètres Chimiques	2
6.4 Méthodes d'analyse	3
6.4.1 Méthodes d'analyse en laboratoire	4
6.4.2 Méthodes d'analyse portables	5
6.5 Élimination des déchets en toute sécurité.....	8
6.6 Résumé des informations clés.....	9
6.7 Références	10

Table des matières

Section 1 : Présentation Générale de l'Analyse de la Qualité de l'Eau de Boisson

Section 2 : Planification de l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Section 3 : Inspections sanitaires

Section 4 : Prélèvement d'échantillons d'eau et contrôle de la qualité

Section 5 : Analyse des paramètres physiques

Section 6: Analyse des paramètres chimiques i

6.1 Introduction 1

6.2 Paramètres chimiques prioritaires 1

6.3 Directives de l'OMS pour les Paramètres Chimiques 2

6.4 Méthodes d'analyse 3

6.4.1 Méthodes d'analyse en laboratoire 4

6.4.2 Méthodes d'analyse portables 5

6.5 Élimination des déchets en toute sécurité..... 8

6.6 Résumé des informations clés..... 9

6.7 Références 10

Section 7 : Analyse des paramètres microbiologiques

Section 8 : Interprétation des résultats d'analyse

Annexe 1 : Formulaires d'inspection sanitaire

Annexe 2 : Fiches de produits

Annexe 3 : Fiches de données chimiques

Annexe 4 : Directives de l'OMS pour les produits chimiques et effets sur la santé

Annexe 5: Milieux de culture

Annexe 6 : Formulaire d'enregistrement des données

Annexe 7 : Rapport d'analyse de qualité de l'eau

Annexe 8 : Voyages internationaux avec du matériel d'analyse

Annexe 9 : Fiches de données par pays

6.1 Introduction

L'eau peut contenir des produits chimiques bénéfiques ou nocifs pour notre santé. De nombreux produits chimiques arrivent jusque dans notre eau potable par l'effet de processus naturels et l'activité humaine. Les produits chimiques naturels, tels que l'arsenic, le fluorure, le fer et le manganèse, sont généralement présents dans les eaux souterraines. L'activité humaine peut ajouter d'autres produits chimiques dans nos réserves d'eau, comme l'azote et les pesticides. De nombreux pays en développement connaissent un accroissement de l'activité industrielle sans un respect strict des lois et règlements sur l'environnement. En conséquence, les sources d'eau sont de plus en plus contaminées par les déchets chimiques industriels.

6.2 Paramètres chimiques prioritaires

Contrairement à la contamination microbiologique, la plupart des produits chimiques dans l'eau de boisson ne représentent un danger pour la santé qu'après des années d'exposition. La contamination chimique n'est souvent remarquée qu'au moment où une maladie apparaît à la suite d'une longue exposition. La gravité des effets sur la santé dépend du produit chimique et de sa concentration, ainsi que de la durée d'exposition. Il n'existe que quelques produits chimiques pouvant causer des problèmes de santé à la suite d'une exposition à court terme, comme les nitrates, sauf en cas de contamination massive d'une réserve d'eau de boisson (OMS, 2011).

Il n'est pas possible d'analyser l'eau pour détecter tous les produits chimiques pouvant provoquer des problèmes de santé, et ce n'est pas nécessaire. La plupart des produits chimiques ne sont que rarement présents, et beaucoup d'entre eux sont le résultat de la contamination humaine d'une petite zone, qui n'affecte que quelques sources d'eau.

Cependant, trois produits chimiques peuvent potentiellement provoquer de graves problèmes de santé et se rencontrent sur de vastes zones. Il y a l'arsenic et le fluorure, qui peuvent être naturellement présents, et les nitrates, couramment utilisés comme engrais dans l'agriculture. Ces trois contaminants sont le plus souvent présents dans l'eau souterraine, bien que l'eau de surface puisse aussi être touchée. Lors de la planification de nouveaux projets d'approvisionnement en eau, en particulier ceux qui font appel à des ressources souterraines, la présence de ces trois contaminants doit être testée en priorité (UNICEF, 2008).

La deuxième priorité d'analyse de qualité de l'eau doit concerner des paramètres chimiques qui conduisent couramment l'eau à être rejetée pour des raisons esthétiques, comme les métaux (surtout le fer et le manganèse) et les matières dissoutes totales (salinité) (UNICEF, 2008).

Lorsque l'eau est désinfectée avec du chlore, il est aussi important de contrôler la qualité de l'eau de boisson en termes de pH et de chlore résiduel libre, qui sont des indicateurs d'un traitement approprié et efficace. De même, il peut être important de tester la présence de produits chimiques connus pour être présent localement, comme le mercure ou le plomb provenant de la pollution industrielle.

Ces paramètres chimiques prioritaires sont détaillés dans les Fiches de Données Chimiques qui se trouvent en Annexe 3.

6.3 Directives de l'OMS pour les Paramètres Chimiques

L'eau "pure" n'existe pas en réalité dans la nature, car toutes les eaux contiennent naturellement des produits chimiques lessivés depuis l'environnement. Dans la plupart des cas, les niveaux de produits chimiques naturels sont bénéfiques ou ont des conséquences minimales. Il existe aussi des produits chimiques créés par l'homme qui peuvent contaminer l'eau et nuire à sa capacité à être utilisée. L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) sépare les sources de produits chimiques en les cinq groupes suivantes :

Sources de contamination chimique

Origine du produit chimique	Exemples	Produits chimiques courants
Naturellement présent	Roches et sols	Arsenic, chrome, fluorure, fer, manganèse, sodium, sulfate, uranium
Activités agricoles	Lisier, engrais, élevage intensif, pesticides	Ammoniac, nitrates, nitrites
Sources industrielles et peuplements humains	Exploitation minière, industries de fabrication et de transformation, déchets solides, ruissellements urbains, fuites de carburant	Nitrate, ammoniac, cadmium, cyanure, cuivre, plomb, nickel, mercure
Traitement de l'eau	Produits chimiques pour le traitement de l'eau, matériaux de tuyauteries	Aluminium, chlore, iode, argent
Pesticides utilisés dans l'eau pour la santé publique	Larvicides utilisés pour contrôler les insectes vecteurs de maladies	Composés organophosphorés (ex : chlorpyrifos, diazinon, malathion) et carbamates (ex : aldicarb, carbaryl, carbofuran, oxamyl)

(Adapté de l'OMS, 2011)

Les Directives 2011 de l'OMS sur la qualité de l'eau de boisson définissent les concentrations maximales recommandées des produits chimiques en fonction des études et des expériences. La valeur d'une directive représente la concentration d'un produit chimique qui n'entraîne aucun risque significatif pour la santé tout au long d'une vie de consommation.

Pour la plupart des produits chimiques, il est admis qu'il y a une dose en-dessous de laquelle aucun effet néfaste n'aura lieu. Les Directives de l'OMS sont déterminées en fonction de la dose journalière admissible (DJA) d'un produit chimique. La DJA est une estimation de la quantité d'un produit chimique dans les aliments et l'eau de boisson, exprimée par rapport à une masse corporelle (en milligrammes ou microgrammes par kilogramme de masse corporelle), qui peut être ingérée durant toute une vie sans présenter de risque significatif pour la santé, et avec une marge de sécurité (OMS, 2011).

Les Directives de l'OMS ne mentionnent pas certains produits chimiques comme le fer, le calcium, le sodium, le magnésium et le zinc. La raison en est qu'ils ne présentent pas de risque pour la santé aux niveaux généralement rencontrés dans l'eau potable.

L'Annexe 4 résume les Directives de l'OMS pour les produits chimiques dans l'eau de boisson et leurs effets sur la santé.

6.4 Méthodes d'analyse

Il existe plusieurs facteurs à prendre en compte lors de la sélection d'une méthode d'analyse appropriée pour différents paramètres chimiques, dont :

- Les ressources disponibles
- Niveau de précision et d'exactitude requis
- Compétences techniques du personnel
- Zone géographique
- Objectif des résultats

Les analyses en laboratoire et sur le terrain sont les deux principales méthodes utilisées par les organisations gouvernementales et non gouvernementales (ONG). Les ONG ont tendance à utiliser des kits de terrain portables pour leurs analyses chimiques, tandis que les instituts gouvernementaux, les centres de recherche et les universités préfèrent habituellement avoir recours à l'analyse en laboratoire qui permet d'obtenir des résultats plus précis. Le tableau suivant liste les méthodes d'analyse possibles pour certains paramètres chimiques.

Méthodes d'analyse pour certains paramètres chimiques

Produit chimique	Méthodes d'analyse possibles
Aluminium	Bandelettes test, comparateur à disque de couleur, photomètre, laboratoire
Arsenic	Laboratoire, kit d'analyse portable utilisant la méthode Gutzeit
Cadmium	Photomètre, laboratoire
Chlore (libre)	Bandelettes test, kit de test de piscine, comparateur à disque de couleur, photomètre
Chrome	Laboratoire
Cuivre	Bandelettes test, comparateur à disque de couleur, photomètre, laboratoire
Cyanure	Laboratoire
Fluorure	Comparateur à disque de couleur, photomètre, laboratoire
Fer	Bandelettes test, comparateur à disque de couleur, photomètre, laboratoire
Plomb	Laboratoire
Manganèse	Bandelettes test, comparateur à disque de couleur, photomètre, laboratoire
Mercure	Laboratoire
pH	Bandelettes test, pH-mètre numérique, laboratoire
Nitrates	Bandelettes test, comparateur à disque de couleur, photomètre, laboratoire
Nitrite	Bandelettes test, comparateur à disque de couleur, photomètre, laboratoire
Sélénium	Laboratoire
MDT	Conductimètre numérique, laboratoire

(Adapté de l'UNICEF, 2010)

6.4.1 Méthodes d'analyse en laboratoire

Les méthodes suivantes, par ordre de complexité, sont généralement utilisées pour analyser les contaminants chimiques en laboratoire. Ce Manuel n'a pas pour objectif de proposer une revue complète des méthodes de laboratoire permettant de mesurer les divers paramètres importants de qualité de l'eau de boisson. Les Directives de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson donnent une liste complète des méthodes de laboratoire pour les produits chimiques spécifiques disposant d'une valeur de directive (OMS, 2011).

Méthode Colorimétrique

Des réactifs chimiques sont ajoutés à l'échantillon d'eau, et réagissent avec le paramètre chimique particulier concerné. Le produit formé absorbe une longueur d'onde particulière. L'échantillon d'eau est ensuite analysé avec un colorimètre ou un spectrophotomètre et comparé à des standards connus.

Méthodes par électrode

Les électrodes spécifiques d'ions peuvent mesurer la concentration de certains ions dans l'échantillon d'eau. Le pH est facilement mesuré avec une électrode et un compteur.

Chromatographie

Des échantillons sont passés dans une colonne contenant un produit spécifique qui retient sélectivement certains types d'éléments chimiques. Différents composés passent dans la colonne à différentes vitesses, en fonction de leur affinité avec le produit. Un détecteur à la sortie de la colonne quantifie la concentration du produit chimique. Il y a différents types de chromatographie : chromatographe, chromatographie en phase liquide et chromatographie en phase gazeuse.

Spectrométrie d'absorption atomique (SAA)

La SAA est utilisée pour analyser la présence de métaux. Les échantillons sont chauffés par une flamme ou électriquement dans un four cylindrique en graphite, et la concentration est déterminée par l'absorption de lumière d'une longueur d'onde particulière par les atomes de métal.

Torche à plasma (plasma couplé par induction - ICP)

L'ICP est aussi utilisé pour analyser la présence de métaux. Les échantillons sont atomisés et les métaux sont détectés soit par spectroscopie d'émission atomique, soit par spectroscopie de masse.

Les méthodes colorimétrique et par électrode peuvent être mise en œuvre dans de laboratoires basiques relativement facilement. La chromatographie et la SAA sont considérablement plus chères et complexes, et sont mieux adaptées à des laboratoires centraux ou de référence. Les méthodes ICP sont très chères et compliquées, et sont peu répandues dans les pays en développement (UNICEF, 2008).

6.4.2 Méthodes d'analyse portables

De nombreux types de kits d'analyse portables sont disponibles pour mesurer divers paramètres chimiques dans l'eau de boisson. Ils sont généralement utilisés pour vérifier la conformité ainsi que pour le contrôle opérationnel de la qualité de l'eau de boisson.

Bien que les kits d'analyse portables aient l'avantage d'être simples à utiliser en dehors d'un laboratoire et soient souvent disponibles à des prix relativement bas, leur précision analytique est souvent inférieure à celles des méthodes de laboratoire mentionnées ci-dessus. Cependant, lorsqu'ils sont utilisés correctement, les kits d'analyse portables fournissent des outils utiles pour évaluer rapidement de nombreux paramètres chimiques lorsque des laboratoires commerciaux ne sont pas disponibles ou sont trop chers (OMS, 2011).

Les méthodes d'analyse portables les plus courantes sont les bandelettes test, les comparateurs de couleurs, les colorimètres et photomètres, et les compteurs numériques. Il est nécessaire de vérifier la validité de la méthode d'analyse avant de l'utiliser.

Bandelettes test (réactives)

De nombreux types de bandelettes test sont disponibles pour mesurer différents contaminants chimiques. Elles sont en général pratiques et simples d'utilisation, elles fournissent des résultats rapides, et constituent la méthode d'analyse sur le terrain la moins chère. Les bandelettes test sont aussi disponibles en emballage individuel. Cela peut être utile car les bandelettes peuvent se détériorer si exposées à l'humidité, la chaleur, la poussière et la lumière. La principale limitation des bandelettes test est qu'elles sont moins précises dans la mesure où elles font appel à une interprétation visuelle des résultats.

Les bandelettes test ont normalement une poignée en plastique avec une zone réactive sur une extrémité. Habituellement, on plonge la zone réactive dans un échantillon d'eau, on la retire, et on compare la couleur de la zone avec une charte des couleurs. Certaines bandelettes test fonctionnent par la présence/absence d'un changement de couleur à une concentration maximale.

Il est important d'utiliser la méthode d'activation appropriée à la bandelette test que vous utilisez. Différents produits requièrent différentes méthodes d'activation, telles que :

- Tremper la bandelette dans l'échantillon
- Agiter la bandelette dans l'échantillon
- Faire couler l'échantillon sur la zone réactive

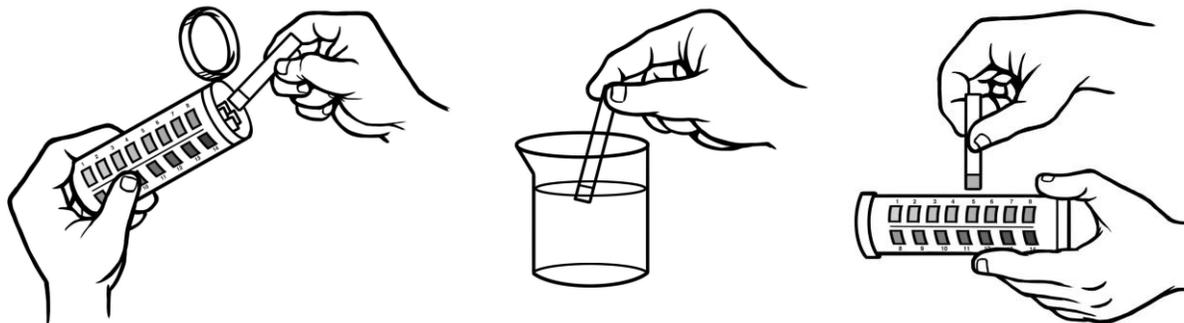
De même, différentes bandelettes test requièrent d'attendre pendant diverses durées avant de comparer la bandelette à la charte de couleurs. Utiliser la mauvaise méthode d'activation, ou lire les résultats trop tôt ou trop tard pour la bandelette peut conduire à des résultats erronés.



Parfois les gens ignorent les instructions de la bandelette test particulière qu'ils utilisent. Cela peut conduire à des résultats incorrects. Il y a deux choses à garder à l'esprit :

La méthode d'activation et le temps de lecture. Ces instructions sont données sur l'étiquette de la bouteille

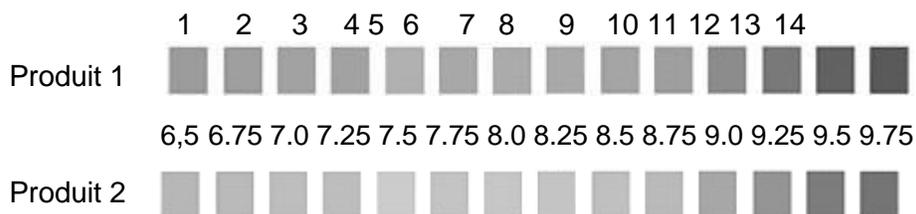
Des bandelettes test existent pour mesurer le pH et différents produits chimiques dont le chlore et le manganèse.



Utilisation d'une bandelette test en la trempant dans un échantillon d'eau et en comparant sa couleur avec une échelle pour mesurer la valeur

Conseil : Comprendre les limites et plages de concentration des paramètres que vous analysez est essentiel lors de la sélection du matériel et des produits les plus appropriés. Assurez-vous d'acheter la bandelette test la mieux adaptée à l'objectif. Différentes plages peuvent exister pour le même paramètre.

Par exemple, une entreprise fabrique des bandelettes test pour mesure le pH. Deux produits sont disponibles. L'un avec une plage de pH 1 à pH 14, et l'autre avec une plage de pH 6,5 à pH 10,0. Comme le pH de l'eau de boisson se situe habituellement entre 6,5 et 8,5, la seconde bandelette test est mieux adaptée à notre travail et donne une meilleure précision.



Comparateur à disques de couleurs

Il existe différents types de comparateurs à disques de couleurs sur le marché. Le comparateur est utilisé avec une gamme de disques colorés interchangeable. Ces disques colorés comparent la couleur produite lors de chaque analyse avec les couleurs tests fournies sur le disque. Les disques colorés existent pour une variété de paramètres d'analyse chimique comme le chlore, le fluorure, le nitrate, le fer et le manganèse. Les comparateurs de couleurs peuvent parfois être plus précis que les bandelettes test et sont faciles à utiliser, mais ils sont plus chers, nécessitent plus de matériel, et font toujours appel à la détermination visuelle de la concentration chimique.

Comparateur à disques de couleurs (Crédit : OMS, 1997)

Colorimètre et photomètre

Les colorimètres et les photomètres sont des instruments numériques qui utilisent une source de lumière pour mesurer la concentration chimique dans un échantillon d'eau. Par rapport aux

bandelettes test, ils apportent des résultats plus précis et renouvelables car la concentration est donnée par un affichage numérique. De plus, les colorimètres et photomètres peuvent détecter une grande variété de produits chimiques dans un échantillon d'eau, avec une plus large plage numérique pour chaque paramètre. Cependant, ils sont plus chers, nécessitent une alimentation électrique, et demandent une formation pour être utilisés correctement.



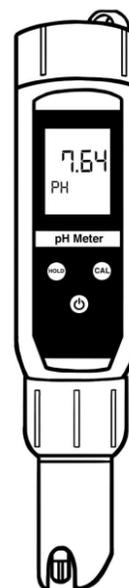
Photomètre utilisé pour mesurer des produits chimiques dans l'eau

Colorimètre contre photomètre

Les termes colorimètre et photomètres ont parfois utilisés de manière interchangeable et peuvent prêter à confusion. Tous deux sont des instruments numériques mesurant la quantité de lumière colorée absorbée par un échantillon de couleur par rapport à un échantillon incolore (témoin) ; cependant, ils utilisent des technologies différentes pour faire les mesures de couleur. Les colorimètres sont généralement moins chers et plus robustes que les photomètres ; cependant ils ne sont pas aussi précis et la qualité peut varier en fonction des fabricants. Les photomètres sont en général plutôt utilisés pour la recherche et le développement.

Compteurs numériques

Certains kits d'analyse portables comprennent plusieurs compteurs numériques pour mesurer des paramètres comme le pH et la conductivité électrique (CE). ils sont relativement facile à utiliser et peuvent fournir des mesures plus précises que d'autres méthodes, comme les bandelettes test. Les principaux inconvénients sont que les compteurs doivent être étalonnés, les batteries doivent être remplacées, et ils souffrent de la fragilité générale de l'équipement électronique.



pH-mètre numérique

Kits d'analyse de l'arsenic

L'analyse de l'arsenic dans l'eau de boisson, notamment au niveau du $\mu\text{g/L}$ est difficile. Il n'existe pas de simple bandelette test ou comparateur à disques de couleur. L'analyse de l'arsenic n'était possible auparavant que dans un laboratoire. Cependant, suite à la découverte d'une contamination significative à l'arsenic des eaux souterraines en Asie et ailleurs, il existe à présent une gamme de kits d'analyse portables. Tous ceux-ci reposent sur la méthode Gutzeit, consistant en plusieurs étapes (UNICEF, 2008).

La plupart des kits d'analyse disponibles sur le marché fournissent des tables de référence de couleur, avec une limite de détection annoncée à environ $10 \mu\text{g/L}$. Cependant, des évaluations ont montré que les résultats sont au mieux semi-quantitatifs, notamment pour les concentrations les plus basse ($< 100 \mu\text{g/L}$). Les kits sont utilisés le plus efficacement pour donner un résultat positif/négatif par rapport à une valeur de référence de $50 \mu\text{g/L}$, qui est la norme pour l'eau de boisson dans de nombreux pays touchés par une contamination à l'arsenic. A ce niveau, la plupart des échantillons contenant $50\text{-}99 \mu\text{g/L}$ apparaissent positifs, et presque tous ceux contenant $100 \mu\text{g/L}$ ou davantage donnent un résultat positif, bien que le résultat quantitatif puissent être incorrect (UNICEF, 2008).

Reportez-vous à l'Annexe 2 pour voir des Fiches de Produits pour différents kits d'analyse de l'arsenic.

6.5 Élimination des déchets en toute sécurité

Les échantillons d'analyse chimique doivent être éliminés correctement et en toute sécurité. Les récipients à échantillon contaminés (ex : flacons de test, tues à essai) doivent être lavés avant de pouvoir être réutilisés. Pour préparer les récipients, ils doivent être nettoyés au savon et rincés au moins trois fois (5 est préférable) avec de l'eau distillée pour éliminer tout résidu. Si de l'eau distillée n'est pas disponible, une eau propre et sans chlore peut être utilisée (ex : filtrée puis bouillie) (PNUE/OMS, 1996).

Les récipients à échantillons pour les analyses physiques et chimiques doivent être propres, mais pas stérilisés. Cependant, il est fréquent que l'eau du même échantillon soit utilisée pour l'analyse physique, chimique et microbiologique, en conséquence le récipient doit être stérilisé.

Les déchets chimiques liquides peuvent être vidés dans les toilettes ou dans l'évier avec beaucoup d'eau. Assurez-vous de nettoyer l'évier ensuite.

