

# DISINFECTION

for Micro-systems

# DÉSINFECTION

des micro-systèmes

# DESINFECCIÓN

para microsistemas



8 in a series  
8ième dans  
la collection

© Her Majesty the Queen in right of Canada, 2011

Catalogue No. A22-543/2011

ISBN No. 978-1-100-53416-9

AAFC No. 11488M

Paru également en Français sous le titre

Désinfection des micro-systèmes

Disponible también en Español bajo el título

Desinfección para microsistemas

The information presented shows best practices at the time of issue. As practices and standards change over time, check with your supplier or water quality specialist regarding the currency and accuracy of the information.

The Government of Canada disclaims any liability for the incorrect, inappropriate or negligent interpretation or application of the information contained in its copyrighted material.

The Government of Canada does not endorse any products, processes or services that may be shown in or associated with this document or video.

© Copyright HER MAJESTY THE QUEEN IN RIGHT OF CANADA (2011)

Material may not be reproduced without permission.

## Disinfection: DVD Accompanying Documentation

1.0	INTRODUCTION:	2
1.1	Responsibility .....	2
1.2	Risks and Reasons .....	2
2.0	WATER SOURCES.....	2
3.0	CONTAMINANTS.....	3
4.0	DISINFECTION.....	3
4.1	Primary.....	3
4.1.1	Filtration.....	3
4.1.2	Distillation .....	4
4.2	Secondary .....	4
5.0	CHLORINE DISINFECTION .....	4
5.1	Chlorine .....	4
5.1.1	The Advantages of Chlorine .....	4
5.1.2	The Disadvantages of Chlorine .....	5
5.1.3	Safety Concerns.....	5
5.1.4	Unscented Household Bleach .....	5
5.1.5	Shock Chlorination .....	6
6.0	CT DISINFECTION CONCEPT AND SIZING OF CONTACT TANK .....	7
7.0	ALTERNATIVE DISINFECTION METHODS.....	7
7.1	Ozonation.....	7
7.2	Chloramination .....	8
7.3	Chlorine Dioxide .....	8
7.4	Bromination .....	8
7.5	UV Radiation .....	9
8.0	MEASUREMENTS AND TESTING.....	9
8.1	Alkalinity, Temperature and pH.....	9
8.2	Analytical Principles of the DPD Method.....	10
8.2.1	Colorimetry Demonstration.....	10
8.2.2	DPD Comparator Parts & Reagents.....	10
8.2.3	Calibration .....	11
9.0	EMERGENCY SITUATION .....	11
9.1	Boiling Water .....	11
9.2	Unscented, Household Chlorine Bleach.....	11
9.3	Disinfection Tablets.....	12
10.0	GLOSSARY OF TERMS .....	12
11.0	TABLES .....	12
	Table 1 Summary of Disinfection Methods.....	12
	Table 2 Disinfection for Emergency Situations.....	13

## **1.0 INTRODUCTION:**

Drinking water is an essential part of human life. Water quality can have a profound impact on our health, the environment, and the economy. In order to safeguard public health, it is imperative that drinking water supplies are kept clean, safe and reliable. In order to do so, the components of the water supply system—the source, the treatment system and the distribution system—must be understood and managed as a whole.

### **1.1 Responsibility**

In Canada, the responsibility for making sure drinking water supplies are safe is shared between the provincial, territorial, federal and municipal governments. The day-to-day responsibility of providing safe drinking water to the public generally rests with the provinces and territories, while municipalities usually oversee the day to day operations of the treatment facilities.

Health Canada's Water, Air and Climate Change Bureau plays a leadership role in science and research. Its mandate and expertise lies in protecting the health of all Canadians by developing the Guidelines for Canadian Drinking Water Quality (GCDWQ) in partnership with the provinces and territories. These guidelines are used by every jurisdiction in Canada and form the basis for establishing drinking water quality requirements for all Canadians.

### **1.2 Risks and Reasons**

Serious outbreaks of waterborne disease in Canada and elsewhere have heightened public awareness of the threats of untreated or inadequately treated water. Water taken from lakes, rivers, streams and ponds may look clean and have no undesirable odour or taste. However, pathogens of concern are invisible to the naked eye as well as odourless and may not have any taste. These bacteria, viruses and protozoa can cause mild nausea and fever or can develop into more serious illnesses, such as severe diarrhoea, hepatitis or typhoid fever. Treating source water using a multi-barrier approach, which includes disinfection, is essential to reduce the risk of such disease.

## **2.0 WATER SOURCES**

There are three main water sources: surface water, groundwater and groundwater under the direct influence of surface water (GUDI). The type and quality of source water used and the design of your micro-system usually determines the treatment required.

In Canada, over four million people depend on private wells for their drinking water. In addition, lakes, rivers and other sources of surface water often serve as the sole water supply for cottagers, campers, boaters and hikers. Unlike municipal water systems, these small water supplies are the responsibility of the owner and may not be subjected to routine testing for microbiological contamination or to appropriate disinfection procedures. For more information on wells, please refer to the Waterwell DVD.

### **3.0 CONTAMINANTS**

Water taken from lakes, rivers, mountain streams, ponds, groundwater and GUDI wells may contain invisible but harmful micro-organisms called pathogens. These bacteria, viruses and protozoa can cause symptoms ranging from mild nausea and fever to severe diarrhoea and hepatitis.

### **4.0 DISINFECTION**

Disinfection is a process used in drinking water treatment to inactivate or eliminate a number of harmful microorganisms. Depending on its application within the system, disinfection is classified as either primary or secondary disinfection.

#### **4.1 Primary**

Primary disinfection is a process or a series of processes intended to kill or inactivate human pathogens such as viruses, bacteria and protozoa, potentially present in influent water before the water is delivered to consumers.

The entire process of primary disinfection must be completed within the water treatment system. Where Point-of-Entry (POE) treatment units are permitted, primary disinfection must be completed within the point of entry treatment unit.

Effective disinfection of influent water or raw water can be accomplished by either chemical means such as the use of chlorine, chlorine dioxide, ozone or physical means such as ultraviolet light and boiling water. Other common technologies for primary disinfection include chlorination, ultraviolet (UV) disinfection, and ozonation which are discussed later. For more information, please refer to the Ultraviolet & Reverse Osmosis for micro-systems DVD and the Water Filtration & Ion Exchange for micro-systems DVD. However, the disinfection processes will not be as effective on influent waters of inferior quality. This could be water that doesn't have the proper protection at the source or water without adequate pre-treatment or filtration to reduce parameter that would interfere with the disinfection process. This could include high organics and other constituents explained in more detail in this document.

##### **4.1.1 Filtration**

This process uses a filter to remove particulates and reduce the number of bacteria, protozoa, and viruses (in some cases) from the source water. Filtration is required for all surface water systems and for groundwater systems that are vulnerable to surface water contamination.

Filtration is the simplest method for removing suspended particles and turbidity from a drinking water supply to allow for successful disinfection. Filtration methods include slow and (chemically assisted) rapid sand filtration, diatomaceous earth filtration, direct filtration, membrane filtration, and cartridge filtration.

For more information, please refer to Water Filtration & Ion Exchange for micro-systems DVD.

#### **4.1.2 Distillation**

Water distillers produce water for drinking, cooking and other household use. Water distillation unit are usually applied as a point of use system and requires high energy input to produce water from the system and removes minerals and alkalinity resulting in making the pH of the water very low. For these reasons it is not usually used in remote location or as a point of entry system.

Water distillation system will remove microbial contamination and most chemical contaminants however it is not intended to treat water that is visually contaminated and is not intended to convert waste water to safe, microbiologically potable water.

#### **4.2 Secondary**

The maintenance of a disinfectant residual in the distribution system (secondary disinfection) is intended to maintain a persistent disinfectant in water distribution system to protect the water from reduce bacterial re-growth, control biofilm formation, and serve as an indicator of distribution system integrity. Loss of disinfectant residual could indicate that the system integrity might be compromised. Only chlorine and chloramine (which is a compound formed through the addition of ammonia and chlorine. See section 6.2 for more detailed descriptions), provide a persistent disinfectant residual and can be used for the maintenance of a residual in the distribution system.

### **5.0 CHLORINE DISINFECTION**

The most common disinfectants used to treat water in micro-systems are chlorine and UV systems.

#### **5.1 Chlorine**

Chlorine has several forms and is the most widely used disinfectant in public water supplies. Chlorine is available in solid (tablet or granule), liquid (hypochlorite solution, pump-fed) or gaseous forms. The use of gaseous chlorination in micro-systems may not be among the best disinfection options due to the hazardous nature of the material and related handling and security issues. The use of chlorine generally requires a reservoir to allow for enough contact time to ensure proper disinfection.

##### **5.1.1 The Advantages of Chlorine**

Current scientific data show that the benefits of chlorinating our drinking water (less disease) are much greater than any health risks from disinfectant by-products (DBPs) such as trihalomethanes (THMs) which can form when organic matter is present during chlorination. Although other disinfectants are available, chlorine remains the choice of municipal water treatment experts. However in remote locations such as ships and oil rigs bromine is often used (for more details see the section on bromine). When used with modern water filtration methods, chlorine is effective against virtually all microorganisms with the exception of some protozoa. Chlorine is easy to apply but, similar to most disinfectants, requires that small

amounts of the chemical remain in the water as it travels in the distribution system from the treatment plant to consumers' taps. This level of residual substantially reduces the risk in the distribution systems.

### **5.1.2 The Disadvantages of Chlorine**

One disadvantage with the use of chlorine is that it could create DBPs if Natural Organic Matter (NOM) such as dissolved organic carbon (DOC) (e.g. tannins) are not removed prior to chlorination. Several studies have found a link between long-term exposure to high levels of some DBPs and a higher risk of cancer. DBPs such as THMs and haloacetic acids (HAAs) must be kept below the levels specified in the Guidelines for Canadian Drinking Water Quality (GCDWQ)

Generally speaking the greater the concentration of NOM, the greater the potential to form DBPs. To manage this problem, the water treatment system should be designed to reduce the concentration of NOM to as low as possible before chlorination. Effective DOC reduction may be achieved with properly designed and maintained filters, coagulation, advance coagulation processes or other approved process.

Another issue of concern in drinking water systems is the effectiveness of chlorine to ensure that all possible pathogens are killed or inactivated. At potable water concentration levels chlorine is ineffective at killing or deactivating some protozoa therefore a multibarrier approach include source protection and multi-treatment steps to remove these contaminants see section 3.1 for more details.



Disinfection should never be compromised due to issues related to disinfection by-products; the risk of illness is far greater from microbial contamination than from DBPs.

### **5.1.3 Safety Concerns**

Concentrated chlorine is highly reactive with other chemicals, such as acids or ammonia, and extremely corrosive to certain materials. Accordingly, small scale or micro-systems (serving up to 25 people) chlorination systems should not utilize the highly concentrated chlorine chemicals that may be more common in full-scale water treatment plants (i.e., chlorine gas). Appropriate precautions are necessary for chlorine storage and handling (e.g., secure access to chemicals, use protective eyewear and rubber gloves). All materials used for the chlorine injection systems must be capable of withstanding the chlorine feed concentrations. Equipment, valves and piping will require periodic maintenance to ensure safety and effective operations.

### **5.1.4 Unscented Household Bleach**

Household bleaches typically contain 3 to 6 percent available chlorine. Industrial strength commercial bleach can contain 10 to 12 percent available chlorine.

Unscented household bleaches contain chlorine in the form of sodium hypochlorite. They are

routinely used and are recommended in chlorination treatment due to the following:

- They are common household products
- It is less complicated to calculate, measure and mix the required volume of liquid to achieve the required dose than for other products (e.g. powders, tablets or pucks)
- They are safer to use than more concentrated liquid chlorine solutions, chlorine gas or calcium hypochlorite

However, only regular, unscented major brand bleach products should be used as the additives found in other bleaches could potentially contaminate drinking water. The unstable nature of sodium hypochlorite makes it sensitive to temperature and light and, therefore, it has a limited shelf life. For example, sodium hypochlorite degrades extremely rapidly in the hot and sunlit cab of a truck. Carrying and purchasing small containers ensure a fresh supply. Lower concentrations such as scentless household bleach are also considered to be more stable since they are diluted.

Sodium hypochlorite products are described as weight % of available chlorine, weight % of sodium hypochlorite and trade percent. To convert to weight % of available chlorine from trade percent and sodium hypochlorite use the following:

- Trade Percent = grams per litre (g/L) of available chlorine / 10  
Weight % of available chlorine = g/L / 10 x specific gravity of solution  
Weight % of available chlorine = Weight % of sodium hypochlorite / 1.05

All chlorine products utilized for potable water use must be fresh unscented household bleach and must meet either the NSF International Standard 60 for Drinking Water Treatment Chemicals – Health Effects, or an equivalent standard.

Do not use scented bleach or products such as swimming pool chlorine because they typically contain additives and may also contain other contaminants. Always check product labels to verify product contents and manufacturer's suggested usage.

### **5.1.5 Shock Chlorination**

Disinfection is needed for a newly installed, repaired and upgraded distribution system and parts of a water plant. Shock chlorination or the continuous-feed method is a good way of performing this disinfection. Prior to this process, all filters shall be protected to ensure the chlorination process does not damage them in any way. This can be achieved by taking devices offline or by-pass devices. The procedure for shock chlorination consists of basically filling the pipes with heavy (more concentrated) chlorinated water; the chlorinated water will then remain in the system for a minimum of 12 hours to a maximum of 24 hours with, at the end of this period, a minimal free chlorine residual of 10 mg/L.

