

INTRODUCTION A L'ANALYSE DE QUALITE DE L'EAU DE BOISSON

MANUEL DE FORMATION DU CAWST
Edition de Juin 2009



12, 2916 – 5th Avenue
Calgary, Alberta
T2A 6K4, Canada
Téléphone + 1 (403) 243-3285
Fax + 1 (403) 243-6199
Email : cawst@cawst.org
Site Internet : www.cawst.org

CAWST est une organisation canadienne à but non lucratif fondée sur le principe qu'une eau propre change les vies. L'eau salubre et l'assainissement de base sont les éléments fondamentaux indispensables pour rendre les populations les plus pauvres du monde autonomes et pour briser le cycle de la pauvreté. CAWST pense qu'il est nécessaire de commencer par enseigner aux gens les compétences nécessaires pour obtenir de l'eau salubre dans leur foyer. CAWST transfère les connaissances et les compétences à des organisations et des individus dans les pays en développement au moyen de services d'éducation, de formation, et de consultation. Ce réseau en expansion continue peut inciter les foyers individuels à agir pour répondre à leurs propres besoins en eau et en assainissement.

L'une des stratégies fondamentales du CAWST est de rendre la connaissance concernant l'eau un savoir commun. Elle y parvient, entre autres, en développant et en distribuant gratuitement des matériels d'éducation dans le but d'accroître la disponibilité de ce savoir pour ceux qui en ont le plus besoin.

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

Vous êtes libre de :

- Partager —copier, distribuer et transmettre ce document.
- Modifier —adapter ce document. Nous aimerions recevoir une copie de tout changement fait pour améliorer ce document.

Aux conditions suivantes :

- Paternité. Vous devez mentionner que l'auteur de ce document est CAWST (mais ne devez en aucune manière suggérer que le CAWST soutient ou approuve votre utilisation de ce document).

CAWST et ses directeurs, employés, contractuels et volontaires, n'assument aucune responsabilité et n'apportent aucune garantie quant aux résultats obtenus par l'utilisation des informations fournies.

Table des Matières

Acronymes

Glossaire

Section 1 Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau Potable

- 1.1 Qualité de l'Eau Potable
- 1.2 Traitement de l'eau au niveau de la Communauté et du Foyer
- 1.3 Besoin d'une Analyse de Qualité de l'Eau Potable
- 1.4 Directives et Normes pour la Qualité de l'Eau Potable
- 1.5 Méthodes d'Analyse de Qualité de l'Eau Potable
- 1.6 Leçons Apprises
- 1.7 Résumé des Points Clés
- 1.8 Références

Section 2 Planification de l'Analyse de Qualité de l'Eau Potable

- 2.1 Le Processus de Planification
- 2.2 Résumé des Points Clés

Section 3 Echantillonnage de l'Eau et Contrôle de la Qualité

- 3.1 Déterminer la Taille de l'Echantillon
- 3.2 Sélectionner une Méthode d'Analyse
- 3.3 Comment Recueillir des Echantillons d'Eau
- 3.4 Comment Transporter des Echantillons d'Eau
- 3.5 Comment Diluer un Echantillon d'Eau
- 3.6 Assurer le Contrôle de la Qualité
- 3.7 Check-list pour le Travail de Terrain
- 3.8 Santé et Sécurité
- 3.9 Résumé des Points Clés
- 3.10 Références

Section 4 Analyse des Contaminants Physiques

- 4.1 Directives de l'OMS pour les Paramètres Physiques
- 4.2 Effets Potentiels sur la Santé
- 4.3 Méthodes d'Analyse
- 4.4 Interpréter les Résultats d'Analyse
- 4.5 Résumé des Points Clés
- 4.6 Références

Section 5 Analyse des Contaminants Chimiques

- 5.1 Directives de l'OMS pour les Contaminants Chimiques
- 5.2 Paramètres Chimiques Couramment Analysés
- 5.3 Méthodes d'Analyse
- 5.4 Interpréter les Résultats d'Analyse
- 5.5 Résumé des Points Clés
- 5.6 Références

Section 6 Analyse des Contaminants Chimiques Microbiologiques

- 6.1 Directives de l'OMS pour les Contaminants Microbiologiques
- 6.2 Effets Potentiels sur la Santé
- 6.3 Dose Infectieuses
- 6.4 Organismes Indicateurs
- 6.5 Méthodes d'Analyse
- 6.6 Interpréter les Résultats d'Analyse
- 6.7 Résumé des Points Clés
- 6.8 Références

Section 7 Interpréter les Résultats d'Analyse

- 7.1 Etapes pour l'Interprétation des Données
- 7.2 Interpréter les Rapports de Laboratoire
- 7.3 Résumé des Points Clés
- 7.4 Références

Annexes

- Annexe 1 Equipement et Matériel
- Annexe 2 Mettre en place un Laboratoire
- Annexe 3 Déterminer la Taille de l'Echantillon
- Annexe 4 Contrôle de la Qualité
- Annexe 5 Formulaires d'Enregistrement des Données
- Annexe 6 Procédures d'Analyse à Paramètre Unique
- Annexe 7 Exemple de Rapport d'Analyse
- Annexe 8 Milieu de Culture pour l'Analyse Microbiologique
- Annexe 9 Directives de l'OMS et Effets sur la Santé des Contaminants Chimiques

Acronymes

BSF	Filtre Biosable (<i>Biosand filter</i>)
CAWST	Centre for Affordable Water and Sanitation Technology
CFU	Unités de formation de colonies (<i>colony forming units</i>)
CE	Conductivité Electrique
ENPHO	Environment and Public Health Organization
CLR	Chlore Résiduel Libre
HWTS	Traitement de l'Eau à Domicile et Stockage Sûr (<i>Household Water Treatment and Safe Storage</i>)
FM	Filtration par membrane
NPP	Nombre le Plus Probable
ONG	Organisation Non Gouvernementale
nd	Pas de date (<i>no date</i>)
NOP	Ne fonctionne pas correctement (<i>not operating properly</i>)
NPS	Ensemble de tampon nutritif (<i>nutrient pad set</i>)
NTU	Unités néphélométriques de turbidité (<i>nephelometric turbidity units</i>)
P-A	présence-absence
PET	polyéthylène téréphtalate
PPB	parties par milliard (<i>parts per billion</i>)
PPM	parties par million (<i>parts per million</i>)
SODIS	Désinfection solaire (<i>solar disinfection</i>)
UCV	Unités de couleur vraie
DJA	Dose Journalière Admissible
TDS	Total des solides dissous (<i>total dissolved solids</i>)
TNTC	Trop nombreux pour être comptés (<i>too numerous to count</i>)
NU	Nations Unies
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
UNICEF	United Nations Children's Education Fund (Fonds des Nations unies pour l'enfance)
US EPA	United States Environmental Protection Agency
OMS	Organisation Mondiale de la Santé

Glossaire

Adsorption

L'adhésion de molécules de gaz, d'ions, de microorganismes ou de molécules en solution à la surface d'un solide.

Algue

Espèce aquatique qui englobe plusieurs groupes d'organismes aquatiques simples, capturant l'énergie de la lumière par photosynthèse et l'utilise pour transformer des substances inorganiques en matière organique

Anaérobie

Appartenant à et se développant dans un milieu sans oxygène.

Aquifère

Une formation géologique, groupe de formation, ou partie de formation contenant assez de sable ou gravier (matériau perméable) saturé pour alimenter des sources et des puits avec des quantités importantes d'eau.

Bactéries

Organismes microscopiques unicellulaires

Bactéries fécales

Organismes microscopiques unicellulaires que l'on trouve dans les excréments des animaux à sang chaud. Leur présence indique une contamination par les excréments des animaux à sang chaud et la présence possible d'agents pathogènes.

Basique

Opposé d'acide ; l'eau ayant un pH supérieur à 7

Biologique

Toute substance dérivée de produits animaux ou autres sources biologiques.

Biodégradation

La transformation d'une substance en nouveaux composés à travers des réactions biochimiques ou l'action de microorganismes, telles que les bactéries.

Bouillon

Un bouillon est un mélange liquide contenant des nutriments pour la culture de microorganismes

Chlore

A: Chlore combiné

Le chlore présent dans l'eau et combiné à d'autres produits chimiques.

B: Chlore libre

Le chlore présent dans l'eau non combiné avec d'autres produits chimiques et disponible pour désinfecter tout contaminant additionnel introduit dans l'eau.

C: Chlore total

Chlore combiné + chlore libre

Coliforme

Un groupe de bactéries généralement inoffensives, qui peuvent être d'origine fécale ou environnementale

Colonie (bactérienne)

Un amas de bactéries croissant sur la surface ou à l'intérieur d'un milieu solide, généralement cultivé à partir d'une seule cellule, et apparaissant comme une tache circulaire au centre.

Concentration

Le taux de la quantité d'une substance présente dans un échantillon d'un volume ou d'un poids donné par rapport au volume ou poids de l'échantillon (ex : mg/L, µg/L, ppm, ppb)

Constituant

Une substance chimique ou biologique dans l'eau, un sédiment ou un organisme vivant de la région qui peut être mesuré avec une méthode analytique

Contaminant à source non ponctuelle

Une substance polluant ou dégradant l'eau et provenant de ruissellements agricoles ; de l'atmosphère, des routes, et d'autres sources diffuses

Contaminant à source ponctuelle

Toute substance qui dégrade la qualité de l'eau et trouve son origine dans des endroits précis, tels que les tuyaux d'évacuation de latrines ou de fosses septiques, les fosses d'écoulement, ou l'élevage de bétail sur une zone réduite.

Contamination

La dégradation de la qualité de l'eau par rapport aux conditions d'origine ou naturelles en raison de l'activité humaine ou naturelle

Critère

Une norme de jugement ou une règle pour l'évaluation ou l'analyse de quelque chose

Directive

Une limite recommandée qui ne devrait pas être dépassée ; les directives n'ont pas vocation à être des normes de pratique, ou à donner lieu à des devoirs ou obligations légales, mais dans certaines circonstances elles peuvent aider à l'évaluation et l'amélioration.

Eau douce

L'eau contenant moins de 1000 mg/L de solides dissous, comme le sel.

Eau potable

Une eau salubre et ayant bon goût pour la consommation humaine.

Écoulement

Le volume de fluide passant par un point par unité de temps, couramment exprimé en m³/seconde, L/minute.

Effluent

Écoulement d'une source donnée, comme le ruisseau s'écoulant d'un lac ou les déchets liquides s'échappant d'une usine ou d'une station d'épuration des eaux usées.

Filtration par Membrane

Méthode d'analyse de la qualité de l'eau utilisée pour mesurer la contamination microbiologique par énumération des unités de formation de colonies de bactéries indicatrices.

Gélose

Un mélange de gel semi-solide contenant des nutriments pour la culture de microorganismes

Ion

Un atome ou groupe d'atomes positivement ou négativement chargé.

Lessivage

L'élimination de matériaux en solution du sol ou de la roche ; se rapporte également au mouvement de pesticides ou de nutriments de la surface à l'eau souterraine.

Milieu de culture

La combinaison de nutriments et de réactifs utilisée pour cultiver des microorganismes (ex : bouillons, géloses)

Norme

Une limite obligatoire qui ne doit pas être franchie ; les normes impliquent souvent une obligation ou un devoir légal.

Organique

Contenant du carbone, mais peut aussi contenir de l'hydrogène, de l'oxygène, du chlore, de l'azote, et d'autres éléments.

Oxygène dissous

L'oxygène dissous dans l'eau ; l'un des plus importants indicateurs de la condition d'un plan d'eau. L'oxygène dissous est nécessaire à la vie des poissons et de la plupart des autres organismes aquatiques.

Papier filtre

Un papier poreux utilisé dans la technique de la filtration par membrane, à travers lequel l'échantillon est filtré et retient les bactéries. La taille des pores pour les bactéries fécales se situe entre 0,45 et 0,7 µm.

Agent Pathogène

Tout organisme vivant provoquant une maladie.

pH

Une échelle représentant la quantité d'ions hydrogènes en solution, reflétant l'acidité ou l'alcalinité.

Photomètre

Appareil numérique utilisé pour mesurer la concentration d'un paramètre (chimique, physique) dans un échantillon.

Physique

Une chose matérielle qui peut être touchée et vue, plutôt qu'une idée ou des mots.

Pollution

Un état indésirable de l'environnement naturel contaminé par des substances nocives en conséquence d'activités humaines ou de catastrophes naturelles.

Produit chimique

Impliquant ou résultant d'une réaction entre deux substances ou plus.

Qualitatif

Distinction de substances en fonction de leur qualité au moyen de mots. Ex : couleur, odeur, dureté

Qualité de l'eau

Un terme utilisé pour décrire les caractéristiques chimiques, physiques et biologiques de l'eau, en général par rapport à son aptitude à servir un certain objectif.

Quantitatif

Distinction de substances en fonction de leur quantité au moyen de mesures. Ex : masse, nombre, poids.

Ruissellement

L'écoulement de précipitations ou de neige fondue qui se produit dans les ruisseaux ou les plans d'eau de surface.

Solides dissous

Une expression désignant la quantité de solides qu'un liquide contient sous forme dissoute.

Solides en suspension

Des solides qui ne sont pas en solution réelle et peuvent être éliminés par filtration. Ces solides en suspension contribuent généralement directement à la turbidité. Dans le cadre de la gestion des déchets, ce sont de petites particules de polluants solides qui résistent à la séparation si on utilise les méthodes conventionnelles.

Syndrome du bébé bleu

Un état très courant chez les nourrissons et certaines personnes âgées dû en général à l'ingestion de grandes quantités de nitrate, provoquant la faiblesse de la capacité du sang à transporter efficacement l'oxygène

Turbidité

La quantité de particules solides en suspension dans l'eau qui provoquent la dispersion de rayons de lumière dans l'eau. En conséquence, la turbidité rend l'eau trouble ou même opaque dans les cas extrêmes. La turbidité est mesurée en unités néphélométriques de turbidité (NTU).

Unité de Turbidité Néphélométrique (NTU)

Unité de mesure de la turbidité de l'eau. Fondamentalement, une mesure de l'opacité de l'eau mesurée par un néphélomètre. La turbidité est basée sur la quantité de lumière réfléchiée par les particules dans l'eau.

Références

<http://ga.water.usgs.gov/edu/dictionary.html>

<http://water.usgs.gov/glossaries.html>

1 Introduction à l'analyse de la qualité de l'eau de boisson

Disposer d'une eau potable saine et d'un assainissement de base est un besoin et un droit pour chaque homme, femme et enfant. Les individus ont besoin d'une eau propre et d'un assainissement pour conserver leur santé et leur dignité. Une meilleure eau et un meilleur assainissement sont essentiels pour briser le cycle de la pauvreté car ils améliorent la santé des gens, leur force pour travailler, et leur capacité à aller à l'école.

Pourtant, 884 millions de personnes dans le monde vivent sans une meilleure eau potable, et 2,5 milliards de personnes n'ont toujours pas accès à un meilleur assainissement, dont les 1,2 milliard d'individus ne disposant même pas d'une simple latrine (OMS/UNICEF, 2008). Beaucoup de ces personnes sont parmi les plus difficiles à atteindre : des familles vivant dans des zones rurales lointaines et des bidonvilles, des familles déplacées par la guerre et la famine, et des familles vivant dans le piège de la pauvreté-maladie, pour lesquelles une meilleure eau et un meilleur assainissement seraient un moyen de s'en sortir.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que 88% des maladies diarrhéiques sont provoquées par une eau insalubre, un assainissement insuffisant et une mauvaise hygiène. En conséquence, plus de 4500 enfants meurent chaque jour de diarrhée et autres maladies. 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.

La crise mondiale de l'eau prend davantage de vies par la maladie que n'importe quelle guerre n'en prend par les armes (PNUD, 2006).

En 2000, les Nations Unies ont créé les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) pour améliorer la qualité de vie des gens dans le monde entier. Voici les huit OMD qui doivent être atteints d'ici 2015 :

1. Éliminer la pauvreté extrême et la faim
2. Assurer l'éducation primaire pour tous
3. Promouvoir l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes
4. Réduire la mortalité infantile
5. Améliorer la santé maternelle
6. Combattre le VIH/SIDA, le paludisme et d'autres maladies.
7. Assurer un environnement humain durable
 - (c) Réduire de moitié la proportion de personnes dépourvues d'un accès durable à l'eau potable et d'un assainissement de base.
8. Mettre en place un partenariat mondial pour le développement.

Le Programme Conjoint de Surveillance de l'Approvisionnement en Eau et de l'Assainissement de l'OMS et de l'UNICEF (*Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation* —JMP) est l'organisme officiel des Nations Unies chargé de surveiller les progrès vers les cibles des OMD pour une eau de boisson et un assainissement améliorés.

Que signifient une meilleure eau potable et un meilleur assainissement ?

- Une **source d'eau potable améliorée** se définit comme une source ou arrivée d'eau potable qui, de par sa construction et sa conception, peut protéger l'eau d'une contamination extérieure, en particulier des matières fécales.
- Une **eau potable salubre** est une eau dont les caractéristiques microbiologiques, chimiques et physiques sont conformes aux recommandations de l'OMS ou aux normes nationales concernant la qualité de l'eau potable.
- Un **équipement d'assainissement amélioré** permet d'éviter de manière hygiénique le contact entre les personnes et les excréments humains. Cependant, les équipements d'assainissement ne sont pas considérés comme améliorés lorsqu'ils sont partagés avec d'autres ménages, ou en libre accès.

Que sont de Meilleures Technologies pour l'Eau Potable et l'Assainissement

Technologies Améliorées		Technologies Non Améliorées	
Eau Potable	<ul style="list-style-type: none"> • Eau courante • Robinet public/fontaine • Puits tubé/forage • Puits creusé protégé • Source protégée • Récupération d'eau de pluie • Eau en bouteilles¹ 	Eau Potable	<ul style="list-style-type: none"> • Puits creusé non protégé • Source non protégée • Eau fournie par un marchand • Eau de camion-citerne • Eau de surface (ex : fleuve, rivière, barrage, lac, étang, canal)
Assainissement	<ul style="list-style-type: none"> • Évacuation ou chasse vers un système de tuyaux d'égout • Fosse septique ou latrine à fosse • Latrine VIP (Latrine améliorée à fosse ventilée) • Latrine à fosse avec dalle • Toilettes à compost 	Assainissement	<ul style="list-style-type: none"> • Latrine publique ou partagée² • Fosse ouverte ou latrine à fosse sans dalle • Toilettes ou latrine suspendue • Latrine à seau • Aucun équipement

¹Le JMP ne considère l'eau en bouteille comme une source d'eau potable améliorée que si une autre source améliorée est également utilisée pour la cuisine et l'hygiène personnelle.

²Un équipement public ou partagé n'est pas considéré comme amélioré

(OMS/UNICEF, 2008)

1.1 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 :

1. 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 potable est souterraine.
2. 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 est généralement impropre à la consommation sans traitement.
3. 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.

L'eau est en mouvement permanent sur, au-dessus, et sous la surface de la terre. Comme l'eau est recyclée à travers la terre, elle amasse beaucoup de choses sur son chemin. La qualité de l'eau diffère selon le lieu, les saisons, et les divers types de roches et sols dans lesquels elle se déplace.

Ce sont surtout des processus naturels qui affectent la qualité de l'eau. Par exemple, l'eau se déplaçant à travers des roches et sols souterrains pourra absorber des contaminants naturels, même sans activité ou pollution humaine dans la zone. En plus de l'action de la nature, l'eau est aussi polluée par les activités humaines, comme la défécation en plein air, le déversement d'ordures, les mauvaises pratiques agricoles, et les rejets de produits chimiques sur les sites industriels.

Même si l'eau est claire, cela ne veut pas forcément dire qu'il est sans danger pour nous de la boire. Il est important que nous jugions de la salubrité de l'eau en prenant en compte les trois qualités suivantes :

1. Microbiologique —bactéries, virus, protozoaires et vers
2. Chimique — minéraux, métaux et produits chimiques
3. Physique — température, couleur, odeur, goût et turbidité

Une eau de boisson salubre doit avoir les qualités microbiologique, chimique et physique suivantes :

- Sans agent pathogène
- Concentrations en produits chimiques toxiques faibles
- Claire
- Sans goût et sans couleur (pour des raisons esthétiques)

Lorsque l'on s'intéresse à la qualité de l'eau, dans la plupart des cas la contamination microbiologique est la principale préoccupation car elle est responsable de la plupart de maladies et morts liées à la consommation d'une eau insalubre.

1.2 Traitement de l'Eau dans le Foyer et la Communauté

L'eau peut être traitée dans un endroit central, en grandes quantités, puis fournie aux foyers par un réseau de tuyaux. On qualifie souvent cela de traitement de l'eau en communauté ou centralisé. De plus petits volumes d'eau peuvent aussi être traités au point d'utilisation, par exemple une maison. On appelle habituellement cela « traitement de l'eau dans les ménages et stockage sûr » (*household water treatment and safe storage* —HWTS), car les membres de la famille recueillent l'eau, puis la traitent et la stockent dans leur foyer.

La plupart des gens dans le monde souhaitent avoir l'eau potable courante directement chez eux, grâce à un système de traitement de l'eau public. Malheureusement, l'argent et les ressources nécessaires pour construire, faire fonctionner et entretenir un système communautaire ne sont pas toujours disponibles dans les pays en développement.

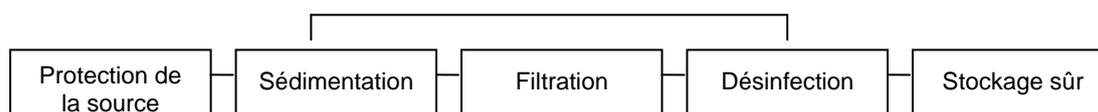
Le principal avantage du HWTS est qu'il peut être utilisé sur-le-champ dans les habitations des familles pauvres pour améliorer la qualité de leur eau de boisson. Son efficacité dans la prévention des maladies liées à l'eau insalubre a été prouvée. Le HWTS permet aux gens de prendre la responsabilité de la sécurité de leur eau en ? la traitant et la stockant eux-mêmes dans leur foyer.

Le HWTS est aussi moins cher, plus adapté au traitement de petits volumes d'eau, et constitue un point de départ à une éducation à l'hygiène et à l'assainissement. Il existe une large variété de technologies HWTS simples qui proposent des options en fonction de ce qui est le plus approprié et dans les moyens du foyer.

Le HWTS a certaines limitations car il implique que les familles soient bien informées de son fonctionnement et de son entretien, et il faut les inciter à utiliser la technologie correctement. D'autre part, la plupart des procédés HWTS sont conçus pour éliminer les agents pathogènes plutôt que les produits chimiques.

Avec un traitement de l'eau à la fois centralisé et dans les foyers, l'utilisation de l'approche à barrières multiples est la meilleure méthode pour réduire le risque de boire de l'eau insalubre. Chaque étape du processus, de la protection de la source au traitement et stockage sûr de l'eau, réduit davantage le risque pour la santé. Les deux systèmes de traitement de l'eau, communautaire et personnel, suivent le même processus de traitement. La seule différence est l'échelle du système utilisé dans les communautés et dans les foyers.

Traitement Domestique de l'Eau



Note Importante :

La majorité de la littérature et de la recherche sur l'analyse de la qualité de l'eau est consacrée aux systèmes de traitement communautaires à grande échelle. Cette connaissance a été adaptée au traitement domestique de l'eau dans ce manuel.

1.3 Nécessité de l'Analyse de la Qualité de l'Eau

Les éléments suivants sont des raisons habituelles d'effectuer des tests de qualité de l'eau au niveau du foyer :

- Garantir une eau potable saine
- Identifier des problèmes
- Adopter de mesures de précaution
- Sensibiliser
- Déterminer l'efficacité du procédé HWTS
- Choisir une source d'eau appropriée
- Inciter les gouvernements à fournir une eau salubre.

Le HWTS est en train de devenir une façon populaire d'obtenir de l'eau saine. Différents procédés et technologies comme le filtre biosable, le filtre céramique, la désinfection solaire (SODIS), et la chloration, sont introduits par diverses organisations gouvernementales et non gouvernementales (ONG). Les tests de qualité de l'eau sont très utiles pour comprendre la différence de qualité entre l'eau de source, l'eau traitée et l'eau stockée.

1.4 Directives et Normes pour la Qualité de l'Eau de Boisson

Quelle est la différence entre directive et norme ?

Norme — une limite obligatoire qui ne doit pas être franchie ; les normes relèvent souvent d'un devoir ou d'une obligation légale.

Directive — une limite recommandée qui ne devrait pas être franchie. Les directives n'ont pas vocation à devenir des normes de pratique ou à indiquer un devoir ou une obligation légale, mais dans certains cas elles peuvent aider à l'évaluation et l'amélioration.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) fait partie des Nations Unies (UN) et se concentre sur la santé publique internationale. L'OMS rédige les Directives de Qualité pour l'Eau de Boisson (2006) pour 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 potable salubre ne rendra les gens malades à aucun moment de leur vie, y compris lorsqu'ils sont jeunes, vieux ou malades. L'eau potable salubre est adaptée à l'ensemble de nos besoins personnels, y compris la boisson, la cuisine et la lessive.

Les directives de l'OMS s'appliquent aux qualités 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.

Bien qu'il existe plusieurs contaminants dans l'eau pouvant présenter un danger pour les humains, la première priorité est de s'assurer que l'eau potable est dépourvue d'agents pathogènes responsables des maladies.

(OMS, 2006)

L'application des Directives de l'OMS sur la Qualité de l'Eau de Boisson diffère selon les pays. Il n'existe pas de méthode unique utilisée dans le monde entier. Les Directives sont des recommandations à s'efforcer d'atteindre et non des limites obligatoires.

Les pays peuvent prendre les Directives de l'OMS en compte à l'instar des conditions environnementales, sociales, économiques et culturelles. Cela peut amener les pays à développer leurs propres normes nationales, significativement différentes des Directives de l'OMS.

Il y a un besoin pressant d'accroître la disponibilité de l'eau potable salubre de façon compatible avec les Directives de l'OMS. Pour répondre à cette demande mondiale, différentes technologies de traitement domestique de l'eau et stockage sûr sont présentées comme des pratiques efficaces, appropriées, acceptables et bon marché pour améliorer la qualité de l'eau potable.

Une analyse peut être effectuée pour déterminer si des agents pathogènes sont présents dans l'eau de boisson. Cependant, des tests occasionnels faits sur un approvisionnement en eau peuvent donner un sentiment de sécurité erroné ou des résultats peu concluants car la qualité de l'eau peut varier considérablement et rapidement. Des tests réguliers peuvent aussi prendre du temps et coûter cher. Ils ne doivent être entrepris que lorsque cela est nécessaire pour prendre des décisions pratiques au sujet de l'approvisionnement ou du traitement.

L'état général de santé, bien-être ou énergie de la population locale peut aussi donner une idée de la qualité de l'eau potable. Cependant, il est important de se rappeler que les maladies diarrhéiques peuvent aussi résulter d'une mauvaise alimentation et hygiène personnelle.

1.5 Les Options d'Analyse de la Qualité de l'Eau de Boisson

Intégrer l'analyse de la qualité de l'eau dans votre projet dépend de vos objectifs et de vos ressources. Voici quelques questions d'orientation à poser lorsque vous commencez afin de vous aider à choisir les méthodes d'analyse adaptées :

- Pourquoi devez-vous effectuer une analyse de la qualité de l'eau ?
 - Information de base
 - Planification et élaboration de politiques
 - Gestion et informations opérationnelles
 - Autres objectifs
- Quelles sont les informations nécessaires sur la qualité de l'eau ?

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 d'analyse, disponibles sur le marché, vous permettant d'effectuer des analyses

vous-mêmes sans devoir faire appel à un laboratoire. Les sections suivantes présentent les différentes méthodes disponibles :

- Observation
- Le faire vous-même sur le terrain
- Utiliser un laboratoire mobile
- Envoyer vos échantillons à un laboratoire pour analyse

1.5.1 Observation

La plupart des technologies et procédés HWTS diffusés par les organisations gouvernementales et non gouvernementales ont déjà été testés et validés par des expériences en laboratoire. On peut donc supposer que la mise en œuvre des technologies et procédés résultera en l'amélioration de la qualité de l'eau. Les exigences basiques de fonctionnement et d'entretien définies par l'exécutant du projet doivent être suivies et contrôlées afin de garantir une eau de boisson salubre.

D'autres observations simples peuvent être effectuées pour identifier de possibles problèmes de qualité de l'eau et minimiser les risques de contamination. 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 et d'assainissement personnelles.

La qualité de l'eau peut aussi être évaluée en faisant des observations qualitatives de ses caractéristiques physiques telles que turbidité, couleur, odeur et goût. Voici quelques exemples de situations où la contamination de l'eau est détectée par l'observation visuelle, le goût ou l'odeur. Si l'observation permet de suspecter une contamination, alors l'analyse est l'étape suivante pour confirmer la qualité de l'eau.

Observations Qualitatives

Observations sur l'eau	Contaminants possibles
Ecumeuse	Détergents
Couleur noire	Manganèse, prolifération bactérienne
Couleur marron, jaune ou rougeâtre	Fer
Couleur marron foncé ou jaune foncé	Tanins et pigments de feuilles et d'écorces
Dépôts blancs ou tartre	Dureté, métaux dissous
Odeur de terre, de poisson, de boue, de tourbe	Matière organique, algues, bactéries
Odeur d'œuf pourri	Sulfure d'hydrogène
Odeur de chlore	Résidu de chlore d'un processus de traitement de l'eau
Goût amer ou métallique	pH, zinc, cuivre

(Adapté de Singh et al., 2003)

1.5.2 Kits d'Analyse Portables

L'analyse de nombreux contaminants physiques, chimiques et microbiologiques peut être effectuée sur le terrain ou dans un laboratoire temporaire en utilisant des produits spécifiquement conçus, portables et relativement simples d'utilisation. Un avantage significatif de l'analyse sur le terrain est que les tests sont effectués sur des échantillons récents dont les caractéristiques n'ont pas été contaminées ou modifiées de quelque façon que ce soit en conséquence d'un stockage ou d'un transport sur de longues distances.

Exemples de Kits Portables d'Analyse de Qualité de l'Eau



Wagtech Potatest

Kit Delagua

Résumé des Avantages et Limites de l'Analyse de Terrain

Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none"> • Facilité d'utilisation et de manipulation • Portable et autonome • Résultats rapides • Ne nécessite pas de formation ou connaissances avancées pour être utilisé • 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

Dans les communautés rurales et reculées, il est plus aisé d'effectuer les analyses de l'eau sur place. En effet, en pratique, il est difficile de transporter les échantillons d'une façon qui n'affectera pas leur état bactériologique. Il est vivement recommandé d'installer un petit laboratoire pour fournir un environnement propre et contrôlé.

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.

Les kits d'analyse de l'eau portables peuvent aussi être un puissant outil pour accroître la sensibilisation à la qualité de l'eau. Les Promoteurs de la Santé dans la Communauté ou le personnel de terrain peuvent utiliser l'analyse de la qualité de l'eau pour inciter de nombreuses personnes à changer positivement leur comportement dans les domaines de l'hygiène et de l'assainissement. De nombreux tests ont des résultats visuels qui permettent aux gens d'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
- Pas de contre-indication au transport aérien
- Résultats rapides
- Besoins limités en eau distillée ou déionisée
- Dilution non nécessaire
- Ne requiert pas d'étalonnage
- Robuste (incidence limitée de la lumière UV, des chocs, de l'humidité ou de la température)
- Peut tester différents paramètres
- Facile à réparer ou remplacer
- Peu de consommables, ou consommables faciles à obtenir
- Coût raisonnable de l'équipement et des consommables

L'Annexe 1 « Équipement et Produits » fournit davantage d'informations sur les kits portables décrits ci-dessus, ainsi que sur d'autres équipements et matériels communément utilisés par diverses organisations gouvernementales et non gouvernementales.

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 en effet d'une variante de test de terrain, mais peut fournir de meilleurs moyens que les kits de tests. En pratique, cela n'est réalisable que lorsque les projets sont disséminés dans plusieurs endroits et surveillent ensemble la 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 tests. Le véhicule est en général l'élément le plus coûteux du matériel.

1.5.4 Analyse en Laboratoire

L'analyse de qualité de l'eau peut aussi être effectuée en laboratoire. Cette méthode requiert une infrastructure, un technicien qualifié, de l'équipement et d'autres matériels de soutien. L'analyse en laboratoire peut être utile si vous ne prélevez qu'un petit nombre d'échantillons et que votre projet se situe près d'une zone urbaine, où un laboratoire est présent.

Résumé des Avantages et Limites de l'Analyse en Laboratoire

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 • Acceptée par les normes internationales 	<ul style="list-style-type: none"> • Relativement chère • Requier des techniciens formés et qualifiés • En général situé dans des zones urbaines, les échantillons peuvent devoir être transportés sur de longues distances • Certains laboratoires peuvent avoir un nombre très limité de méthodes d'analyse

Les chercheurs d'universités et de gouvernements utilisent fréquemment des laboratoires pour l'analyse de la qualité de l'eau. Cela parce que les laboratoires fournissent des résultats plus fiables et plus précis, souvent nécessaires pour le contrôle et la surveillance de la qualité. L'analyse en laboratoire est préférée lorsque l'on effectue des vérifications de technologie ou que l'on prépare des recommandations sur la qualité de l'eau.

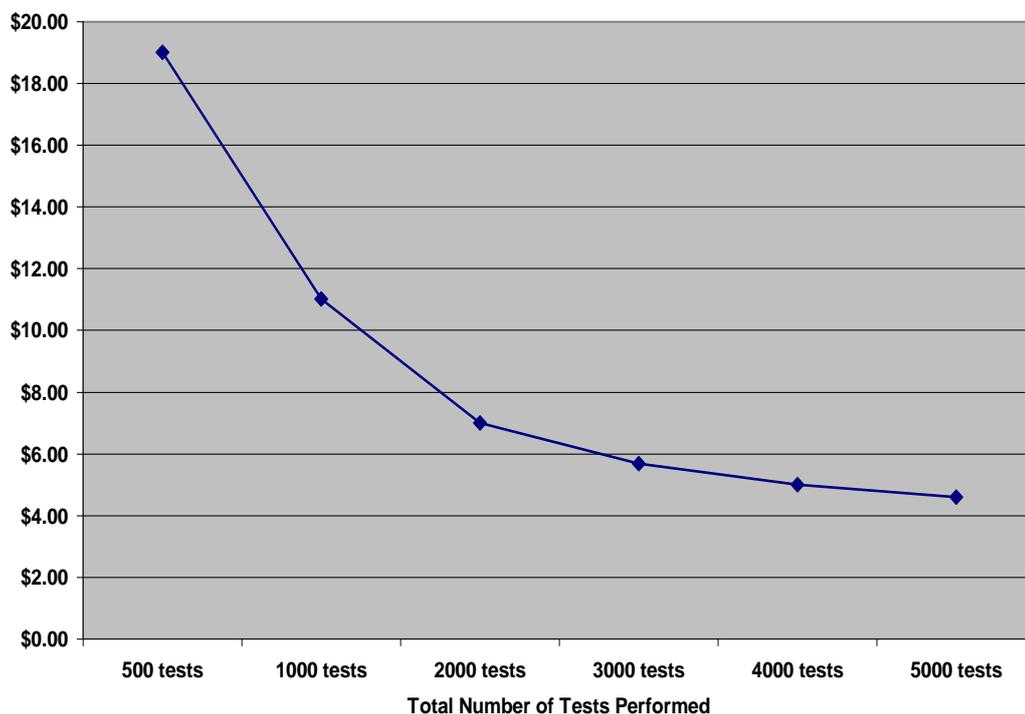
L'UNICEF recommande également que certains produits chimiques complexes, tels que l'antimoine, le baryum, le cadmium, le mercure, le molybdène, le sélénium et l'uranium, soient testés en laboratoire afin d'obtenir un résultat fiable.

Le coût des analyses d'échantillon en laboratoire varie en fonction des paramètres suivants :

- Localisation du laboratoire
- Types de contaminants biologiques ou chimiques
- Quantité de tests d'échantillons
- Niveau de précision et d'exactitude requis

Les coûts sont généralement d'autant plus bas que le nombre de tests est grand. Le graphique suivant montre la réduction des coûts lorsque le nombre de tests augmente. Il est basé sur la mise en place d'un laboratoire semi-permanent utilisant du matériel en verre réutilisable (Baker, 2006).

Comparison of Cost Versus Number of Tests



La faisabilité de l'installation d'un laboratoire de projet dépend de la disponibilité des ressources financières, des bâtiments, des techniciens qualifiés, et du matériel essentiel de laboratoire. L'Annexe 2 définit les exigences fondamentales pour la mise en place d'un laboratoire de projet.

Le coût relativement élevé d'une analyse en laboratoire la rend difficile, malaisée ou impossible à effectuer dans de nombreuses parties du monde. Les ressources et infrastructures peuvent aussi ne pas permettre une analyse de routine de l'eau potable au moyen de méthodes standardisées.

Le manque d'accessibilité à l'analyse de qualité de l'eau a mis au jour le besoin urgent de méthodes de test rapides, simples, et peu coûteuses. Ce besoin est particulièrement vif pour les réserves en eau des foyers et des petites communautés, qui n'ont pas accès et ne peuvent se payer une analyse en laboratoire conventionnelle. L'analyse sur place au moyen d'un matériel portable et le développement de méthodes de test alternatives et simplifiées ont contribué à surmonter ces contraintes (OMS, 2002).

1.5.5 Sélection des Méthodes d'Analyse de l'Eau de Boisson

Le choix d'une méthode de test dépend de l'objectif de l'analyse et de la façon dont les résultats seront utilisés. Il n'existe pas de test unique permettant de déterminer la salubrité de l'eau de boisson.

La sélection de la méthode appropriée doit se faire en fonction des considérations suivantes :

- 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
- Précision et exactitude requises
 - Plus elles sont grandes, plus le coût et la complexité analytique sont élevés.
- Durée maximale entre la prise d'échantillon et l'analyse
- Compétences techniques nécessaires
- Coût de l'équipement et du matériel pour chaque test

Dans le cas où plusieurs méthodes peuvent parvenir à ces exigences, le choix final pourra être dicté par la connaissance d'une méthode et/ou la disponibilité de l'équipement nécessaire.

1.6 Leçons Apprises

Les petits projets qui viennent seulement de démarrer 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 ont cependant fini par réaliser qu'il s'agit d'une tâche onéreuse. Le coût (environ 2-4 USD par test) 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 l'analyse portable de l'eau utile pour déterminer l'efficacité de la technologie et pour contrôler et évaluer son application. 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 surveillances 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 en laboratoire est préférée lors de la vérification de la technologie et la préparation de directives sur la qualité de l'eau. L'UNICEF recommande que certains produits chimiques complexes comme l'antimoine, le baryum, le cadmium, le mercure, le molybdène, le sélénium et l'uranium, soient analysés en laboratoire afin d'obtenir des résultats fiables. Cependant, l'analyse spécifique de ces produits chimiques n'est en général pas le propos de la majorité des projets HWTS.

L'analyse de la qualité de l'eau a été utilisée par certains projets comme un outil efficace pour accroître la sensibilisation à l'importance de l'eau salubre dans les

communautés rurales. Ce peut être un outil efficace pour les Promoteurs de la Santé dans la Communauté 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 observer 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 Points Clés

- La qualité de l'eau peut être définie en trois grandes catégories : attributs physiques, chimiques, et biologiques
- 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).
- Les raisons les plus communes d'effectuer une analyse de la qualité de l'eau au niveau du foyer sont :
 - Garantir une eau potable salubre
 - Identifier des problèmes
 - Adopter des mesures de précaution
 - Sensibiliser
 - Déterminer l'efficacité des technologies HWTS
 - Choisir une source d'eau appropriée
 - Inciter le gouvernement à fournir une eau saine.
- Il y a quatre grandes options pour l'analyse de la qualité de l'eau : l'observation, l'analyse au moyen de kits portables (kits de terrain), l'analyse en laboratoire mobile, et l'analyse en laboratoire spécialisé.
- Il n'existe pas de test unique permettant de déterminer la salubrité d'une eau de boisson

1.8 Références

Baker D. (2006). Water Lab Equipment, Unpublished document. Centre for Affordable Water and Sanitation Technology, Calgary, Canada.

Singh, G. and Singh J. (2003). Water Supply and Sanitation Engineering, Standards Publisher Distributors, India.

UNICEF (2003). Water Quality Assessment and Monitoring, Technical Bulletin No.6. Disponible sur : www.supply.unicef.dk/catalogue/bulletin6.htm

World Health Organization (2001). Water Quality: Guidelines, Standards and Health. Edited by Lorna Fewtrell and Jamie Bartram. IWA Publishing, London, UK. Disponible sur : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/whoiwa/en/index.html

World Health Organization (2006). Guidelines for Drinking-Water Quality: Incorporating First Addendum. Vol. 1, Recommendations, Third Edition. WHO, Geneva, Switzerland. Disponible sur : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html

World Health Organization (2008). Guidelines for Drinking-Water Quality: Second Addendum. Vol. 1, Recommendations, Third Edition. WHO, Geneva, Switzerland. Disponible sur : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf

World Health Organization and United Nations Children's Fund (2004) Meeting the MDG Drinking Water and Sanitation Target: A Mid-Term Assessment of Progress. UNICEF, New York, USA and WHO, Geneva, Switzerland. Available at www.unicef.org/wes/files/who_unicef_watsan_midterm_rev.pdf

World Health Organization and United Nations Children's Fund (2005). WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation. Water for Life: Making it Happen. UNICEF, New York, USA and WHO, Geneva, Switzerland. Disponible sur : www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp2005/en/index.html

World Health Organization and United Nations Children's Fund (2008). Progress on Drinking Water and Sanitation: Special Focus on Sanitation. UNICEF, New York, USA and WHO, Geneva, Switzerland. Disponible sur : www.wssinfo.org/en/40_MDG2008.html

Mission : Sélection des Méthodes d'Analyse de la Qualité de l'Eau

1. Pourquoi voulez-vous effectuer une analyse de qualité de l'eau dans le cadre de votre projet ?

2. Quelles options d'analyse seront à votre avis les plus adaptées à votre projet ?
Pourquoi ?

Mission : Réponses

1. Voici des raisons fréquentes d'analyser la qualité de l'eau au niveau du foyer :

- Garantir une eau potable salubre
- Identifier des problèmes
- Adopter des mesures de précaution
- Sensibiliser
- Déterminer l'efficacité des technologies HWTS
- Choisir une source d'eau appropriée
- Inciter le gouvernement à fournir une eau saine

2. Réponses spécifiques au projet. Si vous avez des questions, adressez-vous à votre formateur.

2 Planification de l'Analyse de la Qualité de l'Eau

Il est essentiel d'avoir un programme précis pour l'analyse de la qualité de l'eau. Planifier à l'avance, et réfléchir préalablement au processus, permettra de gagner du temps, de réduire les coûts, de satisfaire les parties prenantes, et d'éviter les surprises pendant le déroulement du projet. De plus, cela donne une idée des ressources financières et humaines qui seront nécessaires pour mener à bien l'analyse. Il est important de suivre le plan une fois établi, même si des changements se feront inévitablement ressentir au fur et à mesure du déroulement des événements.