Les déchets solides, comme les bandelettes test, peuvent être brûlés et/ou jetés à la poubelle. Les déchets solides de l'analyse de l'arsenic ne doivent pas être brûlés. Ils doivent être jetés dans un sac poubelle dédié. Essayez de ne pas mélanger les déchets avec les ordures municipales normales.

Lavez-vous toujours les mains soigneusement avec du savon après avoir manipulé des déchets contaminés et avant de toucher du matériel propre et stérilisé. Si possible, portez des gants jetables.

6.6 Résumé des informations clés

- Les sources de contaminants chimiques peuvent être réparties dans les cinq groupes suivants :
 - Naturellement présent
 - D'activités agricoles
 - De sources industrielles et peuplements humains
 - Du traitement de l'eau
 - De pesticides utilisés dans l'eau pour protéger la santé publique
- Contrairement à la contamination microbiologique, la plupart des produits chimiques dans l'eau de boisson ne représentent un danger pour la santé qu'après des années d'exposition. La contamination chimique n'est souvent remarquée qu'au moment où une maladie chronique apparaît à la suite d'une longue exposition.
- La gravité des effets sur la santé dépend du produit chimique et de sa concentration, ainsi que de la durée d'exposition.
- Il n'est pas possible d'analyser l'eau pour détecter tous les produits chimiques pouvant provoquer des problèmes de santé, et ce n'est pas nécessaire. La plupart des produits chimiques ne sont que rarement présents, et beaucoup d'entre eux sont le résultat de la contamination humaine d'une petite zone, qui n'affecte que quelques sources d'eau.
- Trois produits chimiques peuvent potentiellement provoquer de graves problèmes de santé et se rencontrent sur de vastes zones : l'arsenic, le fluorure et les nitrates. Ces trois contaminants sont le plus souvent présents dans l'eau souterraine, bien que l'eau de surface puisse aussi être touchée. Lors de la planification de nouveaux projets d'approvisionnement en eau, en particulier ceux qui font appel à des ressources souterraines, la présence de ces trois contaminants doit être testée en priorité (UNICEF, 2008).
- La deuxième priorité d'analyse de qualité de l'eau doit concerner des paramètres chimiques qui conduisent couramment l'eau à être rejetée pour des raisons esthétiques, comme les métaux (surtout le fer et le manganèse) et les matières dissoutes totales (salinité) (UNICEF, 2008).
- Lorsque l'eau est désinfectée avec du chlore, il est aussi important de contrôler la qualité de l'eau de boisson en termes de pH et de chlore résiduel libre, qui sont des indicateurs d'un traitement approprié et efficace. De même, il peut être important de tester la présence de produits chimiques connus pour être présents localement, comme le mercure ou le plomb provenant de la pollution industrielle.
- Il existe plusieurs facteurs à prendre en compte lors de la sélection d'une méthode d'analyse appropriée pour différents paramètres chimiques, dont :
 - Les ressources disponibles
 - Niveau de précision et d'exactitude requis
 - Compétences techniques du personnel
 - Zone géographique
 - Objectif des résultats

- De nombreux types de kits d'analyse portables sont disponibles pour mesurer divers paramètres chimiques dans l'eau de boisson. Ils sont généralement utilisés pour vérifier la conformité ainsi que pour le contrôle opérationnel de la qualité de l'eau de boisson.
- Bien que les kits d'analyse portables aient l'avantage d'être simples à utiliser en dehors d'un laboratoire et soient souvent disponibles à des prix relativement bas, leur précision analytique est souvent inférieure à celles des méthodes de laboratoire. Cependant, lorsqu'ils sont utilisés correctement, les kits d'analyse portables fournissent des outils utiles pour évaluer rapidement de nombreux paramètres chimiques lorsque des laboratoires commerciaux ne sont pas disponibles ou sont trop chers (OMS, 2011).
- Les méthodes d'analyse portables les plus courantes sont les bandelettes test, les comparateurs de couleurs, les colorimètres et photomètres, et les compteurs numériques.
- L'analyse de l'arsenic dans l'eau de boisson, notamment au niveau du $\mu\text{g/L}$ est difficile. Il n'existe pas de simple bandelette test ou comparateur à disques de couleur. L'analyse de l'arsenic n'était possible auparavant que dans un laboratoire. Cependant, différents kits d'analyse portables sont maintenant disponibles. Tous ceux-ci reposent sur la méthode Gutzeit, consistant en plusieurs étapes (UNICEF, 2008).

6.7 Références

Programme des Nations Unies pour l'environnement et Organisation Mondiale de la Santé (1996). Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes. EF&N Spon, imprimé par Chapman & Hall, Londres, Royaume-Uni.

UNICEF (2008). Manuel de Qualité de l'eau de l'UNICEF. UNICEF, New York, USA. Disponible à : www.unicef.org/wash/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf

UNICEF (2010). Technical Bulletin No.6, Water Quality Assessment and Monitoring. UNICEF, Supply Division, Copenhague, Danemark. Disponible à : www.unicef.org/supply/files/Water_Quality_Assessment_Monitoring.pdf

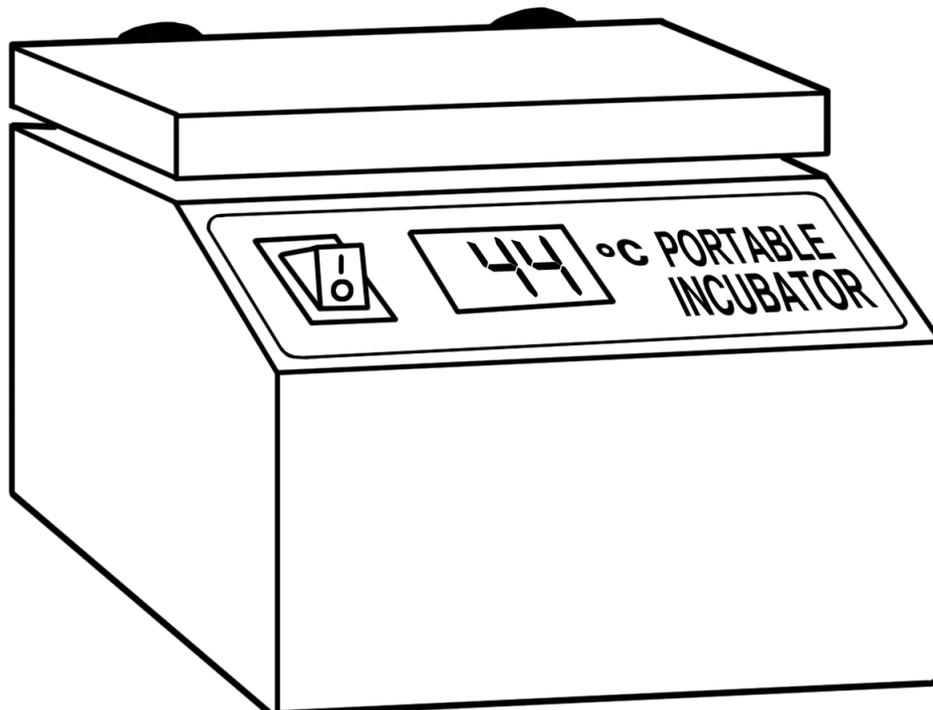
Organisation mondiale de la Santé (1997). Directives pour la qualité de l'eau de boisson, deuxième édition, Volume 3, Surveillance et contrôle des approvisionnement communautaires. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index2.html

Organisation mondiale de la Santé (2011). Directives pour la qualité de l'eau de boisson, quatrième édition. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf

Organisation mondiale de la Santé (2012). Évaluation rapide de la qualité de l'eau de boisson : Manuel de mise en œuvre. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Section 7: Analyse des paramètres microbiologiques





424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canada
Tél : + 1 (403) 243-3285, Fax : + 1 (403) 243-6199
Email : resources@kawst.org, Site web : www.kawst.org

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology - Centre pour les Technologies d'Eau et Assainissement à Faible Coût) est un organisme à but non lucratif proposant des services de formation et de conseil aux organisations qui travaillent directement avec les populations des pays en développement n'ayant pas accès à l'eau potable et à un assainissement de base.

L'une des stratégies fondamentales de CAWST est de diffuser ces connaissances concernant l'eau, afin d'en faire un savoir courant. Ceci peut être réalisé, en partie, par le développement et la distribution gratuite de matériels d'éducation dans le but d'augmenter la disponibilité de l'information pour ceux qui en ont le plus besoin.

Le contenu de ce document est libre et sous licence Creative Commons Attribution Works 3.0 Unported. Pour voir une copie de cette autorisation, veuillez visiter <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>, ou écrivez à Creative Commons : 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Vous êtes libre de :

- Partager - copier, distribuer et transmettre ce document.
- Modifier – pour adapter ce document



Sous les conditions suivantes :

- Indication de la source. Vous devez indiquer que CAWST est l'auteur original de ce document. Veuillez mentionner notre site internet : www.kawst.org

CAWST publiera périodiquement des mises à jour de ce document. Pour cette raison, nous ne recommandons pas que vous proposiez ce document en téléchargement sur votre site web.



CAWST fournit un mentorat et un accompagnement pour l'utilisation de ses ressources d'éducation et de formation.

Tenez-vous informé et obtenez du support :

- Dernières mises à jour de ce document :
- Autres ressources sur les formations et les ateliers
- Assistance à l'utilisation de ce document dans votre travail

www.kawst.org/resources

CAWST et ses administrateurs, employés, contractants et bénévoles n'endossent aucune responsabilité et ne donnent aucune garantie en ce qui concerne les résultats pouvant être obtenus par l'utilisation des informations fournies.



Table des matières

Section 7: Analyse des paramètres microbiologiques	i
7.1 Introduction	1
7.2 Directives de l'OMS pour les contaminants microbiologiques.....	2
7.3 Effets potentiels sur la santé.....	3
7.3.1 Les bactéries pathogènes.....	4
7.3.2 Les Virus Pathogènes.....	4
7.3.3 Les protozoaires pathogènes.....	5
7.3.4 Les helminthes pathogènes	6
7.4 Dose infectieuse	6
7.5 Organismes indicateurs	7
7.5.1 Escherichia coli.....	9
7.5.2 Coliformes thermorésistants	9
7.5.3 Coliformes totaux.....	10
7.5.4 Bactéries H ₂ S.....	11
7.6 Méthodes d'analyse	11
7.6.1 Présence-Absence.....	14
7.6.2 Nombre le plus probable.....	16
7.6.3 Filtration par membrane.....	17
7.7 Élimination des déchets en toute sécurité.....	22
7.8 Résumé des informations clés.....	23
7.9 Références	24

Table des matières

Section 1 : Présentation générale de l'Analyse de la Qualité de l'Eau de Boisson

Section 2 : Planification de l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Section 3: Inspections sanitaires

Section 4 : Prélèvement d'échantillons d'eau et contrôle de la qualité

Section 5 : Analyse des paramètres physiques

Section 6 : Analyse des paramètres chimiques

Section 7: Analyse des paramètres microbiologiques i

7.1 Introduction 1

7.2 Directives de l'OMS pour les contaminants microbiologiques..... 2

7.3 Effets potentiels sur la santé..... 3

7.3.1 Les bactéries pathogènes..... 4

7.3.2 Les Virus Pathogènes..... 4

7.3.3 Les protozoaires pathogènes..... 5

7.3.4 Les helminthes pathogènes 6

7.4 Dose infectieuse 6

7.5 Organismes indicateurs 7

7.5.1 Escherichia coli..... 9

7.5.2 Coliformes thermorésistants 9

7.5.3 Coliformes totaux..... 10

7.5.4 Bactéries H₂S..... 11

7.6 Méthodes d'analyse 11

7.6.1 Présence-Absence..... 14

7.6.2 Nombre le plus probable..... 16

7.6.3 Filtration par membrane..... 17

7.7 Élimination des déchets en toute sécurité..... 22

7.8 Résumé des informations clés..... 23

7.9 Références 24

Section 8 : Interprétation des résultats d'analyse

Annexe 1 : Formulaire d'inspection sanitaire

Annexe 2 : Fiches de produits

Annexe 3 : Fiches de données chimiques

Annexe 4 : Directives de l'OMS pour les produits chimiques et effets sur la santé

Annexe 5: Milieux de culture

Annexe 6 : Formulaire d'enregistrement des données

Annexe 7 : Rapport d'analyse de qualité de l'eau

Annexe 8 : Voyages internationaux avec du matériel d'analyse

Annexe 9 : Fiches de données par pays

7.1 Introduction

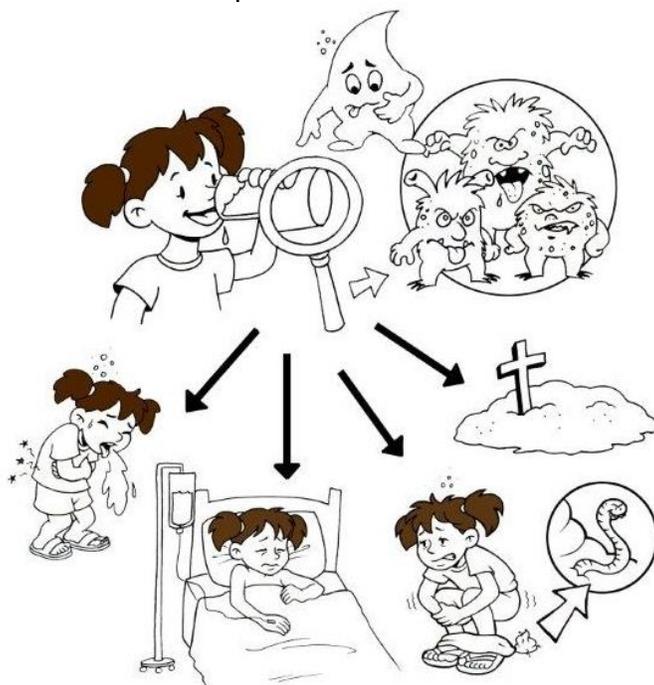
L'eau contient naturellement de nombreuses choses vivantes. La plupart d'entre elles sont inoffensives ou même bénéfiques, mais certaines autres peuvent provoquer des maladies. Les organismes vivant provoquant des maladies sont connus sous le nom d'agents pathogènes. On leur donne parfois d'autres noms, comme microorganismes ou microbes, selon le langage local et le pays.

Bien que plusieurs contaminants dans l'eau présentent un danger pour l'homme, la principale priorité est de s'assurer que l'eau de boisson ne contient pas d'agents pathogènes. Le principal risque pour la santé publique posé par les microorganismes est associé à la consommation d'eau contaminée par des excréments humains et animaux (OMS, 2011).

On estime que 2000 enfants de moins de cinq ans meurent chaque jour à travers le monde de maladies diarrhéiques, dont environ 1800 sont liées à l'eau, à l'assainissement et à l'hygiène (UNICEF Canada, 2013). Pour chaque enfant qui meurt, d'innombrables autres souffrent d'une mauvaise santé et manquent des possibilités d'éducation, ce qui les conduit à la pauvreté à l'âge adulte.

Disposer d'eau de boisson salubre est essentiel pour briser le cycle du désavantage et de la pauvreté en améliorant la santé, la capacité à aller à l'école, et la force pour travailler. L'OMS estime que 88% des cas de maladies diarrhéiques sont évitables grâce à des modifications environnementales, dont des interventions visant à accroître la disponibilité d'une eau salubre et à améliorer l'assainissement et l'hygiène (Prüss-Üstün et al, 2008).

Une analyse peut être effectuée pour déterminer si des agents pathogènes sont présents dans l'eau de boisson. Cependant, d'autres indicateurs, comme la fréquence des maladies diarrhéiques, peuvent aussi être importants et parfois plus significatifs que les indicateurs de qualité de l'eau eux-mêmes. L'état général de santé, de bien-être ou d'énergie de la population locale peut aussi donner une idée de la qualité de l'eau de boisson de la communauté.



7.2 Directives de l'OMS pour les contaminants microbiologiques

Les Directives de l'OMS pour la Qualité de l'eau de boisson recommandent que l'eau destinée à être bue ne doit présenter aucune contamination fécale dans tout échantillon de 100 ml.

Escherichia coli (également appelée *E. coli*) est le principal organisme indicateur permettant de prouver l'absence de contamination fécale de l'eau. Cependant, l'analyse des bactéries coliformes thermorésistantes (CTR) peut être une alternative acceptable dans de nombreuses circonstances (OMS, 2011). Voir la Section 7.5 pour une explication sur les organismes indicateurs.

**Directive de l'OMS pour la contamination fécale de l'eau de boisson =
0 Contamination fécale dans tout échantillon de 100 mL**

L'OMS reconnaît qu'il peut être difficile d'obtenir une contamination fécale nulle, notamment dans les pays en développement où de nombreuses personnes dépendent de systèmes d'eau de boisson domestiques ou communautaires. Il est recommandé que dans ces conditions, les valeurs des directives soient vues comme des buts pour le futur plutôt que des exigences immédiates (OMS, 2011).

En conséquence, de nombreux pays en développement ont des normes de qualité de l'eau définissant des objectifs plus réalistes en vue d'une amélioration progressive. Par exemple, les normes nationales de l'Afrique du Sud indiquent qu'au moins 95% des échantillons doivent ne contenir aucun coliforme thermorésistant (fécal), coliphage somatique, virus entérique ou parasite protozoaire. Cependant, 4% des échantillons peuvent contenir 1 de ces agents pathogènes pour 100 mL, et 1% des échantillons peuvent en contenir jusqu'à 10 pour 100 mL. En dépit de cela, le fait de désinfecter l'eau de boisson doit être de répondre à 100% à l'exigence de zéro contamination détectée (SABS, 2001, cité par l'UNICEF, 2008).

Le tableau suivant indique le risque de contamination fécale de l'eau potable selon l'OMS, en prenant *E. coli* comme indicateur. De nombreuses organisations humanitaires utilisent également ces valeurs pour déterminer la nécessité du traitement de l'eau dans les situations d'urgence (adapté de Médecins Sans Frontières, 1994).

Risque associé à la contamination fécale de l'eau de boisson

Niveau de <i>E. coli</i> (CFU/échantillon de 100 mL)	Risque ¹	Action recommandée ²
0-10	Qualité raisonnable	L'eau peut être consommée telle quelle
11-100	Polluée	Traiter si possible, mais peut être consommée telle quelle
101-1 000	Dangereuse	Doit être traitée
>1000	Très dangereuse	À Rejeter ou à traiter intensivement

CFU = Unités formatrices de colonies

(¹ OMS, 1997 ; ² Harvey, 2007)

7.3 Effets potentiels sur la santé

Les maladies associées à l'eau peuvent être classées en catégories en fonction de l'origine de l'agent pathogène et du chemin emprunté pour entrer en contact avec nous. Les maladies liées à l'eau sont celles que l'on contracte en buvant de l'eau contaminée par ces agents pathogènes.

L'analyse de qualité de l'eau se concentre habituellement sur les agents pathogènes de l'eau dont la présence est due à une contamination fécale.

Maladies associées à une eau contaminée par des agents pathogènes

Maladies potentielles	Source	Comment nous tombons malade	Comment cesser d'être malade
Diarrhée, choléra, typhoïde, shigellose, hépatites A et E, dysenterie amibienne, cryptosporidiose, giardiase, ver de Guinée.	Véhiculées par l'eau	En buvant de l'eau contenant des agents pathogènes	Traiter l'eau pour la rendre salubre.
Trachome, gale	Rinçage par l'eau	Quand les agents pathogènes entrent en contact avec la peau ou les yeux	Fournir assez d'eau pour l'hygiène de base. Améliorer les pratiques d'hygiène de base.
Schistosomiase	D'origine aquatique	Les agents pathogènes passent par la peau	Ne pas se baigner dans l'eau dont la contamination est connue. Améliorer la qualité de l'eau en éliminant ou en tuant les agents pathogènes.
Malaria, dengue, fièvre jaune, filariose, onchocercose, maladie du sommeil	Le vecteur est un insecte aquatique	Les agents pathogènes sont transmis par des insectes qui se reproduisent ou vivent dans l'eau, comme les moustiques	Empêcher les insectes de se reproduire dans l'eau. Utiliser des pesticides pour contrôler les insectes. Empêcher les insectes de piquer en utilisant des moustiquaires et en portant des vêtements longs.

Comment l'eau est-elle contaminée ?



Il existe quatre catégories d'agents pathogènes, qui seront décrites dans les sections suivantes : les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes.

7.3.1 Les bactéries pathogènes

Les bactéries sont de très petits organismes unicellulaires présents partout et sont les êtres vivants les plus courants dans les excréments humains et animaux. L'eau de boisson contenant des matières fécales est la principale cause des maladies liées à l'eau.

La diarrhée est un des principaux symptômes des maladies d'origine hydrique les plus courantes causées par des bactéries pathogènes. Parmi celles-ci on trouve le choléra, la typhoïde et la shigellose.

La présence du choléra a augmenté régulièrement dans le monde depuis 2005, avec des épidémies sur plusieurs continents dont l'Afrique subsaharienne, l'Asie, et plus récemment les Caraïbes (Haïti et la République Dominicaine). Le choléra demeure un grave problème de santé publique chez les populations des pays en développement n'ayant pas accès à des ressources appropriées d'eau et d'assainissement (OMS, 2013).

178 000 à 589 000 cas de choléra ont été rapportés chaque année à l'OMS entre 2007 et 2011 (OMS, 2012). Cependant, on sait que le nombre réel de cas de choléra est très supérieur. Ces chiffres sont sévèrement sous-estimés, car de nombreux pays ne rapportent pas ou minimisent le nombre de cas de choléra. Les cas de choléra officiellement rapportés ne mentionnent pas les 500 000 à 700 000 cas qualifiés de diarrhée aqueuse aiguë plutôt que de choléra. Ces cas apparaissent dans de vastes zones d'Asie centrale et du sud-est et dans certains pays africains, entraînent une grande sous-estimation du tribut prélevé par cette maladie dans le monde (OMS, 2013).

A l'instar du choléra, la typhoïde est surtout présente dans les pays où l'on n'a pas accès à une eau potable salubre et un assainissement. Le véritable impact de la typhoïde dans les pays en développement est difficile à estimer. Selon de récentes estimations, 22 millions de cas (entre 16 et 33 millions) apparaissent chaque année, entraînant 216000 morts dont surtout des enfants en âge d'être scolarisés et des jeunes adultes (Crump et al., 2004). L'Asie connaît le plus grand nombre de cas de typhoïde dans le monde, notamment dans les pays du sud-est et le sous-continent indien, suivie par l'Afrique subsaharienne et l'Amérique Latine (OMS, 2009).

La bactérie *Shigella* peut provoquer de graves maladies intestinales, dont la dysenterie bacillaire. Plus de deux millions d'infections ont lieu chaque année, entraînant environ 600 000 morts, la plupart chez des enfants de moins de 10 ans. Des épidémies de shigellose apparaissent dans les communautés surpeuplées et où l'hygiène est mauvaise, surtout dans les pays en développement (OMS, 2011).

