

# E18 - Le traitement de l'eau par chloration

8 février 2012



## 1) De quoi s'agit-il ?

La [chloration->spip.php ?mot12] est un **moyen simple et efficace pour désinfecter l'eau** en vue de la rendre potable. Elle consiste à introduire des produits chlorés (pastilles de chlore, eau de javel,...) dans de l'eau pour tuer les micro-organismes qu'elle contient. Après un temps d'action d'environ 30 minutes, l'eau est normalement potable. Elle le reste pendant quelques heures ou jours (en fonction des conditions de stockage) grâce à l'effet rémanent du chlore.

## 2) Qui utilise surtout ce moyen et depuis quand ?

Ce procédé est utilisé depuis plusieurs dizaines d'années. Dans les grands réseaux de distribution d'eau potable, du chlore est ajouté dans l'eau pour que l'eau ne soit pas contaminée pendant son transport depuis l'usine de traitement jusqu'à l'utilisateur. Par ailleurs, la [chloration->spip.php ?mot12] est utilisée à l'échelle individuelle, familiale ou collective dans de nombreux pays en développement là où l'eau disponible est susceptible d'être contaminée. Elle est aussi mise en place par les organismes de solidarité internationale dans des situations d'urgence.

## 3) Pourquoi ?

Le traitement de l'eau par [chloration->spip.php ?mot12] permet d'**éliminer de façon simple et à faible coût la plupart des microbes, bactéries, virus et germes** responsables de maladies comme la dysenterie, la typhoïde et le choléra. Il ne peut toutefois détruire certains microorganismes parasites pathogènes. La [chloration->spip.php ?mot12] **désinfecte donc l'eau mais ne la purifie pas entièrement.**

## 4) Qui est surtout concerné ? Lieux ou contextes dans lesquels ce moyen paraît le mieux adapté

La [chloration->spip.php ?mot12] est appropriée dans tous les milieux où les sources d'eau ne sont pas de qualité suffisante et où des produits chlorés adaptés sont disponibles.

## 5) En quoi consiste ce procédé ? Comment est-il mis en

## oeuvre ?

**Le chlore**, ou ses dérivés chlorés, est un **oxydant puissant** qui, mélangé à l'eau, brûle les matières organiques qu'elle contient, et en particulier les virus pathogènes et les microbes en une demie heure.

Une partie importante du chlore étant nécessaire pour neutraliser ces matières organiques, il n'en reste cependant qu'une partie, appelée **chlore résiduel libre**, pour traiter la contamination éventuelle ultérieure de l'eau dans le réseau ou les habitations. **La concentration en chlore libre de l'eau traitée doit être selon l'OMS de 0,2 à 0,5 mg/l.**

Il faut donc utiliser assez de chlore pour qu'il en reste assez une fois l'eau traitée, sauf [consommation->spip.php ?mot136] immédiate.

**Il existe plusieurs procédés de chloration, lesquels varient d'ailleurs selon la qualité de l'eau à traiter.**

La [chloration->spip.php ?mot12] n'est en effet efficace que sur une eau claire. Si l'eau n'est pas transparente, si des impuretés visibles à l'œil nu sont présentes, la [chloration->spip.php ?mot12] sera beaucoup moins efficace. Il faut dans ce cas procéder à un traitement préliminaire.

Si l'eau est claire, on peut procéder directement à la chloration. La quantité de produit chloré nécessaire varie néanmoins selon la qualité de l'eau brute (elle est d'autant plus faible que l'eau est claire et que son PH est inférieur à 8, donc plutôt acide), selon le degré de concentration du produit utilisé, le volume d'eau et la durée souhaitée de maintien de la qualité de l'eau après traitement.

On considère dans la majorité des cas, et si l'eau est claire, qu'il faut utiliser 5 mg de chlore actif par litre d'eau et attendre environ 30 minutes. Mais si l'eau est trouble, il convient de la filtrer et de la faire décanter.

Il existe cependant maintenant des produits assurant les deux fonctions : décantation et chloration.

De toute façon, **la première chose à faire avant la moindre étape de traitement est de se laver les mains** avec du savon ou à défaut des cendres.