Le processus de planification présenté dans cette section suit des pratiques bien établies. Ce processus peut demander davantage de temps que prévu pour développer les objectifs, former votre équipe, définir les paramètres d'analyse, et préparer un budget.

2.1 Le Processus de Planification

La planification d'une analyse de qualité de l'eau doit être faite par les personnes qui participeront au projet. Les points suivants peuvent être vérifiés au sein d'une activité de groupe avant que l'analyse ne commence, afin de s'assurer que la planification est complète et minutieuse. Le temps investi dans la planification est essentiel pour effectuer des analyses de qualité de l'eau efficaces et utiles.

1. Réexaminer le besoin d'une analyse
2. Développer vos objectifs
3. Identifier les paramètres d'analyse
4. Identifier les méthodes d'analyse
5. Déterminer les étapes clés
6. Identifier vos activités
7. Définir les responsabilités
8. Elaborer des estimations de temps et de coût

2.1.1 Réexaminer le Besoin d'une Analyse

Comme il a été expliqué dans la Section 1, vous devez étudier le besoin d'une analyse de qualité de l'eau dans le contexte de votre projet et des ses objectifs. On commence souvent par mettre en place un projet pilote dans une communauté pour démontrer les résultats et l'acceptabilité du HWTS. Différents critères permettent de mesurer les résultats, y compris :

- La quantité d'eau traitée
- La satisfaction de l'utilisateur
- La robustesse
- La simplicité d'entretien et de fonctionnement
- Coût modéré
- Perception de l'utilisateur concernant le goût, l'odeur et la couleur

Dans certaines situations, vous voudrez peut-être aussi déterminer l'efficacité du HWTS en termes d'élimination de contaminants physiques, chimiques et microbiologiques. Il existe d'autres situations pouvant nécessiter l'évaluation du

HWTS : à la demande de l'utilisateur final, à la requête du donateur, pour une vérification du gouvernement, ou à des fins de recherche. C'est à ce moment que l'analyse de la qualité de l'eau peut être un outil utile.

L'analyse de la qualité de l'eau dans les pays en développement peut être une entreprise coûteuse si elle est menée correctement. Il est essentiel d'avoir un jugement prudent sur le besoin d'une analyse de la qualité de l'eau. Comme évoqué dans le Section 1, il existe des méthodes alternatives pour évaluer la performance du HWTS, comme les enquêtes dans les foyers et les observations. Cependant, si vous voulez évaluer l'efficacité technique de la technologie, vous pourrez avoir à analyser la qualité de l'eau. Le tableau ci-dessous compare le coût, le temps et les ressources techniques nécessaires à une enquête dans les foyers et à des analyses de qualité de l'eau.

Comparaison de Différentes Méthodes d'Evaluation des Résultats des Technologies HWTS

Paramètre	Enquête dans le foyer fondée sur la perception de l'utilisateur	Analyse de la Qualité de l'Eau
Coût	\$ \$	\$ \$ \$
Temps		
Ressources Techniques		

2.1.2 Développer les Objectifs

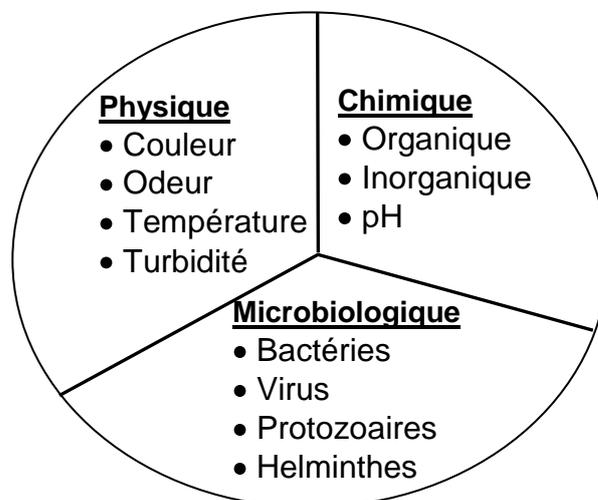
Les objectifs du programme d'analyse de qualité de l'eau doivent répondre aux besoins de l'exécutant du projet, des parties prenantes et de ce qu'ils attendent des résultats. Si une partie prenante demande des ressources supérieures à celles qui sont disponibles, elle doit être contactée sur-le-champ et les objectifs « négociés », de sorte que le champ de l'analyse corresponde aux ressources disponibles.

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

- Identifier une source d'eau appropriée
- Sensibiliser l'utilisateur aux problèmes de qualité de l'eau
- Résoudre les problèmes dans le cadre d'un programme de surveillance en cours
- Evaluer l'efficacité d'une technologie TDE dans la réduction de la turbidité et du nombre de bactéries
- Evaluer la concentration en arsenic et fluorure dans la source et dans l'eau traitée
- Justifier le la poursuite du financement et l'accroissement de l'échelle de votre projet

2.1.3 Identifier les Paramètres d'Analyse

Les contaminants physiques, chimiques et microbiologiques peuvent être mesurés par l'analyse de la qualité de l'eau. Les types de paramètres à analyser dépendent de vos objectifs et de votre champ d'étude.



Note Importante :

La contamination microbiologique de l'eau de boisson est la principale préoccupation pour la santé humaine dans la plupart des pays en développement. Les contaminants chimiques sont en général considérés comme un problème moins urgent dans la mesure où les effets pernicieux sur la santé sont habituellement provoqués par une exposition à long terme, tandis que les effets des contaminants microbiologiques sont le plus souvent immédiats. La turbidité et les bactéries sont d'ordinaire considérées comme les paramètres de base de l'analyse de la qualité de l'eau.

Il est complexe et onéreux d'analyser tous les produits chimiques pouvant être présents dans l'eau. Cependant, l'analyse chimique peut être effectuée s'il y a des risques de contamination spécifiques dans la zone du projet. Par exemple, si l'arsenic ou le fluorure est un problème local, vous voudrez peut-être analyser ces produits chimiques particuliers.

Pour choisir les paramètres d'analyse de la qualité de l'eau, vous pouvez prendre les informations suivantes en compte :

- **Données des Services de Santé**

Les centres de santé communautaires ou les hôpitaux recueillent en général certaines informations sur le nombre de patient et les types de maladies traités. Ces informations peuvent montrer la façon dont les maladies sont réparties dans la zone. Par exemple, si un grand nombre de patients souffrant de diarrhée sont traités, cela laisse penser qu'une eau potable insalubre et une mauvaise hygiène sont les principales causes de maladie. Les dirigeants de la communauté, les guérisseurs

traditionnels et les leaders religieux sont aussi généralement de bonnes sources d'information sur les problèmes de santé présents au sein d'une communauté.

- **La Demande de l'Utilisateur Final**

Les utilisateurs finaux peuvent s'intéresser à l'efficacité et la fiabilité d'une technologie HWTS. Ils souhaitent parfois voir les agents pathogènes afin de mieux comprendre le processus. Dans ce cas, il peut être bénéfique d'effectuer une analyse microbiologique pour montrer la présence des agents pathogènes dans l'eau.

- **Catastrophes Naturelles**

Les catastrophes naturelles comme les inondations, les tremblements de terre, et les glissements de terrain, provoquent souvent la contamination des sources d'eau. La dégradation de la source d'eau peut affecter l'efficacité de plusieurs technologies HWTS. Selon le type et l'intensité de la catastrophe naturelle, il peut être judicieux d'effectuer une analyse de qualité de l'eau.

- **Zone Géographique**

En raison de formations géologiques naturelles, certaines régions peuvent être sujettes à la présence d'arsenic, de fluorure, ou d'autres contaminants chimiques. Dans ces zones, il peut être intéressant d'effectuer une analyse de qualité de l'eau. Vous voudrez peut-être également faire des analyses à proximité d'activités industrielles ou agricoles, dont des sous-produits pourraient provoquer une contamination de l'eau.

- **Informations Secondaires**

Les agences gouvernementales, les centres de recherche, ou les organisations internationales, peuvent effectuer une étude nationale ou régionale et faire un compte rendu de l'état des eaux souterraines et de surface. Ce type d'information fournit une idée générale de la situation locale, ce qui permet de déterminer quels types d'analyses et de paramètres sont nécessaires pour la région.

2.1.4 Identifier les Méthodes d'Analyse

Comme évoqué dans la Section 1, il existe de nombreuses méthodes, outils et kits d'analyse pour effectuer des tests microbiologiques, physiques et chimiques.

Une fois que vous avez sélectionné les paramètres que vous allez analyser, vous devrez choisir les méthodes les plus adaptées pour atteindre vos objectifs.

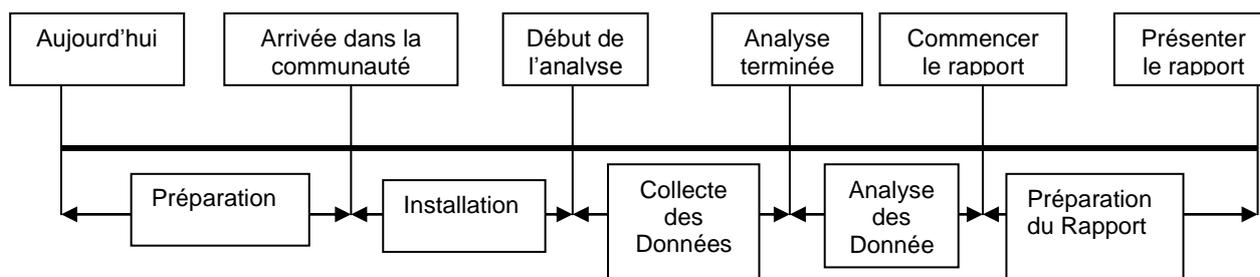
Les Sections 4, 5 et 6 proposent une explication plus poussée des différentes méthodes d'analyse pour les paramètres microbiologiques, physiques et chimiques.

2.1.5 Déterminer les Etapes Clés

Le concept d'étapes clés dans le processus de planification trouve son origine dans l'ingénierie autoroutière. Des marqueurs ou signes kilométriques étaient placés sur la route à intervalles réguliers. Cela donnait aux voyageurs une meilleure indication du chemin suivi et de la distance restante jusqu'à la destination visée.

De la même façon, une étape clé dans le processus de planification indique les réalisations devant être accomplies pour atteindre l'objectif final. Durant la définition de vos étapes clés, il est préférable de commencer en ayant le but final en tête. En remontant le temps, déterminez les étapes clés devant être atteintes avant d'achever le rapport final.

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



Cette méthode d'affichage des étapes clés est utile pour visualiser le plan complet et comprendre les objectifs à remplir afin d'accomplir le travail. En décomposant votre programme d'analyse en étapes, vous pouvez ensuite vous concentrer sur les activités spécifiques nécessaires pour accomplir chaque partie du programme.

Générer la liste des activités spécifiques à la réalisation de chaque étape est la partie suivante du processus de planification.

2.1.6 Identifier les Activités

Les activités sont les tâches spécifiques à entreprendre afin d'atteindre une étape. De nombreuses activités se feront simultanément et il n'est pas toujours nécessaire d'en terminer une pour pouvoir débuter la suivante. Par exemple, les activités de préparation comprennent toutes les choses qui doivent être faites avant votre arrivée dans la communauté. Certaines de ces activités peuvent être :

1. Acquérir de l'équipement et des fournitures pour l'analyse de l'eau
 - Identifier les fabricants de l'équipement et des fournitures
 - Acheter tout l'équipement et les fournitures
 - Créer une check-list de l'inventaire
 - Trouver un endroit pour effectuer l'analyse des échantillons
 - Préparer des protocoles d'analyse
 - Former le personnel à l'utilisation de l'équipement
 - S'entraîner à utiliser l'équipement pour effectuer des analyses de qualité de l'eau.
2. Développer des outils d'enquête
 - Déterminer les tailles d'échantillons
 - Identifier les foyers où seront recueillis les échantillons
 - Créer une check-list de visite des foyers
3. Plan de gestion des données
 - Déterminer quelles données seront enregistrées
 - Déterminer la façon dont les données seront enregistrées

- Créer des formulaires de collecte de données

2.1.7 Attribuer les Responsabilités

Une fois que la liste des activités a été créée, l'étape suivante est l'attribution de la responsabilité de chaque activité. Dans le cas des grands projets, plusieurs personnes peuvent être impliquées et chacune d'entre elles doit connaître son rôle et savoir comment elles travailleront ensemble. Une charte RACI est un outil de gestion de projet qui permet de clarifier les différents rôles au sein d'un projet. RACI signifie « Responsabilité, Action, Consultation, Information ».

R = Responsabilité

Le rôle « R » est tenu par une seule personne. Il s'agit de l'individu qui est en dernier lieu responsable de l'achèvement de cette activité dans les délais et avec le budget prévu. Même si plusieurs autres personnes travailleront sur cette activité, une seule aura l'étiquette « R ».

A = Action

Toutes les personnes qui devront agir afin d'achever cette activité se verront attribuer un « A » dans la charte RACI. Tous ceux qui devront agir de quelque façon que ce soit doivent avoir une étiquette « A » pour cette activité.

C = Consultation

Cela fait référence aux personnes devant être consultées et dont la réponse est nécessaire. Par exemple, si l'approbation des fonds est nécessaire alors la personne qui donnera l'accord doit recevoir l'étiquette « C ».

I = Information

De nombreuses activités impliquent que certaines personnes doivent être informées, même s'il n'est pas nécessaire qu'elles répondent. Elles peuvent être les destinataires des rapports de progression, des résultats préliminaires, etc. Ces personnes doivent se voir attribuer un « I » dans la charte RACI.

Prenez note qu'une même personne peut être impliquée de plusieurs façons (ex : « A » et « I »). Il est important que chaque personne comprenne et accepte les responsabilités qui lui sont attribuées, et soit préparée à rendre compte à l'équipe des progrès accomplis tandis que les activités se déroulent.

Exemple de Charte RACI

Activités	R	A	C	I
1. Kit d'analyse de l'eau et fournitures				
Identifier les fabricants de l'équipement et des fournitures	M. X			Mlle. Y
Acheter tout l'équipement et les fournitures	M. X			Mlle. Y
Créer une check-list de l'inventaire	M. X			Mlle. Y
Préparer des protocoles d'analyse	Mlle. Y		M. X	
Former le personnel à l'utilisation de l'équipement	Mlle. Y	M. X Mlle. W		
S'entraîner à effectuer des analyses de qualité de l'eau	Mlle. Y	M. X Mlle. W		

2.1.8 Elaborer des Estimations de Temps et de Coûts

L'étape finale consiste en l'estimation du temps et du coût nécessaires pour achever chaque activité. En utilisant la liste des activités comme un « séparateur de projet », il est beaucoup plus facile d'estimer le temps que prendra chaque activité et de prévoir son coût.

Normalement, le coût et le temps sont estimés, ou du moins acceptés, par la personne en dernier lieu responsable de l'activité. Il est important de se souvenir que les délais nécessaires pour chaque activité peuvent ne pas s'additionner car plusieurs activités pourront être effectuées en même temps. C'est pour cela que certaines activités se voient parfois attribuer une « date limite d'achèvement », plutôt que de définir les délais nécessaires à la finalisation de chaque activité.

Exemple d'Estimation de Temps

Activités	Semaine				
	1	2	3	4	5
1. Préparation					
2. Installation					
3. Collecte des données					
4. Analyse des données					
5. Préparation du rapport final					

Les estimations de coût doivent être effectuées chaque fois que possible grâce à des devis réels (ex : pour l'équipement d'analyse et les fournitures). Un budget doit être préparé pour inclure tous les coûts d'investissement (ex : équipement, fournitures de bureau) et les dépenses courantes, dont le transport et les ressources humaines.

Exemple de Budget pour l'Analyse de 30 Filtrés Biosables

Activités	Coût (US\$)
1. Fournitures de bureau	
Papier	15.00
Photocopies	30.00
Impression	50.00
Cartes	10.00
2. Travail de Terrain	
Transport local jusqu'au projet (6 jours à \$20/jour)	120.00
Équipement d'analyse et fournitures	120.00
Rafraîchissements pour les réunions dans la communauté	120.00
3. Ressources Humaines	
Indemnités quotidiennes du personnel (1 chef d'équipe, 3 membres, 1 chauffeur)	180.00
Dépenses totales	645.00
Imprévus 10%	64.50
Total	709.50

2.2 Résumés des Points Clés

- Un programme détaillé pour l'analyse de qualité de l'eau est essentiel.
- La planification préalable et la réflexion sur l'ensemble du projet permettront de gagner du temps, de réduire les coûts, de satisfaire les parties prenantes, et d'éviter les surprises pendant le projet. De plus cela donne une idée des ressources financières et humaines qui seront nécessaires pour effectuer votre analyse.
- Les principales étapes du processus de planification sont :
 1. Réexaminer le besoin d'une analyse
 2. Développer vos objectifs
 3. Identifier les paramètres d'analyse
 4. Identifier les méthodes d'analyse
 5. Déterminer les étapes clés
 6. Identifier vos activités
 7. Définir les responsabilités
 8. Elaborer des estimations de temps et de coût

3 Echantillonnage et Contrôle de la Qualité de l'Eau

La section suivante traite du nombre d'échantillons d'eau nécessaires en fonction des 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.

3.1 Déterminer la taille de l'échantillon

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

Petits Projets (moins de 100 foyers)

La taille de l'échantillon dépend de l'objet de l'analyse de la qualité de l'eau.

- Pour une analyse de tendance, 10 à 20% des foyers peuvent constituer un échantillon. Si les ressources sont disponibles, il est conseillé de tester tous les foyers dans le cadre d'un petit projet.
- Pour une analyse statistique, 30 unités au minimum sont nécessaires à la constitution d'un échantillon. Par exemple : 30 enfants dans une école, 30 filtres dans un village, 30 foyers dans une communauté.

Grands Projets (plus de 100 foyers)

La localisation géographique et la situation socio-économique doivent 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 doivent également être classés en fonction de leur statut socio-économique, Exemple: foyer à revenu haut / moyen / faible. En général, on peut prendre comme échantillon 5 à 10% du nombre total de foyers dans chaque zone géographique et chaque groupe socio-économique.

L'annexe 3 explique comment calculer la taille de l'échantillon en utilisant une formule venant de l'Université de Floride. Elle montre qu'un petit échantillon de population requiert la sélection d'un nombre relativement important d'échantillons. Le tableau dans l'annexe montre la taille de l'échantillon en fonction du niveau de population et du niveau précision souhaité.

En se fondant sur l'expérience de CAWST des grands projets, il est recommandé que le niveau de précision utilisé pour la taille de l'échantillon soit de 15 à 20%. De plus, la taille de l'échantillon dépend de la variation ou diversité de la zone géographique, des situations socio-économiques, et de l'homogénéité de la communauté en termes de religion et croyances.

« La taille de l'échantillon est déterminée en premier lieu par l'argent et la politique, non par les statistiques ».

~ Dr. Lawrence Grummer-Strawn, CDC (nd)

3.2 Choix de la méthode d'échantillonnage.

Il existe deux méthodes d'échantillonnage fondamentales : probabiliste et non probabiliste.

- Echantillonnage probabiliste : chaque unité de la population a une chance (probabilité) égale d'être sélectionné dans l'échantillon.
- Echantillonnage non probabiliste : n'utilise pas une sélection aléatoire.

3.2.1 Méthodes d'échantillonnage probabilistes

- **Echantillonnage aléatoire simple**

Dans cette méthode, chaque unité de la population dispose d'une chance égale d'être sélectionnée dans l'échantillon. Un échantillon peut être défini en utilisant une table de nombres aléatoires ou en le tirant de la liste de la population totale. Dans ce contexte, par 'population totale' on entend le groupe de personnes, d'objets ou d'unités visé par l'étude ou la recherche.

On peut utiliser différentes méthodes pour sélectionner les participants de manière aléatoire, comme le tirage des noms ou numéros dans un chapeau, ou en utilisant un générateur informatique de nombres aléatoires (www.random.org).

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

- **Echantillonnage systématique**

Dans cette méthode, une unité de l'échantillon peut être prise à des intervalles spécifiques. L'intervalle peut être calculé en divisant le nombre total d'unités dans la population par le nombre d'unités à sélectionner (la taille de l'échantillon)

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.

- **Echantillonnage par grappes**

Dans cette méthode, la population est divisée en grappes ou groupes, puis certains d'entre eux sont choisis par échantillonnage aléatoire simple ou autre. 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 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 bassin local comme source d'eau. Ces foyers utilisant la source d'eau sont considérés comme un échantillonnage par grappes.

- **Echantillonnage aléatoire stratifié**

Les méthodes d'échantillonnage stratifié sont généralement utilisées lorsque la population est hétérogène. Pour choisir un échantillon aléatoire stratifié, il faut diviser la population en groupes d'individus comparables sur certains points importants pour la réponse.

Exemple: si vous souhaitez évaluer le taux d'adoption d'une technologie en fonction du statut social, sélectionnez des échantillons grâce à l'échantillonnage aléatoire stratifié. Dans ce contexte, la population totale peut être stratifiée en fonction du statut économique, tel que revenu faible, moyen, élevé.

3.2.2 Méthodes d'échantillonnage non probabilistes

L'échantillonnage non probabiliste ne fait pas appel à une sélection aléatoire. Dans cette méthode, la généralisation des résultats n'est pas possible car l'échantillon n'est pas représentatif de la population.

- **Echantillonnage de commodité**

L'échantillonnage de commodité ne constitue pas un échantillon représentatif de la population car les individus ou objets ne sont sélectionnés pour faire partie de l'échantillon que si l'on peut les atteindre aisément.

Exemple : cela peut inclure les dix première personnes arrivant dans un lieu de culte, ou la première rangée de personnes dans une assemblée.

- **Echantillonnage raisonné**

Un échantillonnage raisonné consiste pour un enquêteur à essayer de créer un échantillon représentatif sans faire effectivement appel au hasard. L'une des méthodes d'échantillonnage raisonné les plus courantes est de choisir un groupe de zones géographiques pour représenter une plus grande zone.

Exemple: il n'est pas possible de faire une enquête dans chaque maison de tout un pays. Pour des raisons financières, seul un nombre réduit de villages et villes peut être échantillonné ; c'est pourquoi vous pourriez les choisir de manière raisonnée.

- **Echantillonnage par quotas**

L'échantillonnage par quotas est un type d'échantillonnage stratifié dans lequel la sélection à l'intérieur des strates se fait de manière non aléatoire.

Exemple: vous faites un petit projet de 100 filtres biosables et souhaitez évaluer leur efficacité au bout de 2 ans. Votre quota pour l'échantillon est de 10%. En conséquence, vous n'avez besoin d'échantillonner que 10 filtres pour atteindre ce quota.

= 10% de 100 (taille de l'échantillon)
= 10 filtres

- **Echantillonnage en boule de neige**

Cette méthode est souvent utilisée lorsque l'on essaye d'atteindre des populations inaccessibles ou difficiles à trouver. L'enquêteur doit sélectionner son échantillon en fonction de certains critères à remplir.

3.3 Comment recueillir 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 correctement formés car la façon dont les échantillons sont recueillis a un impact important sur les résultats des tests.

Les échantillons doivent être recueillis dans un verre borosilicate neutre, une bouteille ou un sachet en plastique ayant été nettoyé, rincé et stérilisé. Un récipient à échantillon est en général fourni dans les kits de terrain portables. Les sachets jetables Whirl-Pak® constituent une autre méthode de collecte d'échantillons d'eau bien que plus coûteuse que les récipients réutilisables (\$0.10-0.20/sachet).



100 ml est le volume minimum d'un échantillon afin d'obtenir des résultats fiables, notamment pour les analyses microbiologiques. Davantage d'eau doit être recueillie si besoin (par exemple 200 -1000 ml), dans les cas où de multiples tests sont nécessaires.

Chaque récipient à échantillon doit porter une étiquette. Celle-ci doit afficher des informations concernant :

- Le nom du projet
- 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
- Le nom de la personne ayant recueilli l'échantillon

- Le test à effectuer (facultatif)

Il faut prendre garde à ne pas contaminer le récipient et l'échantillon d'eau. Les procédures générales pour la collecte d'échantillons d'eau potable sont les suivantes :

- Ne pas toucher l'intérieur du récipient à échantillon
- Ne pas rincer le récipient à échantillon
- Ne pas poser le couvercle du récipient sur le sol pendant que l'échantillon est recueilli
- Toujours étiqueter le récipient avant collecte de l'échantillon.

(Adapté de l'OMS, 1997).

Vous pouvez réutiliser des récipients à échantillon en plastique ou verre thermorésistant, mais il vous faudra les stériliser avec un autoclave ou une cocotte-minute. Si vous n'en disposez pas, vous pouvez les faire bouillir et les laisser sécher avec le couvercle partiellement ouvert jusqu'à ce qu'ils refroidissent, puis les fermer de manière étanche afin d'éviter une contamination.

Si quelqu'un d'autre est désigné pour prendre un échantillon d'eau, il faut lui parler de :

- La raison pour laquelle l'analyse est nécessaire
- L'emplacement, le nombre et le type d'échantillons voulus
- L'exactitude et la précision requises pour l'analyse
- Les formulaires de rapport demandés.

3.3.1 Echantillonnage d'une source d'eau de surface

Il faut essayer d'obtenir des échantillons représentatifs de la source d'approvisionnement en eau potable. Ne prenez pas d'échantillon trop près de la berge, trop loin du point d'approvisionnement, ou à un endroit au-dessus/en-dessous du point d'approvisionnement. La qualité de l'eau 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 la source d'eau, par exemple une rivière, un étang ou un canal. Dans ces cas, vous aurez peut-être à attacher votre récipient à un câble ou une corde et le jeter dans l'eau.

Pour prendre un échantillon d'eau :

- Tenir le récipient fermement et le plonger dans l'eau, ouverture vers le bas.
- Immerger le récipient à environ 30 cm de profondeur, et remonter l'échantillon d'eau à la surface par un mouvement de pelletage. Cela garantit qu'aucune contamination extérieure n'entre dans le récipient.
- Remonter le récipient soigneusement et le placer sur une surface propre où il ne pourra être renversé.

Dans les zones où l'eau coule (ex : rivières et cours d'eau), l'échantillon doit être pris à contre-courant.

3.3.2 Echantillonnage d'un puits ouvert

- Attacher le récipient à échantillon à un câble, une corde ou une ficelle.
- Descendre le récipient dans le puits ou la citerne, en prenant garde à ne pas lui faire toucher les parois où il pourrait ramasser de la saleté.
- Immerger le récipient à une profondeur d'environ 30 cm. Le remonter à la surface avec précaution et le placer sur une surface propre.

3.3.3 Echantillonnage à une pompe

- Pomper l'eau en la laissant s'écouler pendant 5 à 10 minutes, ou jusqu'à ce que la température se soit stabilisée
- Prendre un échantillon d'eau avec le récipient

3.3.4 Echantillonnage d'un robinet

- Enlever tous les accessoires du robinet (ex : embout, tuyau)
- Nettoyer soigneusement l'intérieur et l'extérieur du robinet
- Ouvrir le robinet et laisser l'eau couler pendant 2-3 minutes avant de prendre un échantillon. Cela garantit que tout dépôt présent dans les tuyaux aura été évacué.
- Prendre un échantillon d'eau avec le récipient.

3.3.5 Echantillonnage d'un réservoir de stockage

• Pré-Traitement

Votre technique va aussi dépendre du type de réservoir de stockage. Si possible, descendre le récipient à échantillon dans le réservoir, en prenant garde à ce qu'il n'en touche pas les parois où il pourrait ramasser de la saleté. Immerger le récipient à environ 30 cm de profondeur. Le remonter avec précaution et le placer sur une surface propre.

• Post-Traitement

Retirer avec précaution le couvercle (s'il y en a un) du réservoir stocké et verser de l'eau dans le récipient à échantillon. Ne pas prélever l'eau avec une louche ou une coupe utilisée dans le foyer car elle pourrait introduire une contamination non présente dans le réservoir de stockage.

3.3.6 Echantillonnage d'une technologie TDE (Traitement Domestique de l'Eau)

De nombreux exécutants de projet s'inquiètent de l'efficacité de leur technologie TDE et veulent s'assurer qu'elle élimine effectivement les agents pathogènes de l'eau potable. 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 déjà qu'aucune technologie ne produira une eau de bonne qualité si elle n'est pas utilisée correctement, il n'est donc pas utile de dépenser de l'argent pour l'analyser. En conséquence, toute technologie TDE ne remplissant pas les conditions normales de fonctionnement doit être marquée comme « Ne Fonctionne pas Correctement » et aucun échantillon ne doit être prélevé.

Pour un filtre biosable, les 8 conditions suivantes doivent être vérifiées avant de prendre un échantillon d'eau :

- Cela fait plus d'un mois que le filtre a été installé et est utilisé
- Le bassin de diffusion est en bon état et correctement placé
- Le débit est inférieur ou égal à 0.6 L/minute
- Le niveau de l'eau est de 5 cm au dessus du sable.
- Le dessus du sable est plan
- La turbidité de l'eau à filtrer est inférieure à 50 NTU
- Le filtre est utilisé quotidiennement
- Il n'y a pas de fuite

Pour prendre un échantillon d'un filtre biosable, il faut d'abord nettoyer et désinfecter le tuyau d'évacuation. Versez un seau d'eau dans le filtre jusqu'à le remplir. Recueillez un échantillon à la sortie d'eau. 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.

Pour un filtre céramique, les 2 conditions suivantes doivent être vérifiées avant de prendre un échantillon d'eau :

- Pas de fêlure ou de cassure visible sur le réservoir du filtre céramique
- Le débit n'excède pas 2 L/heure

Pour prendre un échantillon d'un filtre céramique, il faut d'abord nettoyer et désinfecter le robinet. Ouvrez le robinet et remplissez le récipient à échantillon

Pour SODIS, les 5 conditions suivantes doivent être vérifiées avant de prendre un échantillon d'eau :

- Les bouteilles sont en plastique PET translucide
- Le diamètre des bouteilles n'excède pas 10 cm (4")
- Les bouteilles ont un bouchon et ne fuient pas
- Les bouteilles ne sont pas rayées et/ou salies
- Les bouteilles sont restées au moins 6 heures au soleil

3.4 Comment transporter des échantillons d'eau

Les bactéries ne survivent en général pas bien dans l'eau en raison de divers facteurs. On sait que le nombre de bactéries présentes dans un échantillon d'eau décline rapidement 24h après son 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 doivent être recueillis et placés avec de la glace dans un conteneur isolé; de préférence maintenus à une température inférieure à 10 °C durant le transport. Les échantillons doivent être analysés le même jour et réfrigérés pendant la nuit si besoin. Si la période entre la collecte et l'analyse dépasse 6h, le rapport final devra inclure des informations sur les conditions et la durée du transport de l'échantillon. Les échantillons de plus de 30

heures (entre la collecte et l'analyse) ne doivent pas être testés (BCCDC, 2006; Bartram et al., 1996).

3.5 Comment diluer un échantillon d'eau

Il peut être nécessaire de diluer les échantillons si les niveaux de contamination sont élevés. La dilution de l'échantillon avec de l'eau distillée réduira la concentration des contaminants, la rendant plus facile à mesurer et permettant d'obtenir des résultats plus précis.

Le tableau suivant fournit un exemple de méthode utilisée pour calculer la dilution des échantillons pour la méthode de filtration par membrane dans le cadre d'une analyse microbiologique. Elle est utilisée pour éviter que trop de colonies de bactéries coliformes ne se développent, rendant l'échantillon « TNTC » (*Too Numerous to Count* –Trop nombreux pour être comptés).

Exemple de Dilutions d'Echantillon

Volume de l'échantillon	Volume d'eau distillée ajoutée	Volume filtré	Facteur de multiplication pour obtenir les CFU par 100 ml
1 ml	99 ml	100 ml	100 x
5 ml	95 ml	100 ml	20 x
10 ml	90 ml	100 ml	10 x
50 ml	50 ml	100 ml	2 x
100 ml	0 ml	100 ml	1 x

Conseils pour la Dilution :

- Prenez un petit volume d'échantillon avec une pipette stérile
- 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.
- 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)
- Pour une analyse microbiologique, n'utilisez jamais de l'eau chlorée pour diluer vos échantillons car les résidus de chlore affecteront les résultats de vos analyses (ils tueront les bactéries que vous essayez de dénombrer)

3.6 Assurer un contrôle 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. Cela est dû à la variabilité inhérente à toute technique analytique. Par conséquent, le résultat d'un test de qualité d'eau n'est que la meilleure estimation ou approximation de la valeur réelle de ce que l'on mesure. Il n'est pas possible d'affirmer que le résultat d'un test est absolument exact.

Les études scientifiques expliquent souvent le niveau de précision, en incluant des détails sur l'analyse statistique ayant été effectuée sur les résultats. L'analyse statistique des résultats des tests 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 de la qualité lors de l'échantillonnage et du test.

Il existe deux types d'erreurs qui se produisent fréquemment durant les analyses de qualité de l'eau : *aléatoire* et *systématique*. Les erreurs aléatoires (souvent liées à la précision) sont dues à différentes sources non mesurables. Parmi ces sources potentielles d'erreurs aléatoires on peut trouver :

- La variance indétectable dans les mesures individuelles utilisées pour la mesure globale, comme les valeurs de volume, masse et échelle.
- Les fluctuations dans l'intensité de la lumière, la température, l'humidité, l'alimentation électrique et les effets électromagnétiques
- La variance humaine
- La détérioration indétectable des ressources : humaine (vigilance/fatigue), matériel (étalonnage/standardisation) et produits chimiques (qualité)

Les erreurs systématiques (souvent liées aux préjugés) proviennent de différents sources ou jugements de valeur mesurables qui peuvent être identifiés, réduits, voire éliminés dans certains cas. Les erreurs systématiques produisent habituellement une divergence (ou décalage) du résultat par rapport à la valeur réelle. Les sources d'une telle erreur peuvent être rattachées à la technique de mesure, comme une mauvaise formation des analystes ou un mauvais étalonnage du matériel.

Les principales stratégies pour réduire l'impact des erreurs aléatoires et systématiques sont :

- Accroître la taille de l'échantillon —un échantillon plus grand livrera des estimations plus précises des paramètres de population.
- Réduire la variabilité des mesures en respectant de stricts protocoles de mesure, un meilleur matériel, ou des moyennes de mesures multiples.
- Améliorer les procédures d'échantillonnage —une méthode d'échantillonnage plus précise (ex : un échantillonnage aléatoire stratifié combiné aux techniques d'analyse appropriées permet souvent de réduire la variabilité d'échantillonnage par rapport à l'échantillonnage aléatoire simple)
- Utiliser des formulaires de contrôle de qualité de l'eau pour conserver le nom des échantillons et autres données.

Peu importe que vous effectuiez des tests sur le terrain ou en laboratoire, un système de contrôle de la qualité doit être mis en place dès le stade de la planification afin de limiter les erreurs. Le système sera simplifié pour les tests sur le terrain, mais devra inclure un ensemble minimum de principes, pratiques et actions opératoires nécessaires à l'élimination ou la réduction des erreurs causées par le personnel, le matériel, les fournitures et la méthode analytique.

Un système de contrôle de la qualité doit normalement intégrer :

- L'organisation et les responsabilités du personnel
- La documentation de toutes les politiques, procédures et méthodes pour les activités de laboratoire.
- Une formation adéquate pour quiconque prélèvera des échantillons d'eau ou effectuera des tests (ex : Promoteurs de la Santé dans la Communauté, Fabricants de produits)
- Entretien du matériel, y compris l'étalonnage
- Assurance que les résultats seront clairement reportés.

Check-list pour Assurer le Contrôle de la Qualité

Catégorie	Vérifications
Calculs et documents	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier les calculs pour le report de chiffres ou les erreurs arithmétiques • S'assurer que les résultats ont été enregistrés dans les unités appropriées et que tout transfert de données d'un enregistrement à un autre a été fait correctement.
Solutions standard	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier les solutions standards utilisées pour étalonner le matériel. De vieilles solutions peuvent s'être détériorées et des erreurs ont pu se produire. • 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 de conservation des réactifs, et éliminer tous ceux qui sont périmés ou qui n'ont pas été conservés correctement.
Equipement	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier les registres d'étalonnage et d'entretien pour tous les équipements. • Les objets comme les pipettes automatiques, les balances et les spectromètres numériques doivent être vérifiés et étalonnés à nouveau si nécessaire. • S'assurer que le matériel est correctement utilisé

(OMS, 2001)

La section suivante décrit les pratiques et actions que vous pouvez accomplir afin de garantir des résultats de tests précis et fiables.

3.6.1 Sélectionner le matériel et les produits

Il existe différents types de matériels et de produits disponibles sur le marché pour tester la qualité de l'eau. (Voir Annexe 1). Tous les produits ont leurs avantages et inconvénients. Certains produits sont faciles à utiliser, mais manquent de précision. D'autres sont précis mais peuvent être difficiles à interpréter. De même, certains produits sont incapables de mesurer de petites quantités. La sélection du matériel adéquat est donc importante pour atteindre les objectifs du test.

Exemple

Un fournisseur fabrique des bandelettes-test pH. Deux produits sont disponibles : l'un peut mesurer un pH entre 1 et 14, l'autre entre 6,5 et 10,0. L'eau potable ayant généralement un pH compris entre 6.5 et 8.5, la seconde bandelette est plus adaptée à notre cas et fournit une meilleure précision.



3.6.2 Etalonnage 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 couramment utilisés devant être étalonnés, on trouve des pH-mètres, des turbidimètres, et des photomètres.

Avant de démarrer une analyse microbiologique, il est important de vérifier et calibrer la température de l'incubateur. La température d'incubation dépend du type de milieu et du test à effectuer. Par conséquent, il est essentiel de comprendre les procédures et recommandations des différentes méthodes pour obtenir des résultats précis. Ces procédures et recommandations peuvent être obtenues auprès du fabricant.

Certains kits de test portables peuvent être facilement étalonnés en fonction des différents besoins pour les tests. Les fabricants fournissent en général les instructions pour l'étalonnage. Il est conseillé de vérifier la température de l'incubateur avant de lancer une série de tests. Le processus d'étalonnage peut prendre jusqu'à 2 heures.

Note Importante :

Les incubateurs fonctionnant à une température supérieure aux recommandations peuvent donner des résultats complètement faux.

3.6.3 Qualité des produits et des milieux de culture

La plupart des produits et des milieux de culture ont une durée de conservation et doivent être utilisés avant expiration. Certains doivent être stockés dans un réfrigérateur tandis que d'autres doivent être gardés dans un endroit frais et sec. Vous devez suivre les instructions du fabricant afin de protéger la vie des réactifs et leur efficacité.

La fiabilité des réactifs et milieux est importante, vous souhaitez alors les tester également avec un niveau de contamination connu. Vous devez également vérifier les points suivants avant de les utiliser :

- Date d'expiration
- Date de fabrication
- Etat à la livraison
- Manuel et instructions du réactif.

Les grands projets doivent contrôler régulièrement la qualité des réactifs, milieux et membranes. Lorsque vous devez commander de nouveaux produits, il est judicieux de les comparer avec ceux utilisés actuellement. L'Annexe 4 donne davantage de détails sur le contrôle de la qualité des milieux de culture.

3.6.4 Distribution inégale des micro-organismes dans un échantillon d'eau

L'un des facteurs pouvant altérer significativement les résultats d'un test est la distribution inégale des micro-organismes 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 tests indépendants effectués sur un même échantillon d'eau et, en utilisant la même méthode, produisent des résultats légèrement différents. Les résultats d'un test varient encore plus lorsque les micro-organismes sont présents à de très faibles concentrations (BCCDC, 2006).

Note Importante :

Il est conseillé de bien agiter tout échantillon d'eau pendant au moins 10 secondes avant de le tester, afin de garantir une distribution homogène des micro-organismes dans l'eau.

3.6.5 Contamination Secondaire

Les échantillons d'eau pour analyse microbiologique doivent être manipulés avec soin pour éviter une contamination secondaire. Les démarches suivantes doivent être entreprises afin d'améliorer la qualité des résultats des tests :

- Se laver les mains avant de commencer le travail
- Nettoyer régulièrement le plan de travail avec du désinfectant.
- Placer l'équipement de test dans un endroit propre

- Ne jamais toucher l'intérieur du matériel (ex : récipients à échantillons, boîtes de Pétri, tubes à essais)
- Ne jamais manger, boire ou fumer pendant un test
- Porter des gants si vous avez une plaie ouverte
- Si le test fait appel à plus d'une source, testez l'échantillon le moins contaminé d'abord (ex : testez l'eau filtrée d'abord, puis l'eau de stockage, et finalement l'eau de source)

L'équipement 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 pour désinfecter le matériel sur le terrain, on trouve :

- La chaleur sèche : la flamme d'un briquet à gaz, par exemple peut servir à désinfecter les forceps utilisés pour maintenir le papier d'une membrane filtre. Ce doit être un briquet au butane ou propane, et non pas un briquet à essence ou autre carburant liquide ni des allumettes, qui noirciraient les forceps
- Le 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 l'équipement de filtration entre les utilisations. Il faut attendre 5 minutes pour que la stérilisation soit effective.
- Matériaux désinfectants réutilisables : les matériaux réutilisables, comme les boîtes de Pétri (verre ou métal), peuvent être désinfectés en les faisant bouillir pendant 15 minutes, en les portant à 180 °C pendant 30 minutes dans un four, ou en les chauffant dans une cocotte-minute pendant au moins 20 minutes.
- 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 influencer sur les résultats en inhibant ou en tuant les bactéries que vous essayez de dénombrer.