7.3.2 Les Virus Pathogènes

Les virus sont les plus petits des microorganismes. Les virus sont incapables de se reproduire par eux-mêmes et doivent utiliser un autre être vivant (ex : autre microorganisme, animal, humain) pour produire davantage de virus. Cela perturbe les fonctions ou provoque la mort de l'être vivant. Il est difficile et onéreux d'étudier les virus, c'est pourquoi nous en savons moins à leur sujet que sur les autres agents pathogènes.

Certains virus pathogènes présents dans l'eau peuvent entraîner l'hépatite A et l'hépatite E. On estime que chaque année 1.4 millions de cas d'hépatite A (OMS, 2013) et 20 millions de cas

d'hépatite E provoquent 57 000 morts (OMS, 2013). L'hépatite E se rencontre dans le monde entier, mais sa prévalence est la plus importante en Asie du sud et de l'est.

Dans les pays en développement ayant de très mauvaises conditions sanitaires et pratiques hygiéniques, la plupart des enfants (90%) ont été infectés par le virus de l'hépatite A avant d'avoir 10 ans. Cependant, les personnes infectées durant l'enfance ne souffrent d'aucun symptôme remarquable et les épidémies sont peu fréquentes car les enfants plus âgés et les adultes sont généralement immunisés. Dans les pays en développement ayant des conditions sanitaires et des pratiques hygiéniques améliorées, les pays avec des économies de transition, et les régions où les conditions sanitaires varient, les enfants ne sont souvent pas infectés par l'hépatite A à un jeune âge. De manière ironique, ces conditions sanitaires et économiques améliorées peuvent entraîner davantage d'infections chez les adolescents et les adultes, et d'importantes épidémies peuvent survenir (OMS, 2013).

L'eau ne peut transmettre les virus d'immunodéficience humaine (VIH) et de la grippe. L'eau ne fournit pas à ces virus l'environnement nécessaire à leur survie.

7.3.3 Les protozoaires pathogènes

Les protozoaires sont beaucoup plus grands que les bactéries et les virus. Certains protozoaires sont des parasites qui ont besoin d'un hôte vivant pour survivre. Ils affaiblissent l'hôte en utilisant sa nourriture et son énergie, en endommageant ses organes internes ou en provoquant des réactions immunitaires.

L'*Entamoeba histolytica*, le *Cryptosporidium* le *Giardia* sont des protozoaires pathogènes présents dans l'eau dans le monde entier. Ces protozoaires peuvent former de oocystes qui leur permettent de survivre sans hôte et dans des environnements hostiles. Les oocystes de protozoaire s'activent lorsque les conditions environnementales sont optimales pour leur développement. Les oocystes sont aussi très résistants aux méthodes de désinfection utilisées dans le traitement de l'eau.

Entamoeba histolytica, qui provoque la dysenterie amibienne, est le protozoaire intestinal pathogène le plus présent dans le monde entier. La dysenterie amibienne touche environ 500 millions de personnes chaque année. La transmission potentielle par l'eau est plus importante sous les climats tropicaux que tempérés (OMS, 2011).

Cryptosporidium est très résistant à la désinfection au chlore et est de taille relativement petite (par rapport aux autres protozoaires, mais il reste bien plus gros que les bactéries et les virus), donc il peut être difficile à éliminer pour certains types de filtres (ex : filtres à sable lents). De nombreuses épidémies cryptosporidiose apportées par l'eau ont été rapportées à travers le monde, y compris dans les pays industrialisés où des systèmes de traitement de l'eau conventionnels à grande échelle sont utilisés, comme aux USA et au Royaume-Uni. La plupart des épidémies ont été dues à une mauvaise utilisation ou un dysfonctionnement des systèmes de traitement et de distribution de l'eau. Plus important, beaucoup d'épidémies sont apparues là où la qualité de l'eau était considérée comme étant sûre et répondait aux normes nationales et aux Directives de l'OMS en ce qui concerne les niveaux d'*E. coli* et de turbidité (OMS, 2009).

Giardia peut se transmettre de différentes manières. La voie de transmission de loin la plus commune est le contact entre personnes, notamment entre enfants. Une eau de boisson contaminée est aussi une voie de transmission possible et a été liée à des épidémies (OMS, 2011). La giardiase est une maladie mondiale. Elle touche près de 2% des adultes et jusqu'à

8% des enfants dans les pays développés. Près de 33% des personnes dans les pays en développement ont eu la giardiase (Kappus *et al.* 1994, cité par CDC, 2011).

7.3.4 Les helminthes pathogènes

Les helminthes, plus souvent connus sous le nom de vers ou douves, ont besoin d'un hôte pour survivre et se transmettent généralement par les excréments humains ou animaux. Ils passent une partie de leur vie dans des hôtes qui vivent dans l'eau avant de se transmettre aux humains. De nombreux type de vers peuvent vivre plusieurs années et affaiblissent leur hôte en utilisant sa nourriture. Les helminthes sont plus gros que les virus, les bactéries et les protozoaires, et sont souvent visibles à l'œil nu.

Pour la plupart des helminthes, l'eau de boisson n'est pas une voie de transmission significative. Les helminthes passent normalement à travers la peau des personnes lorsqu'ils se baignent dans une eau contaminée, et n'infectent généralement pas les personnes qui boivent cette eau. Il y a deux exceptions : *Dracunculus medinensis* (ver de Guinée) et *Fasciola* (douve du foie). La dracunculiose et la fascioliose requièrent toutes deux des hôtes intermédiaires pour compléter leur cycle de vie, mais se transmettent par la consommation de l'eau par différents mécanismes. D'autres helminthes peuvent se transmettre par contact avec l'eau (ex : schistosomiase) ou sont liées à l'utilisation d'eaux usées non traitées pour l'agriculture (ex : ascariase, ankylostome), mais ne se transmettent généralement pas en buvant de l'eau (OMS, 2011).

7.4 Dose infectieuse

Le nombre minimal d'agents pathogènes nécessaires pour rendre quelqu'un malade est appelé dose infectieuse. La présence d'un agent pathogène dans l'eau ne signifie pas toujours qu'elle rendra quelqu'un malade. La dose infectieuse diffère en fonction du type d'agent pathogène. En général, les bactéries ont une dose infectieuse plus élevée que les virus, les protozoaires et les helminthes. Cela signifie que pour certaines bactéries, un grand nombre doit être ingéré pour rendre une personne malade.



Une dose infectieuse élevée se définit comme nécessitant 1 à 100 microorganismes pour rendre quelqu'un malade, une dose infectieuse modérée signifie que 100 à 10 000 microorganismes sont nécessaires, et une dose infectieuse faible signifie que plus de 10 000 microorganismes sont nécessaires (OMS, 2011). En général, les bactéries ont une dose infectieuse plus faible que les virus, les protozoaires et les helminthes (c'est-à-dire qu'il faut plus de bactéries que d'autres agents pathogènes pour rendre une personne malade).

Les nourrissons, jeunes enfants, personnes malades et personnes âgées, ont en général une dose infectieuse inférieure à celle d'un adulte moyen. Cela signifie qu'ils courent un plus grand risque et ont plus de chances de mourir d'une maladie liée à l'eau. Plus de 90% des morts de maladies diarrhéiques dans les pays en développement sont des enfants de moins de 5 ans (OMS/UNICEF, 2005).

Infectiosité relative des agents pathogènes transmis par l'eau de boisson

Agent pathogène	Dose infectieuse relative ¹	Impact sur la santé ²	Persistence dans les approvisionnements en eau ³	Résistance au chlore ⁴
Bactéries				
<i>Escherichia coli</i> (pathogène)	Faible	Élevé	Modéré	Faible
<i>Salmonella typhi</i>	Faible	Élevé	Modéré	Faible
<i>Shigella</i>	Élevé	Élevé	Courte	Faible
<i>Vibrio cholerae</i>	Faible	Élevé	Courte à longue	Faible
Virus				
Virus de l'Hépatite A	Élevé	Élevé	Longue	Modéré
Virus de l'Hépatite E	Élevé	Élevé	Longue	Modéré
Protozoaire				
<i>Cryptosporidium hominis/parvum</i>	Élevé	Élevé	Longue	Élevé
<i>Entamoeba histolytica</i>	Élevé	Élevé	Modéré	Élevé
Helminthes				
<i>Dracunculus medinensis</i>	Élevé	Élevé	Modéré	Modéré
<i>Schistosoma</i>	Élevé	Élevé	Courte	Modéré

¹ D'après des expériences sur des volontaires humains, des données épidémiologique, et des études expérimentales sur des animaux. Élevé signifie que les doses infectieuses peuvent être de 1 à 100 microorganismes, modéré 100 à 10 000, et faible > 10 000.

² L'impact sur la santé porte sur la fréquence et la sévérité de la maladie, y compris son association avec des épidémies.

³ Période de détection pour le stade infectieux dans une eau à 20°C : courte, jusqu'à 1 semaine ; modérée, 1 semaine à 1 mois ; longue, plus d'1 mois.

⁴ Lorsque le stade infectieux est librement suspendu dans l'eau traitée avec des doses et des temps de contact conventionnel, et un pH entre 7 et 8. Faible signifie 99% d'inactivation à 20% généralement en moins d'1 minute, modérée 1-30 minute, et élevée > 30 min.

(Adapté de l'OMS, 2011)

7.5 Organismes indicateurs

Il existe de nombreux types différents d'agents pathogènes et il serait trop cher et trop long de les analyser un par un. A la place, et puisque la plupart des agents pathogènes responsables de maladies viennent des excréments, il est plus pratique de chercher des signes de présence d'excréments dans l'eau. On peut déterminer la contamination fécale de l'eau de boisson en utilisant des organismes indicateurs, habituellement des organismes indicateurs bactériens. Il existe des microorganismes dont la présence dans l'eau signale la présence probable d'excréments, et potentiellement d'agents pathogènes.

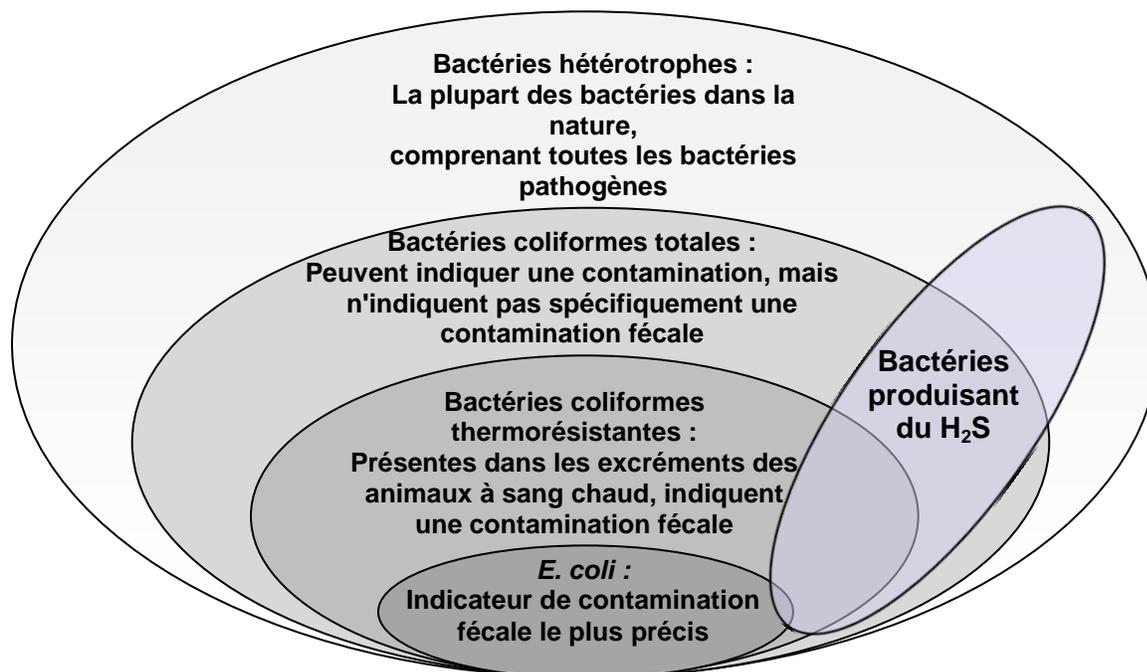
Selon l'OMS (2011), les organismes indicateurs de contamination fécale doivent avoir les caractéristiques suivantes :

- Est universellement présent, en grandes quantités, dans les excréments humains et animaux
- Ne se multiplie pas dans les eaux naturelles
- Survit dans l'eau de façon similaire aux agents pathogènes fécaux
- Est présent en plus grand nombre que les agents pathogènes fécaux
- Réagit aux processus de traitement de manière similaire aux agents pathogènes fécaux
- Est facilement détecté par des méthodes de culture simples et bon marché
- N'est pas pathogène lui-même

Il existe plusieurs types d'indicateurs, chacun avec certaines caractéristiques. *E. coli* et les coliformes thermorésistants (CTR) sont les deux principaux indicateurs bactériens utilisés pour l'analyse de qualité de l'eau. Comme le montre le diagramme suivant, les coliformes thermorésistants sont un type de coliformes totaux, et *E. coli* fait partie du groupe des coliformes thermorésistants. Ces indicateurs sont décrits plus en détail dans les sections suivantes.

Les indicateurs bactériens comme *E. coli* et les coliformes thermorésistants ne sont pas destinés à être des indicateurs absolus de la présence d'agents pathogènes dans l'eau de boisson. La présence de ces indicateurs bactériens dans un échantillon d'eau suggère plutôt que l'eau a probablement été contaminée par des excréments et qu'elle présente un risque plus élevé de provoquer des maladies.

Groupes d'indicateurs bactériens



La présence d'indicateurs bactériens n'implique pas toujours la présence de protozoaires ou de virus dans l'eau potable, et inversement. Il y a eu de nombreux cas d'épidémies de maladies liées à l'eau dans lesquels l'eau de boisson remplissait toutes les exigences de qualité bactériologique.

Les indicateurs bactériens sont significativement plus sensibles au chlore que certains autres agents pathogènes ex : protozoaires, virus). De même, certains processus de traitement de l'eau peuvent éliminer les coliformes mais pas les virus, qui sont beaucoup plus petits. Pour ces raisons, une eau dépourvue de *E. coli* ou de coliformes thermorésistants doit être vue comme présentant un risque faible, plutôt que comme parfaitement sûre.

(BCCDD, 2006 ; UNICEF, 2008)

7.5.1 *Escherichia coli*

E. coli est le principal indicateur utilisé dans l'analyse de la qualité de l'eau, depuis plus de 50 ans. Il s'agit d'une bactérie coliforme thermorésistante que l'on trouve essentiellement dans les excréments des animaux à sang chaud, y compris humains. Une eau hautement polluée par des matières fécales peut avoir des niveaux de *E. coli* de dizaines de millions de bactéries par litre. La plupart des *E. coli* sont inoffensives ; cependant il existe certaines souches (comme O157:H7) qui sont pathogènes et connues pour provoquer de sévères diarrhées et autres symptômes.

E. coli a des propriétés biochimiques similaires aux autres coliformes et s'en distingue par la présence des enzymes bêta-glucuronidase et galactosidase (bêta-gal). De nombreuses méthodes d'analyse de l'eau font appel à la présence de cette enzyme bêta-gluc pour détecter *E. coli* dans des échantillons d'eau. Plus de 95% des *E. coli* testées à ce jour possèdent cette enzyme.

E. coli est à ce jour l'un des meilleurs indicateurs de contamination fécale de l'eau de boisson. Cependant, certaines preuves indiquent que *E. coli* est capable de proliférer dans des sols tropicaux riches en éléments nutritifs, bien qu'il soit généralement reconnu que ce phénomène est limité : dans la plupart des cas, les bactéries indigènes évincent *E. coli* (OMS, 2012). Quoi qu'il en soit, la présence de *E. coli* dans un échantillon d'eau de boisson représente une préoccupation immédiate pour la santé publique.



CAWST recommande d'utiliser *E. coli* comme organisme indicateur pour l'analyse microbiologique.

7.5.2 Coliformes thermorésistants

Les coliformes thermorésistants (CTR) sont un sous-groupe des coliformes totaux. On les qualifie souvent de coliformes fécaux (CF) car ils sont présents dans les animaux à sang chaud. Parmi les coliformes des excréments humains, 96,4% sont des coliformes thermorésistants. Les coliformes thermorésistants se distinguent des coliformes totaux par leur capacité à se reproduire à des températures plus élevées (42-44.5°C). Ils sont associés à la pollution fécale plus étroitement que les coliformes totaux (BCCDC, 2006).

Historiquement, les coliformes fécaux ont beaucoup servi d'indicateur bactérien de contamination fécale. Même si *E. coli* a remplacé les coliformes thermorésistants comme indicateur plus spécifique de contamination fécale, la présence de coliformes thermorésistants dans un échantillon d'eau représente également un danger immédiat pour la santé publique.



E. coli a remplacé les coliformes thermorésistants comme indicateur favori car elle est un indicateur plus de contamination fécale. Cependant, les coliformes thermorésistants sont un indicateur acceptable s'il n'est pas possible de vérifier la présence de *E. coli*.

Coliformes Thermorésistants Présents dans les Excréments des Animaux à Sang Chaud (Nombre moyen par gramme de masse humide d'excrément)

Animal	Nombre de coliformes thermorésistants
Canard	33 000 000
Chien	23 000 000
Mouton	16 000 000
Humain	13 000 000
Chat	7 900 000
Cochon	3 300 300
Poule	1 300 000
Dinde	290 000
Vache	230 000
Cheval	12.600

(Adapté de l'OMS, 2001)

7.5.3 Coliformes totaux

Les coliformes totaux ont servi d'indicateur pour l'eau de boisson depuis le début des années 1900 et sont fréquemment utilisés pour analyser les effluents d'eaux usées. Cependant, de nouvelles études ont montré que les coliformes totaux ne sont pas utiles en tant qu'indicateur de contamination fécale de l'eau de boisson, et qu'ils ne permettent pas de tirer de conclusions en termes sanitaires ou de santé publique (OMS, 2011).

A l'origine, les coliformes totaux comprenaient quatre groupes de bactéries : *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* et *Citrobacter*. Ces quatre groupes se trouvent dans les excréments des animaux à sang chaud, y compris des humains. Cependant, des découvertes scientifiques récentes ont montré que les coliformes totaux comprennent en réalité un groupe de bactéries bien plus vaste que les quatre groupes originaux. En fait, il y a à ce jour 19 groupes reconnus de bactéries appartenant aux coliformes totaux, dont dix seulement ont été associés aux excréments (BCCDC Environmental Health Laboratory Services, 2006).

Plusieurs groupes de bactéries dans l'environnement appartenant aux coliformes totaux sont associés au sol, à la végétation, ou aux sédiments aquatiques. Par conséquent, tous les coliformes totaux ne sont pas des bactéries provenant d'excréments. Une étude récente a également prouvé que certains groupes de coliformes totaux que l'on trouve dans les excréments animaux sont aussi capables de se reproduire dans l'eau naturelle. Cela rend difficile de déterminer si l'eau a été contaminée par des excréments ou pas.

D'une manière générale, les coliformes totaux ne doivent pas être utilisés comme indicateur de contamination fécale de l'eau de boisson. Les coliformes totaux ne répondent pas aux deux critères de base d'un bon organisme indicateur : 1) n'être associé qu'aux excréments des animaux, et 2) ne pas se multiplier dans les eaux naturelles.



CAWST ne recommande **pas** d'utiliser les coliformes totaux comme organisme indicateur pour l'analyse microbiologique.

7.5.4 Bactéries H₂S

Les bactéries à sulfure d'hydrogène (H₂S) ont été décrites en 1982 comme un moyen simple de montrer la contamination fécale d'une eau de boisson (Manja et al., 1982, cité par l'UNICEF, 2008). Les auteurs ont noté que l'eau contenant des bactéries coliformes contenait aussi régulièrement des organismes produisant du H₂S.

L'analyse du H₂S ne vérifie pas spécifiquement la présence des indicateurs bactériens standards, comme *E. coli* ou les coliformes thermorésistants. A l'inverse, un grand nombre de bactéries peuvent produire du H₂S (ex : *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens*). La plupart de ces bactéries viennent d'excréments. Cependant, les bactéries fécales ne sont pas les seules bactéries à produire du H₂S. Les bactéries réduisant du sulfate (qui ne proviennent pas d'excréments), et l'eau ayant naturellement des niveaux de sulfure élevés (ce qui est particulièrement vrai pour l'eau souterraine) vont rendre le test H₂S positif. Vous devez donc être prudent en utilisant le H₂S comme indicateur de qualité de l'eau, car il existe des sources possibles, autres qu'une contamination fécale, qui peuvent entraîner un résultat positif (OMS, 2002).

7.6 Méthodes d'analyse

Il existe plusieurs facteurs à prendre en compte lors de la sélection d'une méthode d'analyse appropriée, dont :

- Les ressources disponibles
- Niveau de précision et d'exactitude requis
- Compétences techniques du personnel
- Zone géographique
- Objectif des résultats

Il existe trois méthodes d'analyse principales pour déterminer la présence d'indicateurs bactériens dans l'eau :

- Présence/Absence (P-A)
- Nombre le Plus Probable (NPP)
- Filtration par membrane

Traditionnellement, la filtration par membrane au moyen de méthodes internationales standardisées a été conseillée pour mesurer les indicateurs bactériens dans l'eau de boisson. Cette méthode requiert des techniciens formés, du matériel et d'autres éléments qui n'étaient jusqu'à présent disponibles que dans un laboratoire conventionnel. Le coût relativement élevé d'une filtration par membrane rend difficile, malaisé ou impossible d'effectuer ces tests dans de nombreuses zones du monde.

Ces contraintes ont mis en relief le besoin urgent en méthodes d'analyse rapides, simples et bon marché. Ce besoin est particulièrement vif pour les approvisionnements en eau des foyers et des petites communautés, ne disposant pas d'un accès et des ressources financières pour une analyse en laboratoire conventionnelle. L'analyse sur place au moyen de kits d'analyse portables et le développement de méthodes d'analyses alternatives et simplifiées, comme les tests P-A ou NPP, ont contribué à s'affranchir de ces contraintes (OMS, 2002).

Différents produits et matériels pour chacune des méthodes d'analyse sont maintenant répandus et disponibles sur le marché. Les sections suivantes présentent les différentes méthodes d'analyse, décrivent comment elles sont effectuées, et en détaillent les avantages et les limites. L'Annexe 2 propose des Fiches de Produit pour différents matériels d'analyse et consommables.



Les résultats d'une méthode d'analyse microbiologique ne sont pas directement comparable à ceux d'une autre méthode. (ex : NPP et filtration par membrane).

