

Note technique n° 109

Chloration de l'eau de mer

Introduction

La chimie de la chloration de l'eau de mer est plus complexe que beaucoup ne le pensent et, bien qu'il soit possible de mesurer les résidus de chlore dans l'eau de mer (et donc de contrôler automatiquement le dosage du chlore), on obtiendra de meilleurs résultats si l'on en comprend parfaitement les mécanismes.

Chimie de la chloration de l'eau de mer



L'eau de mer contient environ 65 à 80 ppm de bromures dissous¹, dont la plupart sont du bromure de sodium. Lorsque vous ajoutez du chlore à l'eau, celui-ci déplace le brome du bromure (car il est plus réactif) et se transforme en chlorure. Ainsi, jusqu'à environ 70 ppm de chlore total dosé, ce que l'on trouve réellement dans l'eau, c'est du brome libre et du brome combiné (et NON du chlore libre et du chlore combiné) ; c'est donc le brome total qui assure effectivement la désinfection². Alors pourquoi tout le monde parle-t-on de « chloration » alors que, techniquement, il s'agit de « bromination » ? Principalement parce que la plupart des gens ne connaissent pas les principes chimiques en jeu. Et alors ? Normalement, cela n'a aucune importance puisque le brome total est un désinfectant efficace ; cependant, cela peut être source de grande confusion lorsqu'il s'agit de surveiller les résidus et de contrôler le dosage. Il est essentiel de choisir le capteur adapté pour contrôler le dosage. Le tableau ci-dessous indique les concentrations d'ions dans l'eau de mer.

Ce tableau est tiré du site http://www.ocean.washington.edu/courses/oc400/Lecture_Notes/CHPT4.pdf

À une salinité (PSS 1978) : S = 35.000%				
	g/kg	ppm (mg/l)	mmol/kg	mM
Na ⁺	10.781	10781	468.96	480.57
K ⁺	0.399	399	10.21	10.46
Cl ⁻	19.353	19353	545.88	559.4
Br ⁻	0.0673	67	0.844	0.865
F ⁻	0.0013	1	0.068	0.07

Le tableau présente les concentrations des principaux constituants présents dans l'eau de mer de surface.

Chlore libre et brome total

En raison de la confusion quant à ce qui est mesuré, un ingénieur peut facilement prescrire un équipement inadapté et le calibrer de manière incorrecte. Par exemple, il est courant qu'un capteur de chlore libre soit prescrit pour le contrôle de la chloration de l'eau de mer. La plupart des capteurs électrochimiques de chlore libre réagissent au brome libre (mais pas tous, donc soyez vigilant !), or ce n'est pas nécessairement ce dont vous avez besoin pour contrôler la bromation. La plupart des auteurs s'accordent à dire que, si la capacité de désinfection diffère entre le chlore libre et le chlore combiné, en ce qui concerne le brome libre et le brome combiné, les deux formes de ce produit chimique sont tout aussi efficaces pour la désinfection ; il serait donc préférable de mesurer le brome total, ce qui nécessite un capteur de brome total.



DPD et chloration de l'eau de mer

Pour compliquer encore davantage ce contexte déjà confus, il faut aborder la question de l'étalonnage des capteurs en ligne. Le DPD est largement utilisé pour mesurer les résidus de chlore et, comme il réagit également au brome, il peut servir à mesurer ces deux éléments ; cependant, le DPD 1 mesure le chlore LIBRE ou le brome TOTAL. Il n'existe pas de méthode simple pour mesurer le brome libre.

Il peut donc arriver qu'un appareil en ligne, spécifié pour mesurer le chlore libre, mesure en réalité le brome libre et soit étalonné pour le brome total (par rapport au DPD 1). Un appareil DPD en ligne doit être spécifiquement conçu pour l'eau de mer (brome) ; sinon, les résultats obtenus seront erronés.

En règle générale, les meilleurs résultats s'obtiennent en choisissant un capteur de brome total (ou de chlore total) et en l'étalonnant à l'aide du DPD 1.

Eaux estuariennes

De nombreuses applications de chloration de l'eau de mer concernent des eaux estuariennes (composées en partie d'eau de mer et en partie d'eau douce) et c'est le degré de dilution qui détermine le capteur et l'électrolyte à utiliser. L'eau de mer contient environ 70 ppm de bromures ; ainsi, jusqu'à 70 ppm de chlore, le remplacement sera de 100 %. Si l'eau de mer est composée à 50 % d'eau douce, alors une concentration en chlore allant jusqu'à 35 ppm donnera un déplacement de 100 %. Par exemple, si l'on considère une concentration résiduelle de 2 ppm, l'eau pourrait ne contenir que 3 % d'eau de mer et 97 % d'eau douce, et vous mesureriez tout de même du brome ; un capteur de brome total étalonné avec le DPD 1 serait donc approprié.

Le brome étant plus lourd que le chlore, 1 mg/l de chlore équivaut à environ 1,6 mg/l de brome³ ; il est donc important de bien comprendre ce que l'on mesure. Les kits DPD peuvent être utilisés de trois manières différentes pour la chloration de l'eau de mer.

1. Un kit DPD 1 pour le chlore mesurera le brome total, mais indiquera la concentration sous forme d'équivalent chlore. Si ce kit est utilisé pour étalonner un capteur Pi, il doit s'agir d'une sonde Pi de chlore total qui affichera alors également les résultats en mg/l d'équivalent chlore.

2. Un kit de test DPD 1 pour le chlore peut être utilisé ; il suffit de multiplier la valeur en mg/l par 1,6 pour obtenir une mesure du brome total. Si ce kit sert à étalonner un capteur Pi, il doit s'agir d'un capteur Pi de brome total.

3. Un kit de test DPD 1 pour le brome est identique à un kit de test pour le chlore, à la différence près qu'il effectue le calcul en interne et affiche le résultat en mg/l de brome total. Si ce kit est utilisé pour étalonner un capteur, il doit s'agir d'un capteur de brome total.

Références

1. Goosen, M. F. A. & Shayya, W. H. Gestion, purification et conservation de l'eau dans les climats arides. Volume 2 : Purification de l'eau. (Université du Sultan Qaboos (OM), 1999).
2. Wiley, White's Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants, 5e édition. (page 874, pages 122-129).
1. 3. Wieser, M. E. et al. Poids atomiques des éléments 2011 (rapport technique de l'IUPAC). Pure Appl. Chem. 85, 1047–1078 (2013).