(Adapté de l'OMS, 1996)

3.6.6 Echantillonnage Multiple

Des échantillons doubles ou triples peuvent être recueillis pour accroître la fiabilité du test. Il s'agit d'échantillons indépendants pris au même endroit, à peu près au même moment. Il est recommandé de recueillir les doubles ou triples échantillons à un taux de 5% (voir l'encadré ci-dessous) ; cependant cela dépend de la disponibilité des ressources (OMS, 1996).

Exemple de double échantillonnage à 5%

Un taux de 5% pour des échantillons doubles signifie qu'il faut doubler chaque 20^{ème} échantillon. Donc si vous prévoyez de tester 100 échantillons d'eau, vous devrez prendre un double échantillon pour les numéros 20, 40, 60, 80, et 100. 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.

3.6.7 Contrôles : Echantillons 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. Les blancs de méthode et, lorsque c'est possible les blancs de terrain, doivent être testés avec vos échantillons. Un blanc de méthode fait appel à de l'eau distillée, bien que de l'eau bouillie puisse être utilisée s'il n'y a pas d'eau distillée à disposition. Vous devez tester le blanc de méthode de la même façon que l'échantillon de terrain. Si le test du blanc de méthode produit un quelconque résultat, alors il y a eu une contamination secondaire.

Un blanc de terrain consiste en de l'eau distillée mise en bouteille en laboratoire, transportée avec les récipients à échantillons sur le site, préservée et ramenée avec les autres échantillons pour analyse.

Note Importante :

Il est recommandé d'utiliser des échantillons témoins 5% du temps durant le processus d'analyse. Cela signifie qu'il faut ajouter un échantillon témoin tous les 20 échantillons.

Un échantillon vrai positif est l'inverse d'un échantillon témoin. Vous pouvez utiliser (ou créer) 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 (rappelez-vous qu'un 1g de matières fécales contient plusieurs millions 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.

3.6.8 Interpréter les résultats d'analyse

Une interprétation correcte des résultats d'analyse est aussi importante pour le contrôle de la qualité. L'interprétation des résultats peut être subjective, en fonction de l'individu qui effectue le test. Exemple: les analyses chimiques faisant appel à des bandelettes-test doivent avoir une correspondance de couleurs précise, basée sur l'observation visuelle.

Les personnes effectuant des analyses microbiologiques doivent être formées à la lecture correcte des résultats car ils peuvent être plus compliqués à interpréter. La Section 6 propose plus d'informations sur la manière de lire les résultats d'analyses microbiologiques.

3.7 Check-list pour le travail de terrain

Vous devez penser à emmener les éléments suivants lorsque vous allez prendre des échantillons et effectuer des tests sur le terrain.

Pour l'échantillonnage

- Récipients à échantillons (stérilisés), étiquettes et marqueurs.
- Boîtes de transport et paquet de glace pour garder les échantillons au frais.
- Rechanges pour tous ces éléments.

Pour la documentation

- Stylos
- Etiquettes d'échantillons
- Carnet de notes de terrain
- Fiche de données

Pour l'analyse

- Liste des tests à effectuer sur place
- Procédures d'analyse et manuels d'utilisation des équipements
- Equipement de test
- Consommables (y compris eau distillée, solutions tampons pH, étalons et blancs)
- Vérifier et étalonner tous les compteurs électroniques (pH, turbidimètre et incubateur)
- Trousse de soins

3.8 Santé et sécurité

Il est important de travailler en toute sécurité et d'éviter les blessures lors de tests de qualité de l'eau. Il est 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'exécutant du projet doit également fournir une formation à la sécurité à quiconque devant participer à l'échantillonnage et l'analyse de l'eau.

De plus, le technicien doit connaître tout danger ou risque particulier associé à des produits chimiques particuliers comme l'arsenic et le méthanol, et doit respecter les consignes de sécurité.

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 la Section 6 pour la manière de traiter les déchets.

3.9 Résumé des points clés

- La taille de l'échantillon diffère selon qu'il s'agit d'un petit ou d'un grand projet
- Il existe deux types de méthodes d'échantillonnage : probabiliste et non probabiliste

- L'objectif de l'échantillonnage d'eau 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 TDE 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 TDE 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 vieux de plus de 30h 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.
- Il y a deux types d'erreurs qui se produisent couramment durant l'analyse de la qualité de l'eau : les erreurs aléatoires et les erreurs systématiques.
- Que vous effectuiez des tests en laboratoire ou sur le terrain, un système de contrôle de la qualité doit être mis en place afin de minimiser les erreurs.
- Il est courant que des tests indépendants effectués sur un unique échantillon d'eau, avec la même méthode, produisent de résultats légèrement différents. Les résultats de test varient le plus lorsque les micro-organismes sont présents en 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.

Résumé du Contrôle de la Qualité

Pendant l'échantillonnage

- Etiqueter le récipient avant de prendre un échantillon d'eau
- Ne pas toucher l'intérieur du récipient
- Ne pas rincer le récipient
- Ne pas poser le couvercle du récipient sur le sol pendant la prise d'échantillon

Pendant l'analyse

- Se laver les mains avant de commencer à travailler
- Nettoyer régulièrement la zone de travail avec un désinfectant
- Mettre le matériel de test dans un endroit propre
- Ne jamais manger, fumer ou boire pendant que l'on effectue des tests
- Couvrir les blessures avec un pansement étanche ou porter des gants
- Ne jamais toucher l'intérieur du matériel (récipients à échantillons, boîtes de Pétri, récipients à mesure)
- Etalonner le matériel conformément aux instructions
- S'assurer que les réactifs ne sont pas périmés.

Pendant la stérilisation

- Stériliser le matériel entre les utilisations
- Faire bouillir le matériel en métal ou en verre pendant 15 minutes, OU
- Le chauffer dans une cocotte-minute pendant 20 minutes, OU
- Le chauffer dans un four à 180°C pendant 30 minutes

Analyse Microbiologique

- Ne jamais toucher les éléments de l'équipement de filtration comme le disque de bronze et le collier.
- Ne pas toucher les colonies avec les doigts ou tout autre objet courant comme un stylo ou un crayon que vous pouvez utiliser ensuite pour autre chose
- Ne pas effectuer d'analyse microbiologique là où des aliments sont préparés
- Ouvrir les boîtes de Pétri le moins longtemps possible
- Si l'analyse se fait sur plus d'un type d'échantillon d'eau au même moment, tester le moins contaminé d'abord (ex : eau traitée, eau stockée, eau acheminée, eau de source)
- Eliminer correctement tous les déchets
- Utiliser des échantillons multiples.

Santé et Sécurité

- Former les techniciens à la sécurité
- Fournir des équipements de sécurité aux techniciens
- Identifier tout danger/risque particulier associé aux tests effectués (ex : arsenic, méthanol)
- Eliminer correctement les déchets pouvant contenir des agents pathogènes et/ou des produits chimiques

3.10 Références

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

Life Water International (2004). Water Quality Testing: A Key to Avoiding Health Risks Simple Test procedures for Rural Drinking Water Sources. Life Water International. San Luis Obispo, USA. Disponible sur : www.medrx.org/SafeWater/Lifewater%20WaterTesting%20040625.pdf

Schoenbach, V.J., Schildkraut, J. and W. Rosamond (2004) Sources of Error. Disponible sur : www.epidemiolog.net/evolving/SourcesofError.pdf

Thompson T, Farwell J., Kunikane S., Jackson D., Appleyard S., Callan P, Bartram J and P. Kingston (2007). Chemical Safety of Drinking-water: Assessing Priorities for Risk Management, World Health Organisation, Geneva Switzerland. Disponible sur : http://whqlibdoc.who.int/publications/2007/9789241546768_eng.pdf

World Health Organization (1997). Guidelines for Drinking Water Quality, Volume 3, Surveillance and Control of Community Supplies, Geneva. Disponible sur : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index2.html

4. Analyse des contaminants physiques

Les caractéristiques physiques de l'eau de boisson sont généralement des critères que l'on peut mesurer avec nos propres 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.

4.1 Directives de l'OMS pour les paramètres physiques

L'apparence, le goût et l'odeur de l'eau de boisson doivent être acceptables pour le consommateur. Le tableau ci-dessous montre les paramètres physiques des directives de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson.

Directives de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson : Physique

Paramètre	Directive de l'OMS
Couleur	Valeur esthétique de < 15 Unités de Couleur Vraie (UCV)
Odeur	Esthétique seulement, aucune valeur proposée pour la santé
Température	Esthétique seulement, aucune valeur proposée pour la santé
Turbidité	< 5 NTU

(OMS, 2007)

4.2 Effets potentiels sur la santé

Les contaminants physiques n'ont généralement pas eux-mêmes d'effet direct sur la santé; cependant leur présence peut être associée à un risque plus grand de contamination microbiologique ou chimique, pouvant être dangereuse pour la santé humaine. Par exemple, des niveaux de turbidité élevés sont souvent associés à des niveaux importants d'agents pathogènes responsables de maladies comme les virus, les parasites et certaines bactéries (OMS, 2007).

4.3 Méthodes d'analyse

Les échantillons d'eau de boisson peuvent être analysés pour les paramètres physiques suivants : couleur, odeur, goût, température et turbidité. Un formulaire d'enregistrement des données pour l'analyse de qualité de l'eau est disponible dans l'Annexe 5.

4.3.1 Couleur

La couleur de l'eau de boisson peut être influencée par la présence de substances organiques colorées et de certains métaux comme le fer, le manganèse et le cuivre. 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.

4.3.2 Odeur et goût

En général, l'odeur et le goût sont évalués par 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.

4.3.3 Température

On utilise un thermomètre pour mesurer la température de l'eau.

4.3.4 Turbidité

La turbidité est l'opacité de l'eau provoquée par des particules en suspension. Une turbidité élevée signifie que l'opacité est importante. La turbidité est habituellement provoquée par des particules de sable, de limon et d'argile en suspension.

Les néphélomètres mesurent l'intensité de la lumière diffractée par les particules en suspension. Le résultat est une mesure de la turbidité en unités néphélométriques de turbidité (NTU). La directive de l'OMS pour la turbidité de l'eau de boisson est de moins de 5 NTU.

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 au-dessus d'un gros symbole comme le logo de CAWST sur ce manuel. Si vous voyez le logo depuis le haut de la bouteille, l'eau a probablement une turbidité inférieure à 50 NTU.

Les tubes à turbidité sont une autre méthode simple et bon marché d'estimer visuellement les NTU. Les kits d'analyse portables Delagua et Wagtech contiennent des tubes à turbidité, ou vous pouvez en construire un grâce aux instructions suivantes.

Équipement requis (pour faire trois tubes) :

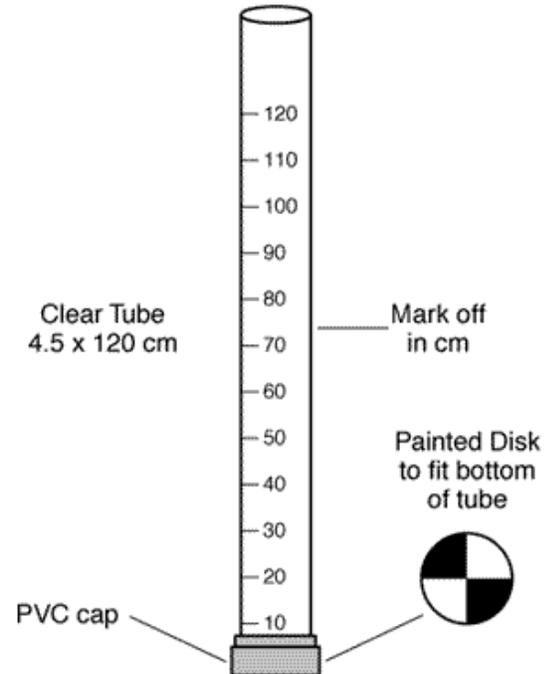
- Un tuyau en plastique clair de 244 cm (ex : tubes utilisés pour maintenir des ampoules de néons)
 - 3 disques de plexiglas blanc de 1,43 à 1,6 cm
 - 3 disques de plexiglas de 3,8 cm
 - Couteau ou ciseaux tranchants
 - Marqueur indélébile ou ruban adhésif noir
 - Mastic en plexiglas
 - Mètre ou règle
1. Avec le couteau, coupez le tube en plastique en trois morceaux de même longueur.
 2. Insérez le disque de plexiglas blanc de 1,43 à 1,6 cm à une extrémité et scellez avec du mastic en plexiglas. Si le disque a un trou au milieu, bouchez-le avec du mastic (Note : il faudra sans doute mettre du mastic plusieurs fois pour boucher tous les interstices. Un moyen simple de vérifier si davantage de mastic est nécessaire consiste à souffler dans le tube à l'extrémité opposée au disque et sentir si l'air s'échappe par l'autre extrémité).
 3. Avec le marqueur ou l'adhésif noir, coloriez la moitié du disque de plexiglas blanc ou coloriez deux quartiers opposés, comme un disque Secchi.

4. Lâchez le disque blanc et noir dans le tube.
5. En commençant au-dessus de la mire, dessinez une ligne autour du tube, en laissant un espace dans la ligne circulaire pour une étiquette.
6. Comme montré dans l'illustration, dessinez des lignes au-dessus de la mire en fonction du tableau suivant.

Notez que les étiquettes d'unité de turbidité ne sont pas toujours disposées régulièrement, vous ne pouvez donc pas estimer les NTU entre les lignes du tube à turbidité (Peterson).

Hauteurs de ligne sur le tube en plastique

Ligne	Distance au-dessus de la mire (cm)	Unités de turbidité (NTU approximatives)
1	7,3025	200
2	11,43	100
3	19,05	50
4	31,115	20
5	43,18	15
6	52,705	10



Il existe aussi différents types de turbidimètres électroniques que vous pouvez acheter à des entreprises comme Hach et Wagtech. Un turbidimètre fonctionne sur pile ou sur alimentation externe et donne un affichage numérique du niveau de turbidité. Bien qu'il soit plus cher et fragile, le turbidimètre donne des résultats plus précis. Il est capable de mesurer une large plage de niveaux de turbidité et est utile pour mesurer l'eau filtrée dont le niveau peut être inférieur à 10 NTU.



Turbidimètre Wagtech
(Wagtech)

4.4 Interprétation des résultats d'analyse

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.

4.4.1 Couleur

Des niveaux de couleur supérieurs à 15 UCV peuvent être détectés dans un verre d'eau par la plupart des gens, bien qu'ils ne présentent généralement pas de risque pour la santé. La couleur de l'eau de boisson peut être influencée par une ou plusieurs raisons. Elle peut être influencée par 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 5.6 pour davantage d'information sur l'analyse de produits chimiques)
- Déchets industriels très colorés, les plus courants étant des déchets de chair, papier et textile.

Observations sur la couleur

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

(Adapté de Singh et al., 2003)

La couleur de l'eau de surface est surtout influencée 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 (Santé 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 coagulation et sédimentation (Santé 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.

4.4.2 Odeur et goût

Bien que le goût et l'odeur ne soient pas des paramètres présentant un danger pour la santé, ils 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. Un mauvais goût ou une mauvaise odeur peut inciter les gens à rejeter l'eau au profit d'une autre.

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 revenir à une source d'eau de boisson peut-être contaminée. Un conseil sur le dosage approprié et une sensibilisation doivent toujours accompagner l'approvisionnement en eau chlorée.

Des puits récemment forés dans des sols avec des fortes concentrations en fer, ou qui n'ont pas été correctement désinfectés après le forage, peuvent développer une odeur et un goût avec le temps. Le puits pourrait finalement être abandonné. Un scénario similaire peut se produire avec des aquifères salins (salés).

Bien que le goût et l'odeur eux-mêmes ne présentent pas de risque 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.

Observations sur l'odeur

Observations sur l'odeur	Contaminants possibles
Terreuse, vieille, moisie	<ul style="list-style-type: none"> • Les plus fréquemment rencontrées • Peuvent être détectés seulement après l'ajout de chlore • Peuvent être produites par des bactéries spécifiques appelées actinomycètes • De très faibles concentrations peuvent provoquer des plaintes
Herbe, foin, paille, bois	<ul style="list-style-type: none"> • Souvent associées aux dérivés des algues et parfois qualifiées de végétation pourrie
Marécageuse, fosse septique, 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

(Adapté du Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard)

4.4.3 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 –

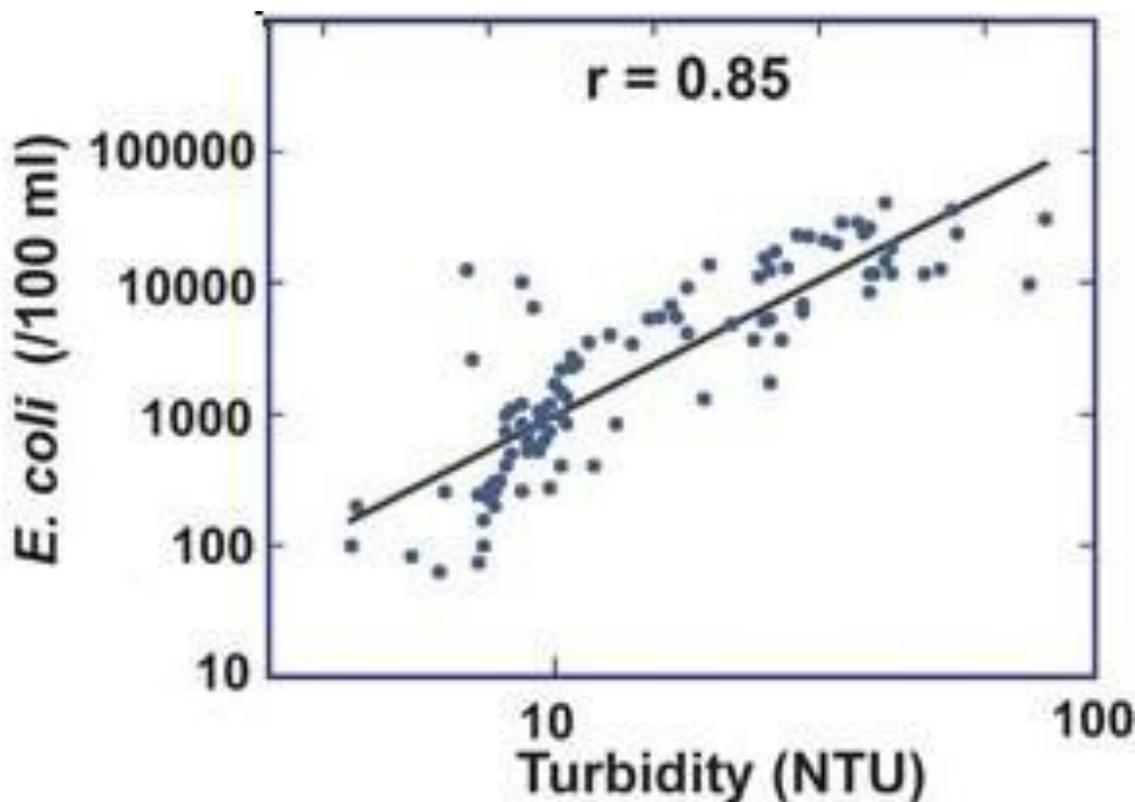
30 °C) peut aussi favoriser la croissance des microorganismes et entraîner des problèmes de goût, d'odeur, de couleur et de corrosion. La température adéquate de l'eau de boisson se situe entre 4 et 10 °C, et les températures supérieures à 25 °C sont généralement très désagréables.

4.4.4 Turbidité

La turbidité est généralement provoquée par des particules de sable, limon et argile en suspension, qui ne sont pas dangereuses en faibles quantités. Cependant, de plus hauts niveaux de turbidité sont souvent associés à de plus hauts niveaux de virus, parasites et certaines bactéries car ils peuvent parfois se fixer aux impuretés 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.

L'eau de boisson doit avoir une turbidité inférieure à 5 NTU. Si elle est supérieure, il faut effectuer une sédimentation et/ou filtration pour en réduire le niveau. Le graphe ci-dessous montre comment la contamination microbiologique (indiquée par *E. Coli*) peut augmenter avec la turbidité.

Relation entre niveau de turbidité et présence d'*E. Coli* dans la source d'eau



La turbidité est également un facteur clé dans le fonctionnement de différentes technologies TED. L'eau avec un niveau de turbidité supérieur à 50 NTU doit être sédimentée ou tamisée avant de passer dans un filtre biosable ou céramique. La turbidité doit être très faible (moins de 30 NTU) pour que le chlore ou SODIS puissent efficacement désinfecter l'eau.

4.5 Résumé des points clés

- Les caractéristiques physiques de l'eau de boisson sont en général des critères que l'on peut mesurer avec nos propres 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 contaminants physiques n'ont généralement pas eux-mêmes d'effet direct sur la santé; cependant leur présence peut être liée à un risque plus élevé de contamination microbiologique ou chimique pouvant être dangereuse pour la santé humaine.
- La turbidité est l'opacité de l'eau provoquée par des particules de sable, limon et argile en suspension, qui ne sont pas dangereuses en faibles quantités. Des niveaux de turbidité plus élevés sont souvent associés à de plus hauts niveaux de virus, parasites et certaines bactéries. Dans la mesure où les agents pathogènes sont la principale source de maladies liées à l'eau, nous devons être prudents avec l'eau turbide.
- La turbidité de la source d'eau est aussi un facteur clé dans le fonctionnement de différentes technologies TED. L'eau ayant un niveau de turbidité supérieur à 50 NTU doit être sédimentée ou tamisée avant de passer dans un filtre biosable ou céramique. La turbidité doit être très faible (moins de 30 NTU) pour que le chlore ou SODIS puissent désinfecter efficacement l'eau de boisson.

4.6 Références

Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard. *Taste and Odour*. Environment, Energy and Forestry, Canada. Disponible sur : www.gov.pe.ca/envengfor/index.php3?number=43848&lang=E

Santé Canada (1995). Couleur et qualité de l'eau, Santé de l'environnement et du milieu de travail.. Disponible sur : <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/colour-couleur/index-fra.php>

Peterson, J. (nd) UWEX Environmental Resources Center, University of Wisconsin-Madison, USA. Disponible sur : <http://clean-water.uwex.edu/wav/monitoring/turbidity/tubedirections.htm>

Wagtech International (2006). *An Introduction to Portable Water Quality Testing*. Disponible sur : www.wagtech.co.uk

Organisation mondiale de la Santé (2007). Chemical Safety of Drinking-water: Assessing Priorities for Risk Management. Genève, Suisse. Disponible sur : http://whqlibdoc.who.int/publications/2007/9789241546768_eng.pdf

Mission : Autoévaluation

1. Quelle est la directive de l'OMS pour la turbidité? À quoi sont souvent associés de plus hauts niveaux de turbidité?

2. a) Que doit-on faire avec de l'eau ayant un niveau de turbidité supérieur à 50 NTU?

- b) Pour que le chlore et SODIS fonctionnent efficacement, quel doit être le niveau de turbidité?

3. a) Quel est le principal risque que présente une eau ayant un mauvais goût ou une mauvaise odeur?

- b) Comment interprétez-vous la qualité de l'eau si elle a une odeur d'œuf pourri?

4. a) Pourquoi l'eau de boisson peut-elle être colorée?

- b) Qu'indique une couleur jaune ou rougeâtre?

Réponses :

- Question 1 (Voir Section 4.4.4)
Question 2 (Voir Section 4.4.4)
Question 3 (Voir Section 4.4.2)
Question 4 (Voir Section 4.4.1)

5 Analyse des Contaminants Chimiques

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 soufre, le calcium et le magnésium, sont généralement présents dans les eaux souterraines. L'activité humaine peut ajouter d'autres produits chimiques tels l'azote, le phosphore et les pesticides dans nos eaux souterraines, de surface et de pluie. 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.

Bien que la contamination microbiologique soit la principale menace pour la santé publique, la contamination chimique peut être une préoccupation majeure dans certains cas. L'eau peut être chimiquement polluée par des causes naturelles (ex : l'arsenic, le fluorure) ou par l'activité humaine (ex : nitrates, métaux lourds, pesticides).

(UNICEF, 2008)

Les problèmes de santé liés aux produits chimiques dans l'eau potable sont principalement ceux dont les effets apparaissent après une exposition à long terme. La gravité de ces 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 seule exposition, à moins que ce soit une contamination accidentelle massive d'une réserve d'eau potable (OMS, 2006).

De nombreux produits chimiques peuvent se trouver dans l'eau potable ; cependant seuls quelques uns peuvent causer des problèmes de santé à grande échelle. L'arsenic et le fluorure sont en général les produits chimiques dont on se préoccupe le plus dans les pays en développement. D'autres produits chimiques, tels les nitrates et les nitrites, le plomb et l'uranium, peuvent aussi constituer un problème dans certaines conditions (OMS, 2006).

La contamination chimique n'est souvent remarquée qu'au moment où une maladie chronique apparaît à la suite d'une longue exposition. A ce moment, il peut être trop tard pour changer la source d'eau, c'est pourquoi l'eau doit être analysée au préalable pour détecter les produits chimiques dès le début.

(UNICEF, 2008)

La contamination chimique naturelle évolue rarement dans une source d'eau donnée. L'analyse pour identifier une contamination chimique est donc effectuée moins fréquemment, ou seulement lors de la mise à disposition d'une nouvelle source d'eau.

Les technologies TED ont besoin d'être adaptées pour éliminer un maximum de polluants chimiques de l'eau potable. L'analyse de qualité de l'eau peut donc être effectuée à la source pour permettre d'identifier la technologie TED efficace et appropriée à une zone particulière.

5.1 Directives de l'OMS pour les Contaminants Chimiques

L'eau "pure" n'existe pas en réalité dans la nature, car toutes les eaux contiennent naturellement des produits chimiques ayant filtré dans 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. Les sources de contaminants chimiques peuvent être réparties dans les cinq groupes suivants :

Sources de Contamination Chimique

Origine du Produit Chimique	Exemples	Produits Chimiques
Naturellement présents	Roches et sols	Arsenic, Baryum, Bore, Chrome, Fluorure, Manganèse, Molybdène, Sélénium, Sodium, Sulfate et Uranium
Activités agricoles	Épandage de fumier, d'engrais et de pesticides ; pratiques d'élevage intensif	Ammoniac, Nitrate, Nitrite
Communautés humaines	Égouts et évacuation des eaux usées, ruissellements urbain, fuites de carburant	Nitrate, ammoniac, métaux lourds, pesticides, autres produits chimiques organiques
Activités industrielles	Fabrication, transformation et exploitation minière	Antimoine, Cadmium, Cyanure, Plomb, Nickel, Mercure
Traitement et distribution d'eau	Produits chimiques de traitement de l'eau, corrosion et infiltration des réservoirs de stockage et des tuyaux	Aluminium, Chlore, Iode, Argent, Zinc

(OMS, 2004)

Les risques associés à l'eau chimiquement contaminée sont identifiés à travers le processus complet d'analyse d'échantillons d'eau. Une fois qu'un contaminant a été identifié, il est possible de déterminer les effets qu'il aura sur la santé humaine en faisant appel à des études déjà effectuées. Cependant, la plupart des pays en développement n'ont pas les ressources nécessaires à l'acquisition de cette connaissance. Alors, pourquoi en parlons-nous ?

L'OMS a constitué un ensemble de directives sur l'eau potable, à partir d'études et d'expériences, afin de définir les concentrations maximales recommandées des produits chimiques dans l'eau potable.

Les Directives de l'OMS ont été définies en fonction d'une dose journalière admissible (DJA) de contaminants. Une DJA varie en fonction de la masse corporelle et de la quantité d'eau potable consommée (OMS, 2006).

L'Annexe 9 résume les Directives de l'OMS pour les contaminants chimiques.

5.2 Paramètres Chimiques Couramment Analysés

Les paramètres chimiques les plus courants ainsi que leurs effets sur la santé sont présentés dans les paragraphes suivants. L'Annexe 9 résume les Directives de l'OMS pour les contaminants chimiques et leurs effets sur la santé.

5.2.1 Arsenic

L'arsenic est naturellement présent dans les eaux souterraines et dans certaines eaux de surface. C'est l'un des principaux problèmes chimiques dans les pays en développement. L'OMS considère le dépistage de l'arsenic dans les sources d'eau potable comme une priorité (OMS, 2006).

Des niveaux élevés d'arsenic peuvent être naturellement présents dans l'eau des puits profonds dans plus de 30 pays, dont l'Inde, le Népal, le Bangladesh, l'Indonésie, le Cambodge, le Vietnam, le Laos, le Mexique, le Nicaragua, le Salvador et le Brésil. Rien qu'en Asie du Sud, on estime que 60 à 100 millions de personnes sont affectées par des niveaux dangereux d'arsenic dans leur eau potable. Le Bangladesh est le plus sévèrement touché, avec 35 à 60 millions de personnes sur 130 millions d'habitants exposés à une eau contaminée à l'arsenic. L'arsenic est probablement présent dans d'autres zones où des analyses poussées devraient être effectuées.

L'arsenic est un poison, et si des gens boivent de l'eau ou mangent de la nourriture contaminée à l'arsenic durant plusieurs années, ils développent des problèmes de santé chroniques appelés arsenicisme.

La mélanose est le premier symptôme d'une consommation sur plusieurs années d'eau contaminée à l'arsenic. La mélanose consiste en des taches claires ou sombres sur la peau de l'individu, souvent sur la poitrine, le dos ou les paumes de la main. L'étape suivante est le développement de gonflements de corne sur les paumes et les pieds, appelé kératose. Cette consommation excessive peut entraîner ensuite un cancer des poumons, de la vessie, des reins, de la peau, du foie, ou de la prostate. L'arsenic peut aussi provoquer des maladies vasculaires, des effets neurologiques, et des anomalies de développement chez les nourrissons.

L'arsenicisme peut être en partie inversé et traité aux premiers stades, en s'assurant que les individus cessent de boire l'eau contaminée et en améliorant leur alimentation. Il n'y a actuellement pas de traitement efficace contre l'empoisonnement à l'arsenic. La seule protection est de boire de l'eau ayant des niveaux non dangereux d'arsenic.

Selon le PNUD (2006), le coût estimé en vies humaines sur les 50 prochaines années est de 300 000 morts par le cancer et 2,5 millions de cas d'empoisonnement à l'arsenic.

5.2.2 Chlore

Le chlore est largement utilisé pour désinfecter l'eau potable comme dernière étape du traitement de l'eau. La désinfection chimique utilisant le chlore a l'avantage d'être relativement rapide, simple, et bon marché. Elle permet également de conserver un résidu de chlore qui apporte une certaine protection contre une contamination ultérieure.

Trois choses peuvent se produire lorsque du chlore est ajouté à l'eau :

1. Une partie du chlore – dite consommée – réagit avec la matière organique puis les agents pathogènes et les tue.
2. Une partie du chlore – dite combinée – réagit avec d'autre matière organique et forme de nouveaux composés chlorés.
3. Le chlore en excès qui n'est pas consommé ou combiné reste dans l'eau. Il est qualifié de chlore résiduel libre (CRL).

L'objectif de la chloration est d'ajouter suffisamment de chlore pour qu'il reste 0,2-0,5 mg/L de CRL après une demi-heure de contact. Les facteurs influençant l'efficacité du chlore comme désinfectant sont la concentration, la durée de contact, le pH, la température et la présence de matière organique dans l'eau. Tous ces facteurs peuvent varier au jour le jour et selon les saisons.

5.2.3 Fluorure

Le fluorure est naturellement présent dans les eaux souterraines et dans certaines eaux de surface. L'eau potable est généralement la principale source d'exposition au fluorure, tandis que l'alimentation et la combustion de charbon fluoré sont également des causes majeures dans certaines régions.

Des niveaux élevés de fluorure sont naturellement présents dans de nombreuses régions du monde, dont l'Afrique, la Méditerranée Orientale, et l'Asie du Sud. L'une des zones de haute teneur en fluorure les plus connues s'étend de la Turquie vers l'Irak, l'Iran, l'Afghanistan, l'Inde, la Thaïlande du nord et la Chine. Cependant, il existe de nombreuses autres régions dont les sources d'eau contiennent des niveaux élevés en fluorure et qui présentent un risque pour ceux qui boivent l'eau, notamment des parties de la vallée du rift africain. Le fluorure est probablement présents en d'autres lieux où des analyses devraient être effectuées.

Une faible quantité de fluorure dans l'eau est en général bénéfique au renforcement des dents des individus et éviter les caries. Le fluorure est ajouté dans le but de protéger les dents dans les systèmes d'eau de certaines villes et dans des produits de consommation comme les dentifrices et bains de bouche.

A des doses plus importantes sur une longue durée, il peut provoquer une fluorose dentaire et abîmer les dents des personnes en les tachant et les piquant. Au bout de nombreuses années, le fluorure peut s'accumuler dans les os, provoquant une fluorose osseuse dont les effets se traduisent par une raideur et des douleurs au niveau des articulations. Dans les cas graves, il peut provoquer une modification de la structure osseuse et des paralysies. C'est pour les nourrissons et les jeunes enfants que des niveaux élevés de fluorure présentent le plus de risques, car leurs corps est en train de grandir et de se développer.

Actuellement il n'existe pas de traitement efficace pour la fluorose —la seule protection consiste à boire de l'eau présentant des niveaux non dangereux de fluorure.

5.2.4 Nitrates et Nitrites

Le nitrate et le nitrite sont des produits chimiques naturellement présents dans l'environnement et qui font partie du cycle de l'azote. Le nitrate est fréquemment utilisé dans les engrais et pour l'agriculture. Le nitrite sert de conservateur alimentaire, notamment dans la charcuterie.

Le nitrate des eaux souterraines et de surface est habituellement faiblement concentré, mais peut atteindre des niveaux élevés en cas de fuite ou ruissellement d'engrais, ou de contamination par des excréments humains ou animaux. Le nitrite se forme du résultat de l'activité microbienne et peut être présent de manière intermittente.

De hauts niveaux de nitrate et nitrite peuvent provoquer de graves maladies lors d'une exposition prolongée. Le principal problème de santé est la méthémoglobinémie ou syndrome du bébé bleu, qui se produit lorsque des nourrissons sont alimentés au biberon avec un lait en poudre préparé avec de l'eau potable. Cela leur provoque des difficultés respiratoires, et leur peau vire au bleu en raison d'un manque d'oxygène. Il s'agit d'une maladie grave pouvant parfois conduire à la mort.

5.2.5 Fer

Le fer peut être naturellement présent dans les eaux souterraines et dans certaines eaux de surface (comme les ruisseaux, rivières et puits peu profonds). Certaines régions du monde présentent des taux naturellement élevés de fer dans leurs eaux souterraines. Le fer peut aussi se trouver dans l'eau potable ayant passé par des tuyaux en fonte ou acier rouillés.

Le fer peut se présenter sous deux formes dans l'eau : dissous et en suspension. Si l'eau souterraine vient d'un puits tubé profond, le fer peut être dissous et invisible. Cependant, une fois qu'il est exposé à l'air, le fer change généralement la couleur de l'eau en noir ou orange. Si l'eau de surface contient du fer, elle aura une couleur rouge-orangée en raison des particules en suspension.

Consommer de l'eau ayant de fortes concentrations en fer ne rendra pas malade. Le fer, cependant, peut changer la couleur de l'eau et conduire les gens à ne pas l'utiliser au profit d'une autre source d'eau qui, elle, peut-être contaminée.

5.2.6 Manganèse

Le manganèse peut être naturellement présent dans les eaux souterraines et de surface, et il accompagne généralement le fer. Cependant, certaines activités humaines peuvent aussi être responsables d'une contamination de l'eau par le manganèse dans certaines régions.

Le manganèse peut se présenter sous deux formes dans l'eau : dissous et en suspension. Si l'eau souterraine vient d'un puits tubé profond, le manganèse peut être dissous et invisible. Dans les eaux de surface, le manganèse peut être dissous ou en suspension. Une eau ayant un taux élevé de manganèse en suspension présente habituellement une couleur noire, ou contient des flocons noirs.

Les gens ont besoin de faibles quantités de manganèse pour rester en bonne santé, et l'alimentation en est la principale source. Cependant, trop ou trop peu de manganèse peut avoir des effets néfastes sur la santé.

Des niveaux élevés de manganèse peuvent en revanche donner à l'eau une couleur noire et inciter les gens à ne pas l'utiliser et à choisir une autre source d'eau qui, elle, peut-être contaminée.

5.2.7 Plomb

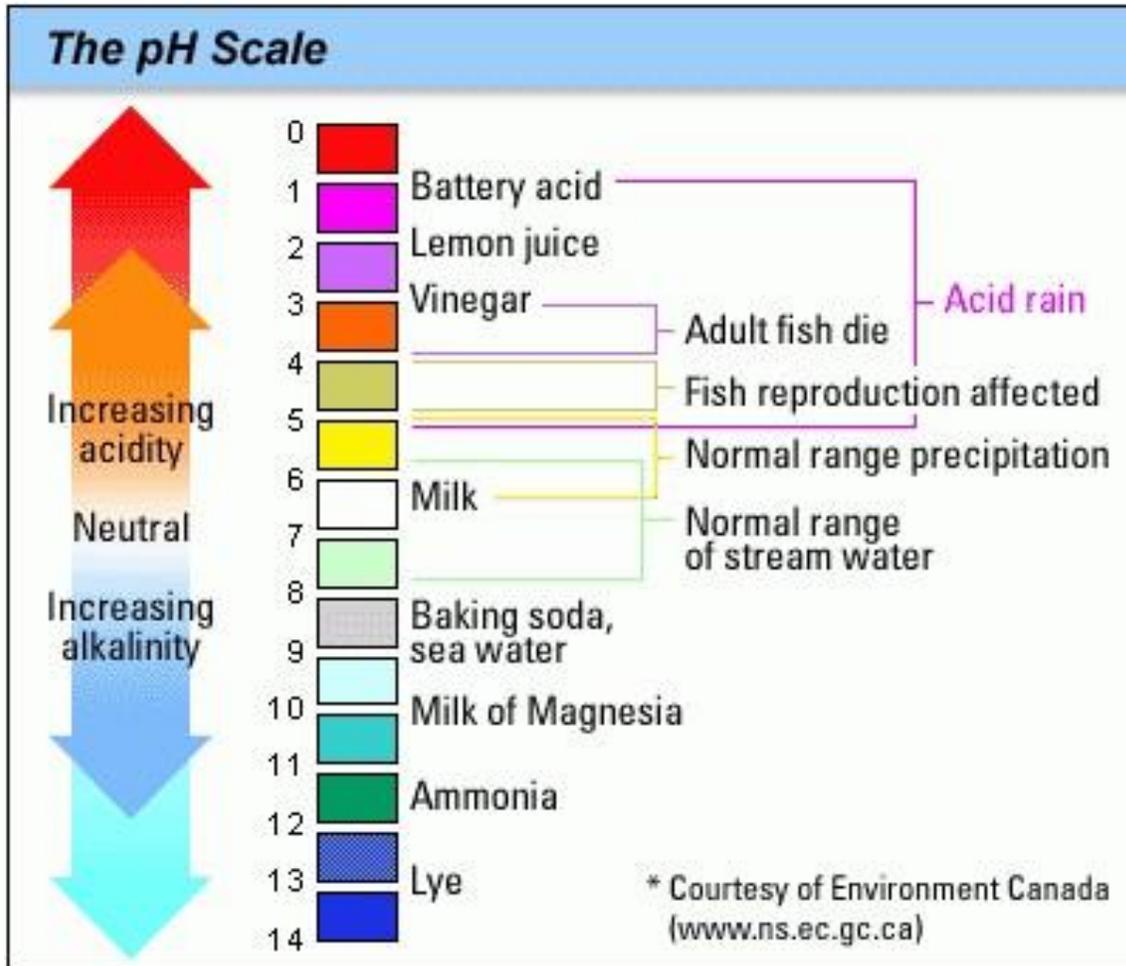
La contamination au plomb est due à des sources humaines plutôt que naturelles. Les activités minières et les mines abandonnées peuvent provoquer une contamination au plomb des sources environnantes. L'utilisation de tuyaux en plomb peut aussi conduire à des niveaux de plomb élevés dans l'eau potable.

Une exposition sur le long terme à de faibles niveaux de plomb peut provoquer des effets neurologiques néfastes, notamment chez les nourrissons, les jeunes enfants et les femmes enceintes. L'exposition au plomb est plus grave pour les nourrissons et les jeunes enfants car ils absorbent le plomb plus facilement que les adultes et sont plus sensibles à ses effets nocifs. Une exposition à des niveaux mêmes faibles peut affecter le développement intellectuel, le comportement, la taille et l'audition des nourrissons (Environnement Canada, 2004).

5.2.8 pH

Le pH est la mesure de l'acidité ou de l'alcalinité de l'eau. Le pH de l'eau potable se situe en général entre 6,5 et 8,0. L'eau à 25°C (80°F) avec un pH inférieur à 7,0 est considérée acide, tandis qu'avec un pH supérieur à 7,0 elle est considérée basique (alcaline). Lorsque le pH est de 7,0, elle est dite neutre.

Le pH de l'eau d'un ruisseau, d'une rivière, d'un lac ou d'un écoulement souterrain va varier en fonction de différents paramètres : la source de l'eau, le type de sol, de substrat rocheux et de végétation à travers lesquels elle voyage, les types de contaminants qu'elle croise sur son chemin, et même le niveau de brassage et d'aération résultant des turbulences dans son écoulement. Les effets d'un type particulier de pollution de l'eau sur les plantes et animaux peuvent varier considérablement.



L'OMS ne propose aucune directive de santé concernant le pH. Bien que le pH n'ait généralement pas d'impact direct sur les consommateurs, il est l'un des plus importants paramètres de qualité de l'eau pour le TED. Par exemple, pour une désinfection efficace au chlore, le pH doit être de préférence inférieur à 8.

5.2.9 Solides Dissous Totaux (*Total Dissolved Solids* — TDS)

Les solides dissous totaux (TDS) sont constitués par des sels inorganiques (principalement le chlorure de sodium, le calcium, le magnésium et le potassium) et de faibles quantités de matière organique dissous dans l'eau. Certaines régions du monde présentent des taux naturellement élevés de TDS dans leur eau potable.