Différentes méthodes d'analyse sont plus ou moins sensibles aux indicateurs bactériens. Bien que les analyses visent le même groupe d'indicateurs bactériens (ex : coliformes thermorésistants), différentes méthodes d'analyse se basent sur les propriétés biochimiques spécifiques des indicateurs bactériens. Une méthode peut, par exemple, détecter plus de coliformes thermorésistants qu'une autre

(Adapté de BCCDC, 2006).

La plupart des analyses présence-absence, nombre le plus probable et filtration par membrane, se basent sur l'une des méthodes suivantes : présomptive ou substrat enzymatique.

Méthode d'analyse présomptive

Les tests présomptifs sont la méthode traditionnelle utilisée pour identifier des indicateurs bactériens dans l'eau de boisson. Tandis que les bactéries coliformes croissent, elles font fermenter du lactose et produisent du gaz, changeant la couleur du milieu de culture et faisant des bulles. Comme certaines bactéries non coliformes peuvent aussi faire fermenter du lactose, cette première analyse est appelée test "présomptif". Les bactéries d'un test positif peuvent ensuite être multipliées dans un milieu de culture qui teste plus spécifiquement les coliformes, conduisant à des résultats "confirmés". Enfin, l'analyse peut être "complétée" en faisant passer des échantillons positifs du test confirmé par des étapes d'identification supplémentaires. Chacune des trois étapes (présomptive, confirmée et complétée) requiert 1-2 jours d'incubation. Habituellement, seules les deux premières étapes sont réalisées pour les analyses de coliformes et coliformes thermorésistants, tandis que les trois phases sont complétées dans le cadre d'un contrôle périodique de la qualité, ou pour une identification formelle de *E. coli*.

Méthodes d'analyse par substrat enzymatique

Au cours des dernières analyses, on a développé des analyses qui identifient chimiquement les enzymes spécifiques produites par des indicateurs bactériens particuliers. Ces enzymes réagissent avec les substrats spécifiques du milieu de culture et entraînent généralement un important changement de couleur, facilement identifiable. Ces tests sont plus rapides que la méthode d'analyse présomptive : certains peuvent donner des résultats en 24 heures ou moins. De plus, ils sont souvent plus spécifiques que les tests présomptifs ; ainsi des tests confirmatifs ne sont généralement pas nécessaires. Le principal inconvénient est le coût d'achat supérieur des tests à substrat enzymatique. De même, le milieu de culture n'existe pas sous forme de poudre. Il est le plus souvent sous forme de liquide ou de gélose, qui doit être réfrigéré. Deux des méthodes par enzymes pour l'eau de boisson les plus courantes sont brièvement décrites ci-dessous.

Bêta-galactosidase (Bêta-gal) : Les bactéries coliformes produisent l'enzyme bêta-gal. On a développé un certain nombre de substrats spécifiques qui réagissent avec cette enzyme pour produire une couleur vive, généralement jaune ou rouge foncé.

Bêta-glucuronidase (Bêta-gluc) : Plus de 95% des *E. coli* produisent l'enzyme bêta-gluc. Cette enzyme réagit avec le substrat 4-méthylumbelliféryl-bêta-D-glucoside (MUG) pour créer un produit chimique qui brille en bleu quand il est exposé à la lumière ultraviolette. D'autres substrats peuvent produire une couleur visible, habituellement bleue (ex : le 4-chloro-3-indolyl-bêta-D-glucuronide, également appelé X-gluc).

Beaucoup de tests P-A, NPP et de filtration par membrane disponibles sur le marché font appel à des méthodes utilisant un substrat enzymatique. Ces tests sont recommandés par CAWST en raison de leur simplicité et de leur spécificité, et constituent la base de la discussion sur les milieux de culture dans ce Manuel. Voir en Annexe 5 un résumé des différents milieux de culture pour la filtration par membrane.

(Adapté de l'UNICEF, 2008)

7.6.1 Présence-Absence

La présence-absence (P-A) est un test qualitatif qui dépend d'un changement de couleur pour déterminer la présence d'une contamination. Si le test est positif, signifiant que l'indicateur bactérien est présent, l'échantillon d'eau prendra une couleur particulière. Les tests P-A ne vous donneront pas la quantité de ces bactéries dans l'échantillon d'eau.

Les tests P-A ne sont en général appropriés que dans les circonstances où des coliformes thermorésistants ne sont que rarement trouvés, et où la contamination ne se produit qu'à des niveaux faibles (ex : dans des puits profonds). Les méthodes d'analyse quantitative, comme le NPP et la filtration sur membrane, sont préférées lorsqu'une contamination fécale de l'eau de boisson est connue ou probable. Par exemple, les méthodes d'analyse quantitative sont plus adaptées lors de l'analyse d'une source d'eau de surface ou d'un puits non protégés. Si des résultats positifs sont obtenus lors d'une analyse P-A, l'échantillon doit être testé à nouveau, soit par NPP soit par filtration par membrane, afin de confirmer le niveau de contamination.

L'analyse P-A ne permet pas de contrôler l'efficacité du traitement des technologies de TED. Nous savons déjà que beaucoup de ces technologies peuvent ne pas atteindre 100% d'élimination des bactéries, donc il est possible que les tests P-A se révèlent positifs lors de l'analyse de l'eau traitée. Ce test P-A n'indiquera pas le niveau de contamination, bien que la qualité de l'eau traitée soit meilleure que celle de la source originale, ni ne permettra de déterminer l'efficacité d'élimination des technologies de TED.

Les avantages de cette méthode sont qu'elle est relativement bon marché, rapide et simple d'utilisation. Sa principale limite est qu'elle ne donne un résultat que de type positif ou négatif ; les résultats ne précisent pas la quantité exacte de bactéries dans l'échantillon.

Résumé des avantages et limites de la Présence-Absence

Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none"> • Simple à comprendre et utiliser (requiert une formation minimale) • Donne des résultats rapidement (en 24 h) • Certains tests ne requièrent pas de matériel supplémentaire (ex : incubateur) • Portable et durable sur le terrain • Bon marché pour un nombre de tests limité 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne fournit que des résultats qualitatifs, n'indique pas le type et la quantité de bactéries. • Non conseillée par l'OMS pour l'analyse de l'eau de surface et des approvisionnements en eau non traitée dans les petites communautés. • Incapable de déterminer l'efficacité d'élimination des technologies TED.



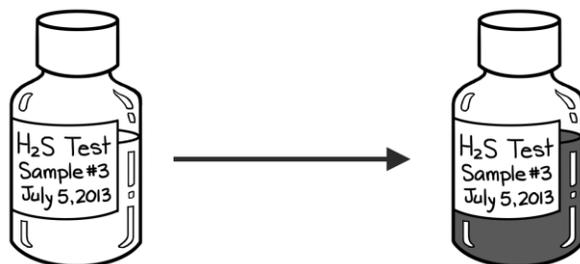
Les tests P-A sont conçus pour être utilisés là où l'eau *n'est selon toute probabilité* polluée (c'est-à-dire que les résultats du test est négatif), comme les eaux souterraines et les approvisionnements communautaires traités et acheminés par canalisations jusqu'aux domiciles des individus. Si l'analyse

Il existe différents tests P-A sur le marché, utilisant des méthodes par substrat enzymatique. Voir en Annexe 2 des Fiches de Produit pour différents fabricants de tests P-A. Bain *et al.* (2012) ont aussi élaboré un catalogue de différents tests P-A adaptés aux pays en développement (voir les Références pour obtenir ce document gratuit et disponible en ligne).

Les différents produits P-A peuvent tester trois types d'indicateurs bactériens :

1. Les bactéries produisant du H₂S
2. Les bactéries coliformes totales
3. Les bactéries coliformes totales et *E. coli*

Il y a différents tests P-A utilisant des bactéries H₂S et produits par différents fabricants. Par exemple, pour le test P-A fabriqué par ENPHO au Népal, une bandelette de papier réactif est plongée dans l'échantillon d'eau. Si la bandelette devient noire dans les 24 heures, cela signifie que du H₂S a été produit, impliquant que des bactéries d'origine fécale sont probablement présentes dans l'échantillon d'eau.



L'eau noire est le résultat positif pour les bactéries H₂S et une probable contamination fécale

Il existe aussi différents tests P-A utilisant les coliformes totaux et/ou *E. coli* comme indicateurs. Le processus général pour ces tests est le suivant :

1. Un réactif en poudre est ajouté à l'échantillon
2. L'échantillon est incubé pendant 24-48 heures à 35°C
3. Les résultats sont lus : Incolore = négatif, Couleur = coliformes totaux présents, Fluorescent = *E. coli* présente (vérifié avec une lampe UV)



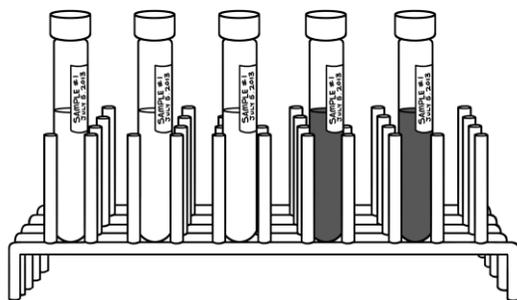
Une eau incolore indique un résultat négatif pour les coliformes totaux, une eau colorée indique que des coliformes totaux sont présents, une eau fluorescente indique que *E. coli* est présente (se voit avec une lampe UV)

7.6.2 Nombre le plus probable

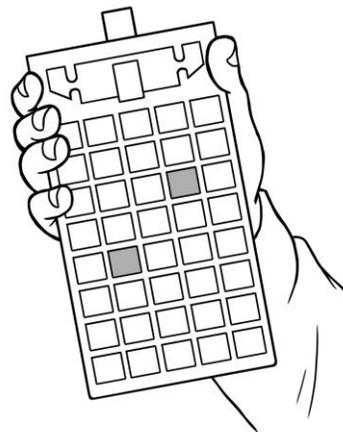
La méthode d'analyse par le nombre le plus probable (NPP) estime le nombre de bactéries indicatrices dont la présence dans l'échantillon d'eau est très probable.

De multiples échantillons (1-10 mL) de l'eau traitée sont ajoutés à un milieu de culture dans des tubes stériles, et incubés à une température spécifique ou pendant un période donnée (habituellement 24 heures). On se sert couramment de trois ou cinq tubes, bien que dix tubes puissent être utilisés pour une meilleure sensibilité.

Il devient de plus en plus courant d'utiliser un plateau jetable présentant de multiples petites cavités plutôt que des tubes, car cela simplifie la procédure. On peut réaliser une estimation statistique du nombre le plus probable de bactéries en comptant le nombre de tubes ou cavités présentant un résultat positif, et en le comparant avec un tableau. Les résultats sont transcrits en NPP par 100 mL (UNICEF, 2008).



Tubes multiples (10 mL chacun)



Cavités multiples sur un plateau jetable

Le tableau suivant est un exemple pour déterminer le NPP de bactéries indicatrices dans un échantillon au moyen d'une analyse avec dix tubes. Notez que l'index NPP est spécifique au produit et que vous devez vous reporter aux instructions du fabricant pour calculer les unités formatrices de colonies (CFU) par 100 mL.

Exemple d'Index NPP pour 10 Tubes

Nombre de tubes positifs	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Index NPP (UFC/100 mL)	<1,1	1,1	2,2	3,6	5,1	6,9	9,2	12,0	16,1	23,0	>23

L'analyse NPP est relativement simple lorsqu'on utilise un plateau, bien qu'une certaine formation puisse être nécessaire. Cette méthode est devenue plus répandue pour l'analyse de *E. coli* sur le terrain, notamment pour les chercheurs universitaires. Elle utilise une température d'incubation plus basse, 35°C au lieu de 44.5°C, ce qui est moins stressant pour les les

bactéries. Un autre avantage important est qu'elle peut être utilisée pour tester une eau turbide, qui est plus difficile à analyser par filtration par membrane.

La principale limite de l'utilisation de la méthode NPP est que le résultat est une approximation statistique (UNICEF, 2008). Elle peut aussi devenir plutôt chère lorsque vous devez faire de nombreuses analyses, et les plateaux jetables génèrent beaucoup de déchets.

Résumé des avantages et limites du NPP

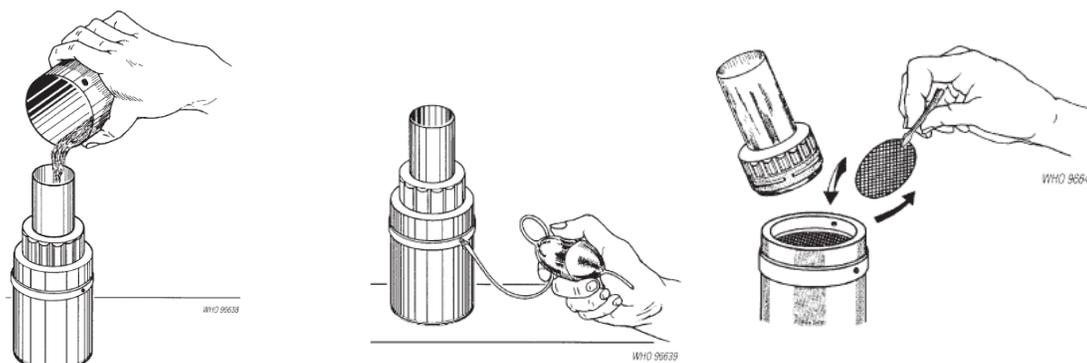
Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none"> • Donne des résultats semi-quantitatifs • Relativement simple à comprendre et utiliser (nécessite une certaine formation) • Relativement bon marché pour les analyses occasionnelles • Peut être utilisé avec des eaux turbides 	<ul style="list-style-type: none"> • Les résultats sont une estimation statistique • Demande plus de travail que l'analyse P-A • Requiert une certaine formation • Requiert plus de matériel que l'analyse P-A (ex : alimentation électrique, incubateur, pipettes) • Peu pratique s'il faut tester de nombreux échantillons en une fois (>10)

Voir en Annexe 2 des Fiches de Produit pour différents fabricants de tests NPP. Bain *et al.* (2012) ont aussi élaboré un catalogue de différents tests NPP adaptés aux pays en développement (voir les Références pour obtenir ce document gratuit et disponible en ligne).

7.6.3 Filtration par membrane

La filtration par membrane (FM) est la méthode la plus précise pour déterminer le nombre de bactéries indicatrices dans un échantillon d'eau, et est une méthode standard internationalement reconnue pour l'analyse de qualité de l'eau.

La filtration par membrane peut être réalisée dans un laboratoire ou au moyen d'un kit d'analyse portable. En général, un échantillon d'eau de 100 ml est aspiré à travers un papier filtre au moyen d'une petite pompe à main. Après la filtration, les bactéries restent sur le papier filtre que l'on place ensuite dans un boîte de Pétri avec une solution nutritive (appelée aussi milieu de culture). Les boîtes de Pétri sont placées dans un incubateur à une température et pendant une durée spécifiques, qui peuvent varier en fonction du type d'indicateur bactérien et de milieu de culture. Après incubation, les colonies bactériennes sont visibles à l'œil nu ou avec une loupe. La taille et la couleur des colonies dépendent du type de bactéries et du milieu de culture utilisé. Les colonies bactériennes sont dénombrées pour déterminer le nombre d'unités formatrices de colonies (CFU) par 100 mL.



- 1- Verser l'échantillon d'eau dans l'appareillage de filtration par membrane portable, 2- aspirer l'eau à travers le papier filtre au moyen d'une petite pompe à main, 3- retirer le papier filtre avec les bactéries de l'échantillon d'eau (Crédit : OMS, 1997)

La filtration par membrane est facilement reproductible et peut être utilisée pour analyser des volumes d'échantillon relativement grands. Cependant, elle a aussi ses limites, notamment lors de l'analyse d'eaux présentant des niveaux élevés de turbidité ou de bactéries non coliformes (d'origine naturelle). La turbidité provoquée par la présence d'algues ou de particules en suspension peut obstruer la membrane ou empêcher la croissance de bactéries indicatrices sur le papier filtre. Des valeurs de coliformes faibles peuvent être dues à la présence d'un nombre élevé de bactéries non coliformes, de métaux toxiques, ou de composés organiques toxiques (ex : phénols).

Résumé des avantages et limites de la filtration par membrane

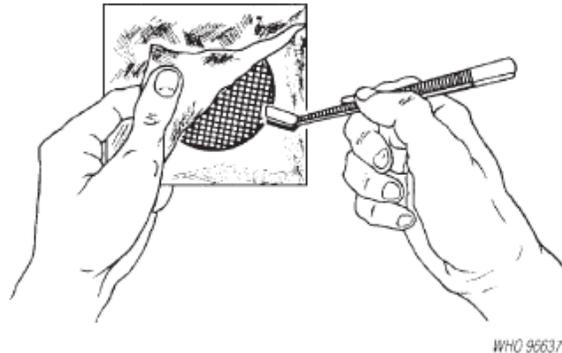
Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none"> Fournit des résultats quantitatifs Méthode la plus précise pour déterminer le nombre de bactéries indicatrices ; les résultats sont obtenus en comptant directement les colonies de bactéries indicatrices De nombreux échantillons peuvent être testés en même temps Méthode d'analyse reconnue internationalement 	<ul style="list-style-type: none"> Requiert plus de travail que les méthodes P-A ou NPP Résultats plus difficiles à comprendre et à interpréter ; demande davantage de formation Requiert plus de matériel que les analyses P-A et NPP (ex : alimentation électrique, incubateur, pipettes, papier filtre, boîtes de Pétri) Plus difficile de tester une eau turbide (une dilution est nécessaire) Les consommables peuvent être chers

Voir en Annexe 2 des Fiches de Produit pour les kits d'analyse portables utilisant une filtration par membrane.

Papier filtre

Le papier filtre, également appelée filtre à membrane, sert à piéger les bactéries de l'échantillon d'eau. Une taille de pore de 0.45 μm est la plus couramment utilisée, car elle permet de filtrer toutes les bactéries coliformes. Le papier filtre est habituellement quadrillé afin de compter les colonies bactériennes plus facilement. Il existe différents types de papiers filtres, avec des

quadrillages de différentes couleurs, disponibles chez les fabricants. Voir en Annexe 2 les Fiches de Produit qui énumèrent les fabricants de papier filtre.



Retirer un papier filtre de son emballage stérile (Crédit : OMS, 1997)

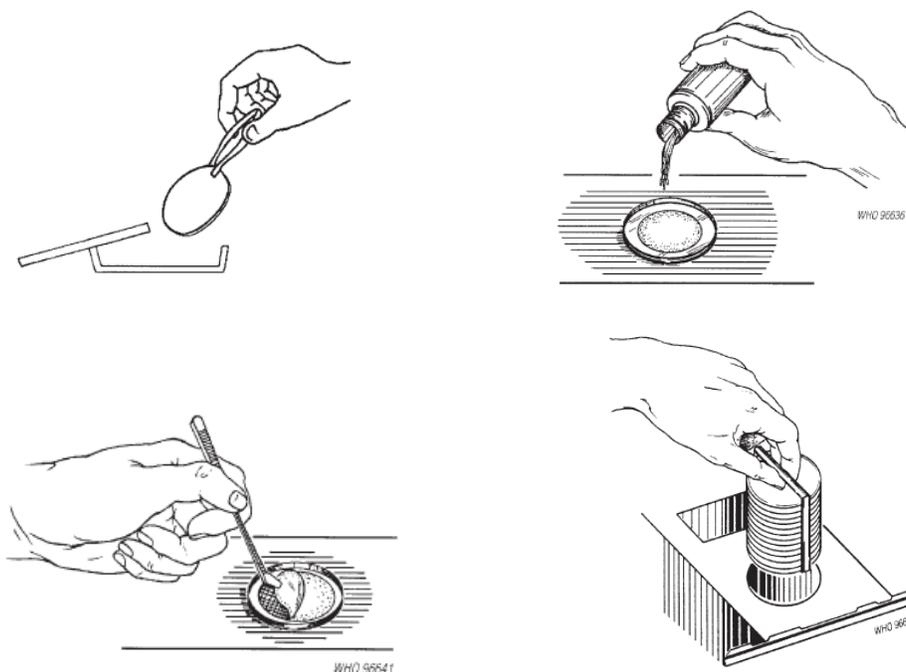
Milieu de culture

Les bactéries ne peuvent être vues par l'œil humain. Afin de les observer, on les fait "proliférer" dans des conditions contrôlées jusqu'à atteindre une taille qui permet de les voir et de les dénombrer. Les milieux de culture sont des substances contenant des nutriments qui vont aider les bactéries à se développer. Les milieux de culture sous forme liquide sont appelés bouillons, et sous forme semi-solide (gel) ils sont qualifiés de géloses. Différents milieux sont utilisés pour cultiver différents indicateurs bactériens.

Dans la plupart des cas, Le milieu de culture est versé sur un tampon absorbant dans une boîte de Pétri. La papier filtre avec les bactéries est ensuite placé dessus, et s'imprègne du milieu de culture. La boîte de Pétri contenant le milieu de culture et le papier filtre est ensuite incubée afin que les bactéries se reproduisent des centaines de milliers de fois et finissent par apparaître sous forme de petites taches appelées colonies. Le nombre de colonies formées dans le milieu est noté en unités formatrices de colonies (CFU) par unité de volume d'échantillon d'eau (ex : 100 ml), donc en CFU/100 ml).

Des milieux de culture différents ont des exigences de stockage et des durées de conservation différentes. Une fois ouvert, le milieu est exposé à la contamination et doit être correctement stocké. Assurez-vous de suivre les instructions du fabricant sur la façon correcte d'utiliser et de stocker le milieu.

L'Annexe 5 propose un tableau avec les milieux de culture les plus couramment utilisés et leurs caractéristiques. Bain *et al.* (2012) ont aussi élaboré un catalogue de différents milieux de culture adaptés aux pays en développement (voir les Références pour obtenir ce document gratuit et disponible en ligne).



