



Mesurer les niveaux de chlore dans les systèmes d'approvisionnement en eau

La qualité de l'eau pouvant être sérieusement affectée par une catastrophe ou une situation d'urgence, la meilleure pratique est de désinfecter tous les systèmes d'approvisionnement en eau utilisés en urgence. La méthode de désinfection la plus répandue est la chloration. Cette fiche technique explique pourquoi la désinfection est importante, pourquoi le chlore est utilisé, comment il agit, comment vérifier sa présence, où et quand faire ces tests.



Pourquoi doit-on désinfecter l'eau distribuée en urgence ?

Quand une catastrophe frappe une communauté établie avec un accès à l'eau potable d'une certaine qualité, leur situation change :

- Les catastrophes causent souvent des dommages sur les systèmes d'approvisionnement en eau menant à une contamination de ces systèmes.
- Il arrive que les populations soient forcées de se déplacer vers de nouvelles zones et boire de l'eau issue de nouvelles sources avec de potentiels pathogènes contre lesquels elles n'ont aucune immunité naturelle.
- Les catastrophes affectent souvent la santé physique et mentale des populations, ce qui les rend plus vulnérables aux infections et aux maladies.

Il est donc important que chaque personne touchée par une catastrophe ait accès à de l'eau de potable. Il existe toute une variété de techniques pour améliorer la qualité de l'eau de boisson, dont la plupart sont présentées dans les fiches techniques n°4 et 5. La plupart de ces procédures de traitement sont conçues pour préparer l'eau à la désinfection, phase finale dans le processus de traitement.

Qu'est-ce que la désinfection ?

Une grande partie des maladies qui affectent les communautés victimes

d'une catastrophe sont causées par des micro-organismes présents dans l'eau de boisson. La désinfection est le processus de destruction de ces organismes afin d'empêcher toute contamination. Il existe de nombreuses méthodes de désinfection de l'eau, mais la chloration est de loin la plus répandue. Le tableau 11.1 liste les avantages et les inconvénients liés à l'utilisation du chlore.

Comment fonctionne le chlore ?

Quand le chlore est ajouté à l'eau, il détruit la membrane de beaucoup de micro-organismes et les tue. Cependant, il est inefficace contre certains kystes, tels que le *cryptosporidium* (organisme unicellulaire), résistants à la chloration en partie à cause de leur épaisse membrane extérieure. Le processus fonctionne uniquement si le chlore entre en contact direct avec les organismes. Si l'eau contient

des sédiments, il est possible que les bactéries résidant à l'intérieur ne soient pas atteintes par le chlore. Ce dernier désinfecte l'eau et la rend potable d'un point de vue microbiologique mais n'a aucun effet sur les contaminants chimiques (voir Encadré 11.1 sur la page suivante).

Le chlore a besoin de temps pour tuer les pathogènes. A une température de 18°C et plus, le chlore doit être en contact avec l'eau pendant au moins 30 minutes. Si l'eau est plus froide, alors la période de contact doit être rallongée.

Il est donc courant d'injecter du chlore dans l'eau en entrée de réservoir ou au début d'un long système de canalisation pour respecter le temps d'action de désinfection avant de parvenir à l'usager.

Tableau 11.1. Avantages et inconvénients liés à l'utilisation du chlore comme désinfectant

Avantages	Inconvénients
Il existe sous différentes formes : poudre, granulés, pastilles, liquide et gaz.	C'est un oxydant puissant qui doit être manipulé avec précaution. Il faut éviter de respirer les vapeurs de chlore.
En général il est facilement disponible sous une forme ou une autre et relativement peu coûteux.	Il pénètre difficilement à l'intérieur des sédiments et particules organiques en suspension dans l'eau.
Il se dissout facilement dans l'eau.	Il peut donner un mauvais goût à l'eau si une dose trop importante est utilisée. Ce qui peut dissuader les usagers de la consommer.
Il apporte une désinfection résiduelle (voir Encadré 11.2).	Son efficacité contre certains organismes demande des concentrations plus élevées et des périodes de contact plus longues.
Il est efficace contre de nombreux micro-organismes agents pathogènes	Il est inefficace pour l'élimination des <i>cryptosporidium</i> . Là où ce pathogène représente une menace, d'autres méthodes devraient être utilisées en association avec le chlore (par exemple la filtration).

