



DÉSINFECTION PAR TRAITEMENT ULTRAVIOLET DES SOURCES D'EAU PRIVÉES À USAGE DOMESTIQUE OU AGRICOLE

NOVEMBRE 2008

Introduction

Le traitement par la lumière ultraviolette (UV) est devenu une technologie établie de désinfection de l'eau en raison de sa très grande capacité à tuer ou à inactiver de nombreuses espèces de micro-organismes pathogènes. La désinfection par rayonnement ultraviolet est efficace contre les bactéries, les parasites protozoaires (p. ex. *Giardia*, *Cryptosporidium*), et, à fortes doses, peut aussi être efficace contre la plupart des virus.

La désinfection par traitement UV est appropriée dans le cas d'un certain nombre d'usages résidentiels et commerciaux de l'eau, tels que :

- Agriculture : bétail, irrigation, laiteries, etc.
- Eau potable domestique, usage résidentiel
- Eau potable domestique, usage municipal
- Industrie des aliments et des boissons
- Brasseries, vineries
- Traitement secondaire des eaux usées municipales

Le présent bulletin technique fournit des renseignements de base sur les sujets suivants :

1. Qu'est-ce que la désinfection par traitement UV?
2. Comment fonctionne la technologie UV?
3. Comment dimensionner et installer correctement un petit système de désinfection par traitement UV?
4. Comment utiliser et entretenir un système de traitement UV?

Il constitue un guide sur l'utilisation de la désinfection par traitement UV. Les dispositifs UV ne fonctionnent

pas en mode autonome. Il faut d'abord appliquer un prétraitement approprié spécialement conçu (p. ex. coagulation, filtration) avant d'utiliser des dispositifs UV.

Qu'est-ce que la désinfection par traitement UV ?

Les systèmes types de désinfection par traitement UV comprennent la circulation de l'eau à travers un récipient contenant une lampe UV, comme l'illustre la figure 1. Durant le passage de l'eau dans le récipient, les micro-organismes sont exposés à une énergie lumineuse ultraviolette intense qui endommage les molécules génétiques (c.-à-d. les acides nucléiques, soit l'ADN et l'ARN) nécessaires à la reproduction. Ces lésions empêchent le micro-organisme de se multiplier

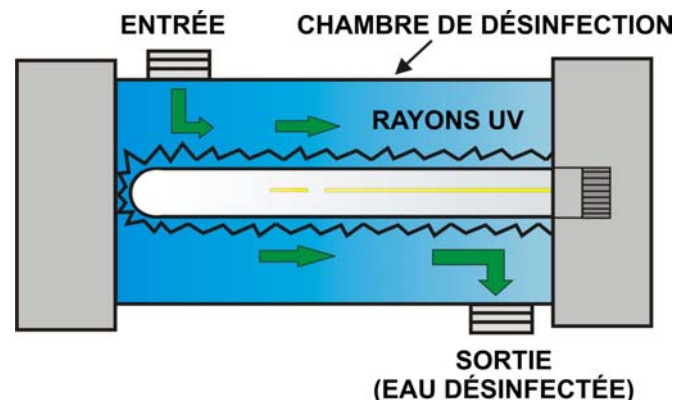


Figure 1 : Schéma élémentaire d'une unité de traitement UV avec lampe

ou de se reproduire chez un hôte humain ou animal. Comme le micro-organisme ne peut plus se multiplier, aucune infection n'a lieu. La désinfection de l'eau par rayons ultraviolets se fait par *inactivation des micro-organismes*.

Comment fonctionne la technologie UV

La lumière ultraviolette (UV) est un rayonnement électromagnétique qui se déplace par ondes dans toutes les directions à partir de la source émettrice (lampe). On la trouve dans le spectre lumineux entre les rayons X et la lumière visible; la longueur d'onde de la lumière ultraviolette varie de 200 à 390 nanomètres (nm). Du point de vue de la désinfection microbienne, la longueur d'onde la plus efficace est 254 nm, car il s'agit de celle pour laquelle l'intensité énergétique est optimale. Cette relation entre l'efficacité de la désinfection microbiologique et la longueur d'onde émise par la lampe UV est illustrée à la figure 2.

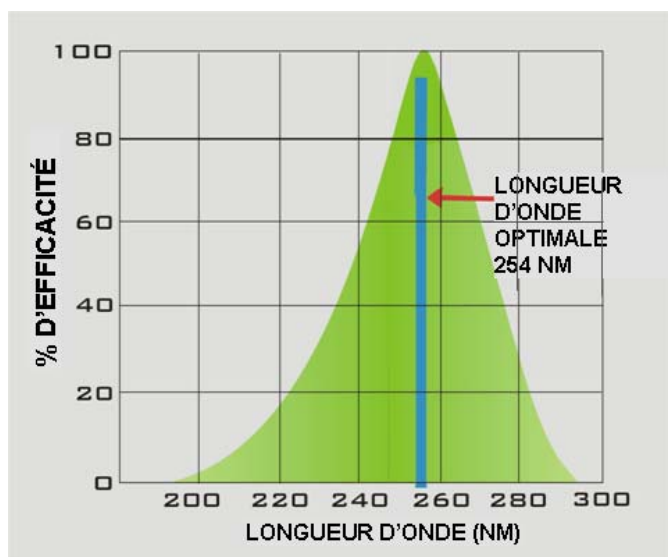


Figure 2: % efficacité en fonction de la longueur d'onde émise par la lampe UV

En général, un appareil de désinfection par traitement UV est composé d'une lampe ou ampoule, d'une source d'alimentation et d'un ballast électronique. La figure 3 donne un exemple d'appareil type.



Figure 3: Schéma de l'appareil de traitement UV avec le couvercle enlevé

Les lampes à décharge de mercure à basse pression (celles utilisées le plus fréquemment dans les petits systèmes sont de conception et de construction semblables aux lampes fluorescentes) émettent une longueur d'onde de 254 nm, qui est considérée comme une bonne source de rayonnement UV pour procéder à la désinfection. Il se forme un arc électronique de la longueur de la lampe qui se propage dans un gaz inerte contenant du mercure. La chaleur libérée par l'arc vaporise une partie du mercure qui s'ionise dans l'arc électronique et émet un rayonnement UV.

La lampe à rayons UV est faite de quartz, car celui-ci est traversé facilement par le rayonnement UV. Elle est emboîtée dans une gaine de protection en quartz qui permet l'exposition de l'eau aux effets désinfectants du rayonnement UV. Cette gaine de quartz protectrice empêche que l'eau entre en contact avec la lampe UV, ce qui modifierait la température de l'ampoule de verre, donc affecterait la pression de mercure dans la lampe et, à son tour, la puissance des rayons UV. Une gaine en Téflon^{MD} pourrait être utilisée à la place de la gaine de quartz, mais alors que ce dernier n'absorbe que 5 % du rayonnement UV, le Téflon^{MD} en absorbe 35 %; par conséquent, l'usage du Téflon^{MD} est

déconseillé (Combs et McGuire, 1989, dans *Alternative Disinfectants and Oxidants Guidance Manual*, EPA, 1999).

