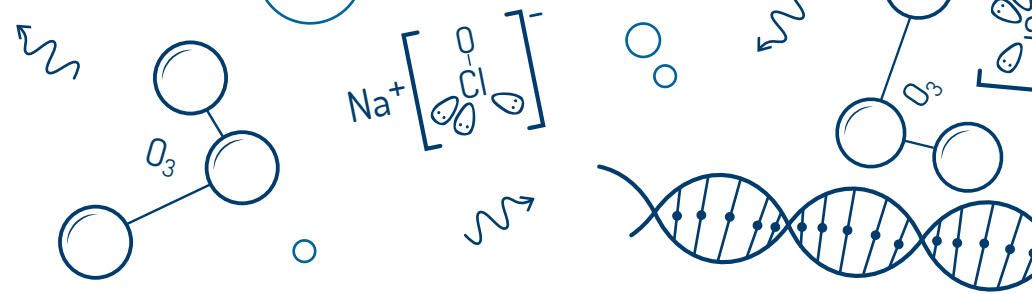


# MIEUX CONNAÎTRE LA DÉSINFECTION DE L'EAU DE MER EN CONCHYLICULTURE

PROJET DESIMER



# POURQUOI DÉSINFECTER L'EAU DE MER ?



Dans les structures d'élevage conchylicole de type éclosérie, nurserie et bassins de stockage, l'eau de mer entrante et sortante peut être contaminée par des agents pathogènes infectant les coquillages. Cela nécessite de pratiquer des traitements désinfectants pour éliminer les micro-organismes indésirables, soit en amont de l'installation (eaux entrantes), soit en aval (eaux sortantes, appelées effluents).

Par ailleurs, certaines productions spécifiques, comme la production d'huîtres polyplôides, doivent s'accompagner de mesures de gestion des effluents afin d'éliminer les éventuels gamètes et larves de ce type d'huîtres, avant rejet dans le milieu naturel.

La désinfection est une pratique courante en structure d'élevage, pour le traitement des eaux mais aussi lors d'opérations de nettoyage suite à une contamination microbiologique. Elle est majoritairement réalisée grâce à des méthodes d'oxydation telles que **la chloration et l'ozonation**. D'un autre type, **l'irradiation par ultraviolets (UV)** est aussi couramment utilisée en protection des élevages.

## EFFICACITÉ CONNUE DES MÉTHODES CLASSIQUES DE DÉSINFECTATION

Performances de 3 techniques de désinfection vis-à-vis de 3 types d'agents pathogènes :

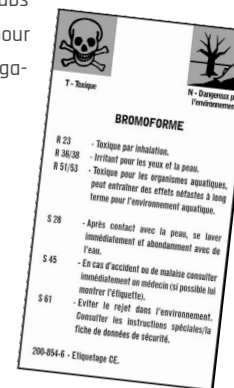
	AGENT DÉSINFECTANT		
	CHLORE	OZONE	UV
Inactivation des bactéries	●●	●●●	●●
Inactivation des virus	●●●	●●●	●●
Inactivation des kystes de protozoaires	○	●	●●●
Effet rémanent (persistance dans l'eau)	●	○	○

○ : sans effet, ● : effet positif faible, ●● : effet positif moyen, ●●● : effet positif excellent (Degremont Suez, 2005)

Les connaissances existantes sur l'efficacité de ces traitements nécessitent d'être approfondies. Le **Laboratoire de Sécurisation des Productions en Conchyliculture** de l'Ifremer a développé des travaux pour mieux connaître les performances de méthodes de traitement de l'eau dites « classiques » pour des opérations de désinfection.

## LES SOUS-PRODUITS DE DÉSINFECTATION

Dans le cas de la chloration et de l'ozonation de l'eau de mer, les espèces chimiques oxydantes désinfectantes réagissent aussi avec les ions bromures (présents naturellement dans l'eau de mer à hauteur de 60 mg/l). Cette réaction produit majoritairement des composés appelés trihalométhanes, parmi lesquels le bromoforme, substance reconnue toxique pour l'environnement et les organismes aquatiques.