### **a) Le traitement préliminaire (à appliquer si l'eau est trouble ou contient des impuretés visibles à l'œil nu)**



Les traitements préliminaires fortement recommandés, voire indispensables, sont la filtration et la décantation. Si la filtration seule n'est pas suffisante, procéder à une décantation.

#### **La filtration**

L'eau peut être filtrée à l'aide d'un filtre à sable (cf la fiche N° E 21 « [Le traitement de l'eau par ->spip.php ?article18][filtration lente->spip.php ?mot44] sur sable à usage familial », ou à défaut à l'aide d'un tissu propre.

#### **La décantation**

La [décantation->spip.php ?mot25] permet d'éliminer un grand nombre de matières en suspension. Elle consiste à laisser reposer l'eau pendant plusieurs heures, le temps que les impuretés s'accumulent au fond du récipient. Puis on récupère l'eau claire, soit en la versant doucement dans le récipient destiné à la chloration, soit en la filtrant.

**L'eau décantée n'est pas salubre pour autant car seules les grosses particules sont éliminées**, tandis que les germes et micro-organismes nocifs sont encore présents.

La [décantation->spip.php ?mot25] peut être favorisée par l'ajout de certains produits chimiques tels le chlorure ferrique ou le sulfate d'alumine qui provoquent la formation d'agglomérats d'impuretés, lesquels

se déposent plus rapidement au fond. On parle alors de **floculation**. L'alun (sulfate double d'aluminium et de potassium) et les graines de Moringa Oleifera (arbre qui pousse dans les régions tropicales) remplissent cette fonction (Voir la Fiche N) « Floculation-décantation par utilisation de graines de moringa oleifera »

## **b) La [chloration->spip.php ?mot12] (à appliquer sur une eau claire)**

Il existe différents produits chlorés pouvant être utilisés pour le traitement de l'eau. La démarche à suivre varie légèrement d'un produit à l'autre. Voici quelques exemples de produits utilisés :

### **Des Pastilles ou des granulés d'hypochlorite de calcium**

C'est souvent ce type de **produit qui est l'un des mieux adaptés en milieu rural**. Il se conserve pendant de nombreuses années. Il en existe plusieurs types.

La quantité à ajouter par litre d'eau et le mode d'emploi figurent sur l'emballage. En général, la procédure est la suivante : si l'eau est claire, on met les pastilles dans l'eau, on laisse reposer trente minutes dans le récipient fermé, puis l'eau peut être consommée. Si l'eau est trouble, on la filtre ou on la décante puis on met une double dose de chlore, l'eau peut être consommée au bout de trente minutes passées dans le récipient fermé.



### **Une solution liquide, de type Waterguard (Sûr'eau)**

Waterguard est une **solution de chlore liquide** vendue sous différentes formes par une société américaine. Si l'eau est claire, on verse le contenu d'un bouchon du produit par bidon de 20 litres d'eau, puis on laisse reposer trente minutes dans le récipient fermé. Si l'eau est trouble, le procédé est le même que pour les pastilles : on filtre ou on décante l'eau, on double la dose de Waterguard, puis on laisse reposer trente minutes dans le récipient fermé.

Si ce produit est efficace, très pratique et utilisé par certaines ONG, il est néanmoins parfois l'objet de critiques relatives à son coût et à son rapport qualité/prix (voir l'article de Libération indiqué en fin de Fiche)

### **De l'eau de Javel (hypochlorite de sodium)**

L'eau de Javel n'a pas été conçue à l'origine pour traiter de l'eau et son utilisation dans ce but présente donc de petits risques. C'est néanmoins un produit simple et efficace que les villageois connaissent bien pour d'autres usages (lessive, désinfection...).

Elle peut donc être utilisée **en prenant certaines précautions** si aucun autre moyen (pastilles, solutions liquides préfabriquées, ou autre méthode de purification de type [désinfection->spip.php ?mot34] solaire SODIS, ébullition...) ne peut être retenu.

Le procédé est le même que précédemment : Si l'eau est claire, on ajoute 5 à 10 milligrammes de chlore actif dans l'eau, on laisse reposer trente minutes dans le récipient fermé, puis l'eau peut être consommée. Si l'eau est trouble, on la filtre ou on la décante puis on met une 10 à 20 milligrammes de chlore actif par litre, l'eau peut être consommée au bout de trente minutes passées dans le récipient fermé.

