

## DÉSINFECTION ET STÉRILISATION

**GE 12**

On appelle stérilisation l'opération effectuée sur un milieu clos et conduisant à l'absence de germes revivifiables sur au moins  $10^6$  objets.

La désinfection est l'opération appliquée sur un milieu non clos et conduisant à une réduction de  $10^5$  le nombre de germes revivifiables. Il faut donc comprendre qu'une eau contenant à l'origine  $10^7$  germes est considérée comme désinfectée si, après traitement, elle contient moins de  $10^2$  germes.

Pour ce qui concerne les circuits d'eau, la notion de stérilité est difficile à concevoir, car ceux-ci ne constituent tout au plus qu'un seul objet clos. On parlera donc plus volontiers de désinfection d'un circuit d'eau que de stérilisation.

Dans certaines applications particulières, la notion de désinfection peut être encore plus restrictive. A titre d'exemple, le monde hospitalier exige aujourd'hui pour les eaux destinées à l'alimentation des dialyseurs ou des baignoires pour grands brûlés, une quantité maximale de 5 à 10 germes revivifiables pour 100 ml, quelle que soit la quantité de germes présents avant traitement.

Il est possible de classer les procédés biocides selon plusieurs critères :

- suivant la nature des souches que l'on cherche à détruire on parle de traitements fongicides (contre les moisissures et champignons), de traitements algicides (contre les algues), bactéricides (contre les bactéries) ou encore virulicides (contre les virus) ;
- suivant le mode d'action du processus qui peut être de différents types : toxicité directe, coagulation des protéines, action enzymatique par blocage des métabolismes ou inhibition de la reproduction ;
- en fonction des moyens utilisés, on distingue les procédés physiques et les procédés chimiques, et parmi ces derniers on différencie les produits oxydants des produits non oxydants.

### Procédés physiques

Une réduction de la population microbiologique des eaux peut être obtenue par application de procédés physiques agissant, soit par coagulation des protéines (température), soit en bloquant les réactions enzymatiques qui interviennent dans la vie et la reproduction des organismes vivants (rayons ultraviolets, rayonnements ionisants).

### Température

La chaleur sèche (étuves) ou humide (autoclaves, circuits d'eau chaude, circuits de vapeur), permet de détruire la totalité des organismes vivants indésirables.

Pour être efficace, il faut que l'opération soit menée à une température et pendant une durée adaptée à chaque type de souche visée. Si certaines souches sont détruites après quelques minutes à  $65^{\circ}\text{C}$  (virus, moisissures, algues), d'autres résistent plus d'une heure à  $120^{\circ}\text{C}$  (certains streptocoques et pseudomonas).

La vapeur est utilisée pour désinfecter les circuits d'eau pour lesquels tout produit chimique est proscrit (génie médical, agro-alimentaire). Il est bien évident que, dans ce cas, les canalisations et appareils à désinfecter doivent être en acier spécial (inox 316, par exemple).

### Les rayons Ultraviolets

Les rayons ultraviolets C (appelés communément "U.V.") émis par des lampes à vapeur de mercure avec une longueur d'onde comprise entre 200 et 300 nanomètres ont un effet biocide puissant, indépendant du pH, et ne libérant aucun sous-produit polluant. Leur application nécessite toutefois :

- une faible épaisseur de liquide,
- une parfaite limpidité de l'eau, la présence de particules solides pouvant, en effet, entraîner des "effets d'ombre", c'est-à-dire faire écran entre le rayonnement biocide et l'organisme à détruire.

Deux types de lampes sont utilisées :

- les lampes "basse pression" : elles possèdent un bon rendement énergétique (environ 8 watts consommés par watt restitué sous forme d'U.V.), mais ont une durée de vie relativement courte (de l'ordre de 3.000 heures).
- les lampes "haute pression" : de moins bon rendement énergétique (environ 15 watts consommés par watt U.V restitué), elles ont une durée de vie plus longue (environ 8.000 heures). La durée de vie des lampes U.V est réduite par le nombre d'allumage et d'extinctions.