Source : Adapté de Davis et Lambert (2002)

Les niveaux de chlore dans les systèmes d'approvisionnement en eau

Encadré 11.1 Le chlore n'est pas une solution parfaite

Bien que le chlore ne détruise pas tous les micro-organismes, il est toujours considéré comme étant le désinfectant le plus efficace disponible en situation d'urgence car il détruit la vaste majorité des organismes. Le chlore n'éliminera pas les polluants chimiques présents dans l'eau. La pollution chimique est plus difficile à éliminer et nécessite une expertise et un équipement spécifique.

Encadré 11.2 La protection résiduelle

La plupart des méthodes de désinfection tuent les micro-organismes mais ne procurent pas de protection contre une nouvelle contamination en aval dans le système d'approvisionnement.

Le chlore a l'avantage à la fois d'être un désinfectant efficace ainsi que de présenter un pouvoir rémanent pouvant protéger l'approvisionnement en aval du point de désinfection.

La turbidité et le potentiel hydrogène (pH) de l'eau ont un effet significatif sur l'efficacité du chlore. La turbidité doit être < 5 NTU et le pH entre 7,2 et 6,8. Voir la fiche technique n°1 pour plus de conseils sur les moyens de corriger le pH de l'eau et les méthodes de mesure de la turbidité.

Consulter les références données sous la section « Pour plus d'information » page 11.4 sur la procédure d'ajout du chlore à l'eau.

Le chlore résiduel

Lorsque du chlore est ajouté à l'eau, il attaque les matières organiques et tente de les détruire. Si suffisamment de chlore est ajouté, une partie restera dans l'eau une fois que tous les organismes sensibles au chlore auront été éliminés. Ce qui reste est appelé *chlore résiduel libre* (Figure 11.1). Le chlore résiduel libre restera dans l'eau jusqu'à ce qu'il se dissipe ou jusqu'à ce qu'il soit mobilisé pour éliminer une nouvelle contamination.

Par conséquent, si l'eau est testée et qu'elle contient du chlore résiduel libre, cela prouve que les organismes les plus dangereux ont été éliminés et qu'elle peut probablement être propre à la consommation. Cette procédure s'appelle *mesurer le chlore résiduel* (voir Figure 11.2).

Tester la présence du chlore résiduel

La méthode la plus rapide et la plus facile pour tester la présence de chlore résiduel est le test DPD (diethyl paraphenylene diamine) en utilisant un comparateur colorimétrique. Une pastille de DPD est ajoutée à un échantillon d'eau, et teint l'eau en rouge. L'intensité de la couleur est comparée visuellement à celle d'une échelle de couleur afin de déterminer la concentration en chlore.

Plus la couleur est foncée, plus la teneur de l'eau en chlore résiduel est élevée.

Plusieurs kits d'analyse de chlore résiduel dans l'eau tels que celui illustré dans la figure 11.2, sont disponibles dans le commerce. Les kits sont compacts et portables.

Où et quand tester l'eau

Le plus souvent, une chloration continue est utilisée dans les réseaux d'approvisionnement en eau. La chloration régulière des autres systèmes d'approvisionnement est difficile et reste souvent une opération de maintenance réservée à la désinfection après une réparation. En général les tests de chlore résiduel sont réalisés :

- Juste après que le chlore ait été ajouté à l'eau pour s'assurer que le processus de chloration fonctionne.
- Au point d'utilisation le plus proche du point de chloration pour vérifier que les niveaux de chlore résiduel se situent dans une fourchette acceptable.
- Aux points les plus éloignés du réseau où les niveaux de chlore résiduel seront sûrement les plus bas. Si les niveaux de chlore résiduel sont inférieurs à la valeur minimum recommandée (voir Encadré 11.3) il faudra peut-être rajouter du chlore à un point intermédiaire du réseau.

