

Introduction

L'ozone est utilisé comme désinfectant depuis des décennies et sa popularité augmente et diminue avec l'évolution des technologies, des coûts et des exigences. Autrefois présenté comme le nouveau super désinfectant destiné à rivaliser avec le chlore, l'ozone dans l'eau en tant que désinfectant ne représente qu'une petite partie du marché et est généralement limité aux applications spécialisées.

Qu'est ce qui est si bien avec l'ozone en tant que désinfectant?

- **Il est très efficace** - l'ozone est environ 20 fois plus efficace que le chlore¹.
- **Il peut lutter contre les agents pathogènes résistants au chlore comme Cryptosporidia Parvum et Giardia Lambia** - Crypto et Giardia libère des oocystes résistants à la désinfection au chlore².
- **Il est meilleur que le chlore pour oxyder les organiques** - les sous-produits de désinfection tels que les trihalométhanes (THM) formés par la réaction du chlore avec les matières organiques sont considérés comme cancérigènes. L'ozone peut décomposer les matières organiques de sorte qu'elles ne peuvent pas former de sous-produits de désinfection (SPD) lorsque le chlore est ajouté plus tard dans le processus³.
- **Avec la désinfection à l'ozone il n'y a pas de sous-produits de désinfection** - l'oxydation à l'ozone ne produit pas de SPD⁴.



Quels sont les problèmes associés avec l'ozone comme désinfectant?

- **Très agressif envers les matériaux** - l'ozone n'est pas compatible chimiquement avec de nombreux matériaux de construction et cela demande donc une attention particulière⁵.
- **Difficulté à se dissoudre en solution - surtout à haute température** - l'ozone est difficile à solubiliser et des systèmes sophistiqués sont nécessaires pour assurer la stabilité⁶.
- **Très irritant et possiblement toxique** - l'ozone

peut être identifié par son odeur distinctive et l'exposition à l'ozone est réglementée dans la plupart des juridictions^{7,8}.

- **Coûteux en maintenance et en énergie** - l'ozone est généré sur le lieu d'usage, en général par décharge électrique dans l'air ou l'oxygène. by electrical discharge through air or oxygen. Le coût d'un tel générateur dépasse de loin le coût d'une cuve et d'une pompe (chlore).
- **Difficulté à mesurer et contrôler** - voir dessous.

Applications

Comme mentionné ci-dessus, l'ozone a tendance à ne pas être le premier choix comme désinfectant en raison de son coût et de sa complexité. Il existe cependant des applications spécifiques lorsque l'ozone est globalement le plus efficace pour les résultats souhaités.

Les applications spécifiques les plus courantes:

- **Traitement de l'eau de boisson - pré-traitement (organiques)** - l'ozone dissous est utilisé pour détruire les matières organiques d'une source d'eau brute afin de réduire le risque de formation de SPD lorsque du chlore est ajouté plus tard.
- **Traitement d'eau - pré-traitement (retrait Fe et Mn)** - l'ozone peut être très efficace pour oxyder le fer et le manganèse en forme insoluble pour permettre leur retrait de l'eau potable avant un traitement ultérieur⁹.
- **Eau embouteillée** - l'eau potable en bouteille est souvent désinfectée à l'ozone car il est extrêmement efficace et ne laisse aucun résidu. À son tour, cela signifie qu'il n'y a pas de goût résiduel. Une fois traitées à l'ozone, les bouteilles sont scellées et l'eau ne nécessite aucun désinfectant résiduel.

- **Aquaculture/Aquarium** - l'ozone est utilisée en aquaculture pour désinfecter l'eau et diminuer les résiduels nécessaires¹⁰ (voir plus loin les commentaires sur l'ozonation de l'eau de mer).
- **Lavage (prévention du pourrissement)** - de faibles niveaux d'ozone peuvent réduire les bactéries à la surface des denrées alimentaires (en particulier les fruits), ce qui peut considérablement repousser le début de la pourriture, prolongeant sa durée de conservation et augmentant ainsi sa valeur.
- **Des eaux usées industrielles** - certaines eaux usées industrielles nécessitent un oxydant extrêmement puissant pour rendre les déchets sans danger pour l'environnement.
- **Piscines et spas** - dans les années 80 et 90, il y avait une volonté de réduire le chlore dans les piscines et les spas et l'ozone a été introduit. Au fil du temps, le coût d'achat et de surveillance des équipements de dosage d'ozone dans les piscines a eu tendance à réorienter cet tendance vers une meilleure surveillance et un meilleur contrôle du dosage du chlore.