Les ballasts servent à contrôler la puissance des lampes UV. Ils doivent fonctionner à une température inférieure à 60 °C pour éviter leur défaillance prématurée. Ceux utilisés le plus fréquemment sont de type électronique ou électromagnétique. Les ballasts électroniques fonctionnent à une beaucoup plus haute fréquence, ce qui réduit la température de fonctionnement de la lampe, la consommation d'énergie et la production de chaleur, et prolonge la durée de vie du ballast (DeMers et Renner, 1992, dans *Alternative Disinfectants and Oxidants Guidance Manual*, EPA, 1999). Certains types de ballasts électroniques assurent une puissance constante de la lampe quelle que soit la tension ou la fréquence d'entrée.

Parmi les techniques de désinfection, le rayonnement UV a un mode d'action distinctif, car il ne tue pas nécessairement tous les organismes ciblés. Il est plutôt absorbé par les micro-organismes, où il endommage les acides nucléiques du matériel génétique (ADN, ARN) responsable de la reproduction et de la multiplication. Comme les micro-organismes ne peuvent pas se multiplier, ils ne peuvent pas infecter un hôte humain ou animal.

Facteurs ayant une incidence sur l'efficacité du traitement UV

- Solarisation et détérioration des électrodes (voir la section « Fonctionnement et entretien d'un système de traitement UV »)
- Formation de films chimiques (p. ex., fer, tartre de calcium-magnésium, manganèse, etc.) ou biologiques (produits par des micro-organismes) à la surface des lampes UV ou de la gaine de quartz
- Composés organiques et inorganiques dissous
- Agglutination de micro-organismes
- Turbidité
- Couleur
- Transmittance UV (TUV)

- Court-circuit dans l'eau qui circule dans la chambre de désinfection par rayonnement UV

Avantages du traitement UV

Les avantages du traitement UV relativement aux autres méthodes de désinfection sont les suivants :

- Pas d'utilisation de produits chimiques (ou réduction de l'utilisation de produits chlorés lorsqu'on a recours à la désinfection par traitement UV)
- Pas de production connue de sous-produits chimiques
- Système facile à installer, à utiliser et à entretenir
- Procédé en ligne qui ne requiert pas de chambre de mise en contact
- Exploitation peu coûteuse

Inconvénients/limitations du traitement UV

(Les limitations du traitement UV sont extraites des ouvrages suivants : *Alternative Disinfectants and Oxidants Guidance Manual* de l'EPA, *Ultraviolet Disinfection Guidance Manual for the Final Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule* de l'EPA et *Lignes directrices sur la conception des ouvrages et systèmes d'alimentation en eau potable dans les communautés des Premières nations* du MAINC.)

L'efficacité d'un système de traitement UV en vue d'éradiquer la contamination microbiologique dépend des propriétés chimiques, physiques et microbiologiques de l'eau entrant dans le système. Les principaux paramètres de qualité de l'eau qui limitent l'efficacité de la désinfection par rayonnement UV incluent :

Micro-organismes pathogènes – Selon Santé Canada et l'Agence américaine de protection de l'environnement (US EPA), la lumière UV désinfecte l'eau contaminée par des bactéries comme *E. coli*, par des kystes de protozoaires tels que *Cryptosporidium* et *Giardia*, et par la plupart des virus. Comme la lumière UV agit moins bien sur

L'inactivation des virus, de très fortes doses d'UV sont requises pour que la désinfection soit efficace si des virus sont présents. La plupart des virus peuvent toutefois facilement être inactivés par une désinfection au chlore. Dans le cas des petits systèmes ruraux alimentés par des eaux de surface ou des eaux souterraines susceptibles d'être contaminées par les eaux de surface, il est donc préférable de recourir à une combinaison de rayonnement UV et de chlore pour la désinfection. (Pour connaître les doses d'UV et les taux d'efficacité pour l'élimination des organismes pathogènes, consultez les documents techniques relatifs aux recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada de Santé Canada et le tableau 1.4 dans le guide *Ultraviolet Disinfection Guidance Manual for the Final Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule* de l'US EPA.)

Solides dissous totaux (SDT) – Empêchent la pénétration de la lumière dans l'eau. La mesure des SDT est un substitut pour la détermination des matières inorganiques et des polluants inorganiques éventuels. Certains fabricants de systèmes de traitement UV recommandent que les SDT soient inférieurs au seuil de 800 à 1 000 mg/L.

Solides en suspension/turbidité – Protègent les microbes contre la lumière UV de sorte que les micro-organismes pathogènes traverseront l'appareil de traitement UV sans être inactivés. Les solides en suspension totaux devraient être inférieurs à 10 mg/L et la turbidité devrait être inférieure à 1,0 unité de turbidité néphélométrique (unité NTU).

Fer/manganèse – Caused une coloration des lampes ou des gaines de protection en quartz. Le fer affecte les gaines de protection à une concentration aussi faible que 0,1 mg/L; idéalement, la concentration de fer ne devrait pas excéder 0,3 mg/L et aucune ferrobactérie ne devrait être présente. La concentration de manganèse devrait être inférieure à 0,05 mg/L.

Sulfure d'hydrogène – Abîme les lampes à une concentration > 0,2 mg/L; idéalement, aucune odeur de sulfure d'hydrogène ne devrait être décelée.

Calcium/magnésium – Se combinent pour produire la dureté de l'eau et la formation de tartre sur la lampe ou sur la gaine de protection en quartz à une concentration supérieure à 120 mg/L sous forme de CaCO₃.

Bactéries coliformes – Il est recommandé de limiter la désinfection par rayonnement UV au traitement de l'eau dont la concentration maximale en coliformes totaux est inférieure à 1 000 bactéries/100 mL.

TUV – La transmittance UV étant une mesure du pourcentage de transmission de la lumière UV, elle est par conséquent un indicateur l'efficacité que peut avoir la lampe UV. En ce qui concerne la possibilité de désinfection par rayonnement UV, l'EPA classe l'eau de la façon suivante : TUV > 95 %, excellente; TUV > 85 %, bonne et TUV > 75 %, passable. La plupart des fabricants de systèmes de traitement UV suggèrent que la TUV soit > 75 %. Certains d'entre eux indiquent que la concentration des tanins devrait être inférieure à 0,1 mg/L, car ils peuvent réduire la TUV. Par conséquent, la mesure de la TUV est plus utile, plus simple et moins coûteuse que l'analyse des tanins en laboratoire.