Once this process is completed, the heavily chlorinated water should not remain in contact with the pipes. It needs to be completely flushed out of the system, at a velocity of 0.76 m/s or greater unless otherwise specified by a water quality specialist. This flushing must

be done until the chlorine measurements meet those recommended in the “Guidance for providing safe drinking water in areas of federal jurisdiction”.



Chlorinated water must be dechlorinated before releasing to the environment or storm water systems

## 6.0 CT DISINFECTION CONCEPT AND SIZING OF CONTACT TANK

For effective disinfection, the disinfectant (chlorine) must be allowed enough time to react with the water and the targeted disease-causing organisms. The size of the contact tank in the water treatment process depends on the water flow, the concentration of chlorine and the contact time. The longer the contact time (within reason) the more effective the disinfection will be. A pre-determined chlorine concentration, C, is maintained in the water for a specified length of contact time, T. The product is referred to as the CT value and is calculated as follows:

$$CT = \text{Concentration (mg/L)} \times \text{Contact Time (minutes)}.$$

The chlorine concentration C is the chlorine residual as the water leaves the contact chamber, while the time T is an approximation of the contact time for which most of the water is exposed. CT value quantifies the capability of a chemical, in this case chlorine, to provide effective pathogen inactivation to the required level. The use of this concept, involves determining the CT values required at the actual, often variable, operating conditions (flow, temperature and pH) and ensuring that the employed disinfection process achieves these values at all times. Disinfection effectiveness is reduced at higher pH levels and lower water temperatures.

Therefore, higher CT values are required with higher pH, and/or lower temperature. In other words, chlorination disinfection is more effective at a lower pH (<6) and high temperature (>20°C).

From this CT concept the size of the contact tank can be calculated using the flow rate.

CT values to deactivate certain microorganisms can be found in Health Canada’s website. For a summary of all disinfection methods, please refer to Table 1.

## 7.0 ALTERNATIVE DISINFECTION METHODS

### 7.1 Ozonation

Ozone is a powerful oxidant with a high disinfectant capacity and is used as a primary disinfectant since it cannot maintain a residual. Although it is not being commonly used in small systems, ozone is very effective in inactivating cysts, bacteria and viruses. Inactivation can be achieved within very short contact time. Design of ozone as a primary disinfectant should be based on simple criteria including ozone contact concentrations, competing

ozone demands, and a minimum contact time to meet the required cyst and viral inactivation requirements.

Ozonation technology requires careful monitoring for ozone leaks which could pose a hazard (additional information can be found at the Canadian Centre for Occupational Health and Safety website). Use of ozonation may also increase dissolvable organics in water which may affect distributed water quality. As such, removal of organic material through filtration is recommended. Also, where bromides are present in source water there is an increased potential for the formation of disinfection by-products (i.e., brominated organics and bromate) which should be minimized.

## **7.2 Chloramination**

Chloramines are used as a secondary disinfection process, while possessing certain advantages over other disinfectants (e.g., long residual effects and low production of disinfection by-products), are not widely used due to the complexity in operation. Compared to free chlorine and ozone, chloramines possess less reactive strength to inactivate microorganisms and would therefore require longer CTs.

Chloramines are a combination of monochloramine, di-chloramine and tri-chloramine which are formed when chlorine and ammonia are mixed together. The objective of chloramination is to form monochloramine (chloramine) while limiting the formation of di- and tri-chloramine by controlling the ratio of ammonia to chlorine. Therefore, chloramination requires careful monitoring of the ratio of added chlorine to ammonia. Failure to do so can result in odour and taste problems from di- and tri- chloramines or biological instability of water in the distribution system. As such, excess ammonia (i.e., low chlorine: ammonia) can promote growth of nitrifying bacteria, which convert ammonia to nitrites and nitrates, other unwanted compounds.

## **7.3 Chlorine Dioxide**

Chlorine dioxide is an effective drinking water disinfectant, but it is very reactive and must be produced on site. Chlorine dioxide, although a powerful oxidant, may be more difficult to handle than other forms of chlorine and is typically used as a primary disinfectant. Chlorine dioxide requires trained staff to manage its use because of its complexity and need for attention. Also, due to its high reactivity, it may not provide a residual disinfectant in the distribution system.

Dry sodium chlorite is explosive and can cause fires in feed equipment if leaking solutions or spills are allowed to dry out.

## **7.4 Bromination**

Certain ships use bromination instead of chlorination for disinfection of potable water. Bromine is provided by a bromine impregnated resin cartridge, which is classified as slightly corrosive and requires proper handling and storage procedures. Bromine cartridges must be stored in a clean, dry, ventilated storeroom. Bromine cartridges have a shelf life of two years from the date of manufacture.

### **7.5 UV Radiation**

Ultraviolet (UV) radiation is an effective non-chemical disinfection method used in filtered or relatively clean waters. UV is a useful disinfection technology option given its simplicity of installation, ease of operation and maintenance, and low costs relative to primary chemical disinfection. In addition to UV radiation, a secondary chemical disinfectant is necessary (e.g. chlorine) to provide residual protection in distribution systems.

The presence of natural organics, iron, calcium hardness, suspended solids in water and other factors can reduce UV transmission and cause lamp staining, thus decreasing the effectiveness of disinfection. UV intensity sensor readings, flow through the reactors, and water temperature and lamp status should be monitored continuously to determine the daily average and minimum UV dose per reactor. Remote alarms, automatic cleaning of UV components and annual UV sensor maintenance are also important design components to prevent deposition or scaling and to minimize on-site operator attention.

For more information, please refer to the Ultraviolet & Reverse Osmosis for micro-systems DVD.

## **8.0 MEASUREMENTS AND TESTING**

### **8.1 Alkalinity, Temperature and pH**

In drinking water it is important for the treatment process and for potability to ensure that the targeted pH (the measure of acidity or basicity of a liquid solution) is maintained. Generally, potable (finished) water is targeted to be between 6.5-8.5. However, for certain disinfectants or processes, a pH above 8.5 is acceptable. The pH for each treatment step or process may differ, depending on the process (e.g., coagulation). The pH may need to be adjusted both before and after a process. Sodium hypochlorite (bleach) and calcium hypochlorite have a high pH approximately 11.

It is important to note that as chlorine based products are added to water, the pH will increase. Since the form of free chlorine residual is pH-dependent, high pH environments create more hypochlorite ions and reduce the effectiveness of the disinfection process, you may need to account for a higher pH. Hypochlorous acid production and thus, the effectiveness of free chlorine, are maximized at pH levels below 8.5. Low water temperature can also affect the strength of the chlorine solution this needs to be considered along with the pH and alkalinity with determining contact time and effectiveness of the chlorine solution.

During the mixing of the water with the chemicals the pH should be tested frequently to identify any risk of chlorine gas production, for other health and safety reasons, and to verify that the target pH of the free chlorine residual solution has been achieved (refer to the reference Canadian Centre for Occupational Health and Safety for more information on Chlorine Gas). Test papers and comparison charts, calibrated field test kits or calibrated meters should be used to test the mixtures for pH.

Another consideration when chlorination is undertaken is the Alkalinity of the water which is the measure of the concentrations of bicarbonate, carbonate, and hydroxide ions and is expressed as an equivalent concentration of calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ). Alkalinity is

the water's capacity to resist changes in pH that would make the water more acidic. This capacity is commonly known as "buffering capacity."

## 8.2 Analytical Principles of the DPD Method

The DPD method is a simple test designed for field or laboratory determination of free and total chlorine in water. The colour of the water is compared with the standard colour scale in the instrument to determine the chlorine content of the water. This is done automatically by the DPD testing instrument which is called a colorimeter or colour comparator.

Depending on the type of DPD test kit, the DPD reagent may be in the form of a tablet, powder (in a powder 'pillow') or solution (in a foil ampule). When added to water, DPD will turn the water from light to dark pink depending on the amount of chlorine residual in the water.



If ammonia is present in the water, false free residual chlorine readings will occur because ammonia reacts with DPD reagents. An indicator of this issue may be the light pink colour turning darker after the reagent is left in contact longer than 1 minute. Note: Such false readings must be understood because true free residual chlorine cannot exist in the presence of ammonia.

### 8.2.1 Colorimetry Demonstration

Colorimetry tests use a powder or tablet chemical DPD (N,N diethyl-p-phenylene diamine) that causes a color change to pink in the presence of chlorine. The color wheels are simpler and less expensive than digital meters to measure the intensity of the color change. The field worker uses a color wheel to visually match the color to a numerical free or total chlorine reading. The test kit can be used to measure free chlorine and/or total chlorine, with a range of 0 – 3.5 mg/L, equivalent to 0 – 3.5 ppm (parts per million).

Benefits of the color-wheel test kits are:

- Accurate readings if used properly
- Low cost

Drawbacks of the color-wheel test kits are:

- Potential for user error
- Lack of calibration and standardization

### 8.2.2 DPD Comparator Parts & Reagents

A colour comparator kit typically comes with complete colour viewing tubes, and caps. Older comparators may have a standard colour scale (disks or coloured blocks) to visually compare to the colour of a sample in order to determine the concentration of chlorine. Models used now make the comparison automatically. Replacements and additional viewing tubes are commercially available, and the supplier may also provide the DPD reagents (for free chlorine and total chlorine) upon initial purchase.

### 8.2.3 Calibration

Known amounts of potassium permanganate solution are used as standards to verify the calibration of the comparator standard colour scale used to determine chlorine concentration. The person sampling the water is not expected to prepare standards using laboratory methods. Prepared standards are available from equipment manufacturers and distributors.

- The DPD colour comparator kit should be calibrated initially when the kit is purchased and thereafter at least once every three months, or according to manufacturer's specifications.
- Colour standards are light sensitive and fade when exposed to sunlight or high temperatures. Expiry dates of standards should be checked.

## 9.0 EMERGENCY SITUATION

In an emergency situation where proper disinfection is not possible, all water used for drinking, preparing food, hot and cold beverages and ice cubes, washing fruits and vegetables, and dental hygiene should still be disinfected.

When emergency disinfection is necessary, chemical disinfectants are less effective in cloudy, murky or coloured water. Filter murky or coloured water through clean cloths or allow it to settle. It is better to both settle and filter. After filtering until it is clear, or allowing all dirt and other particles to settle, draw off the clean and clear water for disinfection. Water prepared for disinfection should be stored only in clean, tightly covered containers, not subject to corrosion.

The following emergency disinfection methods are recommended in this situation.

### 9.1 Boiling Water

Holding water at a rolling boil for at least 1 minute will inactivate waterborne pathogenic microorganisms. Water can be boiled in a heat resistant container on a stove, in an electric kettle, or in a microwave oven. The water should then be cooled and poured into clean container or refrigerated until needed. At elevations over 2000 m, water boils at a slightly lower temperature; it should be boiled for at least 2 minutes to ensure that all disease-causing organisms are killed.

### 9.2 Unscented, Household Chlorine Bleach



Do not use non-chlorine bleach to disinfect water.

For chemical disinfection to be effective, the water must be filtered and settled first. Follow the procedure written on the label. When the necessary procedure is not given, find the percentage of available chlorine on the label and use required amount with respect to the amount of water to disinfect.

### 9.3 Disinfection Tablets

Chlorine tablets containing the necessary dosage for drinking water disinfection can be purchased in a commercially prepared form. These tablets are available from drug and sporting goods stores and should be used as stated in the instructions. When instructions are not available use one tablet for each quart or litre of water to be disinfected and allow for appropriate contact time as outlined in this document. Other tablets do exist such as iodine however these are for use only in extreme emergency conditions and only for short periods of time.

## 10.0 GLOSSARY OF TERMS

For more detail definition and explanation and additional information refer to "Guidance for providing safe drinking water in areas of federal jurisdiction".

## 11.0 TABLES

**Table 1 Summary of Disinfection Methods**

<b>Outline Water Disinfection (All process require adequate filtration to be effective)</b>			
<b>Method</b>	<b>Directions</b>	<b>Advantages</b>	<b>Comments</b>
Chlorination	Chlorine bleach is pumped into the water. Adequate contact time is ensured by a storage reservoir.	Effective against most pathogens and provides residuals in distribution system.	Require filtration to eliminate protozoa. Can treat large volumes of water.
Ozonation	Ozone is formed and bubbled through water.	Effective against most pathogens if dosage is sufficient.	May require filtration.
Chloramination	Chlorine and ammonia are pumped into the water.	Effective against most pathogens and less by-products than chlorination.	Longer contact time is needed and it is more complex in operation than chlorine.
Distillation	Water is treated in a still to kill pathogens.	Kills all known pathogens.	Suitable for small quantities of water. May need specialized materials and additional treatment to stabilize water if used other than point-of-use.

UV Radiation	Water passes by a UV-lamp that inactivates pathogens.	Effective against all except most resistant organisms. No change to water taste.	Requires filtration to reduce cloudiness and improve inactivation. Need secondary disinfectant for residual protection of distribution system.
Filtration	For disinfection filtration refers to a process which allows water to pass through a porous ceramic cartridge that removes particles.	Likely to be effective for protozoa and bacteria.	This is a pre-requirement for all disinfection process to be effective.