Mesure et contrôle de la désinfection à l'ozone

Faire en sorte que l'ozone reste en solution assez longtemps pour obtenir un résidu qui peut être mesuré de manière cohérente, et donc contrôler le processus, est un défi. Très souvent la quantité d'ozone dissous (DO₃) dans une solution a moins à faire avec la demande en ozone ou la quantité dosée et plus à faire avec les conditions ambiantes qui peuvent extraire l'ozone de la solution. Cela, et les résidus relativement faibles requis, constituent un défi pour la surveillance et le contrôle du DO₃.

La surveillance de faibles résidus nécessite un capteur d'ozone extrêmement sensible et stable.

Au fil des ans, il y a eu différents capteurs allant des analyseurs colorimétriques (ajout d'un réactif pour que l'échantillon d'eau change de couleur selon de la quantité de DO₃ présente, puis mesure du changement de couleur) aux capteurs électrochimiques ouverts. L'industrie a largement opté pour l'utilisation de capteurs ampérométriques à membrane car ils offrent le meilleur équilibre entre vitesse de réponse, coûts d'investissement et de maintenance, longévité, stabilité et sensibilité.

Ces capteurs sont très sensibles (0,001ppm) mais



peuvent être gênés par les fluctuations de pression de l'échantillon et la libération de bulles de DO₃. En plus, ils doivent être fabriqués avec des matériaux résistant à l'ozone puisque l'ozone est particulièrement corrosif.

Une fois qu'un système a été choisi pour que :

- **il y ait une bonne désinfection avec l'O₃ dosé**
- **la position de contrôle ait été choisie en aval du point de dosage mais pas trop pour éviter un débullage de DO₃**

alors un contrôle PID peut être utilisé pour doser à un seuil résiduel prédéfini.

L'ozonation de l'eau de mer

L'ajout d'ozone à l'eau de mer apporte un niveau supplémentaire de complexité dans la mesure où l'ozone oxyde les ions bromure dans l'eau de mer en HOBr. Cette réaction d'oxydation réduit les radicaux DO₃ en OH qui à leur tour agissent également comme un désinfectant oxydant. En effet, l'ajout d'O₃ à l'eau de mer peut signifier que la désinfection est réalisée à la fois par DO₃ et HOBr. Il peut également y avoir un brome libre résiduel.

Cet ensemble de réactions rend extrêmement difficile le contrôle du dosage à l'aide d'un capteur DO₃, et de nombreux opérateurs utilisent simplement un capteur de brome libre (ou de brome total) pour contrôler leurs taux d'ajout.

Références

1. World Health Organisation. *Water Treatment and Pathogen Control: Process Efficiency in Achieving Safe Drinking Water* (2004)
2. Korich D. et al, Effects of Ozone, Chlorine Dioxide, Chlorine, and Monochloramine on *Cryptosporidium parvum* Oocyst Viability. *Applied and Environmental Microbiology* **56**, 1423-1428 (1990)
3. Montecalvo J., Williams D. *Application of Ozonation in Sanitizing Vegetable Process Washwaters*. California Polytechnic State University, San Luis Obispo (2006)
4. United States Environmental Protection Agency. *Wastewater Technology Fact Sheet: Ozone Disinfection* (1999)
5. United States Nuclear Regulatory Commission. *Material Compatibility with Ozone*. (2018)
6. United States Department of Environmental Protection, Department of Water Supply and Wastewater Management. *Drinking Water Operator Certification Training, Chapter 27: Ozone*
7. Jule, Y., Michaudel, C., Fauconnier, L., Togbe, D. & Riffel, B. Ozone-induced acute and chronic alterations in the lung in mice: a combined digital imaging and functional analysis. *European Respiratory Journal*. **52** 4313 (2018)
8. Health and Safety Executive. *Ozone: Health Hazards and Control Measures*. (2014)
9. H. Paillard, B. Legube, M.M. Bourbigot & E. Lefebvre. Iron and Manganese Removal with Ozonation in the Presence of Humic Substances. *Ozone: Science & Engineering* **11** 93-113 (1989)
10. Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture. *Ozone – potential application in depuration systems in the UK* (2010)