## DESIMER, UN PROJET POUR MIEUX CONNAÎTRE L'EFFICACITÉ DES TECHNIQUES DE DÉSINFECTATION DE L'EAU DE MER

Le projet DESIMER, mené par le Laboratoire Sécurisation des Productions en Conchyliculture (LSPC, Ifremer Bouin) de septembre 2014 à décembre 2016, a été financé par la Région Pays de la Loire via l'appel à projet du Syndicat Mixte pour le Développement de l'Aquaculture et de la Pêche en Pays de la Loire (SMIDAP).

L'objectif a été d'apporter des réponses sur les performances de trois procédés\* de désinfection de l'eau de mer, **la chloration, l'ozonation et le rayonnement UV**, sur l'inactivation de deux agents pathogènes responsables de mortalités chez l'huître creuse *Crassostrea gigas*, le **virus OsHV-1** et la **bactérie *Vibrio aestuarianus***, ainsi que sur les gamètes et les larves.

La vérification des performances des différents traitements a été réalisée grâce à la cytométrie en flux, la biologie moléculaire et la mise en œuvre de tests biologiques adaptés permettant de conclure sur l'efficacité des différents traitements.

Enfin pour chacune des techniques, la création de sous-produits de désinfection a été recherchée.

\*D'autres produits à base d'acide ou d'eau oxygénée existent et peuvent être utilisés par la profession. Cependant leur rôle premier n'étant pas le traitement de l'eau pour la désinfection, ils n'ont pas été étudiés dans le projet DESIMER.



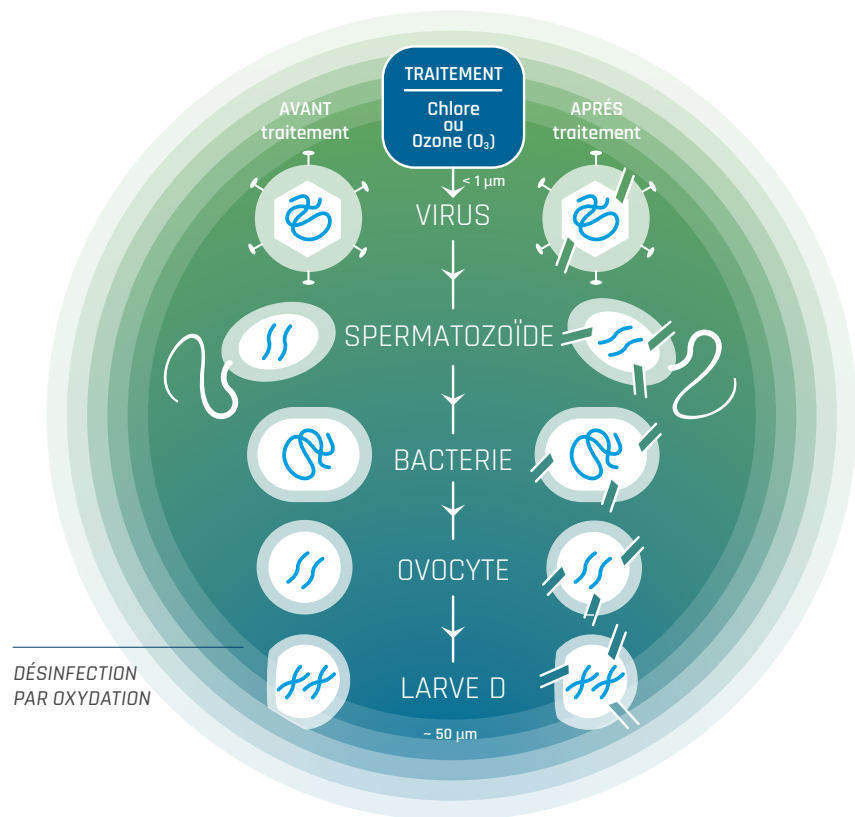
# QUELLES TECHNIQUES ?

