



DAGUA-BWT

UNE NOUVELLE TECHNOLOGIE POUR LE TRAITEMENT DE L'EAU DE BALLAST

INTRODUCTION

Les navires transportent généralement de l'eau de ballast afin d'assurer la stabilité et l'intégrité structurale après avoir déchargé leur cargaison à leur destination. Le rejet des eaux de ballast et des sédiments par les navires après le chargement des cargaisons à leur port présent un impact négatif sur l'écosystème marin. L'eau de ballast contient une variété des plantes, d'animaux, des microorganismes aquatiques et des substances pathogènes susceptibles de perturber la biodiversité des milieux marins et d'affecter leur viabilité économique. Les espèces non indigènes peuvent également introduire des substances toxiques et des maladies, ayant un impact sérieux sur la santé humaine.

On estime que les eaux de ballast sont la principale source d'espèces non indigènes dans le milieu marin américain, ce qui a gravement menacé la santé publique et l'environnement, affecté les services d'eau et d'électricité, la pêche commerciale et récréative, l'agriculture et le tourisme [1]. Par exemple, l'introduction de moules zébrées, de palourdes asiatique et d'autres mollusques dans les écosystèmes aquatiques des États-Unis a été rapporté de coûter plus de 6 milliards de dollars par année [2].

REGLEMENT SUR LES REJETS D'EAU DE BALLAST

La Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux de ballast et des sédiments (Convention BWM), adoptée par les membres de l'Organisation maritime internationale (OMI) en 2004, régit les rejets des eaux de ballast et des sédiments par les navires. Une réglementation mondiale pour contrôler le transfert d'espèces non indigènes est entrée en vigueur en septembre 2017, exigeant que les navires gèrent leurs eaux de ballast. Selon

l'exigence du traité BWM, la plupart des navires devront installer un système de traitement des eaux de ballast (BWT) à bord [3], produisant des qualités d'eau conformes aux normes de performance D-2 de l'eau de ballast. Ces normes fixent des limites à la concentration d'organismes viables pouvant être présents dans les eaux de ballast à la décharge [4]. Selon ces normes, moins de 10 par m³ d'organismes de plus de 50 microns et moins de 10 par millilitre d'organismes de plus de 10 microns mais de moins de 50 microns sont autorisés à être rejetés. La norme vise également la concentration de trois microbes indicateurs en termes d'unités formant colonies (UFC), qui sont : le *Vibrio cholera toxigène* (moins de 1 UFC par 100 mL), *Escherichia coli* (moins de 250 UFC par 100 mL) et les *entérocoques intestinaux* (moins de 100 UFC par 100 mL).

METHODES DE TRAITEMENT DE L'EAU DE BALLAST (BWT)

Une méthode pour réduire les effets néfastes de la décharge des eaux de ballast dans les ports est l'échange de l'eau de ballast en pleine mer. Cette technique consiste à remplacer l'eau de ballast en mer à des endroits où l'océan atteint des profondeurs d'au moins 2 000 mètres et où les navires ne sont pas en deçà de 200 milles nautiques de toute rive. Bien que cette technique réduise le risque de transfert d'espèces aquatiques, elle n'est pas pleinement efficace et n'assure pas l'élimination adéquate des espèces non indigènes. Par conséquent, un certain nombre de procédés physiques, chimiques et mécaniques sont utilisés pour traiter les eaux de ballast et pour éliminer les espèces aquatiques non indigènes avant leur rejet. Ils comprennent la filtration, l'oxydation chimique, la catalyse électrochimique, le traitement thermique, l'ozonation, l'irradiation UV, la désoxygénation, la cavitation, le traitement des champs magnétiques et la désinfection chimique [5]. Cependant, aucun de ces processus ne s'est révélé suffisant pour éliminer toutes les espèces non indigènes et pour traiter convenablement les eaux de ballast, ce qui a nécessité l'utilisation combinée de deux ou plusieurs procédés pour atteindre les normes de traitement requises. La complexité inhérente à la plupart des systèmes de traitement existants, l'utilisation intensive de l'électricité ou des produits chimiques, la production de déchets chimiques toxiques, l'empreinte importante des composants, ainsi que les défaillances matérielles et logicielles, les compétences des opérateurs et les exigences de l'entretien défaillances ont introduit des difficultés sérieuses dans l'exploitation et la maintenance des systèmes de traitement des eaux de ballast (BWT), ce qui les rend coûteux et peu fiables. Les problèmes rencontrés lors

