

Chapitre VI : Procédés de désinfection

VI.1 Définition

La désinfection est un traitement qui permet d'éliminer les microorganismes (Virus, bactéries et les parasites) susceptibles de produire des maladies à transmission hydrique.

- On peut procéder à la désinfection en ajoutant à l'eau une certaine quantité d'un **produit chimique** doté de propriétés germicides. Les produits chimiques les plus utilisés sont : le chlore, le dioxyde de chlore, l'ozone, le brome, l'iode et le permanganate de potassium.
- On peut également désinfecter l'eau grâce à des **moyens physiques**: ébullition, ultraviolets ou rayons gamma.

Tous les procédés et les produits de désinfection n'étant pas équivalents, il faut choisir le procédé le plus approprié, compte tenu de certaines conditions particulières (caractéristiques et usages de l'eau, types de microorganismes à éliminer, qualité du réseau de distribution, ...)

VI.2 Types de désinfection

La désinfection de l'eau peut être réalisée à partir de plusieurs désinfectants. Les plus utilisés sont : Le chlore (Cl_2), l'hypochlorite de sodium ($NaOCl$), le dioxyde de chlore (ClO_2) et autres désinfectants incluant l'ozone et les Ultras Violets.

VI.2.1 Désinfection chimique

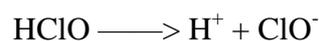
VI.2.1.1 Désinfection par le chlore

Le chlore est l'un des désinfectants les plus utilisés. Il est facilement applicable et très efficace contre la désactivation des microorganismes pathogènes. Le chlore peut être facilement appliqué, mesuré et contrôlé. Il est assez persistant et relativement bon marché.

Le chlore gazeux et les hypochlorites réagissent rapidement dans l'eau pour former de l'acide hypochloreux, $HOC1$, qui est le produit actif dans la désinfection.

- Réaction du chlore gazeux : $Cl_2 + H_2O \rightarrow HOC1 + Cl^- + H^+$
- Réaction de l'hypochlorite de sodium (Eau de Javel): $NaOCl + H_2O \rightarrow HOC1 + Na^+ + OH^-$
- Réaction de l'hypochlorite de calcium : $Ca(OCl)_2 + 2 H_2O \rightarrow 2 HOC1 + Ca^{2+} + 2 OH^-$

HClO (acide faible) est ensuite partiellement dissocié en ion hypochlorite **ClO⁻** :



On appelle **chlore résiduel libre**, la somme [**HClO + ClO⁻**].

L'acide hypochloreux et l'ion hypochlorite sont de puissants oxydants avec cependant, une prédominance d'efficacité pour **HClO**.

Les deux formes cohabitent en solution suivant les valeurs du pH (**Tableau 1**). On peut alors écrire que :

$$\%HClO + \% ClO^- = 100$$

Tableau 1 : % HClO et % ClO⁻ en fonction du pH

pH	% HClO	% ClO ⁻
5	99,77	0,23
6	97,75	2,25
7	81,30	18,70
8	30,30	69,70
9	4,17	95,83
10	0,43	99,50

VI.2.1.2 Désinfection par le dioxyde de chlore (ClO₂)

Pour le traitement de l'eau potable, le dioxyde de chlore peut être utilisé à la fois comme désinfectant et comme agent d'oxydation. Il peut être utilisé pour les étapes de pré-oxydation et de post-oxydation. En ajoutant du dioxyde de chlore dans l'étape de pré-oxydation du traitement des eaux de surface, le développement des algues et des bactéries peut être évité. Le dioxyde de chlore oxyde les particules flottantes et a un effet bénéfique sur le procédé de coagulation et l'élimination de la turbidité de l'eau.

Le dioxyde de chlore est un puissant désinfectant contre les bactéries et les virus. Dans l'eau, le dioxyde de chlore est actif en tant que biocide pour au moins 48 heures.

Le dioxyde de chlore empêche la croissance des bactéries dans le réseau de distribution de l'eau potable. C'est aussi un agent actif contre la formation de bio film dans le réseau de distribution.

Cependant, le dioxyde de chlore élimine les biofilms et tue les microorganismes pathogènes. Le dioxyde de chlore empêche aussi la formation de bio film parce qu'il reste actif dans le système pendant un long moment.

VI.2.1.3 Désinfection par l'ozone (O₃)

L'ozone est un gaz aux reflets de couleur bleutés instable composé de molécules d'oxygène triatomique.

Le pouvoir désinfectant de l'ozone est de 10 à 100 fois supérieur à celui du chlore, et ce pour tous les types de microorganismes. Il est même efficace contre les spores et les kystes, qui sont pourtant les microorganismes les plus résistants.

L'ozone est passablement instable dans les solutions aqueuses. Sa durée de vie dans l'eau est d'environ 20 minutes. Dans l'air, l'ozone a une durée de vie de 12h ce qui le rend plus stable dans l'air que dans l'eau.

VI.2.1.4 Loi de Chick-Watson

La loi de Chick est une loi empirique selon laquelle le taux de destruction des microorganismes est proportionnel au nombre de microorganismes dans l'eau.