**Le temps d'action** de l'hypochlorite de sodium, est d'au moins une demi-heure, mais si la température n'est comprise qu'entre 10 et 18 °C, le temps de contact doit être d'au moins une heure, et davantage si la température est inférieure à 10°C.

**Pour connaître le volume d'eau de Javel** à ajouter pour atteindre la concentration souhaitée, il faut connaître son degré chlorométrique, qui doit figurer sur la bouteille (attention toutefois à la fiabilité de ces informations et aux contrefaçons dans certains pays).

Un degré chlorométrique correspond à 3,17 grammes de chlore actif par litre d'eau de Javel. Par

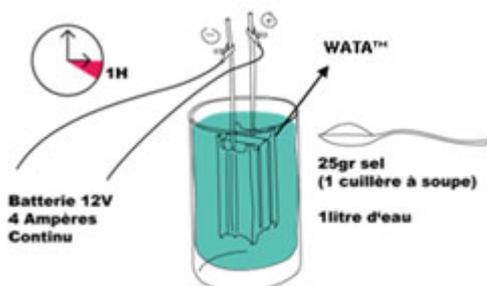
conséquent, si l'eau de Javel dont on dispose est à  $x^\circ$  et si l'on souhaite obtenir une concentration  $c$  de chlore actif dans l'eau à traiter (comprise entre 5 et 20mg/L, selon les cas), le volume d'eau de Javel à ajouter peut être facilement calculé à l'aide de la formule suivante :

$$V_{\text{eau de Javel}} = c * V_{\text{eau à traiter}} / (x * 3,17)$$

Le résultat obtenu est en ml si la concentration a été exprimée en mg/L.

A titre indicatif ou de rappel, le volume d'une goutte est d'environ 0,2mL et 1ml = 0,001 litre

### c) Moyen de produire localement de l'hypochlorite de sodium



Source : Antenna Technologies 

Il existe un procédé récent (2009), simple et peu onéreux permettant de fabriquer soi-même localement, soit à usage d'une famille, d'un centre communautaire ou d'un dispensaire une solution d'hypochlorite. La Fondation suisse Antenna Technologies a en effet mis au point le WATA, petit appareil fonctionnant sur le principe de l'électrolyse qui, à partir d'eau claire, de sel et d'électricité (même une batterie de voiture ou solaire suffit) transforme le sel dissout de chlorure de sodium en hypochlorite.

Un tel appareil peut, pour son plus petit modèle, produire un litre d'hypochlorite à l'heure, soit traiter 4 000 litres d'eau/jour, ce qui peut suffire pour 150 à 200 personnes, au prix **d'environ 45 € l'appareil**.

Ce procédé est actuellement utilisé dans une cinquantaine de pays. Il a l'avantage, contrairement à la plupart des autres produits chlorés, d'en permettre la fabrication sur place, ce qui revient moins cher, et de pouvoir fonctionner très longtemps (en principe une vingtaine de milliers d'heures).

### d) Moyens de réaliser à la fois une décantation et un traitement chimique

Il existe des produits qui assurent à la fois la [décantation->spip.php ?mot25] par [floculation->spip.php ?mot48] (comme c'est le cas de l'alun et des graines de Moringa Oleifera) et le traitement de l'eau. Il existe notamment deux produits assez répandus : PUR (Purifier of Water) et Watermaker. Leur efficacité est sensiblement la même. Ils permettent de rendre potable de l'eau boueuse mais sont plus chers. Les deux suivants (Pur et Watermaker) sont en outre un peu plus compliqués à utiliser que les moyens exposés précédemment.

#### L'utilisation de PUR (société Purifier of Water)

Les sachets de PUR sont fabriqués par la Société Procter et Gamble au prix d'une dizaine de centimes de dollars le sachet. Ils contiennent 4g et sont faits pour traiter 10L d'eau. On déverse un sachet dans un seau de 10L. On mélange pendant 5 minutes pour favoriser l'action de [floculation->spip.php ?mot48] du produit chimique, puis on laisse reposer pendant 5 minutes. Si l'eau n'est pas encore claire, on répète cette étape. Puis on filtre le contenu du seau à l'aide d'un tissu propre sans trou (de préférence en coton). L'eau peut être bue après 20 minutes d'attente. Si elle est jaune, il ne faut pas la boire.