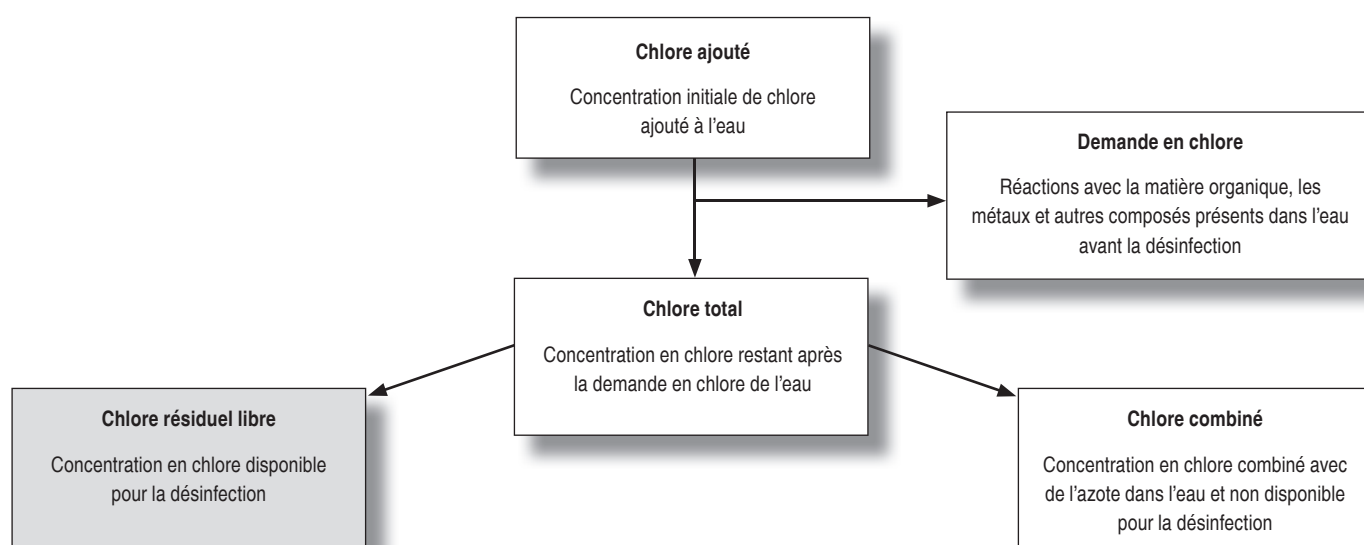
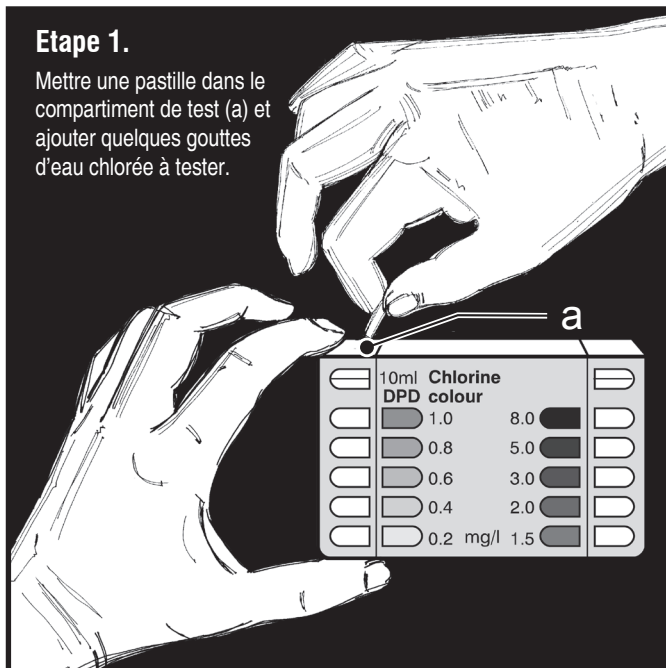


Figure 11.1. Ajout du chlore

Source : Adapté de *Chlorine Residual Testing Fact Sheet*, CDC SWS Project.