Les principaux inconvénients sont les suivants :

- Pas de capacité désinfectante résiduelle durant le stockage (contrairement au chlore);
- Pas de capacité désinfectante résiduelle dans le réseau de distribution (contrairement au chlore);
- La qualité de l'eau peut affecter sérieusement la capacité de désinfection;
- De très fortes doses d'UV sont requises pour inactiver les virus;
- Un prétraitement ou une préfiltration peuvent être nécessaires pour réduire la turbidité de l'eau brute.

Ces limitations doivent être prises en considération si l'on veut intégrer la désinfection par traitement UV dans la conception d'un système. Il pourrait être judicieux d'utiliser une méthode de désinfection secondaire, comme la chloration, qui assurera une capacité de désinfection résiduelle, selon le type de système et le niveau souhaité de protection.

Classes de systèmes de traitement UV

Par définition, la dose est égale à l'intensité du rayonnement UV multipliée par la durée d'exposition. Elle est exprimée en millijoules par centimètre carré (mJ/cm^2). Un millijoule par centimètre carré est égal à un milliwatt seconde par centimètre carré ($\text{mW s}/\text{cm}^2$) ou à 1 000 microwatts seconde par centimètre carré ($\mu\text{W s}/\text{cm}^2$). Une brève durée d'exposition sous une forte intensité peut être aussi efficace qu'une longue durée d'exposition sous faible intensité, à condition que le produit de l'intensité par la durée d'exposition soit le même.

Deux classifications différentes des systèmes de traitement UV sont utilisées dans la norme 55 de l'ANSI/NSF - *Ultraviolet Microbiological Water Treatment Systems intended for point of use (POU)/point of entry (POE) systems* :

Systèmes de classe A – Les systèmes fournissant une dose de $40\,000\ \mu\text{W s}/\text{cm}^2$ ($40\ \text{mJ}/\text{cm}^2$) sont conçus pour inactiver et (ou) enlever les micro-organismes, y compris les bactéries, les parasites et les virus, présents dans l'eau contaminée afin de ramener leur concentration à un niveau non dangereux. Les systèmes de classe A peuvent être utilisés comme systèmes de traitement de l'eau domestique, et être installés au point d'entrée ou au point d'utilisation des systèmes d'alimentation en eau privés en milieu rural, à condition que la qualité de l'eau à traiter soit acceptable, et que soient mis en place des systèmes de prétraitement adéquats. Le prétraitement et la filtration de la source d'eau sont des étapes initiales obligatoires (c.-à-d. avant l'installation d'un dispositif de traitement UV de classe A) dans le cas de toutes sources d'approvisionnement d'eau de surface, des eaux souterraines sous l'influence directe d'eau de surface ou de toute autre source d'eau souterraine dont la qualité est médiocre (voir Inconvénients/limitations du traitement par rayonnement UV).

Systèmes de classe B – Les systèmes qui fournissent une dose de $16\,000\ \mu\text{W s}/\text{cm}^2$ ($16\ \text{mJ}/\text{cm}^2$) sont conçus pour le traitement bactéricide supplémentaire de l'eau potable publique traitée et désinfectée ou d'une autre source d'eau potable qui a été testée et jugée acceptable pour la

consommation humaine par les autorités locales. Ces systèmes sont conçus pour réduire uniquement la concentration des micro-organismes non pathogènes ou indésirables normalement présents dans l'eau. Les systèmes de classe B ne devraient **pas** être utilisés dans les systèmes à usage résidentiel ou dans les petits systèmes servant à l'alimentation en eau privée en région rurale. Les systèmes de classe B ne sont pas conçus pour inactiver ou enlever les micro-organismes pathogènes.

La certification aux normes de la NSF assure que l'appareil de traitement UV est construit conformément aux normes industrielles couramment reconnues et a été testé comme il convient.

Comment dimensionner et installer correctement un système de traitement UV

Dimensionnement

La détermination de la capacité correcte d'un système de traitement UV est basée sur trois variables, à savoir le débit d'eau maximal, la dose d'UV requise et la transmittance UV de l'eau. De nombreux fabricants publient des tables de dimensionnement qui facilitent la détermination de la taille de l'équipement appropriée pour l'application considérée.

Étape 1 – Détermination du débit maximal

Le débit maximal d'un système est celui qui survient quand des prélèvements d'eau ont lieu simultanément en plusieurs points. En général, une habitation typique dotée de conduites de branchement de 19 mm ($\frac{3}{4}$ pouce) aura un débit maximal de 27 L/min (7 gallons US/min). Une habitation munie de conduites de branchement de 25 mm (1 pouce) peut avoir des débits de pointe aussi élevés que 57 L/min (15 gallons US/min) ou plus. Le tableau 1 permet d'estimer le débit maximal prévu afin de déterminer la taille d'un appareil de traitement UV d'usage résidentiel. D'autres méthodes doivent être utilisées pour déterminer le débit maximal pour les applications agricoles, comme les systèmes d'abreuvement des animaux et les eaux de lavage des étables.

Tableau 1 – Débit typique d’une habitation moyenne

Nombre de chambres à coucher	Nombre de salles de bain			
	1	1,5	2	3
Débit (L/min)				
2	23	30	38	—
3	30	38	45	—
4	38	45	53	61
5	—	49	57	64

1 gallon US/min = 3,78 L/min

<http://www.healthymall.com/water-flow-rates-gpm.htm>

Étape 2 – Choix de la dose appropriée de rayonnement UV

Le niveau approprié de désinfection doit être choisi en fonction du type de source d’eau à traiter. Comme il est mentionné plus haut, il existe fondamentalement deux classes de systèmes de traitement UV, la classe A ou la classe B, qui produisent chacune une dose de rayonnement différente (voir la section « Classes de systèmes de traitement UV »).

Étape 3 – Mesure de la transmittance UV de l’eau

Il peut être avantageux de mesurer la transmittance UV (TUV) de la source d’eau et de l’eau qui entre dans le système de traitement UV proprement dit. La TUV est une mesure de la capacité de l’eau à transmettre la lumière UV. Elle est exprimée en pourcentage de la transmission du rayonnement UV (% T) réalisée dans l’eau distillée ou désionisée. L’eau de source à forte teneur en minéraux (fer, calcium, magnésium, manganèse, etc.) contribue à la formation d’un dépôt de tartre sur la lampe UV (voir la section Inconvénients/limitations du traitement UV). En outre, plus la concentration de certains micro-organismes est élevée, plus il risque de se former un film biologique sur la gaine ou dans le logement de la lampe. Tant les dépôts de tartre que les films biologiques réduisent la capacité désinfectante du système. L’efficacité du système de désinfection par traitement UV sera d’autant plus grande que la valeur de la TUV de l’eau traitée est élevée. L’eau de la plupart des puits profonds a une TUV d’environ 85 % ou plus. Les eaux dont la TUV est inférieure à 75 % nécessitent généralement un prétraitement afin de permettre une pénétration appropriée de la lumière ultraviolette. L’eau peut paraître relativement claire, mais avoir une

faible TUV. On peut vérifier la transmittance UV à l’aide d’un photomètre UV réglé à 254 nm (un instrument spécialisé qu’on peut obtenir auprès d’un laboratoire ou d’un fournisseur offrant ce type de matériel).