Dans le cadre de certaines limites, on a observé que l'efficacité de certains désinfectants variait avec leur concentration. On peut décrire l'influence de la concentration de désinfectant à l'aide de la relation empirique suivante:

$$C^n \times t_p = K$$

Où : C = concentration de désinfectant t_p = temps de contact requis pour obtenir un taux P (%) d'élimination des microorganismes n = coefficient qui caractérise le type de désinfectant. constante de réaction K (s⁻¹)

VI.2.2 Désinfection physique par rayonnement Ultra-Violet

Durant les 100 dernières années, la science a pu identifier les effets bactéricides du rayonnement UV du spectre électromagnétique.

Les longueurs d'ondes spécifiques responsables de ces effets sont celles situées entre 240 et 280 nm, avec un pic à 253.7 nm. Ces longueurs d'onde sont situées dans le domaine des UV-C (**Figure 1**).

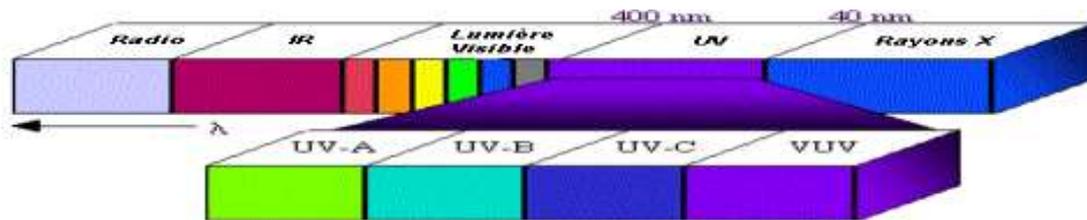


Figure 1: Localisation des UV-C dans le spectre électromagnétique.

VI.2.2.1 Effet du rayonnement UV

Lorsqu'un micro-organisme est exposé à un rayonnement UV-C, le noyau de la cellule est atteint, et la duplication de l'ADN est stoppée. Les rayonnements UV ont un effet sur l'ADN, l'acide nucléique et les enzymes. Les organismes pathogènes sont donc inactivés ou détruits.

VI.2.2.3 Production d'UV-C

Les sources d'UV-C (**Figure 2** et **Figure 3**) sont typiquement des tubes de type néon, contenant du quartz et de la silice, d'un diamètre allant de 15 à 25 mm pour une longueur de 100 à 1200 mm. Ce tube est rempli d'un gaz chargé de vapeur de mercure.

Les lampes basses pression sont seulement capables de produire 2 raies, à 185 et 254 nm. Une augmentation de la tension d'alimentation provoque rapidement un échauffement de la lampe; entraînant ainsi une augmentation de la pression dans la lampe. On obtient ainsi un spectre typique moyenne pression.

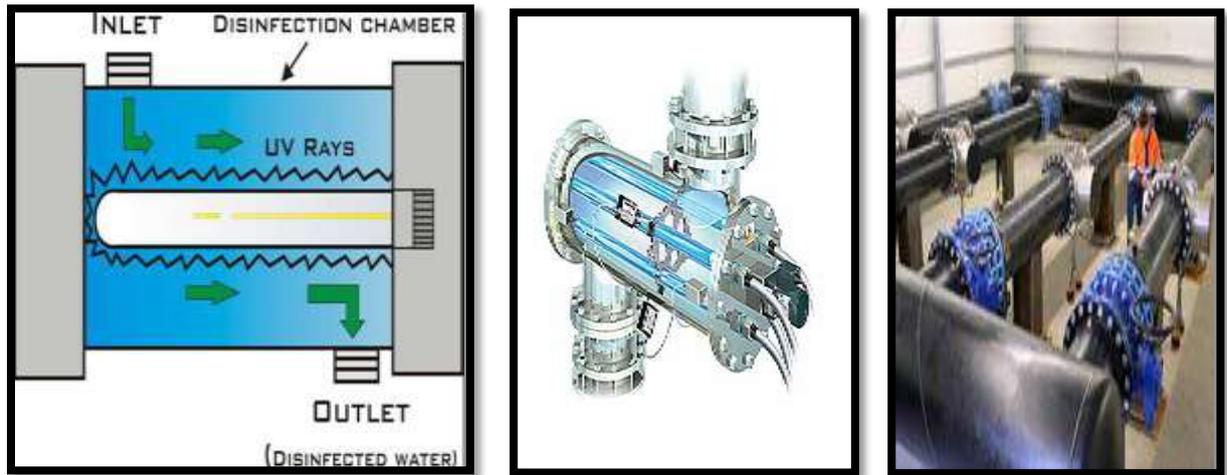


Figure 2: Principe de désinfection des eaux par rayon UV ’



Figure 3: Désinfection des eaux souterraines par UV dans la station de déminéralisation des eaux souterraines dans le Complexe touristique ‘ La Gazelle d’Or (El-Oued-Algérie)’