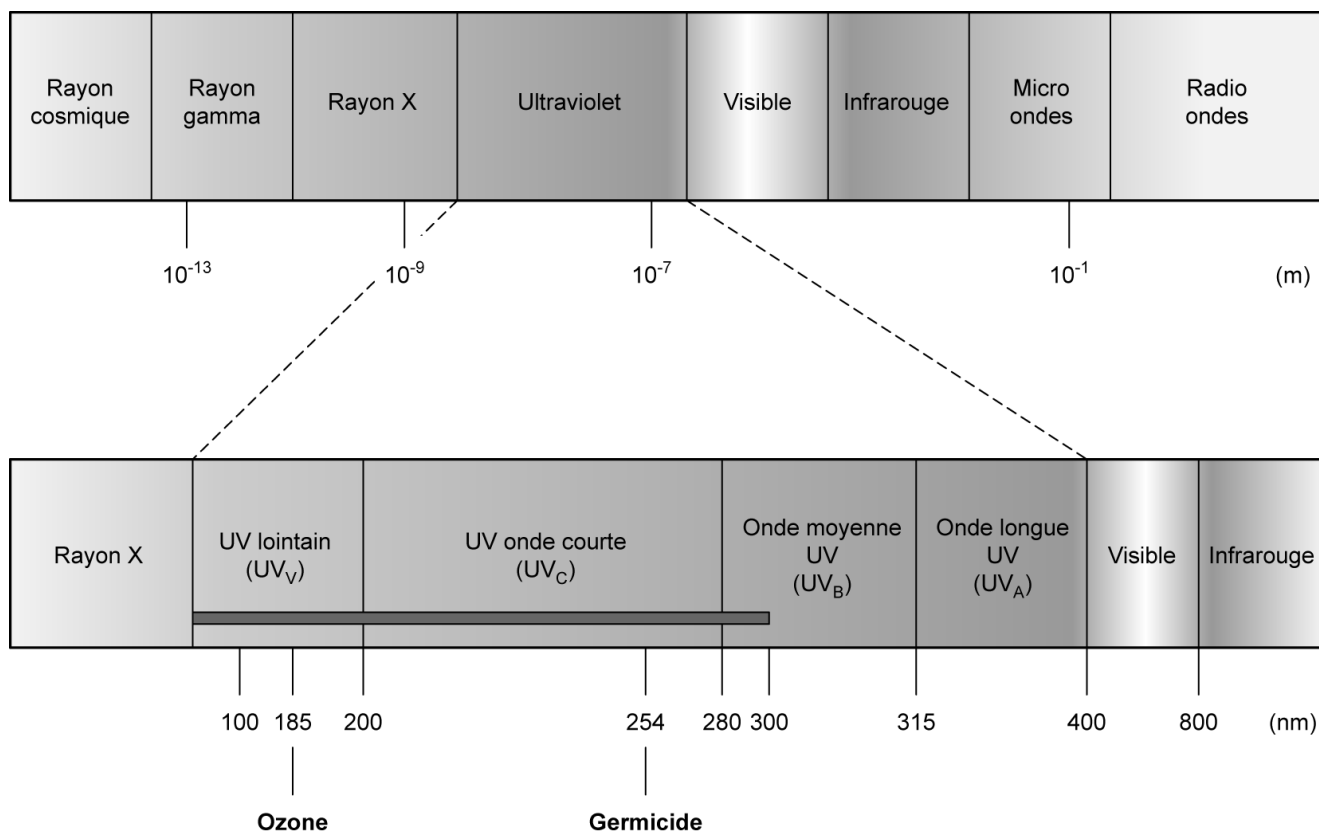


Fig 1 : Les différentes ondes électromagnétiques

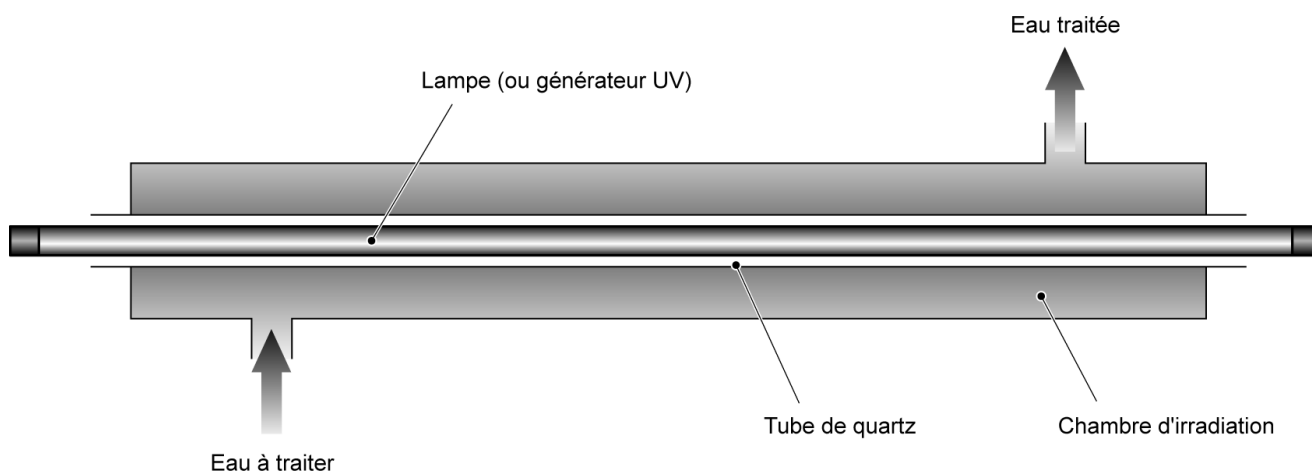


Fig 2 : Principe d'un U.V

## Les rayonnements ionisants

Les rayonnements ionisants (rayons gamma, en particulier) ont un pouvoir biocide élevé. Les précautions qui doivent être prises pour leur application limitent l'emploi des rayonnements ionisants à quelques rares cas de stérilisation d'appareils de traitements pour des utilisations très spéciales (production d'eaux ultra-pures), lorsque les autres techniques ne peuvent être envisagées.

## Procédés chimiques par oxydation

Ces procédés agissent par destruction des matières organiques (protéines, polyols) qui constituent la matière vivante elle-même.

Pour être efficaces, les produits utilisés doivent être instables et se décomposer rapidement pour libérer l'agent oxydant qu'ils contiennent. De ce fait, le pouvoir rémanent des produits biocides oxydants est de durée relativement courte.

## Le chlore et ses dérivés

Le chlore, les hypochlorites, les chloro-isocyanurates et le chlore produit in-situ par électrolyse de saumure sont les produits biocides les plus utilisés chaque fois que leurs sous-produits de réaction (chlorures, chlorophénols) ou leur alcalinité ne présentent aucun inconvénient.

Le pouvoir rémanent du chlore et de ses dérivés fait de ces produits les désinfectants privilégiés lorsqu'un effet prolongé est recherché (eaux de consommation humaine, piscines), puisque les eaux désinfectées à l'aide d'un léger surdosage de chlore conservent un pouvoir désinfectant pendant un certain temps.