1- Un tampon absorbant est placé dans une boîte de Pétri, 2- le milieu de culture est versé dessus, 3- le papier filtre avec les bactéries est ajouté, et 4- la boîte de Pétri est placée dans l'incubateur (Crédit : OMS, 1997)

Résumé des milieux de culture

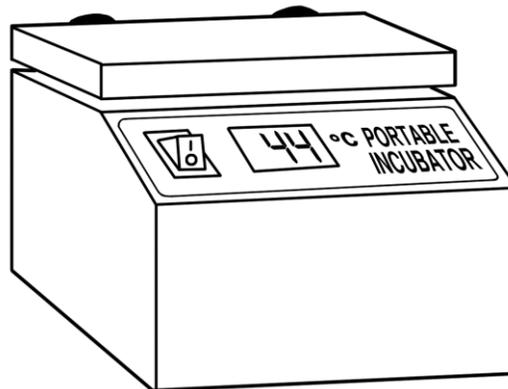
<p>Les tampons nutritifs sont préparés avec des bouillons déshydratés dans des boîtes de Pétri en plastique.</p> <p>Ils requièrent une réhydratation avec 2-3 ml d'eau distillée dans chaque boîte de Pétri.</p> <p>Ces boîtes de Pétri ne peuvent être réutilisées</p> <p><i>Notes :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Les tampons nutritifs sont pratiques car ils minimisent la contamination et aucune préparation n'est nécessaire • Ils peuvent être chers pour de nombreux tests et sont volumineux pour le transport. 	<p>Les bouillons peuvent se trouver en poudre (nécessite une préparation avec de l'eau distillée) ou en liquide (pas de préparation requise)</p> <p>Les gélases doivent être préparées en mélangeant la poudre de gélose avec de l'eau et en chauffant. Lorsque le milieu est encore liquide, il est versé dans des boîtes de Pétri. Il deviendra un gel semi-solide à température ambiante.</p> <p><i>Notes :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Les bouillons liquides ne nécessitent aucune préparation • Les bouillons en poudre sont généralement les plus économiques pour plus de 200 tests. • Les poudres ne requièrent pas de stockage strict, mais les bouillons liquides doivent être réfrigérés. • Les gélases nécessitent des boîtes de Pétri plus hautes et doivent être préparées à l'avance. • Les plaques de gélases pré-versées peuvent aussi être achetées mais coûtent le plus cher. • Les bouillons sont plus utilisés que les gélases pour les analyses sur le terrain
---	--

Les bactéries sont vivantes et stressées par le processus de filtration. Les bactéries stressées ne croissent pas bien et peuvent mourir si elles sont stressées encore davantage par la chaleur. Vous devez donc laisser les échantillons 1-4 heures à la température de la pièce avant de les incuber, afin de permettre aux bactéries de récupérer et de garantir qu'elles survivront et se multiplieront.

Incubateur

L'incubateur est un autre élément important nécessaire pour la filtration par membrane, et parfois pour les tests P-A et NPP. Il existe différents types d'incubateurs fabriqués par différents fabricants. Certains incubateurs sont portables et fonctionnent sur batterie, tandis que d'autres doivent rester à un endroit et être branchés sur le secteur.

La température d'incubation est essentielle pour garantir la précision des résultats de l'analyse microbiologique. Différents milieux de culture requièrent différentes températures pour faire croître la bactérie indicatrice spécifique. Par exemple, les coliformes thermorésistants se développent à 44°C. Le fabricant du milieu de culture va donner des instructions sur la température nécessaire pour l'incubation.



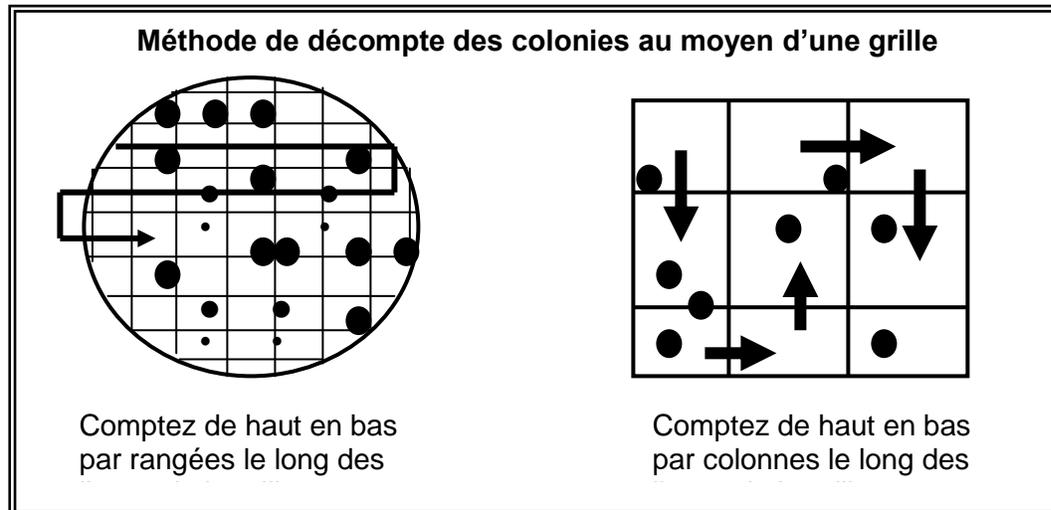
Les incubateurs doivent être étalonnés régulièrement pour s'assurer que la température est juste. Les fabricants vont donner des instructions sur la fréquence d'étalonnage de l'incubateur et la procédure.

Techniques de décompte des colonies

Après incubation, vous devez enlever les boîtes de Pétri et compter les colonies. Vous compterez toutes les colonies d'une certaine couleur, en fonction de l'indicateur bactérien et du milieu de culture utilisé.

La taille des colonies peut varier considérablement. En général, là où il y a un grand nombre de colonies, celles-ci sont de diamètre plus petit. Lorsque les colonies sont moins nombreuses, elles ont tendance à être plus grosses. La raison en est que les colonies luttent pour les éléments nutritifs et grossiront davantage lorsqu'il n'y a pas de concurrence.

Utilisez le quadrillage du papier filtre pour faciliter le décompte d'un grand nombre de colonies. Examinez et comptez toutes les colonies de la couleur spécifique que vous cherchez. Les colonies apparaissant dans chaque case de la grille sont comptées. Allez de haut en bas et de gauche à droite jusqu'à avoir couvert toutes les cases.



Vous noterez le nombre d'unités formatrices de colonies (CFU) par 100 ml d'échantillon d'eau. Il est difficile de compter plus de 100 colonies. Les boîtes de Pétri contenant plus de 200 colonies peuvent être marquées "trop nombreuses pour être comptées" (TNTC). Certaines colonies peuvent se chevaucher, provoquant des erreurs de décompte. Des dilutions peuvent être faites pour réduire le nombre de colonies et les rendre plus faciles à compter. Voir la Section 4 : Prélèvement d'échantillons et contrôle de la qualité pour des instructions sur la dilution de votre échantillon d'eau.

La plupart des fabricants de milieux de culture fournissent une fiche d'information ou un guide de résolution des problèmes qui peut vous aider lors du décompte et de l'identification des colonies.



Lorsque vous testez les coliforms totaux et fécaux (ou *E. coli*), gardez à l'esprit que le décompte des coliforms totaux doit inclure les colonies de coliforms fécaux (ou de *E. coli*). Par exemple, avec le bouillon m-Colibblue, si vous comptez 10 colonies rouges de coliforms généraux et 5 colonies bleues de *E. coli*, alors le nombre de coliforms totaux est de 15 et non de 10, car *E. coli* fait aussi partie du groupe des coliforms totaux.

7.7 Élimination des déchets en toute sécurité

Les cultures bactériennes doivent être éliminées correctement et en toute sécurité dans la mesure où chaque colonie est constituée de millions de bactéries. Le matériel contaminé (ex : boîtes de Pétri, flacons d'analyse, tubes à essai, tampons absorbant, papier filtre) doit être désinfecté avant d'être jeté ou réutilisé. Cela peut être réalisé par l'une des options suivantes :

1. Ajoutez du chlore liquide (eau de Javel) dans chaque boîte de Pétri (environ 2 mL) ou flacon d'analyse jusqu'à remplissage. Au bout de 10 minutes de temps de contact avec l'eau de Javel, videz le liquide dans l'évier et rincez à grande eau pour diluer l'eau de Javel. Brûlez les déchets solides si possible ; sinon jetez-les à la poubelle.

2. Placez les éléments contaminés (ex : boîtes de Pétri, tampons absorbants, papier filtre) dans de l'eau bouillante pendant au moins 10 minutes. Vous préférerez peut-être faire cela en extérieur car l'odeur peut être désagréable. Brûlez les déchets solides si possible ; sinon jetez-les à la poubelle. Utilisez un sac poubelle dédié et essayez de ne pas mélanger les déchets aux ordures municipales normales.
3. Plongez les flacons d'analyse, boîtes de Pétri, tampons et papiers filtres dans un seau contenant au moins 70 ml d'eau de Javel mélangée à 2 litres d'eau. Laissez en contact au moins 1 heure, puis faites bouillir les boîtes de Pétri pendant 10 minutes afin des les désinfecter complètement et de rincer l'eau de Javel. Brûlez les déchets solides si possible ; sinon jetez-les à la poubelle. Utilisez un sac poubelle dédié et essayez de ne pas mélanger les déchets aux ordures municipales normales.

Lavez-vous toujours les mains soigneusement avec du savon après avoir manipulé des déchets contaminés et avant de toucher du matériel propre et stérilisé. Si possible, portez des gants jetables.

7.8 Résumé des informations clés

- Bien que plusieurs contaminants dans l'eau présentent un danger pour l'homme, la principale priorité est de s'assurer que l'eau de boisson ne contient pas d'agents pathogènes. Le principal risque pour la santé publique posé par les microorganismes est associé à la consommation d'eau contaminée par des excréments humains et animaux (OMS, 2007).
- Les Directives de l'OMS pour la Qualité de l'Eau de Boisson recommandent que l'eau destinée à être bue ne doit présenter aucune contamination fécale dans tout échantillon de 100 ml.
- L'OMS reconnaît qu'il peut être difficile d'obtenir une contamination fécale nulle, notamment dans les pays en développement où de nombreuses personnes dépendent de systèmes d'eau de boisson domestiques ou communautaires. Il est recommandé que dans ces conditions, les valeurs des directives soient vues comme des buts pour le futur plutôt que des exigences immédiates (OMS, 2011).
- Il existe de nombreux types différents d'agents pathogènes et il serait trop cher et trop long de les analyser un par un. On peut déterminer la contamination fécale de l'eau de boisson en utilisant des organismes indicateurs, habituellement des organismes indicateurs bactériens. Il existe des microorganismes dont la présence dans l'eau signale la présence probable d'excréments, et potentiellement d'agents pathogènes.
- *Escherichia coli* (également appelée *E. coli*) est le principal organisme indicateur permettant de prouver l'absence de contamination fécale de l'eau. Cependant, l'analyse des bactéries coliformes thermorésistantes peut être une alternative acceptable dans de nombreuses circonstances (OMS, 2011).
- Analyser la présence de chaque agent pathogène potentiel dans l'eau serait à la fois long, compliqué et coûteux. A la place, on utilise la présence ou l'absence de certains organismes bactériens indicateurs pour déterminer la salubrité de l'eau. L'indicateur de contamination fécale le plus fréquemment utilisé est *E. coli*.
- Il y a trois méthodes d'analyse principales permettant de déterminer la présence de bactéries indicatrices dans l'eau de boisson : 1) présence-absence, 2) nombre le plus probable et 3) filtration par membrane.

- Différents produits pour chacune des méthodes d'analyse sont maintenant répandus et disponibles sur le marché. L'Annexe 2 propose des Fiches de Produit pour différents matériels et consommables.
- La présence-absence (P-A) est un test qualitatif qui dépend d'un changement de couleur pour déterminer la présence d'une contamination. Si le test est positif, signifiant que l'indicateur bactérien est présent, l'échantillon d'eau prendra une couleur particulière. Les tests P-A ne vous donneront pas la quantité de ces bactéries dans l'échantillon d'eau.
- La méthode d'analyse par le nombre le plus probable (NPP) estime le nombre de bactéries indicatrices dont la présence dans l'échantillon d'eau est très probable.
- La filtration par membrane est la méthode la plus précise pour déterminer le nombre de bactéries indicatrices dans un échantillon d'eau. C'est une méthode standard internationalement reconnue pour l'analyse de qualité de l'eau.

7.9 Références

Bain, R., Bartram, J., Elliott, M., Matthews, R., McMahan, L., Tung, R., Chuang, P. et S. Gundry (2012). A Summary Catalogue of Microbial Drinking Water Tests for Low and Medium Resource Settings. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2012, 9, 1609-1625. Disponible à : www.mdpi.com/1660-4601/9/5/1609

BCCDC Environmental Health Laboratory Services (2006). Safe Drinking Water: Public Health Laboratory Surveillance Update. Colombie-Britannique, Canada. Disponible à : www.vch.ca/media/Safe%20Drinking%20Water_%20Public%20Health%20Laboratory%20Surveillance.pdf

Crump, J., Luby, S. et E. Mintz (2004). The Global Burden of Typhoid Fever. *Bulletin of the World Health Organization*, Mai 2004, 82(5). Disponible à : www.who.int/rpc/TFDisBurden.pdf

Harvey, P. (2007). Well Factsheet: Field Water Quality Testing in Emergencies. Water, Engineering and Development Centre, Université Loughborough, Royaume-Uni. Disponible à : www.lboro.ac.uk/well/resources/fact-sheets/fact-sheets-htm/WQ%20in%20emergencies.htm

Kappus, K., Lundgren, R., Jr., Juranek, D., Roberts, J. et H. Spencer (1994). Intestinal Parasitism in the United States: Update on a Continuing Problem. *Am J Trop Med Hyg.* 1994;50(6):705-13. Cited in Centers for Disease Control and Prevention (2011). Parasites – Giardia. Disponible à : www.cdc.gov/parasites/giardia/

Médecins Sans Frontières (1994). Public Health Engineering in Emergency Situations. MSF, Paris.

Prüss-Üstün, A., Bos, R., Gore, F. et J. Bartram (2008). Safer Water, Better Health: Costs, Benefits and Sustainability of Interventions to Protect and Promote Health. Organisation mondiale de la Santé, Genève, Suisse. Disponible à : http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241596435_eng.pdf

South African Bureau of Standards (2001). South African National Standard 241: Standard Specification for Water for Domestic Supplies. Pretoria : Normes d'Afrique du Sud.

UNICEF (2008). Manuel de Qualité de l'Eau de l'UNICEF. UNICEF, New York, USA. Disponible à : www.unicef.org/wash/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf

UNICEF Canada (2013). Des enfants meurent chaque jour à cause d'une eau insalubre, d'un mauvais assainissement et d'une mauvaise hygiène, déclare l'UNICEF. Disponible à : www.unicef.ca/en/press-release/children-dying-daily-because-of-unsafe-water-supplies-and-poor-sanitation-and-hygiene-

OMS et UNICEF (2005). Water for Life: Making it Happen. Programme Commun OMS/UNICEF de Surveillance de l'Approvisionnement en Eau et de l'Assainissement OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/1198249448-JMP_05_en.pdf

Organisation mondiale de la Santé (1997). Directives pour la Qualité de l'Eau de Boisson, 2nd Edition, Volume 3, Surveillance et Contrôle des Approvisionnement Communautaires, Genève. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index2.html

Organisation mondiale de la Santé (2002). Evaluation of the H₂S Method for Detection of Fecal Contamination of Drinking Water. Préparé par M. Sobsey et F. Pfaender, Department of Environmental Sciences and Engineering, School of Public Health, University of North Carolina, USA. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/WSH02.08.pdf

Organisation mondiale de la Santé (2009). Initiative for Vaccine Research: Typhoid Fever in Diarrhoeal Diseases. Disponible à : www.who.int/vaccine_research/diseases/diarrhoeal/en/index7.html

Organisation mondiale de la Santé (2009). Risk Assessment of Cryptosporidium in Drinking-Water. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : http://whqlibdoc.who.int/hq/2009/WHO_HSE_WSH_09.04_eng.pdf

Organisation Mondiale de la Santé (2011). Directives pour la qualité de l'eau de boisson, quatrième édition. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf

Organisation mondiale de la Santé (2012). 10 Faits sur le choléra. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/features/factfiles/cholera/en/index.html

Organisation mondiale de la Santé (2012). Évaluation rapide de la qualité de l'eau de boisson : Manuel de mise en œuvre. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

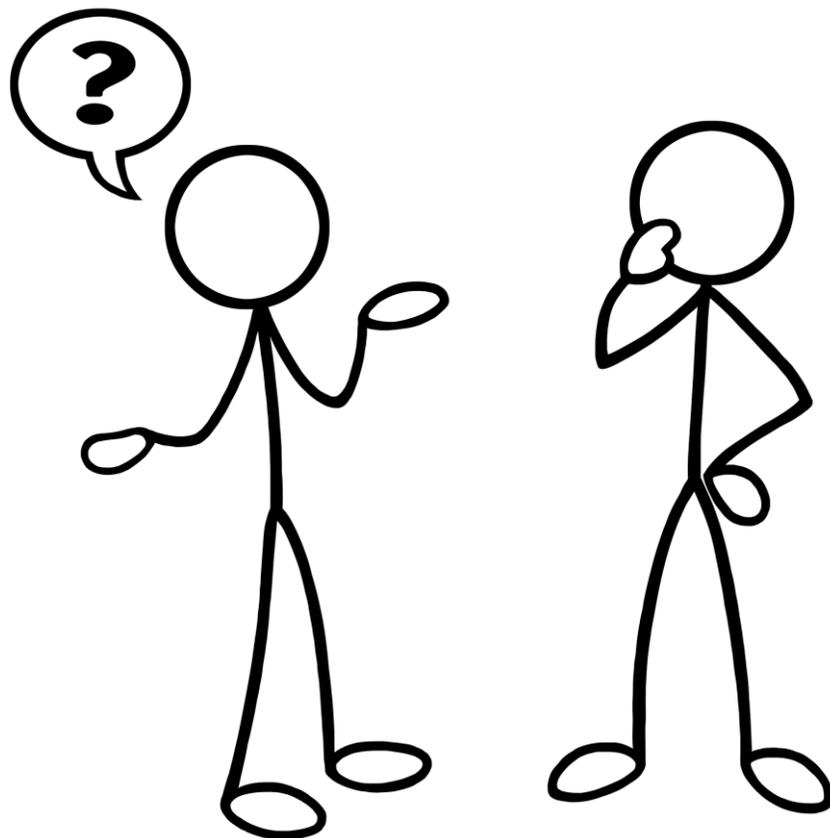
Organisation mondiale de la Santé (2013). Observatoire mondial de la Santé : Nombre de cas de choléra rapportés. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/gho/epidemic_diseases/cholera/cases_text/en/index.html

Organisation mondiale de la Santé (2013). Fiche de données sur l'hépatite A N°328. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/mediacentre/factsheets/fs328/en/

Organisation mondiale de la Santé (2013). Fiche de données sur l'hépatite E N°280. OMS, Genève, Suisse. Disponible à : www.who.int/mediacentre/factsheets/fs280/en/

Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Section 8: Interprétation des résultats d'analyse





424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canada
Tél : + 1 (403) 243-3285, Fax : + 1 (403) 243-6199
Email : resources@kawst.org, Site web : www.kawst.org

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology - Centre pour les Technologies d'Eau et Assainissement à Faible Coût) est un organisme à but non lucratif proposant des services de formation et de conseil aux organisations qui travaillent directement avec les populations des pays en développement n'ayant pas accès à l'eau potable et à un assainissement de base.

L'une des stratégies fondamentales de CAWST est de diffuser ces connaissances concernant l'eau, afin d'en faire un savoir courant. Ceci peut être réalisé, en partie, par le développement et la distribution gratuite de matériels d'éducation dans le but d'augmenter la disponibilité de l'information pour ceux qui en ont le plus besoin.

Le contenu de ce document est libre et sous licence Creative Commons Attribution Works 3.0 Unported. Pour voir une copie de cette autorisation, veuillez visiter <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>, ou écrivez à Creative Commons : 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Vous êtes libre de :

- Partager - copier, distribuer et transmettre ce document.
- Modifier – pour adapter ce document



Aux conditions suivantes :

- Indication de la source. Vous devez indiquer que CAWST est l'auteur original de ce document. Veuillez mentionner notre site internet : www.kawst.org

CAWST publiera périodiquement des mises à jour de ce document. Pour cette raison, nous ne recommandons pas que vous proposiez ce document en téléchargement sur votre site web.



CAWST fournit un mentorat et un accompagnement pour l'utilisation de ses ressources d'éducation et de formation.

Tenez-vous informé et obtenez du support :

- Dernières mises à jour de ce document :
- Autres ressources sur les formations et les ateliers
- Assistance à l'utilisation de ce document dans votre travail

www.kawst.org/resources

CAWST et ses administrateurs, employés, contractants et bénévoles n'endossent aucune responsabilité et ne donnent aucune garantie en ce qui concerne les résultats pouvant être obtenus par l'utilisation des informations fournies.



Table des matières

Section 8: Interprétation des résultats d'analyse	i
8.1 Introduction	1
8.2 Étapes dans l'Interprétation des Données	2
8.2.1 Collecte de données pour l'analyse	2
8.2.2 Vérifier la qualité des données.....	3
8.2.3 Sélectionner l'analyse appropriée	3
8.2.4 Interpréter les données en fonction des objectifs.....	5
8.2.5 Rendre compte des résultats	7
8.3 Interprétation des rapports de laboratoire	7
8.4 Résumé des informations clés.....	10
8.5 Références	10

Table des matières

Section 1 : Présentation générale de l'Analyse de la Qualité de l'Eau de Boisson

Section 2 : Planification de l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Section 3 : Inspections sanitaires

Section 4 : Prélèvement d'échantillons d'eau et contrôle de la qualité

Section 5 : Analyse des paramètres physiques

Section 6 : Analyse des paramètres chimiques

Section 7 : Analyse des paramètres microbiologiques

Section 8: Interprétation des résultats d'analyse i

8.1 Introduction 1

8.2 Étapes dans l'Interprétation des Données 2

8.2.1 Collecte de données pour l'analyse 2

8.2.2 Vérifier la qualité des données..... 3

8.2.3 Sélectionner l'analyse appropriée 3

8.2.4 Interpréter les données en fonction des objectifs..... 5

8.2.5 Rendre compte des résultats 7

8.3 Interprétation des rapports de laboratoire 7

8.4 Résumé des informations clés..... 10

8.5 Références 10

Annexe 1 : Formulaires d'inspection sanitaire

Annexe 2 : Fiches de produits

Annexe 3 : Fiches de données chimiques

Annexe 4 : Directives de l'OMS pour les produits chimiques et effets sur la santé

Annexe 5 : Milieux de culture

Annexe 6 : Formulaire d'enregistrement des données

Annexe 7 : Rapport d'analyse de qualité de l'eau

Annexe 8 : Voyages internationaux avec du matériel d'analyse

Annexe 9 : Fiches de données par pays

8.1 Introduction

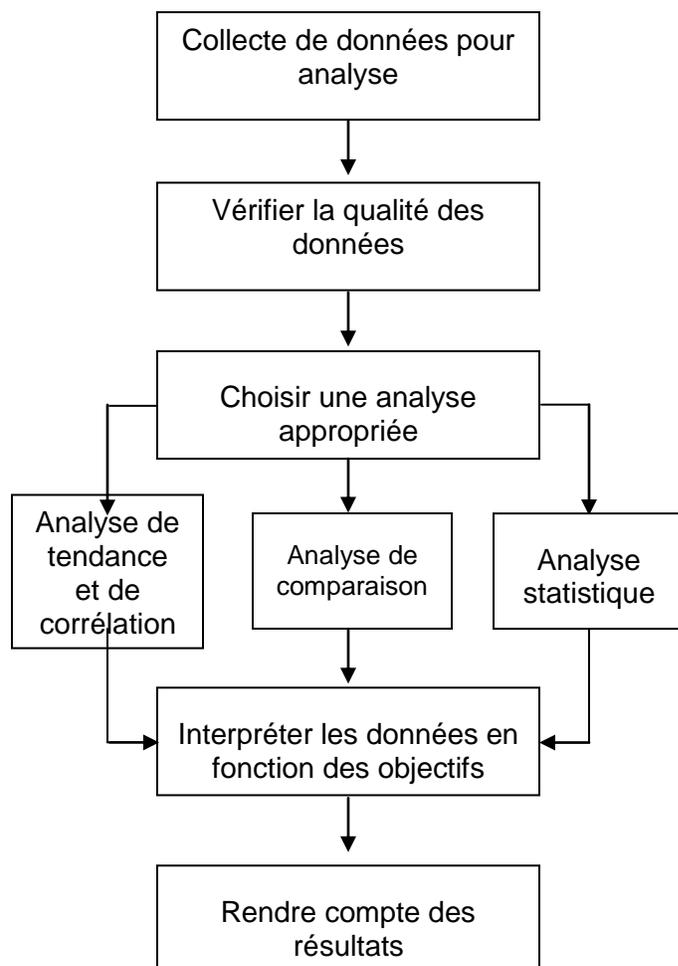
L'interprétation des données vous permet d'apprendre des résultats de l'analyse de qualité de l'eau, vous aide à améliorer votre programme de prélèvement d'échantillons, et constitue la première raison de la collecte de données. Vous devrez étudier soigneusement les chiffres et tenter de leur donner un sens pour développer vos conclusions et recommandations finales. En plus de produire un rapport d'analyse pour des contaminants donnés, la plupart des laboratoires commerciaux ou kits d'analyse portables fournissent peu d'explications sur les résultats d'analyse. L'information proposée dans cette section vous aidera à comprendre et interpréter les résultats d'analyse de qualité de l'eau.