Étape 4 – Détermination de la taille requise

Partant de l’information recueillie aux étapes 1 à 3, la taille requise de l’appareil de traitement par rayonnement UV est déterminée en se servant du tableau de dimensionnement du produit fourni par le fabricant et de l’aide technique ou des publications fournies par des fournisseurs de systèmes de traitement de l’eau de bonne réputation.

Il est essentiel que l’appareil de traitement UV choisi ne soit pas de dimensions trop petites pour l’application à laquelle il est destiné. Le sous-dimensionnement pourrait causer une désinfection inadéquate et éventuellement dangereuse. En cas de doute quant aux dimensions d’un appareil de traitement UV, il faut toujours utiliser une taille plus grande.

Choix de l’appareil de traitement UV et conception du système

Une fois le dimensionnement de l’appareil de traitement UV terminé, le choix et la conception du système peuvent se poursuivre. Certains dispositifs UV comprennent des fonctions supplémentaires déjà intégrées. Il importe de consulter le fabricant pour sélectionner un appareil doté des caractéristiques appropriées à l’usage qu’on prévoit faire de l’eau.

Certaines fonctions facultatives sont offertes pour les appareils de traitement UV. Des options telles qu’un moniteur d’intensité de la lampe UV raccordé à des alarmes visuelles ou sonores, des minuteries, des afficheurs numériques, des sondes de température, des ballasts électroniques et des lampes à rendement élevé peuvent être fort utiles. Des options de sécurité supplémentaires peuvent être intégrées dans la conception et le schéma de montage d’un système. Une vanne électromagnétique peut être utilisée pour empêcher l’eau non traitée d’entrer dans le système de distribution d’eau en cas de panne d’électricité, de

malfonction de l'appareil ou de défaillance de la lampe.

L'exploitation et l'entretien doivent également être pris en considération lors de la conception du plan d'assemblage du système. L'installation d'un clapet à bille avant le préfiltre de 5 µm, avec un robinet de puisage et un robinet d'isolement après l'appareil de traitement UV permettra d'isoler le système pour l'entretien, c'est-à-dire pour changer le préfiltre et la lampe UV. Cette vanne joue le rôle de point de prélèvement et de soupape de surpression. Dans les systèmes de traitement de l'eau, l'installation de désinfection figure habituellement à l'étape finale du traitement, à l'endroit le plus proche du point d'utilisation ou de distribution, comme l'illustre la figure 4.

Des appareils de traitement UV ont été intégrés dans le procédé de désinfection dans le cas de diverses conceptions et configurations de systèmes. La figure 5 illustre un appareil de traitement UV utilisé avec un filtre à carbone et un adoucisseur d'eau, tandis que les figures 6 et 7 donnent des exemples de systèmes au point d'utilisation habituellement installés sous l'évier de cuisine.