Table 2 Disinfection for Emergency Situations

Emergency or Short-Term Water Disinfection			
Method	Directions	Advantages	Comments
Boiling	Bring to a rolling boil for at least 1 minute, allow to cool.	Kills all known pathogens.	Water that has been boiled for coffee or cooking is also safe.
Unscented, Household Chlorine Bleach	Add 2 drops (0.1mL) per litre of water (or 4 drops if water is cloudy). Mix, let stand at least 30 min.	Usually effective against most pathogens.	If Cryptosporidium is suspected, water should be filtered first. If water is very cold, allow extra time for disinfection before drinking.
Disinfection Tablets	Use as Directed.	Usually effective against most pathogens if directions are carefully followed.	If Cryptosporidium is suspected, water should be filtered first. If water is very cold, allow extra time for disinfection before drinking.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2011

No de catalogue A22-543/2011  
ISBN 978-1-100-53416-9  
No d'AAC 11488M

Also available in English under the title  
**Disinfection for micro-systems**

Disponible también en Español bajo el título  
**Desinfección para microsistemas**

Les renseignements présentés sont conformes aux meilleures pratiques en vigueur au moment de la publication. Comme les pratiques et les normes évoluent avec le temps, consultez votre fournisseur ou votre spécialiste de la qualité de l'eau pour vérifier si les renseignements sont à jour et exacts.

Le gouvernement du Canada se dégage de toute responsabilité quant à l'interprétation ou à l'utilisation erronée, inappropriée ou négligente des renseignements contenus dans le présent document, qui est protégé par un droit d'auteur.

Le gouvernement du Canada ne se porte pas garant des produits, procédés ou services présentés dans le document ou la vidéo.

© TOUS DROITS RÉSERVÉS. SA MAJESTÉ LA REINE DU CHEF DU CANADA (2011)  
Le document ne peut être reproduit sans autorisation.

## La désinfection : DVD - Document d'accompagnement

1.0	INTRODUCTION.....	2
1.1	Responsabilité.....	2
1.2	Risques et raisons .....	2
2.0	SOURCES D'EAU.....	2
3.0	CONTAMINANTS.....	3
4.0	DÉSINFECTION .....	3
4.1	Désinfection primaire.....	3
4.1.1	Filtration.....	4
4.1.2	Distillation .....	4
4.2	Désinfection secondaire .....	4
5.0	DÉSINFECTION AU CHLORE.....	4
5.1	Chlore.....	4
5.1.1	Avantages du chlore.....	5
5.1.2	Inconvénients du chlore .....	5
5.1.3	Sécurité .....	6
5.1.4	Eau de Javel sans parfum à usage ménager.....	6
5.1.5	Chloration Choc.....	7
6.0	LE CONCEPT DE DÉSINFECTION CT ET LE DIMENSIONNEMENT DES RÉSERVOIRS DE CONTACT.....	8
7.0	AUTRES MÉTHODES DE DÉSINFECTION .....	8
7.1	Ozonation.....	8
7.2	Chloramination .....	9
7.3	Dioxyde de chlore.....	9
7.4	Bromination .....	9
7.5	Rayonnement ultraviolet (UV) .....	10
8.0	MESURES ET D'ESSAIS .....	10
8.1	Alcalinité, température et pH .....	10
8.2	Principes analytiques de la méthode DPD .....	11
8.2.1	Démonstration de la colorimétrie.....	11
8.2.2	Composants et réactifs du colorimètre DPD .....	12
8.2.3	Étalonnage .....	12
9.0	SITUATIONS D'URGENCE .....	12
9.1	Ébullition de l'eau .....	13
9.2	Eau de Javel sans parfum à usage ménager .....	13
9.3	Désinfectant en pastilles .....	13
10.0	GLOSSAIRE .....	13
11.0	TABLEAUX.....	14
	Tableau 1 Résumé des méthodes de désinfection .....	14
	Tableau 2 La désinfection de l'eau dans les situations d'urgence .....	16

## 1.0 INTRODUCTION

L'eau potable est un élément essentiel de la vie humaine. La qualité de l'eau peut avoir d'importantes conséquences sur la santé des personnes, l'environnement et l'économie. Afin de protéger la santé publique, il est impératif que l'approvisionnement en eau potable demeure sain, sûr et fiable. Pour ce faire, il faut comprendre et gérer globalement les diverses composantes du système d'approvisionnement, de la source à la station de traitement et enfin au réseau de distribution.

### 1.1 Responsabilité

Au Canada, la salubrité de l'approvisionnement en eau potable est une responsabilité partagée entre les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux et les administrations municipales. L'offre d'une eau potable saine au public relève généralement des provinces et territoires, alors que les municipalités supervisent habituellement les activités quotidiennes des installations de traitement.

Le Bureau de l'eau, de l'air et des changements climatiques de Santé Canada exerce un leadership dans le domaine des sciences et de la recherche. Son mandat et son expertise visent la protection de la santé des Canadiens grâce à la rédaction des Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada (RQEPC) en partenariat avec les représentants des provinces et territoires. Ces recommandations sont utilisées par toutes les juridictions au Canada et constituent la base pour l'établissement des exigences concernant la qualité de l'eau potable pour tous les Canadiens.

### 1.2 Risques et raisons

Les graves épidémies de maladies transmises par l'eau, au Canada et ailleurs, ont davantage sensibilisé le public aux menaces de l'eau non traitée ou insuffisamment traitée. L'eau prélevée dans les lacs, les rivières, les ruisseaux et les étangs peut sembler propre et ne pas présenter d'odeur ou de saveur indésirable. Toutefois, elle peut contenir des agents pathogènes invisibles à l'œil nu et ne transmettant aucune odeur et souvent aucun goût à l'eau. Les bactéries, les virus et les protozoaires peuvent donner de légères nausées et de la fièvre ou peuvent entraîner des troubles plus graves, comme une forte diarrhée, l'hépatite ou la fièvre typhoïde. Le traitement de l'eau de source selon une approche à barrières multiples incluant la désinfection est un élément essentiel de la réduction des risques liés à de telles maladies.

## 2.0 SOURCES D'EAU

Il existe trois sources principales d'eau : l'eau de surface, l'eau souterraine et l'eau souterraine sous l'influence directe des eaux de surface. Le type et la qualité de l'eau de source utilisée et la conception de votre micro-système détermineront habituellement le traitement requis.

Au Canada, plus de quatre millions de personnes dépendent de puits privés pour leur approvisionnement en eau potable. En outre, les lacs, les rivières et d'autres sources d'approvisionnement en eau de surface constituent souvent les seules réserves d'eau

pour les propriétaires de chalets, les campeurs, les propriétaires de bateau et les randonneurs. Contrairement aux réseaux municipaux de distribution d'eau, ces sources d'approvisionnement en eau sont sous la responsabilité des propriétaires et ne sont pas soumises systématiquement aux tests de dépistage des contaminations microbiologiques ou à des procédures de désinfection appropriées. Pour plus d'information sur les puits, veuillez vous référer au DVD intitulé L'eau de puits.

### 3.0 CONTAMINANTS

L'eau provenant des lacs, des rivières, des torrents, des étangs, des sources d'eau souterraine et des puits d'eau souterraine directement sous l'emprise de l'eau de surface peut renfermer des microorganismes invisibles à l'œil nu, mais qui sont nocifs : ils sont désignés sous le nom d'agent pathogène. Ces bactéries, virus et protozoaires peuvent provoquer des symptômes allant d'une faible nausée et d'une fièvre bénigne à une diarrhée grave et à l'hépatite.

### 4.0 DÉSINFECTION

La désinfection est un procédé utilisé dans le traitement de l'eau potable pour inactiver ou éliminer un certain nombre de micro organismes nuisibles. En fonction de son application au sein du réseau, la désinfection peut être de type primaire ou secondaire.

#### 4.1 Désinfection primaire

La désinfection primaire est un procédé ou une série de procédés dont le but est d'éliminer ou d'inactiver les agents pathogènes pour l'être humain (virus, bactéries, protozoaires, etc.) qui pourraient être présents dans l'eau, avant que celle-ci ne parvienne au consommateur.

Tout le procédé de désinfection primaire doit avoir lieu au sein du système de traitement de l'eau. Lorsque le traitement au point d'entrée est autorisé, la désinfection primaire doit être entièrement réalisée dans l'unité de traitement située au point d'entrée.

On peut désinfecter efficacement une eau brute en utilisant un procédé chimique, comme le chlore, le dioxyde de chlore, l'ozone, ou un procédé physique, comme le rayonnement ultraviolet et l'ébullition de l'eau). D'autres technologies couramment utilisées pour la désinfection primaire comprennent la chloration, la désinfection par rayonnement ultraviolet (UV) et l'ozonation. Ces méthodes sont abordées plus loin. Pour plus d'information, voir les DVD intitulés Ultraviolet et osmose inverse pour les micro-systèmes et Filtration des eaux et échange d'ions pour les micro-systèmes. Toutefois, le procédé de désinfection est d'une efficacité moindre lorsque l'eau brute est de qualité inférieure. Il peut s'agir d'eau qui n'est pas adéquatement protégée à la source ou d'eau n'ayant pas subi de traitement préalable suffisant ou de filtration pour réduire les paramètres qui pourraient nuire au processus de désinfection. Ces paramètres, qui peuvent comprendre des teneurs élevées en matières organiques et la présence d'autres constituants, sont expliqués plus en détail dans le présent document.

#### **4.1.1 Filtration**

Pour ce procédé, on se sert d'un filtre afin d'éliminer les particules et de réduire le nombre de bactéries, de protozoaires et de virus (dans certains cas) dans l'eau de source. Tous les réseaux approvisionnés en eaux de surface et en eaux souterraines vulnérables à la contamination des eaux de surface doivent comporter un système de filtration.

La filtration est le moyen le plus simple d'éliminer les particules en suspension et la turbidité dans les réseaux d'approvisionnement en eau potable, et elle est nécessaire pour obtenir une désinfection efficace. Les méthodes de filtration comprennent la filtration lente et la filtration rapide sur sable (chimiquement assistée), la filtration à diatomées, la filtration directe, la filtration sur membrane et la filtration au moyen d'une cartouche.

Pour plus d'information, voir le DVD intitulé Filtration des eaux et échange d'ions pour les micro-systèmes.

#### **4.1.2 Distillation**

Les distillateurs d'eau produisent de l'eau potable pour la consommation directe, la cuisson et les autres applications domestiques. Les dispositifs de distillation de l'eau sont généralement intégrés aux systèmes de traitement disposés au point de consommation. Ils nécessitent une grande quantité d'énergie pour assurer le débit d'eau à travers le système tout en éliminant les minéraux et l'alcalinité, ce qui a pour effet d'abaisser considérablement le pH de l'eau. Pour ces raisons, les distillateurs ne sont généralement pas utilisés dans les endroits éloignés ni aux points d'entrée de l'eau dans le réseau.

Les dispositifs de distillation de l'eau suppriment les contaminants microbiens et la plupart des contaminants chimiques, mais ils ne sont pas conçus pour traiter l'eau visuellement contaminée ni à recycler les eaux usées en eau potable et sûre du point de vue microbiologique.

### **4.2 Désinfection secondaire**

Le maintien d'une concentration résiduelle de désinfectant dans le réseau de distribution d'eau (désinfection secondaire) sert à protéger l'eau contre une nouvelle prolifération des bactéries et à empêcher la formation d'un biofilm. La désinfection secondaire sert aussi comme indicateur de l'intégrité du réseau de distribution d'eau. En effet, toute perte de désinfectant résiduel pourrait indiquer que l'intégrité du réseau est compromise. Seuls le chlore et les chloramines (composés formés par l'ajout d'ammoniac et de chlore; voir la section 6.2 pour une description plus détaillée), permettent de maintenir la concentration résiduelle requise de désinfectant dans le réseau de distribution.

## **5.0 DÉSINFECTION AU CHLORE**

Les méthodes de désinfection les plus couramment utilisées pour traiter l'eau dans les micro-systèmes sont la chloration et le rayonnement ultraviolet.

### **5.1 Chlore**

Disponible sous diverses formes, le chlore est l'agent de désinfection le plus couramment utilisé dans les services d'eau publique. Le chlore peut se présenter à l'état solide (pastilles

ou granulés), à l'état liquide (solution d'hypochlorite, avec injection par pompage) et à l'état gazeux. L'utilisation de chlore gazeux dans les micro-systèmes ne figure probablement pas parmi les meilleures solutions de désinfection en raison du danger que présente le chlore à l'état gazeux, ainsi que des problèmes de manutention et des risques qui en découlent pour la sécurité. Les systèmes de traitement au chlore sont généralement équipés d'un réservoir, afin d'assurer un temps de contact assez long avec l'eau et d'obtenir une désinfection suffisante.

### **5.1.1 Avantages du chlore**

Les données scientifiques actuelles montrent que les avantages de la chloration de l'eau potable (réduction des facteurs de maladies) dépassent largement les risques liés à la présence de sous-produits de désinfection (SPD), tels que les trihalométhanes (THM), pouvant se former lorsque la matière organique présente dans l'eau entre en contact avec le chlore. Bien qu'il existe d'autres désinfectants, cet agent demeure le choix des experts en traitement des eaux municipales. Toutefois, dans les régions éloignées, comme les plates-formes pétrolières, ainsi qu'à bord des navires, il est fréquent d'utiliser du brome (pour plus d'information, voir la section sur le brome). Lorsqu'il est utilisé de pair avec les méthodes modernes de filtration de l'eau, le chlore s'avère efficace contre presque tous les micro-organismes, à l'exception de certains protozoaires. Le chlore est facile à appliquer, mais comme pour la plupart des désinfectants, il doit constamment en rester une petite quantité dans l'eau pendant que celle-ci circule dans le réseau de distribution, depuis la station de traitement jusqu'au point de consommation. La teneur résiduelle en désinfectant réduit considérablement le risque de contamination dans les réseaux de distribution.