Les TDS dans l'eau potable proviennent de sources naturelles, des égouts, des ruissellements urbains et des eaux usées industrielles. Des aquifères saumâtres ou salins peuvent exister naturellement ou se former avec le temps dans les régions côtières où l'eau de mer s'infiltré en raison de la baisse de profondeur des aquifères.

L'eau potable ayant des concentrations élevées de solides dissous totaux ne rendra pas malade.

Bien qu'il n'y ait pas de problème de santé direct, les concentrations en TDS supérieures à 1200 mg/L (ex : eau saumâtre ou saline) provoquent un goût amer ou salé. Certaines personnes perçoivent un goût salé dans l'eau à de niveaux d'environ 500 mg/L, ce qui peut les inciter à ne pas l'utiliser et à choisir une autre source d'eau à la place, peut-être contaminée.

L'eau ayant une concentration extrêmement faible en TDS (ex : eau de pluie) peut aussi être inacceptable en raison de son goût fade.

La conductivité électrique (CE) d'une substance se définit comme sa capacité à conduire ou transmettre l'électricité. La présence de produits chimiques (comme les ions calcium et magnésium) donne cette capacité à l'eau. L'analyse de la CE ne donne pas d'information spécifique concernant les produits chimiques présents dans l'eau, mais elle donne une estimation des TDS. La CE de l'eau est donc une mesure indirecte des produits chimiques dissous.

$$\text{TDS (mg/L ou ppm)} = \text{CE } (\mu\text{S/cm}) \times 0,67$$

5.3 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
- Les niveaux de sensibilité et spécificité requis
- Les compétences techniques
- Le lieu géographique
- Le type et l'objet des résultats demandés.

Les analyses en laboratoire et sur le terrain sont les deux principales méthodes utilisées par les organisations gouvernementales et non gouvernementales. Les ONG ont tendance à favoriser un kit de terrain portable 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 recommandations de l'UNICEF pour des méthodes et des équipements d'analyse appropriés.

Méthodes d'Analyse Recommandées pour Différents Produits Chimiques

Produit Chimique	Méthode d'Analyse Recommandée
Ph	Bandelettes test, compteur numérique
Ammoniac	Bandelettes test, laboratoire
Antimoine	Laboratoire
Arsenic	Laboratoire, méthode de Gutzeit (Arsenator numérique et visuel)
Baryum	Laboratoire
Bore	Laboratoire
Cadmium	Laboratoire
Chlore (Libre)	Comparteur, bandelettes test, photomètre
Chlorure	Bandelettes test, laboratoire
Chrome	Colorimètre de poche, photomètre
Cuivre	Disque coloré, colorimètre, laboratoire
Cyanures	Disque coloré, colorimètre, laboratoire
Fluorure	Colorimètre, photomètre
Fer	Disque coloré, colorimètre, laboratoire
Plomb	Colorimètre, laboratoire
Manganèse	Colorimètre, laboratoire
Mercure	Laboratoire
Molybdène	Laboratoire
Nickel	Colorimètre, laboratoire
Nitrates	Bandelettes test, disque coloré, colorimètre, photomètre
Nitrites	Bandelettes test, disque coloré, colorimètre, photomètre
Argent	Laboratoire
Sélénium	Laboratoire
TDS	Compteur numérique
Uranium	Laboratoire

(UNICEF, 2003)

5.3.1 Méthodes d'Analyse en Laboratoire

Les méthodes suivantes sont généralement utilisées pour analyser les contaminants chimiques en laboratoire.

- **Méthode Colorimétrique**

Cette méthode est basée sur la mesure de l'intensité de la couleur du produit d'une réaction ou d'un produit chimique coloré cible. L'absorbance optique est mesurée en utilisant une lumière de longueur d'onde adaptée. La concentration est déterminée grâce à une courbe d'étalonnage obtenue par des concentrations connues du déterminant.

- **Spectrométrie d'Absorption Atomique (SAA)**

Cette méthode est utilisée pour analyser la présence de métaux. La Spectrométrie d'Absorption Atomique (SAA) est basée sur le phénomène que des atomes libres à l'état fondamental peuvent absorber la lumière d'une longueur d'onde donnée. Chaque élément possède sa propre absorption spécifique, ce qui signifie qu'aucun autre élément n'absorbe cette longueur d'onde lorsque la lumière passe à travers l'atome à l'état de vapeur. Comme cette absorption de lumière dépend de la concentration des atomes dans la vapeur, la concentration de l'élément visé dans l'échantillon d'eau peut être déterminée.

- **Chromatographie**

Il s'agit d'une méthode de séparation basée sur la différence d'affinité entre deux phases : stationnaire et mobile. Un échantillon est injecté dans une colonne remplie ou enduite de la phase stationnaire, et séparé de la phase mobile en fonction de la différence des interactions (distribution ou absorption) entre les composés et les phases stationnaires. Les composés ayant une faible affinité avec la phase stationnaire se déplacent rapidement à travers la colonne et s'éliminent plus vite. Il existe de nombreux types de chromatographie : chromatographie à échange d'ions, chromatographie en phase liquide, et chromatographie en phase gazeuse, qui sont utilisées pour identifier des composés métalliques, organiques et inorganiques.

5.3.2 Méthodes d'Analyse sur le Terrain

Il existe différentes façons d'analyser les contaminants chimiques sur le terrain. Les plus courantes sont les bandelettes test, les comparateurs de couleurs, les colorimètres et les compteurs numériques.

- **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 pour les personnes techniciennes et non techniciennes ; elles fournissent des résultats rapides, et constituent la méthode d'analyse de terrain la moins chère. 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 un seuil de concentration.

Parfois les gens ignorent les instructions de la bandelette test particulière qu'ils utilisent. Il s'agit là du principal piège, pouvant conduire à des résultats incorrects. Il faut garder deux choses à l'esprit : la méthode d'activation et le temps de lecture. Ces informations sont données sur l'étiquette et dans la notice du produit.

Il est important d'utiliser la méthode d'activation appropriée à la bandelette test que vous utilisez. Différentes bandelettes peuvent nécessiter d'être plongées ou agitées dans l'échantillon, ou d'être placées sous un écoulement de l'échantillon. Des bandelettes test requièrent également 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 (Morris et Sweazy).

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



Bandelettes test Merckoquant



La zone réactive est plongée dans l'échantillon



Une fois le délai de réaction écoulé, la couleur de la zone réactive est comparée avec la charte de couleurs sur la boîte afin de déterminer la concentration.

Conseils pour les Bandelettes Test :

Il est essentiel de comprendre les limites et les plages de concentration des paramètres que vous analysez lors du choix de l'équipement et des fournitures. Assurez-vous d'acheter la bandelette test la plus adaptée à votre objectif. Différentes plages peuvent exister pour le même paramètre. Par exemple, vous pouvez trouver des bandelettes pH allant de 1 à 14 (par incréments de 1), ou de 4,5 à 9,0 (par incréments de 0,5 ou même 0,25). La dernière est la plus adaptée à l'analyse de qualité de l'eau potable car on cherche généralement un pH autour de 7 plutôt qu'aux extrémités de l'échelle.

Les bandelettes test sont disponibles en emballages individuels, ce qui peut être utile car elles peuvent se détériorer avec l'humidité, la chaleur, la poussière ou la lumière.

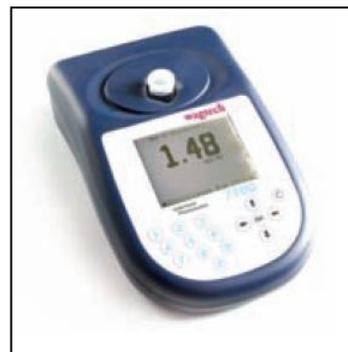
- **Comparateur à Disque Coloré**

Il existe différents types de comparateurs à disque coloré sur le marché. Le comparateur est utilisé avec une gamme de disques colorés interchangeables. Ces disques colorés sont utilisés pour comparer la couleur produite lors de chaque analyse chimique avec les couleurs tests fournies sur le disque. Les disques colorés existent pour une variété de paramètres d'analyse chimique de l'eau 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, mais ils sont plus chers, nécessitent plus de matériel, et font toujours appel à la détermination visuelle de la concentration chimique.



- **Colorimètre et Photomètre**

Les colorimètres et les photomètres 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. Des colorimètres et photomètres portables sont disponibles chez divers fournisseurs.



- **Compteurs Numériques**

Certains kits de terrain portables comprennent divers compteurs numériques pour mesurer des paramètres comme le pH et la CE. Ils sont relativement simples d'utilisation et fournissent des mesures plus précises que d'autres méthodes, comme les bandelettes test. Leurs principaux inconvénients sont qu'ils doivent être étalonnés, et ont la fragilité commune aux équipements électroniques.



- **Kits d'Analyse de l'Arsenic**

L'analyse de terrain pour l'arsenic était difficile et faisait appel à des kits d'analyse complexes et souvent peu précis. De nouveaux kits ont été conçus, rendant l'analyse sur le terrain plus simple et plus précise. Cependant, pour la plupart les kits ne sont plus précis en dessous de 100 µg/L.

La majorité des kits repose sur le principe de la Méthode de Gutzeit (UNICEF, 2008). L'Arsenator Numérique Wagtech (utilisé à l'origine par l'UNICEF en Inde) est simple et facile à utiliser, et inclut des réactifs permettant de tester 420 échantillons d'eau. Il peut mesurer le seuil critique entre 2 et 100 ppb (parts per billion, soit 10⁻⁹). L'Organisation pour

l'Environnement et la Santé Publique (*Environment and Public Health Organization — ENPHO*), basée au Népal, a également conçu un kit de terrain pour l'analyse de l'arsenic. Le kit est facile à utiliser, portable, et fournit des résultats rapides. Chaque kit contient les réactifs nécessaires à l'analyse de 50 échantillons d'eau. La concentration de l'arsenic est déterminée en comparant la coloration avec une charte de couleurs.

Voir l'Annexe 1 pour une liste des kits disponibles pour l'arsenic et autres paramètres chimiques.

5.4 Interpréter les Résultats d'Analyse

L'évaluation des niveaux de contamination acceptables et la compréhension de la nature du problème posé par les différents contaminants sont les principaux éléments lors de l'interprétation des résultats d'analyse.

L'eau qui a été contaminée par des produits chimiques au-delà des normes nationales ou des Directives de l'OMS pour la Qualité de l'Eau potable ne doit pas être utilisée pour des usages domestiques, dans la mesure du possible. Toute concentration de produit chimique de plus de 10% au-dessus des normes nationales ou des Directives de l'OMS accroît le risque de graves effets sur la santé. En conséquence, les autorités locales ou nationales appropriées doivent être informées au plus tôt afin que des enquêtes ultérieures puissent être menées, et que des solutions adaptées au problème puissent être appliquées.

Les Directives de l'OMS pour la Qualité de l'Eau potable 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.

5.4.1 Arsenic

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) considère l'arsenic comme une priorité lors de l'analyse de sources d'eau potable. L'OMS recommande que l'eau potable contienne moins de 0,01 mg/L d'arsenic (0,01 mg/L équivaut à 10 µg/L ou 10 ppb).

Directive de l'OMS pour l'arsenic dans l'Eau potable < 0,01 mg/L

De nombreux pays ont leurs propres normes moins strictes, allant de 0,025 mg/L à 0,05 mg/L (25-50 ppb). Beaucoup de pays de l'Asie du Sud-est ayant un problème d'arsenic ont adopté une norme temporaire de 0,05 mg/L car il est difficile d'analyser précisément à une échelle de 0,01 mg/L et de traiter l'eau pour atteindre cette norme.

Les ménages utilisant de l'eau potable avec des concentrations d'arsenic supérieures à 10 µg/L (ou 0,1 mg/L, 10 ppb) doivent traiter leur eau au moyen d'un TED approprié, comme le filtre Kanchan, afin d'en réduire le niveau, ou utiliser une source d'eau alternative lorsque c'est possible.

Malheureusement, la plupart des kits de terrain ne sont pas très précis à des niveaux inférieurs à 100 µg/L. L'UNICEF recommande de les utiliser dans un format positif/négatif avec une valeur de référence de 50 µg/L, qui est la norme pour l'eau potable dans de nombreux pays (la recommandation de l'OMS est de 10 µg/L).

De plus, l'eau souterraine peut évoluer avec le changement du niveau de l'eau dans l'aquifère. La contamination à l'arsenic peut donc progresser avec le temps. Dans les zones touchées par l'arsenic, un puits initialement testé avec des résultats négatifs doit être analysé à nouveau ultérieurement.

5.4.2 Chlore

Le chlore est largement utilisé pour désinfecter l'eau potable lors de l'étape finale du traitement de l'eau. L'objectif de la chloration est d'ajouter suffisamment de chlore pour qu'il reste 0,2 à 0,5 mg/L de chlore libre résiduel au bout d'une demi-heure de temps de contact.

5.4.3 Fluorure

L'OMS recommande que l'eau potable en contienne 0,5 à 1,0 mg/L pour protéger les dents. De nombreuses villes dans le monde ajoutent du fluorure dans leur eau potable afin d'atteindre ce niveau.

De plus hauts niveaux de fluorure, entre 1,5 et 4,0 mg/L, peuvent provoquer la fluorose dentaire. De très hauts niveaux de fluorure, supérieurs à 10 mg/L, peuvent entraîner une fluorose osseuse. C'est pourquoi l'OMS recommande que l'eau potable ne contienne pas plus de 1,5 mg/L de fluorure.

Directive de l'OMS pour le fluorure dans l'Eau potable < 1,5 mg/L

Une étude est actuellement en cours pour développer des technologies TED pouvant efficacement éliminer le fluorure de l'eau potable. Dans l'intervalle, les foyers utilisant de l'eau potable dont les concentrations en fluorure sont supérieures à 1,5 mg/L doivent essayer d'utiliser une source d'eau alternative dans la mesure du possible.

5.4.4 Nitrate et Nitrite

L'OMS recommande que l'eau potable contienne moi de 50 mg/L de nitrate pour protéger les nourrissons alimentés au biberon de la méthémoglobine (exposition à court terme). Dans la plupart des pays, les niveaux de nitrate des eaux de surface n'excèdent pas 10 mg/L, bien qu'ils dépassent souvent les 50 mg/L dans les eaux de puits (OMS, 2006).

Les niveaux de nitrite doivent être inférieurs à 3 mg/L pour protéger les nourrissons de la méthémoglobine (exposition à court terme). Il existe une directive provisoire pour l'exposition au nitrite sur le long terme, fixée à moins de 0,3 mg/L. Cette valeur recommandée est considérée comme provisoire en raison des incertitudes sur les conséquences chroniques pour la santé et sur notre sensibilité au nitrite.

Directive de l'OMS pour le Nitrate < 50 mg/L

Directive de l'OMS pour le Nitrite < 3 mg/L (exposition à court terme)

Directive Provisoire de l'OMS pour le Nitrite < 0,2 mg/L (exposition à long terme)

Des concentrations en nitrate supérieures à 44,3 mg/L provoquent 97% de maladie. Des niveaux de nitrates élevés sont souvent associés à de hauts niveaux de contamination microbiologique dans la mesure où les nitrates ont pu provenir de fumier ou d'eaux usées.

5.4.5 Fer

L'OMS n'a pas de recommandation concernant le fer dans l'eau potable car il n'a pas d'effet néfaste sur la santé.

Généralement, les gens n'aiment pas le goût de l'eau contenant plus de 0,3 mg/L de fer. Les concentrations entre 1,0 et 3,0 mg/L peuvent être acceptables pour les personnes qui boivent de l'eau d'un puits anaérobie.

Des niveaux de fer supérieurs à 0,3 mg/L peuvent tacher les tuyaux d'eau et les vêtements lors de la lessive.

Pas de Directive de l'OMS pour le fer dans l'Eau potable

Des niveaux supérieurs à 0.3 mg/L peuvent tacher le linge. Généralement, il n'y a pas de goût particulier en dessous de 0.3 mg/L, et des concentrations entre 1.0 et 3.0 mg/L peuvent être acceptables pour les personnes qui boivent de l'eau d'un puits anaérobie.

5.4.6 Manganèse

L'OMS recommande que l'eau potable ne contienne pas plus de 0,4 mg/L de manganèse.

Généralement, les gens n'aiment pas le goût de l'eau potable contenant plus de 0,15 mg/L de manganèse. Egalement, des niveaux supérieurs à 0,15 mg/L peuvent tacher les tuyaux d'eau, les vêtements lors de la lessive, et les aliments lors de la cuisine. Des niveaux de manganèse même inférieurs à 0,05 mg/L peuvent former des dépôts noirs dans les tuyaux d'alimentation, qui sont emportés par l'eau sous formes de petits flocons noirs.

La présence de manganèse dans l'eau peut aussi entraîner l'accumulation de proliférations bactériennes dans le système de distribution d'eau.

Directive de l'OMS pour le manganèse dans l'Eau potable < 0,4 mg/L

Des niveaux supérieurs à 0,15 mg/L peuvent tacher le linge et la plomberie, et donner un mauvais goût. Des niveaux même inférieurs à 0,05 mg/L peuvent former des dépôts dans les tuyaux de distribution d'eau qui peuvent se détacher sous forme de précipités noirs. Comme pour le fer, la présence de manganèse dans l'eau peut entraîner l'accumulation de proliférations microbiennes dans le système de distribution d'eau.

5.4.7 Plomb

Les foyers utilisant de l'eau potable dont la concentration en plomb est supérieure à 0,01 mg/L doivent essayer d'utiliser une source d'eau alternative dans la mesure du possible.

5.4.8 pH

Des valeurs situées à l'extérieur de la plage 6,5 – 8,5 indiquent qu'il y a des produits chimiques dissous. Dans cette situation, il est conseillé d'utiliser une autre source d'eau si cela est possible.

La plage optimale pour la désinfection au chlore va d'un pH de 5,5 à 7,5 ; la désinfection n'est pas fiable lorsque le pH de l'eau est supérieur à 9. Si le pH est supérieur à la plage recommandée, alors la quantité de chlore ajouté peut être augmentée et le temps de contact allongé. Un niveau de CRL plus élevé (0,6 mg/L) doit être utilisé pour les pH entre 8 et 9.

5.4.9 Conductivité Electrique et Total des Solides Dissous

L'OMS n'a pas de recommandation concernant le total des solides dissous dans l'eau potable dans la mesure où il n'a pas d'effet néfaste sur la santé.

Généralement, les gens n'aiment pas le goût de l'eau contenant plus de 500 mg/L de TDS.

Des niveaux élevés de TDS peuvent tacher les tuyaux d'eau et les vêtements lors de la lessive. Ils peuvent également provoquer la formation de tartre dans les tuyaux de distribution d'eau et dans les appareils de chauffage de l'eau, qui se détache sous forme de flocons blancs.

Pas de Directive de l'OMS pour le TDS dans l'Eau potable

- Fraîche : <1 000 mg/L de TDS
- Saumâtre : 1 000 – 5 000 mg/L de TDS
- Très saumâtre : 5 000 – 15 000 mg/L de TDS
- Salée : 15 000 – 30 000 mg/L de TDS
- Eau de mer : 30 000 – 40 000 mg/L de TDS

(Association pour la Qualité de l'Eau)

L'analyse de la CE ne donne pas d'information spécifique concernant les produits chimiques présents dans l'eau, mais elle donne une estimation du TDS. Une analyse plus spécifique doit être effectuée pour déterminer quels produits chimiques sont présents. Les concentrations en TDS supérieures à 1 200 mg/L (ex : eau salée) peuvent provoquer un goût très désagréable. L'eau ayant de très faibles concentrations de TDS (ex : eau de pluie) peut aussi être inacceptable en raison de son goût fade (OMS, 2006).

5.6 Résumé des Points Clés

- Les sources de contaminants chimiques peuvent être réparties dans les cinq groupes suivants :
 - Naturellement présent
 - Activités agricoles
 - Communautés humaines
 - Activités industrielles
 - Traitement et distribution de l'eau
- L'effet des contaminants chimiques sur la santé humaine dépend des facteurs suivants :
 - Type de contaminant et sa concentration
 - Durée et fréquence d'exposition
 - Age et condition physique de l'utilisateur
 - Niveau d'immunité
- Les contaminants chimiques les plus préoccupants dans le monde sont :
 - L'arsenic
 - Le fluorure
 - Les nitrates
 - Les métaux lourds (ex : le plomb)
- Les facteurs suivants doivent être pris en compte lors de la sélection d'une méthode d'analyse appropriée
 - Sources disponibles
 - Compétences techniques
 - Zone géographique
 - Type et objet des résultats demandés.
- L'eau qui a été contaminée avec des produits chimiques au-delà des normes nationales ou des Directives de l'OMS pour la Qualité de l'Eau potable ne doit pas être utilisée dans le cadre domestique, si cela est possible.

5.7 Références

Environment Canada (2004). Canadian Water Quality Guidelines. Disponible sur : www.ec.gc.ca/ceqg-rcqe/English/Ceeg/Water/default.cfm#dri

Morris, D. and J. Sweazy (nd). Technical Bulletin: The Advantages and Pitfalls of Reagent Strips in Dialysis, Other Medical, and Non-Medical Applications. Stericheck, Environmental Test Systems. Disponible sur : www.sterichek.com/articles.asp?AID=7&l=

UNICEF (2003). Water Quality Assessment and Monitoring, Technical Bulletin No.6. Disponible sur : www.supply.unicef.dk/catalogue/bulletin6.htm

UNICEF (2008), UNICEF Handbook on Water Quality. Disponible sur : www.unicef.org/wes/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf

United States Environmental Protection Agency (2006). Consumer Fact Sheet on Nitrates/Nitrites. Disponible sur : www.epa.gov/safewater/dwh/c-ioc/nitrates.html

United State Environmental Protection Agency (2006). Drinking Water and Health: What You Need to Know. Disponible sur : www.epa.gov/safewater/dwh/index.html

University of Adelaide (2006). School of Chemistry and Physics. Disponible sur : www.chemistry.adelaide.edu.au

Wagtech International (n.d.). An Introduction to Portable Water Quality Testing. Disponible sur : www.wagtech.co.uk

Water Quality Association (n.d.). Water Classifications. Disponible sur : www.pacificro.com/watercla.htm

Organisation Mondiale de la Santé (2006). Guidelines for Drinking Water Quality, Third Edition. Geneva, Switzerland. Disponible sur : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html

Organisation Mondiale de la Santé (2007). Chemical Safety of Drinking Water: Assessing Priorities for Risk Management. Geneva, Switzerland. Disponible sur : http://whqlibdoc.who.int/publications/2007/9789241546768_eng.pdf

Mission : Auto -évaluation

2. a) Qu'indique le pH ?

b) De quoi dépend le pH de l'eau ?

c) Qu'indique un pH de 9 ?

3. a) Qu'est-ce que le TDS et quelles en sont les sources ?

b) Qu'indique un TDS de 1300 mg/L ?

3. a) Quels facteurs doivent être pris en compte lors du choix d'une méthode d'analyse appropriée ?

b) Si vous devez analyser le pH et le fluorure, quelles méthodes d'analyse pourriez-vous choisir ?

4. Que conseillez-vous si le résultat d'analyse d'une source d'eau montre un niveau de contamination à l'arsenic entre 30 et 40 ppb ?

Réponses :

Question 1 (Voir Section 5.2.8)

Question 2a (Voir Section 5.2.9)

Question 2b (Voir Section 5.4.9)

Question 3 (Voir Section 5.3)

Question 4 (Voir Sections 5.2.1 et 5.4.1)

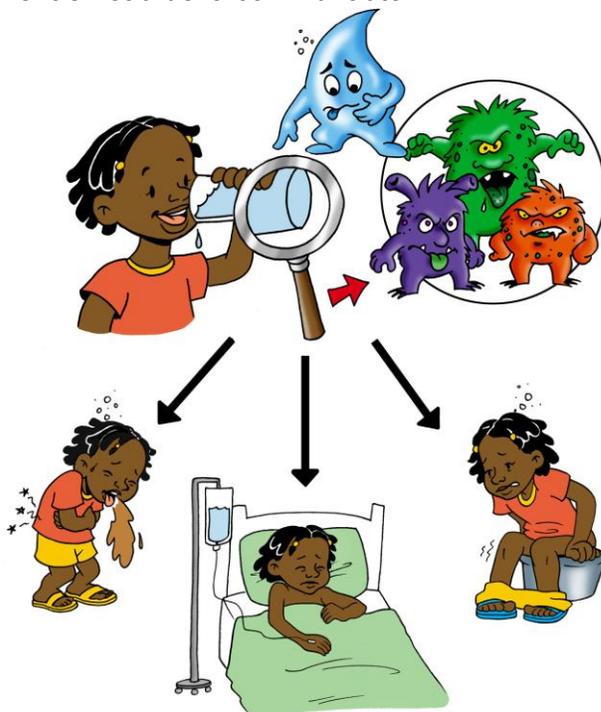
6 Analyse de la Contamination Microbiologique

L'eau contient naturellement une population variée d'organismes vivants, comme des plantes aquatiques, des animaux, des algues, des bactéries, des parasites et des virus. Certains de ces organismes sont inoffensifs, tandis que d'autres peuvent être nocifs pour les êtres humains. Ceux présentant le plus de risques pour nous sont les agents pathogènes, ou organismes provoquant des maladies. Nous les qualifions parfois de microorganismes ou de microbes, en fonction de la langue et du pays concerné.

Au 21^e siècle, l'eau contaminée est la seconde cause de mortalité chez les enfants. Chaque année, environ 1,5 million de personnes meurent à la suite de diarrhée ou d'autre maladie provoquée par une eau insalubre et un mauvais assainissement. Près de la moitié des habitants des pays en développement souffre à un moment donné d'un problème de santé provoqué par une mauvaise eau et un mauvais assainissement (PNUD, 2006).

Les Directives de l'OMS pour la Qualité de l'Eau potable insistent sur le fait que les maladies infectieuses sont provoquées par les bactéries, virus, protozoaires et helminthes pathogènes, fréquemment présents dans l'eau potable et responsables de problèmes de santé largement répandus. Bien qu'il existe divers contaminants de l'eau pouvant être nocifs pour l'homme, la première priorité est de s'assurer que l'eau potable est dépourvue des microorganismes qui provoquent des maladies (OMS, 2006). Le principal objectif du HWTS (Household Water Treatment and Safe Water storage) est donc d'éliminer les agents pathogènes de l'eau jusqu'à atteindre des niveaux ne provoquant pas d'infection chez la population locale.

L'analyse peut être effectuée pour déterminer la présence d'agents pathogènes dans l'eau potable. Cependant, d'autres indicateurs de l'efficacité du traitement de l'eau, comme son incidence sur les maladies diarrhéiques, peuvent aussi être importants et parfois plus significatifs que les indicateurs de qualité. Les niveaux généraux de santé, bien-être ou énergie de la population locale peuvent aussi donner des indices sur la qualité de l'approvisionnement en eau de la communauté.



6.1 Directives de l'OMS pour les Contaminants Microbiologiques

Les Directives de l'OMS pour la Qualité de l'Eau potable précisent que l'eau destinée à être bue ne doit contenir aucune contamination fécale dans tout échantillon de 100 ml. Cependant, de nombreux pays ont développé leurs propres normes de qualité de l'eau, qui peuvent différer des Directives de l'OMS. Par exemple, le Népal a développé en 2007 des normes nationales de qualité pour l'eau potable indiquant que le taux de coliformes totaux doit être nul dans au moins 95% des cas.

Le tableau suivant indique le risque de contamination fécale de l'eau potable en prenant l'*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).

Contamination Fécale dans l'Eau potable et Risque Associé

Niveau d' <i>E. coli</i> (CFU/100 ml d'échantillon)	Risque ¹	Action Recommandée ²
0-10	Qualité Raisonnable	L'eau peut être consommée telle quelle
10-100	Polluée	Traiter si possible, mais peut être consommée telle quelle
100-1 000	Dangereuse	Doit être traitée
> 1000	Très Dangereuse	A rejeter ou à traiter intensivement

(¹ OMS, 1997 ; ² Harvey, 2007)

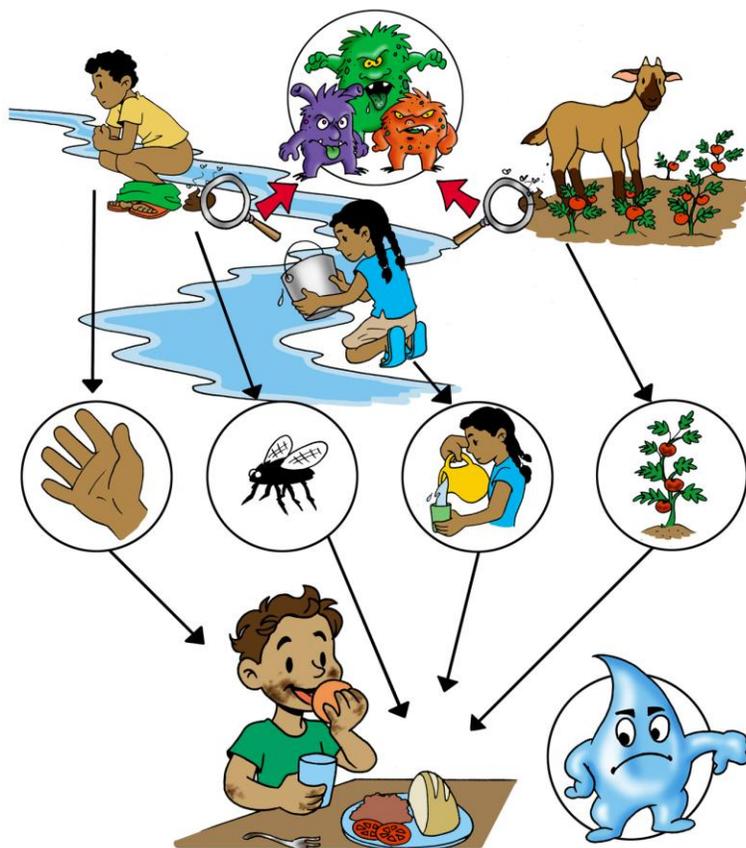
Les techniques d'analyse de routine de qualité de l'eau ne sont pas disponibles pour les virus, les protozoaires et les helminthes. Les Directives de l'OMS recommandent la protection de la source d'eau et le traitement pour les éliminer de l'eau potable. Le niveau de traitement requis dépend de la source d'eau (ex : eau souterraine ou de surface) et du niveau de contamination fécale.

6.2 Effets Potentiels sur la Santé

Les maladies associées à l'eau peuvent être rangées en catégories en fonction de l'origine de l'agent pathogène et du chemin emprunté pour entrer en contact avec nous.

Maladies Associées à l'Eau Contaminée par des Agents Pathogènes

Maladies potentielles	Source	Comment tombons-nous malade ?	Comment cesser d'être malade
Diarrhée, choléra, typhoïde, shigellose, hépatite A et E	Transport par l'eau	En buvant de l'eau contenant les agents pathogènes	Améliorer la qualité de l'eau potable en éliminant ou en tuant les agents pathogènes.
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, dracunculose	Présence dans l'eau	Quand les agents pathogènes passent à travers la peau	Ne pas se baigner dans l'eau dont la contamination est notoire. Améliorer la qualité de l'eau en éliminant ou en tuant les agents pathogènes.
Malaria, dengue, fièvre jaune, filariose, onchocercose, maladies du sommeil	Vecteur insecte aquatique	Quand les agents pathogènes sont transmis par les 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.



Les agents pathogènes présents dans l'eau peuvent aussi être séparés en quatre grandes catégories : bactéries, virus, protozoaires, et helminthes (vers).

6.2.1 Bactéries

Les bactéries sont les microorganismes les plus fréquents dans les excréments humains et animaux. L'eau potable contaminée par des excréments est la première cause des infections transportées par voie d'eau. Pour certaines bactéries, seules quelques-unes suffisent pour nous rendre malade.

Les plus fréquentes maladies transmissibles par voie d'eau et causées par des bactéries sont la diarrhée (aussi appelée gastro-entérite), le choléra et la typhoïde. Environ 1,5 million de personnes meurent chaque année de maladies diarrhéiques, dont le choléra (OMS/UNICEF, 2005). On estime que 88% des maladies diarrhéiques sont provoquées par une eau insalubre, un mauvais assainissement et une mauvaise hygiène (OMS, 2004).

Le choléra demeure une menace mondiale et est l'un des principaux indicateurs de développement social. Bien que le choléra ne soit plus une menace dans les pays ayant des normes d'hygiène de base, il reste un défi dans les pays où l'accès à l'eau potable salubre et à un bon assainissement est limité.

Entre 100 000 et 300 000 cas sont signalés chaque année, dont plus de 94% en Afrique. Ces chiffres sont sous-estimés, car de nombreux pays du sous-continent indien et d'Asie du Sud-est ne signalent pas leur cas de choléra. Une estimation récente porte le nombre de personnes mourant chaque année du choléra à environ 120 000, et le nombre annuel total de cas de choléra dans le monde à un nombre situé entre 3 et 5 millions. Presque chaque pays en développement dans le monde fait face à des éruptions de choléra ou à la menace d'une épidémie (OMS, 2009).

A l'instar du choléra, la typhoïde est surtout présente dans les pays où l'on n'a pas accès à l'eau potable salubre et à l'assainissement. Chaque année, on estime à environ 22 millions le nombre de cas de typhoïde dans le monde, entraînant 216 000 morts (OMS, 2009).

6.2.2 Virus

Les virus sont les plus petits des agents pathogènes. Ils sont incapables de se reproduire tous seuls et doivent envahir une cellule hôte pour se multiplier. Cela perturbe les fonctions de la cellule hôte ou provoque sa mort. 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.

Les virus qui sont transmis par l'eau peuvent provoquer la diarrhée, l'hépatite A et E. Cependant, les virus produisent généralement des symptômes plus légers que les bactéries. L'hépatite A se manifeste épisodiquement dans le monde et elle est fréquente dans les pays en développement avec 1,5 million de cas chaque année (OMS, 2004).

D'autres virus sont transmis par des vecteurs qui dépendent de l'eau pour leur survie. Par exemple, les moustiques propagent des maladies comme la Dengue, la fièvre de la vallée du Rift, l'encéphalite japonaise, la fièvre du Nil occidental, la fièvre de Ross River, l'encéphalite équine et le Chikungunya. La plupart de ces maladies existent dans les zones tropicales et subtropicales.



Le Virus d'Immunodéficience Humaine (VIH) et les virus provoquant le rhume ne peuvent se transmettre par l'eau car elle ne fournit pas un environnement favorable à leur survie.

6.2.3 Protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires et certains peuvent survivre sans hôte. Certains protozoaires peuvent former des kystes qui leur permettent de rester en sommeil et de survivre dans des environnements hostiles. Les kystes de protozoaires s'activent lorsque les conditions environnementales deviennent plus favorables. Le cryptosporidium est un exemple de protozoaire formant un kyste résistant à la désinfection par le chlore.

Il existe différents types de protozoaires pouvant provoquer des maladies, comme les amibes, le cryptosporidium et le giardia. Au niveau mondial, les infections de la dysenterie amibienne sont les plus fréquentes avec près de 500 millions de cas par an. Ces protozoaires vivent majoritairement dans les zones tropicales.

La malaria est aussi une infection parasitaire transmise par les moustiques. Environ 900 000 personnes meurent chaque année de la malaria, dont 90% d'enfants de moins de cinq ans. On estime qu'il y a chaque année 247 millions cas de malaria, la majeure partie ayant lieu en Afrique Sub-saharienne (OMS, 2009).

6.2.4 Helminthes

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. Les helminthes, comme les protozoaires, sont considérés comme des parasites. Ils passent une partie de leur vie dans des hôtes qui vivent dans l'eau avant de se transmettre aux humains. De nombreux types de vers peuvent vivre plusieurs années et affaiblir leur hôte en utilisant leur nourriture.

Parmi les types fréquents d'helminthes responsables de maladies dans les pays en développement, on trouve les vers ronds, les oxyures, les ankylostomes et les vers de Guinée. L'OMS estime que 133 millions de personnes sont atteintes de vers intestinaux chaque année. Ces infections peuvent entraîner des conséquences graves comme des troubles cognitifs, des dysenteries ou anémies aiguës, et provoquent environ 9 400 décès chaque année (OMS, 2000).

La schistosomiase, aussi appelée bilharziose, est provoquée par le ver plat trématode. C'est une maladie répandue qui touche environ 200 millions de personnes dans le monde. Bien qu'elle ait un taux de mortalité relativement faible, la schistosomiase provoque des symptômes sérieux chez des millions de personnes. Cette maladie est souvent liée aux grands projets de ressources en eau, tels la construction de barrages ou de canaux d'irrigation, qui créent un terrain de reproduction idéal pour le ver plat.

6.3 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, protozoaires et vers. Cela signifie que pour certaines bactéries, un plus grand nombre doit être ingéré pour provoquer une maladie par rapport à d'autres agents pathogènes.

Les nourrissons, jeunes enfants, 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, 2007).

Dose de Microorganismes Nécessaire pour Provoquer une Infection chez les Humains ID50¹

Maladie	Agent Pathogène	Type d'Agent Pathogène	Dose Provoquant la Maladie
Shigellose	<i>Shigella spp.</i>	Bactérie	10 - 1000
Fièvre Typhoïde	<i>Salmonella typhi</i>	Bactérie	100 000
Choléra	<i>Vibrio cholerae</i>	Bactérie	100 000 000

(Adapté de Ryan et al., 2003)

¹ La dose infectieuse est la dose nécessaire pour provoquer une maladie chez 50% des individus exposés, d'où ID50 (*Infectious Dose -50*). Ces chiffres doivent être pris avec précaution et ne peuvent être directement utilisés pour évaluer un risque car ils sont souvent extrapolés à partir d'études épidémiologiques, d'estimations fondées sur des bases de données limitées d'épidémies, de scénarii catastrophes, et d'autres variables complexes (FDA américaine).

6.4 Organismes Indicateurs

Analyser la présence de chaque agent pathogène dans l'eau serait à la fois long, complexe et coûteux. A la place, la présence ou l'absence de certains organismes bactériens indicateurs est utilisée pour déterminer la salubrité de l'eau. L'utilisation de bactéries comme indicateurs remonte à 1885, lorsqu'elles ont été utilisées dans le premier examen de routine de qualité de l'eau à Londres, Angleterre (OMS). Depuis lors, il a été montré que les analyses d'indicateurs sont moins chères, plus faciles à effectuer, et donnent des résultats plus rapidement que les analyses directes d'agents pathogènes.

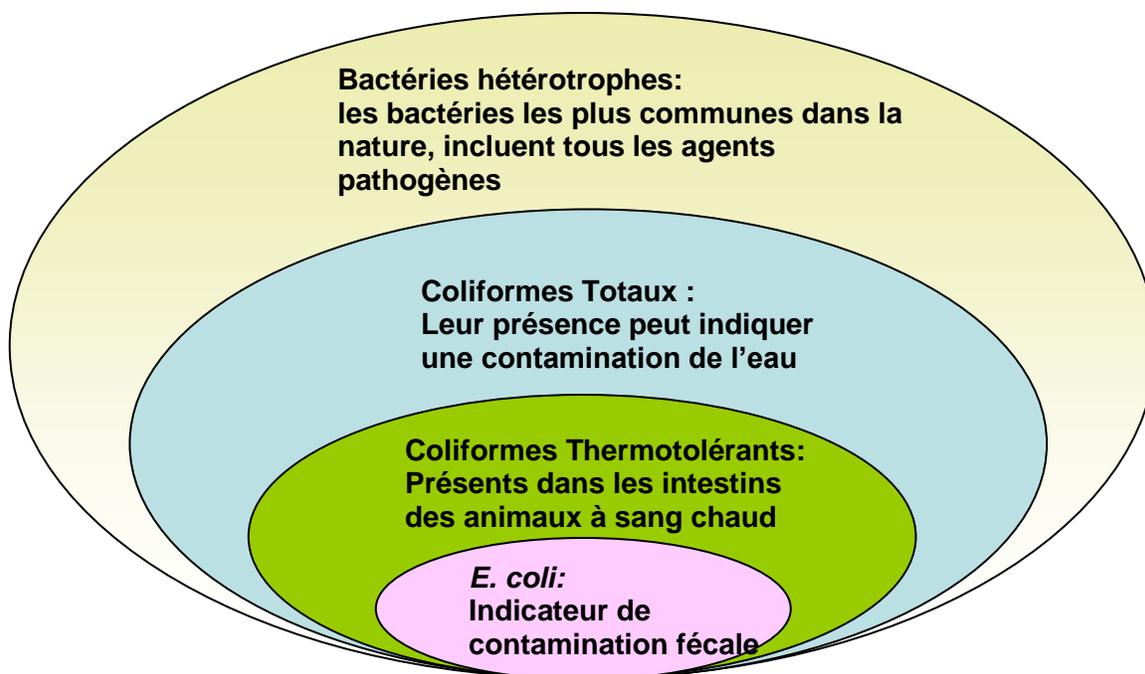
Les organismes indicateurs doivent idéalement présenter les caractéristiques suivantes :

- Présent lorsque les agents pathogènes sont présents
- Présent dans des proportions identiques ou supérieures aux agents pathogènes
- Spécifique à la pollution fécale ou par les eaux usées.
- Au moins aussi résistant que les agents pathogènes dans les conditions des environnements aquatiques naturels, et dans les processus de purification et désinfection de l'eau.
- Non pathogène
- Ne se reproduit pas dans l'eau

(OMS)

Il n'existe pas d'indicateur universel pouvant garantir que l'eau est dénuée de tout agent pathogène, mais il y a plusieurs types d'indicateurs, possédant chacun certaines caractéristiques. Le choix de l'indicateur dépend de la relation entre l'indicateur et les agents pathogènes. Les bactéries coliformes sont le plus fréquemment utilisées comme indicateur car elles existent en grandes quantités par rapport aux agents pathogènes, les rendant plus faciles à détecter dans un échantillon d'eau. Cependant, certains agents pathogènes bactériens peuvent exister dans des proportions plus importantes que les coliformes indicateurs, comme *Yersinia*. En plus des indicateurs coliformes, les streptocoques et entérocoques fécaux ont été proposés comme indicateurs de contamination fécale de l'eau.

