



HAL
open science

Influence des ions bromure et iodure sur la formation des sous-produits de désinfection

Justine Criquet, Clara Sabourin, David Dumoulin, Sebastien Allard

► **To cite this version:**

Justine Criquet, Clara Sabourin, David Dumoulin, Sebastien Allard. Influence des ions bromure et iodure sur la formation des sous-produits de désinfection. Journées Information Eaux, Oct 2022, Poitiers, France. . <hal-03923967>

HAL Id: hal-03923967

<https://hal.science/hal-03923967v1>

Submitted on 5 Jan 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Sous-produits de désinfection bromés et iodés

Les intrusions d'eaux de mers, les rejets anthropiques et les périodes de sécheresse entraînent une **augmentation des teneurs en ions bromure et iodure** dans les ressources en eaux.

La formation des sous-produits de désinfection bromés (Br-DBPs) et iodés (I-DBPs) est problématique de par leur **toxicité plus élevée** et les problèmes de **goûts et odeurs** des eaux contenant de faibles teneurs en composés iodés.

[Br⁻] : dizaine à centaine de µg/L
[I⁻] < 20 µg/L
jusqu'au mg/L en Australie

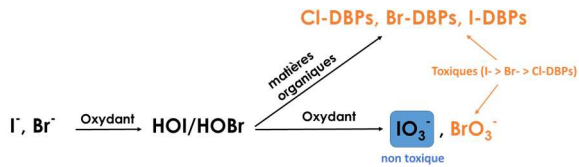


Figure 1: L'acide hypohaleux, intermédiaire clé dans la formation de sous-produits

Risque de formation de sous-produits iodés (I-DBPs) MacKeown et al. 2022		
Fort	Moyen	Faible
Chloramine Dioxyde de chlore Persulfate	Chlore Permanganate	Ozone Ferrate peroxymonosulfate

Les sous-produits iodés sont favorisés lors de la chloration :

- en présence d'ammonium
- à faible concentration en bromure
- avec la baisse de pH

Quels impacts de la présence d'ions bromure et iodure ?

Négatifs :

- Toxicité plus élevée des composés bromés et iodés par rapport à leur homologue chloré I-DBPs > Br-DBPs > Cl-DBPs (Wagner and Plewa, 2017)
- Goûts et odeurs des composés iodés (ng/L)
- Formation accrue de NDMA (Le Roux et al. 2012)

Positifs :

- Les ions bromure évitent la formation de sous-produits iodés en favorisant la formation des ions iodate non toxiques (Crique et al. 2012)
- Les ions bromures accélèrent la dégradation de micropolluants organiques (Crique et Allard, 2021)

Quelles solutions ?

- **Élimination des précurseurs** : (Crique et Allard, 2021)
 - Ions bromure et iodure par procédés membranaires ou résines échangeuses d'ions
 - Procédés à base d'argent immobilisé sur matériaux carbonés à l'étude
 - Élimination de la **matière organique** par procédés physico-chimiques
 - ↳ Attention à la formation accrue d'espèces bromées plus toxiques avec la réduction des matières organiques
- **I-DBPs**
 - **Oxydation sélective** des ions iodure en iodate par ozonation, la formation des ions bromate étant plus lente
 - Une chloration rapide pour former l'ion iodate suivie d'une chloramination pour éviter la formation d'autres sous-produits (Crique et al. 2012)
- **Br-DBPs**
 - Préoxydation de la matière organique
 - Contrôle de la formation des ions bromate : pH, ammonium, procédé chlore-ammonium, H₂O₂, optimisations hydrauliques
- **Élimination des sous-produits formés** : (MacKeown et al., 2020)
 - Stripping des composés volatils
 - Filtration sur charbon actif : exemple de l'usine de deBlankaart (Be)

Quelles analyses ?