de l'exploitation des systèmes BWT par les propriétaires des navires comprennent l'encrassement fréquent des systèmes de filtration, la durée de vie limitée et le réseau d'approvisionnement limité des composés chimiques requis (désinfectants et coagulants), la défaillance fréquente des sondes et des capteurs, les exigences d'étalonnage des instruments, la défaillance fréquente des lampes UV et la grande empreinte du système de traitement [6]. Par conséquent, le traitement des eaux de ballast est toujours un défi crucial qui doit être résolu pour la protection de notre environnement marin.

Une technologie particulièrement adaptée au traitement efficace et rentable des eaux de ballast est la technologie Dagua-BWT. Ce processus de traitement utilise une combinaison de filtre à tamis rotatif et d'ozonation pour la purification et la désinfection efficaces de l'eau de ballast.

TECHNOLOGIE DAGUA-BWT

Description: Le système Dagua-BWT contient les processus de nettoyage suivants:

- 1- **Filtre rotatif (20 µm) avec aspiration et nettoyage automatique :** Ce procédé de séparation compact et économique permet d'élimination efficace des sédiments et d'élimination partiellement des planctons et les microalgues. Les filtres utilisés dans le procédé Dagua-BWT sont équipés d'écrans en acier inoxydable et peuvent être montés en parallèle pour des débits illimités. Lorsque la chute de pression atteint un niveau prédéfini, le cycle de nettoyage est lancé. Le nettoyeur à écran aspirateur aspire les particules séparées de l'intérieur de l'écran et les évacue du drain. Le cycle de lavage à contre-courant s'effectue en quelques secondes sans interrompre le débit principal, et permet de maintenir la faible pression de fonctionnement du filtre. Le filtre à tamis avec aspiration et nettoyage automatique permet de séparer les sédiments, les organismes aquatiques et autres solides en suspension jusqu'à 20 µm.
- 2- **Ozonation:** Après la filtration, l'eau est injectée avec de l'ozone qui est produit en toute sécurité sur place par des générateurs d'ozone commerciaux. L'injection d'ozone (10-12 mg / L) dans l'eau est réalisée par un injecteur venturi pour le transfert de masse élevé et la dissolution efficace de l'ozone dans l'eau. L'ozone, qui est un agent de désinfectant et un puissant oxydant, désinfecte l'eau de ballast pendant 4 à 6 minutes et réduit

considérablement la concentration de substances pathogènes, y compris les virus et les bactéries, ainsi que les phytoplanctons, les zooplanctons et les microalgues. En plus de la capacité de désinfection de l'ozone qui tue la plupart des espèces aquatiques par contact direct, l'ozonation bénéficie des réactions de l'ozone avec des produits chimiques dans l'eau de mer, tels que les bromures, avec production d'acide hypobromeux qui est également un puissant désinfectant. L'utilisation de l'ozone pour la désinfection est un avantage par rapport aux désinfectants chimiques car aucun agent chimique ne doit être transporté à bord des navires. De plus, l'ozone est plus efficace que les désinfectants au chlore et à l'hypochlorite pour éliminer les substances pathogènes de l'eau. De plus, en tant qu'oxydant puissant, l'ozone oxyde les contaminants organiques et inorganiques, y compris la matière organique naturelle, les hydrocarbures résiduels pétroliers et les matières inorganiques oxydables, et élimine les dépôts de biofilm. Dans la technologie Dagua-BWT, la génération d'ozone est ajustée automatiquement par des analyseurs d'ozone en ligne en réponse à la concentration des contaminants dans l'eau d'alimentation.