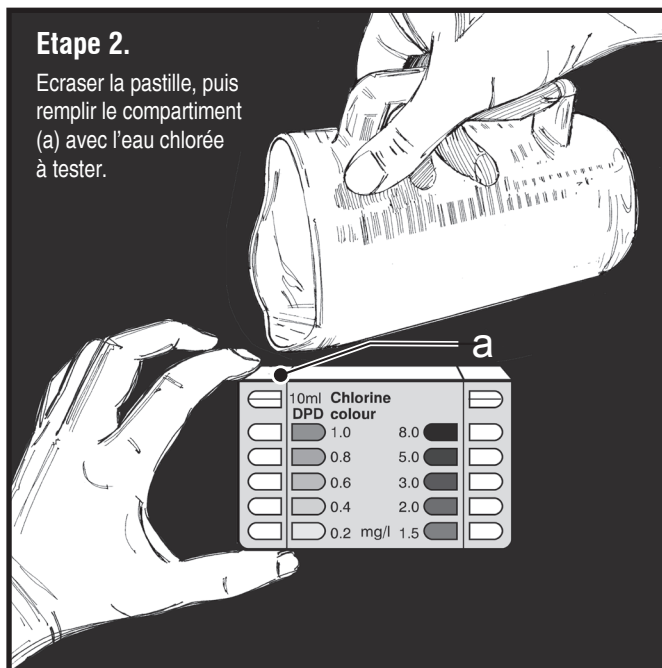
Etape 1.

Mettre une pastille dans le compartiment de test (a) et ajouter quelques gouttes d'eau chlorée à tester.



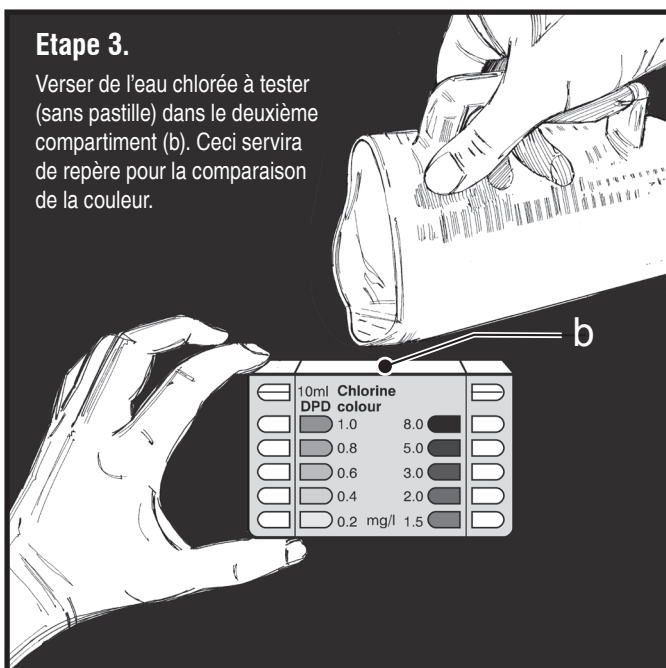
Etape 2.

Ecraser la pastille, puis remplir le compartiment (a) avec l'eau chlorée à tester.



Etape 3.

Verser de l'eau chlorée à tester (sans pastille) dans le deuxième compartiment (b). Ceci servira de repère pour la comparaison de la couleur.



Etape 4.

Le niveau de chlore résiduel (R) en mg de chlore par litre (mg/l) est déterminé en comparant la couleur de l'eau à tester dans le compartiment (a), à laquelle une pastille a été ajoutée, avec l'échelle de couleurs standards sur le kit (compartiment (b)). Noter que le compartiment (c) aurait été utilisé si un niveau de chlore résiduel plus élevé avait été ajouté.