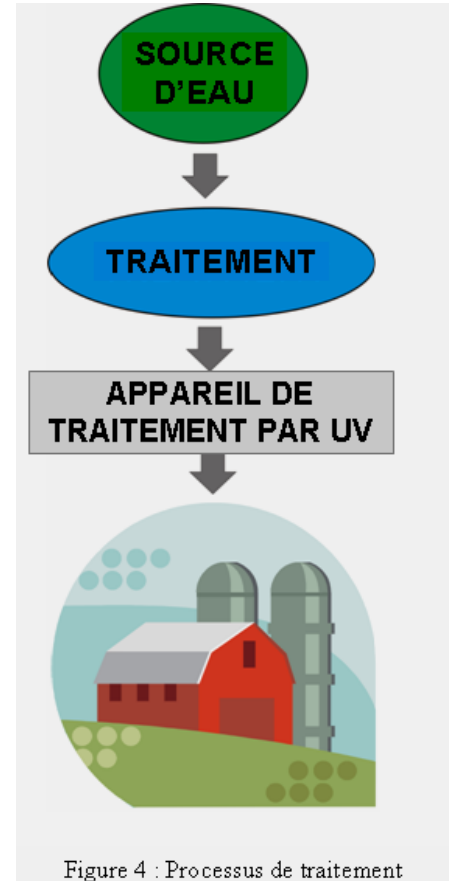


Figure 4 : Processus de traitement

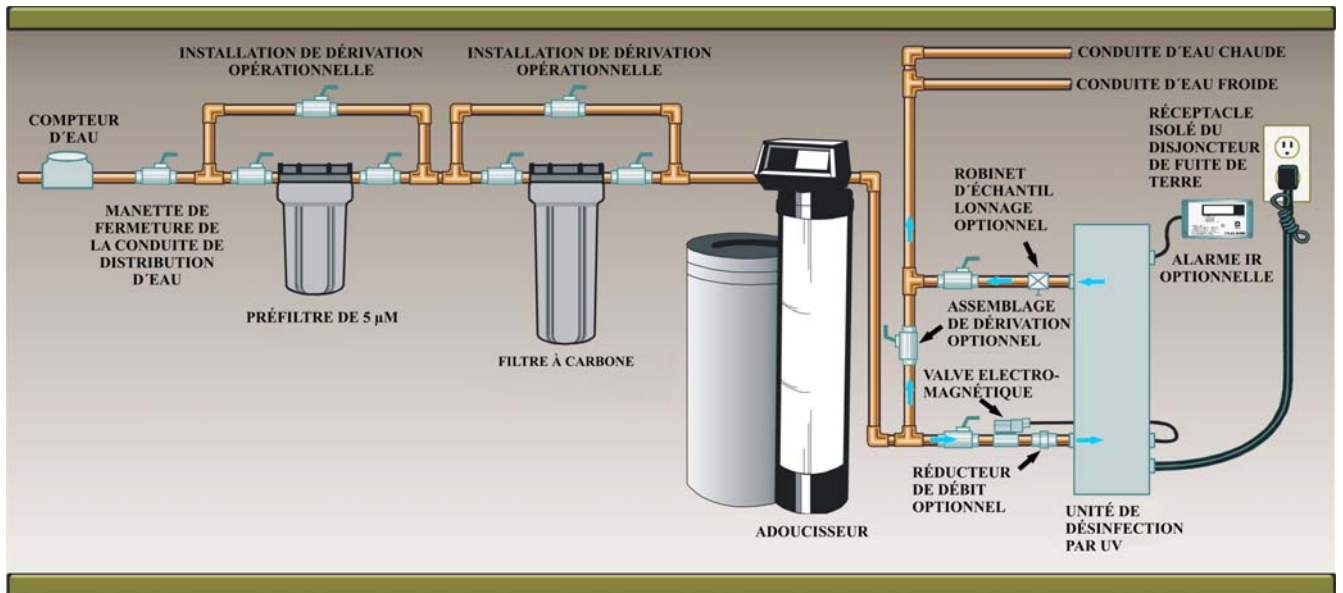


Figure 5: Système d'adoucissement typique avec désinfection par traitement UV

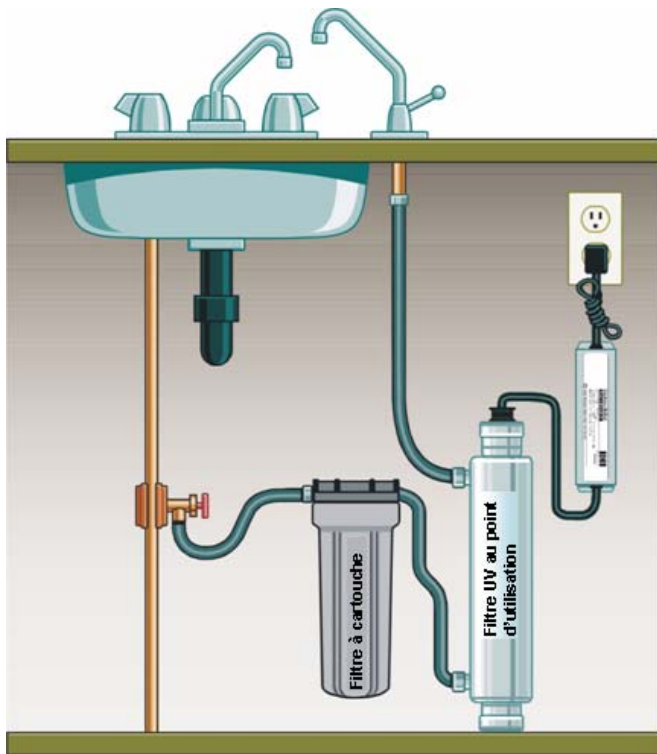


Figure 6: Appareil typique de traitement UV au point d'utilisation installé sous l'évier

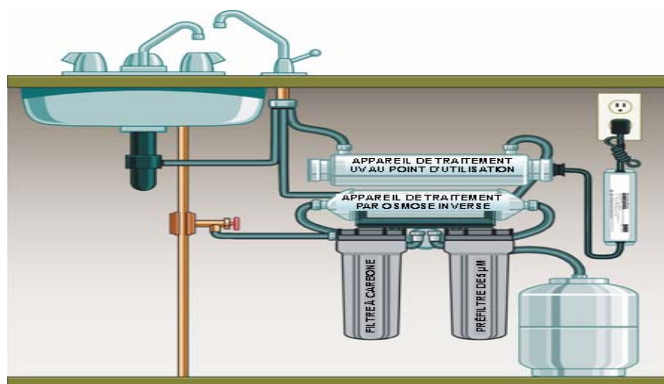


Figure 7: Appareil typique de traitement UV au point d'utilisation avec osmose inverse installé sous l'évier

Installation

Étape 1 – Équipement et fournitures

Équipement et fournitures habituellement requis :

Appareil de traitement UV et filtre à sédiments de 5 microns (5 µm)

Plomberie

Tuyaux, deux vannes d'arrêt, robinet de puisage, raccords de tuyauterie, coudes, chalumeau à propane, fil de soudage plein, flux en pâte, toile d'émeri, coupe-tuyau, clés à tube, ruban de téflon, etc.

Matériel électrique

Disjoncteur de fuite à la terre, coffret électrique (s'il n'existe pas déjà ou qu'aucun espace de circuit n'est disponible dans la boîte des disjoncteurs existante), fil électrique, coupe-fil, pinces à dénuder, raccords, ruban isolant, etc.



Matériel de base

Vis, gants, protection pour les yeux, ruban à mesurer, règle, tournevis, foreuse, etc.

Étape 2 – Information fournie par le fabricant

Lire l'information sur le produit, les instructions d'installation et les mesures de sécurité à prendre fournies par le fabricant avant de commencer. Consulter le fabricant, le fournisseur ou une autre source de bonne réputation en vue d'obtenir une aide supplémentaire au besoin.

Étape 3 – Préparation de l'emplacement

Choisir un emplacement approprié pour le montage ou l'installation sur le mur d'un panneau de contreplaqué qui soutiendra tous les composants nécessaires du système. Installer une prise munie d'un disjoncteur de fuite à la terre sur le panneau pour assurer l'alimentation électrique de l'appareil de traitement UV. Toujours s'assurer que l'électricité a été coupée pour faire des raccords électriques en toute

sécurité, et que l'installation satisfait aux normes locales en matière de plomberie et d'électricité.

Étape 4 – Installation de la vanne du filtre

Monter le boîtier du préfiltre de 5 µm sur le panneau ou à un autre endroit approprié devant l'appareil de traitement UV. Attacher les raccords filetés au boîtier du filtre. Installer un clapet à bille à l'extrémité d'arrivée de la vanne du filtre et envisager l'installation de points de prélèvement comme l'illustre la figure 8.

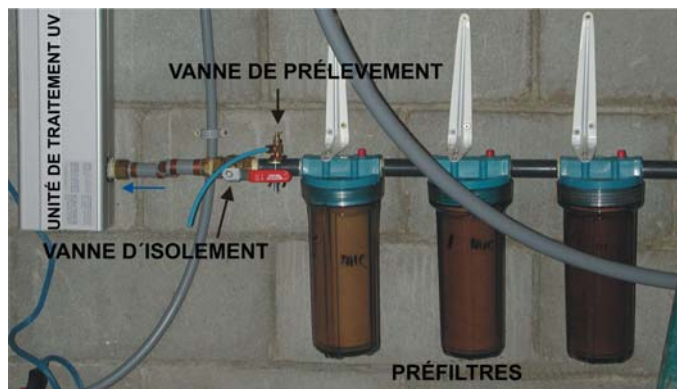
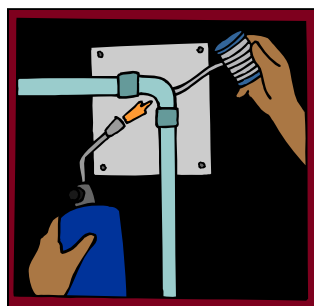


Figure 8: Système comportant un point de prélèvement, une vanne d'isolement et des préfiltres

Étape 5 – Installation de l'appareil de traitement UV

Attacher l'appareil de traitement UV au panneau de montage en utilisant huit plaques de fixation ou vis comme l'illustre la figure 9. S'assurer que l'appareil est monté dans une position qui rendra son entretien facile.