## LA CHLORATION ET L'OZONATION, DEUX TRAITEMENTS D'OXYDATION

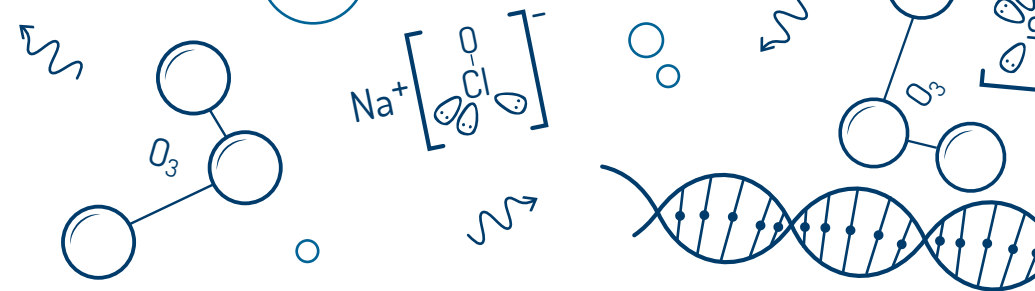
La chloration est majoritairement réalisée avec de l'eau de javel, de pH 11,5 à 13. L'eau de javel industrielle concentrée, utilisée par les professionnels, est environ trois fois plus concentrée en chlore actif que l'eau de javel à usage ménager (respectivement 47 à 50° chlorométriques soit 149-159 g/l de chlore actif, contre 15° chlorométriques soit environ 47,5 g/l de chlore actif).

L'ozone est un gaz produit avec un équipement spécifique, un ozoneur. L'ozone étant moins soluble dans l'eau que le chlore, les concentrations mises en œuvre pour une désinfection efficace sont assez faibles (entre 0,1 et 1 mg/l) mais suffisantes car l'ozone réagit rapidement avec les micro-organismes.

Dans les deux cas, la substance active désinfectante fonctionne comme un oxydant qui attaque et détruit les membranes des cellules des organismes indésirables par une réaction chimique d'oxydation.



DÉSINFECTION PAR OXYDATION



## Influence de certains paramètres physico-chimiques de l'eau de mer

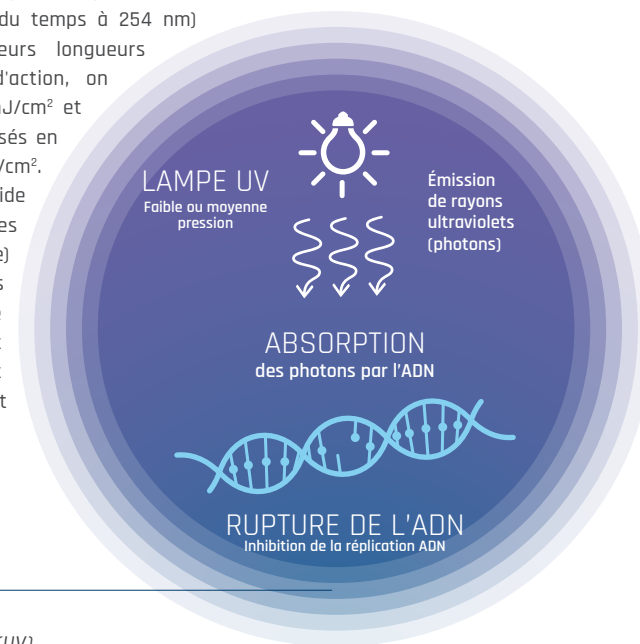
Pour ces deux techniques, utilisées en nettoyage ou traitement des effluents, quelques paramètres physico-chimiques de l'eau méritent d'être suivis car ils peuvent avoir un impact sur les performances de la désinfection. C'est le cas principalement du pH, de la température et du taux de matières en suspension.