### **5.1.2 Inconvénients du chlore**

L'un des désavantages du chlore est qu'il peut contribuer à la formation de sous-produits de désinfection si la matière organique naturelle (MON), comme le carbone organique dissous (p. ex., les tannins), n'est pas éliminée avant la chloration. Plusieurs études ont montré qu'il existe un lien entre l'exposition à long terme aux concentrations élevées en sous-produits de désinfection et un risque plus élevé de cancer. Les sous-produits de désinfection comme les trihalogénométhanes (THM) et les acides haloacétiques (AHA) doivent être maintenus en deçà des niveaux indiqués dans les Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada (RQEPC).

En général, plus la concentration en matière organique naturelle est haute, plus le risque de formation de sous-produits de désinfection sera élevé. Pour contrer ce problème, le système de traitement de l'eau doit être conçu de manière à réduire le plus possible la concentration en matière organique naturelle avant l'ajout de chlore. Il est possible de réduire efficacement la teneur en carbone organique dissous en utilisant des filtres bien conçus et correctement entretenus, et en recourant à la coagulation simple, aux procédés de coagulation avancés ou à d'autres méthodes approuvées.

La capacité du chlore à détruire ou inactiver tous les agents pathogènes possibles est une autre source de préoccupation dans les réseaux d'eau potable. À la concentration permise dans l'eau potable, le chlore s'avère inefficace contre certains protozoaires; il faut alors recourir à une approche à barrières multiples comprenant des mesures de protection de la

source et un traitement à plusieurs étapes pour éliminer ces contaminants. Plus de détails sur ce point sont fournis à la section 3.1.



Il ne faut jamais faire de compromis en matière de désinfection simplement par crainte de difficultés dues à la présence de sous produits de désinfection; le risque de maladies dû à une contamination microbienne est beaucoup plus grave que celles dû aux sous-produits de désinfection.

### 5.1.3 Sécurité

À l'état concentré, le chlore réagit fortement avec d'autres produits chimiques, comme les acides et l'ammoniac, et il est extrêmement corrosif au contact de certains matériaux. C'est pourquoi les petits systèmes de chloration (desservant jusqu'à 25 personnes) ne devraient pas utiliser de produits à base de chlore très concentré (p. ex., chlore gazeux) que l'on trouve plus couramment dans les stations de traitement de l'eau de grande envergure. Il faut prendre les précautions d'usage dans l'entreposage et la manipulation du chlore (p. ex., accès protégé aux produits chimiques, utilisation de lunettes protectrices et de gants en caoutchouc). Tous les matériaux utilisés dans les systèmes d'injection de chlore doivent pouvoir résister aux fortes concentrations de chlore qui y circulent. L'équipement, les robinets et la canalisation devront être entretenus périodiquement pour assurer la sécurité et l'efficacité des activités.

### 5.1.4 Eau de Javel sans parfum à usage ménager

L'eau de Javel à usage ménager contient généralement de 3 à 6 % de chlore actif. L'eau de Javel de grade industriel peut contenir entre 10 et 12 % de chlore actif.

Dans l'eau de Javel sans parfum à usage ménager, le chlore se présente sous forme d'hypochlorite de sodium. Ce produit est couramment utilisé et recommandé pour le traitement par chloration pour les raisons suivantes :

- Il s'agit d'un produit à usage ménager courant
- Il est moins difficile de calculer, de mesurer et de mélanger le volume de liquide nécessaire pour obtenir la dose requise comparativement à d'autres produits (p. ex. poudres, pastilles, rondelles)
- Il présente moins de danger à l'utilisation que les solutions plus concentrées de chlore liquide, de chlore gazeux et d'hypochlorite de calcium

Toutefois, il faut utiliser uniquement de l'eau de Javel sans parfum de grande marque, car les additifs contenus dans les autres marques d'eau de Javel pourraient en fait contaminer l'eau potable. À cause de l'instabilité de l'hypochlorite de sodium, l'eau de Javel est sensible à la température et à la lumière, et sa durée de conservation est limitée par conséquent. À titre d'exemple, si on laisse un flacon d'eau de Javel dans la cabine d'un camion stationné au soleil, l'hypochlorite de sodium se dégradera très rapidement sous l'effet de la chaleur et de la lumière. Le transport et l'achat de petits contenants assurent un approvisionnement frais. Les produits à plus faible concentrations, tel l'eau de Javel sans parfum à usage ménager,

sont aussi considérés plus stables étant dilués.

La concentration des produits à base d'hypochlorite de sodium est exprimée en pourcentage en poids de chlore actif, en pourcentage en poids d'hypochlorite de sodium et en pourcentage de la formulation commerciale. Pour convertir le pourcentage de la formulation commerciale et le pourcentage d'hypochlorite de sodium en pourcentage au poids de chlore actif, on utilise la formule suivante :

- Pourcentage de la formulation commerciale = grammes par litre (g/L) de chlore actif/ 10 % en poids de chlore actif = g/L / 10 x densité de la solution  
% en poids de chlore actif = % en poids d'hypochlorite de sodium/1,05

Le seul produit à base de chlore qu'il est permis d'utiliser pour traiter l'eau potable est l'eau de Javel à usage ménager (sans parfum, fraîche); ce produit doit répondre à la norme de NSF International no 60 (Produits chimiques de traitement de l'eau potable - Effets sur la santé) ou à une norme équivalente.

Il ne faut pas utiliser d'eau de Javel parfumée ni d'autres produits, comme le chlore pour piscine, car ils contiennent généralement des additifs et peuvent aussi contenir d'autres contaminants. Toujours vérifier l'étiquette du produit pour voir la liste des ingrédients et l'utilisation suggérée par le fabricant.

#### 5.1.5 Chloration Choc

Les réseaux de distribution d'eau potable nouvellement installés, réparés ou modernisés doivent être désinfectés. Il en va de même pour les composantes de stations de traitement de l'eau. La chloration choc et la chloration à injection continue conviennent bien pour ce type de désinfection. Avant de procéder, il faut s'assurer que tous les filtres sont protégés de manière à ce que la chloration ne les endommage d'aucune manière. On peut par exemple mettre les filtres hors-circuit ou faire en sorte que le flux d'eau les contourne. Le procédé de chloration choc consiste essentiellement à remplir les tuyaux d'eau fortement chlorée. Cette eau doit rester dans le réseau pendant un minimum de 12 heures et un maximum de 24 heures. À la fin de cette période, la concentration de chlore résiduel libre doit être d'au moins 10 mg/L.

Une fois ce traitement terminé, l'eau fortement chlorée doit être complètement évacuée des tuyaux à une vitesse de 0,76 m/s ou plus, sauf indication contraire par un spécialiste de la qualité de l'eau. Ce rinçage doit se poursuivre jusqu'à ce que les concentrations de chlore atteignent les seuils recommandés dans les « Conseils pour un approvisionnement en eau potable salubre dans les secteurs de compétence fédérale ».



L'eau chlorée doit subir un processus de déchloration avant d'être rejetée dans l'environnement ou dans le réseau pluvial.

## 6.0 LE CONCEPT DE DÉSINFECTION CT ET LE DIMENSIONNEMENT DES RÉSERVOIRS DE CONTACT

Pour que la désinfection soit réussie, le désinfectant (chlore) doit rester suffisamment de temps au contact de l'eau pour agir sur les organismes nuisibles. La dimension du réservoir de contact utilisé dans la station de traitement de l'eau dépend du débit d'eau, de la concentration en chlore et de la durée du contact. Plus le temps de contact sera long (dans des limites raisonnables), plus la désinfection sera efficace. Une concentration de chlore prédéterminée (C) est maintenue dans l'eau pendant un certain temps de réaction (T). La résultante de cette opération, appelée « valeur CT », se calcule comme suit :

$$CT = \text{Concentration (en mg/L)} \times \text{Temps de réaction (en minutes)}.$$

La concentration en chlore (C) représente la quantité de chlore résiduel présente dans l'eau à sa sortie du réservoir de contact, tandis que le temps T représente la valeur approximative de la durée de réaction durant laquelle l'essentiel de l'eau reste au contact du chlore. La valeur CT sert à quantifier la capacité d'un produit chimique, le chlore dans ce cas précis, à garantir un taux d'inactivation efficace des agents pathogènes au niveau requis. L'application de ce concept nécessite de connaître les valeurs CT requises pour obtenir un taux d'inactivation acceptable dans les conditions de fonctionnement réelles (débit, température et pH) et souvent variables, le but étant d'utiliser un procédé de désinfection capable d'obtenir ces valeurs en tout temps. Plus le pH est élevé et plus la température de l'eau est basse, moins la désinfection est efficace.

Par conséquent, il faut obtenir des valeurs CT plus élevées lorsque le pH est haut et/ou que la température de l'eau est basse. En d'autres termes, la désinfection au chlore est plus efficace à faible pH (< 6) et à haute température (> 20 °C).

À partir de ce concept CT, on peut calculer le volume nécessaire du réservoir de contact en se basant sur le débit.

Les valeurs CT requises pour inactiver certains micro-organismes sont fournies sur le site Web de Santé Canada. Un résumé des méthodes de désinfection est fourni au tableau 1.

## 7.0 AUTRES MÉTHODES DE DÉSINFECTION

### 7.1 Ozonation

L'ozone est un puissant oxydant qui offre une haute capacité de désinfection. Il est utilisé comme désinfectant primaire, puisque sa concentration résiduelle est inexiste. Bien qu'il ne soit pas couramment utilisé dans les micro-systèmes, l'ozone s'avère très efficace pour inactiver les kystes, les bactéries et les virus. L'inactivation survient après une durée de contact très brève. Le recours à l'ozone comme désinfectant primaire doit être fondé sur des critères simples, notamment les concentrations d'ozone de contact, les besoins concurrents d'ozone, et la durée de contact minimale requise pour respecter les exigences en matière d'inactivation des kystes et des virus.

La technologie utilisant l'ozonation nécessite une surveillance attentive, car les fuites d'ozone peuvent présenter un danger (des renseignements complémentaires sur ce point sont fournis sur le site Web du Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail). L'ozonation peut également accroître la teneur en matière organique soluble dans l'eau et nuire ainsi à la qualité de l'eau dans le réseau de distribution. Pour cette raison, il est recommandé de retirer la matière organique par filtration. En outre, lorsque des bromures sont présents dans l'eau de source, la formation de sous-produits de désinfection (p.ex. matière organique bromée et bromate) est un risque qu'il faut s'efforcer de minimiser.

## 7.2 Chloramination

La chloramination est une méthode de désinfection secondaire. Bien qu'elle comporte certains avantages par rapport aux autres méthodes de désinfection (p. ex. effets résiduels durables et faible production de sous-produits de désinfection), elle n'est pas répandue en raison de sa complexité. Comparativement au chlore libre et à l'ozone, les chloramines ont une moindre capacité réactive à inactiver les microorganismes et nécessitent donc des valeurs CT plus élevées.

Les chloramines sont une combinaison de monochloramine, de di chloramine et de tri-chloramine qui se forment lors du mélange du chlore et de l'ammoniac. Le but de la chloramination est de former du monochloramine (ou chloramine) tout en limitant la formation de di chloramine et de tri-chloramine, et ce, en contrôlant le rapport entre la quantité d'ammoniac et la quantité de chlore. Par conséquent, la chloramination exige de surveiller attentivement la quantité de chlore ajoutée à l'ammoniac. En cas de déséquilibre entre ces deux éléments, la chloramination peut occasionner une odeur et un goût désagréable à l'eau à cause de la présence de di-chloramine et de tri-chloramine ou à cause de l'instabilité biologique de l'eau circulant dans le réseau de distribution. Par conséquent, une concentration excessive en ammoniac (c.-à-d. un faible rapport chlore:ammoniac) peut favoriser la croissance de bactéries nitrifiantes, qui transforment l'ammoniac en nitrites et en nitrates, des composés indésirables eux aussi.

## 7.3 Dioxyde de chlore

Le dioxyde de chlore est un désinfectant efficace pour l'eau potable, mais il est très réactif et doit être produit sur les lieux du traitement. Le dioxyde de chlore est un oxydant puissant, mais il peut être plus difficile à manipuler que les autres formes de chlore; il est donc généralement utilisé comme désinfectant primaire. À cause de sa complexité d'utilisation et de la nécessité d'une surveillance soutenue, le dioxyde de chlore doit être manipulé par du personnel formé. En outre, à cause de sa forte réactivité, il ne convient pas nécessairement comme désinfectant résiduel dans le réseau de distribution.

La chlorite de sodium sec est explosive et peut provoquer des incendies dans les équipements d'injection, si les liquides répandus à cause d'une fuite ou d'un déversement ont séché.

## 7.4 Bromination

On utilise parfois la bromination au lieu de la chloration pour désinfecter l'eau potable à bord des navires. La matière active provient d'une cartouche de résine imprégnée de brome. Cet

élément est classé comme étant légèrement corrosif et nécessite des précautions lors de sa manutention et de son stockage. Les cartouches de brome doivent être entreposées dans un endroit propre, sec et ventilé. Elles ont une durée de vie de deux ans à partir de la date de fabrication.

### **7.5 Rayonnement ultraviolet (UV)**

Le rayonnement ultraviolet (UV) est une méthode de désinfection non chimique efficace qui sert à traiter les eaux filtrées ou relativement pures. Il s'agit d'une solution intéressante compte tenu de la facilité d'installation, de fonctionnement et d'entretien du système, et de son faible coût par rapport à la désinfection primaire utilisant des produits chimiques. En plus du rayonnement UV, il faut recourir à une désinfection chimique secondaire (p. ex. au chlore) pour obtenir une protection résiduelle dans le réseau de distribution.

