



Recommandation – La conchyliculture comme puits d'azote

CCA 2023-8

Juillet 2023



Le Conseil consultatif de l'aquaculture (CCA) remercie chaleureusement l'UE pour son soutien financier





Sommaire

Sommaire	2
1. Contexte	3
2. Justification.....	3
Véritable « puits d'azote », les mollusques bivalves représentent une partie de la solution	5
Point de vue du MSC qui assure la certification de la Suède :	7
Point de vue du MSC Danemark :.....	7
3. Recommandations.....	8
Bibliographie.....	9



1. Contexte

Si l'excès d'azote induit une pollution beaucoup moins connue que celle qui est causée par le carbone, cette pollution est cependant tout aussi dangereuse pour l'environnement et la santé (eutrophisation, nappes phréatiques impropres à la consommation, acidification des terres et des lacs, maladies respiratoires et cardiovasculaires, etc.) [1]. Selon les estimations, ces dommages principalement dus à l'agriculture coûteraient de 70 à 320 milliards d'euros chaque année dans l'Union européenne, soit de 150 à 740 euros par personne et par an, c'est-à-dire plus du double des bénéfices liés à l'utilisation de l'azote pour l'agriculture européenne. Tels sont les chiffres présentés par le premier processus « ENA » (European Nitrogen Assessment) d'évaluation de l'azote à l'échelle européenne [2] publié le 18 avril 2011 lors de la conférence internationale sur l'azote et le changement climatique qui s'est tenue à Édimbourg (Écosse), après cinq années de travaux menés par des chercheurs de toute l'Europe.

Le procédé Haber-Bosch est une innovation scientifique qui a rendu possible, en 1908, la production industrielle d'ammoniac et donc la production d'engrais azotés artificiels, révolutionnant ainsi l'agriculture en multipliant les rendements tout en permettant de nourrir une population croissante. Ce procédé consiste à produire de l'ammoniac (NH_3) à partir de l'azote atmosphérique et génère une grande quantité d'énergie sous forme de gaz naturel [1]. Cependant, à cause de cette découverte, les émissions d'azote dans l'environnement ont doublé dans le monde, et plus que triplé en Europe, devenant de ce fait une menace pour l'humanité [12]. Selon une étude néerlandaise d'Ester van der Voet [3], l'agriculture est responsable de 57 % des pluies acides contenant de l'azote et de 90 % des nitrates présents dans les eaux souterraines. S'agissant de la pollution côtière par les nitrates, une part importante en est cependant attribuée aux eaux usées domestiques [1].

Le principal problème n'est pas l'azote en soi, mais le fait qu'il soit rejeté dans l'environnement en quantités importantes, principalement en raison de l'utilisation d'engrais dans l'agriculture, de la combustion de combustibles fossiles dans l'industrie, pour la production d'électricité et de chauffage, et de la circulation intensive en milieu urbain [1]. La moitié de l'azote utilisé est rejetée sous forme d'ammoniac et de nitrates, ce qui constitue une menace pour la santé et l'environnement [12]

Côté santé, cette étude de 2011 (ENA) [2] estime que plus de 10 millions d'Européens sont exposés à des concentrations de nitrates dans l'eau supérieures aux seuils réglementaires, avec un risque accru de cancer si cette eau est consommée régulièrement sans qu'elle soit correctement traitée. La pollution de l'air par l'azote entraîne également la formation de particules qui causent des maladies respiratoires et sont susceptibles de réduire l'espérance de vie de plusieurs mois. Selon l'Agence européenne de l'environnement, elle serait responsable du décès prématuré de 378 000 personnes en Europe, en 2018 [13].

2. Justification

Un rapport européen publié par la Commission européenne en mai 2018 et couvrant la période 2012-2015 [4] fait état de résultats mitigés avec une légère amélioration des quantités d'azote retrouvées dans les masses d'eau, et notamment dans les eaux souterraines. Cependant, les eaux de surface connaissent une amélioration encore plus lente en raison des efforts inégaux déployés par les États membres de l'Union dans ce domaine. Les zones sensibles, désignées comme étant vulnérables aux

nitrate, sont en augmentation, et 61 % de la surface agricole européenne est ainsi concernée par les obligations relatives aux zones sensibles. Le rapport n'analyse pas en profondeur la situation des eaux de transition et des eaux côtières, qui constituent le dernier compartiment de réception de cette pollution. En effet, seuls 8 États membres ont communiqué des données sur leurs eaux de transition, et 9 l'ont fait pour leurs eaux côtières. Parmi ceux-ci, seuls 3 (Irlande, Italie et Espagne) sont d'importants producteurs de mollusques d'élevage et de pêche. La France n'a communiqué aucune information à ce sujet. Sur ces neuf rapports, cinq font hélas état de plus de 50 % d'eaux côtières eutrophiques ou hypertrophiques.¹