Il existe de nombreux rapports sur l'élimination efficace des espèces aquatiques dans les eaux de ballast par des systèmes de filtration et des procédés d'ozonation. Plus de 70% de l'enlèvement des moules zébrées dans les installations publiques par un système de filtration à contre-courant a été rapporté par Dardeau et al. [7], tandis que Waite et al. [8] ont éliminé 50% de zooplanctons en filtrant l'eau de mer à travers des filtres de 50 µm. L'efficacité du traitement à l'ozone de l'eau de ballast marine dans le mésocosme répliqué (280 L) a été évaluée par Perrins et al. [9] qui a trouvé que le traitement à l'ozone était efficace pour éliminer toutes les espèces du milieu marin examinées avec des concentrations initiales d'oxydant de 2-5 mg / L. De plus, Herwig et al. [10] ont rapporté que le traitement à l'ozone inactivait de grandes quantités de bactéries cultivables (> 99,9), de phytoplancton (en particulier les dinoflagellés > 99%) et de zooplancton (96%) dans les eaux de ballast du pétrolier S / T Tonsina.

TECHNOLOGIE DAGUA-BWT-UF

Si un niveau de traitement plus élevé est requis, par exemple en cas de contamination importante des eaux de ballast, ou si le rejet de microorganismes morts et d'organismes aquatiques dans les eaux réceptrices est interdit, la technologie Dagua-BWT-UF peut être utilisé

qui bénéficie de l'utilisation des membranes d'ultrafiltration (UF) en aval du processus d'ozonation. Dans ce système de traitement, après avoir passé du processus d'ozonation, l'eau passe à travers des membranes d'ultrafiltration (UF) qui ont une taille de pores de 0,01 à 0,1 microns, éliminant les particules avec une taille dans cette gamme. Pendant le traitement de l'eau de ballast, les microorganismes morts, les phytoplanctons, les zooplanctons, et les particules colloïdales et en suspension seront retenus par les membranes UF et ils seront retirés de l'eau pour produire un perméat propre qui peut être déchargé dans les eaux les plus sensibles. Les membranes d'ultrafiltration fonctionnent à basse pression (30-40 psi) et ils ont une faible consommation d'énergie. Une unité modulaire du système Dagua-BWT-UF est présentée à la Figure 1.



Figure 1. Une unité modulaire du système Dagua-BWT-UF

En tant que caractéristique unique, la technologie Dagua-BWT-UF bénéficie de la génération et de l'utilisation des microbulles qui fournissent un mécanisme de nettoyage en continu pour les membranes d'ultrafiltration. Les microbulles, finement distribuées, assurent le nettoyage en continu et en profondeur des capillaires membranaires, empêchant l'encrassement sans l'utilisation de nettoyants chimiques ou la production des boues ou des déchets chimiques. Dans cette technologie, le nettoyage à contre-courant des membranes à l'aide d'acide / base est effectué peu fréquemment, tous les 12 à 18 mois, contrairement aux technologies conventionnelles de traitement membranaire nécessitant un usage fréquent d'acide / base (toutes les trois à quatre semaines) pour le nettoyage des membranes et pour les décolmatage. Le nettoyage en continu par les microbulles prolonge la vie active des membranes UF et évite les exigences de maintenance et de contrôle supplémentaires. Un lavage automatique fréquent toutes les 20

minutes en utilisant de l'air et de l'eau filtrée garantit que le perméat des membranes est propre et bien traité.

L'opération des systèmes de traitement Dagua-BWT et Dagua-BWT-UF est contrôlé par des systèmes de contrôle automatique, contenant des automates programmables (PLC) équipés d'une interface homme-machine (HMI), assurant un fonctionnement fiable et continu du processus de traitement, avec la possibilité de télécommande.

Caractéristiques spécifiques: Les technologies Dagua-BWT et Dagua-BWT-UF assurent un traitement des eaux de ballast sans produits chimiques. Ils profitent des propriétés de désinfection et d'oxydation de l'ozone, éliminant l'utilisation des produits chimiques coûteux et toxiques et la production des boues toxiques associé à l'utilisation des procédés chimiques. Les installations de Dagua sont évolutives, nécessitent un entretien minimal et peuvent être fabriquées en tant qu'unités modulaires pour le traitement de l'eau de ballast à bord des navires ou dans les ports. Les systèmes Dagua-BWT et Dagua-BWT-UF peuvent être conçus pour le traitement de l'eau de ballast à des débits de $4 \text{ m}^3 / \text{h}$ jusqu'à $15\,000 \text{ m}^3 / \text{h}$. Facile à utiliser (main-d'œuvre <60 min / jour), les installations de Dagua peuvent être installées à bord des navires ou dans les ports. Ils s'auto-ajustent pour maintenir la qualité de l'eau, respectant ou dépassant les normes réglementaires. L'opération de la technologie Dagua pour la désinfection et la clarification de l'eau a été démontrée dans huit usines à grande échelle traitant des eaux de surface à des débits de $30 \text{ m}^3 / \text{h}$ à $1200 \text{ m}^3 / \text{h}$.