Bien que les analyses physique, chimique et microbiologique soient distinctes, il est utile de comparer les résultats afin de déterminer d'éventuelles corrélations.

Il existe trois approches principales pour l'interprétation des données produites par les analyses de qualité de l'eau, qui seront expliquées dans les sections suivantes :

1. Les résultats peuvent être comparés aux normes nationales de qualité de l'eau ou aux Directives de l'OMS pour la Qualité de l'Eau de Boisson.
2. Les résultats peuvent être étudiés pour voir comment ils changent avec le temps et le lieu afin de déterminer toute tendance ou corrélation.
3. Une analyse statistique peut être effectuée à des fins académiques ou pour la recherche scientifique.

8.2 Étapes dans l'Interprétation des Données



- Entrer les données dans le tableau, tableur ou base de données approprié.
- Expliquer tout résultat inhabituel. Par exemple, si le nombre d'*E. coli* est plus élevé dans l'eau filtrée que dans l'eau d'origine, il serait bon de prélever de nouveaux échantillons à des heures et des jours différents.
- Les méthodes d'analyse des données doivent être choisies à l'avance, et il doit y avoir suffisamment de données à analyser (voir la sélection de la taille de l'échantillon en Section 2 : Planification).
- Les résultats doivent être notés sous un format simple et facile à comprendre pour le public.
- Interpréter les résultats de sorte qu'ils soient utiles aux objectifs du projet et à la situation du contexte local. En produisant les résultats, garder à l'esprit le contrôle de la qualité et la fiabilité du processus d'analyse.

(Adapté du CCME, 2006)

8.2.1 Collecte de données pour l'analyse

Les formulaires d'enregistrement des données sont utilisés pour documenter vos échantillons d'eau et résultats d'analyse. Voir en Annexe 6 un exemple de formulaire d'enregistrement des données. Ces formulaires peuvent être modifiés pour répondre aux besoins spécifiques de votre projet.

De nombreux formulaires peuvent être utilisés, en fonction du nombre d'échantillons recueillis et d'analyses effectuées ; il est donc important de choisir les bons formulaires pour noter les données.

Il est aussi important de recueillir tous les formulaires de collecte de données chaque jour, tandis que les échantillons sont prélevés et analysés. Cela permet de garantir que les

formulaire ne sont pas égarés, et que les données sont reportées dans un tableau, un tableur ou une base de données dès que possible.

8.2.2 Vérifier la qualité des données

Les formulaires d'enregistrement des données doivent être vérifiés soigneusement afin de s'assurer que toute l'information a été notée de manière claire, correcte et complète. Si une donnée est manquante ou incomplète, un autre échantillon doit être prélevé et/ou l'analyse doit être refaite pour obtenir une information juste et complète. Parmi les erreurs fréquentes d'enregistrement des données, on trouve :

- Utilisation de mauvaises unités (ex : ppb au lieu de ppm)
- Écriture pas assez claire
- Données manquantes ou incomplètes
- Erreur de décimale
- Notation de données pour le mauvais échantillon
- Notation du résultat au mauvais endroit

Si une donnée est manquante ou incomplète, ou en cas de résultat inhabituel, un autre échantillon doit être prélevé et l'analyse refaite pour obtenir une information juste et complète. Si des résultats inhabituels persistent, il peut y avoir un problème avec l'étalonnage du matériel, des bandelettes test ou un milieu de culture périmés, ou une contamination secondaire. Reportez-vous à la Section 4 : Prélèvement d'échantillons et contrôle de la qualité, qui explique comment limiter de telles erreurs.

8.2.3 Sélectionner l'analyse appropriée

Il existe trois approches principales pour l'interprétation des données produites par les analyses de qualité de l'eau :

1. Analyse de comparaison
2. Analyse de tendance et de corrélation
3. Analyse statistique

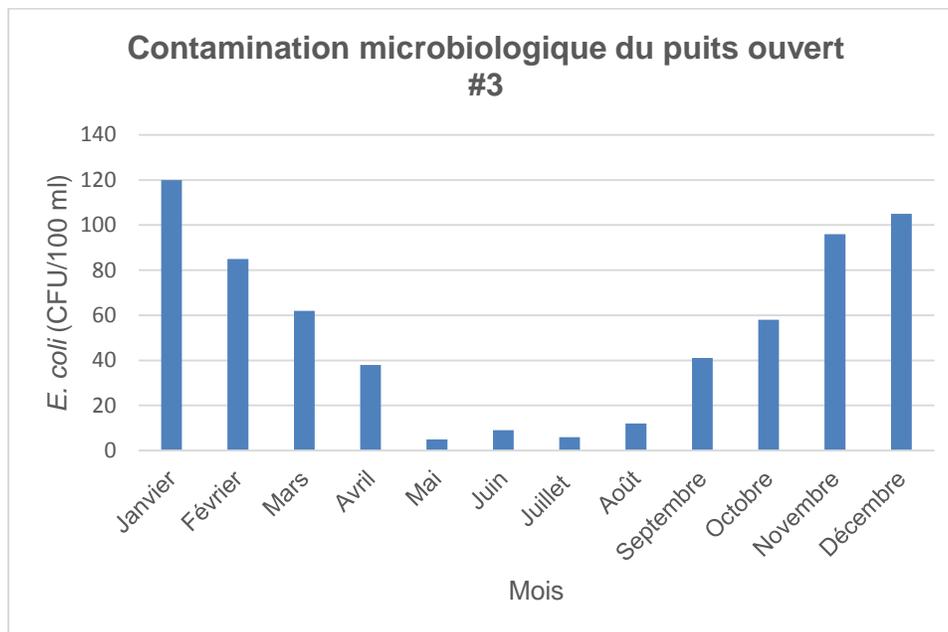
Analyse de comparaison

Une analyse de comparaison est généralement effectuée pour comparer la situation existante avec les normes nationales ou les directives de l'OMS. Ce type d'analyse peut aussi être utile pour comparer la qualité de l'eau ou l'efficacité de la technologie entre différents lieux ou groupes d'utilisateurs, comme les foyers à revenu élevé, intermédiaire ou bas.

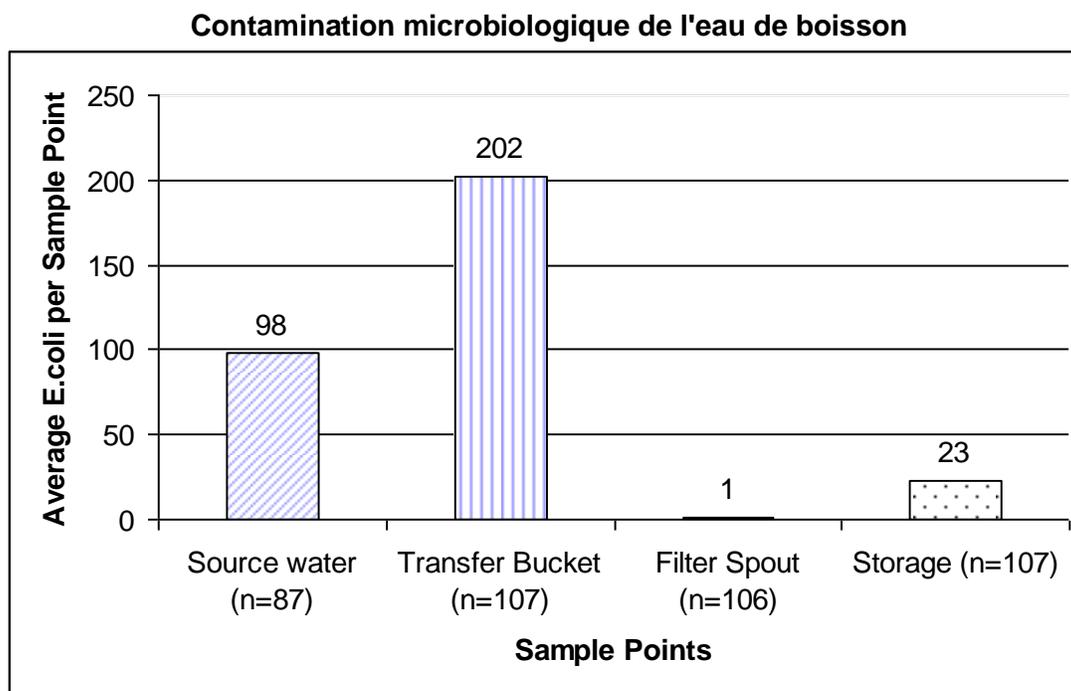
Analyse de Tendance et de Corrélation

L'analyse de tendance montre comment un paramètre physique, chimique ou microbiologique change avec le temps et le lieu. Un graphique est une excellente méthode d'affichage de vos données, et est très utile lorsque vous analysez des tendances et des corrélations. Il existe de nombreux types de graphiques, et vous êtes encouragé à trouver différentes façons d'observer vos données.

Les histogrammes peuvent illustrer les changements de la qualité de l'eau sur une période (ex. en heures, jours, mois ou années). Par exemple, le graphique linéaire suivant montre que les niveaux moyen de *E. coli* pour une source d'eau particulière ont graduellement baissé jusqu'à mai, puis ont commencé à augmenter à partir d'août.



On peut utiliser un graphique spatial pour montrer comment la qualité de l'eau varie en fonction du lieu de prélèvement des échantillons. Le graphique en barres suivant montre que l'eau de source et le seau de transport de l'eau sont tous deux contaminés par *E. coli*, mais le seau en contient des niveaux plus importants, probablement en raison d'une contamination secondaire. L'eau filtrée est bonne en termes de qualité ; cependant les résultats montrent qu'il y a un problème de nouvelle contamination dans l'eau stockée.



(Crédit : Baker et Duke, 2006)

Analyse statistique

Une analyse statistique peut être effectuée à des fins académiques ou pour la recherche scientifique. Des logiciels sont disponibles pour traiter des données numériques et effectuer des analyses statistiques. Des tableurs, comme Microsoft Excel, peuvent aussi avoir de puissantes capacités graphiques et statistiques.

L'analyse statistique pour une recherche plus rigoureuse n'est pas traitée par ce Manuel. Cependant, CAWST peut vous renvoyer vers des ressources supplémentaires pour réaliser une analyse statistique de vos résultats d'analyse de l'eau. Veuillez nous contacter à : resources@kawst.org.

8.2.4 Interpréter les données en fonction des objectifs

Il faut garder à l'esprit les objectifs généraux du projet et du programme d'analyse de qualité de l'eau lors de l'interprétation des résultats d'analyse. Différents objectifs peuvent conduire à différentes interprétations de mêmes résultats d'analyse. Comme il a été expliqué en Section 2 : Planification de l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson, voici quelques exemples d'objectifs d'une analyse de qualité de l'eau :

- Identifier une source d'eau de boisson appropriée
- Identifier le foyer d'une maladie liée à l'eau de boisson
- Étudier les changements saisonniers de la qualité de l'eau de boisson
- Accroître la sensibilisation des usagers à la qualité de l'eau
- Évaluer l'efficacité de réduction de la turbidité et du niveau d'agents pathogènes de la conservation et du traitement de l'eau à domicile (CTED)

- Évaluer la concentration d'arsenic et de fluorure dans l'eau de boisson
- Résoudre les problèmes dans le cadre du programme de contrôle permanent
- Contrôler la conformité aux normes ou directives
- Évaluer l'efficacité d'un projet d'eau salubre

Les exécutants de projet effectuent souvent une analyse de qualité de l'eau pour sensibiliser la communauté à la différence entre l'eau contaminée et l'eau traitée (par exemple en utilisant un simple test présence-absence pour montrer la contamination microbiologique). Dans ces situations, les résultats peuvent être présentés sur-le-champ à la communauté avant interprétation de l'ensemble des données. Cette situation peut parfois se retourner contre vous si vous produisez un résultat négatif devant la communauté sans avoir la possibilité de l'expliquer ou d'effectuer un contrôle de la qualité pour le vérifier. Cela peut aisément créer une impression négative sur la mise en œuvre du projet et doit être évité si possible. S'il est nécessaire de diffuser des résultats initiaux, il est important d'insister sur le fait qu'ils ne sont que partiels et que des résultats complets seront disponibles après que les données aient été interprétées.



Comment calculer le % d'efficacité d'élimination du traitement de l'eau

$$\frac{\text{Décompte de colonies de } E. coli \text{ dans l'eau de source} - \text{Décompte de colonies de } E. coli \text{ dans l'eau traitée}}{\text{Décompte de colonies de } E. coli \text{ dans l'eau de source}} \times 100$$

= % Efficacité d'Élimination

La même formule peut être utilisée pour calculer l'efficacité du traitement dans l'élimination de paramètres physiques (ex : turbidité) ou chimiques (ex : arsenic, fluorure) de l'eau de boisson.

8.2.5 *Rendre compte des résultats*

Le but premier d'un rapport est de partager vos résultats, conclusions et recommandations avec un public. Cette information doit être regroupée dans un format bien organisé et facile à lire. Il est particulièrement important d'inclure des graphiques et des tableaux pour rendre le rapport facile à comprendre.

Les rapports doivent être faits dès que possible pour que des actions correctives soient menées afin de garantir la salubrité de l'eau. Il est aussi important de partager les résultats avec les usagers et/ou la communauté afin qu'ils soient conscients de la qualité de leur eau de boisson et comprennent si des actions correctives doivent être menées. Rendre compte des résultats donne aussi un retour sur la façon d'améliorer la mise en œuvre du projet.

L'Annexe 7 donne un exemple de rapport d'analyse de qualité de l'eau.



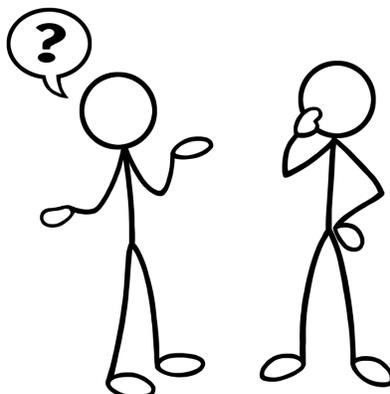
Dans la mesure où la qualité de l'eau de boisson est un sujet sensible, se contenter d'annoncer les résultats d'analyse sans conseils ni explication peut conduire à des interprétations erronées et des actions ou inactions inappropriées (notamment si le rapport est diffusé en dehors de l'organisation). L'analyse de qualité de l'eau peut être un puissant outil de sensibilisation et de mobilisation lorsque les résultats sont interprétés et présentés

8.3 *Interprétation des rapports de laboratoire*

Si vous envoyez votre eau à un laboratoire commercial pour analyse, vous recevrez un rapport contenant les résultats. La plupart des laboratoires fournissent peu d'explications supplémentaires sur les résultats d'analyse, excepté les unités utilisées et éventuellement une note dans le cas où un problème a été identifié.

Un rapport de laboratoire contiendra normalement un tableau des paramètres physiques, chimiques et microbiologiques ayant été testés sur votre échantillon, ainsi que les concentrations de chacun d'entre eux. Si vous avez quelque problème que ce soit pour comprendre la façon dont l'information est présentée dans le rapport, vous devez contacter le laboratoire directement pour obtenir des explications.

Voici deux exemples de rapports, qui montrent comment différents laboratoires utilisent différents formats pour rendre compte des résultats d'analyse.





P.O. Box 250107, Ndola. Zambia;
Plot 384 Makoli Avenue, Town Center
Ndola. Zambia

Cellular: +26 0976 173020 / +26 0955 992826 / +26 0967 605730 — Tele-Fax +26 0212 680143
E-mail: shipzambia@gmail.com; Website: www.sohip.org

AFMAC WATER ANALYSIS REPORT

Ref No.....025497

ORGANISATION: FOUNDATION FOR AFRICA

LOCATION:

SOURCE TYPE / SAMPLE DISCRIPTION: BOREHOLE WITH HAND PUMP & TANK

DATE SAMPLED: 2012-11-14

DATE TESTED: 2012-11-14 & 15

PARAMETER	UNIT	Hand pump Mark 11	Water Tank Via Tap	Zambian Standard (Maximum Permissible Limit)	WHO Guidelines
E.coli	CFU/100 ml	102*	138*	0	0
pH		7.13	7.20	6.5-8.0	
Turbidity	NTU	2.14	1.32	10	<5
Iron	mg/l	0.07	0.09	1.0	0.3
Phosphate	mg/l	0.98	0.70		
Fluoride	mg/l	0.20	0.01	1.5	1.5
Nitrate	mg/l	19.8	21.2	10	50
Nitrite	mg/l	0.23	0.25	1.0	3
HardnessCaCO3	mg/l	198	130	500	
Manganese	mg/l	0.005	0.005	0.1	0.5
Chloride	mg/l	75	75	600	
Copper	mg/l	1.55	1.55	1.0	2.0

*outside Limit/Guideline

COMMENT : The quality of the water indicates fecal contamination .Chlorination of the borehole is recommended after which repeat sampling and testing should be conducted. Household water treatment is recommended .

E. BANDA _____ DATE...2012-11-15
Lab Manager

Cc Director SHIP Zambia
Program Manager AFMAC
File #

(Crédit : Seeds of Hope International Partnerships, 2012)

Northeast Environmental Laboratory, Inc.					
18 Riverside Avenue, Danvers, MA 01923					
978-777-4442 DEP #MA123					
A. Customer			Report Number	28741	
Boxford, MA 01921			Report Date	4/25/08	
68635 Kitchen Tap			Preservation 4°C, HNO3		
Collected 4/10/08 at 10:00 by AC					
Received 4/10/08 at 12:00 by DE					
Test Performed	Result	MMCL, MA maximum contaminant level SMCL, Secondary maximum contaminant level Recommended	Analyzed	Method	
Alkalinity	80	mg/L 30-100	4/10/08	2320B	
Arsenic	0.011	mg/L 0.01 maximum	4/18/08	3113B	
Calcium	31.9	mg/L 50-150	4/18/08	3111B	
Chloride	40.5	mg/L SMCL 250	4/11/08	300.0	
Conductivity	338	µS/cm	4/10/08	2510B	
Fluoride	0.45	mg/L SMCL 2.0	4/11/08	300.0	
Hardness (as CaCO3)	113	mg/L 250 maximum	4/21/08	2340B	
Iron	4.97	mg/L SMCL 0.3	4/14/08	3111B	
Lead	0.002	mg/L MMCL 0.015	4/15/08	3113B	
Magnesium	8.18	mg/L	4/18/08	3111B	
Manganese	0.03	mg/L SMCL 0.05	4/17/08	3111B	
Nitrate	< 0.04	mg/L MMCL 10	4/11/08	300.0	
Nitrite	< 0.02	mg/L MMCL 1.0	4/11/08	300.0	
Orthophosphate (as P)	< 0.08	mg/L	4/11/08	300.0	
pH	7.86	s.u. SMCL 6.5-8.5	4/10/08	4500-HB	
Potassium	1.36	mg/L	4/21/08	3111B	
Sodium	17.2	mg/L 20 maximum	4/17/08	3111B	
Sulfate	19.3	mg/L SMCL 250	4/11/08	300.0	

This water appears to be slightly corrosive.

References
 Methods for the Determination of Inorganic Substances in Environmental Samples, EPA/600/R-93/100, August, 1993.
 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th edition, 1995.

Reviewed and Approved by:
 John Lovatt
 Laboratory Director

(Crédit : Northeast Environmental Laboratory Inc.)

8.4 Résumé des informations clés

- Il existe trois approches principales pour l'interprétation des données produites par les analyses de qualité de l'eau :
 1. Les valeurs mesurées des contaminants physiques, chimiques et microbiologiques peuvent être comparées aux normes nationales de qualité de l'eau ou aux Directives de l'OMS pour la Qualité de l'Eau de Boisson.
 2. Les résultats peuvent être étudiés pour voir comment ils changent avec le temps et le lieu afin de déterminer toute tendance ou corrélation.
 3. Une analyse statistique peut être effectuée à des fins académiques ou pour la recherche scientifique.
- Voici les étapes générales dans l'interprétation des données :
 1. Collecte de données pour analyse
 2. Vérifier la qualité des données
 3. Choisir une analyse appropriée
 4. Interpréter les données en fonction des objectifs
 5. Rendre compte des résultats
- Le but premier d'un rapport est de partager vos résultats, conclusions et recommandations avec un public. Cette information doit être regroupée dans un format bien organisé et facile à lire. Il est particulièrement important d'inclure des graphiques et des tableaux pour rendre le rapport facile à comprendre.
- Si vous envoyez votre eau à un laboratoire commercial pour analyse, vous recevrez un rapport contenant les résultats. La plupart des laboratoires fournissent peu d'explications supplémentaires sur les résultats d'analyse, excepté les unités utilisées et éventuellement une note dans le cas où un problème a été identifié.
- Un rapport de laboratoire contiendra normalement un tableau des paramètres physiques, chimiques et microbiologiques ayant été testés sur votre échantillon, ainsi que les concentrations de chacun d'entre eux. Si vous avez quelque problème que ce soit pour comprendre la façon dont l'information est présentée dans le rapport, vous devez contacter le laboratoire directement pour obtenir des explications.

