

EVALUATION DE LA CAPACITE DE FILIERES DE POTABILISATION A REDUIRE LA FORMATION DE SOUS-PRODUITS DE DESINFECTION

Henry MACKEOWN¹, Klaas SCHOUTTETEN², Baghdad OUDDANE¹, Justine CRIQUET¹

¹Université de Lille - Laboratoire LASIR - UMR CNRS 8516, Equipe Physico-Chimie de l'Environnement, Cité Scientifique 59655 Villeneuve d'Ascq - 03 28 77 85 23, justine.criquet@univ-lille.fr

²De Watergroep - Vooruitgangstraat 189 1030 Brussels

I. CONTEXTE

Le projet Interreg DOC2C's (doc2c's.com) se focalise sur les innovations technologiques portant sur l'élimination de la matière organique naturelle dans les filières de potabilisation. L'une des problématiques concerne la réduction de la formation de sous-produits de désinfection (DBPs), particulièrement par réaction de la matière organique avec le chlore et/ou les chloramines.

Peu de ces produits sont réglementés par rapport aux nombreux composés potentiellement formés. Par ailleurs, les ions bromure et iodure jouent un rôle important dans la formation et la spéciation des DBPs (figure 1) ; les composés bromés et iodés s'avèrent plus toxiques que leurs homologues chlorés. Ainsi, l'Université de Lille développe une étude du risque de formation de DBPs avec un focus particulier sur les sous-produits iodés en plus des composés règlementés (THM4). En effet, les industriels du projet sont en zones côtières susceptibles d'être impactées par de fortes salinités et a priori une plus forte concentration en iodure dans leurs eaux. De plus, dans le cadre du changement climatique, la salinité des eaux pourrait augmenter par phénomènes de concentration ou d'intrusion d'eau saline.

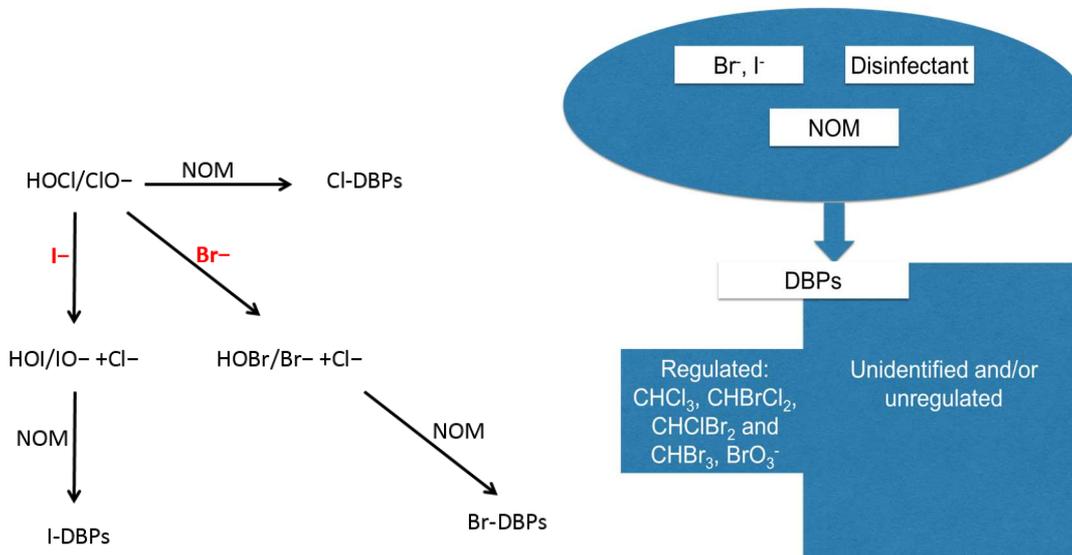


Figure 1 : Schémas simplifiés de l'influence des ions iodure et bromure dans la formation des sous-produits de désinfection et poids des sous-produits non réglementés par rapport à ceux réglementés

II. SITE D'ETUDE ET PROTOCOLE

II.1. FILIERE DE POTABILISATION DE BLANKAART (Belgique)

Le centre de production d'eau potable de Blankaart se situe à Diksmuide en Belgique. La station produit environ 10 millions de m³ par an ce qui alimente en eau potable les 2/3 de la Province Flandre Occidentale. Le dimensionnement de la station de production d'eau

potable est prévu pour une production de 40 000 m³ par jour, mais varie en fonction de la quantité d'eau disponible et sa qualité.