## L'IRRADIATION PAR ULTRAVIOLETS (UV)

Le rayonnement UV est une radiation électromagnétique aux longueurs d'ondes plus petites que la lumière visible. Les rayons UV peuvent être classés dans différentes catégories, dont ceux à courtes longueurs d'ondes (appelés UVC) et considérés comme germicides.

Le traitement par irradiation UV a donc un mode d'action différent des procédés d'oxydation. Le rayonnement UV peut être produit à partir de lampes à vapeur de mercure à faible ou à moyenne pression, avec une émission de lumière quasi-monochromatique (composée d'une seule longueur d'onde, la plupart du temps à 254 nm) ou polychromatique (plusieurs longueurs d'ondes). Pour ce mode d'action, on parle de dose délivrée en mJ/cm<sup>2</sup> et la plupart des systèmes utilisés en aquaculture délivrent 40 mJ/cm<sup>2</sup>. Le mécanisme d'action germicide est basé sur l'absorption des photons (particules de lumière) par l'ADN contenu dans les cellules, provoquant la rupture de la chaîne d'ADN et bloquant alors sa réplication conduisant ainsi à l'inactivation ou la mort de la cellule.

Il peut être utilisé en amont et en aval des structures conchylicoles.



DÉSINFECTION PAR IRRADIATION D'ULTRAVIOLETS (UV)

# QUELLES PERFORMANCES OBSERVÉES ?

## DOSES NÉCESSAIRES POUR UNE DÉSINFECTION EFFICACE

Les expérimentations ont été réalisées avec une eau de mer de qualité contrôlée (seuil de filtration et température). Les résultats sont ceux obtenus dans les conditions opératoires les plus contraignantes (température basse et présence de microalgues). La détection des sous-produits de désinfection (dont le bromoforme) a été réalisée pour chaque test.

Tableau de synthèse des résultats de l'étude DESIMER présentés par technique de traitement :

	Virus OshV-1	Bactérie <i>Vibrio aestuarianus</i>	Gamètes	Larves 24h-48h après fécondation
<b>CHLORATION</b>				
Performances	Non évalué	●●●	●●●	●●
Dose requise	-	10 mg/l chlore actif	10 mg/l chlore actif	10 mg/l chlore actif
Création de sous-produits de désinfection	L'ajout de chlore dans l'eau de mer à une concentration de 10 mg/l conduit à la formation du bromoforme, composé toxique, à hauteur de 100 µg/l. D'autres sous-produits ont été identifiés. Constat vérifié par des analyses sur un traitement réel d'effluents par chloration.			
<b>OZONATION</b>				
Performances	●●●	●●●	●●●	●●
Dose requise	1 mg/l O <sub>3</sub>	1 mg/l O <sub>3</sub>	1 mg/l O <sub>3</sub>	1 mg/l O <sub>3</sub>
Création de sous-produits de désinfection	L'ajout d'ozone dans l'eau de mer à une concentration de 1 mg/l conduit à la formation du bromoforme, composé toxique, à hauteur de 30 µg/l. D'autres sous-produits ont été identifiés.			
<b>RAYONNEMENT UV BASSE PRESSION</b>				
Performances	●●●	●●●	●	●
Dose requise	42 mJ/cm <sup>2</sup>	42 mJ/cm <sup>2</sup>	42 mJ/cm <sup>2</sup>	42 mJ/cm <sup>2</sup>
Création de sous-produits de désinfection	Pas de sous-produits identifiés			
<b>RAYONNEMENT UV MOYENNE PRESSION</b>				
Performances	Non évalué	Non évalué	●●●	●●●
Dose requise	-	-	300 mJ/cm <sup>2</sup>	450 mJ/cm <sup>2</sup>
Création de sous-produits de désinfection	Pas de sous-produits identifiés			

● : effet positif faible, ●● : effet positif moyen, ●●● : effet positif excellent

Les paramètres opératoires testés pendant l'étude ont permis d'obtenir, pour trois procédés, des rendements d'élimination proches de 100 % pour tous les composés ciblés, sauf dans le cas de l'inactivation de gamètes et de larves avec un système UVC basse pression.

