

Histoires d'eaux : eau ozonée, eau électrolysée,...

Dr O Traoré

Hygiène Hospitalière - CHU Clermont-Ferrand

Laboratoire Microorganismes Génome Environnement

UMR CNRS 6023 - Université Clermont Auvergne

Mai 2023

Quels procédés ?

➤ **Eau ozonée**

➤ **Eau électrolysée (ou ionisée)**

Qu'est ce que c'est ?

Historique

La fabrication et les différentes formes,

Les propriétés antimicrobiennes et autres,

Les applications potentielles en ES et EMS

Toxicité et autres risques (compatibilité matériel)

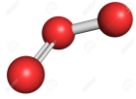
Limites (stabilité,...)

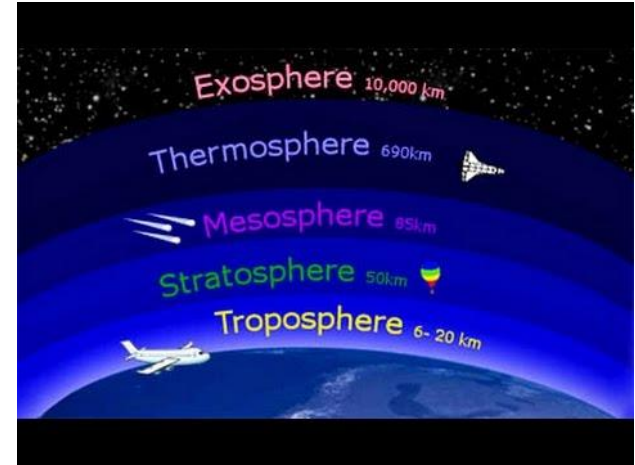
➤ **Retours d'expérience**

➤ **Conclusion**

Pas de conflit d'intérêt

Ozone gazeux et Eau ozonée

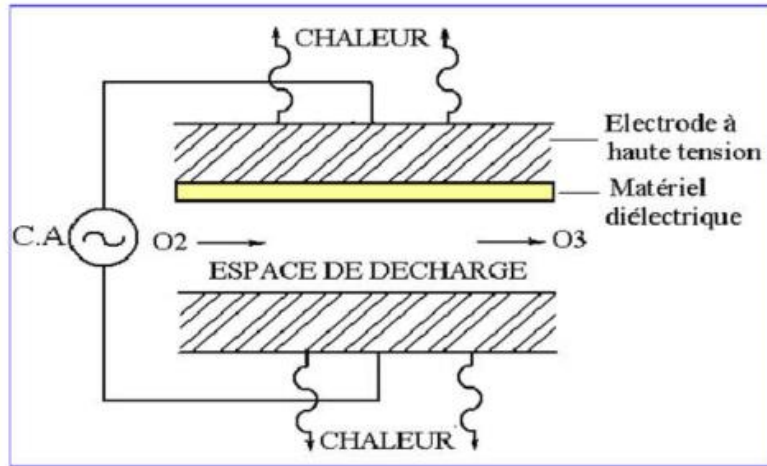
- Ozone (trioxygène O₃) 
 - gaz naturel instable (1/2 vie : 20 à 30 min)
 - présent dans la stratosphère et la troposphère
- Incolore, odorant à faibles concentrations
- Premiers travaux 1840
- 1^{ers} travaux /désinfection : 1886 (eaux)
- Hautement réactif, pouvoir oxydatif ++ (dégradé en O₂ et dérivés réactifs)
- Agit sur lipides et protéines



Ozone gazeux et Eau ozonée

Ozone produit par des générateurs électriques à partir de l'O₂

Décharge électrique à haut potentiel : **ionisation du fluide (O₂ de l'air)** entre 2 électrodes
= effet couronne



- Eau ozonée par injection d'ozon gazeux dans de l'eau éventuellement adoucie et/ou tamponnée.
- Faibles concentrations d'ozon : quelques ppm
- Utiliser extemporanément car la concentration en ozon diminue très rapidement en quelques minutes après sa production.

Ozone gazeux et Eau ozonée (EO)

- Activité antimicrobienne expérimentale indéniable sur agents infectieux (*Steinmann JHI 2021*)
- Inhibition par les matières organiques : dépend des conditions ambiantes, des matériaux désinfectés, des caractéristiques de l'EO.
- Absence d'études sur l'efficacité antimicrobienne de l'EO en vie réelle

Eau ozonée : alternative aux détergents ? aux DD ?

- **Quelle utilisation de l'EO ?** désinfection du linge, des sols, des surfaces et des mains, en odontologie, pour le traitement des infections cutanées, le traitement des eaux usées
- Qualité méthodologique des études faible
- **Principal avantage** : moindre utilisation de produit chimique
- **Pas d'étude sur la désinfection des surfaces hospitalières par l'EO dans la littérature**



Eau ozonée : alternative aux détergents ? aux DD ?