Les avantages de la technologie Dagua:

- Désinfection et élimination efficaces des espèces aquatiques non indigènes
- Aucun l'utilisation de coagulant ou de flocculant
- Pas de génération des déchets toxiques: Pas besoin de manipuler et de traiter les déchets toxiques
- Fonctionnement entièrement automatisé avec possibilité de télécommande
- Conception modulaire, permettant l'augmentation de la capacité de traitement
- Encrassement limité des membranes: faible fréquence de nettoyage, longévité prolongée des membranes
- Haute efficacité du traitement

CE QUE NOUS OFFRONS:

Les Technologies Dagua Inc. offre la conception et l'ingénierie des systèmes de traitement, l'approvisionnement, l'installation et la formation du personnel ainsi que le soutien lors du traitement des eaux de ballast par les technologies Dagua-BWT et Dagua-BWT-UF.

REFERENCES:

1. The Ocean Conservancy, "Ballast Water Management: New International Standards and NISA Reauthorization," Hearing, House Transportation and Infrastructure Subcommittee on Water Resources and Environment, 108th Cong., 2nd sess., March 25.
2. Pimentel, D.; Lach, L.; Zuniga, R.; and Morrison, D. (1999) "Environmental and Economic Costs Associated with Non-indigenous Species in the United States," presented at AAAS Conference, Anaheim, CA, January 24.
3. Ballast water management - The Control of Harmful Invasive Species, International Maritime Organization (IMO) (<http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/BWM/Pages/default.aspx>)
4. Stehouwera, P. P.; Bumab, A. and Peperzaka, L. (2015) A comparison of six different ballast water treatment systems based on UV radiation, electro-chlorination and chlorine dioxide, *Environ Technol.* 2015 Jul-Aug;36(13-16):2094-2104.
5. Tsolaki, E. And Diamadopoulos, E. (2010) Technologies for ballast water treatment: a review, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 85(1),19-32.
6. American Bureau of Shipping (ABS) (2017) Best Practices for Operation of Ballast Water Management Systems Identified during ABS 2nd BWMS Workshop, Houston, August 10.
7. Dardeau J. R.; Elba, A. and Bivens T. (1995) Zebra mussel control with backwash filtration Waterpower, *Proceedings: International Conference on Hydropower 2*, 1256-1264.
8. Waite, T. D.; Kazumi, J.; Lane, P. V. Z.; Farmer, L. L.; Smith, S. G.; Smith, S. L.; Hitchcock, G. And Capo' T. R. (2003) Removal of natural populations of marine plankton by a large-scale ballast water treatment system. *Marine Ecol. Prog. Ser.* 258:51-63.
9. Perrins, J. C.; Cordell, J. R.; Ferm, N. C.; Grocock, J. L. And Herwig, R. P. (2006) Mesocosm experiments for evaluating the biological efficacy of ozone treatment of marine ballast water, *Marine Pollut. Bul.*, 52:1756-1767.
10. Herwig, R. P.; Cordell J. R.; Perrins, J. C.; Dinnel, P. A.; Gensemer, R. W.; Stubblefield, W.; Ruiz, G.; Kopp, J. A.; House, M. L.; Copper, W. J. (2006) Ozone treatment of ballast water on the oil tanker S/T Tonsina: Chemistry, biology and toxicity. *Marine Ecol. Prog. Ser.* 324:33-55.

CONTACT:

Laleh Yerushalmi, Ph.D., ing.
Directeur technique
Les Technologies Dagua Inc.
1010 rue Ste. Catherine O.
Bureau 730
Montréal, Québec
H3B 5L1
www.dagua.com
Courrier électronique: lyerushalmi@dagua.com