La présence de matières organiques naturelles, de fer, de calcaire, de solides en suspension dans l'eau, entre autres facteurs, peut réduire la transmission des rayons UV et provoquer la formation de taches sur la lampe, ce qui nuira à l'efficacité de la désinfection. Il est recommandé de surveiller en permanence les lectures du capteur d'intensité UV, le débit d'eau au travers des réacteurs ainsi que la température de l'eau et l'état de la lampe, afin de connaître la dose quotidienne moyenne et minimale de rayonnement UV par réacteur. L'entretien des dispositifs d'alarme à distance, des pièces de nettoyage automatique des réacteurs ainsi que l'entretien annuel du capteur de rayons UV sont également des mesures à ne pas négliger pour empêcher l'entartrage et l'écaillage et pour réduire au minimum les interventions de l'opérateur sur le site.

Pour plus d'information, consulter le DVD intitulé Ultraviolet et osmose inverse pour les micro-systèmes.

## **8.0 MESURES ET D'ESSAIS**

### **8.1 Alcalinité, température et pH**

Il est important de maintenir le bon niveau de pH (mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'une solution liquide) pour optimiser le traitement et assurer la sûreté sanitaire de l'eau potable. En règle générale, le pH de l'eau potable (après traitement) doit se situer entre 6,5 et 8,5. Cependant, pour certains désinfectants ou procédés, un pH supérieur à 8,5 est acceptable. À chaque étape ou procédé de traitement, le pH peut varier en fonction de la méthode (p. ex. coagulation). Il peut être nécessaire d'ajuster le pH avant et après un traitement. L'hypochlorite de sodium (eau de Javel) et l'hypochlorite de calcium présentent un pH élevé (autour de 11).

Il est important de noter que lorsqu'on ajoute des produits chlorés à l'eau, le pH augmente. Puisque la forme de chlore résiduel libre dépend du pH, il se crée plus d'ions d'hypochlorite dans les milieux à pH élevés, ce qui a pour effet de réduire l'efficacité du procédé de désinfection. Il peut devenir nécessaire de tenir compte de la hausse du pH. La production d'acide hypochloreux, et donc l'efficacité du chlore libre, est maximisée lorsque le pH est inférieur à 8,5. Une faible température de l'eau peut également nuire à l'efficacité de la solution de chlore. Il faut tenir compte de ce facteur ainsi que du pH et de l'alcalinité de l'eau pour déterminer le temps de contact et l'efficacité de la solution chlorée.

Lors du mélange des produits chimiques dans l'eau, il faut vérifier fréquemment le pH afin de déceler les éventuels risques d'émanation de gaz à base de chlore, pour d'autres raisons liées à la santé et à la sécurité des travailleurs, et pour vérifier que le niveau souhaité de pH de la solution de chlore résiduel libre soit atteint (voir les documents de référence du Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail pour obtenir plus d'information sur le chlore gazeux). Il est recommandé d'utiliser les papiers pour la mesure du pH et les tableaux de comparaison, une trousse d'analyse de terrain ou un pH-mètre étalonné pour vérifier le pH des mélanges.

Autre point à considérer lors de la chloration de l'eau : l'alcalinité de l'eau, qui est représentative de la concentration en ions de bicarbonate, de carbonate et d'hydroxyde, exprimée en concentration équivalente de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ). L'alcalinité est la capacité de l'eau à résister aux fluctuations de pH qui mèneraient à l'acidification de l'eau. Cette capacité est généralement connue sous le nom de pouvoir tampon.

## 8.2 Principes analytiques de la méthode DPD

La méthode DPD est une simple analyse effectuée sur le terrain ou en laboratoire pour déterminer la teneur en chlore libre et en chlore total de l'eau. La couleur de l'eau est comparée à l'échelle de couleurs étalon de l'instrument pour déterminer la teneur en chlore. L'instrument d'analyse DPD, appelé colorimètre ou comparateur de couleur, effectue cette opération automatiquement.

Selon le type de trousse d'analyse DPD, le réactif DPD se présente sous forme de comprimé, de poudre (en capsule) ou de solution (en ampoule d'aluminium). Lorsqu'on met la DPD dans l'eau, l'eau vire du rose pâle au rose foncé selon sa teneur en chlore résiduel.



En cas de présence d'ammoniac dans l'eau, le chlore résiduel libre donnera des lectures faussées parce que l'ammoniac réagit avec les réactifs DPD. Le changement de couleur du rose pâle au rose foncé après une période de contact du réactif de plus d'une minute sera souvent révélateur de la présence d'ammoniac. Remarque : Il est important d'interpréter correctement ces valeurs de lecture faussées, car il ne peut pas rester de chlore résiduel libre si de l'ammoniac est présent dans l'eau.

### 8.2.1 Démonstration de la colorimétrie

Les tests de colorimétrie utilisent du DPD (N, N diéthyl-p-phénylène diamine) en poudre ou en pastilles qui provoque une coloration rose en

présence de chlore dans la solution. Les roues de couleur offrent une solution plus simple et moins coûteuse que les compteurs numériques lorsqu'il s'agit de mesurer l'intensité du changement de couleur. Sur le terrain, l'opérateur se sert d'une roue de couleurs pour déterminer par comparaison des teintes la concentration de chlore libre ou de chlore total. Il peut utiliser la trousse d'analyse pour mesurer la teneur en chlore libre et/ou en chlore total dans une fourchette allant de 0 à 3,5 mg/L, soit l'équivalent de 0 à 3,5 ppm (parties par

million).

Avantages des trousse d'analyse à roues de couleurs :

- Des lectures précises, pourvu que la trousse soit utilisée correctement
- Un faible coût

Inconvénients des trousse d'analyse à roues de couleurs :

- Risque d'erreur par l'utilisateur
- Capacité d'étalonnage et de normalisation limitée

### **8.2.2 Composants et réactifs du colorimètre DPD**

La trousse colorimètre contient généralement des tubes d'observation des couleurs et des bouchons. Les colorimètres plus anciens peuvent comporter une échelle de couleurs étalon (sous forme de disques ou de tranches colorées) pour comparer la couleur de l'échantillon visuellement afin de déterminer la concentration de chlore. Les modèles actuels effectuent la comparaison automatiquement. Des tubes d'observation de recharge ou supplémentaires sont en vente dans le commerce, et le comparateur peut également être livré avec une réserve de réactifs DPD (pour le chlore libre et total).

### **8.2.3 Étalonnage**

On utilise des quantités connues de solution de permanganate de potassium comme étalon pour vérifier l'exactitude de l'échelle de couleurs du comparateur utilisé pour déterminer la concentration de chlore. La personne qui prélève les échantillons d'eau n'a pas besoin de préparer d'étalons au moyen de méthodes de laboratoire. En effet, les fabricants et distributeurs d'équipement proposent des étalons prêts à utiliser.

- Le comparateur de couleurs DPD doit être étalonné initialement, lors de son achat, puis au moins une fois tous les trois mois, ou selon les spécifications du fabricant.
- Les étalons de couleurs sont sensibles à la lumière et pâlissent s'ils sont exposés au soleil ou à des températures élevées. Il faut vérifier leur date d'expiration.

## **9.0 SITUATIONS D'URGENCE**

Dans une situation d'urgence, lorsqu'il est impossible d'obtenir une désinfection suffisante, l'eau destinée à la consommation, sous forme de glaçons ou de boissons chaudes ou froides, à la préparation d'aliments, au lavage de fruits et de légumes et à l'hygiène dentaire, doit néanmoins être désinfectée.

Lorsqu'il faut désinfecter de l'eau en urgence, les désinfectants chimiques agissent moins efficacement dans l'eau trouble, brunâtre ou colorée. Il faut filtrer l'eau brunâtre ou colorée avec un linge propre, ou laisser reposer l'eau et attendre que les particules solides se déposent. Il est préférable laisser reposer l'eau puis de la filtrer. Après avoir filtré l'eau jusqu'à ce qu'elle soit claire, ou laissé décanter toutes les impuretés et particules solides, on peut prélever l'eau claire et propre pour la désinfecter. L'eau propre destinée à la désinfection doit être entreposée uniquement dans des contenants propres et fermés hermétiquement, et faits de matériaux à l'épreuve de la corrosion.

Les méthodes de désinfection d'urgence suivantes sont recommandées dans cette situation.

### **9.1 Ébullition de l'eau**

Le fait d'amener l'eau à forte ébullition et de la laisser bouillir une minute rend inactifs les microorganismes pathogènes d'origine hydrique. L'eau peut être bouillie dans une bouilloire électrique, dans un four à micro-ondes ou sur une cuisinière, dans un contenant résistant à la chaleur. L'eau doit ensuite être refroidie et versée dans un contenant propre, ou réfrigérée jusqu'à son utilisation. À une altitude de plus de 2000 m, l'eau bout à une température légèrement inférieure; il faut donc la laisser bouillir au moins deux minutes pour que tous les organismes pathogènes soient éliminés.

### **9.2 Eau de Javel sans parfum à usage ménager**



Ne pas utiliser de javellisant sans chlore pour désinfecter l'eau.

Pour que la désinfection chimique soit efficace, il faut que l'eau soit filtrée et qu'elle ait le temps de reposer. Il faut suivre la procédure indiquée sur l'étiquette. Si la procédure à suivre n'est pas fournie, il faut trouver sur l'étiquette le pourcentage de chlore actif et utiliser la quantité nécessaire de désinfectant en fonction du volume d'eau à désinfecter.

### **9.3 Désinfectant en pastilles**

Il est possible de se procurer dans le commerce des pastilles de chlore contenant le dosage nécessaire pour désinfecter de l'eau et la rendre potable. Ces pastilles sont vendues dans les pharmacies et les magasins d'articles de sport. Elles doivent être utilisées conformément aux indications fournies. En l'absence d'instructions, utiliser une pastille par litre d'eau à désinfecter et laisser agir le temps requis en se basant sur l'information fournie dans le présent document. Il existe d'autres types de pastilles, comme les pastilles d'iode, mais ces produits sont destinés à être utilisés uniquement en cas de nécessité absolue, et pendant de brèves périodes seulement.

## **10.0 GLOSSAIRE**

Pour obtenir des définitions et des explications plus détaillées ainsi que des renseignements supplémentaires, consulter le document intitulé « Conseils pour un approvisionnement en eau potable salubre dans les secteurs de compétence fédérale ».

## 11.0 TABLEAUX

Tableau 1 Résumé des méthodes de désinfection

Aperçu des méthodes de désinfection de l'eau (dans tous les cas, l'eau doit être suffisamment filtrée pour que la désinfection soit efficace)			
Méthode	Principe	Avantages	Remarques
Chloration	La solution chlorée est injectée dans l'eau. L'utilisation d'un réservoir de stockage permet d'obtenir le temps de contact nécessaire.	Efficace contre la plupart des agents pathogènes; action résiduelle dans le réseau de distribution.	Filtration nécessaire pour éliminer les protozoaires. Permet de traiter de grands volumes d'eau.
Ozonation	L'ozone est diffusé dans l'eau et mélangé par barbotage.	Efficace contre la plupart des agents pathogènes pourvu que la dose soit suffisante.	Peut nécessiter une filtration.
Chloramination	Du chlore et de l'ammoniac sont injectés dans l'eau.	Élimine la plupart des agents pathogènes; moins de sous-produits qu'avec la chloration.	Temps de contact plus long; procédé plus complexe à gérer que la chloration.
Distillation	Les agents pathogènes sont détruits lors du passage de l'eau dans un alambic.	Tous les agents pathogènes connus sont éliminés.	Convient pour de petites quantités d'eau. Peut nécessiter l'emploi de matériel spécialisé et un traitement supplémentaire pour stabiliser l'eau si cette méthode est utilisée ailleurs qu'au point de consommation.

## LA DÉSINFECTION : DVD - DOCUMENT D'ACCOMPAGNEMENT

---

Rayonnement UV	L'eau passe devant une lampe UV qui inactive les agents pathogènes.	Efficace contre pratiquement tous les organismes, sauf les plus résistants. Aucun changement dans le goût de l'eau.	Filtration nécessaire pour réduire la turbidité de l'eau et améliorer le taux d'inactivation. Désinfection secondaire requise pour assurer une protection résiduelle dans le réseau de distribution.
Filtration	Aux fins de la désinfection, la filtration désigne un processus selon lequel l'eau passe dans une cartouche de céramique poreuse qui retient les particules.	Susceptible d'être efficace contre les protozoaires et les bactéries.	Il s'agit d'une exigence préliminaire que tous les processus de désinfection doivent respecter pour être efficaces.

Tableau 2 La désinfection de l'eau dans les situations d'urgence

Désinfection d'urgence ou à court terme de l'eau			
Méthode	Directives	Avantages	Remarques
Ébullition	Porter à forte ébullition et laisser bouillir pendant au moins 1 min, puis laisser refroidir.	Détruit tous les agents pathogènes connus.	L'eau qui a été bouillie pour le café ou la cuisson est également sans danger.
Eau de Javel sans parfum à usage ménager	Ajouter 2 gouttes (0,1 ml) par litre d'eau (4 gouttes si l'eau est trouble). Mélanger; laisser reposer au moins 30 min.	Habituellement efficace contre la plupart des agents pathogènes.	Si on soupçonne la présence de Cryptosporidium, l'eau devrait être filtrée en premier. Si l'eau est très froide, laisser agir la désinfection pendant plus longtemps avant de la boire.
Pastilles de désinfection	Utiliser selon les indications.	Habituellement efficace contre la plupart des agents pathogènes lorsque les indications sont respectées à la lettre.	Si on soupçonne la présence de Cryptosporidium, il faut filtrer l'eau en premier. Si l'eau est très froide, laisser agir la désinfection pendant plus longtemps avant de la boire.