Les coliformes totaux, les coliformes thermotolérants (aussi appelés coliformes fécaux), et *Escherichia coli* (plus souvent notée *E. coli*) sont les principaux groupes indicateurs. Comme le montre le diagramme suivant, les coliformes thermotolérants sont un sous-type des coliformes totaux, et l'*E. coli* fait partie du groupe thermotolérant.

**Note Importante :**

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'épidémie de maladie liée à l'eau dans lesquels l'eau potable remplissait toutes les exigences de qualité bactériologique de l'eau (ainsi que les indicateurs d'efficacité du processus et d'autres paramètres de qualité de l'eau)

(BCCDC Environmental Health Laboratory Services, 2006)

6.4.1 Coliformes Totaux

Les coliformes totaux ont servi d'indicateur de l'eau potable depuis le début des années 1900 et sont fréquemment utilisés pour analyser les effluents d'eaux usées (EPA, 2006). Il existe un débat dans la communauté internationale à propos de l'importance dans la santé publique de ce groupe bactérien indicateur pour l'eau potable car il ne constitue pas un indicateur spécifique de la pollution fécale. La compréhension de la définition de base de ce groupe de bactérie est cependant importante pour pouvoir évaluer les risques potentiels, car la mauvaise qualité de l'eau potable est associée à la présence de ces organismes.

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 groupement bien plus large de bactéries 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.

Plusieurs espèces environnementales 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 des environnements riches en nutriments. Cela rend difficile d'estimer si une eau dans laquelle ont été détectés des coliformes totaux a été contaminée par des excréments ou pas.

Dans l'ensemble, le groupe des coliformes totaux est devenu une mesure moins spécifique du risque pour la santé publique. En fait, le groupe viole les deux critères fondamentaux d'un bon indicateur, qui sont la nécessité que le microorganisme ne soit associé qu'aux excréments animaux, et qu'il soit incapable de se reproduire dans l'environnement.

(BCCDC Environmental Health Laboratory Services, 2006)

6.4.2 Coliformes Thermotolérants (Fécaux)

Les coliformes thermotolérants sont un sous-groupe des coliformes totaux. On les qualifiait souvent de coliformes fécaux car ils sont présent dans les animaux à sang chaud (ex : oiseaux et mammifères). Historiquement, les coliformes fécaux ont beaucoup servi d'indicateur bactérien de contamination fécale. Parmi les coliformes des excréments humains, 96,4% sont des coliformes fécaux. Ils se distinguent des coliformes totaux par leur capacité à se reproduire à des températures plus élevées (42 – 44,5°C), une caractéristique utile en laboratoire. Lorsqu'on la compare à la présence de coliformes totaux, la présence de coliformes fécaux ajoute un poids significatif au risque potentiel pour la santé.

Par rapport aux coliformes totaux, les coliformes thermotolérants sont un indicateur de contamination fécale plus spécifique (EPA, 2006). Plus récemment, l'*E. coli* a remplacé les coliformes thermotolérants comme indicateur favori car elle est un indicateur plus spécifique de contamination par des excréments humains ou animaux.

(BCCDC Environmental Health Laboratory Services, 2006)

6.4.3 *Escherichia coli* (*E. coli*)

L'*E. coli* est le plus important indicateur utilisé lors de l'analyse de qualité de l'eau potable, et elle est utilisée depuis plus de 50 ans. Il s'agit d'une bactérie coliforme que l'on trouve essentiellement dans les excréments des animaux à sang chaud. La plupart des *E. coli* sont inoffensives ; cependant certaines souches (comme la O157:H7) sont connues pour provoquer des diarrhées aiguës et autres symptômes.

La plupart des coliformes thermotolérants sont en fait des *E. coli*. Une étude a montré que plus de 96% d'un échantillon de coliformes thermotolérants étaient des *E. coli* (Warren et al. 1978). Elle a des propriétés biochimiques similaires aux autres coliformes et s'en distingue par la présence des enzymes β -glucuronidase et galactosidase. De nombreuses méthodes d'analyse d'eau différentes font appel à la présence de cette enzyme pour détecter l'*E. coli* dans des échantillons d'eau. Plus de 95% des *E. coli* testées à ce jour possèdent cette enzyme. Il est à noter que la plupart des souches d'O157:H7 ne produisent pas cette enzyme et font partie des très rares enzymes ne pouvant être détectées par des méthodes basées sur la β -glucuronidase. Cependant, la probabilité qu'O157:H7 soit la seule souche d'*E. coli* présente dans un échantillon d'eau contaminée par des matières fécales est très faible.

L'*E. coli* est à ce jour l'un des meilleurs indicateurs de la contamination fécale. Cependant, il existe un débat autour de la capacité d'*E. coli* à survivre et se reproduire hors d'un hôte, notamment dans les climats tropicaux plus chauds. Des études récentes ont montré la capacité d'*E. coli* à résister et à se développer dans les sols (Ishii et al., 2006, Solo-Gabriel et al., 2000, Fujioka et al., 1999). Quoi qu'il en soit, de grandes quantités d'*E. coli* indiqueront qu'une contamination est très probable et qu'une protection de la source et/ou qu'un traitement de l'eau sont nécessaires.

6.4.4 Streptocoques et Entérocoques Fécaux

Parallèlement à la recherche effectuée sur les coliformes, un groupe de bactéries appelées streptocoques fécaux a été étudié en tant qu'indicateur majeur. Les entérocoques sont un sous-ensemble du groupe des streptocoques fécaux. Quatre points clés en faveur des streptocoques fécaux sont :

- Nombre relativement élevé dans les excréments des humains et autres animaux à sang chaud.
- Présence dans les eaux usées et les eaux connues pour être polluées.
- Absence d'eau pure et d'environnements non pollués qui ne sont pas en contact avec la vie humaine et animale.
- Persistance sans prolifération dans l'environnement.

(OMS, 2001)

Les streptocoques et entérocoques fécaux sont généralement absents des eaux pures et non polluées, n'étant pas en contact avec la vie humaine ou animale, à l'exception des développements dans les sols et les plantes dans les climats tropicaux. En conséquence, dans le cadre de la qualité de l'eau, ils peuvent être considérés comme des indicateurs de pollution fécale bien que certains puissent provenir d'habitats différents, les rendant moins fiables qu'*E. coli*. Ils ne sont également pas un aussi bon indicateur fécal lorsque des protozoaires pathogènes sont présents (EPA, 2006).

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

**Indicateurs Microbiologiques Excrétés dans les Selles des Animaux à Sang Chaud
(Nombre moyen par gramme de masse humide)**

Groupes	Coliformes Thermotolérants	Streptocoques fécaux
Animaux de Ferme		
Poulet	1 300 000	3 400 000
Vache	230 000	1 300 000
Canard	33 000 000	54 000 000
Cheval	12 600	6 300 000
Porc	3 300 300	84 000 000
Mouton	16 000 000	38 000 000
Dinde	290 000	2 800 000
Animaux Domestiques		
Chat	7 900 000	27 000 000
Chien	23 000 000	980 000 000
Humains	13 000 000	3 000 000

(Adapté de l'OMS, 2001)

Note Importante :

Les indicateurs bactériens comme l'*E. coli* n'ont pas vocation à être des indicateurs absolus de la présence des agents pathogènes. Plutôt, la présence de ces indicateurs bactériens dans un échantillon d'eau suggère que l'eau a été probablement contaminée par des excréments et qu'elle présente un risque plus élevé de provoquer des maladies.

L'eau contaminée par des matières fécales peut contenir ou non des microorganismes pathogènes. Boire de l'eau contaminée par des bactéries peut donc provoquer ou non des maladies. Le concept de l'utilisation des bactéries comme indicateurs de qualité de l'eau et de sécurité pour la santé publique est fondé sur le risque par association.

(BCCDC Environmental Health Laboratory Services, 2006)

6.5 Méthodes d'Analyse

Il existe trois méthodes d'analyse principales pour déterminer la présence de bactéries 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 potable. Cette méthode requiert des techniciens formés, de l'équipement et d'autres matériels disponibles seulement dans un laboratoire, ou l'utilisation d'un kit d'analyse de terrain. Le coût relativement élevé d'une analyse en laboratoire rend difficile, malaisé ou impossible d'effectuer ces tests dans de nombreuses parties du monde. Les ressources et infrastructures ne sont tout simplement pas disponibles pour permettre une analyse de routine de l'eau potable au moyen de méthodes internationales standardisées.

Ces contraintes ont mis en relief le besoin urgent en méthodes d'analyse rapides, simples et bon marché. Ce besoin est particulièrement grand pour les réserves d'eau des petites communautés et des foyers, ne disposant pas d'un accès et des ressources financières pour une analyse en laboratoire conventionnelle. L'analyse sur place au moyen d'un équipement portable 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 (adapté de l'OMS, 2002).

Différents produits pour chacune des méthodes d'analyse sont maintenant répandus et disponibles sur le marché. L'Annexe 1 propose un équipement commercial et des informations sur les produits.

Les sections suivantes présentent les différentes méthodes d'analyse, décrivent comment elles sont effectuées, et en détaillent les avantages et les limites.

Note Importante :

Les résultats d'une méthode d'analyse ne sont pas directement comparables à ceux d'une autre (ex : NPP et filtration par membrane). Différents types de méthodes d'analyse ont différentes sensibilités aux indicateurs bactériens. Bien que ces analyses visent le même groupe de bactéries (par exemple les coliformes totaux), leur fonctionnalité est basée sur les propriétés biochimiques spécifiques de l'indicateur bactérien. Une méthode, par exemple, va détecter plus de coliformes totaux qu'une autre.

(Adapté de BCCDC Environmental Health Laboratory Services, 2006)

6.5.1 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. Pour ce test, il suffit de mélanger l'échantillon (habituellement 10 ml) avec un milieu de culture spécial, et d'incuber le mélange conformément aux instructions du fabricant. Si le test est positif, signifiant que l'indicateur bactérien est présent, l'échantillon d'eau prendra une couleur particulière.

Les avantages de cette méthode sont qu'elle est relativement bon marché, rapide et simple d'utilisation. Sa principale limite est qu'elle ne mesure que la qualité ; les résultats ne précisent pas le type ni la quantité 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 24h) • Certains tests requièrent peu d'éléments d'équipement (produits chimiques, alimentation électrique, incubateur, etc.) • 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 réserves non traitées dans les petites communautés. • Incapable de déterminer l'efficacité d'élimination des technologies TDE.

Note Importante :

L'analyse P-A est conçue pour être utilisée dans des situations où l'eau est *très probablement non polluée* (ex : le résultat de l'analyse est négatif), comme les eaux souterraines et les réserves d'eau d'une communauté qui sont traitées et acheminées par des canalisations jusqu'aux foyers des personnes. L'analyse P-A est donc un test rapide pour vérifier uniquement la présence de bactéries coliformes indiquant une contamination fécale de l'eau.

Les techniques d'analyse quantitatives comme la filtration par membrane sont privilégiées lorsqu'une proportion significative de tests renvoie une réaction positive. Si des résultats positifs sont obtenus lors d'une analyse P-A, l'échantillon doit être retesté, soit par NPP soit par filtration par membrane, afin de confirmer le niveau de contamination.

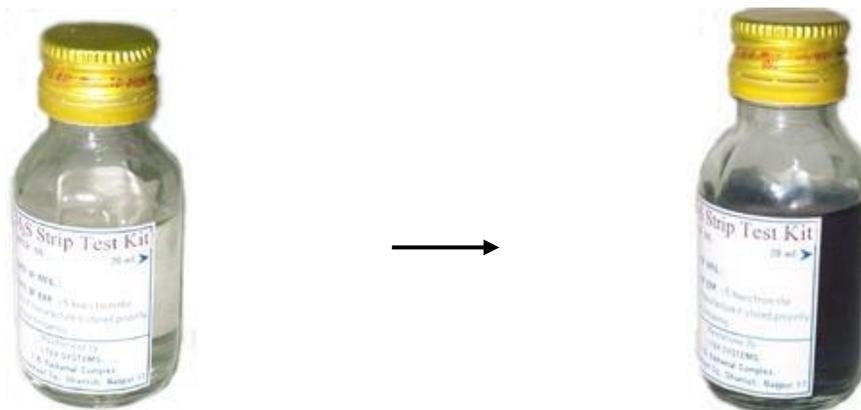
L'analyse P-A a un intérêt limité pour les technologies TDE comme le filtre biosable ou le filtre céramique. Ces technologies peuvent ne pas atteindre 100% d'élimination des bactéries, donc il y a une probabilité pour que les tests P-A se révèlent positifs lors de l'analyse de l'eau filtrée. Ce test n'indiquera pas le niveau de contamination —malgré le fait que la qualité est meilleure que celle de la source d'eau originale—, ni ne permettra de déterminer l'efficacité de l'élimination de ces technologies.

Il existe divers produits P-A disponibles sur le marché. Les tests traditionnels sont basés sur le principe que les bactéries fécales produisent du sulfure d'hydrogène (tests H_2S) ; des techniques plus modernes font appel aux nutriments indicateurs (ONPG et MUG) qui réagissent à des enzymes de coliformes spécifiques. La procédure générale pour utiliser Colilert® d'IXDEXX est la suivante :

- Un réactif en poudre est ajouté à un échantillon de 10 ml
- L'échantillon incube à 35°C pendant 24h
- Les résultats sont visuels : Incolore = négatif, Jaune = présence de coliformes totaux, Jaune/fluorescent = présence de coliformes fécaux (test avec une lampe à UV).

L'analyse du sulfure d'hydrogène (H_2S) est une méthode P-A utilisée depuis deux décennies pour détecter la présence d'agents pathogènes fécaux. Pour vérifier la présence de bactéries indicatrices de H_2S dans l'eau, une bandelette de papier test est ajoutée à un échantillon d'eau. Si la bandelette devient noire, cela signifie que du H_2S a été produit, impliquant que des bactéries d'origine fécale sont présentes dans l'échantillon d'eau. Cela est fondé sur l'hypothèse que seules les bactéries fécales produisent du H_2S , ce qui n'est pas le cas car les bactéries sulfato-réductrices (origine non fécale) et les sources d'eau naturellement riches en sulfures (ceci est particulièrement vrai en ce qui concerne les eaux souterraines) rendront également le test positif (OMS, 2002). Une certaine précaution est donc requise lors de l'utilisation des méthodes H_2S .

Exemples de Bouteilles de Test H_2S



6.5.2 Nombre le Plus Probable

Le Nombre le Plus Probable (NPP) indique la densité de bactéries très probablement présentes dans l'échantillon d'eau. C'est une méthode d'analyse statistique basée sur le nombre de tubes positifs dans un échantillon d'eau. L'analyse P-A peut être adaptée pour déterminer quantitativement les niveaux de coliformes totaux ou fécaux dans un échantillon d'eau.



Tubes multiples (10 ml chacun)



Puits multiples (1 ml chacun)

Dans le cas des tubes multiples :

- L'échantillon d'eau est distribué dans 10 tubes (chacun faisant 10 ml et contenant le réactif sous forme liquide/solide/poudre)
- Les échantillons sont incubés à 35°C pendant 24h
- Le nombre de tubes positifs sur les 10 est noté

Le tableau suivant est utilisé pour déterminer le nombre de coliformes le plus probable dans l'échantillon d'eau.

Indice de NPP

Nombre de Tubes Positifs	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Indice NPP (CFU/100 ml)	<1,1	1,1	2,2	3,6	5,1	6,9	9,2	12,0	16,1	23,0	>23

Le NPP est devenu une méthode de dépistage populaire pour les coliformes totaux et l'*E. coli* car elle est généralement plus sensible que la filtration par membrane. Elle utilise une température d'incubation plus basse, 35°C au lieu de 44,5°C, ce qui est moins stressant pour les microorganismes.

Résumé des Avantages et Limites du NPP

Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none"> • Fournit des résultats quantitatifs • Relativement simple à comprendre et utiliser (nécessite une certaine formation) • Relativement bon marché pour les analyses occasionnelles • Peut être utilisé avec de l'eau turbide • Plus sensible que la filtration par membrane 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite plus de temps pour donner des résultats (24h d'incubation des échantillons) • Demande plus de travail que l'analyse P-A • Requier une certaine formation • Requier plus de matériel que l'analyse P-A (ex : alimentation électrique, incubateur, pipettes) • Peu pratique s'il faut tester de nombreux échantillons en même temps (>10)

6.5.3 Filtration par Membrane

La filtration par membrane (FM) est la méthode la plus précise pour obtenir le nombre exact de bactéries. Cette méthode est facilement reproductible et peut être utilisée pour analyser des volumes d'échantillon relativement grands.

Cependant, la filtration par membrane a aussi ses limites, notamment lors de l'analyse d'eaux présentant des niveaux élevés de turbidité ou de bactéries non coliformes (arrière-plan). La turbidité causée par la présence d'algues ou de particules en suspension peut empêcher d'analyser un volume d'échantillon suffisant pour donner des résultats significatifs. 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 comme les phénols.

Résumé des Avantages et Limites de la Filtration par Membrane

Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none"> • Fournit des résultats quantitatifs • Méthode d'analyse la plus précise pour obtenir le nombre de bactéries ; les résultats sont obtenus en comptant directement les colonies. • De nombreux échantillons peuvent être testés en même temps • Méthode d'analyse reconnue internationalement 	<ul style="list-style-type: none"> • Requier plus de travail que les méthodes P-A ou NPP • Résultats plus difficiles à comprendre et à interpréter ; demande davantage de formation • Requier plus de matériel que les analyses P-A et NPP (ex : alimentation électrique, incubateur, pipettes, papier filtre, boîtes de Pétri) • Moins approprié aux eaux turbides • Le coût des consommables est élevé dans de nombreux pays

Dans la méthode de filtration par membrane, un échantillon d'eau de 100 ml est aspiré à travers un 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, bouillon ou gélose 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 du milieu de culture (ex : les coliformes totaux incubent à 35°C et les coliformes totaux incubent à 44,5°C avec certains types de milieux 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.

Certains kits d'analyse de terrain comportent un équipement de filtration par membrane, comme le Kit Oxfam-Delagua et le Kit Potatest de Wagtech.

Note Importante :

Une bonne technique de laboratoire est essentielle lorsque la précision est importante pour la filtration par membrane. Pour des résultats fiables, faites attention lors de la collecte et de la conservation des échantillons, conservez un laboratoire ou un espace de travail propre, utilisez des pratiques de stérilisation correctes, et contrôlez la température de l'incubateur. Voir la Section 3 Echantillonnage de l'Eau et Contrôle de la Qualité pour plus de détails.

Papier Filtre

Il existe différents types de papiers filtres disponibles sur le marché. La taille des pores est essentielle à la capture de différents types de bactéries. Une taille de pore de 0,45 µm est la plus fréquemment utilisée.

Milieu de Culture

Les bactéries ne peuvent être vues par l'œil humain. Pour pouvoir les observer, elles sont « cultivées » dans des conditions contrôlées. Les milieux de culture sont des substances sous forme liquide, semi-solide ou solide, contenant des éléments nutritifs destinés à aider les bactéries à se développer. Différents milieux sont utilisés pour cultiver différents indicateurs bactériens.

Dans la plupart des cas, le milieu de culture est placé dans une boîte de Pétri et les bactéries sont transférées dans le milieu. La boîte de Pétri est ensuite incubée afin que les bactéries se reproduisent des centaines de milliers de fois et finissent par apparaître sous forme de cercles concentriques appelés colonies. Le nombre de colonies formées dans le milieu est noté en unités de formation de colonie (*colony forming unit* —CFU) par unité de volume d'échantillon d'eau (ex : 100 ml), donc en CFU/100 ml).

Des produits de milieu 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 le milieu.

Tampons Nutritifs	Bouillons et Géloses
	
<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 Géloses sont des bouillons sous forme de gel. Ils doivent être préparés en mélangeant la poudre de gélose avec de l'eau et en chauffant. Lorsque la température diminue jusqu'à 40-50°C, mais que 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 géloses nécessitent des boîtes de Pétri plus hautes et doivent être préparées à l'avance. • Les plaques de géloses pré-versées peuvent aussi être achetées mais coûtent le plus cher.
<p>Des produits différents ont des exigences de stockage et des durées de conservation différentes. Une fois le milieu ouvert, il est exposé à la contamination et doit être correctement stocké. Assurez-vous de suivre les instructions du fabricant.</p>	

L'Annexe 1 contient une liste des produits de milieux de culture et de leurs distributeurs.

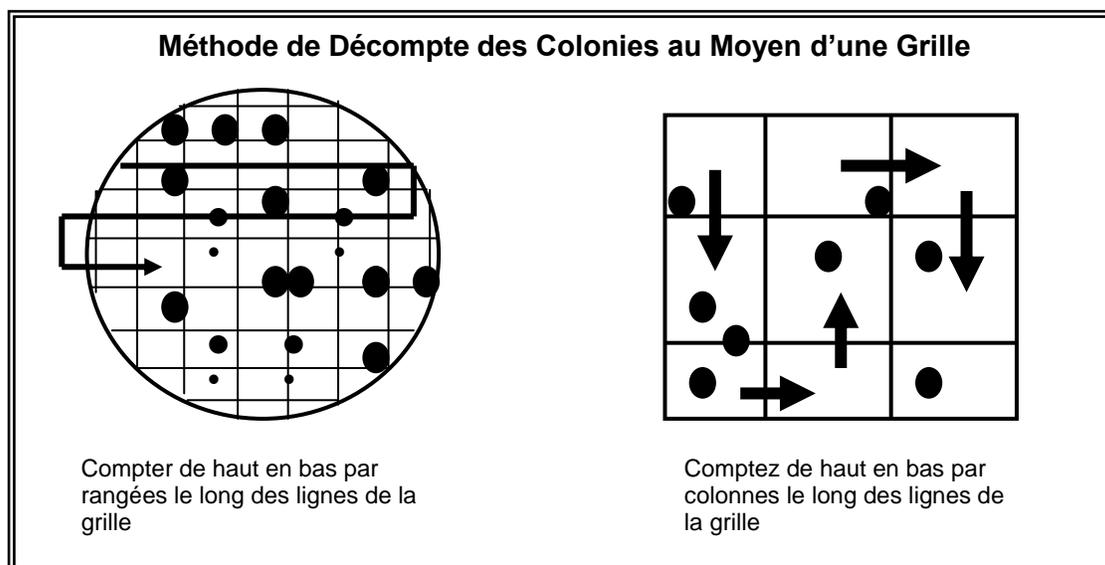
L'Annexe 8 propose un tableau des milieux de culture les plus communément utilisés et de leurs caractéristiques.

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 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.

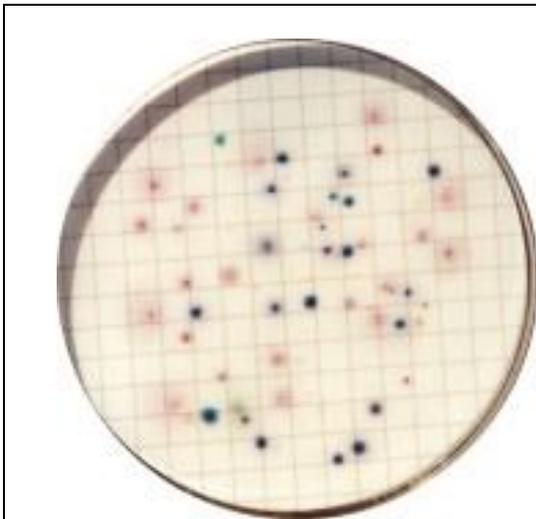
Utilisez les lignes horizontales de la grille sur le papier filtre pour faciliter le décompte d'un grand nombre de colonies. Examinez et comptez toutes les colonies de la couleur spécifique que vous cherchez. Les colonies apparaissant dans chaque case de la grille doivent être comptées. Allez de haut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



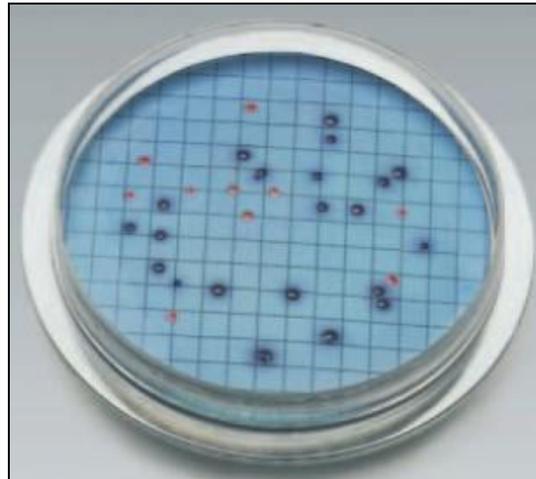
Vous noterez le nombre d'unités de formation de colonies (CFU) par 100 ml d'échantillon d'eau. Il est difficile de compter plus de 100 colonies. Les boîtes de Pétri contenant plus de 250 colonies peuvent être notées « Trop Nombreuses pour Etre Comptées » (*Too Numerous to Count*—TNTC). Certaines colonies peuvent se chevaucher, provoquant des erreurs de décompte. Des dilutions peuvent être effectuées pour éviter cela. Voir la Section 3.5 pour des instructions sur la dilution de votre échantillon d'eau.

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

Voici des exemples de colonies de différents indicateurs bactériens :



Les colonies de coliforms thermotolérants (fécaux) apparaissent sous forme de points violets et les coliformes totaux sous forme de points roses avec le bouillon Coliscan.



Les colonies d'*E. coli* apparaissent sous forme de points bleus avec le bouillon m-ColiBlue. Les points rouges indiquent des colonies de coliformes totaux.

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

Élimination Sûre des Déchets

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, comme les boîtes de Pétri, tampons et papiers filtres utilisés, doit être désinfecté avant d'être jeté. Cela peut être effectué au moyen d'une solution de chlore. Utilisez l'une des options suivantes :

1. Ajoutez du chlore liquide dans chaque boîte de Pétri jusqu'à la remplir, observez un temps de contact de 10 à 15 minutes, versez le liquide dans l'évier, jetez les récipients de test à la poubelle.
2. Ou ; plongez les boîtes de Pétri, tampons et papiers filtres dans l'eau bouillante pendant au moins 30 minutes (Manuel d'Utilisation du Kit d'Analyse de l'Eau Oxfam-Delagua). Vous préférerez peut-être faire cela en extérieur car l'odeur peut être désagréable.

3. Ou ; plongez les boîtes de Pétri, tampons et papiers filtres dans un seau contenant au moins un quart de verre (environ 70 ml) d'eau de Javel mélangé à 2 litres d'eau. Laissez en contact au moins 1 heure, puis jetez les tampons et membranes et faites bouillir les boîtes de Pétri afin des les désinfecter complètement et de rincer l'eau de Javel.

Lavez-vous toujours les mains soigneusement avec du savon après avoir manipulé des déchets contaminés et avant de toucher les boîtes de Pétri désinfectées.

6.6 Interpréter les Résultats d'Analyse

Il est extrêmement important que l'échantillonnage et l'analyse soient aussi précis et exacts que possible, de sorte que les résultats finaux puissent être interprétés correctement.

Les résultats sont basés sur les données notées durant le processus d'analyse. L'utilisation d'un formulaire de notation des données vous permettra de gérer les données et d'être aussi précis que possible. Voir en Annexe 7 un exemple de formulaire d'enregistrement des données.

Souvenez-vous qu'il n'existe pas d'indicateur universel pouvant garantir que l'eau est dénuée d'agents pathogènes, mais qu'il en existe plusieurs types différents, possédant chacun leurs propres caractéristiques. Le choix de l'indicateur dépend de la relation entre l'indicateur et les bactéries. Les indicateurs coliformes sont les plus fréquemment utilisés car ils existent en ratios élevés par rapport aux agents pathogènes, les rendant plus faciles à détecter dans un échantillon d'eau.

Il faut également noter qu'un unique échantillon négatif n'indique pas nécessairement que l'eau est insalubre. Seule une tendance des données peut confirmer la qualité de l'eau. Si le second échantillon ne contient pas d'*E. coli* ou un autre indicateur bactérien, un troisième échantillon doit être recueilli. Si le troisième échantillon contient de l'*E. coli* ou un autre indicateur bactérien, il faut conseiller à l'utilisateur de traiter l'eau.

Interprétation des Résultats de Présence/Absence :

Si des résultats positifs sont obtenus par l'analyse P-A, l'échantillon d'eau doit être retesté au moyen du NPP ou de la filtration par membrane pour confirmer le niveau de contamination. L'OMS ne recommande pas l'analyse P-A pour effectuer une analyse quantitative de l'eau de surface, des réserves d'une petite communauté, ou des grandes réserves pouvant faire l'objet de problèmes occasionnels de fonctionnement et d'entretien.

L'analyse P-A présente un intérêt limité pour les technologies TDE comme le filtre biosable ou le filtre céramique. Dans la mesure où ces technologies n'atteignent pas un taux de 100% d'élimination des bactéries, il existe une probabilité que les tests P-A soient positifs lors de l'analyse de l'eau filtrée. Ce test n'indiquera pas le niveau de contamination, malgré que la qualité est meilleure que celle de la source originale, ni ne permettra de déterminer l'efficacité d'élimination de ces technologies.

Interprétation des Résultats du Nombre le Plus Probable :

Les résultats de l'analyse NPP donnent le nombre le plus probable de CFU par 100 ml. En fonction des différents types de tests NPP (Idexx-Quanti Tray, ColiPlate-400, ou le simple

test à 10 tubes), différents indices sont statistiquement calculés. Il est important de déterminer l'indice coïncidant avec le test utilisé pour une quantification correcte des résultats. Reportez-vous au tableau de l'OMS plus bas pour déterminer le risque et l'action recommandée en fonction des résultats de CFU/100 ml.

Interprétation des Résultats de Filtration par Membrane :

Les résultats qui vous intéressent dans la filtration par membrane concernent le nombre de CFU d'*E. coli* dans un échantillon d'eau de 100 ml. Dans le cadre d'un projet de traitement de l'eau à domicile, une comparaison peut être effectuée entre la source d'eau, l'eau traitée, et l'eau stockée après traitement.

D'après l'OMS, le risque de pollution fécale en utilisant l'*E. coli* comme indicateur est défini dans le tableau suivant. De nombreuses ONG utilisent également ces valeurs pour déterminer si un traitement est nécessaire dans les situations d'urgence (adapté de Médecins Sans Frontières, 1994)

Pollution Fécale et Risque Associé

Niveau d' <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
> 1 000	Très Dangereuse	À Rejeter ou à traiter intensivement

(¹ OMS, 1997 ; ² Harvey, 2007)

6.7 Résumé des Points Clés

- Les Directives de l'OMS pour la Qualité de l'Eau potable recommandent que toute eau destinée à être bue ne contienne aucune contamination fécale dans tout échantillon de 100 ml. Cependant, de nombreux pays ont développé leurs propres normes de qualité de l'eau qui peuvent différer des Directives de l'OMS.
- D'après l'OMS, le risque de pollution fécale en utilisant l'*E. coli* comme indicateur apparaît dans le tableau ci-dessus. De nombreuses ONG utilisent également ces valeurs pour déterminer si le traitement de l'eau est nécessaire dans les situations d'urgence.
- 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 l'*E. coli*.
- Il existe trois méthodes principales d'analyse pour déterminer la présence de bactéries dans l'eau : Présence/Absence (P-A), Nombre le Plus Probable (NPP), et Filtration par Membrane (FM). Le choix de la méthode dépend de nombreux facteurs dont la nature de la/des source(s) testée(s), la fréquence et l'ampleur du programme d'analyse, les ressources disponibles, et l'objet ou but de l'analyse.
- Différents produits pour chacune des méthodes sont à présent largement répandus et disponibles sur le marché. L'Annexe 1 propose un équipement commercial et des informations sur les produits.
- L'analyse P-A a un intérêt limité dans le cadre de technologies TDE comme le filtre biosable ou le filtre céramique. Dans la mesure où ces technologies n'atteignent pas un taux de 100% d'élimination des bactéries, il existe une probabilité que les tests P-A soient positifs lors de l'analyse de l'eau filtrée. Ce test n'indiquera pas le niveau de contamination, malgré que la qualité est meilleure que celle de la source originale, ni ne permettra de déterminer l'efficacité d'élimination de ces technologies.

6.8 Références

Aliev S., Shodmonov P., Babakhanova N. and O. Schmoll (2006). Rapid Assessment of Drinking Water Quality in the Republic of Tajikistan, Country Report, Ministry of Health of the Republic of Tajikistan. Disponible sur : www.untj.org/files/reports/RADWQ.pdf

Baker D.L. and W.F. Duke (2006). Intermittent Slow Sand Filters for Household Use -A Field Study in Haiti, IWA Publishing, London, UK.

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

Bartram J. and R. Balance (edited) OMS (1996). Water Quality Monitoring: A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes, Publié au nom du Programme des Nations Unies pour l'Environnement, de l'OMS et du PNUD. Disponible sur : www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqmonitor/en/

Geldreich, E.E. (1978). Bacterial Populations and indicator concepts in feces, sewage, stormwater and solid wastes. In indicator of microbial water quality, WHO, 2001 pp.297. Disponible sur : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/iwachap13.pdf

Canadian Council of Ministers of the Environment, A Water Quality Task Group (2006). A Canada-wide Framework for Water Quality Monitoring. Disponible sur : www.ccme.ca/assets/pdf/wqm_framework_1.0_e_web.pdf

Fujioka, R., C. Sian-Denton, M. Borja, J. Castro, and K. Morphey (1999). Soil: the environmental source of *Escherichia coli* and enterococci in Guam's streams. J. Appl. Microbiol. Symp. Suppl. 85:83S-89S

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

Howard A.G. (2002). Water Quality Surveillance: A practical guide. WEDC, Loughborough University, UK. Disponible sur : www.lboro.ac.uk/wedc/watermark/practical-guide/wqs-insides.pdf

Ishii, S., W.B. Ksoll, R.E. Hicks, and M.J. Sadowsky (2006). Presence and growth of naturalized *Escherichia coli* in temperate soils from Lake Superior watersheds. Appl. Environ. Microbiol. 72 :612–621

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

Solo-Gabriele H.M., Wolfert M.A., Desmarais T.R. and C.J. Palmer (2000). Sources of *Escherichia coli* in a coastal subtropical environment. Appl Environ Microbiol. 2000.66(1)

United Nations Development Programme (2006). Human Development Report 2006. Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis. Disponible sur : <http://hdr.undp.org/hdr2006/>

US Environment Protection Agency (2006). Distribution System Indicators of Drinking Water Quality. Office of Ground Water and Drinking Water, Standards and Risk Management Division, Washington DC, USA. Disponible sur : www.epa.gov/safewater/disinfection/tcr/pdfs/issuepaper_tcr_indicators.pdf

United States Geological Service (2003). Sample Collection Preservation and Storage. Disponible sur : <http://water.usgs.gov/owq/FieldManual/Chapter7-Archive/Chapter7.1/7.1.2.html>

University of Surrey (n.d.) Oxfam-DelAgua Water Testing Kit Manual. Robens Centre for Public and Environmental Health, UK. Disponible sur : www.recpeh.com

Warren, L. S., R. E. Benoit, and J. A. Jessee (1978). Rapid Enumeration of Fecal Coliforms in Water by a Colorimetric β -Galactosidase Assay. *Applied and Environmental Microbiology* 35(1):136-141.

Organisation Mondiale de la Santé (1997). Guideline for Drinking Water Quality 2nd Edition, Volume 3, Surveillance and Control of Community Supplies, Geneva. Disponible sur : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwqv32ed.pdf

Organisation Mondiale de la Santé (2001). Water Quality: Guidelines, Standards and Health. Edited by Lorna Fewtrell and Jamie Bartram. IWA Publishing, London, UK. Disponible sur : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/who/wa/en/index.html

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

Organisation Mondiale de la Santé (2004). Water, Sanitation and Hygiene Links to Health: Facts and Figures. Site internet : www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/en/

Organisation Mondiale de la Santé (2006). Guidelines for Drinking Water Quality, Third Edition. Site internet : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html

Organisation Mondiale de la Santé (2007). Cholera. Website: www.who.int/topics/cholera/about/en/index.html

Organisation Mondiale de la Santé (2009a). Typhoid Fever in Diarrheal Diseases. Disponible sur : http://www.who.int/vaccine_research/diseases/diarrheal/en/index7.html

Organisation Mondiale de la Santé (2009b). Malaria Fact Sheet. Disponible sur : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs094/en/index.html>

Organisation Mondiale de la Santé (n.d). Microbiological Aspects, WHO Seminar Pack for Drinking Water Quality. Disponible sur : www.who.int/water_sanitation_health/dwq/S03.pdf

Organisation Mondiale de la Santé et UNICEF (2005). WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation. Water for Life: Making it Happen. Website: www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp2005/en/index.html

7. Interprétation des résultats d'analyse

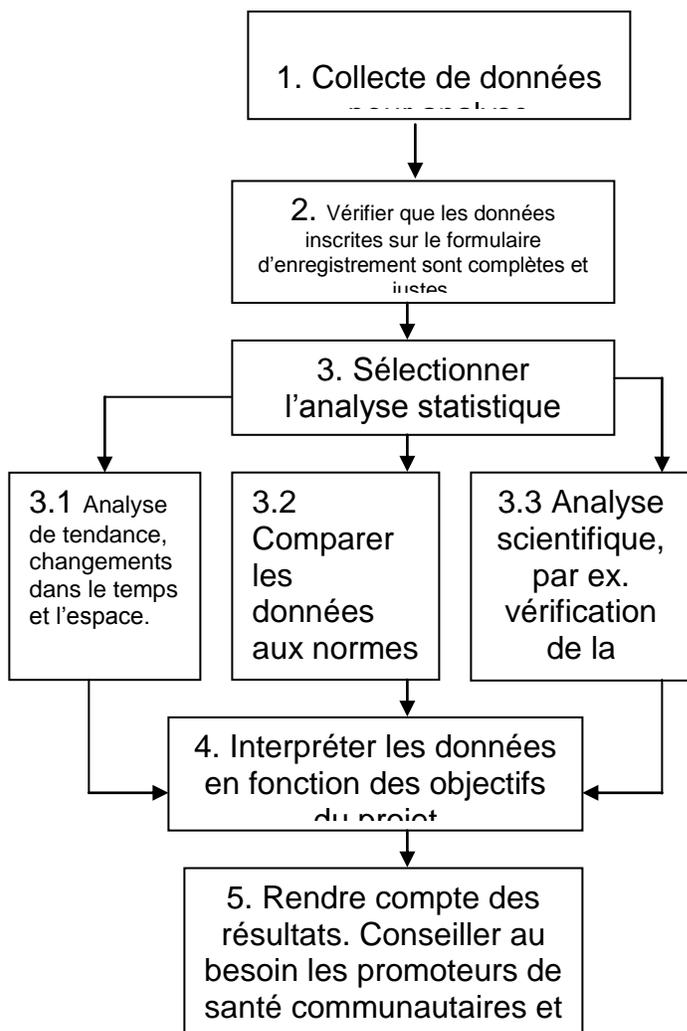
L'interprétation des données vous permet d'apprendre des résultats de l'analyse de qualité de l'eau, vous aide à améliorer votre programme d'échantillonnage, et constitue la première raison de la collecte de données. Vous devrez étudier soigneusement les chiffres et tenter de leur donner un sens pour développer vos conclusions et recommandations finales. En plus de produire un rapport d'analyse pour des contaminants donnés, la plupart des laboratoires 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'analyses physique, chimique et biologique.

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

Il existe trois approches de base pour l'interprétation des données produites par les analyses de qualité de l'eau :

1. Les valeurs mesurées des contaminants physiques, chimiques et biologiques 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. Des enregistrements de données peuvent être étudiés pour voir comment ils évoluent avec le temps et le lieu, pour identifier toute tendance ou corrélation.
3. L'analyse scientifique peut être faite à des fins académiques et pour la recherche scientifique.

7.1 Étapes dans l'interprétation des données



- Rassembler les données d'analyse de qualité de l'eau.
- Entrer les données dans le tableau, tableur ou base de données approprié
- S'occuper des « résultats inhabituels ». Ex : si certains résultats sont anormaux, il serait judicieux de tester de nouveau. 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 sélectionnées à l'avance, et il doit y avoir suffisamment de données pour effectuer l'analyse.
- Les résultats doivent être enregistrés dans un format simple. Les utilisateurs finaux doivent pouvoir comprendre les résultats.
- 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.
- Développer des conclusions et des recommandations. Faire un compte rendu des résultats.

(Adapté du Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2006)

7.1.1 Collecte des formulaires d'enregistrement des données

Les formulaires d'enregistrement des données sont utilisés pour documenter vos échantillons et résultats d'analyse. De nombreux formulaires peuvent être utilisés, en fonction du nombre d'échantillons recueillis et d'analyses effectuées; il est donc important de choisir le bon formulaire pour noter les données. Il est essentiel de collecter tous les formulaires de données et de vérifier l'information et les résultats pour chaque jour avant de préparer une base de données.

7.1.2 Vérification des formulaires d'enregistrement 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 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. Les erreurs les plus courantes sont des problèmes de transcription, comme un positionnement erroné de la virgule ou l'enregistrement des données d'un autre échantillon.

En cas de résultat inhabituel, un autre échantillon doit être prélevé et l'analyse doit être répétée. Par exemple, si les résultats sont très loin de la plage de valeurs attendue ou possible, l'analyse doit être refaite car il peut y avoir un problème avec l'étalonnage du matériel, des bandelettes tests périmées, ou simplement les données n'ont pas été correctement notées. Se reporter à la Section 3 sur le contrôle de la qualité qui explique comment limiter ce genre d'erreurs.