8.5 Références

Baker D.L. et W. F. Duke (2006). Intermittent Slow Sand Filters for Household Use - A Field Study in Haiti, IWA Publishing, Londres, Royaume-Uni. Disponible à : www.cawst.org/en/resources/pubs/research-a-technical-updates/category/7-peer-reviewed-research

Canadian Council of Ministers of the Environment (2006). A Canada-wide Framework for Water Quality Monitoring. Water Quality Task Group, CCME, Canada. Disponible à : www.ccme.ca/assets/pdf/wqm_framework_1.0_e_web.pdf

Seeds of Hope International Partnerships (2013). AFMAC Water Analysis Report. Ndola, Zambie.

Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Annexe 4: Directives de l'OMS pour les produits chimiques et effets sur la santé



424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canada
Tél : + 1 (403) 243-3285, Fax : + 1 (403) 243-6199
Email : resources@cawst.org, Site web : www.cawst.org

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology - Centre pour les Technologies d'Eau et Assainissement à Faible Coût) est un organisme à but non lucratif proposant des services de formation et de conseil aux organisations qui travaillent directement avec les populations des pays en développement n'ayant pas accès à l'eau potable et à un assainissement de base.

L'une des stratégies fondamentales de CAWST est de diffuser ces connaissances concernant l'eau, afin d'en faire un savoir courant. Ceci peut être réalisé, en partie, par le développement et la distribution gratuite de matériels d'éducation dans le but d'augmenter la disponibilité de l'information pour ceux qui en ont le plus besoin.

Le contenu de ce document est libre et sous licence Creative Commons Attribution Works 3.0 Unported. Pour voir une copie de cette autorisation, veuillez visiter <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>, ou écrivez à Creative Commons : 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Vous êtes libre de :

- Partager - copier, distribuer et transmettre ce document.
- Modifier – pour adapter ce document



Aux conditions suivantes :

- Indication de la source. Vous devez indiquer que CAWST est l'auteur original de ce document. Veuillez mentionner notre site internet : www.cawst.org

CAWST publiera périodiquement des mises à jour de ce document. Pour cette raison, nous ne recommandons pas que vous proposiez ce document en téléchargement sur votre site web.



CAWST fournit un mentorat et un accompagnement pour l'utilisation de ses ressources d'éducation et de formation.

Tenez-vous informé et obtenez du support :

- Dernières mises à jour de ce document :
- Autres ressources sur les formations et les ateliers
- Assistance à l'utilisation de ce document dans votre travail

www.cawst.org/resources

CAWST et ses administrateurs, employés, contractants et bénévoles n'endossent aucune responsabilité et ne donnent aucune garantie en ce qui concerne les résultats pouvant être obtenus par l'utilisation des informations fournies.



Table des matières

Annexe 4: Directives de l'OMS pour les produits chimiques et effets sur la santé.....	i
4.1 Directives de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson : produits chimiques sélectionnés.....	1
4.2 Effets potentiels sur la santé des produits chimiques dans l'eau de boisson.....	3

4.1 Directives de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson : produits chimiques sélectionnés

Produit chimique	Valeur de la directive
Aluminium	Une valeur sanitaire de 0,9 mg/L a pu être déterminée, mais cette valeur excède les niveaux pratiques fondés sur le processus de coagulation dans le traitement de l'eau de boisson faisant appel à des coagulants à base d'aluminium : 0,1 mg/L ou moins dans les grands systèmes de traitement de l'eau, et 0,2 mg/L ou moins dans les petits systèmes
Ammoniac	Présent dans l'eau de boisson à des concentrations bien en-dessous de celles présentant un risque pour la santé
Antimoine	0,02 mg/L
Arsenic	0,01 mg/L (A,T)
Baryum	0,7 mg/L
Bore	2,4 mg/L
Cadmium	0,003 mg/L
Chlore	5 mg/L (C)
Chrome	0,05 mg/L (P)
Cuivre	2,0 mg/L
Cyanure	Présent dans l'eau de boisson à des concentrations bien en-dessous de celles présentant un danger pour la santé, sauf en situations d'urgence suite à un déversement dans une source d'eau
Fluorure	1,5 mg/L (le volume d'eau consommé et l'absorption par d'autres sources doivent être pris en compte lors de l'élaboration de normes nationales)
Dureté	Pas de risque sanitaire aux niveaux trouvés dans l'eau de boisson ¹
Fer	Pas de risque pour la santé aux niveaux posant des problèmes d'acceptabilité de l'eau de boisson ¹
Plomb	0,01 mg/L (A,T)
Manganèse	Pas de risque pour la santé aux niveaux posant des problèmes d'acceptabilité de l'eau de boisson ¹
Mercurure	0,006 mg/L (pour le mercure inorganique)
Nickel	0,07 mg/L
Nitrates	50 mg/L (exposition à court terme)
Nitrites	3 mg/L (exposition à court terme)
pH	Pas de risque sanitaire aux niveaux trouvés dans l'eau de boisson ²
Phosphate	Non mentionné dans les directives de l'OMS
Potassium	Présent dans l'eau de boisson à des concentrations bien en-dessous de celles présentant un risque pour la santé
Argent	Les données disponibles ne permettent pas de déterminer une valeur de directive basée sur la santé
Sodium	Pas de risque sanitaire aux niveaux trouvés dans l'eau de boisson ¹
Matières dissoutes totales (MDT)	Pas de risque sanitaire aux niveaux trouvés dans l'eau de boisson ¹
Uranium	0,03 mg/L (P) (seules les aspects chimique de l'uranium sont pris en compte, qui ne comprennent pas les effets radiologiques)
Zinc	Pas de risque sanitaire aux niveaux trouvés dans l'eau de boisson ¹

(Adapté de l'OMS, 2011)

¹ Peut affecter l'acceptabilité de l'eau de boisson

² Un paramètre opérationnel important pour le traitement de l'eau

A, valeur de directive provisoire car la valeur calculée est inférieure au niveau de quantification réalisable

C, des concentrations de la substance égales ou inférieures à la valeur sanitaire de la directive peuvent affecter l'apparence, le goût ou l'odeur de l'eau, entraînant des plaintes des consommateurs

D, valeur provisoire car la désinfection va probablement entraîner le dépassement de la valeur de la directive

P, valeur de directive provisoire en raison des incertitudes de la base de données sanitaires

T, valeur de directive provisoire car la valeur calculée est inférieure au niveau pouvant être réalisé par les méthodes applicables de traitement, de protection de la source, etc.

4.2 Effets potentiels sur la santé des produits chimiques dans l'eau de boisson

L'effet du produit chimique sur la santé humaine dépend beaucoup du type de contaminant, de sa concentration dans l'eau de boisson, de la durée et de la fréquence d'exposition. L'âge de la personne, sa condition physique et son immunité peuvent également avoir une influence majeure sur son effet sur la santé. Le tableau suivant affiche une liste de différents produits chimiques, leurs effets sur la santé et les sources potentielles de contamination.

Effets potentiels sur la santé des produits chimiques dans l'eau de boisson

Produit chimique	Effets potentiels sur la santé Eau de boisson	Source
Aluminium	Peu d'indices que l'aluminium absorbé (par les aliments ou l'eau) soit extrêmement toxique. Aucune directive sanitaire n'est proposée.	Présence naturelle ; métal le plus abondant. Les sels d'aluminium sont couramment utilisés dans le traitement de l'eau en tant que coagulants pour réduire les niveaux de matière organique, de couleur, de turbidité et de microorganismes.
Ammoniac	L'ammoniac dans l'eau de boisson ne présente pas de risque immédiat pour la santé. Aucune directive sanitaire n'est proposée. Cependant, l'ammoniac peut affecter l'efficacité de la désinfection, conduire à la formation de nitrites dans les systèmes de distribution, entraîner l'incapacité des filtres à éliminer le manganèse, et provoquer des problèmes de goût et d'odeur.	Égouts, processus industriels et activités agricoles. L'ammoniac dans l'eau est indicateur d'une possible pollution par des bactéries, des eaux usées, et des déchets animaux.
Antimoine	Démangeaisons, peau rugueuse et abîmée. Une exposition à long terme et régulière à l'antimoine provoque l'eczéma et la dermatite	Des concentrations élevées peuvent être dues à l'activité minière et aux volcans actifs.
Arsenic	Maladie de peau (ex : mélanose et kératose). Peut entraîner un cancer des poumons, de la vessie, des reins, de la peau, du foie, de la prostate. Connue aussi pour provoquer des maladies vasculaires, des effets neurologiques et des anomalies de développement chez le nourrisson.	Présence naturelle. Il est également utilisé commercialement et industriellement dans la fabrication de transistors, de lasers et de semi-conducteurs. Dans certaines régions, la concentration d'arsenic est relativement élevée dans les eaux souterraines.
Baryum	Aucune preuve que le baryum soit cancérigène ou mutagène.	Utilisé dans diverses applications industrielles. Cependant, le baryum dans l'eau provient surtout de sources naturelles.
Bore	Toxique pour l'appareil reproducteur masculin et peut entraîner une toxicité du développement.	Utilisé dans la fabrication du verre, du savon et des détergents et comme retardateur de combustion. Présent naturellement dans l'eau souterraine, mais sa présence dans l'eau de surface résulte souvent de l'écoulement d'eaux usées traitées contenant des détergents. Le traitement conventionnel de l'eau n'élimine pas systématiquement le bore.
Cadmium	Des doses élevées peuvent endommager les reins.	Utilisé dans l'industrie de l'acier, les plastiques et les batteries. Relâché dans les eaux usées, les engrais et la pollution de l'air locale. La contamination dans l'eau de boisson peut aussi être provoquée par des tuyaux, soudures et raccords métalliques galvanisés. L'alimentation est la principale source d'exposition.

Produit chimique	Effets potentiels sur la santé Eau de boisson	Source
Chlorure	Aucune directive sanitaire n'est proposée. Cependant, plus de 250 mg/L de chlorure dans l'eau peuvent donner un goût fort.	Le chlorure dans l'eau de boisson provient de sources naturelles, des égouts, des effluents industriels et des ruissellements urbains contenant du sel de dégivrage. La principale source d'exposition humaine est l'ajout de sel à la nourriture.
Chlore	Des effets sont peu probables aux niveaux de chlore normalement rencontrés dans l'environnement. Des doses élevées irritent la peau, les yeux et le système respiratoire.	Produit en grandes quantités et largement utilisé dans l'industrie et à domicile comme désinfectant et javellisant.
Chrome	Aucun effet significatif sur la santé n'a été attribué au chrome en raison du manque de recherche. Une exposition permanente au chrome-6 pourrait entraîner des réactions épidermiques et être cancérigène si ingéré.	Les formes les plus courantes dans les eaux naturelles sont le chrome trivalent (chrome-3) et le chrome hexavalent (chrome-6). Le chrome-3 est essentiel dans l'alimentation humaine et se rencontre dans de nombreux types d'aliments. Le chrome-6 est naturellement présent dans l'environnement, et peut aussi être produit par des processus industriels.
Cuivre	Le cuivre est à la fois un nutriment essentiel et un contaminant de l'eau de boisson. Il peut affecter l'appareil gastro-intestinal, et l'impact peut être plus important sur les populations sensibles, tels que les porteurs du gène de la maladie de Wilson et autres désordres métaboliques.	Utilisé pour fabriquer des tuyaux, valves et raccords. Le sulfate de cuivre pentahydraté est parfois ajouté à l'eau de surface pour réguler les algues. La principale source dans l'eau de boisson est la corrosion de la tuyauterie en cuivre. La nourriture et l'eau sont les principales sources d'exposition au cuivre dans les pays développés.
Cyanure	L'exposition à long terme affecte la thyroïde et le système nerveux.	Peut être présent dans certains aliments, notamment dans les pays en développement, et se trouve rarement dans l'eau de boisson en raison d'une contamination industrielle.
Fluorure	De faibles concentrations (0,5 – 1,0 mg/L) apportent une protection contre les caries dentaires, notamment chez les enfants. De plus hauts niveaux peuvent tacher les dents et provoquer une fluorose dentaire. Des niveaux beaucoup plus élevés peuvent endommager le squelette.	Présence naturelle et est largement utilisé dans l'industrie ; utilisé pour fabriquer des engrais au phosphate. Dans la plupart des cas, l'alimentation est la principale source d'absorption. Dans certaines régions l'eau souterraine contient des concentrations relativement élevées de fluorure.
Fer	Élément essentiel à la nutrition humaine. Aucune directive sanitaire n'est proposée.	Présence naturelle ; un des métaux les plus abondants. Également rencontré dans l'eau de boisson en raison de la corrosion de tuyaux en acier et en fonte.
Plomb	Les nourrissons, les enfants et les femmes enceintes sont les plus sensibles. Nourrissons et enfants : retards de développement physique ou mental, déficits de l'attention et des capacités d'apprentissage. Adultes : problèmes rénaux, pression sanguine élevée.	Utilisé dans la fabrication de batteries plomb-acide, de soudures et d'alliages. Le plomb dans l'eau de boisson provient généralement des systèmes de tuyauterie des foyers dont les canalisations, soudures et raccords ont été réalisés avec du plomb.
Manganèse	Élément essentiel à la nutrition humaine. Des effets néfastes peuvent être causés à la fois par une déficience et une surexposition.	Présence naturelle. Un des métaux les plus abondants, toujours présent avec le fer. Utilisé dans l'industrie et les produits de nettoyage, de javellisation et de désinfection. L'alimentation est la principale source d'exposition.

Produit chimique	Effets potentiels sur la santé Eau de boisson	Source
Mercur	Provoque des dommages neurologiques et rénaux.	Utilisé dans l'industrie minière, la production de chlore, des appareils électriques et les amalgames dentaires. L'alimentation est la principale source d'exposition.
Nickel	Probabilités élevées de cancer du poumon, du nez, de malformations chez le nouveau-né, de réactions allergiques et de problèmes de santé.	Présence naturelle. utilisé dans la production d'acier inoxydable et d'alliages de nickel. L'alimentation est la principale source d'exposition. Cependant, le nickel dans l'eau peut être important dans les régions où la pollution industrielle est importante ou la concentration dans l'eau souterraine est élevée.
Nitrates et nitrites	Le principal problème de santé est la méthémoglobinémie ou syndrome du bébé bleu, qui se produit chez les nourrissons habituellement nourris au biberon. Les symptômes comprennent le souffle court et la peau qui vire au bleu en raison du manque d'oxygène.	Présence naturelle car il fait partie du cycle de l'azote. Le nitrate est utilisé dans les engrais et le nitrite de sodium sert de conservateur alimentaire. La concentration du nitrate dans les eaux souterraines et de surface provient des ruissellements agricoles, des fuites de fosses septiques, et des égouts. Le nitrite provient de l'activité microbienne et peut n'apparaître qu'à intervalles.
Phosphate	Élément essentiel à la nutrition humaine. Aucune directive sanitaire n'est proposée.	Naturellement présent ; utilisé dans les engrais pour l'agriculture et dans le dentifrice et les détergents (ex : savon). Le déversement de grandes quantités de phosphate dans l'environnement peut avoir de graves conséquences écologiques. Par exemple, des niveaux élevés peuvent provoquer des proliférations d'algues dans les eaux de surface.
Potassium	Élément essentiel à la nutrition humaine. Aucune directive sanitaire n'est proposée. Une exposition élevée peut entraîner des problèmes de santé pour les personnes souffrant de maladies rénales ou prenant des médicaments qui interfèrent avec les fonctions normales du potassium dans le corps.	Présence naturelle. En général, il ne se trouve pas dans l'eau de boisson à des niveaux pouvant provoquer des problèmes de santé. Cependant, boire de l'eau traitée par des adoucisseurs utilisant du chlorure de potassium peut accroître significativement l'exposition et entraîner des effets néfastes sur la santé chez les individus sensibles.
Argent	Les données disponibles sont insuffisantes pour déterminer une valeur de directive sanitaire. Seul un faible pourcentage d'argent est absorbé par le corps.	Présence naturelle. Il est occasionnellement rencontré dans les eaux souterraines et de surface. Les sels d'argent sont parfois utilisés par les technologies de traitement de l'eau à domicile pour réduire les bactéries (ex : filtres céramiques)
Sodium	Aucune directive sanitaire n'est proposée.	Les sels de sodium (ex : chlorure de sodium) sont présents dans virtuellement tous les aliments et les eaux de boisson. L'alimentation est la principale source d'exposition. Les adoucisseurs d'eau peuvent accroître significativement la quantité de sodium dans l'eau.
Matières dissoutes totales (MDT)	Bien qu'il n'y ait pas de risque direct pour la santé, des concentrations très faibles ou très élevées peuvent provoquer un goût inacceptable.	Les MDT dans l'eau de boisson proviennent de sources naturelles, d'égouts, de ruissellements urbains et d'eaux usées industrielles. Les concentrations des MDT dans l'eau varient beaucoup selon les zones géologiques.

Produit chimique	Effets potentiels sur la santé Eau de boisson	Source
Uranium	Peu d'informations disponibles sur les effets chroniques sur la santé dus à l'exposition à l'uranium dans l'eau de boisson. Les effets radiologiques ne sont pas pris en compte dans les directives pour l'eau de boisson.	Naturellement présent ; utilisé principalement comme combustible dans les centrales nucléaires. La contamination est provoquée par les ruissellements de gisements naturels, les rejets d'opérations minières, les émissions de l'industrie nucléaire, la combustion de charbon et autres combustibles, et l'utilisation d'engrais au phosphate qui contiennent de l'uranium.
Zinc	Le zinc est un élément essentiel dans la nutrition humaine. Aucune directive sanitaire n'est proposée.	Présent dans virtuellement tous les aliments et eaux de boisson. L'alimentation est la principale source d'exposition.

(Adapté de l'OMS, 2011)

Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Annexe 5: Milieux de Culture



424 Aviation Road NE
 Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canada
 Tél : + 1 (403) 243-3285, Fax : + 1 (403) 243-6199
 Email : resources@kawst.org, Site web : www.kawst.org

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology - Centre pour les Technologies d'Eau et Assainissement à Faible Coût) est un organisme à but non lucratif proposant des services de formation et de conseil aux organisations qui travaillent directement avec les populations des pays en développement n'ayant pas accès à l'eau potable et à un assainissement de base.

L'une des stratégies fondamentales de CAWST est de diffuser ces connaissances concernant l'eau, afin d'en faire un savoir courant. Ceci peut être réalisé, en partie, par le développement et la distribution gratuite de matériels d'éducation dans le but d'augmenter la disponibilité de l'information pour ceux qui en ont le plus besoin.

Le contenu de ce document est libre et sous licence Creative Commons Attribution Works 3.0 Unported. Pour voir une copie de cette autorisation, veuillez visiter : <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>, ou écrivez à Creative Commons : 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Vous êtes libre de :

- Partager - copier, distribuer et transmettre ce document.
- Modifier – pour adapter ce document



Aux conditions suivantes :

- Paternité. Vous devez indiquer que CAWST est l'auteur original de ce document. Veuillez mentionner notre site internet : www.kawst.org

CAWST publiera périodiquement des mises à jour de ce document. Pour cette raison, nous ne recommandons pas que vous proposiez ce document en téléchargement sur votre site web.



CAWST fournit un mentorat et un accompagnement pour l'utilisation de ses ressources d'éducation et de formation.

Tenez-vous informé et obtenez du support :

- Dernières mises à jour de ce document :
- Autres ressources sur les formations et les ateliers
- Assistance à l'utilisation de ce document dans votre travail

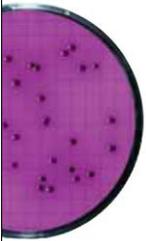
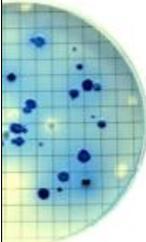
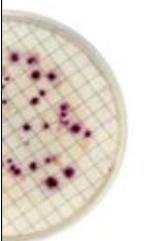
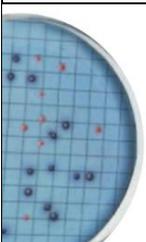
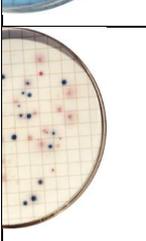
www.kawst.org/resources

CAWST et ses administrateurs, employés, contractants et bénévoles n'endossent aucune responsabilité et ne donnent aucune garantie en ce qui concerne les résultats pouvant être obtenus par l'utilisation des informations fournies.



Table des matières

Annexe 5: Milieux de Culture i

Photo	Milieu de culture	Type	Convient pour les indicateurs		Durée et température d'incubation	Forme / Récipient	Décompte de colonies
			CTR	<i>E. coli</i>			
	Bouillon m-Laurylsulfate (MLSB) Couleur rose	Bouillon Tampon nutritif	X	X avec analyse de confirmation	~30°C pendant 4, puis 44 ± 0,5°C (pour les CF) pendant 14 h 35,0 ± 0,5°C (pour les CT) pendant 18 h	Poudre (38,1 g ou 500 g)	Les CTR comme les CT forment des colonies jaunes.
	m-Endo Couleur magenta	Bouillon Gélose Tampon Nutritif		X	35,0 ± 0,5°C pendant 24 heures	Poudre Tampons déshydratés	Les CT forment des colonies bleues. <i>E. coli</i> forme des colonies rouge sombre avec des reflets métalliques verts.
	m-CF Couleur bleu clair	Bouillon Gélose	X		44,5 ± 0,5°C	Poudre	Les CTR forment des colonies bleues à bleu-gris.
	m-TEC	Gélose		X	35,0 ± 0,5°C pendant 2 heures, puis 44,5 ± 0,5°C pendant 22-24 heures	Poudre	<i>E. coli</i> produit des colonies rouges magenta.
	m-ColiBlue24 Couleur bleu clair	Bouillon Gélose		X	35,0 ± 0,5°C pendant 24 heures	Liquide (ampoules de 2 ml, bouteilles en verre de 100 ml) Plaques de gélose préparées	<i>E. coli</i> produit des colonies bleues et les CT produisent des colonies rouges.
	Coliscan FM Couleur jaune clair, parfois très pâle	Bouillon Gélose		X	Température ambiante à 37°C (idéalement 34-37°C pendant 18-20 h)	Liquide congelé (bouteilles plastiques de 20 ml)	<i>E. coli</i> produit des colonies bleu-violet ou rouge foncé

CT = Coliformes totaux, CTR = Coliformes thermorésistants, *E. coli* = *Escherichia coli*

Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Annexe 6: Formulaire d'enregistrement des données



424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canada
Tél : + 1 (403) 243-3285, Fax : + 1 (403) 243-6199
Email : resources@kawst.org, Site web : www.kawst.org

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology - Centre pour les Technologies d'Eau et Assainissement à Faible Coût) est un organisme à but non lucratif proposant des services de formation et de conseil aux organisations qui travaillent directement avec les populations des pays en développement n'ayant pas accès à l'eau potable et à un assainissement de base.