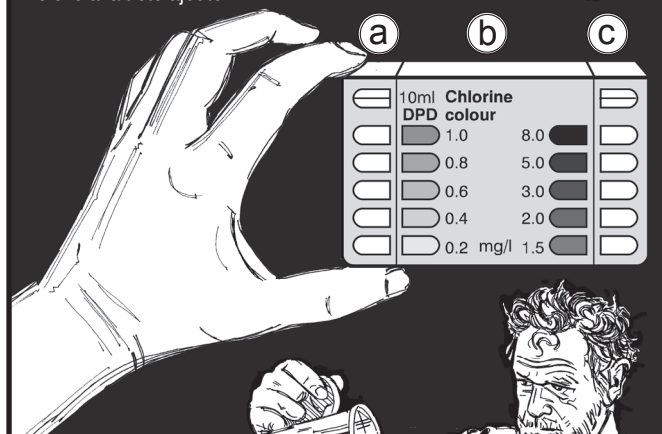
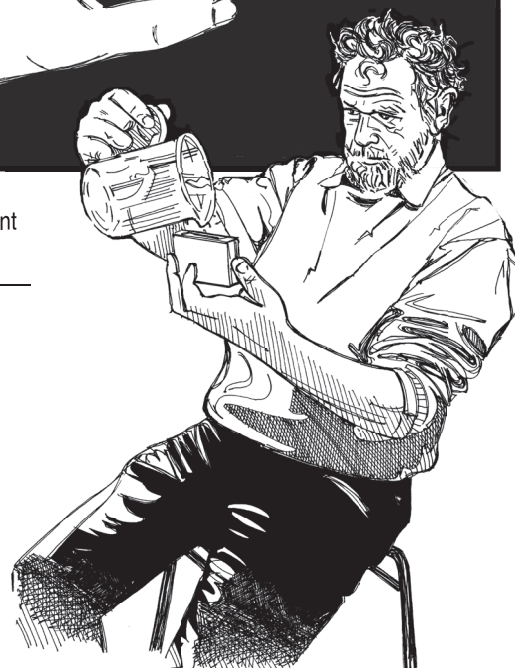


Figure 11.2. Etapes à suivre pour déterminer le niveau de chlore résiduel dans l'eau en utilisant un comparateur colorimétrique.

La quantité de chlore résiduel change au cours de la journée et de la nuit. En supposant que le réseau de canalisations soit sous pression en permanence (voir Encadré 11.4) il y aura généralement plus de chlore résiduel pendant la journée que pendant la nuit. Ceci est dû au fait que l'eau reste dans le système plus longtemps la nuit (quand la demande est basse) et il y a donc plus de risque pour l'eau d'être contaminée ce

qui réduit la quantité de chlore résiduel, ce dernier étant consommé par la destruction des nouveaux contaminants.

Le chlore résiduel doit être contrôlé régulièrement. Si le système est nouveau ou s'il a été réhabilité il faut un contrôle quotidien jusqu'à être sûr que le processus de chloration fonctionne correctement. Il faut ensuite prévoir à minima un contrôle hebdomadaire.



Encadré 11.3. Niveaux de chlore résiduels recommandés

Des taux élevés de chlore résiduel dans les réseaux permettront d'assurer de façon plus efficace et sur une plus longue période la protection des réseaux face à une contamination bactériologique. Le chlore pourra mieux protéger le système d'approvisionnement et plus longtemps si les niveaux de chlore résiduel dans le système sont plus élevés. Cependant, de hauts niveaux de chlore donnent une mauvaise odeur et un mauvais goût à l'eau, ce qui dissuadera les gens de la consommer.

Pour une utilisation à domicile, les niveaux de chlore résiduel au point où l'utilisateur collecte son eau doivent être compris entre 0,2 et 0,5 mg/l. La teneur la plus forte se situera proche du point de désinfection et la plus faible au niveau des extrémités les plus éloignées du réseau.