7.1.3 Sélectionner une analyse appropriée

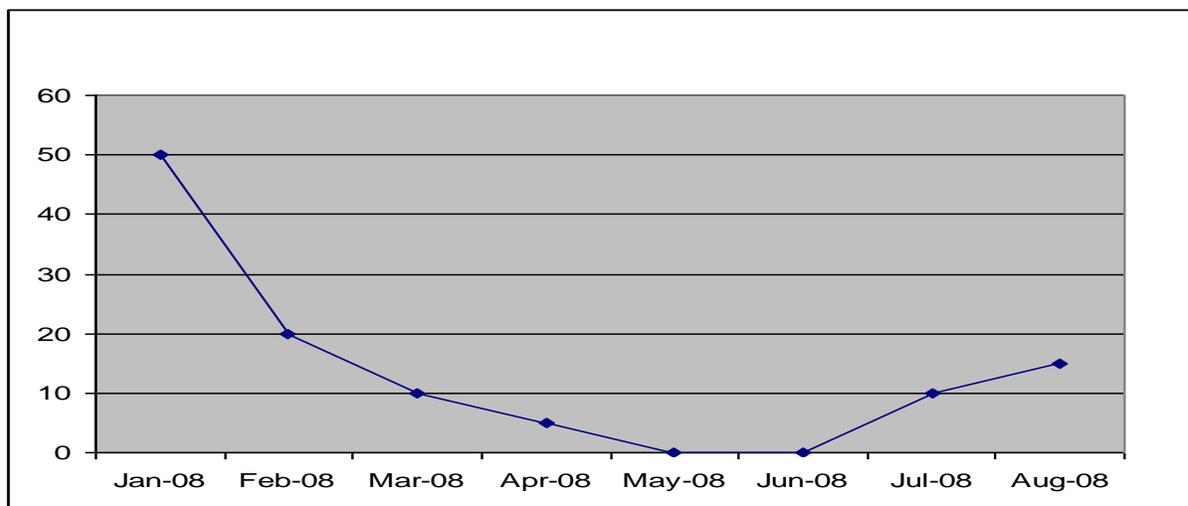
La sélection de l'analyse et de la présentation graphique des données se base sur les types d'analyse suivants.

- **Analyse de tendance et de corrélation**

L'analyse de tendance montre comment un paramètre physique, chimique ou biologique 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 être créatif pour trouver différentes façons d'observer vos données.

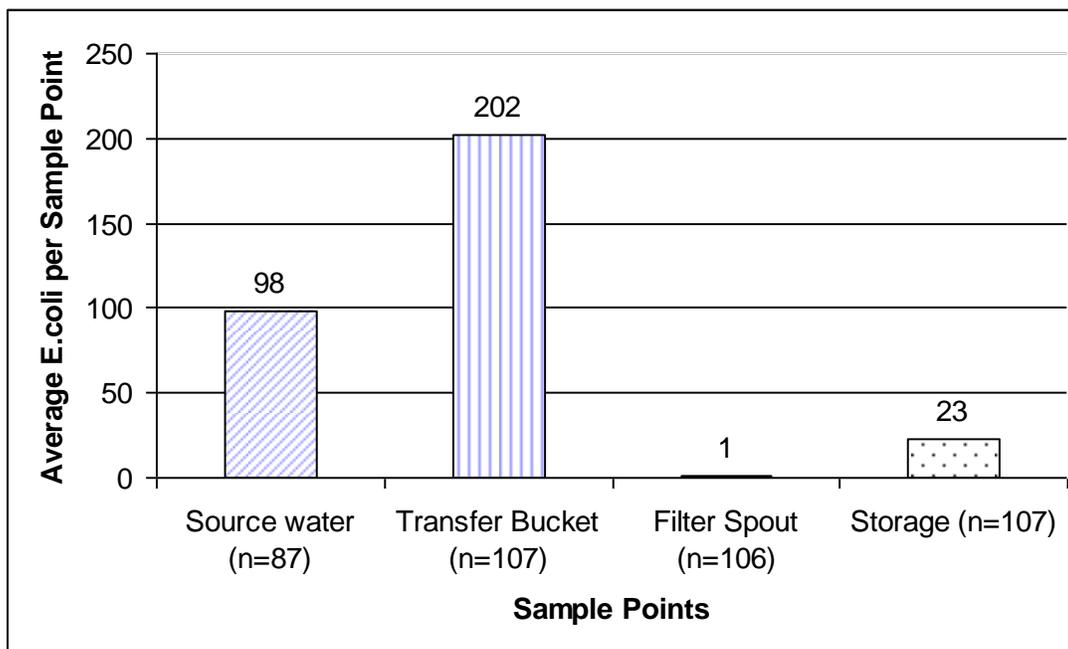
Les histogrammes peuvent illustrer les changements de la qualité de l'eau sur une période (ex. en heures, jours, mois ou années). Par exemple, le graphique suivant montre que le nombre moyen d'*E. Coli* a graduellement baissé jusqu'à mai et tend à augmenter à partir de juin.

Nombre Moyen d'*E. Coli*



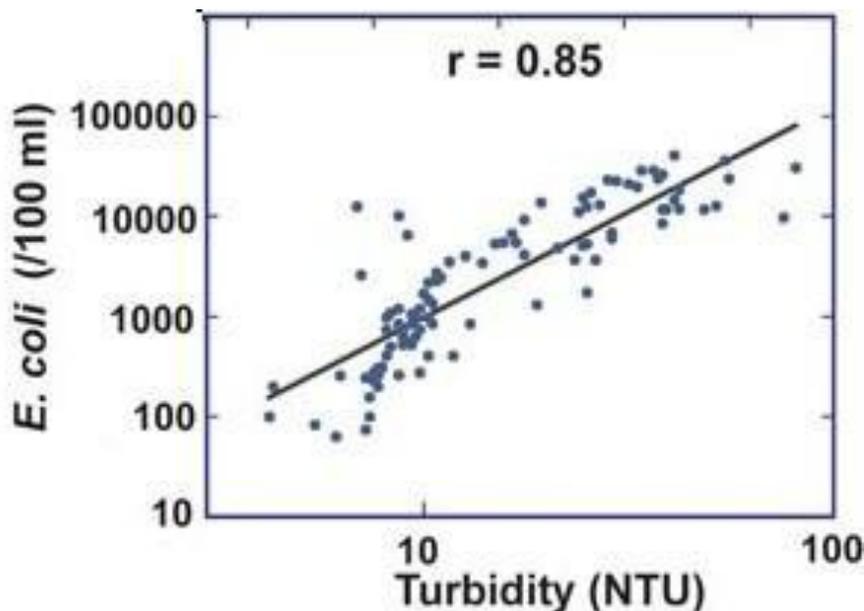
On peut utiliser un graphique spatial pour montrer comment la qualité de l'eau varie en fonction du lieu de la prise d'échantillon. Le graphique suivant montre que la source d'eau et le seau de transport de l'eau sont tous deux contaminés par *E. coli*, mais le seau en contient des niveaux importants, 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.

Risque de Contamination de l'Eau



(Duke et al., 2006)

Un graphique de corrélation peut être utilisé pour vérifier s'il y a une relation entre deux paramètres différents. Par exemple, le graphique suivant montre la corrélation entre le nombre d'*E. Coli* et la turbidité d'une rivière. Le graphique montre que plus la turbidité est importante, plus le niveau d'*E. Coli* dans l'eau est élevé.



- **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 est utile pour comparer l'efficacité de la technologie entre différents lieux ou groupes d'utilisateurs, comme les foyers à haut, moyen ou bas revenu.

- **Analyse scientifique**

L'analyse scientifique peut être effectuée à des fins académiques ou pour la recherche scientifique. Les processus d'analyse de l'eau doivent être très complets avec un grand nombre d'analyses répétées plusieurs fois. Les résultats doivent être vérifiés par inférence statistique comme le niveau de confiance, l'erreur standard et le test t. Ce type d'analyse est basé sur la précision élevée de la méthodologie.

La méthode d'analyse des données doit être choisie à l'avance pour obtenir un nombre suffisant de résultats pour l'analyse statistique. En général, il faut 30 unités (ex : 30 filtres, 30 foyers) pour une analyse statistique.

Le type d'analyse statistique doit répondre aux besoins du public qui étudiera les résultats. Si une analyse de qualité de l'eau est effectuée à la demande des utilisateurs finaux, l'analyse statistique doit être simple et les résultats doivent être explicites. Les mesures statistiques incluant pourcentage, fréquence et moyenne sont les mieux comprises et peuvent être illustrées par des graphiques.

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.

7.1.4 Interpréter les données en fonction des objectifs

On doit garder à l'esprit les objectifs du projet et du programme d'analyse de qualité de l'eau lors de l'interprétation des résultats d'analyse. Différents objectifs conduiront à différentes interprétations des résultats d'analyse. Voici quelques exemples d'objectifs d'une analyse de qualité de l'eau :

- Évaluer l'efficacité d'une technologie TED pour réduire les niveaux de turbidité et de bactéries
- Évaluer la concentration d'arsenic et de fluorure à la source et dans l'eau traitée
- Évaluer l'efficacité d'une technologie TED dans l'élimination des contaminants physiques, biologiques et chimiques pour élaborer des principes directeurs
- Évaluer l'efficacité d'une technologie TED dans l'élimination de contaminants chimiques pour élaborer des normes nationales sur la qualité de l'eau de boisson

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. 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.

7.1.5 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 compréhensible.

Les rapports doivent être faits dès que possible pour que des actions correctives soient effectuées afin de garantir la salubrité de l'eau. Il est également important de partager les résultats avec les utilisateurs pour qu'ils sachent comment utiliser correctement leur technologie TED. Rendre compte des résultats donne aussi un retour sur la façon d'améliorer la mise en œuvre du projet.

Note importante :

La qualité de l'eau de boisson étant un sujet sensible, se contenter de fournir les résultats d'analyse sans conseil et explication pourrait conduire à des interprétations erronées dangereuses et à 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 mobilisation lorsque les résultats sont interprétés et présentés correctement.

L'Annexe 7 donne un exemple de rapport d'analyse de qualité de l'eau.

7.2 Interprétation des rapports de laboratoire

Si vous envoyez votre eau à un laboratoire pour analyse, vous recevrez un rapport contenant les résultats. La plupart des laboratoires fournissent peu d'explications supplémentaires des 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 contaminants potentiels et des caractéristiques physiques 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 sur le rapport, vous devez contacter le laboratoire directement pour obtenir des explications.

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

Northeast Environmental Laboratory Inc

7.3 Résumé des points clés

- Il existe trois approches de base pour interpréter les données générées par des analyses de qualité d'eau :
 1. Les valeurs mesurées des contaminants physiques, chimiques et biologiques 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. Des enregistrements de données peuvent être étudiés pour voir comment elles changent avec le temps et le lieu afin de déterminer toute tendance ou corrélation.
 3. Une analyse scientifique peut être effectuée à des fins pédagogiques ou pour la recherche scientifique.
- Voici les étapes générales dans l'interprétation des données :
 - Recueillir les formulaires d'enregistrement des données
 - Vérifier les formulaires d'enregistrement des données
 - Choisir une analyse appropriée
 - Interpréter les données en fonction des objectifs
 - Rendre compte des résultats
- Lorsque vous préparez un rapport d'analyse de qualité de l'eau, assurez-vous de prendre en compte :
 - Les objectifs de l'analyse
 - Le public du rapport
 - La clarté du rapport et de l'interprétation des résultats

7.4 Références

Baker D.L. and W. F. Duke (2006). *Intermittent Slow Sand Filters for Household Use - A Field Study in Haiti*, IWA Publishing, London, UK.

Bartram J. and R. Balance (edited) (1996). *Water Quality Monitoring: A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes*, publié au nom du Programme des Nations Unies pour l'environnement, de l'OMS et du PNUD. Disponible sur : www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqmonitor/en/

Bauman, E.R. 1962. *Should Small Water Supplies be Superchlorinated?*, Part II. *Water and Sewage Works*. (1):21-24.

Conseil canadien des ministres de l'environnement, A Water Quality Task Group (2006). *A Canada-wide Framework for Water Quality Monitoring*. Disponible sur : www.ccme.ca/assets/pdf/wqm_framework_1.0_e_web.pdf

Water Quality Standards and Interpretation (nd). Disponible sur : http://co.laplata.co.us/water_well_web/Standards.pdf

Equipement et Matériels

A. FICHES D'INFORMATION DES PRODUITS.....	2
1. Kits de Terrain.....	2
1.1. Kits Wagtech Potatest et Oxfam-Delagua.....	2
2. Analyse Microbiologique	3
2.1. Filtration par Membrane	3
2.1.1. ColiQuant MF	3
2.1.2. Unités de Filtration.....	4
2.1.3. Filtres à Membrane, Tampons absorbants	5
2.1.4. Boîtes de Pétri	6
2.2. Incubation.....	7
2.2.1. Incubateurs Semi-portables	7
2.3. Milieux de Culture (bouillons et gélose) pour la filtration par membrane	8
2.4. Présence-Absence (P-A) et Nombre le Plus Probable(NPP)	9
2.4.1. Tests P-A H ₂ S.....	9
2.4.2. Tests P-A plus spécifiques	10
2.5. Autres Méthodes d'Analyse	11
2.5.1. 3M Petrifilm.....	11
2.6. Echantillonnage	12
2.6.1. Sachets Whirl-Pak® de 384 ml.....	12
3. Analyse Chimique et Physique.....	13
2.7. Bandelettes Test	13
2.8. Colorimètres et Photomètres.....	14
2.8.1. Kit comparateur Wagtech Color.....	14
2.8.2. Colorimètre Hach DR/850.....	16
2.9. Kits d'analyse pour paramètre spécifique	17
2.9.1. Arsenic.....	17
2.9.2. Fluorure	19
2.9.3. Chlore & pH.....	20
B. COUT DE L'EQUIPEMENT ET DES CONSOMMABLES	21
C. FICHES DE CONTACT DES FOURNISSEURS	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

A. Fiches d'Information des Produits

1. Kits de Terrain

1.1. Kits Wagtech Potatest et Oxfam-Delagua

Kit Wagtech Potatest	Kit Oxfam DelAgua
	
<p>Wagtech International Wagtech Court Station Road Thatcham Berkshire RG19 4HZ - United Kingdom Tel +44 (0) 1635 872929 export@wagtech.co.uk www.wagtech.co.uk</p>	<p>Robens Centre for Public and Environmental Health - University of Surrey Guildford, GU2 5XH - United Kingdom Tel: +44 (0) 1483 689 209 Fax: +44 (0) 1483 689 971 sales@delagua.org www.delagua.org</p>

Type d'Analyse :

- *E. Coli* et coliformes totaux au moyen de la filtration par membrane
- Divers paramètres physiques et chimiques dont le pH, la turbidité, le chlore
- Options d'analyse chimique flexibles : le comparateur permet de tester plus de 30 paramètres chimiques, si nécessaire (Wagtech seulement)

Coût: ~ US\$2300-2500

Equipement Nécessaire :

- Cocotte-minute ou stérilisateur portable ou accès à un autoclave (ex : dans un hôpital)
- Méthanol (environ 2 ml par test)
- Eau distillée
- Vase à bec ou verre mesureur d'un litre
- Briquet

Résumé : Le kit est conçu pour une utilisation sur le terrain, mais peut être également utilisé dans un laboratoire ou dans une autre structure permanente. Le kit peut être fourni avec un assortiment d'accessoires, qui élargiront le champ d'action des programmes de

surveillance de la qualité de l'eau. Les instructions d'utilisation indiquent toutes les procédures nécessaires à une analyse bactériologique complète.

2. Analyse Microbiologique

2.1. Filtration par Membrane

Voir également 1.1 Kits Wagtech Potatest et Delagua, qui proposent une filtration par membrane.

2.1.1. ColiQuant MF

Nom du Produit : ColiQuant MF

Type d'Analyse :

- *E. coli* (coliforme fécal) et entérobacter (coliforme non fécal) au moyen de la filtration par membrane.

Coût : 20 tests - \$211,50 (~ \$10,60 chacun), recharge 20 tests - \$148,50 (~ \$7,43 chacun)



Equipement Nécessaire :

- Incubateur
- Équipement pour filtre, bouillon, papier filtre, tampon, compte-gouttes étalonné (inclus)
- Eau de Javel (pour l'élimination)
- Alcool
- Eau de dilution stérile (si nécessaire)
- Marqueur indélébile

Résumé : Ce produit utilise un bouillon Coliscan, conçu pour une procédure de filtration par membrane. Des chartes de couleurs sont incluses, afin de faciliter l'interprétation, et un manuel comportant diverses informations utiles.

Notes :

- L'équipement pour filtre, les papiers filtres et les tampons sont inclus
- Les papiers filtres et tampons filtres sont réutilisables (mettre au micro-onde pendant 2 minutes)
- Processus de livraison de la commande assez lent (livraison prenant environ 8 semaines)
- La désinfection de l'équipement se fait avec des lingettes d'alcool, et non en brûlant du méthanol pouvant laisser une contamination
- Onéreux.

Fabricant :

Micrology Laboratories L.L.C.
info@micrologylabs.com
www.micrologylabs.com

Distributeurs :

www.lamotte.com (USA)
www.anachemia.com (North America)
www.prolabmas.co.id (Indonésie)

2.1.2. Unités de Filtration

Unités de Filtration Analytique Nalgene	Porte-filtres Wagtech
	
<p>NALGENE Labware www.nalgenelabware.com</p> <p>International Tel : +1 585-899-7198 E-mail: intl@nalgenunc.com Fax : +1 585-899-7195</p> <p>Amérique du Nord Tel : 1-800-625-4327 E-mail: nnitech@nalgenunc.com Fax : 585-586-8987</p> <p>Europe Tel : +44 (0) 5602 750996 E-mail : vibeke.rowell@thermofisher.com Fax: +45 4631 2099</p>	<p>Wagtech International Ltd Wagtech Court Station Road Thatcham Berkshire RG19 4HZ United Kingdom</p> <p>Tel: +44 (0) 1635 872929 Fax: +44 (0) 1635 862898 E-mail : export@wagtech.co.uk Site web : www.wagtech.co.uk</p>

Type d'Analyse : Filtration par membrane

Coût: ~ US\$7 pièce (Nalgene)

Équipement nécessaire :

- Filtres à membrane
- Pompe à vide en plastique

Résumé :

- À utiliser avec des membranes de 47 mm.

2.1.3. Filtres à Membrane, Tampons Absorbants

Filtres à membrane	Tampons absorbants
	
<ul style="list-style-type: none"> • Emballage individuel • Parfois vendus avec des tampons absorbants • Appelés aussi filtres en nitrate de cellulose ou filtres en esters de cellulose mélangés. • La taille la plus courante est de 45mm de diamètre (convient pour des équipements de filtration standards comme les kits Wagtech Potatest et Delagua et les unités de filtration en plastique) et une taille de pore de 0,45µm pour l'analyse bactériologique habituelle de coliformes totaux et fécaux. • Il vaut mieux utiliser une membrane blanche/quadrillée pour l'analyse de qualité de l'eau de boisson 	<ul style="list-style-type: none"> • Les tampons absorbants sont nécessaires lors de l'utilisation de bouillons liquides (pas pour les géloses). • Ils peuvent être achetés : <ul style="list-style-type: none"> ○ En boîtes de Pétri en plastique déjà imprégnée de bouillon déshydraté ○ Avec des filtres à membrane ○ Séparément (habituellement vendus avec un distributeur)

Type d'Analyse : Filtration par membrane

Coût :

- Tampons absorbants et membranes, ~US\$0,4 - \$1 par tampon et par membrane
 - Pack de 200, US\$80 (Wagtech, UK)
 - Pack de 100, US\$112 (Millipore, USA)
- Filtres à membrane, pack de 600, US\$246 (Millipore, USA)
- Tampons absorbants, Pack de 30, ~US\$7

Equipement Nécessaire :

- Porte-filtres

Contacts :

Il existe de nombreux fabricants de filtres à membrane et de tampons absorbants. Les plus connus sont Millipore (www.millipore.com), basé aux États-Unis et Whatman (www.whatman.com), basé en Grande-Bretagne. Ces deux fabricants ont des bureaux régionaux et des distributeurs.

2.1.4. Boîtes de Pétri

		
<p>Boîtes de Pétri jetables (polystyrène) et pré-stérilisées avec tampons absorbants.</p> <p><i>Voir les tampons nutritifs (ci-dessus) qui contiennent aussi un milieu de culture déshydraté.</i></p>	<p>Boîtes de Pétri jetables (polystyrène) et pré-stérilisées. A utiliser avec des géloses ou des bouillons liquides (requièrent des tampons absorbants)</p>	<p>Boîtes de Pétri réutilisables en aluminium. Requièrent une stérilisation avant chaque utilisation et des tampons absorbants. Pour bouillons liquides. Généralement non adaptées aux géloses.</p>

Les boîtes de Pétri existent en plusieurs modèles :

- Plastique (polystyrène, polypropylène) ou aluminium
- Réutilisable (généralement le polypropylène et l'aluminium) ou jetable (polystyrène)
- Certaines sont vendues avec des tampons absorbants pour une utilisation directe avec des bouillons liquides (milieu nutritif) ou sont déjà imprégnées d'un milieu liquide déshydraté.

Ne pas réutiliser les boîtes de Pétri en polystyrène.

Type d'Analyse : Filtration par membrane

Coût : US\$0,25-0,55 par boîte (plastique), ~ US\$2,70 par boîte (aluminium)

Équipement nécessaire :

- Stérilisateur (pour les boîtes réutilisables)
- Marqueur

Résumé :

- Souvent utilisées en microbiologie, les boîtes de Pétri de taille standard en polystyrène sont pré-stérilisées.
- Celles en plastique peuvent généralement s'empiler pour la facilité d'utilisation
- Les boîtes en plastique (50 à 55 mm de diamètre sur 9 à 12 mm de hauteur) ont tendance à être plus grandes que celles en aluminium (50 mm de diamètre sur 8 mm de hauteur)

Informations de Contact :

Il y a de nombreux fabricants de boîtes de Pétri en plastique dans le monde. Les boîtes réutilisables (en aluminium) sont plus difficiles à trouver. Essayez Wagtech et Delagua (voir la Section 1, Kits de Terrain)

2.2. Incubation

2.2.1. Incubateurs Semi-portables

Incubateur d'œufs Hova-Bator	Incubateur Portable Wagtech	Incubateur Portable Hach
		
<p>Coût : ~US\$50</p> <p>Avantages :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Très économique • Facile à utiliser • Grand surface d'incubation (~40 boîtes de Pétri) <p>Limites :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pas de thermostat • Le souffle d'air peut assécher les boîtes de Pétri • Requiert une vérification de l'étalonnage avant chaque utilisation • Ne fonctionne pas avec des milieux de culture sensibles 	<p>Coût : Envoyez un courriel à Wagtech</p> <p>Avantages :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rechargeable (fonctionne sur batterie) • 2 réglages de température • Maintient la température à $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ <p>Limites :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Surface d'incubation limitée (16 boîtes de Pétri en aluminium/10 en plastique) <p>(Fourni avec le Kit de Terrain Wagtech Potatest)</p>	<p>Coût : ~ US\$1000</p> <p>Avantages :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Batterie en option – + US\$200 • Se branche à l'allumecigare • Réglage variable de la température (30-50°C) • Maintient la température à $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ • Grande zone d'incubation (~40 boîtes de Pétri) <p>Limites :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plus cher
<p>www.gqfmfg.com</p> <p>Pour les distributeurs internationaux (Moyen-Orient, Brésil, Chili, Europe, Australie), voir www.gqfmfg.com/store/international.asp</p>		<p>www.hach.com</p> <p>Pour les distributeurs internationaux, voir www.hach-lange.com</p>

2.3. Milieux de culture (bouillons et géloses) pour la filtration par membrane

Résumé :

- Les milieux de culture se présentent sous différentes formes :
 - Milieu déshydraté en poudre
 - Bouillons préparés dans des bouteilles en verre ou en plastique (20 à 100 ml) ou des ampoules de 2 ml
 - Plaques de gélose pré-versées
 - Ensembles de Tampons Nutritifs (boîtes de Pétri avec des tampons pré-imprégnés déshydratés)

Voir l'Annexe 8 Milieux de Culture pour une information plus détaillée sur les produits

Milieu de Culture	Type	Adapté aux indicateurs*			Forme / Récipient	Notes	Coût
		TC	FC	<i>E. coli</i>			
m-Laurylsulfate (MLSB)	Bouillon Tampon Nutritif	X	X		<ul style="list-style-type: none"> • Poudre (38.1g ou 500g) • Tampons déshydratés 	<ul style="list-style-type: none"> • Bouillon le plus économique • Plus difficile à lire 	~ US\$100 pour un pot de 38.1g (250 tests) ~ US\$75 pour un pot de 500g (3280 tests) US\$0,4/test
m-Endo	Bouillon Gélose Tampon Nutritif	X		X	<ul style="list-style-type: none"> • Poudre, Tampons déshydratés • Préparé (ampoules de 2 ml, bouteilles de 100 ml) • Plaques de gélose 		~ US\$57 la boîte de 50 ampoules de 2mL (HACH) \$1,15/test ~ US\$60 la bouteille de 100mL (Anachemia) \$1,2/test ~ US\$10/plaque de gélose (Anachemia)
m-FC	Bouillon Gélose Tampon Nutritif		X		<ul style="list-style-type: none"> • Poudre • Tampons déshydratés • Ampoules (2 ml) 		~ US\$20 la boîte de 20 ampoules de 2mL (HACH) \$1/test <i>(Même prix que le m-Endo d'Anachemia)</i>
m-TEC Modifié	Gélose			X	<ul style="list-style-type: none"> • Poudre • Plaques de gélose pré-versée 		~US\$65 la boîte de 15 plaques de gélose (HACH), \$4,30/test
m-ColiBlue24	Bouillon Gélose			X	<ul style="list-style-type: none"> • Préparé (ampoules de 2 ml, bouteilles de 100 ml) • Plaques de gélose 	<ul style="list-style-type: none"> • Facile à lire 	~US\$50 la bouteille de 100mL (50 tests) ~US\$35 la boîte de 20 ampoules en verre US\$1,0-1,5/test
Coliscan MF	Bouillon Gélose	X		X	<ul style="list-style-type: none"> • Liquide (bouteilles en plastique de 20 ml) – congelé 	<ul style="list-style-type: none"> • Facile à lire 	~ US\$10 la bouteille (20 tests) \$0,5/test

* CT – Coliformes Totaux, CF – Coliformes Thermotolérants (Fécaux)

2.4. Présence-Absence (P-A) et Nombre le Plus Probable (NPP)

2.4.1. Analyses P-A H₂S

Analyse de Présence-Absence des coliformes d'ENPHO	PathoScreen HACH
	
<p>Coût : Rs45.00 par bouteille (~ US\$0.40/test)</p> <p>Information de Contact :</p> <p>ENPHO 110/25 Adarsa Marga-1, Thapagaon, New Baneshwor Email : enpho@mail.com.np</p>	<p>Coût :</p> <ul style="list-style-type: none"> • US\$38 le kit (100 tests) ~ US\$0.4/test • Comprend 100 sachets de réactif, 100 bouteilles à échantillon stériles de 20 ml et une mallette. • 50 sachets supplémentaires pour des tests de 100 ml ~ US\$40 • 50 sachets supplémentaires pour des tests de 20mL ~ US\$30 <p>(requiert l'achat de bouteilles stériles dans les deux cas)</p> <p>Information de Contact :</p> <p>HACH www.hach.com Divers distributeurs dans le monde http://www.hach.com/global-distributor-support</p>

Type d'Analyse : Coliformes Fécaux (bactéries produisant du H₂S)

Équipement nécessaire :

- Incubateur
- Marqueur indélébile

Résumé : le kit d'analyse de présence/absence de coliformes est utilisé pour détecter la contamination bactérienne de l'eau de boisson. Peut aussi être utilisé en NPP (5 à 10 bouteilles par test). Le test peut durer jusqu'à 48h.

Notes :

- Facile à utiliser et à lire
- Sera positif pour tout H₂S produit par les bactéries en 24h
- Les réactions positives pendant la première heure d'incubation peuvent être dues à une eau riche en sulfure (faux positif)

- Éviter son utilisation avec des eaux souterraines, en raison de la forte probabilité de la présence naturelle de sulfures

2.4.2. Analyses P-A plus spécifiques

IDEXX Colilert	HACH Présence-Absence
	
<p>Type d'Analyse : Coliformes et <i>E. coli</i> (présence/ absence)</p> <p>Coût : paquet de 20 tests- US\$186 (~\$9,30 pièce). Ce prix comprend celui des récipients à sceau thermo-rétractable, qui sont d'habitude achetés à part. Le réactif Colilert pour des tests de 100 ml coûte US\$5,4/réactif (US\$1080 pour un pack de 200). Le récipient de 120 ml coûte US\$0,80/pièce (US\$205 les 200)</p> <p>Incubation : 24 heures à 35 °C</p> <p>Information de Contact : IDEXX Tel : 1-800-321-0207 Site web : www.idexx.com/water</p>	<p>Type d'Analyse : Coliformes et <i>E. coli</i> (présence/ absence)</p> <p>Coût : paquet de 50 tests - US\$192 (~\$3,84 pièce)</p> <p>Incubation : 24-48 heures à 35 °C</p> <p>Information de Contact : HACH www.hach.com</p>

Résumé :

L'échantillon d'eau est versé dans un récipient stérile de 20 ou 100 ml. Le réactif (poudre) est ensuite versé (IDEXX) ou est déjà présent dans le récipient (HACH). Ces tests détectent 1 CFU/100 ml. Un résultat positif aux coliformes déclenche un changement de couleur du translucide vers le jaune, et un résultat positif à *E. coli* provoquera une fluorescence sous une lampe à UV. Les tests P-A avec MUG d'IDEXX et HACH utilisent le réactif MUG, qui crée un produit fluorogène (fluorescent) lorsqu'il réagit avec une enzyme spécifique à *E. coli*.

Equipement Nécessaire :

- Incubateur
- Lampe à UV de longue longueur d'onde
- Cylindre gradué
- Eau de Javel (pour l'élimination)
- Guide comparateur de couleur
- Marqueur indélébile

Notes :

- Facile à utiliser
- Plus spécifique que les analyses H₂S
- Génère des quantités de déchets significatives

2.5. Autres Méthodes d'Analyse

2.5.1. 3M Petrifilm

Nom du Produit : Petrifilm

Type d'Analyse : *E. coli*, coliformes totaux. Les Petrifilms sont également disponibles pour différents autres contaminants.

Coût :

- 50 plaques – \$100 (~ \$2 pièce)
- 500 plaques – \$736 (~ \$1,50 pièce)

Equipement Nécessaire :

- Pipette ou compte-goutte calibré
- Incubateur
- Eau de Javel (pour l'élimination)
- Marqueur indélébile
- Équipement de filtration et papier filtre (facultatif)

**Résumé :**

Il existe deux procédures d'analyse de l'eau avec le Petrifilm, mais aucune d'elles n'a été validée par la communauté internationale. La première procédure recommande de passer l'eau à travers un filtre d'acétate de cellulose placé sur le Petrifilm. Cela permet de filtrer un échantillon de 100 ml. Le papier filtre n'est pas inclus. Pour cette procédure, le gel doit être préparé à l'avance, en allongeant la durée de quelques heures. Si l'échantillon d'eau est extrêmement contaminé, il sera probablement difficile de compter toutes les colonies de bactéries. Dans ce cas, l'échantillon devra être probablement dilué.

La seconde procédure (utilisée par Robert Metcalf) analyse un échantillon d'1 ml en le plaçant directement sur le Petrifilm. Cette procédure ne requiert pas que le gel soit préparé à l'avance. La difficulté de cette procédure est que la taille de l'échantillon est très petite, et la variation est très probable. Si l'échantillon est plus d'1 ml, l'eau coule du film.

Notes :

- Méthode d'analyse non validée au niveau international
- Facile à utiliser et à transporter (léger et peu volumineux)
- Aucun équipement de filtration nécessaire
- Le bouillon n'est pas toxique et peut incuber à une température corporelle

Information de Contact :

Fournisseurs : www.3m.com

Information spécifique du produit : www.3m.com/product/information/Petrifilm-Plate.html

2.6. Echantillonnage

2.6.1. Sachets Whirl-Pak® de 384 ml (13-oz)

Nom du Produit : Sachets Whirl-Pak® de 384 ml (13-oz)



Type d'Analyse: Echantillonnage

Coût : 10 - 19: \$63,29; 20 - 49: \$60,71; 50 ou plus : \$58,04

Équipement nécessaire :

- Marqueur indélébile

Résumé :

La capacité de 384 ml est mesurée lorsque le sachet est fermé et la languette pliée en trois. Le volume et les dimensions sont approximatifs. Les sachets ne doivent pas être utilisés à des températures supérieures à 82 °C. Ils peuvent être congelés à toute température —un maniement soigneux est nécessaire après congélation. Tous les sachets sont stérilisés après leur production.

Notes :

- Facile à utiliser et à transporter

Information de Contact :

www.enasco.com/whirlpak

3. Analyse Chimique et Physique

2.7. Bandelettes tests

		HACH		Macherey-Nagel		EMD	
		Variation (Pas)	Prix	Plage	Prix	Pas	Prix
Dureté totale		0-425ppm (0, 25, 50, 120, 250, 425 ppm)	(voir site web) XX/50 tests			0, 85, 170, 270, 360, 430 ppm	US\$50/100 tests
Total du Fer Dissous			XX/25 tests				
Nitrate et Nitrite	Nitrate	0-50ppm (0, 1, 2, 5, 10, 20, 50 ppm)	XX/25 tests			0, 10, 25, 50, 100, 250, 500mg/L	US\$60/100 tests
	Nitrite	0-4ppm (0, 0.15, 0.3, 1, 1.5, 3 ppm)		0, 1, 5, 10, 20, 40, 80mg/l	£23.94/100 tests	0, 0.1, 0.3, 0.6, 1, 2, 3 g/L	US\$56/100 tests
					0, 0.1, 0.3, 0.6, 1, 2, 3mg/l	£23.94/100 tests	0, 2, 5, 10, 20, 40, 80 ppm
Chlore Libre & Total		0-10ppm (0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 10.0 ppm)	XX/50 tests	0, 1, 3, 10, 30, 100mg/l	£50.17/100 tests	0, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20 ppm	US\$100/75 tests
Analyse de la Qualité de l'Eau 5 en 1	Chlore Libre		XX/50 tests				
	Chlore Total						
	Dureté Totale						
	Alcalinité Totale						
	pH						
Chlore		10-20 incréments de ppm	XX/40 tests	0, 500, 1000, 1500, 2000>3000mg/l	£28.80/100 tests	0, 500, 1000, 1500, 2000, 3000 ppm	US\$50/100 tests
		100-200 incréments de ppm	XX/40 tests				
Alcalinité totale		0-240ppm (0, 40, 80, 120, 180, 240 ppm)	XX/50 tests				
pH		4-9 pH (4, 5, 6, 7, 8, 9 unités de pH)	XX/50 tests	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 unités de pH	£10.06/100 tests	<i>Diverses options</i>	US\$95/600 tests
			XX/100 tests				
Ammoniac		0-6ppm (0, 0.25, 0.5, 1, 3, 6 ppm)	XX/25 tests				
Aluminium				0, 5, 20, 50, 200, 500mg/l	£39.50/100 tests	0, 10, 25, 50, 100, 250 ppm	US\$90/100 tests
Ammonium				0, 10, 25, 50, 100, 200, 400mg/l	£40.58/100 tests	0, 10, 30, 60, 100, 200, 400 ppm	US\$70/100 tests
Phosphate				0, 3, 10, 25, 50, 100mg/l	£36.11/100 tests	10, 25, 50, 100, 250, 500 ppm	US\$100/100 tests
Fluorure				0, 2, 5, 10, 20, 50, 100mg/L F,	£68.71/30 tests		

Se reporter au site web du fabricant pour davantage de choix et d'information (www.hach.com, www.macherey-nagel.com, www.emdchemicals.com). Il existe également de nombreux autres fabricants de bandelettes tests.

2.8. Colorimètres et Photomètres

2.8.1. Kit de Comparateur à Couleur Wagtech

Nom du Produit : Kit de Comparateur à Couleur Wagtech

Type d'Analyse : voir le tableau ci-dessous

Coût :

- ~US\$155 pour le kit
- ~US\$75 pour chaque disque de couleur (un pour chaque paramètre chimique)
- Les réactifs vont d'US \$90 à \$120 pour 250 tests (US \$0,40-0,50 par test)

Equipement Nécessaire :

- Disques de couleurs
- Réactifs comparateur
- Eau distillée (si nécessaire)

Résumé : Le comparateur à couleur est rapide, simple d'utilisation et donne des résultats précis et fiables. Le kit est utilisé avec des comprimés de réactifs et des chartes de couleurs pour analyser 32 différents paramètres. Il suffit d'ajouter un comprimé de réactif à l'échantillon, placer le tube dans le comparateur et ajuster la couleur avec la couleur appropriée du disque. Le kit contient : un comparateur, quatre tubes carrés et un tube de dilution. Le kit ne contient pas de réactif, ni de disque. Ces derniers doivent être commandés séparément.



Disques de couleurs

Catalogue No	Test	Range, mg/l
W275-200	Alkalinity (Alkavis) 0 – 250	0 – 250
W275-202	Aluminium 0 – 0.5	0 – 0.5
W275-204	Ammonia 0 – 1.0	0 – 1.0 (N)
W275-206	Bromine 0 – 2.0	0 – 2.0
W275-208	Bromine 0 – 8.0	0 – 8.0
W275-210	Chlorine DPD 0 – 5.0	0 – 5.0
W275-212	Chlorine DPD (Mono & Di Chloramine)	0 – 5.0
W275-214	Chlorine DPD (combined & total)	0 – 5.0
W275-216	Chlorine DPD (total)	0 – 50
W275-218	Chlorine HR	0 – 50
W275-220	Chlorine HR	0 – 250
W275-222	Copper (Coppercol)	0 – 5.0
W275-224	Fluoride	0 – 1.5
W275-226	Hydrogen Peroxide LR	0 – 2.0
W275-228	Hydrogen Peroxide HR	0 – 100
W275-232	Iron MR	0 – 5
W275-234	Maganese	0 – 0.03
W275-236	Molybdate HR	0 – 100
W275-238	Nitrate (Nitratest)	0 – 20 (N)
W275-240	Nitrite (Nitricol)	0 – 0.5 (N)
W275-242	Ozone	0 – 2.0
W275-244	pH value (Bromocresol Purple)	5.2 – 6.8
W275-246	pH value (Bromothymol Blue)	6.0 – 8.4
W275-248	pH value (Phenol Red)	6.8 – 8.4
W275-250	pH value (Thymol Blue)	8.0 – 9.6
W275-252	pH value (Universal pH)	4.0 – 11.0
W275-254	Phosphate LR	0 – 4.0
W275-256	Phosphate HR	0 – 100
W275-258	Silica	0 – 4.0
W275-260	Sulphide	0 – 0.5
W275-262	Zinc	0 – 4.0

Réactifs comparateurs

Catalogue No	Test	Range, mg/l
W275-300	Alkalinity (Alkavis) 0 – 250	0 – 250
W275-302	Aluminium 0 – 0.5	0 – 0.5
W275-304	Ammonia 0 – 1.0	0 – 1.0 (N)
W275-306	Bromine 0 – 2.0	0 – 2.0
W275-308	Bromine 0 – 8.0	0 – 8.0
W275-310	Chlorine DPD 0 – 5.0	0 – 5.0
W275-312	Chlorine DPD (Mono & Di Chloramine)	0 – 5.0
W275-314	Chlorine DPD (combined & total)	0 – 5.0
W275-316	Chlorine DPD (total)	0 – 50
W275-318	Chlorine HR	0 – 250
W275-320	Copper (Coppercol)	0 – 5.0
W275-322	Fluoride	0 – 1.5
W275-326	Hydrogen Peroxide LR	0 – 2.0
W275-328	Hydrogen Peroxide HR	0 – 100
W275-330	Iron LR	0 – 1.0
W275-332	Iron MR	0-10
W275-336	Maganese	0 – 0.03
W275-338	Molybdate HR	0 – 100
W275-340	Nitrate (Nitratest)	0 – 20 (N)
W275-342	Nitrite (Nitricol)	0 – 0.5 (N)
W275-344	Ozone	0 – 2.0
W275-346	pH value (Bromocresol Purple)	5.2 – 6.8
W275-348	pH value (Bromothymol Blue)	6.0 – 8.4
W275-350	pH value (Phenol Red)	6.8 – 8.4
W275-352	pH value (Thymol Blue)	8.0 – 9.6
W275-354	pH value (Universal pH)	4.0 – 11.0
W275-356	Phosphate LR	0 – 4.0
W275-358	Phosphate HR	0 – 100
W275-360	Silica	0 – 4.0
W275-362	Sulphide	0 – 0.5
W275-364	Zinc	0 – 4.0

Notes :

- Facile à utiliser et à transporter (léger et peu volumineux)
- Résultats relativement précis

Information de Contact :

Wagtech International Wagtech Court
 Station Road Thatcham Berkshire
 RG19 4HZ
 United Kingdom
 Tel +44 (0) 1635 872929
 export@wagtech.co.uk
 www.wagtech.co.uk

2.8.2. Colorimètre Hach DR/850

Nom du produit : Colorimètre Hach DR/820 (20+ méthodes) ou DR/850 (50+ méthodes)

Coût :

- ~US\$720 (DR/820)
- ~US\$920 (DR/850)

Type d'Analyse : acide, chrome 1, chrome 2, cyanure 3,4 and 5, chlore total et libre, fluorure, nitrate, plomb, fer, manganèse

Equipement Nécessaire :

- Réactifs

Résumé :

Le colorimètre est cher et le coût des réactifs varie. La procédure est très précise et les résultats sont obtenus immédiatement. Le principal avantage du DR/850 sur le DR/820 est qu'il peut analyser le fluorure et le phosphore.

Information de Contact :

www.hach.com/dr800series



2.9. Kits d'analyse pour paramètre spécifique

2.9.1. Arsenic

Il existe de nombreux kits pour l'arsenic. Ils s'appuient pour la plupart sur la méthode de Gutzeit, fondée sur la production de trihydrure d'arsenic (arsine) qui réagit avec le bromure mercurique imprégné dans le papier test, provoquant un changement de couleur.