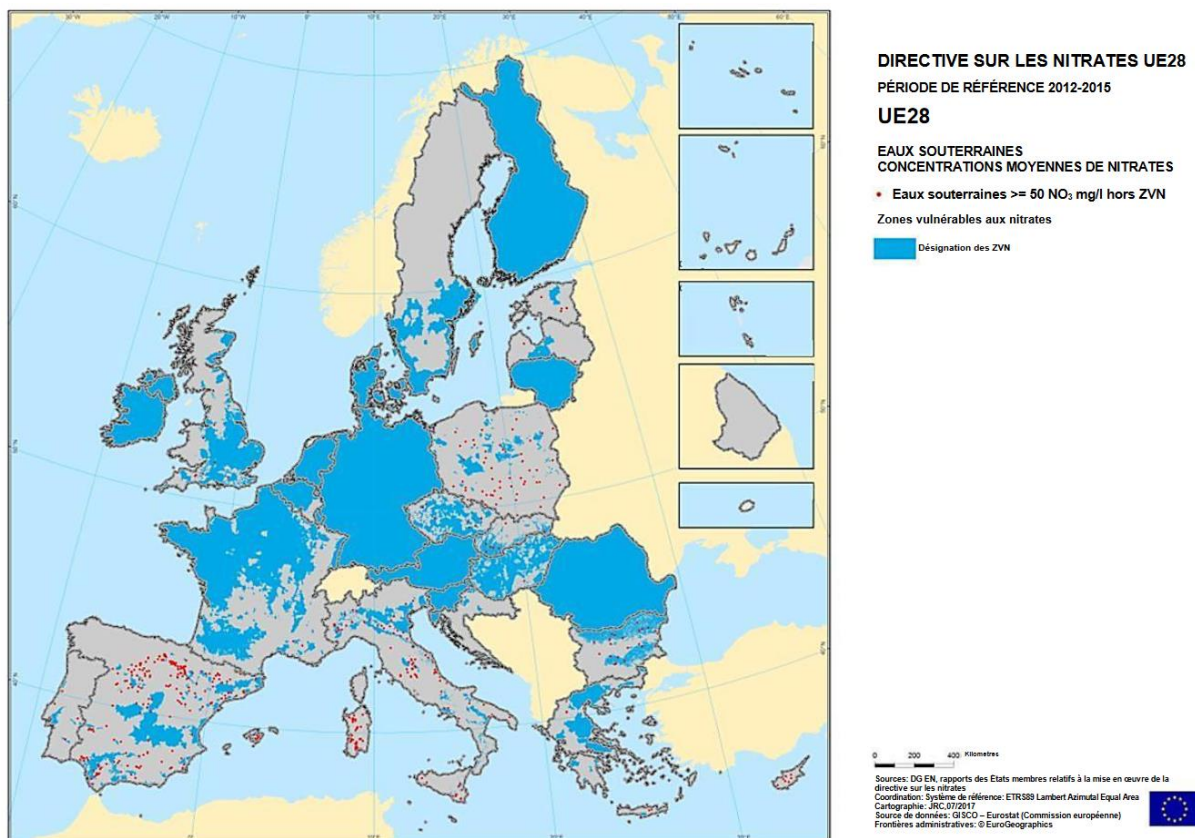


Figure 1. Zone désignée comme vulnérable aux nitrates et stations de surveillance des eaux souterraines présentant des concentrations moyennes de nitrates supérieures à 50 mg/l en dehors des zones vulnérables aux nitrates, 2012-2015 [4]

Dans ce compartiment côtier, l'excès d'azote se traduit de façon spectaculaire par les phénomènes d'algues vertes et de zones marines biologiquement mortes qui se propagent le long des côtes bretonnes, en mer du Nord, en mer Adriatique et en mer Baltique [14]. Les dépôts d'azote dans les forêts ont également entraîné une perte de biodiversité de plus de 10 % sur les deux tiers de l'Europe [15].

¹ Se dit d'un plan d'eau (étang, lac, etc.) dont les eaux enrichies en matière organique sont le siège d'une prolifération végétale et bactérienne conduisant à une désoxygénation prononcée de l'eau (dictionnaire Larousse).



Mark Sutton, chercheur au Edinburgh Centre for Ecology, a conclu en 2011 que « *l'azote est l'un des plus grands défis environnementaux du XXI^e siècle* ». Dans un article de la revue *Nature* [5], intitulé *A good element in too large quantities* (Un bon élément mais en trop grande quantité), le chercheur précise : « *L'excès d'azote menace la qualité de l'air, de l'eau et des sols. Il affecte les écosystèmes et la biodiversité et modifie l'équilibre des gaz à effet de serre.* »

En France, le Journal de l'environnement a publié le 30 avril 2019, un rapport alarmant intitulé « La saison des marées vertes est déjà ouverte » [6], semblant indiquer par là que, malgré certains aspects préventifs mis en place, dont les plans de lutte contre les algues vertes (PLAV), le fléau annoncé depuis une décennie est en train de prendre de l'ampleur et ce, de plus en plus tôt.