NOTES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

© Su Majestad la Reina en derecho de Canadá, 2011

Nº de catálogo A22-543/2011

ISBN 978-1-100-53416-9

Nº MAAC 11488M

Also available in English under the title  
Disinfection for micro-systems

Paru également en Français sous le titre  
Désinfection des micro-systèmes

LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL PRESENTE DOCUMENTO ES PARA FINES EDUCATIVOS EXCLUSIVAMENTE.

La información presentada describe las mejores prácticas en el momento de la redacción. Como las prácticas y normas van cambiando con el tiempo, conviene consultar a su suministrador o especialista de la calidad del agua para comprobar la actualidad y exactitud de los datos.

El Gobierno de Canadá declina toda responsabilidad por la interpretación o el uso incorrecto, inapropiado o negligente de la información contenida en el material presentado que conlleva sus correspondientes derechos de autor.

El Gobierno de Canadá no recomienda especialmente ninguno de los productos, procedimientos o servicios que se muestran en el DVD o que se describen en esta su documentación acompañante.

© Copyright HER MAJESTY THE QUEEN IN RIGHT OF CANADA (2011)

El presente material no puede ser reproducido sin la debida autorización.

**Desinfección: documentos que acompañan al DVD**

1.0	INTRODUCCIÓN .....	2
1.1	Responsabilidad .....	2
1.2	Riesgos y razones para evitarlos.....	2
2.0	FUENTES DE AGUA.....	2
3.0	CONTAMINANTES .....	3
4.0	DESINFECCIÓN .....	3
4.1	Desinfección primaria .....	3
4.1.1	Filtración .....	4
4.1.2	Destilación .....	4
4.2	Desinfección secundaria.....	4
5.0	DESINFECCIÓN CON CLORO .....	4
5.1	El cloro.....	4
5.1.1	Ventajas del cloro .....	5
5.1.2	Desventajas del cloro .....	5
5.1.3	Inquietudes en materia de seguridad .....	6
5.1.4	Blanqueadores sin olor para uso doméstico.....	6
5.1.5	Cloración De Choque .....	7
6.0	TIEMPO DE DESINFECCIÓN Y DIMENSIONES DEL TANQUE DE CONTACTO ..	8
7.0	MÉTODOS DE DESINFECCIÓN ALTERNATIVOS .....	8
7.1	Ozonización.....	8
7.2	Tratamiento con cloramidas .....	9
7.3	Dióxido de cloro.....	9
7.4	Bromación.....	9
7.5	Radiación ultravioleta .....	10
8.0	MEDICIONES Y PRUEBAS .....	10
8.1	Alcalinidad, temperatura y pH.....	10
8.2	Principios de análisis del método del DPD .....	11
8.2.1	Pruebas de colorimetría.....	11
8.2.2	Partes y reactivos del comparador DPD.....	12
8.2.3	Calibración.....	12
9.0	SITUACIONES DE EMERGENCIA.....	12
9.1	Hervir el agua .....	13
9.2	Blanqueadores sin olor para uso doméstico.....	13
9.3	Tabletas de desinfección .....	13
10.0	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	13
11.0	TABLAS .....	14
	Tabla 1 Resumen de los métodos de desinfección .....	14
	Tabla 2 Desinfección en situaciones de emergencia .....	15

## 1.0 INTRODUCCIÓN

El agua potable es esencial para la vida humana. La calidad del agua puede tener profundas repercusiones para nuestra salud, el medio ambiente y la economía. Para proteger la salud pública, es imperativo que las reservas de agua potable se mantengan limpias, inocuas y fiables. Para ello, es necesario que los componentes del sistema de suministro de agua – la fuente, el sistema de tratamiento y el sistema de suministro – sean comprendidos y gestionados como partes de un todo.

### 1.1 Responsabilidad

En Canadá, la seguridad de las reservas de agua potable es una responsabilidad que el gobierno federal comparte con los gobiernos provinciales, territoriales y municipales. La responsabilidad cotidiana de suministrar agua potable inocua a la población en general recae en las provincias y los territorios. Los municipios por lo general se encargan de supervisar las operaciones diarias de las plantas de tratamiento de aguas.

La Oficina de Agua, Aire y Cambio Climático adscrita al Ministerio de Salud de Canadá desempeña un papel crucial en el campo de la investigación científica sobre el tema del agua. Su mandato y competencia reside en proteger la salud de todos los canadienses mediante la elaboración de Recomendaciones para la calidad del agua potable en Canadá en colaboración con las provincias y los territorios. Todas las jurisdicciones canadienses siguen estas recomendaciones que constituyen los requisitos básicos de la calidad del agua que consume la población canadiense.

### 1.2 Riesgos y razones para evitarlos

Graves brotes de enfermedades transmitidas por el agua en Canadá y en otros países han sensibilizado al público sobre los peligros de consumir agua no depurada o inadecuadamente tratada. El agua proveniente de lagos, ríos, corrientes y estanques puede verse limpia y no tener ningún olor o sabor extraño. Sin embargo, varios patógenos peligrosos son invisibles a simple vista, no son detectados por el olfato y pueden no tener ningún sabor. Estas bacterias, virus y protozoos pueden provocar ligeras náuseas y fiebre o bien causar síntomas de enfermedades más graves, tales como diarrea grave, hepatitis o fiebre tifoidea. Tratar el agua cruda aplicando un sistema de barreras múltiples que incluya la desinfección es esencial para reducir el peligro de contraer ese tipo de enfermedades.

## 2.0 FUENTES DE AGUA

Las principales fuentes de agua son tres: aguas superficiales, aguas subterráneas y aguas subterráneas afectadas directamente por aguas superficiales. Por lo general, el tipo y la calidad el agua cruda utilizada y el diseño del microsistema determinan qué tratamiento se debe utilizar.

En Canadá, más de 4 millones de personas dependen de pozos privados para abastecerse de agua potable. Asimismo, los lagos, ríos y otras fuentes de aguas superficiales suelen ser la única fuente de abastecimiento de agua para las residencias campestres, los campamentos, los botes y los montañistas. A diferencia de los sistemas de suministro de

agua municipales, estas pequeñas fuentes de agua son responsabilidad del propietario y es posible que no sean sometidas a análisis periódicos para determinar su nivel de contaminación microbiana ni a procedimientos de desinfección adecuados. Para información adicional sobre pozos de agua, consúltese el DVD sobre pozos de agua.

### **3.0 CONTAMINANTES**

El agua extraída de lagos, ríos, corrientes de agua de montaña, estanques, aguas superficiales y pozos de aguas subterráneas bajo influencia directa de aguas superficiales puede contener patógenos, un tipo de microorganismos que no es visible a simple vista pero dañino. Estas bacterias, virus y protozoos pueden causar diversos síntomas, desde leves náuseas y fiebre hasta una diarrea grave o una hepatitis.

### **4.0 DESINFECCIÓN**

La desinfección es un proceso que se utiliza en el tratamiento de agua potable para neutralizar o eliminar una serie de microorganismos dañinos. Dependiendo de la manera en que se lleva a cabo dentro del sistema, la desinfección puede ser una desinfección primaria o una desinfección secundaria.

#### **4.1 Desinfección primaria**

La desinfección primaria es un proceso o una serie de procesos dirigidos a eliminar o neutralizar patógenos peligrosos para el ser humano – tales como virus, bacterias y protozoos – que podrían estar presentes en el agua entrante antes de que el agua sea distribuida a los consumidores.

La totalidad del proceso de desinfección primaria debe realizarse al interior del sistema de tratamiento de aguas. En los casos en los que está permitido utilizar unidades de tratamiento con puerto de entrada, la desinfección debe terminar de realizarse al interior del punto de entrada de la unidad de tratamiento.

La desinfección eficaz del agua entrante o agua cruda se puede realizar ya sea por medios químicos (por ejemplo utilizando cloro, dióxido de cloro, ozono) o por medios físicos (aplicando luz ultravioleta o haciendo hervir el agua). Otras tecnologías comunes de desinfección primaria son la aplicación de cloro, la desinfección mediante rayos ultravioletas y el tratamiento con ozono, que se examinan más adelante. Para información adicional, véase el DVD sobre la aplicación de rayos ultravioleta y la ósmosis inversa, al igual que el DVD sobre filtración de agua e intercambio iónico para microsistemas. Sin embargo, los procesos de desinfección no tendrán la misma eficacia con aguas entrantes de calidad inferior. Se dice que el agua es de calidad inferior cuando no tiene suficiente protección en la fuente o cuando es agua que no ha pasado por un tratamiento previo o filtración que hubiera permitido reducir los parámetros que interfieren con el proceso de desinfección. Dichos parámetros incluyen altos niveles de materia orgánica y otros constituyentes que se explican en más detalle más adelante en el presente documento.

### 4.1.1 Filtración

Este proceso utiliza un filtro para eliminar partículas y reducir el número de bacterias, protozoos y (en ciertos casos) virus presentes en el agua cruda. La filtración es un proceso obligatorio para todos los sistemas de aguas superficiales y para los sistemas de aguas subterráneas que están expuestas a contaminación por aguas superficiales.

La filtración es el sistema más sencillo para eliminar las partículas suspendidas y la turbidez de un suministro de agua potable mediante una desinfección efectiva. Existen varios métodos de filtración: filtros lentos, filtros rápidos de arena (que utilizan sustancias químicas de apoyo), filtros de diatomita, filtros directos, filtros de membrana y filtros de cartucho.

Para más información, favor de consultar el DVD sobre filtración de agua e intercambio iónico para microsistemas.

### 4.1.2 Destilación

Las destiladoras de agua producen agua apta para beber, cocinar y otros usos domésticos. Las unidades destiladoras de agua generalmente se utilizan como un dispositivo de tratamiento de agua en el punto de uso (point-of-use system) que requiere mucha energía para suministrar agua del sistema eliminando los minerales presentes en el agua y reduciendo la alcalinidad (pH) de esta última hasta un nivel muy bajo. Por esas razones, normalmente no se utilizan en lugares remotos ni como un dispositivo de tratamiento de agua en el punto de entrada.

Aunque los sistemas destiladores de agua eliminan la contaminación microbiana y la mayoría de los contaminantes químicos, no están diseñados para tratar agua turbia ni para convertir aguas servidas en agua inocua y microbiológicamente potable.

## 4.2 Desinfección secundaria

Es necesario mantener un residual de desinfectante persistente en la red de suministro de agua (como desinfección secundaria) a fin de reducir la reproducción de bacterias, frenar la formación de una película de material biológico sobre la superficie del agua y contar con un indicador de la integridad del sistema de suministro de agua. La pérdida del residual de desinfectante puede indicar una falla en la integridad del sistema de distribución del agua. Sólo el cloro y las cloraminas (compuestos de amoníaco y cloro; para información más detallada, véase el apartado 6.2) constituyen un residual de desinfectante persistente que puede utilizarse para mantener un residual en la red de suministro de agua.

## 5.0 DESINFECCIÓN CON CLORO

Los desinfectantes más comunes para tratar el agua en microsistemas son el cloro y los sistemas de rayos ultravioletas.

### 5.1 El cloro

El cloro, que viene en varias formas, es el desinfectante que más comúnmente se utiliza en los sistemas municipales de distribución de agua. El cloro está disponible en forma sólida (tabletas o gránulos), líquida (solución hipoclorosa que se bombea a la red de distribución) o gaseosa (gas cloro). En los microsistemas, utilizar gas cloro no es lo indicado debido a

los peligros inherentes de esta sustancia y a los problemas conexos de su manipulación segura. Para utilizar cloro generalmente, generalmente se necesita un tanque donde el agua pueda permanecer en contacto con el cloro durante suficiente tiempo para asegurar una desinfección adecuada.

### **5.1.1 Ventajas del cloro**

Los datos científicos actualmente disponibles demuestran que utilizar cloro para desinfectar el agua potable que consumimos crea más ventajas (al disminuir las enfermedades) que desventajas para la salud (daños causados por subproductos de la desinfección tales como los trihalometanos, que se forman cuando hay materia orgánica en el agua durante la etapa de cloración). Aunque existen otros desinfectantes, el cloro continúa siendo la opción preferida por los expertos en tratamiento de aguas municipales. Sin embargo, en lugares remotos – tales como barcos y torres petroleras – con frecuencia se utiliza bromo (para más información, véase el apartado sobre bromo). Cuando se utiliza en combinación con métodos de filtración de agua modernos, el cloro es eficaz para eliminar prácticamente todos los microorganismos, con la excepción de ciertos tipos de protozoos. El cloro es fácil de aplicar pero – tal como sucede con la mayoría de desinfectantes – es necesario que pequeñas cantidades de cloro permanezcan en el agua mientras recorre la red de suministro de agua desde la planta de tratamiento hasta los grifos del consumidor. Esta presencia de cloro residual reduce de manera notable los riesgos para los sistemas de distribución de agua.