Arsenator Numérique Wagtech	Kit d'Analyse de l'Arsenic HACH	Kit Arsenic ENPHO
		
<p>Coût : US\$700 (420 tests), \$1.70/test</p> <p>Résumé : l'Arsenator Numérique est un équipement portable, utilisant un photomètre optique pour mesurer numériquement le changement de couleur sur le papier filtre au bromure mercurique. Il détecte l'arsenic variant de 2 à 100 µg/l. L'Arsenator est significativement plus cher que les kits de comparaison de couleur manuelle, mais ses résultats sont plus précis. Le kit complet est livré avec des réactifs et des consommables pour 420 analyses.</p> <p>Information de Contact : Wagtech International Wagtech Court Station Road Thatcham Berkshire, RG19 4HZ, UK Tel +44 (0) 1635 872929 export@wagtech.co.uk www.wagtech.co.uk</p>	<p>Coût : US\$123 (100 tests), \$1.20/test</p> <p>Résumé : le Kit d'Analyse de l'Arsenic HACH est comparable au Kit de Détection Visuelle de l'Arsenic Wagtech</p> <p>Information de Contact : www.hach.com</p>	<p>Coût : ~Rs.6000 (\$75) for 50 tests (\$1,50/test)</p> <p>Résumé : ENPHO a conçu un kit d'analyse de terrain semi-quantitatif à coût faible, pour analyser l'eau souterraine non traitée, comme celle des puits tubés. Les principales caractéristiques de ce kit sont la facilité d'utilisation, de transport et la rapidité d'obtention des résultats. Une fois que les réactifs sont épuisés, ils peuvent être rechargés. Si la concentration de l'arsenic dans l'eau est supérieure à 150 µg/l, il est préférable de diluer l'échantillon avec de l'eau distillée pour de meilleurs résultats. Plage : 10 à 500 µg/l</p> <p>Information de Contact : ENPHO 110/25 Adarsa Marga-1, Thapagaon, New Baneshwor Népal Email : enpho@mail.com.np</p>

Autres Kits d'Analyse de l'Arsenic Disponibles sur le Marché

- **Acustrip Inc.** (www.acustrip.com) propose 5 différents kits d'analyse de l'arsenic. Le principal produit, le test Arsenic Check (#481396), a une variation de 5 à 500 µg/l, tandis que la version la moins chère et la moins sensible (#481298) a une variation de 10 à 1000 µg/l. L'entreprise vend également un kit à variation réduite (#481297), qui fonctionne entre 2 et 160 µg/l et deux kits « individuels » pour un usage domestique. Les kits Acustrip affichent un temps de réaction de 12 minutes seulement.
- Le **Réseau Asie Arsenic** (www.asia-arsenic.net), pionnier de l'analyse de l'arsenic et du développement de kits, vend toujours un kit à bas prix, avec une variation de 20 à 700 µg/l au Bangladesh (par le biais de NIPSOM – National Institute of Preventative and Social Medicine – www.nipsom.org) et au Népal (à travers ENPHO - Environment and Public Health Organization, www.enpho.org). Les spécifications du kit sont disponibles sur internet.
- **Merck** (www.merck-chemicals.com) a fabriqué des kits d'analyse de l'arsenic durant de nombreuses années. Actuellement, l'entreprise propose 2 kits colorimétriques (à charte de couleurs) : le kit d'analyse de l'arsenic Merckoquant standard ((#117917), avec une variation de détection déclarée de 20 à 3000 µg/l, et le kit le plus récent et le plus sensible (#117927) propose une variation de détection de 5 à 500 µg/l. Merck a aussi commercialisé un nouveau photomètre optique numérique, le kit d'arsenic Spectroquant ((#101747) avec une variation mentionnée de 1 à 100 µg/l. Ce kit est utilisé avec les photomètres de Merck pour mesurer numériquement les résultats de couleurs, en offrant une meilleure précision. Ces photomètres sont normalement utilisés dans le cadre d'un laboratoire. Mais un modèle, le Nova 60A (# 1.09751.0001), inclut une batterie et peut être utilisé comme « poste portable sur le terrain » (bien qu'il soit beaucoup plus volumineux et plus lourd que l'Arsenator ci-dessous).
- Un projet commun de l'**UNICEF** et de la **Mission Nationale pour l'Eau de Boisson Rajiv Ghandi**, en Inde, a développé les spécifications d'un kit de terrain n'utilisant de papier au bromure mercurique conventionnel. A la place, un tube détecteur est rempli d'un milieu granulaire recouvert d'un second réactif de couleur, qui réagit avec l'arsenic et le bromure mercurique pour produire une couleur rose. Une fois l'analyse effectuée, la concentration de l'arsenic (10-110µg/l) est lue directement en mesurant l'étendue de la pénétration de la couleur rose dans le tube détecteur. Les spécifications du kit sont disponibles chez le Réseau d'Approvisionnement en Eau Rural (Rural Water Supply Network —RWSN).
- L'**UNICEF** a aussi soutenu le développement de kits d'analyse de l'arsenic fabriqués localement en Chine, en Thaïlande et au Vietnam, dont les deux derniers sont toujours utilisés. Le kit Thaï, développé et vendu par l'**Université Mahidol** (www.mahidol.ac.th), a une variation de détection de 10 à 110 µg/l et est utilisé en Thaïlande et dans d'autres pays de la région.

** Cette liste ne recense pas tous les kits disponibles et ne constitue en aucun cas un soutien aux entreprises et produits cités.*

Extrait Modifié du Manuel sur la Qualité de l'Eau de l'UNICEF, 2008

Disponible sur : www.unicef.org/wes/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf

2.9.2. Fluorure

Colorimètre de Poche II pour le Fluorure

Nom du Produit : Colorimètre pour le Fluorure II Hach

Coût: ~US\$385

Type d'Analyse : Fluorure

Equipement Nécessaire :

- Réactifs

Résumé :

Plage de 0,1 à 2 mg/l, avec le réactif AccuVac Fluorure SPADNS (50 analyses). Deux courbes pré-calibrées sont fournies pour l'utilisation d'AccuVac Fluorure SPADNS ou de la Solution Fluorure SPADNS (commander séparément, Cat. No. 444-49). Le logiciel permet d'enregistrer les données et d'ajuster l'étalonnage de la pente.

Note : Si vous envisagez d'analyser d'autres paramètres chimiques, le DR/850 de HACH peut-être le plus adapté, car il permet d'analyser le fluorure aussi.

Information de Contact :

HACH (USA)
www.hach.com



2.9.3. Chlore & pH

Analyseur du Chlore de 'Piscine' – Chlore Libre Résiduel et Total

Nom du produit : Pooltester – Chlore Résiduel et Total, pH

Coût : US\$10-15 (pour 20 analyses), les réactifs (comprimés) DPD (Chlore) et Rouge de phénol (pH) coûtent entre \$0,1 et \$0,5 par comprimé.

Type d'Analyse : Chlore Libre Résiduel (DPD1), Chlore Total (DPD3), pH (Rouge de phénol)

Résumé : La méthode la plus économique pour analyser le chlore résiduel, le chlore total et le pH.

Notes : tout analyseur de piscine standard devrait fonctionner. Assurez-vous que les variations sont suffisamment sensibles entre 0,1 mg/l et 1,0 mg/l (par exemple, les pas devraient être 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, etc.), lorsque vous voulez analyser le chlore résiduel (qui doit idéalement être entre 0,2 et 0,5 mg/l)

Les comprimés de DPD sont prévus pour un volume d'eau spécifique (habituellement 10 ml). Voir les instructions.



B. Coût de l'Équipement et des Consommables

Entreprise	Équipement et Matériels	Coût (2008 US\$)
Hach Company, USA	Kits d'Analyse Biologique	
	Hach MEL/MPN Coliformes Totaux et E. coli	3092,70
	Réactifs Biologiques	
	Ensemble d'Équipement de Rechange pour 50 échantillons	111,80
	Eau de dilution tampon (pack de 25)	105,85
	Tubes de bouillon Lauryl Tryptose avec MUG, pack de 15	50,00
	Milieu m-ColiBlue24 pour 50 analyses	151,20
	Tampons absorbants et Membranes, Pack de 200	80,00
	Kits d'Analyse Chimique	
	CEL/850 Labo d'Eau Potable Basique	3377,45
	Réactifs de rechange	645,35
	Bandelettes de test chimique	
	Ammoniac (925 tests)	41,70
	Alcalinité (50 tests)	19,35
	Faibles concentrations d'arsenic (100)	272,30
	Chlorure (30-600ppm)	25,0
	Cuivre (25 tests)	41,70
	Chlore, dureté, alcalinité et pH (50 tests)	30,65
	Dureté (50 tests)	19,35
	Fer (25 tests)	41,70
	Nitrate et Nitrite (25 tests)	41,70
	pH (50 tests)	25,00
	Phosphore (50 tests)	41,70
Wagtech International, UK	Kits d'Analyse Biologique	
	Le Kit JMP de WagTech comprend un incubateur pouvant fonctionner à 37 ou 44°C, des produits pour effectuer 200 tests de coliformes fécaux, un turbidimètre, un conductimètre, le kit photomètre Wagtech qui permet de mesurer 400 paramètres chimiques différents dont l'ammoniac, l'aluminium, le manganèse, le fer, le fluorure et le nitrate.	2500,00
	Réactifs d'Analyse Biologique	
	Milieu m-ColiBlue24 pour 50 analyses	151,20
	Bouteille de 100 m pour 50 tests	78,90
	Bouillon de membrane au lauryl sulfate, 38,1g aux 500 ml	102,0
	Tampons absorbants et Membranes, Pack de 200	80,00
	Kits d'Analyse Chimique	
	L'Arsenator numérique Wagtech est un kit d'instruments portables pour mesurer de faibles niveaux d'arsenic dans l'eau de boisson. Il mesure entre 2 et 100 ppm d'arsenic. Comprend des produits pour 420 tests.	650,00
	Photomètre portable WagTech 7100-	1,031,00
	Kit Comparateur WagTech 10195	155,00
	Disque comparateur par produit chimique	75,00
	Réactifs d'Analyse Chimique	
	Ammoniac (250 tests)	70,00
	Chlore libre et total (250 tests)	42,00

Entreprise	Équipement et Matériels	Coût (2008 US\$)
	Fluorure (250 tests)	100,00
	Fer (250 tests)	110,00
	Manganèse (250 tests)	84,00
	Nitrate (250 tests)	122,00
	Phosphate (250 tests)	116,00
University of Surrey, UK	Kit d'Analyse Biologique	
	Le Kit d'Analyse Portable Oxfam DelAgua comprend des produits pour 200 tests de coliformes fécaux, un équipement de test du chlore et un turbidimètre	3500,00
	Réactifs d'Analyse Biologique	
	Bouillon de membrane au lauryl sulfate, 38,1g aux 500 ml (pour 250 tests)	102,00
	Tampons absorbants et Membranes, Pack de 200	80,00
	Les méthodes suivantes ne sont pas considérablement reconnues, mais vous pouvez les utiliser pour une affirmation personnelle	
ENPHO, Népal	Kit d'Analyse Chimique	
	Le Kit Arsenic d'ENPHO-Népal permet de faire 50 tests	100,00
	Le Kit de Terrain d'ENPHO comprend des réactifs d'analyse pour 10 paramètres chimiques (100 tests)	250,00
Micrology Laboratories, USA	Kit d'Analyse Biologique	
	Le Kit Coliscan est disponible et comprend des produits pour 100 tests, dont le milieu Coliscan MF, 100 filtres à membrane (47 mm), 100 boîtes avec tampon absorbant, une feuille d'instructions et un guide de couleur des colonies.	187,00
	Équipement de filtration en plastique	8,00
	Support de filtre pour 10 pièces	23,00
	Cylindre Gradué (100 mL) d'Uniscience Lab,	3,00
	Pipettes 3 mL (500 pièces)	30,00
	Pipettes de 250 ml	3,50
	Incubateur d'œufs, Portable Egg Bator (fabrication G.Q.F.) Un petit incubateur utilisé pour l'élevage de volaille	50,00-100,00

C. Contacts des Fournisseurs

<p>Hach Company P.O. Box 389 Loveland, CO 80539 Tel : (800) 525-5940 Site web : www.hach.com</p>	<p>Anachemia Science P.O. Box 147 Lachine, QC H8S 4A7 Tel : (800) 361-0209 Site web : www.anachemia.com</p>
<p>Wagtech International Ltd Wagtech Court, Station Road Thatcham Berkshire RG19 4HZ United Kingdom Tel : +44 (0) 1635 872929 Fax : +44 (0) 1635 862898 Email : sales@wagtech.co.uk Site web : www.wagtech.co.uk</p>	<p>Robens Centre for Public and Environmental Health AW19, University of Surrey Guildford, GU2 5XH United Kingdom Tel : +44 1483 879209/879281 Fax : +44 1483 879971 Email : delagua@surrey.ac.uk Site web : www.rcpeh.com or www.delagua.org</p>
<p>Environment and Public Health Organization (ENPHO) 110/25 Adarsa Marg-1, Thapagaon, New Baneshwor, G.P.O Box No. : 4102, Kathmandu(East), Nepal Tel : 977-1-4468641, 4493188 Fax : 977-1-4491376 Email : enpho@mail.com.np Site web : www.enpho.org/products.htm</p>	<p>Millipore Corporation 397 Williams Street Marlborough, MA 01752 Tel : (800) 225-1380 Site web : www.millipore.com</p>
<p>Merck Limited, Shiv Sagar Estate 'A' Dr Annie Besant Road Worli, Mumbai- 400018 INDIA Tel : (91-22) 6660 9000 Fax : (91-22) 2495 4590/ 2495 0354/ 2495 0307/ 2493 6046 Email : maria.mendes@merck.co.in</p>	<p>Tintometer GmbH, Lovibond Water Testing Schleefstraße 8a D-44287 Dortmund Tel : (+49) 2 31 / 9 45 10 - 0 Fax : (+49) 2 31 / 9 45 10 - 30 Email : e-verkauf@tintometer.de Site web : www.tintometer.de/tintometer/english/e_kont akt.htm</p>
<p>Micrology Laboratories PO Box 340 Goshen, IN 46526-5360 Tel : (574) 533-3351 Fax : (574) 533-3370 Site web : www.micrologylabs.com</p>	<p>UniScience Laboratories 94 Trottier Bay, Fort Garry Industrial Park Winnipeg, R3T 3Y5, Manitoba, Canada Tel : (204) 269 9644, Toll Free: 877 406 9773 (USA & Canada) Fax : 204 269 0674 Email : sales@unisciencelab.com Site web : www.unisciencelab.com</p>
<p>Dynamic Aqua-Supply Ltd. 112 - 8299 129th Street Surrey, BC V3W 0A6, Canada Tel : 1 (604) 543-7504 Fax : 1 (604) 543-7604 ; Email : sales@dynamic aqua.com</p>	

Mettre en Place un Laboratoire d'Analyse de la Qualité de l'Eau

Le fait d'avoir un laboratoire d'analyse de la qualité de l'eau au sein du projet facilite le contrôle de la qualité de l'eau et de l'efficacité d'un programme TED. L'installation d'un laboratoire est souvent décidée sur la base d'examen scientifiques et réglementaires. Il n'est donc pas toujours possible de mettre en place un laboratoire pour chaque projet. La faisabilité dépend de la disponibilité de ressources financières, d'installations physiques, de personnel de laboratoire et de matériel de laboratoire de base.

Principales Vocations d'un Projet de Laboratoire :

- Déterminer le niveau de contamination physique, biologique et chimique dans l'eau traitée grâce à une technologie de traitement domestique de l'eau (avant et après traitement).
- Identifier les contaminants présents dans les sources et les réserves d'eau locales.
- Sensibiliser aux effets de l'eau contaminée dans les communautés.
- Analyser la qualité d'échantillons d'eau de boisson pour améliorer davantage la technologie de traitement de la source d'eau ou de l'eau du foyer.
- Fournir des services fiables d'analyse de la qualité de l'eau aux clients répondant à leur demande.

Champ et Type d'Echantillons

Le laboratoire de la qualité de l'eau doit se concentrer sur l'analyse d'échantillons liés à l'eau de boisson (par exemple l'eau de différentes sources, avant et après traitement).

Cadre de Travail

Le cadre peut comprendre l'achat d'équipement et de réactifs, la formation, la livraison et l'installation pour mettre en place un laboratoire entièrement fonctionnel. En fonction de la situation locale, le personnel de laboratoire peut identifier les procédures analytiques à utiliser. Déterminer les instruments, les équipements et les spécifications des systèmes de gestion de l'information du laboratoire, ainsi que les consommables, les fournitures, les pièces détachées nécessaires pour obtenir un laboratoire pleinement fonctionnel.

Les méthodes analytiques doivent être conçues en fonction des normes nationales pour la qualité de l'eau. Les Directives de l'OMS sur la Qualité de l'Eau de Boisson permettent également de déterminer les méthodes analytiques. D'autres méthodologies gouvernementales et non-gouvernementales publiées peuvent également servir de référence, telles que les Directives Canadiennes sur la Qualité de l'Eau de Boisson et les Directives d'Oxfam sur le Traitement d'Urgence de la Qualité de l'Eau.

Agencement du Laboratoire

Vous devez organiser l'agencement de l'équipement et des fournitures du laboratoire en tenant compte de l'espace disponible, du stockage, de la stérilisation, de la conservation des échantillons et du personnel de bureau/d'encadrement. De même, une attention particulière doit être accordée à l'élimination correcte des déchets générés pendant le processus d'analyse.

Local

- Une salle d'au moins 3 mètres sur 4, bien ventilée, munie d'un évier et d'une arrivée d'eau
- Un réfrigérateur
- Des étagères ou des casiers
- Une source d'électricité

Personnel et Equipement

Un ou deux employés de laboratoire peuvent être utiles pour effectuer les analyses physiques, chimiques et microbiologiques demandées.

Le personnel de chaque type de laboratoire, en liaison avec le chef de projet, est normalement responsable de :

- La gestion du laboratoire
- Déterminer et acheter l'équipement et les fournitures qui seront nécessaires
- S'assurer que les normes de laboratoires sont respectées et maintenir un contrôle de qualité de la procédure analytique
- Former les nouveaux employés à l'utilisation de l'équipement et aux procédures
- Appliquer les procédures et les mesures de sécurité, notamment en ce qui concerne le feu et les explosions.
- Préparer les réactifs et les milieux, étalonner leur nécessité et leur stockage dans les conditions appropriées.
- Vérifier le bon fonctionnement de l'équipement électronique utilisé lors des analyses de terrain.
- Préparer un inventaire et un contrôle des stocks de produits chimiques et des milieux.

Il est conseillé de prévoir deux séries d'équipement d'analyse portables au cours de la phase initiale. Voici une liste d'équipements possibles pour un laboratoire :

- Un incubateur
- 18 boîtes de Pétri en aluminium
- Un thermomètre à alcool
- Un transformateur/une batterie
- Un chargeur
- Adaptateur de prise à deux fiches
- Batterie à courant continu interne, rechargeable et amovible
- Câbles de batterie et pinces crocodiles
- Adaptateur d'allume-cigare de véhicule
- Unité de filtration à membrane
- Filtres à membrane
- Tampons absorbants (2 boîtes)
- Distributeur de tampons
- Forceps
- Pipettes compte-gouttes
- Récipients pouvant être stérilisés
- Gobelets en plastique

- Appareil de mesure de milieu
- Briquet
- Loupe
- Tube de graisse silicone
- Tube de dilution (avec brosse)
- Tablette de broyage (3)
- Turbidimètre digital étanche
- Kit d'étalonnage
- Coffret de transport
- Conductimètre
- Solutions tampons pH 4, 7, 10.
- Piles 1,5V de rechange (4)
- Photomètre
- Couvercle de photomètre
- 6 tubes à essais
- Réactifs :
 - Chlore (libre, combiné, total)
 - Fluorure
 - Nitrates
 - Fer
 - Manganèse
 - Phosphate LR
 - Phosphate HR
- Tournevis
- Chronomètre
- Manuels (4)
- Serviettes en papier
- Sachets à échantillons Whirl-Pak
- Bandelettes à alcool
- Eau distillée
- Méthanol
- Stérilisateur (Autoclave, etc.)

Elimination Sûre des Déchets

Un laboratoire de projet doit être en mesure d'éliminer les déchets générés durant le processus d'analyse. Les cultures bactériennes actives développées pendant l'incubation doivent être éliminées de manière adéquate. Voir la Section 6 pour plus d'informations sur la manière d'éliminer les déchets en toute sécurité.

Etude de Cas : Laboratoire Communautaire au Cambodge

Le Programme de la Recherche sur l'Eau et les Bassins Versants du Département de Biologie de l'Université de Victoria a participé à l'installation d'un laboratoire d'analyse de la qualité de l'eau à Siem Reap, au Cambodge.

Le coût total de l'équipement et des fournitures de laboratoire s'est élevé à environ US\$10000. Le réagencement du bâtiment à coûté environ \$2500. Le coût de fonctionnement est d'à peu près \$25000 par an, y compris les salaires de deux employés, les fournitures, etc. Les employés comptent un technicien de laboratoire et un responsable de terrain, qui vont dans les communautés pour réaliser des sondages et recueillir des échantillons.

Le laboratoire peut analyser environ 30 échantillons par jour. Les analyses faites sur chaque échantillon comprennent une filtration par membrane au moyen de l'équipement standard du laboratoire. Les analyses de conductivité, de salinité, de TDS, de turbidité, de fer, de nitrates, phosphates, chlore, et autres analyses colorimétriques, sont effectuées au moyen d'un colorimètre Hach 890, d'un turbidimètre portable et d'un conductimètre portable Hach.

(Université de Victoria, Correspondance Personnelle, 2007)

Déterminer la taille de l'échantillon

Ceci représente la taille de l'échantillon calculée en utilisant une formule dérivée de l'Université de Floride (<http://edis.ifas.ufl.edu>). Elle indique que pour obtenir un petit échantillon de population, il faut sélectionner un nombre relativement important d'échantillons. Ce tableau illustre la taille de l'échantillon en fonction de la population et du niveau de précision.

En se fondant sur l'expérience du CAWST, nous recommandons d'utiliser au moins 30 unités pour un petit projet (moins de 100 foyers), et 10-15% de précision pour un plus grand projet (plus de 100 foyers). La taille de l'échantillon dépend également de la variation ou la diversité des zones géographiques, des statuts socio-économiques et de l'homogénéité de la communauté en termes de religion et de croyances.

**Taille de l'échantillon pour des niveaux de précision de $\pm 5\%$, $\pm 7\%$, $\pm 10\%$ and $\pm 15\%$
Où le niveau de confiance est de 95%**

Population	Taille de l'échantillon (n) pour une Précision (e) de :			
	$\pm 5\%$	$\pm 7\%$	$\pm 10\%$	$\pm 15\%$
500	222	145	83	41
600	240	152	86	41
700	255	158	88	42
800	267	163	89	42
900	277	166	90	42
1,000	286	169	91	43
2,000	333	185	95	43
3,000	353	191	97	44
4,000	364	194	98	44
5,000	370	196	98	44
6,000	375	197	98	44
7,000	378	198	99	44
8,000	381	199	99	44
9,000	383	200	99	44
10,000	385	200	99	44
15,000	390	201	99	44
20,000	392	204	100	44
25,000	394	204	100	44
50,000	397	204	100	44
100,000	398	204	100	44
>100,000	400	204	100	44

Le Contrôle de la Qualité

Dans le cadre des projets à grande échelle, on voudra surveiller la qualité des réactifs, milieux et membranes de manière régulière. Chaque fois que vous aurez besoin de commander de nouveaux réactifs, milieux et membranes, il sera opportun de comparer les produits avec ceux utilisés actuellement.

Procédure

1. Réunir au moins cinq échantillons d'eau positifs (des échantillons dont la contamination a été démontrée). Utiliser davantage d'échantillons accroîtra la sensibilité du test.
2. Traiter les échantillons avec le groupe de nouveaux produits et avec le groupe de ceux actuellement utilisés
3. Incuber l'équipement de test.
4. Comparer les caractéristiques de croissance de l'organisme contaminant avec les deux groupes de produits. Prendre note de tout résultat inhabituel.
5. Compter ou calculer le nombre de colonies par 100 ml.
6. Transformer les décomptes en logarithmes et afficher les résultats de chaque groupe de produits dans des colonnes parallèles.
7. Calculer la différence entre les deux résultats transformés pour chaque échantillon (inclure les signes + ou -)
8. Calculer la moyenne des différences et l'écart-type.
9. Effectuer un t-test, en prenant le nombre d'échantillons comme n.
10. Utiliser un tableau statistique pour déterminer la valeur critique de t à un seuil de signification de 0.05 (test bilatéral). Certaines valeurs critiques sont données ci-dessous.

Si la valeur calculée t excède la valeur critique, les deux groupes de produits donnent des résultats significativement différents.

Nombre d'échantillons (n)	Degré de liberté	Valeur critique de t à un seuil de signification de 0.05
5	4	2.78
6	5	2.57
7	6	2.45
8	7	2.37
9	8	2.31
10	9	2.26

Si ce test fait apparaître un problème avec le nouveau groupe de produits, les conditions et la procédure de test doivent être soigneusement vérifiées et le groupe retesté. Le groupe doit être rejeté – car non satisfaisant – uniquement si les problèmes sont confirmés par ce second test.

Analyse de Précision

L'analyse de précision est importante dans le laboratoire microbiologique car les résultats d'analyse peuvent révéler des problèmes avec les procédures et les matériels. Des résultats satisfaisants doivent être obtenus à partir d'analyses de précision avant que les résultats d'analyses de contrôle ne soient enregistrés.

Procédure

1. Au début de chaque mois, ou dès que possible, recueillir 15 échantillons qui seront probablement positifs à la première procédure, avec une variété de résultats positifs.
2. Faire une double analyse de chaque échantillon. Les analyses doivent être effectuées par la même personne, mais tous les techniciens doivent participer, à tour de rôle.
3. Enregistrer les résultats des doubles analyses en tant que D1 et D2. Calculer le logarithme de chaque résultat. Si l'un des résultats est égal à zéro, ajouter 1 à chaque valeur avant de calculer les logarithmes.
4. Calculer la différence R entre chaque paire de doublons transformés, et la moyenne de ces différences.
5. Calculer le critère de précision, égal à $3.27 R$.
6. Ensuite, analyser 10% des échantillons de routine, ou au moins deux échantillons par jour, en double. Calculer le logarithme de chaque résultat et la différence entre les logarithmes. Si la différence est supérieure au critère de précision calculé, la variabilité du technicien est excessive et la procédure analytique doit être révisée. Le responsable du laboratoire doit décider de publier ou non les résultats d'analyses de contrôle au regard des performances précédentes.

(Adapté de l'OMS, 1996)

Arsenic

Sources

L'arsenic peut être naturellement présent dans les eaux souterraines et dans certaines eaux de surface. C'est l'un des principaux problèmes chimiques dans les pays en développement. L'OMS estime que l'arsenic doit être recherché en priorité dans les sources d'eau de boisson (OMS, 2006).

De hauts niveaux d'arsenic peuvent être naturellement présents dans les puits profonds de plus de 30 pays, dont l'Inde, le Népal, le Bangladesh, l'Indonésie, le Cambodge, le Vietnam, le Laos, le Mexique, le Nicaragua, le Salvador et le Brésil. En Asie du sud seulement, on estime que 60 à 100 millions de personnes sont touchées par des niveaux dangereux de quantité d'arsenic se trouvant dans leur eau de boisson. Le Bangladesh est le plus sévèrement atteint, avec 35 à 60 millions des 130 millions d'habitants exposés à une eau contaminée à l'arsenic. Il est possible que de l'arsenic soit découvert dans d'autres sources lors de la réalisation de nouvelles analyses.

Effets Potentiels sur la Santé

L'arsenic est un poison. Si des gens boivent de l'eau ou mangent de la nourriture contaminée à l'arsenic pendant plusieurs années, ils développeront alors des problèmes de santé chroniques appelés arsenicose.

La mélanose est le premier symptôme de la consommation d'une eau contaminée à l'arsenic pendant quelques années. La mélanose consiste en des tâches claires ou foncées sur la peau, souvent sur le torse, le dos ou les paumes. La phase suivante est le développement d'excroissances de peau dure sur les paumes et les pieds, appelé kératose. Consommer des doses importantes d'arsenic pendant une période plus longue, peut provoquer un cancer des poumons, de la vessie, des reins, de la peau, du foie et de la prostate. L'arsenic peut également causer des maladies vasculaires, des effets neurologiques et des déficiences de développement chez le nourrisson.

L'arsenicose peut être partiellement éliminé et traité durant les premiers stades, en s'assurant que les gens cessent de boire de l'eau contaminée à l'arsenic et en améliorant leur alimentation. Il n'y a actuellement aucun traitement efficace contre l'empoisonnement à l'arsenic. La seule prévention possible est de boire de l'eau contenant des niveaux d'arsenic non dangereux.

Selon le PNUD (2006), dans les 50 prochaines années, on comptera 300 000 morts de cancer et 2,5 millions de cas d'empoisonnement à l'arsenic.

Directives de l'OMS

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) considère que l'arsenic doit être analysé en priorité dans les sources d'eau de boisson. L'OMS recommande que l'eau de boisson doit contenir moins de 0,01 mg/L d'arsenic (0,01 mg/L équivaut à 10 µg/l ou 10 ppb)

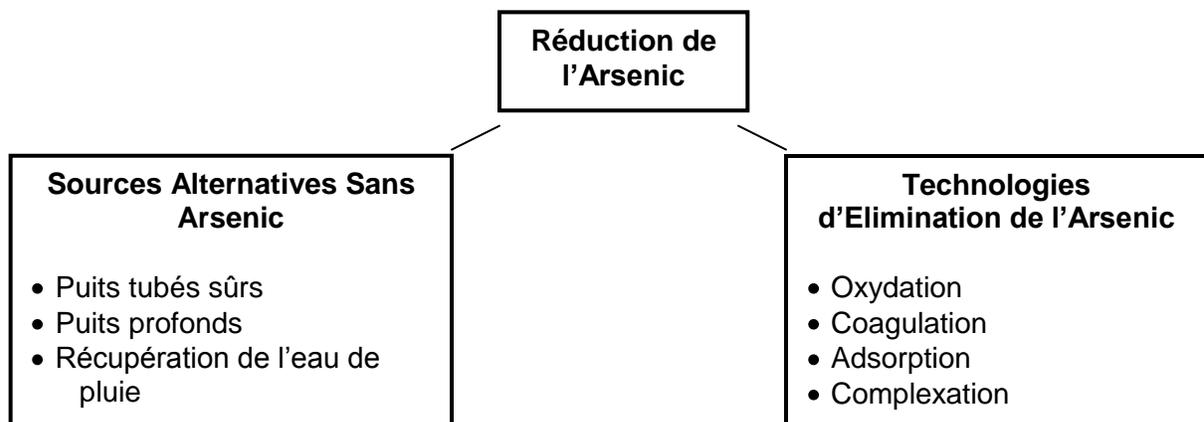
Directive de l'OMS pour l'Eau de Boisson < 0.01 mg/L

De nombreux pays ont leurs propres normes, moins strictes, allant de 0,025 mg/L à 0,05 mg/L (25-50 ppb). De nombreux pays d'Asie du Sud-est, ayant un problème d'arsenic, ont adopté une norme temporaire de 0,05 mg/L, car il est difficile d'analyser avec précision à 0,01 mg/L et de traiter l'eau pour atteindre cette norme.

Les options de Traitement de l'Eau à Domicile

Une méthode pour régler le problème de l'arsenic dans l'eau souterraine consiste à utiliser une source différente pour l'eau de boisson, comme l'eau de pluie ou l'eau de surface. Certaines personnes recueillent et stockent leur eau de pluie, et l'utilisent pour boire et cuisiner au lieu de l'eau souterraine contaminée à l'arsenic. Si les gens changent leur source d'eau pour une eau de surface, ils devront sans doute malgré tout la traiter pour en éliminer la turbidité et les agents pathogènes.

Si les gens ne sont pas en mesure de changer leur source d'eau actuelle en une autre ne contenant pas d'arsenic, il existe différentes technologies qui ont été développées pour éliminer l'arsenic de l'eau. Chaque technologie a ses avantages et ses limites. Beaucoup d'entre elles sont utilisées au Bangladesh, où le problème de l'arsenic est très présent. Voir les *Fiches de Données sur le Traitement de l'Eau à Domicile pour l'Élimination de l'Arsenic* afin d'obtenir plus d'information sur les différentes technologies.



Procédure d'Analyse de l'Arsenic

Cette procédure d'analyse fait appel à l'équipement et aux réactifs du kit d'analyse d'ENPHO-Népal. Si vous achetez l'équipement d'un autre fabricant, vous devrez suivre ses instructions pour l'analyse de l'arsenic.

Équipement et réactifs du kit d'analyse d'ENPHO-Népal :

- Bouteille génératrice d'arsine
- Porte papier au bromure mercurique
- Éprouvette graduée
- Papier au bromure mercurique
- Comprimé 1 et Comprimé 2
- Réactif 1
- Solution Standard (5000 ppb)
- Couvercle du porte papier au bromure mercurique
- Coton
- Eau distillée (pour dilution)
- Forceps
- Chartes des couleurs
- Sac poubelle
- Echantillon d'eau

Instructions:

1. Prenez un bout de coton et introduisez-le dans la partie la plus large du tube du porte papier au bromure.
2. Mouillez le papier d'une goutte de Réactif 1.
3. Placez le papier au bromure mercurique dans le couvercle « c » et placez-le dans le petit tube.
4. Mesurez 20 ml de votre échantillon d'eau et versez-le dans la bouteille génératrice d'arsine.
5. Ajoutez un comprimé 1 à l'échantillon d'eau.
6. Ajoutez un comprimé 2 à l'échantillon d'eau et **placez immédiatement** le porte papier au bromure mercurique solidement, jusqu'à ce que les comprimés se soient complètement dissous.

7. Une fois les comprimés dissous, agitez doucement la bouteille et enlevez le papier filtre à l'aide des forceps.
8. Comparez la couleur du papier au bromure avec la charte des couleurs.

Chlore

Sources

Le chlore est un produit chimique fréquemment ajouté à l'eau de boisson pour tuer la plupart des agents pathogènes pouvant nous rendre malade. Le chlore n'est habituellement pas naturellement présent dans l'environnement en quantités assez importantes pour être nocif à la santé.

Deux choses peuvent se produire lorsqu'on ajoute du chlore à l'eau :

1. Une partie du chlore réagit avec la matière organique et forme de nouveaux composés chlorés.
2. Le chlore restant, non combiné, est appelé **chlore libre**. Le chlore libre est l'élément principal apportant une protection de l'eau de boisson contre une contamination secondaire. Il est recommandé d'avoir 0,2 – 0,5 mg/L de chlore libre.

$$\text{Chlore total} = \text{chlore combiné} + \text{chlore libre}$$

La quantité de chlore requise pour désinfecter l'eau dépend beaucoup de la source (matière organique, pH, température, etc.).

Effets Potentiels sur la Santé

Une faible quantité de chlore dans l'eau est bénéfique, car elle élimine la plupart des agents pathogènes pouvant nous rendre malade. De nombreuses villes dans le monde ajoutent du chlore à leur eau pour que l'eau de boisson devienne bonne à boire.

La peau et les yeux peuvent être irrités en cas de contact à des niveaux élevés de chlore. L'odeur forte du chlore peut également endommager notre gorge et nos poumons en cas de respiration.

Directives de l'OMS

L'OMS recommande que l'eau de boisson contienne moins de 5,0 mg/L de chlore. Lorsque nous ajoutons du chlore pour désinfecter l'eau, il est conseillé d'avoir 0,2 – 0,5 mg/L de chlore libre résiduel pour apporter une protection à long terme.

Directive de l'OMS pour l'Eau de Boisson < 5.0 mg/L

Les options du Traitement de l'Eau à Domicile

Dans la mesure où l'ajout de chlore à l'eau est une forme de traitement de l'eau, en général, nous n'essayons pas d'éliminer le chlore de l'eau de boisson. Il est bénéfique d'avoir du chlore dans l'eau de boisson pour contribuer à la rendre salubre.

Procédure d'Analyse du Chlore

Cette procédure d'analyse utilise les réactifs et l'équipement de Wagtech. Si vous achetez l'équipement d'un autre fabricant, vous devrez suivre ses instructions.

Réactifs et Equipement :

- Comprimés Wagtech DPD No. 1
- Comprimés Wagtech DPD No. 3
- Comparateur Wagtech
- Disque de couleurs Wagtech
- Tubes à essai carrés (13,5 mm) de 10 ml
- Echantillon d'eau

Instructions :

1. Rincez un tube à essai avec votre échantillon d'eau et laissez 2 ou 3 gouttes d'eau dans le tube.
2. Ajoutez un comprimé DDP No. 1, broyez-le, puis remplissez le tube à essai avec l'échantillon d'eau jusqu'à la graduation 10 ml. Mélangez pour dissoudre le comprimé.
3. Placez le tube à essai dans le comparateur et comparez-le immédiatement au disque de couleurs. Le disque affiche le **chlore libre** en mg/L. Arrêtez le test à cette étape si vous désirez analyser seulement le chlore libre.
4. Si vous voulez analyser le **chlore total**, ajoutez un comprimé DPD No. 3 au même tube à essai. Broyez le comprimé et mélangez jusqu'à dissolution.
5. Laissez le tube à essai reposer pendant **deux minutes**.
6. Placez le tube dans le comparateur et comparez-le avec le disque de couleurs. Le disque affiche le **chlore total** en mg/L.
7. Le **chlore combiné** (mg/L) est calculé avec la formule suivante :

$$\text{Chlore total} = \text{chlore combiné} + \text{chlore libre}$$

$$\text{Chlore combiné} = \text{chlore total} - \text{chlore libre}$$

Fluorure

Sources

Le fluorure peut être naturellement présent dans les eaux souterraines et dans certaines eaux de surface. L'eau de boisson est normalement la principale source d'exposition au fluorure, tandis que l'exposition due à l'alimentation et à la combustion de charbon à haute teneur en fluorure, sont des causes majeures dans certaines régions.

Des niveaux élevés de fluorure peuvent être naturellement présents dans de nombreuses régions du monde dont l'Afrique, la Méditerranée Orientale et l'Asie du Sud. L'une des régions les plus connues pour leur haute teneur en fluorure s'étend de la Turquie à l'Iraq, l'Iran, l'Afghanistan, l'Inde, la Thaïlande du nord et la Chine. Cependant, les sources d'eau de nombreuses autres régions contiennent de hauts niveaux de fluorure et présentent un risque pour la santé pour ceux qui en boivent, notamment dans des régions de la vallée du rift en Afrique. Il est possible que du fluorure soit trouvé dans d'autres régions lors des analyses effectuées.

Effets Potentiels sur la Santé

Une faible quantité de fluorure dans l'eau est en générale bénéfique au renforcement de la dentition et à la prévention des caries. Du fluorure est ajouté dans les systèmes d'eau de certaines villes et dans certains produits de consommation dans le but de protéger les dents, comme les dentifrices et bains de bouche.

De faibles quantités de fluorure sont généralement bénéfiques à la dentition. Mais à des niveaux trop importants à long terme, le fluorure peut provoquer la fluorose dentaire et endommager la dentition, se manifestant en tâches et en dégradations. Après plusieurs années, le fluorure peut s'accumuler dans les os, provoquant une fluorose osseuse caractérisée par une raideur et des douleurs articulaires. Dans les cas graves, il peut affecter la structure des os et résulter à des handicaps. Les nourrissons et les jeunes enfants sont les plus sensibles aux niveaux élevés de fluorure, car leurs corps sont en pleine croissance et en développement.

Jusqu'à aujourd'hui, aucun traitement efficace contre la fluorose n'est disponible —la seule prévention possible est de boire de l'eau contenant des niveaux non dangereux de fluorure.

Directives de l'OMS

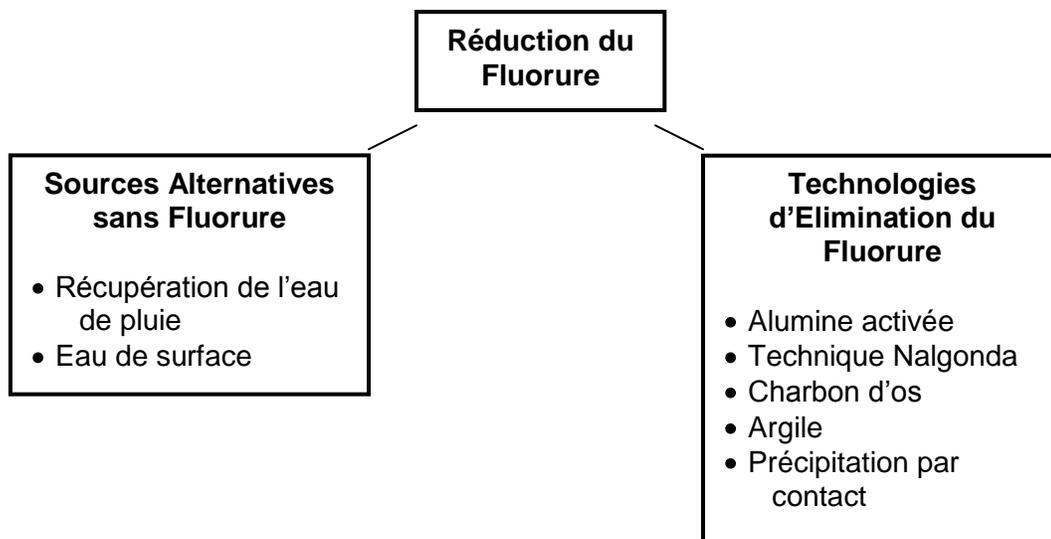
L'OMS recommande que l'eau de boisson contienne 0,5 – 1,0 mg/L de fluorure pour protéger les dents. De nombreuses villes dans le monde ajoutent du fluorure à leur eau de boisson pour atteindre ce niveau.

Des niveaux élevés de fluorure, entre 1,5 et 4,0 mg/L, peuvent provoquer la fluorose dentaire. De très hauts niveaux, supérieurs à 10,0 mg/L, peuvent entraîner une fluorose osseuse. C'est pourquoi l'OMS recommande que l'eau de boisson ne contienne pas plus de 1,5 mg/L de fluorure.

Directive de l'OMS pour l'Eau de Boisson < 1.5 mg/L**Options de Traitement de l'Eau à Domicile**

La meilleure méthode pour régler le problème du fluorure dans l'eau souterraine est de trouver une source différente pour l'eau de boisson, comme l'eau de pluie ou l'eau de surface. Certaines personnes recueillent et stockent leur eau de pluie pendant la saison humide, et l'utilisent pour boire ou pour diluer leur eau souterraine pendant le reste de l'année. Cela permet de réduire le niveau de fluorure dans l'eau et de la rendre plus salubre. Si les gens changent leur source d'eau pour une eau de surface, ils devront très probablement la traiter pour en éliminer la turbidité et les agents pathogènes.