Tous ces impacts négatifs entraînent des coûts, que ce soit en termes de soins de santé ou de traitement et d'épuration de l'eau, ou, bien que cela soit difficilement quantifiable, des pertes liées à la dégradation des écosystèmes et à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre.

Ainsi, nous devons être conscients de la nécessité de réduire les émissions excédentaires d'azote dans l'environnement. Cette réduction passe principalement par des changements dans les pratiques agricoles (mise en place de systèmes de compostage et de traitement biologique, réduction de l'utilisation des engrais azotés et de l'élevage intensif), [1,5] mais aussi par des changements dans nos modes de vie : privilégier les transports peu polluants et réduire notre consommation de protéines animales. En effet, aujourd'hui [80 % de l'azote utilisé dans l'agriculture sert à produire des aliments destinés au bétail](#) [2].

Le traitement par stations d'épuration est le moyen utilisé par les États membres et les autorités locales afin de lutter contre la contamination de l'eau. Une épuration excessive peut conduire à un excellent niveau d'azote mais aussi à un faible niveau de nutriments dans les eaux marines [18]. Dans un tel cas, les mollusques bivalves ne peuvent pas se développer correctement.

Véritable « puits d'azote », les mollusques bivalves représentent une partie de la solution

De nombreuses études scientifiques mondiales, dont une synthèse a été effectuée dans le cadre de l'« Évaluation des écosystèmes pour le millénaire » [7], et, plus spécifiquement au niveau européen, un programme de recherche et de développement [ECASA](#) pour l'aquaculture durable, ont mis en évidence et quantifié le puits d'azote que représentent les mollusques bivalves dans nos eaux européennes, qu'ils soient sauvages et pêchés ou issus de l'élevage.

Les outils développés dans le cadre de ce programme ECASA, et plus particulièrement le modèle FARM, ²ont permis à un groupe de scientifiques de publier en 2009 dans la revue *Aquaculture* (n°292) un article intitulé « *Analysis of coastal and offshore aquaculture: Application of the FARM model to multiple systems and shellfish species* » (Analyse de l'aquaculture côtière et hauturière : application du modèle FARM à plusieurs systèmes et espèces de coquillages) [8]. Cette publication conclut que les mollusques bivalves européens, élevés et pêchés, représentent un puits d'azote de 57 000 t par an, l'équivalent de ce qui est produit et rejeté dans l'eau par une population de 17 millions de personnes

² <http://www.farmscale.org/>

(par exemple : la population néerlandaise). Le coût d'exploitation annuel équivalent en termes de stations d'épuration a été estimé entre 3 et 7 milliards d'euros.

L'étude menée par Ruth Carmichael en 2011 [19] montre les différents services d'élimination de l'azote permis par les principales espèces commerciales :

Table 1. Comparison of bivalve bioremediation-related studies, including study locations, methods of remediation studied, density and shell height of bivalves, and primary conclusions.