## L'utilisation de Watermaker (société Watermakers)

Les sachets de Watermaker existent en plusieurs formats (5g pour 20L ou 2,5g pour 10L).

On verse le contenu du sachet dans un seau d'eau contenant le volume approprié. On mélange pendant 5 minutes pour favoriser l'action de [floculation->spip.php ?mot48] du produit, puis on laisse reposer 15 minutes. On filtre l'eau avec un tissu propre. L'eau peut être immédiatement bue. Si elle est jaune, elle ne doit pas être consommée.



5 g pour 20 litres



2,5 g pour 10 litres



4 g pour 10 litres

**Il existe toutefois un [nouveau->spip.php ?mot144] produit qui est très facile et simple à utiliser : l'AQUAPURE**



Ce produit est commercialisé sous forme de pastilles bi-couches à double face réalisant successivement une double action de clarification et de [désinfection->spip.php ?mot34] de l'eau. La première est constituée d'un coagulant, le sulfate de fer, et la seconde de dichloroisocyanurate de sodium pour la [chloration->spip.php ?mot12] et la [désinfection->spip.php ?mot34] de l'eau.

La pastille Aquasure rassemble ces deux produits sur un même support en les séparant par un produit qui, lorsque la 1ère couche se dissout pour provoquer la floculation, empêche la seconde de commencer à agir (il faut que l'eau soit déjà claire pour qu'une [chloration->spip.php ?mot12] soit efficace) et la fait remonter à la surface en se dissolvant à son tour pour permettre à la [chloration->spip.php ?mot12] d'entrer en action.

Le taux de chlore rémanent final après traitement serait de 0,5 à 1 mg/l , ce qui correspond bien aux normes en la matière.

Une pastille permet de traiter 200 litres d'eau mais ne peut éliminer les matières organiques à de très faibles concentrations telles que les pesticides. Le produit est actuellement vendu en kit contenant 6 kg de pastilles (soit 150), lequel est censé correspondre aux besoins en cas d'urgence d'une population de 1000 personnes pendant 5 jours (sur la base de 5l d'eau/jour/personne) ainsi que du matériel ( un [réservoir->spip.php ?mot97] souple d'un m3 , une pompe (4 à 5 m3/h), un dispositif de brassage, une rampe de distribution à 4 robinets, plusieurs m de tuyaux , un turbidimètre et un petit appareil de mesure du chlore..

Le kit de base de 6kg coûte 3500 € TTC (prix sortie d'usine près de St Etienne en France). Un kit de 12 kg de pastilles coûte 4300 € et celui de 18 kg 5000€ ? La péremption du produit est de 2 ans, ce qui facilite son stockage.

Ce produit très bien adapté aux situations d'urgence, notamment pendant les premiers jours en attendant la réparation ou l'arrivée de matériel lourd de traitement, est en cours de recherche et de transformation pour l'adapter à des besoins familiaux.

## 6) Difficultés particulières - remèdes - précaution éventuelles à prendre

Les produits chlorés peuvent être nocifs en cas de contact avec les yeux. Ils doivent être **stockés hors de portée des enfants** et des animaux, dans un endroit sec et à l'abri du soleil.

Le chlore peut donner un **goût** légèrement désagréable à l'eau. On peut y remédier partiellement en agitant vigoureusement l'eau traitée dans une bouteille pour y dissoudre un peu d'air et lui donner un goût plus naturel.. On peut aussi la placer quelques heures dans un frigidaire

A chaque étape du traitement, les récipients utilisés doivent être propres.

Mais, **l'idéal n'est pas de chlorer** l'eau ou de la désinfecter **mais surtout de prendre toutes mesures**

**préventives pour éviter la contamination de l'eau.** Il ne faut pas que les gens en viennent à considérer la [chloration->spip.php ?mot12] comme une sorte de médicament et à croire que l'eau chlorée ne risque plus d'être contaminée

**Il est donc important de sensibiliser préalablement la population aux [problèmes d'hygiène->spip.php ?mot140] et de santé** pour qu'elle comprenne bien les raisons et les méthodes d'intervention et change si nécessaire de comportement. Quel que soit le moyen utilisé, la [chloration->spip.php ?mot12] ne doit donc pas précéder mais suivre de telles campagnes d'éducation sanitaire.