### **5.1.2 Desventajas del cloro**

Una desventaja de utilizar cloro es que puede crear subproductos de la desinfección cuando la materia orgánica natural (MON) – tal como el carbono orgánico disuelto (por ejemplo, los taninos) – no es eliminada antes de la cloración. Varios estudios han establecido un vínculo entre la exposición prolongada a altas concentraciones de ciertos subproductos de la cloración y un mayor riesgo de cáncer. Los subproductos de la desinfección, tales como los trihalometanos y los ácidos haloacéticos, deben mantenerse por debajo de los niveles indicados en la Recomendaciones para la calidad del agua potable en Canadá.

En términos generales, a mayor concentración de materia orgánica natural, mayor es la posibilidad de que se formen subproductos de la desinfección. Para controlar este problema, el sistema de tratamiento de aguas debe estar diseñado para reducir al máximo la concentración de materia orgánica natural antes de la cloración. La reducción de carbono orgánico disuelto se puede lograr con filtros adecuadamente diseñados y mantenidos, coagulación, procesos avanzados de coagulación u otro proceso aprobados.

Otro problema importante en los sistemas de agua potable es la eficacia del cloro para asegurar que todos los patógenos sean eliminados o queden inertes. Debido a que las concentraciones de cloro en el agua potable son ineficaces para eliminar o desactivar ciertos tipos de protozoos, es necesario implantar un sistema de múltiples barreras que incluya la protección de la fuente y varios pasos de tratamiento para eliminar estos contaminantes. Para más información, véase el apartado 3.1.



La desinfección no debe nunca comprometerse por inquietudes relacionadas con los subproductos de la desinfección, ya que estos últimos presentan muchos menos riesgos de enfermedad que la contaminación microbiana.

### 5.1.3 Inquietudes en materia de seguridad

El cloro concentrado es altamente reactivo con otras sustancias químicas (tales como ácidos y amoniaco) y extremadamente corrosivo para ciertos materiales. Por consiguiente, los sistemas de cloración en sistemas de pequeña escala o microsistemas (que sirven a un máximo de 25 personas) no deberían utilizar el cloro altamente concentrado que se utiliza comúnmente en las grandes plantas de tratamiento de agua (por ejemplo en forma de gas cloro). Es necesario tomar las precauciones necesarias para el almacenamiento y la manipulación de cloro (por ejemplo: acceso controlado a las sustancias químicas; utilización de gafas protectoras y guantes de goma). Todos los materiales utilizados en los sistemas de inyección de cloro deben ser resistentes a las concentraciones de cloro inyectadas. Los equipos, válvulas y tuberías necesitan un mantenimiento periódico para asegurar la inocuidad y la eficacia de las operaciones.

### 5.1.4 Blanqueadores sin olor para uso doméstico

Los blanqueadores (también llamados lejía, lavandina, agua Jane, agua de Cuba) en general contienen entre 3% y 6% de cloro disponible. Los blanqueadores comerciales para uso industrial pueden contener entre 10% y 12% de cloro disponible.

Los blanqueadores sin olor para uso doméstico contienen cloro en forma de hipoclorito de sodio. Son de empleo corriente y es recomendable utilizarlos para el tratamiento de cloración por las razones siguientes:

- Son productos de uso doméstico comunes.
- Es menos complicado calcular, medir y mezclar el volumen necesario de líquido para obtener la dosis prescrita que con otros productos (tales como polvos, tabletas o pastillas).
- Son menos peligrosos de manipular que las soluciones de cloro líquido concentrado, el gas cloro gas o el hipoclorito de calcio.

Sin embargo, se debe utilizar sólo blanqueadores corrientes, sin olor y de marca conocida, ya que ciertos aditivos en otros tipos de blanqueadores pueden contaminar el agua potable. Debido a su inestabilidad química, el hipoclorito de sodio es inestable, sensible a la temperatura y a la luz y tiene un ciclo de vida útil limitado. Por ejemplo, el hipoclorito de sodio transportado en la cabina de un camión calentado por fuertes rayos del sol se degrada con extrema rapidez. Adquirir y transportar el blanqueador en pequeños contenedores permite contar con una reserva fresca. Asimismo, debido a que contienen menores concentraciones de cloro, los blanqueadores sin olor para uso doméstico se consideran más estables.

## **DESINFECCIÓN: DOCUMENTOS QUE ACOMPAÑAN AL DVD**

---

Los productos de hipoclorito sodio se describen en términos de porcentaje de peso de cloro disponible, porcentaje de hipoclorito de sodio y porcentaje comercial. Para la conversión del % comercial y del % de hipoclorito de sodio al % de cloro disponible se debe utilizar la fórmula siguiente:

- Porcentaje comercial = gramos por litro (g/litro) de cloro disponible / 10  
    % de cloro disponible por peso = g/litro / 10 x gravedad específica de la solución  
    % de cloro disponible por peso = % de hipoclorito de sodio por peso / 1.05

Todos los compuestos derivados del cloro que utilizan para desinfectar agua potable deben ser blanqueadores sin olor para uso doméstico frescos y que satisfacen la Norma NSF/ANSI 60: Sobre los Productos Químicos en el Tratamiento del Agua (consecuencias para la salud) para sustancias químicas u otra norma equivalente.

No utilice blanqueadores ni productos tales como cloro para piscinas, porque suelen contener aditivos y también otras sustancias contaminantes. Es necesario leer siempre las etiquetas de los productos para verificar su contenido y seguir las recomendaciones del fabricante para su utilización.

### **5.1.5 Cloración De Choque**

Tanto los sistemas de distribución de agua recientemente instalados, reparados o mejorados como las diversas partes de una planta de tratamiento de aguas necesitan ser desinfectados. La cloración de choque o el método de alimentación continua son una buena manera de llevar a cabo esta desinfección. Antes de iniciar el proceso de desinfección es necesario proteger todos los filtros para evitar que se dañen durante la cloración.

Esto se puede lograr desconectando determinados elementos o dispositivos de by-pass. Básicamente, el proceso de cloración de choque consiste en llenar las tuberías con una concentración más alta de agua clorada. El agua clorada permanece en el sistema durante 12 horas como mínimo y durante 24 horas como máximo, tras lo cual se deja un residual de cloro libre de 10 mg/litro.

Una vez concluido este proceso, el agua altamente clorada no debe permanecer en contacto con las tuberías. Debe ser completamente eliminada del sistema, a una velocidad de 0.76 m/s o más, salvo indicación contraria de un especialista en calidad del agua. Dicha eliminación de agua clorada debe realizarse hasta que los niveles de cloro medidos correspondan a los indicados en las "Recomendaciones para el suministro de agua potable salubre en jurisdicciones federales" (Guidance for providing safe drinking water in areas of federal jurisdiction).



Chlorinated water must be dechlorinated before releasing to the environment or storm water systems

## 6.0 TIEMPO DE DESINFECCIÓN Y DIMENSIONES DEL TANQUE DE CONTACTO

Para una desinfección eficaz, el desinfectante (cloro) debe reaccionar con el agua durante un tiempo suficiente para eliminar los organismos patógenos. En el proceso de tratamiento de aguas, el tamaño del tanque de contacto está determinado por el caudal de agua, la concentración de cloro y el tiempo de contacto. Mientras mayor sea el tiempo de contacto (dentro de lo razonable), más efectiva será la desinfección. Una concentración de cloro predeterminada ("C") se mantiene en el agua durante un periodo de tiempo específico ("T"). El producto se denomina "valor CT" y se calcula de la manera siguiente:

$$CT = \text{Concentración (mg/litro)} \times \text{Tiempo de contacto (en minutos)}.$$

La concentración de cloro "C" es el cloro residual que queda a medida que el agua sale del tanque de contacto; "T" es el tiempo aproximado durante el cual el cloro se mantiene en contacto con el agua. El valor CT es una medida de la capacidad que tiene una sustancia química (que en este caso es el cloro) para lograr la neutralización de patógenos exigida. Para aplicar este concepto, es necesario calcular los valores CT necesarios en las condiciones de operación imperantes y a menudo cambiantes (caudal, temperatura y alcalinidad), al igual que asegurar que el proceso de desinfección utilizada alcance dichos valores en todo momento. La eficacia de la desinfección disminuye cuando el agua contiene altos niveles de pH y está a baja temperatura.

Por lo anterior, se debe aplicar valores CT más elevados en presencia de niveles de pH más altos y/o bajas temperaturas. En otras palabras, la desinfección mediante cloración es más eficaz con menores grados de alcalinidad ( $\text{pH} < 6$ ) y temperaturas más altas ( $> 20^\circ\text{C}$ ).

A partir de ese concepto de CT, se puede calcular el tamaño del tanque de contacto utilizando el caudal.

Los valores de CT para neutralizar ciertos microorganismos se encuentran publicados en el sitio web del Ministerio de Salud de Canadá. La Tabla 1 contiene un resumen de todos los métodos de desinfección.

## 7.0 MÉTODOS DE DESINFECCIÓN ALTERNATIVOS

### 7.1 Ozonización

El ozono es un poderoso oxidante y de gran capacidad desinfectante. Se utiliza en la desinfección primaria porque no es posible mantener un residual de ozono. Aunque normalmente no se utiliza en sistemas pequeños, el ozono es muy eficaz para neutralizar quistes, bacterias y virus. Para que los microorganismos queden inertes se necesita un tiempo de contacto muy breve. La aplicación de ozono como desinfectante primario se basa en criterios simples, tales como las concentraciones del ozono de contacto, las demandas de ozono simultáneas y el tiempo de contacto mínimo para neutralizar los quistes y virus.

La tecnología de ozonización exige un monitoreo cuidadoso de fugas de ozono que podrían representar un peligro. Para información adicional, véase el sitio web del Consejo del

## **DESINFECCIÓN: DOCUMENTOS QUE ACOMPAÑAN AL DVD**

---

Centro Canadiense de Higiene y Seguridad Laboral (Canadian Centre for Occupational Health and Safety Council). La utilización de ozonización también aumenta la presencia de sustancias orgánicas solubles en el agua, lo cual puede afectar la calidad del suministro de agua. Por ese motivo, se recomienda eliminar la materia orgánica mediante filtración. Asimismo, cuando el agua cruda contiene bromuros, aumenta la posibilidad de que se formen subproductos de desinfección (tales como orgánicos bromados y bromuro) que hay que reducir al mínimo.

### **7.2 Tratamiento con cloraminas**

Las cloraminas se utilizan como proceso de desinfección secundaria. Aunque tienen ciertas ventajas sobre otros desinfectantes (tales como efectos residuales prolongados y baja producción de subproductos de desinfección), las cloraminas no se utilizan con frecuencia debido a la complejidad de su operación. En comparación con el cloro libre y el ozono, las cloraminas tienen menos poder reactivo para neutralizar microorganismos y por lo tanto requieren valores de CT más altos.

Las cloraminas son una combinación de monocloramina, dicloramina y tricloramina (tricloruro de nitrógeno) que se obtiene mezclando cloro y amoniaco. El objetivo del tratamiento con cloraminas es formar monocloramina (cloramina) limitando al mismo tiempo la formación de dicloraminas y tricloraminas controlando la relación entre amoniaco y cloro. Por lo anterior, el tratamiento con cloraminas exige un monitoreo cuidadoso de la cantidad de cloro que se agrega al amoniaco. De otro modo surgen problemas de olor y sabor causados por las dicloraminas y las tricloraminas o bien de inestabilidad biológica del agua en el sistema de suministro. Un exceso de amoniaco (es decir, cuando el nivel de cloro es bajo respecto al nivel de amoniaco) puede promover la propagación de bacterias nitrificantes (o bacterias que convierten el amoniaco en nitritos y nitratos) y otros compuestos no deseados.

### **7.3 Dióxido de cloro**

El dióxido de cloro es un desinfectante de agua eficaz, pero es muy reactivo y debe ser producido en el lugar. Aunque es un poderoso oxidante, el dióxido de cloro puede ser más difícil de manipular que otras formas de cloro y en general se utiliza como desinfectante primario. Para aplicar dióxido de cloro se necesita personal calificado debido a la complejidad del proceso y a la necesidad de monitoreo. Asimismo, debido a su alto poder reactivo, no suele servir como desinfectante residual en el sistema de suministro de agua.

Las sales de clorito de sodio son explosivas y pueden causar incendios en equipos de alimentación cuando la solución en la que se encuentran se chorrea o derrama y llega a secarse.

### **7.4 Bromación**

Ciertos barcos utilizan bromación en vez de cloración para desinfectar agua potable. El bromo es suministrado por un cartucho de resina impregnada en bromo, que está clasificado como altamente corrosivo y debe ser manipulado y almacenado aplicando procedimientos especiales. Los cartuchos de bromo deben ser almacenados en un depósito limpio, seco y ventilado. Los cartuchos de bromo tienen una vida útil de dos años contados a partir de su

fecha de fabricación.

### **7.5 Radiación ultravioleta**

La radiación ultravioleta (UV) es un método no químico y eficaz para desinfectar aguas filtradas o relativamente limpias. La tecnología de desinfección mediante radiación ultravioleta es muy útil porque su instalación es simple, es fácil de operar y mantener y es más económica que la desinfección primaria con productos químicos. Además de la radiación ultravioleta, se necesita aplicar un desinfectante secundario (por ejemplo cloro) para que el sistema de suministro cuente con protección residual.

La presencia de materias orgánicas naturales, hierro, depósitos de calcio, sólidos suspendidos en agua y otros factores puede reducir la transmisión ultravioleta y manchar las lámparas ultravioletas, reduciendo la eficacia de la desinfección. Es necesario monitorear continuamente las lecturas del sensor de intensidades de los rayos ultravioletas, el caudal que pasa por los reactores, la temperatura del agua y el estado de las lámparas para determinar el promedio diario y la dosis mínima de UV por reactor. Las alarmas a control remoto, la limpieza automática de los componentes del sistema UV y el mantenimiento anual del sensor UV también son elementos importantes del diseño del sistema para impedir la degradación del sistema o la formación de depósitos y para reducir al mínimo la intervención del operador en el sitio.