Traitement de l'eau

- Utilisé depuis plus d'un siècle pour la désinfection de l'eau potable et des eaux usées
- Généralement utilisée en association avec d'autres procédés : UV, ultrasons, H₂O₂,...
- Utilisé pour fauteuils dentaires (0.4 ppm résultats < aux Am Quat) (*Okubo K, Heliyon 2019*)
- Réduction des polluants chimiques et médicamenteux par des mécanismes de minéralisation (*Majumder A et al, J Environ Chem Eng. 2021*).

Eau ozonée : alternative aux détergents ? aux DD ?

Désinfection du linge

- multiples applications dans le domaine de la blanchisserie
 - désinfection du linge
 - blanchiment
 - économie : diminution des températures de lavage, des autres produits lessiviels, du nombre de rinçages. L'ozone est généralement mis en œuvre dans le cycle de rinçage final pour éviter les interactions avec les détergents.

Désinfection des mains

Une étude a suggéré que le lavage des mains à l'eau ozonée (sans savon) produisait une réduction significative de la flore supérieure à la friction alcoolique (*Breidablik et al JHI 2019*)

Néanmoins les résultats pour le moins surprenants de cette étude ont été fortement critiqués en raison d'évidentes lacunes méthodologiques (*Kampf G et al JHI 2020; Hajjar J HygièneS 2020*)

Une autre étude a conclu à l'infériorité de l'eau ozonée par rapport au propan-1-ol 60% pour l'hygiène des mains (*Appelgrein C et al JHI 2016*)

Eau ozonée : alternative aux ATS en odontologie ?

- Application en Odontologie depuis les années 60
- Résultats positifs favorables sur les caries naissantes, creusantes ou radiculaires (*Azarpazhooh A et al J Dent 2008*)
- Biocompatibilité de l'eau ozonée avec les tissus buccaux et gingivaux
- Activité antimicrobienne significative sur la flore buccale et pour la désinfection des dentiers

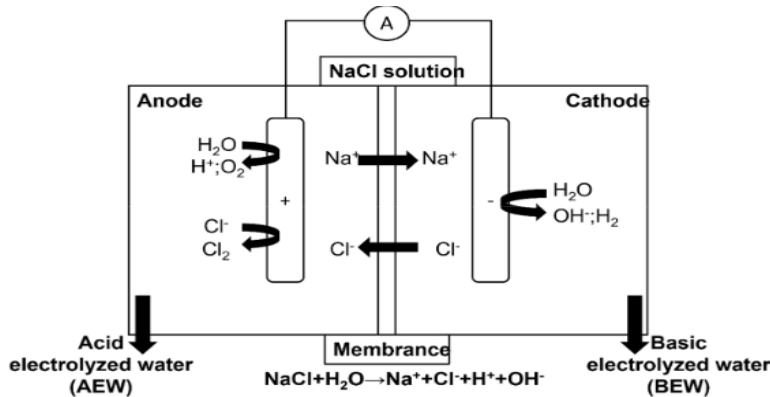
Eau ozonée : alternative aux détergents ? aux DD ?

Toxicité

- Toxicité chronique et aigue du gaz dépend de la concentration
- Concentration aérienne de base 0.02 – 0.05 ppm. Dépend de l'altitude et de la pollution
- Valeur moyenne d'exposition à l'ozone sur une durée de 8h= 0.1 ppm.
- Pas d'effet toxique connu de l'EO

Eau électrolysée (ionisée)

- **Japon** : 1930 1^{ères} utilisations, 1966 autorisation pour usage alimentaire, développement recherche dans les années 90 (plantes ,animaux, humains)



Chen et al *Molecules* 2022

Electrolyse d'une solution de sel (NaCl,...) dans l'eau

Dispositif d'électrolyse : membrane sépare une anode et une cathode.

Formation d'acide hypochloreux, d'ion hypochlorite : **c'est un désinfectant chloré**

Eau électrolysée (ionisée)

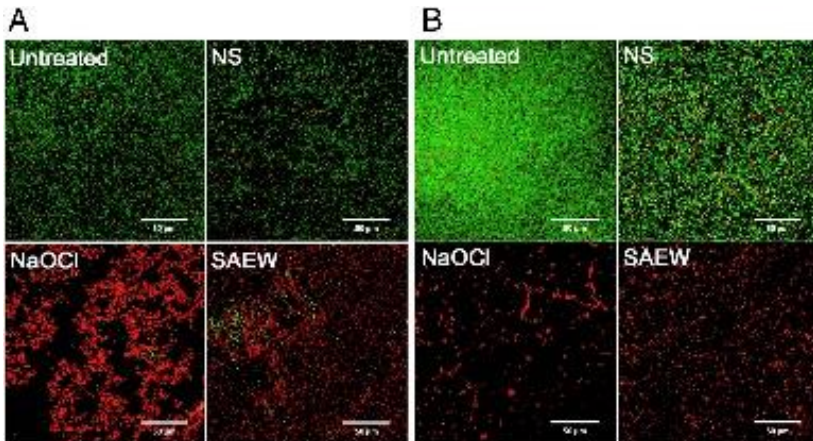
Il existe différentes qualités d'eau électrolysée :

