

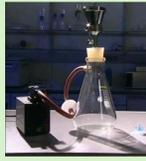
# Développement d'un procédé électrolytique de désinfection et de traitement des eaux récréatives de piscines

T. Najji<sup>1</sup>, A. Carabin<sup>1</sup>, P. Drogui<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut National de la Recherche Scientifique, Centre-Eau Terre Environnement, 490, Rue de la Couronne, Québec (QC) G1K 9A9, Canada.  
touriya.najji@ete.inrs.ca; anne.carabin@ete.inrs.ca; patrick.drogui@ete.inrs.ca;

## Introduction

La baignade récréative en piscine est une activité aquatique très pratiquée par la population de tous les âges. Cependant, les eaux de piscines peuvent présenter un risque d'exposition à des contaminants de nature microbiologique (germes pathogènes) ou chimique sous forme de polluants émergents (ex: Caféine). L'électro-oxydation appliquée au traitement des eaux est une technologie propre qui utilise l'électricité comme source d'énergie pour produire in-situ des oxydants forts sans avoir recours à ajouter préalablement des produits chimiques. Ce travail a pour objectif de développer un procédé électrolytique qui permet à la fois de désinfecter et traiter les eaux récréatives.



## Matériels et méthode

### Analyse de l'eau

- Dénombrement par la méthode de filtration membranaire \*
- 100 mL d'échantillon filtré sur une membrane nitrocellulose de 0,45 µm
- E.coli: m-FC – BCIG, Incubation 37 ± 0,2 °C -24 hrs; P.aeruginosa :m-PA-C Incubation 41,5 ±0,5°C- 72 hrs.

### Analyse de la caféine

- Spectrophotométrie UV-Visible avec une courbe étalon de 0 – 20 ppm
- Cellule électrolytique**
- pompe (150 l/h); générateur de courant (0-3A); Cathode: FC; Anodes: BDD Ti/Pt; volume utilisé 1L; solution utilisée : eau de piscine synthétique\* et réelle.

## Résultats et discussion

### Oxydants forts produits

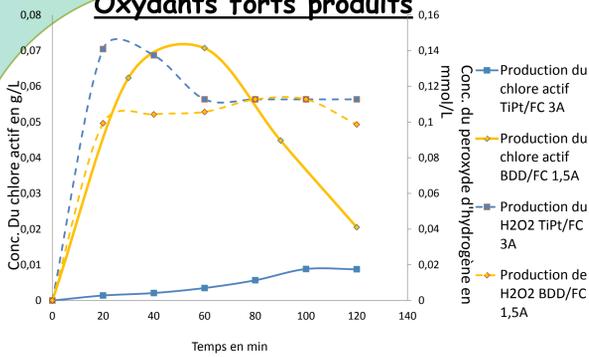


Fig. Concentration des oxydants forts (chlore actif et Peroxyde d'hydrogène) produits durant l'électrolyse de l'eau de piscine en utilisant BDD/FC (1,5A) et Ti-Pt/FC (3A)

- NaCl et NH<sub>4</sub>Cl permettent de produire du chlore actif sans ajout de produit chimique.
- La concentration produite en utilisant le BDD/FC est largement supérieure à celle par le Ti-Pt/FC (7fois).
- Après 60 min d'oxydation le chlore actif atteint son max (0,07g/L) puis baisse brusquement à 0,02 g/L après 2h.
- Cette chute peut-être expliquée par la formation des perchlorates (sous produits) durant l'électrolyse.
- La dose optimale de chlore actif dans les eaux de piscine est de 1mg/L → excès à neutraliser.
- [H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>] est faible pour les deux anodes. Pour TiPt-FC elle atteint un max de 0,14 mM et baisse après 20min pour se stabiliser au cours du temps.
- Même chose remarquée pour Le BDD/FC.