Para información adicional, favor de consultar el DVD sobre radiación ultravioleta y ósmosis inversa para microsistemas.

## **8.0 MEDICIONES Y PRUEBAS**

### **8.1 Alcalinidad, temperatura y pH**

En el caso del agua potable, es importante para el proceso de tratamiento y para la pureza del agua asegurar que se mantenga el valor de pH buscado (es decir el grado de acidez o base de una solución líquida). Aunque por lo general los valores para el agua potable (completamente tratada) se sitúan entre 6.5 y 8.5, para ciertos desinfectantes o procesos un pH de más de 8.5 es aceptable. El pH para cada etapa del tratamiento o proceso puede ser diferente, dependiendo del proceso (por ejemplo coagulación). Es posible que el pH tenga que ser ajustado tanto antes como después de un proceso. El hipoclorito de sodio (o blanqueador) y el hipoclorito de calcio tienen un pH alto (de aproximadamente 11).

Es importante destacar que, a medida que se agregan al agua productos que contienen cloro, el pH aumenta. La forma del cloro residual libre depende del nivel de pH y, en entornos con altos niveles de pH, se crean más iones de hipoclorito; ello reduce la eficacia del proceso de desinfección y por esa razón es posible que se tenga que tomar en cuenta el mayor nivel de pH. La producción de ácido hipocloroso – y, por ende, la eficacia del cloro libre – es máxima cuando los niveles de pH están por debajo de 8.5. La baja temperatura del agua también puede afectar la potencia de la solución clorada. Este aspecto también tiene que ser tomado en cuenta junto con el pH y la alcalinidad a la hora de determinar el tiempo de contacto y la eficacia de la solución clorada.

Al mezclar el agua con los productos químicos, es necesario controlar con frecuencia el pH para detectar cualquier peligro de producción de gas cloro y por otras razones de salud y seguridad. Asimismo, se debe verificar que la solución del cloro libre residual haya alcanzado el valor de pH buscado. Para más información sobre el gas cloro, favor de consultar el sitio web del Centro Canadiense de Higiene y Seguridad Laboral (Canadian Centre for Occupational Health and Safety). Para controlar el pH de las mezclas se deben hacer pruebas utilizando tiras de papel de control, consultando tablas de comparación o empleando paquetes de pruebas en el terreno o bien dispositivos de medición.

Otro aspecto importante durante la cloración es el grado de alcalinidad del agua (que corresponde a la medición de las concentraciones de bicarbonato, carbonato e iones de hidróxido) y que se expresa como una concentración equivalente de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). La alcalinidad es la capacidad del agua de resistir modificaciones de pH que la harían aun más ácida. Generalmente esta capacidad se denomina “capacidad amortiguadora” o “capacidad de protección”.

### 8.2 Principios de análisis del método del DPD

El método del DPD es una prueba sencilla diseñada para determinar – en el terreno o en un laboratorio – el cloro libre y el cloro total presentes en el agua. Es color del agua se compara con una escala de color normalizada en el instrumento a fin de determinar el contenido de cloro presente en el agua. Este proceso es realizado automáticamente por el instrumento de pruebas DPD, que se llama colorímetro o comparador de colores.

Según el tipo de paquete de pruebas DPD, el reactivo DPD puede venir en forma de tableta, colchoneta impregnada de polvo reactor o solución ( contenida en una ampolla de papel aluminio).. Cuando el DPD se agrega al agua, el agua adquiere un color rosado claro o rosado oscuro, dependiendo de la cantidad de cloro residual presente en el agua.



If ammonia is present in the water, false free residual chlorine readings will occur because ammonia reacts with DPD reagents. An indicator of this issue may be the light pink colour turning darker after the reagent is left in contact longer than 1 minute. Note: Such false readings must be understood because true free residual chlorine cannot exist in the presence of ammonia.

#### 8.2.1 Pruebas de colorimetría

Las pruebas de colorimetría utilizan una sustancia química (dimetil-parafenil-diamina, o DPD) en forma de polvo o tableta que cambia el color del agua a rosado cuando hay cloro en el agua. Es más simple y económico utilizar escalas de color que dispositivos digitales para medir la intensidad del cambio de color. El técnico de campo utiliza una escala de color para determinar la correspondencia entre el color del agua y una lectura numérica del cloro libre o cloro total. Este paquete de pruebas se puede utilizar para medir el cloro libre y/o el cloro total, dentro de un rango comprendido entre 0 – 3.5 mg/litro, equivalente a 0 – 3.5 ppm ( partes por millón).

## **DESINFECCIÓN: DOCUMENTOS QUE ACOMPAÑAN AL DVD**

---

Ventajas de los paquetes de pruebas de colorimetría:

- Lecturas precisas, cuando son utilizadas adecuadamente
- Bajo costo

Desventajas de los paquetes de pruebas de colorimetría:

- Posibilidad de errores cometidos por el usuario
- Ausencia de calibración y de normalización

### **8.2.2 Partes y reactivos del comparador DPD**

Por lo general, el paquete de comparador de colores incluye tubos y tapas para observar los colores. Algunos comparadores más antiguos incluyen una escala de colores normalizada (en forma de disco o bloque de colores) que permite comparar visualmente el color de una muestra para determinar la concentración de cloro. Los modelos actuales efectúan la comparación automáticamente. Se puede comprar repuestos y tubos de observación adicionales. Algunos fabricantes también ofrecen reactivos DPD (para cloro libre y para cloro total) que se pueden adquirir más adelante.

### **8.2.3 Calibración**

Cantidades determinadas de solución de permanganato de potasio se utilizan como norma para verificar la calibración de la escala normalizada de comparación de colores utilizada para determinar la concentración de cloro. La persona que toma las muestras del agua no tiene la tarea de elaborar normas utilizando métodos de laboratorio. Las normas preparadas se pueden obtener de los fabricantes y distribuidores de equipos.

- El paquete DPD de comparación de colores debe ser calibrado inicialmente en el momento de su compra y, en lo sucesivo, al menos una vez cada tres meses o según las recomendaciones del fabricante.
- Las normas de color son sensibles a la luz y su color se desvanece cuando son expuestas a la luz solar o a altas temperaturas. Se debe siempre verificar la fecha de expiración de las normas de color.

## **9.0 SITUACIONES DE EMERGENCIA**

En una situación de emergencia, en la cual no se pueda realizar una desinfección adecuada, toda agua utilizada para beber, preparar alimentos, bebidas calientes y bebidas frías, hacer cubos de hielo, lavar frutas y vegetales y lavarse los dientes debe de todas maneras ser desinfectada.

Cuando es necesario efectuar una desinfección de emergencia, los desinfectantes químicos son menos eficaces cuando el agua está turbia, sucia o tiene color. Filtre el agua sucia o que tiene color utilizando paños limpios o permita que la turbidez se asiente. Lo mejor es dejar que la turbidez se asiente y luego filtrar el agua. Después de filtrar el agua hasta dejarla clara, o de permitir que toda la suciedad y demás partículas se asienten, saque el agua más limpia y clara para desinfectarla. El agua así preparada para desinfección debe almacenarse sólo en contenedores limpios y herméticos que no estén expuestos a corrosión.

Los métodos de desinfección de emergencia descritos a continuación se recomiendan en esta situación.

### 9.1 Hervir el agua

Mantener el agua en plena ebullición durante al menos 1 minuto deja inertes a los microorganismos patógenos transmitidos por el agua. El agua se puede hacer hervir en un contenedor resistente al calor sobre una hornilla, en una caldera eléctrica o en un horno a microondas. Una vez hervida, el agua se deja enfriar y se vierte en un contenedor limpio o se refrigerara hasta el momento del consumo. En lugares situados a más de 2.000 m sobre el nivel del mar el agua hierve a una temperatura ligeramente menor. Por esa razón el agua debe dejarse hirviendo durante 2 minutos como mínimo para asegurar la eliminación de todos los organismos patógenos.

### 9.2 Blanqueadores sin olor para uso doméstico



Utilice sólo blanqueadores a base de cloro para desinfectar el agua.

Para una desinfección química eficaz, primero hay que filtrar el agua y dejar que se asiente. Sigue el procedimiento descrito en la etiqueta. Cuando no se indique el procedimiento a seguir, encuentre en la etiqueta el porcentaje de cloro disponible y utilice la cantidad que corresponda al volumen de agua que desinfectará.

### 9.3 Tabletas de desinfección

Las tabletas de cloro que contienen la dosis necesaria para desinfectar agua potable están comercialmente disponibles. Se pueden adquirir en farmacias y tiendas de deportes. Se debe utilizarlas siguiendo las instrucciones de fabricante. A falta de instrucciones, utilice una tableta por cada cuarto de litro de agua a desinfectar y déjela en contacto con el agua durante un tiempo adecuado, tal como se indica en el presente documento. Existe otro tipo de tabletas (por ejemplo de yodo), pero sólo son para casos de extrema urgencia y breves períodos de tiempo.

## 10.0 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Para definiciones, descripciones e información más detalladas, se debe consultar las "Recomendaciones para el suministro de agua potable salubre en jurisdicciones federales" (Guidance for providing safe drinking water in areas of federal jurisdiction).

## 11.0 TABLAS

Tabla 1 Resumen de los métodos de desinfección

Desinfección del agua ( todos los procesos requieren filtración adecuada para ser eficaces)			
Método	Instrucciones	Ventajas	Comentarios
Cloración	Un blanqueador es bombeado al agua Se utiliza un tanque de almacenamiento para asegurar un tiempo de contacto suficiente.	Eficaz contra la mayoría de patógenos. Proporciona residuales en el sistema de suministro.	Requieren filtración para eliminar los protozoos. Puede tratar grandes volúmenes de agua.
Ozonización	El ozono se forma y pasa por el agua en forma de burbujas.	Eficaz contra la mayoría de patógenos cuando se aplica en dosis suficientes.	Puede requerir filtración.
Tratamiento con cloraminas	Cloro y amoniaco son bombeados al agua.	Efectivo contra la mayoría de patógenos. Menos subproductos que con la cloración.	Se necesita un tiempo de contacto más extenso. Su operación es más compleja que en el caso del cloro.
Destilación	El agua es tratada en un alambique para eliminar los patógenos.	Elimina todos los patógenos conocidos.	Adecuado para pequeñas cantidades de agua. Puede necesitar materiales especializados y tratamiento adicional para estabilizar el agua cuando se utiliza fuera de un punto de uso.

## DESINFECCIÓN: DOCUMENTOS QUE ACOMPAÑAN AL DVD

---

Radiación ultravioleta	El agua pasa por una lámpara UV que deja inertes a los patógenos.	Eficaz contra la mayoría de los microorganismos, salvo los más existentes. No modifica el sabor del agua.	Requiere filtración para reducir la opacidad del agua y mejorar la neutralización de microorganismos. Se requiere un desinfectante secundario para que el sistema de suministro cuente con protección residual.
Filtración	En el contexto de la desinfección, la filtración consiste en un proceso que permite el paso del agua por un cartucho de cerámica poroso que elimina las partículas.	Puede ser eficaz para eliminar protozoos y bacterias.	La filtración es un paso obligatorio para la eficacia de todos los procesos de desinfección.

**Tabla 2 Desinfección en situaciones de emergencia**

Desinfección de agua en emergencias o períodos breves			
Método	Instrucciones	Ventajas	Comentarios
Ebullición	Hacer hervir el agua durante al menos 1 minuto y dejar enfriar.	Elimina todos los patógenos conocidos.	El agua que se ha hecho hervir para beber o cocinar también es inocua.

## DESINFECCIÓN: DOCUMENTOS QUE ACOMPAÑAN AL DVD

---

Blanqueadores sin olor para uso doméstico	Agregar 2 gotas (0,1 ml) por litro de agua (o 4 gotas si el agua es turbia). Mezclar y dejar reposar durante al menos 30 minutos.	Suele ser eficaz contra la mayoría de patógenos.	Cuando se sospecha la presencia de Cryptosporidium, primero se debe filtrar el agua. Si el agua está muy fría, la desinfección debe efectuarse durante más tiempo antes de que el agua esté apta para beber.
Tabletas de desinfección	Se deben utilizar siguiendo las instrucciones del fabricante.	Suelen ser eficaces contra la mayoría de patógenos cuando se siguen las instrucciones de fabricante al pie de la letra.	Cuando se sospecha la presencia de Cryptosporidium, primero se debe filtrar el agua. Si el agua está muy fría, la desinfección debe efectuarse durante más tiempo antes de que el agua esté apta para beber.

NOTES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

NOTES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

NOTES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

NOTES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

NOTES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



This product was created as a general awareness tool by the federal Interdepartmental Water Quality Training Board to provide information on water quality management methods for potable water systems in federal facilities.

Cet outil général de sensibilisation a été préparé par le Conseil interministériel fédéral de formation sur la qualité de l'eau afin de fournir des renseignements sur les méthodes de gestion qualitative de l'eau potable du système d'alimentation en eau dans les installations fédérales.



Copyright © 2011 Her Majesty the Queen in Right of Canada

© 2011 Sa Majesté la Reine du chef du Canada

Interdepartmental Water Quality Training Board (IWQTB)

Le Conseil interministériel de formation sur la qualité de l'eau (CIFQE)

**Canada**