De nombreuses régions contaminées au fluorure sont arides et aucune source d'eau alternative n'est disponible. Il existe des technologies émergentes de traitement de l'eau à domicile, capables d'éliminer le fluorure de l'eau de boisson. Davantage de recherches sont nécessaires pour découvrir une technologie simple, bon marché et disponible localement, avec facilité d'utilisation dans les foyers.



Procédure d'Analyse du Fluorure

Cette procédure d'analyse utilise les réactifs et l'équipement de Wagtech. Si vous achetez l'équipement d'un autre fabricant, vous devrez suivre ses instructions.

Réactifs et Equipement :

- Comprimés Wagtech Fluorure No. 1
- Comprimés Wagtech Fluorure No.2
- Comparateur Wagtech
- Disque de Couleurs Wagtech
- Tubes à essai carrés (13,5 mm) de 10 ml
- Echantillon d'eau

Instructions :

1. Remplissez un tube à essai de votre échantillon d'eau jusqu'à la graduation de 10 ml
2. Ajoutez un comprimé Fluorure No. 1, broyez-le, et mélangez jusqu'à sa dissolution
3. Ajoutez un comprimé Fluorure No. 2, broyez-le, et mélangez jusqu'à sa dissolution
4. Laissez le tube reposer pendant **5 minutes**.
5. Placez le tube dans le comparateur et comparez-le au disque de couleurs. Le disque affiche le fluorure en mg/L.

Fer

Sources

Le fer peut être naturellement présent dans les eaux souterraines et dans certaines eaux de surface (ruisseaux, rivières et certains puits peu profonds). Certaines régions de monde possèdent naturellement des niveaux élevés de fer dans leurs eaux souterraines. Le fer peut aussi être présent dans l'eau de boisson circulant dans des tuyaux en fer ou en fonte rouillés.

Le fer peut exister sous deux formes dans l'eau : dissous ou en suspension. Si l'eau souterraine vient d'un puits tubé profond, le fer peut s'y trouver sous forme dissoute et invisible. Cependant, une fois que le fer est exposé à l'air, en général il prend une couleur noire ou orange à l'eau. Si l'eau de surface contient du fer, elle aura une couleur rouge-orangé en raison du fer en suspension.

Effets Potentiels sur la Santé

Boire de l'eau ayant une concentration en fer importante ne rendra pas malade. Le fer, cependant, peut changer la couleur de l'eau et inciter les gens à ne pas l'utiliser et à choisir une autre source d'eau à la place, qui peut-être contaminée.

Directives de l'OMS

L'OMS n'a pas de directive concernant le fer dans l'eau de boisson dans la mesure où il n'a aucun effet indésirable sur la santé.

Généralement, les gens n'aiment pas le goût de l'eau qui contient plus de 0,3 mg/L de fer. Des concentrations entre 1,0 et 3,0 mg/L peuvent être acceptables pour les individus qui boivent de l'eau d'un puits anaérobie.

Des niveaux de fer supérieurs à 0,3 mg/L peuvent tâcher les tuyaux d'eau et les vêtements lors de la lessive.

Pas de Directive de l'OMS pour l'Eau de Boisson

Options de Traitement de l'Eau à Domicile

Il existe différentes méthodes pouvant vous aider à éliminer le fer de l'eau de boisson. Pour éliminer la couleur orange du fer en suspension, vous pouvez laisser un récipient d'eau reposer pendant une journée et des paillettes orange se déposeront au fonds. Ensuite, vous devrez verser l'eau claire du récipient et vous débarrasser des paillettes orange dans un lieu sûr.

Des filtres (comme le filtre biosable ou le filtre céramique) peuvent aussi servir à éliminer une partie du fer de l'eau de boisson. Verser de l'eau sur un tissu peut également supprimer une partie du fer en suspension.

Procédure d'Analyse du Fer

Cette procédure d'analyse utilise les réactifs et l'équipement de Wagtech. Si vous achetez l'équipement d'un autre fabricant, vous devrez suivre ses instructions.

Réactifs et Equipement :

- Comprimés Wagtech Fer No. 1
- Comprimés Wagtech Fer No.2
- Compateur Wagtech
- Disque de Couleurs Wagtech
- Tubes à essai carrés (13,5 mm) de 10 ml
- Echantillon d'eau

Instructions:

1. Remplissez un tube à essai de votre échantillon d'eau jusqu'à la graduation de 10 ml
2. Ajoutez un comprimé Fer No. 1, broyez-le, et mélangez jusqu'à sa dissolution
3. Ajoutez un comprimé Fer No. 2, broyez-le, et mélangez jusqu'à sa dissolution
4. Laissez le tube reposer pendant **10 minutes**.
5. Placez le tube dans le compateur et comparez-le au disque de couleurs. Le disque affiche le fer en mg/L.

Manganèse

Sources

Le manganèse peut être naturellement présent dans les eaux souterraines et de surface accompagnant en général le fer. Cependant, des activités humaines peuvent également être responsables d'une contamination de l'eau au manganèse dans certaines régions.

Le manganèse peut se présenter sous deux différentes formes dans l'eau : dissous ou en suspension. Si l'eau souterraine vient d'un puits tubé profond, le manganèse peut être sous forme dissoute et invisible. Dans l'eau de surface, le manganèse peut être sous forme dissoute ou en suspension. L'eau présentant des niveaux élevés de manganèse en suspension est en général de couleur noire et contient des flocons noirs.

Effets Potentiels sur la Santé

Les gens ont besoin de faibles quantités de manganèse pour rester en bonne santé, et l'alimentation en est la principale source. Cependant, trop ou pas assez de manganèse peut avoir des effets indésirables sur la santé.

Des niveaux élevés de manganèse peuvent cependant rendre la couleur de l'eau noire et inciter les gens à ne pas l'utiliser et à choisir une autre source à la place, qui peut-être contaminée.

Directives de l'OMS

L'OMS recommande que l'eau de boisson ne contienne pas plus de 0,4 mg/L de manganèse.

Habituellement, les gens n'aiment pas le goût de l'eau de boisson contenant plus de 0,15 mg/L de manganèse. D'autre part, des niveaux supérieurs à 0,15 mg/L peuvent tâcher les tuyaux d'eau, les vêtements lors de la lessive et les aliments lors de la cuisine. Des niveaux de manganèse même inférieurs à 0,05 mg/L peuvent former des dépôts noirs sur les tuyaux de distribution, se détachant dans l'eau en petits flocons noirs.

La présence de manganèse dans l'eau peut aussi entraîner l'accumulation de proliférations bactériennes dans le système de distribution d'eau.

Directive de l'OMS pour l'Eau de Boisson < 0.4 mg/L

Options de Traitement de l'Eau à Domicile

Il existe différentes méthodes pour vous aider à éliminer le manganèse en suspension de l'eau de boisson. Premièrement, vous pouvez laisser un récipient d'eau reposer pendant une journée et des flocons noirs se déposeront au fonds du récipient. Ensuite, vous devrez verser l'eau claire du récipient et vous débarrasser des flocons noirs en un lieu sûr.

Des filtres (comme le filtre biosable ou le filtre céramique) peuvent aussi servir à éliminer une partie du manganèse de l'eau de boisson. Verser l'eau sur un tissu peut également éliminer une partie du manganèse en suspension.

Procédure d'Analyse du Manganèse

Cette procédure d'analyse utilise les réactifs et l'équipement de Wagtech. Si vous achetez l'équipement d'un autre fabricant, vous devrez suivre ses instructions.

Réactifs et Equipement :

- Comprimés Wagtech Manganèse No. 1
- Comprimés Wagtech Manganèse No.2
- Compateur Wagtech
- Disque de Couleurs Wagtech
- Tubes à essai carrés (13,5 mm) de 10 ml
- Echantillon d'eau

Instructions:

6. Remplissez un tube à essai de votre échantillon d'eau jusqu'à la graduation de 10 ml
7. Ajoutez un comprimé Manganèse No. 1, broyez-le, et mélangez jusqu'à dissolution
8. Ajoutez un comprimé Manganèse No. 2, broyez-le, et mélangez jusqu'à dissolution
9. Placez le couvercle sur le tube.
10. Laissez le tube reposer pendant **20 minutes**.
11. Placez le tube dans le compateur et comparez-le au disque de couleurs. Le disque affiche le manganèse en µg/L.

Phosphate

Sources

Le phosphate ou phosphore est un minéral naturel qui est extrait du sol et utilisé dans les engrais et les savons. Il aide les plantes à pousser, y compris les plantes aquatiques des lacs et des rivières. Si les plantes se développent de manière excessive, les cours d'eau seront bloqués et les poissons mourront.

Effets Potentiels sur la Santé

En général, les phosphates ne sont pas considérés comme nocifs pour la santé. Cependant, des niveaux élevés de phosphate dans l'eau indiquent habituellement qu'il y a une contamination due à une activité minière, aux eaux domestiques usées, à un excès d'engrais utilisés dans les terres agricoles. Cela indique que la protection de la source d'eau est nécessaire pour conserver un système d'eau naturel sain.

Directives de l'OMS

L'OMS n'a pas de directive concernant le phosphate dans l'eau de boisson.

Pas de Directive de l'OMS pour l'Eau de Boisson

Options de Traitement de l'Eau à Domicile

Actuellement, aucune technologie de traitement de l'eau à domicile pratique ou répandue capable d'éliminer le phosphate de l'eau de boisson.

Procédure d'Analyse du Phosphate

Cette procédure d'analyse utilise les réactifs et l'équipement de Wagtech. Si vous achetez l'équipement d'un autre fabricant, vous devrez suivre ses instructions.

Réactifs et Equipement :

- Comprimés Wagtech Phosphate No. 1
- Comprimés Wagtech Phosphate No.2
- Comparateur Wagtech
- Disque de Couleurs Wagtech
- Tubes à essai carrés (13,5 mm) de 10 ml
- Echantillon d'eau

Instructions:

12. Remplissez un tube à essai de votre échantillon d'eau jusqu'à la graduation de 10 ml
13. Ajoutez un comprimé Phosphate No. 1, broyez-le, et mélangez jusqu'à dissolution.
14. Ajoutez un comprimé Phosphate No. 2, broyez-le, et mélangez jusqu'à dissolution.
15. Laissez le tube reposer pendant **10 minutes**.
16. Placez le tube dans le comparateur et comparez-le au disque de couleurs. Le disque affiche le phosphate en mg/L.

Turbidité

Sources

La turbidité est une propriété physique de l'eau. C'est l' « opacité » causée par de petites particules (solides en suspension) généralement invisibles à l'œil nu. On peut la comparer à la fumée dans l'air. Dans les rivières et d'autres eaux de surface, la turbidité augmente d'habitude après de fortes pluies, car l'eau récupère des particules de poussières avant de s'écouler dans les sources d'eau.

L'unité de mesure de la turbidité est le NTU (Unité de Turbidité Néphélométrique — *Nephelometric Turbidity Units*), qui ne représente *pas* une concentration (en mg/L) comme les unités d'analyse chimique, mais plutôt des valeurs liées à la quantité de lumière réfléchiée par les particules dans l'eau. Plus il y a de particules, plus la valeur en NTU est élevée.

Effets Potentiels sur la Santé

La turbidité n'a pas d'effet direct sur la santé, mais est un indicateur de contamination biologique, car les virus, parasites et bactéries s'attachent à de petites particules. Elle réduit également l'efficacité de la chloration, car le chlore va se combiner avec les particules et une quantité moins importante sera disponible pour se combiner avec les agents pathogènes.

Directives de l'OMS

La directive de l'OMS recommande que le niveau de turbidité doit être inférieur à 5 NTU, ce qui, à l'œil nu, ressemble à de l'eau claire d'un robinet, d'une source ou d'un puits foré.

Directives de l'OMS pour l'Eau de Boisson < 5 NTU

Options de Traitement de l'Eau à Domicile

L'eau ayant un niveau de turbidité supérieur à 50 NTU peut souvent être mise à reposer pour permettre aux particules de se déposer au fond. La filtration de l'eau à travers un tissu en coton propre replié plusieurs fois, peut également réduire de manière significative la turbidité.

Procédure d'Analyse de la Turbidité

Un test simple pour mesurer la turbidité est d'utiliser une bouteille en plastique transparente remplie de l'échantillon d'eau. Placez-la sur un grand symbole, comme par exemple, le logo de CAWST sur le manuel du participant. Si vous pouvez voir le logo en regardant depuis le haut de la bouteille, l'eau a probablement une turbidité inférieure à 50 NTU.

Les tubes à turbidité sont une autre méthode simple et bon marché d'estimer visuellement le NTU. Les kits d'analyse Delagua et Wagtech proposent des tubes à turbidité, mais vous pouvez même en fabriquer un vous-même.

Les turbidimètres électroniques sont des appareils fournissant des résultats rapides et très précis, permettant d'atteindre une haute précision pour une turbidité inférieure à 5 NTU

Equipement :

- Tube à turbidité

Instructions:

1. Sortez à l'extérieur ou installez-vous dans une pièce bien éclairée
2. Rincez le tube à turbidité avec l'échantillon 2 à 3 fois.
3. Placez une feuille de papier blanc sur le sol.
4. Tenez le tube verticalement et versez-y l'échantillon lentement, quelques centimètres d'eau de la colonne à la fois.
5. Tenez le tube à hauteur de taille au-dessus de la feuille de papier blanc, et essayez de voir la croix ou le cercle au fonds du tube après chaque ajout d'eau depuis le haut du tube. Continuez jusqu'à ce que la croix ou le cercle noir au fond du tube disparaisse ou s'estompe complètement.
6. Tenez le tube à la verticale et lisez la turbidité en NTU au moyen de la graduation sur le côté du tube. Le résultat est la valeur de la ligne la plus proche du niveau d'eau (pour certains tubes vous devrez vous reporter à un tableau de correspondance).

Remarques : le résultat sera significativement affecté par la lumière et la vision de la personne qui fait le test. Certaines particules plus grosses peuvent se déposer directement au fonds, et bloquer la vue. Remuez vigoureusement et lisez le résultat.

Analyse Microbiologique : Présence — Absence (P-A)

Procédure d'Analyse

Cette procédure d'analyse utilise les réactifs et l'équipement du Pathoscreen de Hach. Si vous achetez l'équipement d'un autre fabricant, vous devrez suivre ses instructions.

Réactifs et Equipement Hach :

- Bouteille (20 mL)
- Sachets Pathoscreen Medium P/A
- Méthanol ou Alcool
- Ciseaux
- Echantillon d'Eau

Instructions:

1. Remplissez la bouteille stérilisée de 20 ml de votre échantillon d'eau
2. Nettoyez l'extérieur du sachet à l'alcool avant de l'ouvrir.
3. Utilisez les ciseaux pour ouvrir le sachet
4. Ajoutez la poudre à votre échantillon d'eau.
5. Placez le bouchon sur la bouteille et secouez-la pour mélanger la poudre et l'eau
6. Placez la bouteille dans un endroit à une température constante (25 – 35 °C) pendant 24 à 48h.
7. Vérifiez la bouteille après 24h pour voir s'il y a eu un changement de couleur. S'il n'y a aucun changement de couleur, laissez la bouteille reposer pendant 24h supplémentaires.
8. Comparez la couleur de l'échantillon d'eau avec la charte suivante pour déterminer les résultats.

Couleur	Résultat
Pas de changement de couleur	Négatif
Virage du jaune au noir	Positif
Formation d'un précipité noir	Positif

Analyse Microbiologique : Nombre le Plus Probable (NPP)

Procédure d'Analyse

Cette procédure d'analyse utilise les réactifs et l'équipement du Pathoscreen de Hach. Si vous achetez l'équipement d'un autre fabricant, vous devrez suivre ses instructions.

Réactifs et Equipement Hach :

- Bouteille (20 mL)
- 5 sachets Pathoscreen Medium P/A
- Méthanol ou Alcool
- Ciseaux
- 5 Echantillon d'Eau

Instructions:

1. Remplissez l'une des bouteilles stérilisées de 20 ml de votre échantillon d'eau
2. Nettoyez l'extérieur du sachet à l'alcool avant de l'ouvrir.
3. Utilisez les ciseaux pour ouvrir le sachet
4. Ajoutez la poudre à votre échantillon d'eau.
5. Placez le bouchon sur la bouteille et secouez-la pour mélanger la poudre et l'eau
6. Répétez les étapes 1 à 5 pour les quatre autres échantillons
7. Placez la bouteille dans un endroit à une température constante (25 – 35 °C) pendant 24 à 48h.
8. Vérifiez la bouteille après 24h pour voir s'il y a un changement de couleur. S'il n'y a aucun changement de couleur, laissez la bouteille reposer pendant 24h supplémentaires.
9. Comparez la couleur de l'échantillon d'eau avec la charte suivante pour déterminer les résultats.

Couleur	Résultat
Pas de changement de couleur	Négatif
Virage du jaune au noir	Positif
Formation d'un précipité noir	Positif

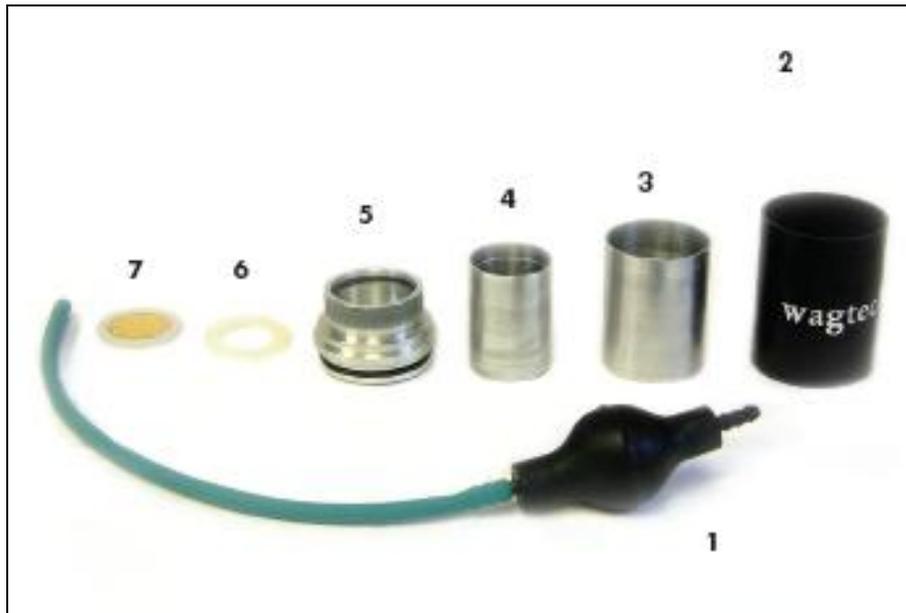
10. Comparez les résultats des 5 échantillons d'eau avec le tableau suivant pour déterminer le niveau général de contamination des échantillons

Echantillons d'Eau Positifs	NPP/100 mL
0	< 1.1
1	1.1
2	2.6
3	4.6
4	8.0
5	> 8.0

Analyse Microbiologique : Filtration par Membrane

Procédure d'Analyse 1

Cette procédure d'analyse utilise l'équipement de Wagtech. Si vous achetez l'équipement d'un autre fabricant, vous devrez suivre ses instructions.



Equipement Wagtech :

1. Pompe à main
2. Récipient de base
3. Coupe à échantillon
4. Coupe à filtre
5. Porte papier filtre
6. Joints
7. Support en bronze

Autre Equipement :

- Méthanol
- Briquet
- Forceps
- Tissu
- Boîtes de Pétri
- Papiers filtres (0.45 µm)
- Distributeur de tampons
- Tampons

Assemblage de l'Équipement Wagtech :

1. Assemblez l'équipement de filtration conformément à la photo ci-dessous

**Instructions pour la Stérilisation de l'Équipement Wagtech :**

Les étapes suivantes doivent être exécutées, avant de recueillir un échantillon et après la filtration de chaque échantillon.

1. Séchez la coupe du filtre et la coupe de l'échantillon avec une serviette en papier propre
2. Versez 1 ml de méthanol dans la coupe à échantillon et remuez
3. Posez la coupe à échantillon à l'écart de tout élément inflammable
4. Allumez le méthanol. Pendant que le méthanol brûle, remuez l'équipement de filtration dans la coupe à échantillon
5. Attendez pendant au moins **5 minutes** pour garantir la stérilisation complète de la coupe à échantillon et de l'équipement de filtration (le méthanol brûle de manière anaérobie et forme du formaldéhyde, un puissant bactéricide).
6. Jetez le méthanol restant dans la coupe à échantillon.

Instructions pour l'Utilisation de l'équipement Wagtech :

1. Utilisez le distributeur pour mettre un tampon dans une boîte de Pétri stérile
2. Versez environ 2 ml de bouillon sur le tampon
3. Stérilisez les forceps, en plaçant les extrémités au-dessus d'une flamme pendant 5 secondes. Laissez-les refroidir avant de saisir le papier filtre.
4. Placez un papier filtre stérile sur le support en bronze avec les forceps. Assurez-vous que la partie grillée du papier filtre est dirigée vers le haut. Si le papier filtre se déchire ou est contaminé, jetez-le et utilisez-en un autre.



5. Maintenez le papier filtre en place en poussant fermement la coupe à filtre en position.
6. Versez votre échantillon d'eau dans la coupe à filtre jusqu'à la graduation de 100 ml.
7. Reliez la pompe à main au récipient de base et pompez pour aspirer l'échantillon d'eau à travers le papier filtre.



8. Lorsque que toute l'eau a été filtrée, détachez la pompe à main et enlevez la coupe à filtre.
9. Retirez le papier filtre du support en bronze avec les forceps stériles.



10. Placez le papier filtre sur le tampon et le bouillon dans la boîte de Pétri.



11. Placez le couvercle de la boîte de Pétri et une étiquette indiquant le numéro de l'échantillon et la date.
12. Placez la boîte de Pétri dans le casier et répétez la procédure pour tous vos échantillons d'eau. Une fois terminé, placez le casier dans l'incubateur. Attendez **1 à 4 heures** après filtration avant d'incuber vos échantillons, afin de permettre aux bactéries de ressusciter/récupérer.

Procédure d'Analyse 2

Cette procédure d'analyse utilise l'équipement de Nalgene. Si vous achetez l'équipement d'un autre fabricant, vous devrez suivre ses instructions.

Equipement Nalgene :

1. Pompe à main
2. Unité de filtration en plastique Nalgene
3. Coupe à échantillon

Autre Equipement :

- Méthanol
- Briquet
- Forceps
- Serviette
- Boîtes de Pétri
- Distributeur de tampons
- Tampons

Instructions pour l'Utilisation de l'Equipement Nalgene :

1. Utilisez le distributeur pour mettre un tampon dans un boîte de Pétri stérile
2. Versez environ 2 ml de bouillon sur le tampon.
3. Ouvrez le paquet et placez le filtre plastique stérilisé sur la table.
4. Versez votre échantillon d'eau dans la coupe à filtre jusqu'à la graduation de 100 ml.
5. Attachez la pompe à main au récipient de base et pompez pour aspirer l'échantillon d'eau à travers le papier filtre.
6. Lorsque toute l'eau a été filtrée, détachez la pompe à main. Pressez, tournez et retirez la coupe à filtre.
7. Stérilisez les forceps en plaçant les extrémités dans une flamme pendant 5 secondes. Laissez-les refroidir avant de manipuler le papier filtre.
8. Enlevez le papier filtre du récipient de base avec les forceps stériles.
9. Placez le papier filtre sur le tampon et le bouillon dans la boîte de Pétri.
10. Placez le couvercle de la boîte de Pétri et une étiquette indiquant le numéro de l'échantillon et la date.
11. Placez la boîte de Pétri dans le casier et répétez la procédure pour tous vos échantillons d'eau. Une fois terminé, placez le casier dans l'incubateur. Attendez **1 à 4 heures** après la filtration, avant d'incuber vos échantillons.

Exemple de Rapport d'Analyse de la Qualité de l'Eau

Le rapport doit être écrit par un technicien qualifié à l'aide des apports et la collaboration des employés sur le terrain et des techniciens, pour pouvoir obtenir une bonne interprétation des résultats et des recommandations.

Le modèle suivant est un exemple de rapport utilisé dans le contexte du contrôle de la qualité de l'eau pour un petit projet. Dans cet exemple, de nouveaux équipements (puits forés, puis creusés) sont analysés tous les 6 mois pour les paramètres chimiques et tous les 3 mois pour la contamination fécale. En fonction des ressources disponibles, vous pourriez ne vouloir analyser les contaminants chimiques qu'une ou deux fois (selon le résultat de l'analyse !), mais plus d'analyses pour la contamination fécale (en fonction du type de source). Dans cet exemple, l'échantillonnage aléatoire n'était pas nécessaire. Dans le cas où un grand nombre de systèmes doit être analysé (tels un projet de filtre biosable ou une grande zone géographique), alors la méthode d'échantillonnage choisie doit être expliquée dans la section « Méthodologie » du rapport. Voir la Section 3 et l'Annexe 5 pour les méthodes d'échantillonnage.

Rapport Trimestriel d'Analyse de la Qualité de l'Eau d'Octobre à Décembre 2007

Janvier 2008

Préparé par : A. Smith, Responsable de Contrôle de l'ONG *Good Water Quality for All*

1. Introduction

Les rapports de contrôle de la 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 2007, couvrant toutes les régions du projet (villages A, B, C et D) et tous les systèmes d'approvisionnement en eau (puits forés, puits creusés, filtres biosable).

2. Objectifs

L'analyse de l'eau est effectuée dans le contexte d'un usage domestique, avec une attention particulière portée à la qualité l'eau de boisson, vu que l'un des objectifs du programme est l'amélioration de l'approvisionnement en eau de boisson.

L'analyse de la qualité de l'eau est effectuée dans les régions du projet de l'ONG pour :

1. évaluer la qualité des systèmes d'approvisionnement et du traitement de l'eau, nouvellement construits lors de leur mise en service.
2. contrôler la qualité des systèmes d'approvisionnement et de traitement existants.

Bien que ce rapport inclue la qualité de l'eau des filtres biosable, il n'inclut pas l'analyse de l'efficacité des filtres biosable dans nos programmes. 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, en fonction du milieu choisi et du contexte du projet.

3. Paramètres d'Analyse

Pour l'eau de boisson, les normes nationales, les directives de l'OMS, et l'UNICEF, conseillent de contrôler la qualité microbiologique en premier lieu (ex : coliformes fécaux ou *E. coli*). La limite acceptable a été établie à 10 CFU/100 ml. D'autres priorités importantes sont 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 nocifs pour la santé dans la région de notre projet, on trouve le fluorure et l'arsenic, et pour des raisons esthétiques, le fer, le manganèse, la couleur, l'odeur et le goût. Le pH et la turbidité seront également analysés dans le cadre du filtre biosable et de la chloration à domicile.

Les paramètres physiques et biologiques seront analysés tous les 3 mois, et la contamination chimique tous les 6 mois (si nécessaire).

4. Méthodologie d'Analyse

Les échantillons sont prélevés sur le terrain par des employés qualifiés sur le territoire (voir les fiches de collecte de données en annexe) dans des bouteilles à échantillon stérilisées et placées au réfrigérateur. Toute analyse débute dans les 8 heures suivant le prélèvement d'échantillon, par un technicien qualifié, dans une salle conçue pour cela et un environnement propre.

Paramètre	Méthode	Détails
<i>E. Coli</i>	Filtration par Membrane avec bouillon Coliscan-MF	Voir le protocole d'analyse en annexe. Des doubles échantillons sont analysés, 1 témoin pour 20 échantillons.
pH	Bandelettes test	Produit : Bandelettes test EMD. réf.9588-3. Plage de pH de 5 à 10, pas de 0.3 à 0.5
Turbidité	Tube à turbidité	Wagtech
Couleur, odeur, goût	Observation visuelle et discussion avec l'utilisateur	Voir fiches de collecte de données
Fluorure	Comparaison visuelle de couleur	Disque de Couleur Wagtech (Wag-WE10224) et réactif Wag-WE10322 (Plage de 0 à 1.5 mg/l). Des dilutions sont effectuées pour les concentrations supérieures à la plage au moyen d'eau déionisée
Arsenic	Arsenator Wagtech	Plage de 2 à 100ppb
Fer	Bandelettes test	ITS Inc. Sensafe Iron Check (réf. 480125). Plage 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	ITS Inc. Sensafe Iron Check (réf. 481020). Plage 0 à 2 mg/l. Sensibilités : <0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0 ppm (mg/L)

5. Résultats

Les résultats ont été reportés sur des fiches d'enregistrement de données et récapitulés dans le tableau suivant. L'information est regroupée par source et par village. Afin d'effectuer une analyse de tendance, les données des trimestres précédents ont été incluses dans le tableau. Toutes les nouvelles données sont en *italique*. Les paramètres, excédant les normes nationales de la qualité de l'eau de boisson, sont représentés en **gras**.

ID de l'échantillon	Date	pH	Tb*	F*	Ar*	Fe*	Mn*	E. Coli*	Obs*
Echantillons du puits foré (Marché- BHA)									
<i>Lieu : Village A – Profondeur 52m – Pompe à main India Mark II (Date de mise en service : 12 Jan. 2007)</i>									
BHA-1	12-01-07	8	10	0	0	0.3	0.2	15	Mise en service récente. Dalle et pompe propres
BHA-2	15-04-07	ND	<5	ND	ND	ND	ND	5	Léger goût métallique
BHA-3	10-07-07	7.9	<5	0	0	0.4	0.3	0	Goût métallique. Plaintes des utilisateurs
BHA-4	12-10-07	ND	<5	ND	ND	ND	ND	10	Légère coloration (orange)
BHA-5	14-12-07	8	10	0	0	0.4	0.2	30	Dalle fissurée
Echantillons du puits foré (Ecole- BHB)									
<i>Lieu : Village B - Profondeur 45m – Pompe à main India Mark II (Date de mise en service : 13 Déc. 2007)</i>									
BHB-1	14-12-07	7.2	<5	20	0	0.2	0	0	L'eau sent le chlore
Echantillons du puits creusé (HDC)									
<i>Lieu: Village C - Profondeur 8m – Puits ouvert (Date de mise en service : 6 Juil. 2007)</i>									
HDC-1	10-07-07	7.5	10	0	0	0.1	0	150	
HDC-2	12-10-07	ND	40	ND	ND	ND	ND	260	Eau légèrement trouble
HDC-3	14-12-07	4.5	50	0	0	0.1	0	500	Eau ce couleur marron
Echantillons du filtre biosable (Réf : BSD1)									
<i>Lieu : Village D - (date d'installation : 10 Jan. 2007)</i>									
BSD1-1	12-01-07	8	10	0	0	0.0	0	14	Eau légèrement trouble
BSD1-2	15-04-07	ND	5	ND	ND	ND	ND	10	
BSD1-3	10-07-07	7.5	<5	0	100	0.0	0.01	0	Eau du puits foré utilisée pendant la saison sèche
BSD1-4	12-10-07	ND	<5	ND	ND	ND	ND	10	
BSD1-5	14-12-07	8	5	0	0	0.0	0	3	

* **Tb** = Turbidité (NTU), **F** = Fluorure (ppm), **Ar** = Arsenic (ppb), **Mn** = Manganèse (ppm), **E. coli** = CFU/100ml, **Obs** = Observations faites par l'employé sur le terrain. **ND** = Le paramètre n'a pas été analysé.

6. Interprétations et Recommandations

Résumé

- La qualité bactériologique de tous les systèmes analysés se situait dans un intervalle acceptable (0 à 14 CFU/100 ml), sauf le puits creusé du Village C (réf : HDC) qui présentait des niveaux élevés de contamination fécale (500 CFU/100 ml lors de la dernière analyse), et récemment le puits foré du Marché du Village A.
- De très hauts niveaux de fluorure (20 mg/L, 10 fois la limite) ont été détectés lors de la première analyse du puits creusé récemment et mis en service à l'école du Village B.
- De l'arsenic a été trouvé en concentration excessive (100 ppb) dans un filtre biosable (BSB1) du Village D en juillet.

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 montre une infiltration possible des eaux de la surface ou un développement insuffisant du puits foré. Cela peut entraîner une contamination bactériologique. On recommande davantage d'analyses, la vérification de l'intégrité du tablier du puits et du compte-rendu du forage, du traitement et de la réhabilitation, si possible. Le fer semble être également un problème. On recommande la poursuite des analyses, associées à des enquêtes auprès des utilisateurs pour déterminer si les concentrations sont dissuasives (pouvant conduire à revenir vers des sources d'eau moins sûres). On suggère la sédimentation et la filtration, et d'expliquer que ce n'est pas dangereux pour la santé.

Village B

Nouveau puits foré : ce sont les premières analyses. Le fluorure est plus de 100 fois supérieure à la limite. On recommande de nouvelles analyses du fluorure, dès que possible, pour confirmation.

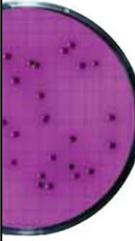
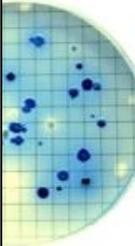
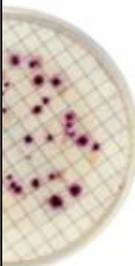
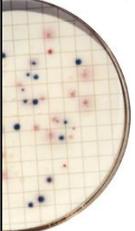
Village C

Le puits creusé (réf : HDC) a montré des niveaux significatifs et croissants de contamination fécale (500 CFU/100 ml) depuis la mise en service du puits (juillet 2007). Cela peut être dû à une infiltration de l'eau de surface et/ou à une mauvaise hygiène des utilisateurs. On recommande de vérifier le tubage du puits et les pratiques d'assainissement dans les régions. On conseille aux utilisateurs de traiter l'eau.

Village D

L'analyse de juillet a montré 100 ppb d'arsenic. Des études ultérieures, en août, ont confirmé que les utilisateurs des filtres biosable dans la région utilisent l'eau d'un puits foré pendant la saison sèche (un puits contaminé à l'arsenic), car le puits creusé pendant la saison des pluies s'assèche. On recommande d'adapter les filtres biosable à la région, afin d'éliminer l'arsenic, ou d'utiliser une autre source pendant la saison sèche. Des analyses supplémentaires de l'arsenic doivent être effectuées pour confirmer la contamination.

Milieux de Culture pour Analyse Microbiologique

Photo	Milieu de Culture	Type	Convient pour les indicateurs*			Temps et température d'incubation	Forme / Contenant	Décompte des colonies
			T C	TT C	<i>E. coli</i>			
	m-Laurylsulfate (MLSB)	Bouillon Tampon Nutritif	X	X		~30°C pendant 4 heures, puis 44 ± 0.5 °C (pour FC) pendant 14h 35.0 ± 0.5°C (pour TC) pendant 18h	Poudre (38.1g ou 500g)	Les coliformes thermo tolérants et les coliformes totaux produisent des colonies jaunes
	m-Endo	Bouillon Gélose Tampon Nutritif	X		(X)	35.0 ± 0.5°C pendant 24h	Poudre Tampons déshydratés	Les coliformes totaux produisent des colonies, du bleu clair au bleu foncé (<i>E. Coli</i> produit des colonies rouges sombres avec des reflets métalliques verts)
	m-FC	Bouillon Gélose		X		44.5 ± 0.5°C	Poudre	Les coliformes thermo tolérants produisent des colonies, du bleu au gris-bleu
	m-TEC Modifié	Gélose			X	35.0 ± 0.5°C pendant 2h puis 44.5 ± 0.5°C pendant 22-24h	Poudre	<i>E. coli</i> produit des colonies rouges magenta.
	m-ColiBlue24	Bouillon Gélose			X	35 ± 0.5°C pendant 22-24h	Liquide (ampoules de 2 ml, bouteilles en verre de 100ml) – réfrigéré Plaques de gélose préparées	<i>E. coli</i> produit des colonies bleues et les coliformes totaux produisent des colonies rouges.
	Coliscan MF	Bouillon Gélose	X		X	Température ambiante à 37°C (idéalement 34-37°C pendant 18-20 h)	Liquide (bouteilles plastiques de 20 ml) – congelé	<i>E. coli</i> produit des colonies bleues violets ou rouges foncés

* TC – Coliformes Totaux, FC – Coliformes Thermotolérants

Directives de l'OMS pour la Qualité de l'Eau de Boisson : Produits Chimiques Sélectionnés

Produit chimique	Valeur de la directive
pH	Aucune valeur proposée
Aluminium	Aucune valeur proposée
Ammoniac	Aucune valeur proposée
Antimoine	0.02 mg/L
Arsenic	0.01 mg/L
Baryum	0.7 mg/L
Bore	0.5 mg/L
Cadmium	0.003 mg/L
Calcium	Aucune valeur proposée
Chlorure	Aucune valeur proposée
Chlore	5 mg/L
Chrome	0.05 mg/L
Cuivre	2.0 mg/L
Cyanure	0.07 mg/L
Fluorure	1.5 mg/L (il est conseillé d'avoir 0.5 - 1.0 mg/L pour la fluoration artificielle de l'eau de boisson)
Fer	Aucune valeur proposée
Plomb	0.01 mg/L
Manganèse	0.4 mg/L
Mercuré	0.006 mg/L (pour le mercure inorganique)
Molybdène	0.07 mg/L
Nickel	0.07 mg/L
Nitrate	50 mg/L
Nitrite	3 mg/L (exposition à court terme) 0.2 mg/L (exposition à long terme)
Potassium	Aucune valeur proposée
Argent	Aucune valeur proposée
Sodium	Aucune valeur proposée
Total des Solides Dissous (TDS)	Aucune valeur proposée
Uranium	0.015 mg/L
Zinc	Aucune valeur proposée

(Adapté par l'OMS, 2006)

Effets éventuels sur la Santé

L'effet du contaminant sur la santé humaine dépend beaucoup du type de contaminant, de sa concentration, de la durée et de la fréquence d'exposition. L'âge de l'utilisateur, 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 contaminants chimiques, leurs effets sur la santé et les sources éventuelles de contamination.

Effets éventuels sur la Santé de la Contamination Chimique

Produit chimique	Effet éventuel sur la santé de la consommation d'eau	Source
Aluminium	Peu d'indications que l'aluminium absorbé par voie orale ne soit extrêmement toxique. Aucune directive.	Présence naturelle. 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 n'a pas d'effet immédiat sur la santé. Aucune directive.	Egouts, processus industriels et activités agricoles
Antimoine	Démangeaisons, peau rugueuse et abîmée. Une exposition à long terme et régulière provoque l'eczéma et la dermatite	Des concentrations élevées peuvent être dues à l'activité minière et aux volcans actifs.
Arsenic	Maladie de peau (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 la 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	Effet éventuel sur la santé de la consommation d'eau	Source
Calcium	Elément essentiel à la nutrition humaine. Aucune directive proposée.	Présence naturelle
Chlorure	Plusieurs études ont suggéré que le chlorure pourrait jouer un rôle dans le fonctionnement des reins et dans la nutrition.	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, si les niveaux de chlore rencontrés dans l'environnement sont modérés. 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 données toxicologiques.	Présence naturelle. L'alimentation est la principale source d'absorption.
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. 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 du 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	Elément essentiel à la nutrition humaine. Aucune directive.	Présence naturelle. Un des métaux les plus abondants. Egalement rencontré dans l'eau de boisson du à 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, manques de l'attention et des capacités d'apprentissage. Adultes : problèmes rénaux, pression sanguine élevée.	Utilisé dans la fabrication des matériaux de soudures et alliages des batteries acide-plomb. Le plomb dans l'eau de boisson provient généralement des systèmes de tuyauterie des foyers dont les soudures et les raccords ont été réalisés avec du plomb.

Produit chimique	Effet éventuel sur la santé de la consommation d'eau	Source
Manganèse	Elément 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 la fabrication, le nettoyage, la javellisation et la désinfection de produits. L'alimentation est la principale source d'exposition.
Mercuré	Provoque des dommages neurologiques et rénaux.	Utilisé dans l'industrie minière, la production de chlore, dans des applications électriques et dans les amalgames dentaires. L'alimentation est la principale source d'exposition.
Molybdène	Elément essentiel à la nutrition humaine. De fortes doses peuvent entraîner un dysfonctionnement du foie, et des douleurs articulaires aux genoux, aux mains et aux pieds.	Présence naturelle. élément relativement rare. Utilisé dans la fabrication d'aciers spéciaux, comme additif dans les lubrifiants et dans l'agriculture pour éviter les déficiences en molybdène des cultures. Peut être trouvé en concentrations élevées près des sites miniers.
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.
Nitrate et nitrite	Le principal problème de santé est la méthémoglobinémie ou le syndrome du bébé bleu, qui se produit chez les nourrissons habituellement nourris au biberon. Parmi ces symptômes, on trouve 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.
Potassium	Elément essentiel à la nutrition humaine. Aucune directive. Une exposition élevée peut entraîner des problèmes de santé aux personnes souffrant de maladie rénale 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 qui provoqueraient 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.

Produit chimique	Effet éventuel sur la santé de la consommation d'eau	Source
Argent	Aucune directive. Seul un faible pourcentage d'argent est absorbé par le corps.	Présence naturelle. Il est occasionnellement rencontré dans l'eau souterraine, l'eau de surface et l'eau de boisson. Les sels d'argent sont parfois utilisés par les technologies TED pour réduire les bactéries (ex : filtres céramiques)
Sodium	Aucune directive.	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.
Total des Solides Dissous (TDS)	Bien qu'il n'y ait pas de problème de santé direct, des concentrations très faibles ou très élevées peuvent provoquer un goût désagréable.	Le TDS dans l'eau de boisson provient de sources naturelles, d'égouts, de ruissellement urbain et d'eaux usées industrielles. Les concentrations de TDS dans l'eau varient beaucoup selon les zones géologiques.
Uranium	Peu d'information disponible 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 sur l'eau de boisson.	Présence naturelle. Utilisé principalement comme combustible dans les centrales nucléaires. La contamination est provoquée par les écoulements de gisements naturels, de rejets d'opérations minières, d'émissions de l'industrie nucléaire, de la combustion de charbon et autres combustibles, et de l'utilisation d'engrais au phosphate qui contiennent de l'uranium.
Zinc	Le zinc est un oligo-élément essentiel dans la nutrition humaine. Aucune directive.	Présent dans virtuellement tous les aliments et eaux de boisson. L'alimentation est la principale source d'exposition.

(Adapté de l'OMS, 2006)