Étape 6 – Plomberie



Prendre toutes les mesures nécessaires, puis commencer à raccorder les éléments de plomberie. Ajuster les tuyaux à sec avant de souder les raccords de tuyauterie. Il faut assembler autant d'éléments de plomberie que possible avant de raccorder l'appareil de traitement UV à la conduite de distribution d'eau. Envisager l'installation d'un drain pour l'entretien et la



Figure 9: Appareil de traitement UV et préfiltre à cartouche solidement fixés au mur

protection contre le gel. Il est également important d'éliminer tout cul-de-sac dans la plomberie, car ceux-ci peuvent constituer une source de contamination. Il faut aussi s'assurer d'utiliser une brasure sans plomb.

Étape 7 – Mise au point finale du système

Insérer la lampe UV dans la chambre et installer le préfiltre dans le boîtier du filtre. Brancher l'appareil de traitement UV après que l'eau ait rempli la nouvelle section de tuyauterie, afin d'éviter de surchauffer la lampe et la chambre. La désinfection de la conduite de distribution d'eau peut être effectuée en introduisant un javellisant ménager dans le boîtier du filtre et en nettoyant le système à grande eau jusqu'à ce que le chlore soit détecté à tous les points d'utilisation. Après environ deux heures ou plus de temps d'exposition, rincer abondamment le système complet à grande eau, jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible de sentir le chlore. Vérifier tous les raccords, y compris le câblage électrique et la plomberie, pour être certain qu'il n'y a aucun risque d'accident ni aucune fuite et que le système fonctionne correctement. Le système est maintenant prêt à entrer en opération.

Conseils d'installation

- Sécurité avant tout
- Lire toutes les instructions du fabricant
- Ne pas sous-dimensionner l'appareil de traitement UV

- Tester l'eau (TUV, fer, manganèse, coliformes, etc.)
- Prendre les mesures deux fois : couper une seule fois
- Désinfecter le système avec un javellisant lorsque l'installation est terminée
- Installer une vanne de prélèvement
- Installer des vannes d'isolement du système pour l'entretien
- Protéger l'appareil contre la chaleur ou le gel extrême
- Envisager l'ajout d'un drain
- Obtenir des renseignements appropriés en cas de doute
- S'assurer que l'installation satisfait aux normes locales en matière de plomberie et d'électricité



Comment utiliser et entretenir un système de traitement UV?

Remplacement de la lampe UV

La puissance lumineuse d'une lampe UV diminue avec le temps. La solarisation (effet du rayonnement UV sur la lampe UV qui rend celle-ci opaque) et la détérioration des électrodes qui a lieu chaque fois que la lampe est allumée et éteinte sont deux facteurs qui affectent la performance des lampes. Allumer et éteindre fréquemment la lampe entraînera son vieillissement prématuré. L'espérance de vie utile moyenne des lampes à faible pression est d'environ 8 800 heures ou 1 an.

Gaine protectrice de quartz

L'encrassement de la gaine protectrice de quartz réduit la quantité de rayonnement UV qui pénètre dans l'eau, donc réduit l'efficacité de la désinfection. Cette gaine de verre finira par être enrobée d'un film ou d'un dépôt de tartre formé de contaminants organiques et inorganiques présents dans l'eau qui réduira la transmission de la lumière ultraviolette à travers la gaine jusque dans l'eau. On peut utiliser les solutions de nettoyage recommandées par le fabricant ou le fournisseur pour éliminer la plus grande partie du tartre déposé sur le verre. D'autres produits peuvent

être nécessaires pour éliminer les films biologiques. Quelle que soit la méthode utilisée pour le nettoyage, il est important de lire toutes les instructions et les consignes de sécurité, car certains nettoyeurs peuvent réagir de manière indésirable avec certaines substances. Dans le cas de la plupart des petites applications, une fréquence d'inspection et de nettoyage de six mois à un an est normalement adéquate. La fréquence de nettoyage dépendra de la qualité de l'eau qui traverse l'appareil de traitement UV. Il convient de veiller à n'utiliser que des produits chimiques sans danger pour les systèmes de distribution d'eau potable et de toujours suivre les recommandations du fabricant de l'appareil de traitement UV. Il importe de rincer à fond le système après avoir utilisé une solution de nettoyage et avant de recommencer à l'utiliser.

Drainage saisonnier/périodique

Si l'appareil de traitement UV est utilisé de manière saisonnière ou périodique, il peut être souhaitable d'installer un drain pour pouvoir éliminer l'eau durant la période de non-utilisation. Le drainage est une étape très importante en vue d'éviter que le gel endommage la plomberie et l'appareil de traitement UV proprement dit. Ce dernier doit aussi être débranché lorsqu'il est purgé et qu'il n'est pas utilisé.

Applications

Le traitement UV peut être intégré dans les systèmes de traitement de l'eau à titre de méthode efficace de désinfection de l'eau traitée assurant sa consommation sans danger. De nombreuses autres applications de cette technologie sont possibles, selon le résultat souhaité. Par exemple, la désinfection par traitement UV conjuguée à la chloration peut donner un système de désinfection très efficace. Le traitement UV est une méthode rentable de traitement contre les bactéries, les virus et les protozoaires, tandis que le traitement par le chlore assure la persistance d'un résidu chimique qui offre une protection supplémentaire au cas où une contamination aurait lieu dans le système de distribution ou dans la plomberie.

Dans le cas de réseaux d'eau de surface et d'eau souterraine sous l'influence directe d'eau de surface, un prétraitement par filtration et d'autres procédés sont requis. Après le prétraitement, il est souhaitable d'installer un autre filtre polisseur, tel qu'un filtre à sédiments de 1 micron (1 µm) qui permet d'éliminer

les petits organismes. Si la présence de virus dans l'eau est soupçonnée, il peut être nécessaire d'augmenter la dose de rayonnement UV et le temps d'exposition et (ou) de combiner le traitement UV à une désinfection par le chlore (pour inactiver de manière efficace les virus, il faut maintenir une concentration de 0,25 mg/L de chlore libre pendant une minute).

Certains petits dispositifs de traitement par osmose inverse au point d'utilisation (installés à un robinet particulier) utilisent une très petite lampe UV à la dernière étape de traitement. Le rayonnement de cette lampe UV sert à désinfecter l'eau avant qu'elle ne soit utilisée. Ces petits dispositifs fonctionnent de la même manière que les plus gros dispositifs UV, et exigent un entretien et des pratiques de remplacement similaires.