Les eaux de surfaces (80 % de l'Yser et 20 % des polders), sont pompées vers un bassin de 60 ha permettant de stocker jusqu'à 3 millions de m³. La filière de traitement est composée des étapes suivantes : coagulation/floculation, décantation, filtration sur sable, filtration sur charbon actif et enfin désinfection au chlore avant distribution dans le réseau.

Des tests de potentiel de formation des THMs ont été utilisés pour comparer l'efficacité de différentes étapes de traitement afin de considérer le bien-fondé d'une modification de la filière.

II.2. DEVELOPPEMENT DE LA METHODE ANALYTIQUE

Diverses techniques d'analyse permettent de déterminer les THMs, la chromatographie en phase gazeuse est la plus utilisée. Parmi les différentes méthodes de préparation, les méthodes par espace de tête (Headspace, Figure 2) sont de plus en plus utilisées, mais principalement focalisées sur les THM4, seules 3 d'entre-elles s'intéressant aux THMs iodés également (Allard et al. 2012; Montesinos and Gallego 2014; Cardador and Gallego 2016).

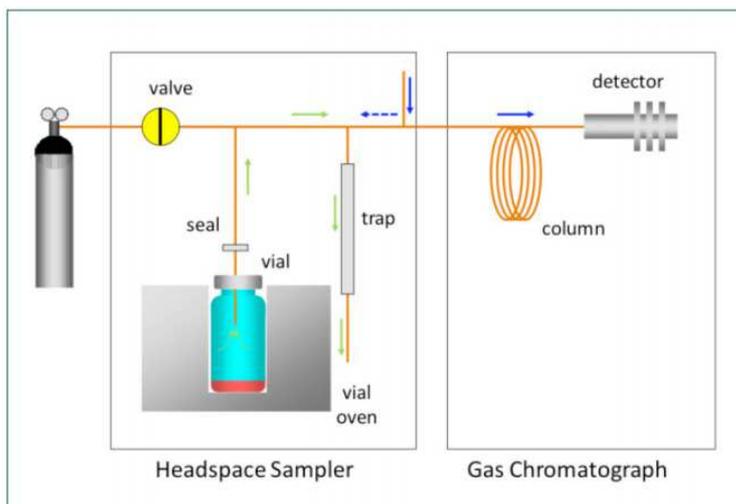


Figure 2 : Principe de la Head Space -Trap GC-MS (Tipler 2013)

Une méthode par espace de tête avec piégeage (HS Trap), plus sensible que les 3 citées, a été développée par l'université de Lille (Tableau 1).

Compounds	HS-SPME (Allard and al. 2012)	HS-GC-MS (Montesinos and Gallego 2014)	HS-GC-MS (Cardador and Gallego. 2016)	HS-trap (LASIR)
	LODs (ng/L)	LODs (ng/L)	LODs (ng/L)	LOQs (ng/L)
CHBr ₃ , CHCl ₂ Br, CHCl ₃ , CHClBr ₂	8 - 20	10 - 20	10 - 20	< 3
CHBrI ₂ , CHBrClI, CHClI ₂ , CHBr ₂ I, CHCl ₂ I, CHI ₃	1 - 8	20 - 100	20 - 150	0,4 - 5

Tableau 1 : Comparaison des méthodes HS pour les 10 THMs

III. RESULTATS ET DISCUSSION

Le potentiel de formation des sous-produits de désinfection basé sur la somme des 10 THMs (THM4 et 6 espèces iodées) a été évalué après les différentes étapes de traitement de l'usine en fonctionnement (Figure 3).