Encadré 11.4. Chloration et systèmes d'approvisionnement intermittents

Il n'y a pas de raison de chlorer un système d'approvisionnement en eau courante si celui-ci est intermittent. Tous les systèmes de canalisations ont des fuites et lorsque l'approvisionnement en eau est interrompu, la pression chute et de l'eau contaminée peut s'infiltrer dans le système à travers les fissures dans la paroi des canalisations. Aucun niveau de chlore résiduel acceptable pour les usagers ne pourra faire face à de tels niveaux de contamination. Tous les systèmes intermittents d'approvisionnement en eau doivent être considérés comme étant contaminés et des mesures doivent être prises pour désinfecter l'eau au point d'utilisation.

Liste de vérification de la chloration

- Le chlore a besoin d'une période de contact avec l'eau d'au moins 30 minutes pour la désinfection. Le meilleur moment pour ajouter le chlore est à la fin du processus de traitement, juste avant le stockage et l'utilisation.
- Ne jamais ajouter du chlore avant une filtration lente sur le sable ou tout autre processus biologique, car le chlore tuera les bactéries qui participent au traitement, et le rendra inefficace.
- Ne jamais ajouter de chlore sous forme solide directement dans le système d'approvisionnement en eau, car le chlore ne va pas se mélanger ni se dissoudre. Il faut toujours préparer en amont une solution mère, en mixant le composé chloré avec un peu d'eau.
- La désinfection n'est qu'une des options de défense contre les maladies. Tous les efforts possibles doivent être faits pour protéger les sources d'eau contre la contamination, et pour empêcher des contaminations ultérieures lors de la collecte ou le stockage.
- La procédure exacte pour ajouter un désinfectant à l'eau doit être suivie à la lettre, et les systèmes d'approvisionnement en eau doivent être contrôlés régulièrement afin de s'assurer qu'il n'y a pas de contamination bactériologique. Sinon, les populations pourront être induites en erreur, croyant consommer une eau potable alors qu'il existe un risque de contamination.
- Le niveau de chlore résiduel optimal dans un petit système collectif d'approvisionnement en eau se trouve entre 0,2 et 0,5 mg/l.

Pour plus d'information

WHO (2011) *Guidelines for drinking water quality*, 4th ed., WHO, Geneva. http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/

Davis J, Lambert R. (2002) *Engineering in Emergencies* 2nd edition, chapitre 13. ITDG UK.

Centers for Disease Control and Prevention. *Chlorine residual testing fact sheet*. CDC SWS Project (Undated). http://www.cdc.gov/safewater/publications_pages/chlorineresidual.pdf

Action Contre La Faim (2005) *Eau, assainissement, hygiène pour les populations à risque*, chapitre 11. Hermann Editeurs Des Sciences et des Arts, Paris ISBN 2 7056 6499 8



**Organisation
mondiale de la Santé**

Water, Sanitation,
Hygiene and Health Unit
20 Avenue Appia
1211 Genève 27 Suisse

Téléphone : + 41 22 791 2111
Téléphone (direct) : + 41 22 791 3555/3590
Fax (direct) : + 41 22 791 4159
URL : www.who.int/water_sanitation_health

Préparé pour l'OMS par le WEDC. Auteur et Série Editeur : Bob Reed.
Contributions éditoriales, mise en page et illustrations par Rod Shaw et Glenda McMahon.
Dessins offerts par le WEDC/FICR. Autres graphiques par Ken Chatterton.

Water, Engineering and Development Centre Loughborough University Leicestershire LE11 3TU UK
T : +44 1509 222885 F : +44 1509 211079 E : wedc@lboro.ac.uk W : <http://wedc.lboro.ac.uk>

Traduit par Amélie Cardon, revu par Jean-Marc Leblanc, Erwann Lacoste et Grégory Bulit.
SOLIDARITÉS INTERNATIONALE – www.solidarites.org – technicaldepartment@solidarites.org

WEDC Developing
knowledge and capacity
in water and sanitation

Traduit en français par :



**SOLIDARITÉS
INTERNATIONALE**