La désinfection par rayonnement UV est prometteuse en tant que technique de prétraitement lorsqu'elle est utilisée avant le passage dans un plus grand système de traitement par osmose inverse au point d'entrée, pour traiter les eaux de surface (p. ex., pour approvisionner en eau un ménage entier ou pour une utilisation agricole, par exemple pour abreuver les animaux). Dans une étude pilote menée par l'ARAP (de 1998 à 2000), un dispositif UV a été installé comme élément du système de filtration prétraitement. Ce dispositif a été installé après le préfiltre de 5 microns d'un système de traitement par osmose inverse d'eaux de surface renfermant de fortes concentrations en solides dissous, qui servait à alimenter un ménage entier. L'ajout du dispositif UV devant la membrane d'osmose inverse a permis d'augmenter l'intervalle entre les opérations de nettoyage des films biologiques se formant sur la membrane, qui est passé de plusieurs semaines à plusieurs mois. Il est probable que la lampe UV ait amélioré le rendement de l'osmose inverse en réduisant la croissance de dépôts biologiques à la surface de la membrane, et en diminuant la quantité de micro-organismes dans l'eau. D'autres études confirment le potentiel du rayonnement UV en prétraitement dans les systèmes à osmose inverse traitant des eaux riches en matière organiques (W. Song *et al*, 2004; López-Ramírez *et al*, 2002; Gabelich *et al*, 2001). Il va de soi qu'une désinfection après le passage dans le système à osmose inverse est toujours requise, afin de garantir la salubrité microbienne de l'eau fournie au point d'utilisation.

FAQ

Le coût d'un appareil de traitement UV élémentaire auto-installé peut être aussi faible que 300 \$ à 800 \$, mais varie selon la capacité et les options choisies. Certains appareils peuvent coûter jusqu'à 1 200 \$ ou plus si l'on accroît la capacité et que l'on ajoute des options telles que des réducteurs de débit pour assurer que la capacité de l'appareil de traitement UV ne soit pas dépassée, des capteurs d'UV avec avertisseur sonore, des vannes électromagnétiques afin d'arrêter l'écoulement de l'eau en cas de panne d'électricité, etc. Recourir aux services d'un plombier ou d'un technicien pour installer le système augmente le coût global de ce dernier, mais offre l'avantage de pouvoir bénéficier des services professionnels et des services de soutien associés à leur domaine particulier d'activité.

Puis-je installer ce système moi-même ou dois-je recourir aux services d'un professionnel?

Vous pouvez choisir d'installer l'appareil vous-même ou de demander à un professionnel de le faire pour vous. Si vous avez le temps, que vous avez de bonnes compétences mécaniques, que vous avez les outils de base nécessaires et que vous vous sentez capable d'effectuer le travail requis durant l'installation, vous pouvez choisir de faire cette dernière vous-même.

Plusieurs facteurs doivent être pris en considération lors de l'installation d'un système de traitement UV et, selon votre niveau de connaissances et de compétences techniques, il pourrait être souhaitable de laisser la tâche à un professionnel. Ces facteurs comprennent l'évaluation de l'eau entrant dans le système, la nécessité d'installer de nouveaux tuyaux et raccords, ainsi que les circuits électriques requis, et la désinfection appropriée du système.

Si vous choisissez d'installer le système vous-même, il est recommandé que vous discutiez des travaux requis avec votre plombier et (ou) le fournisseur de l'appareil UV. N'oubliez pas de lire et de suivre les instructions du fabricant fournies avec l'appareil et de vous assurer que les normes en vigueur en matière de plomberie et d'électricité sont respectées.

Quels sont les frais d'entretien annuels?

Il pourrait être nécessaire de remplacer la lampe une fois par an ou plus fréquemment selon la qualité de l'eau, au coût d'environ 50 \$ à 100 \$, selon la taille

et le modèle de l'appareil de traitement UV. Les préfiltres et les autres dispositifs de filtration devront vraisemblablement être remplacés une fois par an ou plus fréquemment; de nouveau, la fréquence de remplacement dépend de la qualité de l'eau. Les coûts pourraient être relativement faibles, selon le type, la taille et le nombre de filtres utilisés. Les dépenses d'électricité équivaldront environ à l'utilisation continue d'une ampoule de 60 watts.

Où puis-je acheter un système de traitement UV?

Les systèmes de traitement UV peuvent maintenant être vendus et installés par les ateliers de plomberie locaux, les entrepreneurs en installations mécaniques et les concessionnaires et fournisseurs d'appareils de traitement de l'eau. Ceux-ci peuvent être trouvés facilement en consultant les Pages jaunes^{MC}, l'annuaire du téléphone, Internet ou en s'adressant au fabricant d'un appareil de traitement UV particulier.

La certification du produit est-elle importante?

Santé Canada recommande vivement que tous les produits destinés à entrer en contact avec l'eau potable soient certifiés conformes à la norme de rendement liée à la santé appropriée élaborée par NSF International. Dans le cas des appareils de traitement par lumière ultraviolette, il est recommandé qu'ils soient certifiés conformes à la norme NSF/ANSI 55 pour les systèmes de classe A ou de classe B. Les composants employés avec le système de traitement UV devraient également être certifiés conformes à d'autres normes NSF/ANSI applicables. Au Canada, CSA International, NSF International, la Water Quality Association, les Laboratoires des assureurs du Canada et l'International Association of Plumbing & Mechanical Officials (IAPMO) ont tous été accrédités par le Conseil canadien des normes pour certifier que le matériel de traitement de l'eau potable est conforme aux normes susmentionnées. Ces normes sont généralement acceptées en Amérique du Nord, car elles garantissent la performance et l'intégrité mécanique des produits qui entrent en contact avec l'eau potable. Vérifiez l'emballage de l'appareil de traitement UV ou demandez au concessionnaire qu'il vous donne la liste des substances dont l'élimination par l'appareil est certifiée. Veillez à ce que l'appareil soit installé et utilisé uniquement aux fins pour lesquelles il est certifié.

Un appareil de désinfection par traitement UV est-il le seul équipement de traitement de l'eau dont j'ai besoin?

Si vous utilisez de l'eau traitée qui est régulièrement testée et jugée sans danger provenant d'une station de

distribution municipale, l'installation d'un appareil de traitement UV peut vous offrir une assurance supplémentaire quant à la qualité microbienne de l'eau.

Si vous utilisez de l'eau provenant d'une source privée de distribution d'eau ou d'une source non traitée, il faut que vous installiez plus qu'un appareil de traitement UV autonome. L'appareil de traitement UV est l'un des éléments du système global de traitement requis pour fournir de l'eau potable ne présentant aucun danger. Il assure la fonction de désinfection microbiologique. D'autres composantes de traitement sont nécessaires pour éliminer les contaminants, ainsi que pour fournir le prétraitement requis de l'eau qui entre dans l'appareil de traitement UV afin que celui-ci fonctionne correctement. Le degré de prétraitement varie selon la source d'approvisionnement en eau, mais comprend habituellement une forme de traitement chimique suivie de dispositifs de filtration particuliers conçus pour améliorer des caractéristiques précises de l'eau. Ce genre de prétraitement est nécessaire avant que l'eau n'entre dans tout dispositif de désinfection, y compris la désinfection au chlore. Dans le cas des eaux de surface ou des eaux souterraines soumises à l'influence d'eaux de surface, la désinfection au rayonnement UV doit être utilisée conjointement avec la désinfection au chlore (pour garantir l'inactivation efficace des virus).