- **Analyse élémentaire** : ICP-MS
 - I⁻, Br⁻, IO₃⁻, BrO₃⁻ : chromatographie liquide couplée à un ICP-MS : < µg/L
 - Iode et brome total par ICP-MS
 - Estimation des espèces organiques par différence (équivalent à l'AOX)
 - I/Br_{org} = I/Br_{total} - I/Br - IO₃⁻/BrO₃⁻



Figure 2 : Couplage chromatographie liquide - détecteur élémentaire ICP-MS (Institut Chevreul : Fédération de Recherche CNRS - Lille FR2638)

- **Sous-produits organiques** : chromatographie en phase gazeuse (U. Lille)
 - 10 trihalométhanes : Head-space - GC-MS
 - Acide haloacétiques : microextraction-dérivatisation - Head-space - GC-MS
 - Haloacétonitriles, haloacétamides, nitrosamines : GC-MS-MS après extraction sur phase solide

Tableau 1 : Taux de rétention des trihalométhanes et acides haloacétiques sur filtres de charbon actif

Espèces	Rétention par filtres à charbon actif	
Trihalométhanes (4 THMs)	15 à 58 %	Σ THM ₄ : 31 %
Trihalométhanes iodés	77 à 94 %	Σ I-THMs : 87 %
Acides haloacétiques	91 à 97 %	Σ HAAs : 95 %

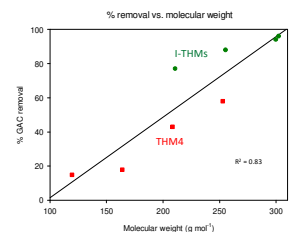


Figure 3 : Rétention des trihalométhanes en fonction de leur poids moléculaire

CONCLUSION

L'utilisation de ressources en eaux de moindre qualité contenant des concentrations importantes de matières organiques et ions bromure et/ou iodure est croissante. La formation des sous-produits de désinfection bromés et iodés est à limiter à cause de leur toxicité et des désagréments organoleptiques associés à la présence des sous-produits iodés, même à très faible concentration. L'élimination des précurseurs : matières organiques et halogénures peut être envisagée, néanmoins l'élimination des sous-produits formés par adsorption sur charbon actif constitue également une bonne alternative.

REFERENCES

- Allard, S., Nottle, C.E., Chan, A., Joll, C., von Gunten, U., 2013. Ozonation of iodide-containing waters: Selective oxidation of iodide to iodate with simultaneous minimization of bromate and I-THMs. *Water Research* 47, 1953-1960.
- Crique, J., Allard, S., 2021. Influence of bromide and iodide on the formation of disinfection by-products in drinking water treatment. *Book Chapter Comprehensive Analytical Chemistry*, Vol. 92.
- Crique, J., Allard, S., Salhi, E., Joll, C.A., Heitz, A., von Gunten, U., 2012. Iodate and Iodo-Trihalomethane Formation during Chlorination of Iodide-Containing Waters: Role of Bromide. *Environmental Science & Technology* 46, 7350-7357.
- Le Roux, J., Gallard, H., Croué, J.-P., 2012. Formation of NDMA and halogenated DBPs by chloramination of tertiary amines: The influence of bromide ion. *Environmental Science and Technology* 46 (2012) 1581-1589.
- MacKeown, H., Adusei Gyamfi, J., Schouteten, K.V.K.M., Dumoulin, D., Verdickt, L., Ouddane, B., Crique, J., 2020. Formation and removal of disinfection by-products in a full scale drinking water treatment plant. *Science of the Total Environment* 704 135280.
- MacKeown, H., von Gunten, U., Crique, J., 2022. Iodide sources in the aquatic environment and its fate during oxidative water treatment - A critical review. *Water Research* 217, 118417.
- Wagner, E.D., Plewa, M.J., 2017. CHO cell cytotoxicity and genotoxicity analyses of disinfection by-products: An updated review. *Journal of Environmental Sciences, water treatment and disinfection by-products* 58, 64-76.

NOMIC - (Projet ANR 2022-2025) propose de nouvelles méthodologies de caractérisation des matières organiques, de leur réactivité et de leur devenir au sein des filières de production d'eau potable.



Ce projet se focalisera sur le développement méthodologique pour caractériser l'incorporation des halogènes et la réactivité des espèces azotées. Une méthodologie d'évaluation de la toxicité des produits formés, plus réaliste vis-à-vis des modes d'exposition sera aussi mise en œuvre (cellules intestinales humaines).

Un suivi en ligne de l'évolution de la matière organique sera réalisé sur une ressource clé de la métropole lilloise.