## **7) Remarque : La [chloration->spip.php ?mot12] doit-elle être plutôt individuelle ou collective ?**

Le choix dépend surtout de la situation et du contexte de la région ou du village concerné.

Au sein d'un village, il s'avère assez souvent qu'un traitement soit effectué de façon collective et qu'il convienne mieux (par exemple directement dans les puits en utilisant divers systèmes tels que celui des pots chlorateurs diffuseurs de chlore disposés au fond, mais attention alors à ce que cela ne se traduise pas par un relâchement de la population en matière d'hygiène et de santé, ou par distribution/vente dans des lieux appropriés de produits chlorés achetés en gros par la collectivité).

Mais en zone rurale à habitat dispersé, des systèmes individuels ou familiaux paraissent souvent mieux adaptés et de nature à modifier durablement les comportements.

## **8) Principaux avantages et inconvénients**

### **a) Avantages**

- Le traitement est rapide, peu coûteux et relativement simple à mettre en œuvre. Il existe une variété intéressante de moyens.
- Il peut être utilisé à l'échelle individuelle, familiale ou collective..
- L'eau traitée par [chloration->spip.php ?mot12] est normalement protégée des micro-organismes et germes pendant quelques jours.

### **b) Inconvénients**

- La fiabilité de ces traitements est bonne, mais pas sans faille.
- Les produits ne sont pas disponibles partout et les indications de concentration manquent parfois de fiabilité.
- Il est difficile de traiter de grandes quantités d'eau.
- la dose de chlore n'est pas toujours facile à déterminer.
- la [chloration->spip.php ?mot12] des eaux peut créer des sous-produits (composants organo-chlorés) jugés nocifs sur le plan sanitaire.

## **9) Solutions de rechange à la chloration**

Certains pays comme le Canada souhaitent réduire les concentrations de ces sous-produits. Il est possible de le faire en combinant la [chloration->spip.php ?mot12] avec d'autres méthodes et notamment :

- l'ozonation, produite par un courant électrique de haute intensité traversant l'eau, et très efficace contre les microbes mais n'ayant pas d'effet protecteur rémanent comme le chlore dans les canalisations. Il faut donc en ajouter un peu.
- le traitement par rayons ultraviolets ([voir la fiche E 20->spip.php ?article17]), mais plus coûteux et compliqué à mettre en œuvre et sans effet protecteur rémanent non plus.
- l'utilisation de chloramines, lesquelles donnent moins de sous-produits, mais ne sont pas efficaces contre tous les microbes mais peuvent être efficaces pour la [désinfection->spip.php ?mot34] secondaire dans le

réseau.

## 10) Où s'adresser pour trouver d'avantage d'informations ? - Bibliographie

### a) Sites Internet

- **PS-Eau** : « **Chloration en [milieu rural->spip.php ?mot122] dans les pays en voie de développement** », document intéressant de 96 pages reprenant les conclusions de diverses réunions tenues sur ce thème avec de nombreux experts, tant techniques que de l'éducation sanitaire des populations

Disponible (en ligne) sur <http://www.pseau.org/outils/ouvrage...>

- **Article de Libération** "Malawi : l'autre marketing de l'eau" : article critique relatif au produit Waterguard

Disponible sur : <http://aventure.blogs.liberation.fr...>

- « **Antenna Technologies** » (Fondation Suisse) : document expliquant comment fonctionne le WATA, appareil très simple de production locale de chlore :

Disponible (en ligne) sur :

<https://www.antenna.ch/fr/activites/eau-hygiene/manuels-dutilisation-wata/>

### b) Vidéos

**Une vidéo** de la Fondation « **Antenna Technologies** » montre le principe et les usages de WATA, générateur local de chlore disponible (en ligne) sur : <http://www.antenna.ch/recherche/eau...>

**Une autre** « **Chloration de l'eau de boisson avec Wata** » montre son application à l'eau à boire.

Disponible sur :

<http://www.youtube.com/watch?v=dk4N...>

- Emplacement : Accueil > fr > WikiWater > Les fiches > Faciliter l'accès à l'eau > Traiter >
- Adresse de cet article : <https://wikiwater.fr/e18-le-traitement-de-l-eau-par>