- ✓ Acide (pH 2-2.7). Forte activité antimicrobienne (acide hypochloreux)
- ✓ Faiblement acide (pH 5-6). Bonne efficacité et meilleure tolérance
- ✓ Neutre (pH 7-8). Bonne activité antimicrobienne. Mieux tolérée que l'eau acide
- ✓ Basique (pH 10-13). Activité antimicrobienne réduite.

Production instantanée ou prêt à l'emploi stabilisée en bouteille

Eau électrolysée (ionisée)

- Activité antimicrobienne confirmée (bactéries, champignons, virus).
- Rapidité d'action (*Meakin et al JHI 2012*)



Paramètres clés pour les propriétés désinfectantes :

- ✓ H_2O_2 , radicaux hydroxyles.
- ✓ pH : influence le type de dérivés chlorés générés
- ✓ Potentiel d'oxydo-réduction

Eau électrolysée : alternative aux détergents et aux DD ?

- Utilisation principale en agro-alimentaire parfois en association avec autres procédés (UV, US, chaleur,...)
- Travaux sur désinfection des dispositifs médicaux :
 - endoscopie (Japon ++): considéré comme DSF haut niveau. Performance idem Gluta (*Heuvelmans et al ARIC 2021*)
 - dialyse (*Tanaka et al Artif Organs 2000*)
- **Inconvénients** : instabilité de la solution, potentiel corrosif et irritant des solutions acides (pH <5), inhibition par matières organiques (produit chloré)
- **Avantages** : toxicité environnementale *a priori* faible car composés chlorés instables

Eau électrolysée : alternative aux détergents et aux DD ?

- Bionettoyage en unités de soins : rares publications
- *Meakin et al JHI 2012* : études en cross over EE (Aqualution stabilisée en bouteille) *versus* Ammoniums Quaternaires pour nett. DSF des surfaces hautes
 - réduction flore par EE 1 log (+ efficace que AQ)
- *Fertelli et al ICHE 2013* : activité sur *C difficile*
- *Stewart et al ICHE 2014* : EE neutre (Aqualution stabilisée en bouteille) : réduction de flore bactérienne sur les surfaces hautes (mais pas de comparateur !)

Eau ozonée : retour d'expérience

Structure	utilisation	ancienneté d'utilisation	Retour expérience	Satisfaction
CH avec EHPAD	Linge résidents	depuis 2019	prélèvements bactériologiques conformes à la norme RABC, couleurs gardent leur éclat, linge plus doux au toucher	oui
CHRU	Linge patients (tunnel de lavage)	décembre 2011 (2 sem) avril 2022 (2 sem).	Arrêt en juillet 2022 pour non efficacité	non
EHPAD 1	Sols, surfaces, mobilier	3 ans	pas d'audit mené	pas de conclusion
CH 2 sites	Linge résidents et patients et les draps	2 ans	réduction lessive, consommation d'eau et électricité.	mitigé
EHPAD 2	sols, linge	2 ans	arrêt car linge tâché et crainte de toxicité pour personnel	mitigé
EHPAD 3	sols (linge en réflexion)	depuis 1 an	aspect visuel dépend de la nature des sols	sans avis
EHPAD 4	linge	été 2022	nécessité d'une mise au point initiale. Remplace la lessive. Aspect satisfaisant, pas d'odeur, pas de dégradation du linge.	oui

Conclusion générale (1)

- EO et EE ont des caractéristiques plutôt séduisantes en théorie
- Nouvelle voie – pas de positionnement national
- Alternative au détergent ou au désinfectant ? *Quel est le moins toxique EO/EE ou détergent ? Peut on l'utiliser sur les surfaces hautes à la place du DD ?*
- Insuffisance d'études en vie réelle sur l'intérêt de EO et EE avec des questions pratiques en suspens :
 - Quelle efficacité en conditions réelles d'utilisation / DD ? Stabilité ?
 - Quelle certitude sur l'absence de risque pour l'environnement, **en particulier pour les solutions stabilisées** ?

Conclusion générale (2)

- Document Cpias IdF (17/02/2022) : Eau chlorée, eau ozonée fabriquées *in situ* : liste des vérifications à effectuer avant acquisition
 - Quelle activité : détergent , désinfectant, DD
 - Si activité désinfectante : quelles normes avec quelles conditions (concentrations, temps, température,...)
 - Informations détaillées sur les conditions relatives à la stabilité de la solution
 - Maintien de l'activité antimicrobienne au temps maximum de conservation