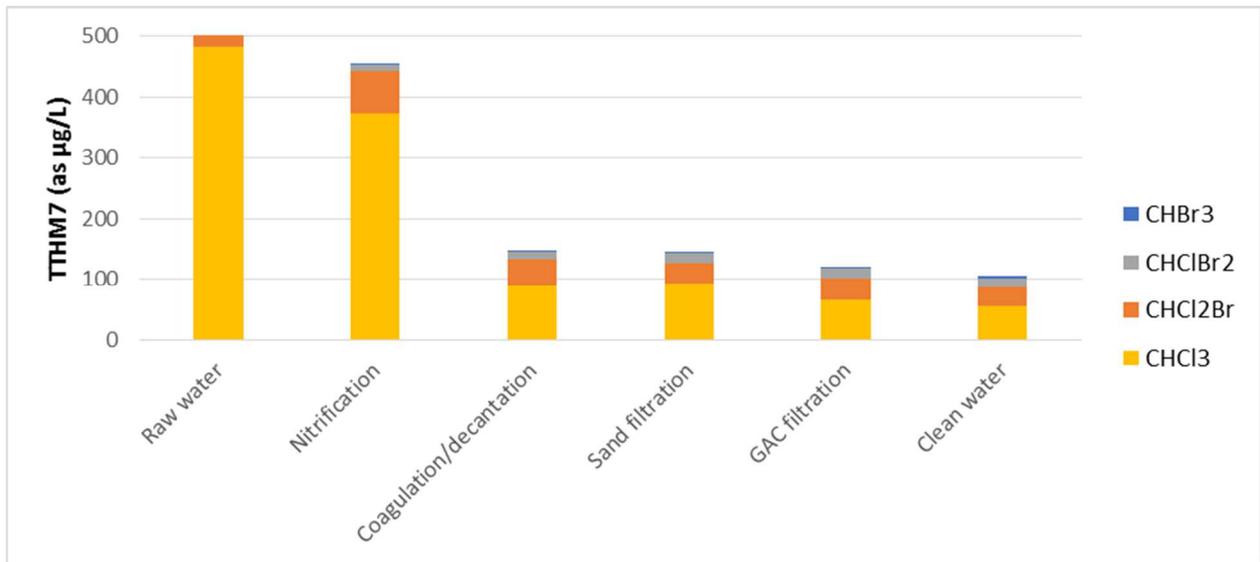


Figure 3 : Evolution du potentiel de formation des THMs dans les eaux de De Blankaart 10/04/2018

Le potentiel de formation de DBPs sur l'eau brute s'élève à $572 \mu\text{g L}^{-1}$ de THMs. Cette eau contient $8,5 \text{ mg L}^{-1}$ de COD et a une forte demande en chlore ($20 \text{ mg Cl}_2 \text{ L}^{-1}$). La plus forte baisse du potentiel de formation intervient lors de la clarification ($\text{COD} = 2,9 \text{ mg L}^{-1}$ après cette étape). Les étapes suivantes de traitement n'entraînent pas de baisse substantielle de formation de DBPs. En effet la diminution observée par exemple après filtration sur charbon actif n'est que de 17 %.