### Élimination des germes pathogènes

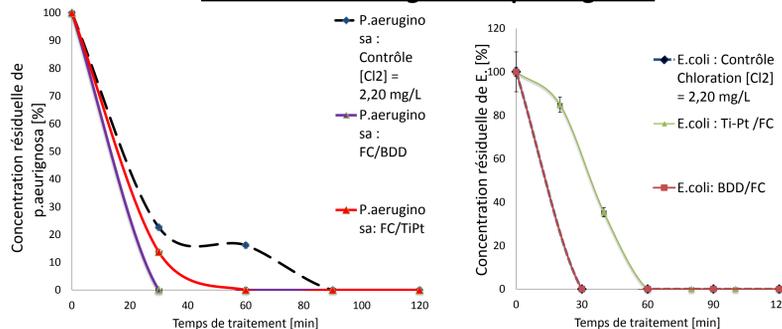


Fig. Comparaison de l'effet du temps sur l'élimination de P.ae (104 UFC/100 mL) entre la chloration, BDD/FC (1,5A) et Ti-Pt/FC (3A)

- P. ae et E.coli sont éliminées à 100 % dans les trois cas de traitement.
- La chloration à 2,2mg/L arrive à désactiver P.ae après 90min de contact et E.coli en-20 min. P.ae est connue pour être résistante.
- Alors que l'électro-oxydation par BDD/FC ou Ti-Pt/FC permet une désactivation plus rapide (30 et 60 min respectivement pour P.ae et 20 min chacune pour E.coli).
- Le courant électrique à un effet direct qui consiste en un changement brusque de champs électrique qui cause des perturbations physiologiques chez les bactéries, et un effet indirect des oxydants forts produits ( HClO, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, OH<sup>-</sup> ...) qui visent les centres vitaux de celles-ci.
- Le BDD est connu pour sa capacité de produire des radicaux libres plus que le TiPt (B.Marselli et al.).
- Ces radicaux libre en plus de l'importante concentration du chlore actif produite, font peut-être que la désinfection est plus rapide chez le BDD en comparaison avec le TiPt.
- Le pH dans les deux cas d'oxydation devient acide (3). Ce fait peut aussi être un facteur influant sur les bactéries.

### Dégradation de la caféine

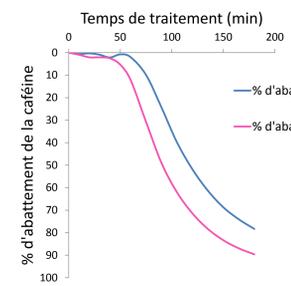


Fig. Effet de l'intensité du courant sur l'abattement de la caféine par électro-oxydation (Ti/Pt /FC) dans une solution d'eau de piscine synthétique \* Temps de traitement 2 h [CAF] = 10 mg/L

- A 2A l'abattement de la caféine est de 78% après 3 h de traitement. Alors qu'à 3A on atteint un taux proche en seulement 2h.
- Après 3h d'électrolyse le courant électrique optimal pour une désinfection complète des eaux récréatives permet de dégrader 90% de la caféine présente dans les eaux de piscines synthétiques à 10ppm.
- Les sous-produits de la caféine sont en cours d'étude.
- L'effet de la concentration est aussi prévu pour être étudié.

\* 9222D du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

\*NaCl (0,06g/l)+NH<sub>4</sub>Cl (0,0525g/l) + urée (0,003 g/l)+ acide acétique (0,015g/l) + acide lactique (0,045g/l).

## Conclusion et perspectives

- Désinfection à 100% des eaux récréatives en utilisant les deux combinaisons d'électrodes BDD/FC et TiPt/FC à 1,5A et 3A respectivement.
- Quantité d'oxydants forts rémanents suffisante pour éliminer log<sub>6</sub> des deux espèces sans la nécessité d'ajout de produits chimiques.
- Bon abattement (90%)de la caféine à 3A
- Une étude des sous-produits de l'oxydation du chlore actif et de la caféine doit être élaborer.
- Le choix d'une électrode entre le BDD et le TiPt nécessite une étude économique.

## Références

B. Marselli, J. Garcia-Gomez, P.-A. Michaud, M. A. Rodrigo, and Ch. Comninellis J. Electrochem. Soc. 2003 150(3)  
P. Drogui, R. Daghrir, Vecteur Environnement. 2013