Les dosages varient en fonction des souches à détruire. Des dosages de l'ordre de 0,2 à 0,5 mg/l de chlore libre résiduel suffisent généralement pour obtenir une bonne désinfection. Le dosage doit être ajusté pour tenir compte de la quantité de chlore consommée par réaction avec les matières organiques dissoutes, l'ammoniac et les nitrites éventuels.

Une bonne désinfection nécessite un temps de contact entre l'eau et le chlore d'autant plus long que le dosage de chlore est faible. Ce temps de contact est généralement compris entre 20 minutes et une heure.

## Le brome

Le brome n'est guère utilisé pour ses propriétés désinfectantes que dans les piscines, et plus particulièrement les piscines d'eau de mer.

## L'ozone

Le traitement à l'ozone ne modifie pas la teneur en sels minéraux de l'eau traitée. C'est l'agent de désinfection de choix chaque fois qu'il s'agit de traiter des eaux déminéralisées.

Très instable, l'ozone n'a pratiquement aucun pouvoir rémanent. C'est ainsi que chaque fois que l'eau désinfectée par l'ozone doit conserver un pouvoir désinfectant, un dosage final de chlore ou de ses dérivés, à faible dose (0,1 à 0,2 mg/l de chlore) sera appliqué en aval de la désinfection par l'ozone.

Les temps de contact requis pour permettre une désinfection efficace par l'ozone sont plus faibles que ceux nécessaires avec le chlore (de l'ordre de 5 à 15 minutes).