Les doses affichées sont les doses suffisantes déterminées dans les conditions des essais du projet DESIMER. Pour pallier des conditions plus rudes, un facteur de sécurité de 2 à ces doses peut être envisagé.

Ainsi, **en nettoyage d'installations d'élevages et en traitement des effluents**, le chlore actif de 10 à 20 mg/l ou l'ozone de 1 à 2 mg/l sont des doses suffisantes pour une désinfection efficace vis-à-vis des pathogènes étudiés et des gamètes et larves d'huîtres. Pour ces opérations, l'utilisation d'un système UVC basse pression peut s'avérer insuffisante si l'objectif est l'inactivation de gamètes et de larves.

Quant à **la désinfection amont pour la protection des élevages**, l'étude DESIMER montre toute l'efficacité d'un rayonnement UV basse pression vis-à-vis du virus OshV-1 et de la bactérie *Vibrio aestuarianus*.

## CRÉATION DE SOUS-PRODUITS DE DÉSINFECTION

Des sous-produits de désinfection ont systématiquement été détectés dans l'eau après chloration et ozonation. Avec l'objectif d'une innocuité totale sur le milieu récepteur, dans le cas d'un rejet en continu, il serait nécessaire d'ajouter une étape de traitement pour retenir les oxydants résiduels et les sous-produits de désinfection toxiques (adsorption sur charbon actif par exemple) avec l'inconvénient d'une gestion plus complexe du processus de traitement des eaux et d'une augmentation des coûts.

## LA VÉRIFICATION DES PERFORMANCES

Les performances ont été vérifiées grâce à des techniques de pointe telles que la cytométrie en flux pour l'analyse de la bactérie *Vibrio aestuarianus*, des gamètes mâle et femelle de l'huître creuse *Crassostrea gigas* et la biologie moléculaire pour l'analyse du virus OshV-1. Ce travail, réalisé en collaboration avec le Laboratoire de Génétique et Pathologie des Mollusques Marins de l'Ifremer (LGPMM, La Tremblade) et du Laboratoire des sciences de l'Environnement MARin (LEMAR UBO, Brest), a notamment permis d'identifier les populations de gamètes mortes et vivantes après un traitement de l'eau. De plus, l'intégralité des essais de traitement sur gamètes et larves et sur le virus OshV-1 a fait l'objet de tests biologiques (réalisations de fécondations, stabulations d'huîtres,...) pour valider l'impact d'un traitement sur les composés ciblés.

## CE QU'IL FAUT RETENIR

- 10 mg/l de chlore actif suffisent pour inactiver les organismes indésirables étudiés, soit seulement 1 à 2 ml d'une solution d'eau de javel industrielle concentrée pour 10 l d'eau de mer, ou 3 à 6 ml d'eau de javel ménagère pour 10 l d'eau de mer.
- L'ozone, plus réactif que le chlore, permet une désinfection satisfaisante à hauteur de 1 mg/l seulement, mais requiert l'installation d'un équipement spécifique (ozoneur) pour sa production et un suivi rigoureux de son fonctionnement.
- Le chlore et l'ozone conduisent à la création de sous-produits d'oxydation dont certains sont toxiques.
- Si la dose est suffisante, l'irradiation UV est efficace pour les organismes testés mais la dose à fournir doit être étudiée et optimisée en fonction de la qualité de l'eau et du type d'organisme à inactiver.

# STATION IFREMER DE BOUIN

---

## CONTACT

Station Ifremer de Bouin  
Laboratoire Sécurisation  
des Productions en Conchyliculture

Polder des champs - 85230 BOUIN

TEL. 02 51 68 91 70 / 02 51 68 91 73

FAX. 02 51 68 91 71

christophe.stavrakakis@ifremer.fr

---

Le rapport complet DESIMER est consultable  
en ligne à l'adresse suivante :  
<http://archimer.ifremer.fr>



**Ifremer**

www.ifremer.fr