Depuis combien de temps utilise-t-on le rayonnement UV pour traiter l'eau?

Aux États-Unis, l'utilisation de la lumière ultraviolette pour désinfecter l'eau potable remonte à 1916. Depuis, les chercheurs ont trouvé des moyens plus rentables d'appliquer la technologie UV à la désinfection de l'eau de distribution ainsi que des eaux usées. Au cours des années 80 et 90, le secteur des petits systèmes de traitement de l'eau au point d'entrée et au point d'utilisation a connu une longue période de croissance de l'utilisation de la technologie UV pour la désinfection. Aujourd'hui, ces petits appareils représentent une option rentable pour remplacer la technologie de désinfection habituelle et remporte un bon succès auprès des utilisateurs privés d'eau de distribution.

Le traitement UV est-il efficace contre les parasites et les virus?

À une intensité de 40 mJ/cm², la lumière ultraviolette atteint une inactivation de 4 log (99,99 %) des parasites et de la plupart des virus. Une très forte intensité de rayons UV (186 mJ/cm²) est nécessaire pour inactiver 4 log des adénovirus. Dans le cas des eaux de surface et des eaux

souterraines soumises à l'influence d'eaux de surface, un dispositif UV permettant une intensité de 40 mJ/cm² peut être utilisé en combinaison avec la désinfection au chlore pour inactiver de manière efficace les virus. L'ajout de chlore libre (en concentration de 0,25 mg/L de chlore libre pendant une minute) peut inactiver 4 log des adénovirus (Baxter *et al.*, 2007).

Où puis-je obtenir plus de renseignements?

Pour obtenir plus de renseignements sur la protection et l'amélioration des sources d'approvisionnement d'eau en milieu rural, visitez les pages du site Internet de l'Administration du rétablissement agricole des Prairies portant sur l'approvisionnement en eau et la qualité des ressources :

<http://www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1187702145201&lang=f>

Solutions de traitement des eaux et de désinfection – animation multimédia Flash
<http://www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1185562486945&lang=f>

Société canadienne d'hypothèques et de logement (information sur l'eau et les eaux usées à l'intention des propriétaires d'une maison)

Série générale Votre maison – Traitement de l'eau aux rayons ultraviolets (UV)

http://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/co/enlo/eaeaus/eaeaus_002.cfm

Santé Canada (information sur les activités de Santé Canada relatives à l'eau potable, et documents techniques sur les recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada)

http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/water-eau/index_f.html , et

http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/index-fra.php?#doc_tech

Fiches techniques et guides pratiques en ligne de la National Drinking Water : http://www.nesc.wvu.edu/ndwc/ndwc_tb_available.htm

(Programme du National Environmental Services Centre, parrainé par le Rural Utilities Service du département de l'Agriculture des États-Unis)

NSF International (information sur les normes de rendement en matière de santé concernant les appareils de traitement de l'eau potable, liste des systèmes et produits certifiés)

www.nsf.org

Bibliographie

Alternative Disinfectants and Oxidants Guidance Manual, United States Environmental Protection Agency EPA 815-R-99-014, 1999

http://www.epa.gov/safewater/mdbp/alternative_disinfectants_guidance.pdf

Baxter, C.S., Hofmann, R., Templeton, M.R., Brown, M. et Andrews, R.C. (2007), *Inactivation of Adenoviruss Types 2, 5, and 41 in Drinking Water by UV Light, Free Chlorine, and Monochloramine*. Journal of Environmental Engineering Vol. 133-No.1, 1^{er} janv. 2007, pp. 95-103.

Lignes directrices sur la conception des ouvrages et systèmes d'alimentation en eau potable dans les communautés des Premières nations, 16 mars 2006.

Affaires indiennes et du Nord Canada, Gatineau (Qc).

<http://www.ainc-inac.gc.ca/enr/wtr/pubs/dgf/dgf-fra.pdf>

Les lignes directrices d'AINC sont fondées sur la publication intitulée « Recommended Standards for Water Works - 2003 Edition » qui est un rapport du Committee of the Great Lakes - Upper Mississippi River Board of State Engineers (dont la province de l'Ontario est membre). Ces normes, connues sous le nom de 10-State Standards, ont été mises à jour pour la dernière fois en 2003.

Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada – Documents techniques, Santé Canada, y compris les documents pour les paramètres

microbiologiques (protozoaires, entérovirus) et la qualité bactériologique (*E. coli*, coliformes totaux, bactéries hétérotrophes, bactéries pathogènes d'origine hydrique)

http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/index-fra.php?#doc_tech

National Primary Drinking Water Regulations: Ground Water Rule. United States Environmental Protection Agency. Federal Register: 8 novembre 2006 (Volume 71, numéro 216).

Ultraviolet Disinfection Guidance Manual for the Final Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule,

United States Environmental Protection Agency EPA 815-R-06-007, 2006 (http://www.epa.gov/safewater/disinfection/lt2/pdfs/guide_lt2_uvguidance.pdf)

Prétraitement UV pour les eaux de surface riches en matière organique dans les systèmes à osmose inverse d'envergure :

Gabelich, C.J, Yun, T.I, Coffey, B.M, et Bergman, R.A., 2001. *Performance and Economic Evaluation of a 16 -Inch -Diameter Reverse Osmosis Membrane for Surface Water Desalting*. American Water Works Association Membrane Conference Proceedings.

López-Ramírez, J.A., Sahuquillo, S. Sales, D., Quiroga, J.M. 2002. *Pre -treatment optimisations studies for secondary effluent reclamation with reverse osmosis*. Water Research 37 (2003) 1177-1184.

Song, W., Ravindran, V., Koel, B.E., Pirbazari, M., 2004. *Nanofiltration of natural organic matter with H₂O₂/UV pretreatment: fouling mitigation and membrane surface characterization*. Journal of Membrane Science 241 (2004) 143-160.

Les liens Internet mentionnés dans le document ont été consultés en novembre 2008.

Auteurs : S. Harley, B. Schuba, D. Corkal

Approbation : Le présent rapport ne doit en aucun cas être considéré comme une approbation par l'ARAP ou par Agriculture et Agroalimentaire Canada des produits et services qui y sont mentionnés.

Ces renseignements sont offerts gratuitement à la seule fin d'informer l'utilisateur et, bien que réputés exacts, sont fournis « tels quels » sans garantie expresse ou implicite, notamment en ce qui concerne leur exactitude ou leur adaptation à un usage particulier. La Couronne, ses agents, ses employés ou ses fournisseurs ne pourront être tenus responsables de tout dommage direct ou indirect ou perte de profits ou de données découlant de l'utilisation de ces renseignements. Les utilisateurs ont la responsabilité de s'assurer de l'exactitude des données et de la conformité au bon usage.