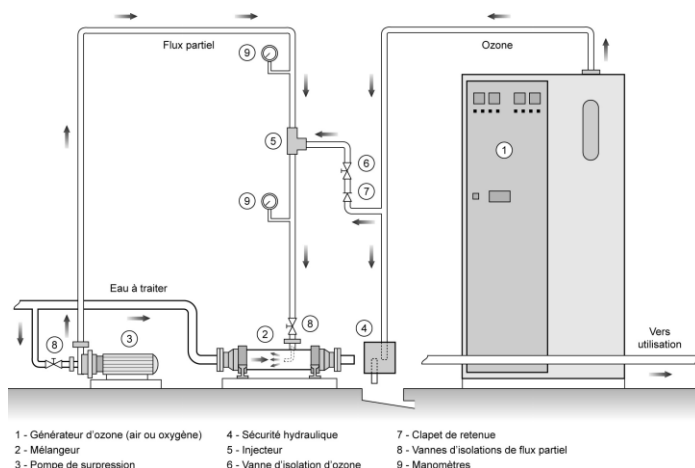


Fig 3 : Exemple d'un poste d'ozonation (schéma non contractuel)

## Les composés peroxydés

Les composés peroxydés comme l'eau oxygénée, l'acide peracétique ou l'acide persulfurique sont employés pour la désinfection des matériels de traitement de l'eau (filtres, modules d'osmose inverse, échangeurs d'ions), des cuves de stockage et des réseaux.

## L'eau oxygénée

L'eau oxygénée ne modifie pas la composition minérale de l'eau traitée. Pour cette raison, l'eau oxygénée est très employée pour la désinfection des cuves de stockage et des canalisations de distribution d'eau déminéralisée.

Le temps de contact nécessaire à une bonne désinfection est du même ordre de grandeur que pour le chlore (de 20 minutes à une heure).

### L'acide peracétique

L'activité de l'acide peracétique est peu influencée par le pH. Ce produit possède de bonnes propriétés fongicides et bactéricides.

Le temps de contact nécessaire dépend des souches à détruire mais aussi de la température, et varie de quelques minutes (pour les bactéries non sporulées, à 10°C) à une heure (pour les bactéries sporulées et les moisissures, à 30°C).

L'acide peracétique est très miscible à l'eau. Le rinçage de produit résiduel après traitement est donc aisé.

Le pouvoir désinfectant élevé et la commodité de rinçage font de l'acide peracétique un des produits les plus utilisés pour la désinfection des appareils échangeurs d'ions, des filtres et des cuves de stockage.

### Produits chimiques non oxydants

Ces produits agissent par toxicité directe ou par blocage des réactions chimiques qui permettent normalement à l'organisme vivant de puiser sa nourriture dans le milieu et d'y rejeter ses déchets.

#### Le formaldéhyde

Le formaldéhyde (ou formol) a longtemps été l'agent désinfectant du milieu hospitalier et des échangeurs d'ions. Très volatil, le formaldéhyde est irritante et **très** toxique.

L'élimination des dernières traces de formaldéhyde après traitement de désinfection est une opération longue et délicate. Son efficacité vis-à-vis de certaines souches résistantes s'est, par ailleurs, révélée faible.

**Pour toutes ces raisons, le formaldéhyde n'est plus et ne doit plus être employé.**

### Les ammoniums quaternaires

Non volatils, de toxicité souvent très faible, les ammoniums quaternaires sont dotés d'un pouvoir mouillant élevé. Ils sont essentiellement employés pour la désinfection des circuits de refroidissement industriels et en particulier pour la destruction des bactéries sulfatoréductrices qui se développent en milieu réducteur (oxydes ferreux et sulfure de fer).

### Les composés organo-soufrés

Ces composés, mouillants mais non moussants, sont très utilisés dans le traitement des circuits de refroidissement industriels à recyclage d'eau sur aéroréfrigérants.

### Les sels métalliques

Les ions cuivriques ont un bon pouvoir algicide et sont principalement utilisés dans le traitement de l'eau des piscines.

Les ions argent ont un effet plus bactériostatique que bactéricide et sont employés dans la désinfection des eaux de piscine, et en adoucissement pour prévenir les développements microbiologiques sur les résines échangeuses de cations.