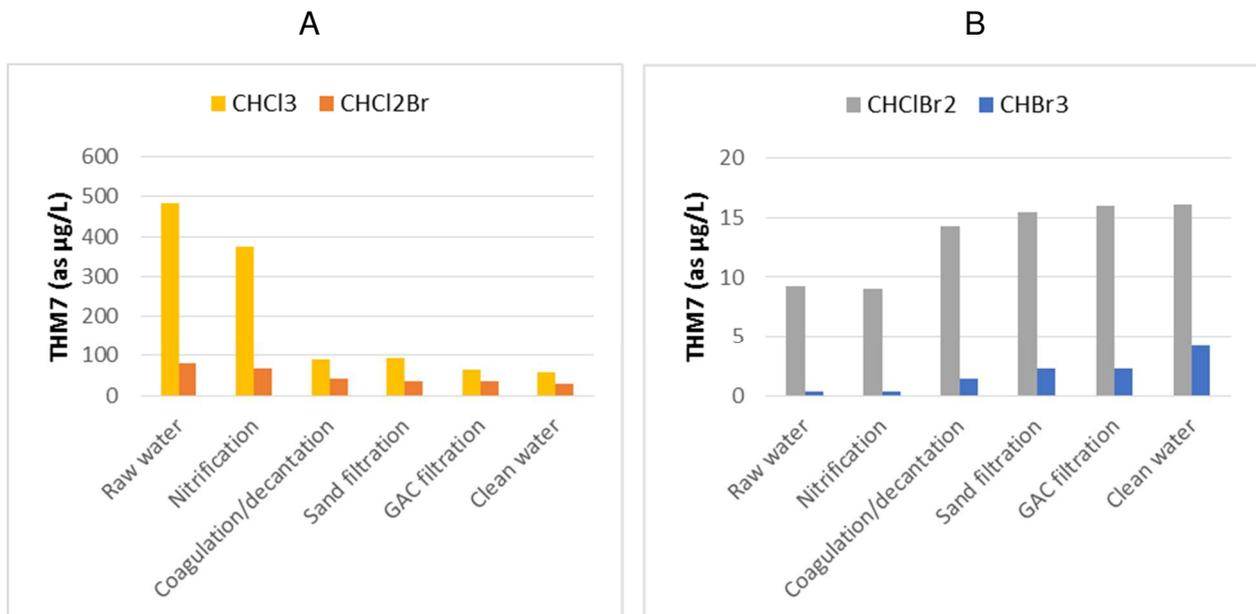


Figure 4 : Comparaison de l'évolution des potentiels de formation du chloroforme et du bromodichlorométhane (A) et du bromoforme et du dibromochlorométhane (B) dans les eaux de De Blankaart 10/04/2018

Compte-tenu de la faible quantité d'ions iodure dans les eaux brutes, les principaux THMs formés sont les 4 régulés, les iodures présents ($0,91 \mu\text{g L}^{-1}$) sont transformés en iodate dans le cadre du protocole standard de détermination du potentiel de formation des DBP dû à une forte dose en chlore. Parmi les régulés, les chlorés et principalement le chloroforme sont les plus formés, mais une petite augmentation du potentiel de formation du bromoforme et du dibromochlorométhane a lieu après coagulation/décantation suite à une augmentation du ratio Br^-/COD (figure 4).

IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La filière de traitement de Blankaart abat considérablement le potentiel de formation des THM4. Néanmoins de fortes concentrations peuvent être produites dans les eaux de distribution, notamment lors des pics saisonniers de COD (jusqu'à environ 16 mg L^{-1}). Des expériences sur l'évaluation de résines échangeuses d'ions pour la réduction de formation de sous-produits de désinfection est en cours. De plus, différents scénarios d'augmentation des teneurs en ions iodure et bromure seront prochainement testés.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Programme Interreg 2 mers DOC2C's, le CPER Climibio et la Région Hauts-de-France pour le financement de ces recherches ; De Watergroep, PWNT et South West Water pour leur collaboration.

REFERENCES

Allard S. et al. 2012. 'Simultaneous Analysis of 10 Trihalomethanes at Nanogram per Liter Levels in Water Using Solid-Phase Microextraction and Gas Chromatography Mass-Spectrometry'. *Journal of Chromatography A* 1238 : 15–21.

Cardador M. J., and Gallego M. 2016. 'Static Headspace–Gas Chromatography–Mass Spectrometry for the Simultaneous Determination of Trihalomethanes and Haloacetic Acids in Canned Vegetables'. *Journal of Chromatography A* 1454

Montesinos I., and Gallego M. 2014. 'How the Inclusion of Treated Water in Beverages Influences the Appearance of Halogenated Volatile Organic Compounds'. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62 (42): 10240–47.

Tipler, A. 2013. 'An Introduction to Headspace Sampling in Gas Chromatography - Fundamentals and Theory'. PerkinElmer, Inc.