L'une des stratégies fondamentales de CAWST est de diffuser ces connaissances concernant l'eau, afin d'en faire un savoir courant. Ceci peut être réalisé, en partie, par le développement et la distribution gratuite de matériels d'éducation dans le but d'augmenter la disponibilité de l'information pour ceux qui en ont le plus besoin.

Le contenu de ce document est libre et sous licence Creative Commons Attribution Works 3.0 Unported. Pour voir une copie de cette autorisation, veuillez visiter <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>, ou écrivez à Creative Commons : 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Vous êtes libre de :

- Partager - copier, distribuer et transmettre ce document.
- Modifier – pour adapter ce document



Aux conditions suivantes :

- Indication de la source. Vous devez indiquer que CAWST est l'auteur original de ce document. Veuillez mentionner notre site internet : www.kawst.org

CAWST publiera périodiquement des mises à jour de ce document. Pour cette raison, nous ne recommandons pas que vous proposiez ce document en téléchargement sur votre site web.



CAWST fournit un mentorat et un accompagnement pour l'utilisation de ses ressources d'éducation et de formation.

Tenez-vous informé et obtenez du support :

- Dernières mises à jour de ce document :
- Autres ressources sur les formations et les ateliers
- Assistance à l'utilisation de ce document dans votre travail

www.kawst.org/resources

CAWST et ses administrateurs, employés, contractants et bénévoles n'endossent aucune responsabilité et ne donnent aucune garantie en ce qui concerne les résultats pouvant être obtenus par l'utilisation des informations fournies.



Table des matières

Annexe 6: Formulaire d'enregistrement des données.....	i
6.1 Formulaire d'enregistrement des données 1.....	1
6.2 Formulaire d'enregistrement des données 2.....	3

6.2 Formulaire d'enregistrement des données 2

Nom du technicien : _____

Date de l'échantillon : _____

Lieu de l'échantillon	Description de l'échantillon		<i>E. coli</i> Décompte sur les plaques (UFC/100 mL)		X Facteur de dilution		Commentaires et observations	
			Décompte total (UFC/100 mL)		Décompte total (UFC/100 mL)			
Directives de l'OMS	pH -	Turbidité <1 NTU (grands systèmes) <5 NTU (petits systèmes)	Fer -	Manganèse -	Arsenic 0.01 mg/L	Fluorure 1,5 mg/L	Chlore 5 mg/L	Nitrate 50 mg/L
Normes nationales	pH	Turbidité NTU	Fer	Manganèse	Arsenic	Fluorure	Chlore	Nitrates
Résultats d'analyse								

Conclusions et recommandations



Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Annexe 7: Rapport d'analyse de qualité de l'eau



424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canada
Tél : + 1 (403) 243-3285, Fax : + 1 (403) 243-6199
Email : resources@kawst.org, Site web : www.kawst.org

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology - Centre pour les Technologies d'Eau et Assainissement à Faible Coût) est un organisme à but non lucratif proposant des services de formation et de conseil aux organisations qui travaillent directement avec les populations des pays en développement n'ayant pas accès à l'eau potable et à un assainissement de base.

L'une des stratégies fondamentales de CAWST est de diffuser ces connaissances concernant l'eau, afin d'en faire un savoir courant. Ceci peut être réalisé, en partie, par le développement et la distribution gratuite de matériels d'éducation dans le but d'augmenter la disponibilité de l'information pour ceux qui en ont le plus besoin.

Le contenu de ce document est libre et sous licence Creative Commons Attribution Works 3.0 Unported. Pour voir une copie de cette autorisation, veuillez visiter <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>, ou écrivez à Creative Commons : 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Vous êtes libre de :

- Partager - copier, distribuer et transmettre ce document.
- Modifier – pour adapter ce document



Aux conditions suivantes :

- Indication de la source. Vous devez indiquer que CAWST est l'auteur original de ce document. Veuillez mentionner notre site internet : www.kawst.org

CAWST publiera périodiquement des mises à jour de ce document. Pour cette raison, nous ne recommandons pas que vous proposiez ce document en téléchargement sur votre site web.



CAWST fournit un mentorat et un accompagnement pour l'utilisation de ses ressources d'éducation et de formation.

Tenez-vous informé et obtenez du support :

- Dernières mises à jour de ce document :
- Autres ressources sur les formations et les ateliers
- Assistance à l'utilisation de ce document dans votre travail

www.kawst.org/resources

CAWST et ses administrateurs, employés, contractants et bénévoles n'endossent aucune responsabilité et ne donnent aucune garantie en ce qui concerne les résultats pouvant être obtenus par l'utilisation des informations fournies.



Table des matières

Annexe 7: Rapport d'analyse de qualité de l'eau	i
7.1 Introduction	1
7.2 Exemple de rapport	2

7.1 Introduction

Le rapport doit être écrit par un technicien qualifié à l'aide des apports et la collaboration des employés sur le terrain, pour pouvoir obtenir une bonne interprétation des résultats et faire des recommandations appropriées.

Ci-dessous se trouve un exemple de rapport de contrôle de qualité de l'eau d'un petit projet d'approvisionnement et de traitement de l'eau. Dans cet exemple, tous les nouveaux approvisionnements en eau (dont les puits forés et les puits creusés) sont analysés au début sur les plans chimiques, physiques et microbiologiques, puis tous les trois mois pour les paramètres physiques et microbiologiques, et tous les six mois pour les paramètres chimiques.

Dans cet exemple, l'échantillonnage aléatoire n'était pas nécessaire. Dans le cas où un grand nombre de points d'eau doit être analysé (comme dans un projet de filtre biosable ou une vaste zone géographique), alors la méthode d'échantillonnage choisie doit être expliquée dans la section « Méthodologie » du rapport.

7.2 Exemple de rapport

Rapport trimestriel sur la qualité de l'eau d'octobre à décembre 2012

Janvier 2013

Préparé par : A. Smith, Responsable du Contrôle pour l'ONG Good Water Quality for All

1. Introduction

Les rapport de qualité de l'eau sont réalisés tous les 3 mois dans le cadre du programme de contrôle et d'évaluation de l'ONG. Ceci est le quatrième et dernier rapport de l'année 2012, couvrant toutes les régions du projet (Villages A, B, C et D) et tous les systèmes d'approvisionnement et de traitement de l'eau (ex : puits forés, puits creusés, filtres biosable).

2. Objectifs

L'analyse de qualité de l'eau a été effectuée dans les régions du projet de l'ONG pour :

1. Évaluer la qualité des systèmes d'approvisionnement et de traitement de l'eau nouvellement construits lors de leur mise en service.
2. Contrôler la qualité sur la durée des systèmes d'approvisionnement et de traitement de l'eau existants. Bien que ce rapport inclue la qualité de l'eau des filtres biosable, il n'inclut pas d'analyse de l'efficacité des filtres biosable dans le programme. Reportez-vous au rapport intitulé « Rapport d'analyse de la qualité de l'eau du filtre biosable – décembre 2007 », qui analyse l'efficacité du programme de filtres biosable dans le Village D.

3. Paramètres d'analyse

Le contrôle de la qualité microbiologique est la principale priorité d'après les normes nationales du pays et les Directives de l'OMS pour la Qualité de l'Eau de Boisson (c'est-à-dire, *E. coli*). La limite acceptable de 10 CFU de *E. coli*/100 mL a été fixée pour l'eau de boisson. D'autres priorités importantes ont été la qualité esthétique de l'eau (pour en garantir l'acceptabilité) et sa contamination par des produits chimiques posant un risque connu pour la santé. Parmi les produits chimiques préoccupants dans la zone de notre projet se trouvent le fluorure et l'arsenic. Parmi les paramètres esthétiques se trouvent le fer et le manganèse. Le pH et la turbidité de l'eau traitée ont également été analysés en ce qui concerne le traitement de l'eau à domicile au moyen du filtre biosable et de la chloration.

Tous les nouveaux approvisionnements en eau (dont les puits forés et les puits creusés) ont été analysés au début sur les plans chimiques, physiques et microbiologiques, puis tous les trois mois pour les paramètres physiques et microbiologiques, et tous les six mois pour les paramètres chimiques.

4. Méthodologie d'analyse

Les échantillons ont été prélevés sur le terrain par des employés qualifiés (voir les formulaires de collecte de données en Annexe 1) dans des bouteilles à échantillon stérilisées, et placés dans une glacière en vue du transport jusqu'au local du projet. Toutes les analyses ont débuté dans les 6 heures suivant le prélèvement de l'échantillon, et ont été réalisées par un technicien qualifié, dans une salle dédiée et dans un environnement propre.

Paramètre	Méthode d'analyse	Détails
<i>E. coli</i>	Filtration par membrane avec milieu de culture Coliscan-MF	Voir les protocoles d'analyse en Annexe 2. Des doubles échantillons sont analysés, 1 témoin pour 20 échantillons.
pH	Bandelettes test	Produit : Bandelettes test EMD (ref.9588-3) avec une plage de détection du pH de 5 à 10.
Turbidité	Tube à turbidité	Produit : Palintest
Fluorure	Comparateur de couleur	Produit : disque de couleur et réactif Palintest (plage de détection de 0 à 1.5 mg/L). Des dilutions ont été faites lorsque les concentrations étaient supérieures à la plage de détection, avec de l'eau de pluie bouillie comme diluant.
Arsenic	Arsenator numérique	Plage de détection de 2 à 100 ppb.
Fer	Bandelettes test	Produit : ITS Inc. Sensafe Iron Check (ref. 480125). Plage de détection de 0 à 5 mg/L. Sensibilités : 0, 0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 0.75, 1.0, 2.0, 5.0.
Manganèse	Bandelettes test	Produit : ITS Inc. Sensafe Manganese Check (ref. 481020). Plage de détection de 0 à 2 mg/L. Sensibilités : <0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0.

5. Résultats

Ces résultats ont été transcrits à partir de fiches d'enregistrement de données et résumés dans le tableau ci-dessous. Les informations de qualité de l'eau sont regroupées par source et par village. Dans le but de réaliser une analyse des tendances, les données des derniers trimestres ont été incluses dans les tableaux. Toutes les nouvelles données datant d'octobre à décembre 2012 sont notées en *italic*. Les paramètres qui excèdent les normes nationales de qualité de l'eau de boisson sont en **gras**.

Identification de l'échantillon	Date (j-m-a)	pH	Turbidité (NTU)	Fluorure (ppm)	Arsenic (ppb)	Fer (ppm)	Manganèse (ppm)	<i>E. coli</i> (CFU/100 mL)	Observations
Échantillons d'un puits foré (Marché- PFA)									
<i>Lieu : Village A – Profondeur 52 m – Pompe à main India Mark II (Date de mise en service : 12 Janvier 2012)</i>									
PFA-1	12-01-12	8	10	0	0	0.3	0.2	15	Récemment mis en service. La dalle et la pompe sont propres
PFA-2	15-04-12	ND	<5	ND	ND	ND	ND	5	Gout légèrement métallique
PFAA-3	10-07-12	7.9	<5	0	0	0.4	0.3	0	Gout métallique. Plaintes des utilisateurs
PFA-4	12-10-12	ND	<5	ND	ND	ND	ND	10	Légère coloration (orange)
PFA-5	14-12-12	8	10	0	0	0.4	0.2	30	Fissures sur la dalle autour de la pompe
Échantillons d'un puits foré (École- PFB)									
<i>Lieu : Village B - Profondeur 45m – Pompe à main India Mark II (Date de mise en service : 13 décembre 2012)</i>									
Puits Foré B-1	14-12-12	7,2	<5	20	0	0.2	0	0	L'eau sent le chlore
Échantillons d'un puits creusé (Puits PCC)									
<i>Lieu : Village C - Profondeur 8 m – Puits ouvert (Date de mise en service : 6 juillet 2012)</i>									
PCC-1	10-07-12	7,5	10	0	0	0.1	0	150	
PCC-2	12-10-12	ND	40	ND	ND	ND	ND	260	L'eau est légèrement trouble
PCC-3	14-12-12	4.5	50	0	0	0.1	0	500	Eau de couleur marron
Échantillons du bec d'un filtre biosable (Réf : FBD1)									
<i>Lieu : Village D (Date d'installation : 10 Janvier 2012)</i>									
FBD1-1	12-01-12	8	10	0	0	0.0	0	14	L'eau est légèrement trouble
FBD1-2	15-04-12	ND	5	ND	ND	ND	ND	10	
FBD1-3	10-07-12	7,5	<5	0	100	0	0.01	0	L'eau d'un puits foré est utilisée pendant la saison sèche
FBD1-4	12-10-12	ND	<5	ND	ND	ND	ND	10	
FBD1-5	14-12-12	8	5	0	0	0.0	0	3	

ND = Le paramètre n'a pas été analysé.

6. Interprétations et recommandations

Résumé

- La qualité microbiologique de la plupart des systèmes d'approvisionnement et de traitement d'eau analysés était dans les limites acceptables (0 to 14 *E. coli* CFU/100 mL), sauf pour le puits creusé du Village C (réf : PCC) qui présente une augmentation du niveau de contamination fécale (500 CFU/100 mL pour la dernière analyse) et récemment dans le Puits Foré du Marché du Village A.
- Le puits foré récemment mis en service dans l'école du Village B montrait un niveau de fluorure de 20 ppm qui excédait la norme nationale de 1,5 ppm.
- Dans un filtre biosable (FBD1) du Village D en juillet 2012, la concentration d'arsenic était de 100 ppb et excédait la norme nationale de 10 ppb.

Village A

La turbidité du puits foré du marché (BHA) est élevée (devrait être inférieure à 5 NTU). La variation durant la saison des pluies indique une infiltration possible des eaux de surface ou un mauvais développement du puits foré. Chacune de ces situations pourrait conduire à une contamination microbiologique. Nous recommandons les actions suivantes :

- Davantage d'analyses de qualité de l'eau.
- Vérifier la qualité de la dalle autour de la pompe à main.
- Vérifier les rapports de forage pour s'assurer que le puits foré a été correctement construit.
- Réhabilitation du puits foré, si nécessaire.

Une concentration en fer élevée semble également poser problème. Nous recommandons les actions suivantes :

- Davantage d'analyses de qualité de l'eau.
- Enquêter auprès des utilisateurs pour déterminer si le fer rend l'eau inacceptable et conduit les personnes à utiliser des sources d'eau moins sûres.
- Demander aux utilisateurs de traiter leur eau de boisson par décantation et filtration.
- Faire expliquer aux utilisateurs par les promoteurs de la santé communautaire que le fer est une gêne, mais n'est pas dangereux pour la santé.

Village B

Il s'agit d'un nouveau puits foré et ce sont les premiers résultats d'analyse de qualité de l'eau. Le niveau de fluorure était plus de 10 fois supérieur à la norme nationale. Nous recommandons d'effectuer de nouvelles analyses du fluorure dès que possible pour confirmer la concentration.

Village C

Le puits creusé (réf : PCC) a montré des niveaux significatifs et croissants de contamination fécale (500 CFU/100 ml) depuis la mise en service du puits en juillet 2012. Cela peut être dû à une infiltration de l'eau de surface et/ou à un mauvais entretien. Nous recommandons les actions suivantes :

- Vérifier le cuvelage du puits.
- Effectuer une inspection sanitaire de la zone.
- Demandez aux utilisateurs de traiter l'eau afin de la rendre potable.

Village D

L'analyse de qualité de l'eau de juillet 2012 a montré 100 ppb d'arsenic dans un des filtres biosable. Des recherches ultérieures, en août 2012, ont confirmé que les utilisateurs des filtres biosable dans la région utilisaient l'eau d'un puits foré pendant la saison sèche (c'est-à-dire un puits contaminé à l'arsenic), car le puits creusé s'asséchait. Nous recommandons les actions suivantes :

- Adapter les filtres biosable dans la zone pour réduire le niveau d'arsenic (en ajoutant des clous en fer sur le diffuseur), ou utiliser une autre source d'eau de boisson pendant la saison sèche.

Des analyses supplémentaires de l'arsenic doivent être effectuées pour confirmer la contamination.

Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau de Boisson

Annexe 8: Voyages internationaux avec du matériel d'analyse



424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canada
Tél : + 1 (403) 243-3285, Fax : + 1 (403) 243-6199
Email : resources@kawst.org, Site web : www.kawst.org

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology - Centre pour les Technologies d'Eau et Assainissement à Faible Coût) est un organisme à but non lucratif proposant des services de formation et de conseil aux organisations qui travaillent directement avec les populations des pays en développement n'ayant pas accès à l'eau potable et à un assainissement de base.

L'une des stratégies fondamentales de CAWST est de diffuser ces connaissances concernant l'eau, afin d'en faire un savoir courant. Ceci peut être réalisé, en partie, par le développement et la distribution gratuite de matériels d'éducation dans le but d'augmenter la disponibilité de l'information pour ceux qui en ont le plus besoin.

Le contenu de ce document est libre et sous licence Creative Commons Attribution Works 3.0 Unported. Pour voir une copie de cette autorisation, veuillez visiter <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>, ou écrivez à Creative Commons : 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Vous êtes libre de :

- Partager - copier, distribuer et transmettre ce document.
- Modifier – pour adapter ce document



Aux conditions suivantes :

- Indication de la source. Vous devez indiquer que CAWST est l'auteur original de ce document. Veuillez mentionner notre site internet : www.kawst.org

CAWST publiera périodiquement des mises à jour de ce document. Pour cette raison, nous ne recommandons pas que vous proposiez ce document en téléchargement sur votre site web.



CAWST fournit un mentorat et un accompagnement pour l'utilisation de ses ressources d'éducation et de formation.

Tenez-vous informé et obtenez du support :

- Dernières mises à jour de ce document :
- Autres ressources sur les formations et les ateliers
- Assistance à l'utilisation de ce document dans votre travail

www.kawst.org/resources

CAWST et ses administrateurs, employés, contractants et bénévoles n'endossent aucune responsabilité et ne donnent aucune garantie en ce qui concerne les résultats pouvant être obtenus par l'utilisation des informations fournies.



Table des matières

Annexe 8: Voyages internationaux avec du matériel d'analyse	i
8.1 Achat.....	1
8.2 Avant le départ.....	1
8.3 Voyage en avion	1
8.4 Aux contrôles de sécurité et douanier.....	2
8.5 A l'arrivée	2

8.1 Achat

- Acheter le matériel aux États-Unis ou au Royaume-Uni revient bien moins cher, mais vous devrez payer le transport, les frais de manutention, les taxes et les droits de douane si vous laissez l'équipement dans le pays.
- Commander dans le pays peut entraîner un délai et sera au moins 50% plus cher, mais permet d'éviter tout problème lié au transport. Il vaut parfois mieux payer et attendre.
- Voir les Fiches de Données des Pays en Annexe 9 pour obtenir des informations spécifiques au pays concernant l'endroit où acheter du matériel et des produits localement.

8.2 Avant le départ

- Vérifiez le contenu du kit d'analyse portable avant de partir, et faites une liste d'inventaire.
- Si les batteries sont retirées du kit d'analyse portable, protégez-les avec du papier bulle ou autre.
- Vérifiez si l'assurance voyage ou bagages s'applique au transport de kits d'analyse portables.
- Verrouillez vos bagages lorsque vous voyagez en avion, en bus ou tout autre transport public. Achetez un cadenas "approuvé par la TSA" pour vos bagages si vous voyagez aux États-Unis, sinon il sera détruit lors du contrôle de sécurité.

8.3 Voyage en avion

- Conservez deux copies de tous vos documents (ex : factures, liste d'inventaire, lettre de CAWST) : une dans vos bagages à main et l'autre dans vos bagages en soute.
- Essayez de transporter les kits d'analyse portables en bagage à main. Tous les liquides (ex : fluides d'étalonnage, vérifiez bien le couvercle du kit), les réactifs chimiques, les objets pointus, ainsi que la batterie de l'incubateur, doivent être retirés et placés dans vos bagages en soute. Mettez du scotch sur les bornes de la batterie pour les protéger. Les kits DelAgua ont une batterie intégrée et doivent donc aller en soute. Parfois, les aéroports vont insister pour que les kits d'analyse portables soient placés en soute (cela dépend de la taille).
- Utilisez des sacs étanches et des packs de glace lorsque vous transportez du milieu de culture congelé ou qui requiert une réfrigération (ex : Coliscan, m-ColiBlue24), et mettez-les dans vos bagages en soute.
- Voyager avec du méthanol est illégal (même en soute). Il est considéré comme une substance dangereuse et inflammable.
- Ne verrouillez pas les kits d'analyse portables si vous les emportez en bagages à main, car vous devrez les ouvrir au point de contrôle. Si vous choisissez de verrouiller le kit, garder la clé à portée de main et soyez prêt à l'ouvrir.

8.4 Aux contrôles de sécurité et douanier

- Si vous empruntez un kit d'analyse à CAWST, conservez une lettre de CAWST disant que le kit portable lui appartient et lui sera rendu.
- Si vous laissez un kit d'analyse portable dans un pays, emportez la facture originale lors de l'importation, déclarez les objets, et payez les droits de douane.
- Vérifiez si l'organisation locale bénéficie d'une exonération des taxes et si vous pouvez éviter de payer les droits de douanes. Vous aurez besoin de la documentation nécessaire.
- Des documents des douanes peuvent être nécessaires pour le transport dans certains pays (ex : Éthiopie). Ces documents peuvent devoir être mis à jour à chaque voyage ; cela dépend de la destination.
- Vérifiez si des traductions sont nécessaires pour les lettres et autres documents.
- Les douanes peuvent inscrire votre entrée dans votre passeport, et vérifier la présence des éléments du kit d'analyse portable au moment de votre départ.
- Emportez les Fiches de Données de Sécurité (FDS) pour tous les produits chimiques ou milieux de culture, mais ne les montrez que si on vous le demande, car les symboles et avertissements peuvent inquiéter. Vous devez contacter le fabricant afin qu'il vous transmettent les FDS pour ses produits.
- Envisagez de mettre les réactifs dans des sacs plastiques hermétique (ex : Ziploc) plutôt que d'utiliser les emballages originaux. Certains pays confondent le réactif et le produit chimique dont il permet de vérifier la présence. S'il s'agit d'une substance sous contrôle, alors il peuvent confisquer les réactifs. Par exemple, cela s'est produit en Ouganda où le réactif permettant de tester la présence du fluorure a été confisqué car le mot "fluorure" était écrit sur la boîte.

8.5 A l'arrivée

- Réfrigérez le milieu de culture à l'hôtel (dans la chambre, ou l'hôtel peut souvent vous autoriser à utiliser le réfrigérateur de la cuisine). Envisagez d'utiliser d'autres milieux de culture si une réfrigération n'est pas possible.
- Vérifiez le contenu du kit d'analyse portable avant de partir, et faites une liste d'inventaire.
- Vérifiez l'état de toutes les batteries (ex : tiennent la charge, pas de fuite).