Species	Location	Method of remediation			Density (m ⁻²)	Height (mm)	Conclusion	Source
		N stored in tissues	Particle removal	Biogeo-chemistry				
Oysters								
<i>Crassostrea virginica</i>	Chesapeake Bay, USA	+	—	—	Up to 286	76	10 ⁶ oysters removed 132 kg N; up to 10%–15% of annual N load	Higgins et al. 2011
<i>Crassostrea gigas</i>	Valdivia estuary, Chile	(+)	(+)	—	100	Seed	Net chlorophyll <i>a</i> and N reduction via filtration (modeled)	Silva et al. 2011
<i>Crassostrea virginica</i>	Bogue Sound, USA	—	—	+	—	—	Denitrification removed –20 to 35 μmol N·L ⁻¹ ·m ⁻² ·h ⁻¹	Piehler and Smyth 2011
<i>Crassostrea virginica</i>	South Carolina estuaries, USA	—	+	—	412–2931	23–51	Removed up to 28% of chlorophyll <i>a</i> in 0.3–1.3 h	Grizzle et al. 2008
<i>Crassostrea virginica</i>	Chesapeake Bay, USA	—	(+)	—	—	76	May remove 0.07%–1.4% of phytoplankton-day ⁻¹ (modeled)	Fulford et al. 2007
<i>Crassostrea virginica</i>	Chesapeake Bay, USA	—	(+)	(+)	—	—	Reduced total N concentration 10%–15% (modeled)	Cerco and Noel 2007
<i>Pinctada imbricata</i>	Port Stephens, Australia	+	—	—	—	—	Removed 7.5 kg N·tonne ⁻¹ oyster; ~2% of wastewater N load·year ⁻¹	Gifford et al. 2005
<i>Crassostrea virginica</i>	Chesapeake Bay, USA	—	(+)	(+)	—	—	Denitrification–burial removed 7.5 ×10 ⁻⁴ kg N·g ⁻¹ oyster; 0.6% of annual N load (modeled)	Newell et al. 2005
<i>Crassostrea virginica</i>	Chesapeake Bay, USA	—	—	+	—	—	Denitrification by simulated biodeposits removed 20% of local N load (lab)	Newell et al. 2002
<i>Crassostrea gigas</i>	Thau Lagoon, France	—	+	+	40	—	Reduced chlorophyll <i>a</i> but increased N in water column	Souchu et al. 2001
<i>Pinctada imbricata</i>	Port Stephens, Australia	(+)	(+)	(+)	—	—	May remove 19 kg N·tonne ⁻¹ oysters	Gifford et al. 2004
<i>Crassostrea virginica</i>	North Carolina creek, USA	—	+	—	125	48	Some reduction of chlorophyll <i>a</i> and suspended solids	Nelson et al. 2004
<i>Crassostrea gigas</i>	Hiroshima Bay, Japan	+	(+)	(+)	Raft culture	—	Removed ~10% of N load·day ⁻¹	Songsangjinda et al. 2000
<i>Saccostrea commercialis</i>	Moreton Bay, Australia	—	+	(+)	33–100	—	Removed particles (92% of chlorophyll <i>a</i> , 20% of N), increased sedimentation	Jones and Preston 1999
Mussels								
<i>Mytilus edulis</i>	Skagerrak Strait, Sweden	(+)	—	+	Long lines	—	Net N removal by harvest, burial, biogeochemical processes	Carlsson et al. 2012
<i>Perna canaliculus</i>	Firth of Thames, NZ	—	—	+	16 per chamber	—	34% of mineralized N was released as NH ₄ ⁺ (possible denitrification)	Giles and Pilditch 2006
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Goro lagoon, Italy	—	—	+	60 kg, long lines	—	Increased sedimentation with net input of N to sediments	Nizzoli et al. 2006
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Dokai Bay, Japan	+	+	—	Long lines	15–41	Removed ~25% of dissolved inorganic nitrogen (DIN) in 1 day (lab)	Kohama et al. 2002
<i>Musculista senhousia</i>	Lake Nakaumi, Japan	+	—	—	0–46 712	—	Shell burial removed 0.7%–4.9% of annual N load	Yamamuro et al. 2000
<i>Mytilus edulis</i>	Orust–Tjörn system, Sweden	+	—	+	100 kg, long lines	—	Removed 8.5–12 g N·kg ⁻¹ live mussel; removed 20% of DIN	Haamer 1996
<i>Mytilus</i> spp.	Upper South Cove, Canada	—	(+)	+	400, long lines	—	Increased sedimentation, released NH ₄ ⁺	Hatcher et al. 1994

Table 1 (concluded).

Species	Location	Method of remediation			Density (m ⁻²)	Height (mm)	Conclusion	Source
		N stored in tissues	Particle removal	Biogeochemistry				
<i>Mytilus edulis</i>	North Sea, Netherlands	—	+	(+)	Field flume	—	Removed chlorophyll <i>a</i> and seston, released NH ₄ ⁺ (possible denitrification)	Dane et al. 1991
<i>Mytilus edulis</i>	Northern Baltic Sea, Sweden	—	—	+	535–1693 g chambers	—	Increased annual N, C, P sedimentation by 10%	Kautsky and Evans 1987
<i>Perna canaliculus</i>	Kenepuru Sound, NZ	+	—	+	Long lines	—	Harvest and denitrification removed 68% more N than reference sites	Kaspar et al. 1985
<i>Geukensia demissa</i>	Cape Cod, USA	+	+	(+)	34–365	10–100	Mussels retained and recycled N within the marsh system	Jordan and Valiela 1982
Clams								
<i>Tapes philippinarum</i>	Goro lagoon, Italy	—	—	+	100–3000	—	Increased sedimentation with net removal of N from sediments	Nizzoli et al. 2006
<i>Corbicula japonica</i>	Lake Shinji, Japan	—	+	(+)	0–1000	—	Removed chlorophyll <i>a</i> , released NH ₄ ⁺	Nakamura and Kericu 2000
<i>Mya arenaria</i>	Laholm Bay, Sweden	—	+	+	0–2000	1–25	Removed up to 27% of new local production	Loo and Rosenberg 1989
<i>Mercenaria mercenaria</i>	Narragansett Bay, USA	—	+	+	16 mesocosm	32–107	Increased C sedimentation; models may overestimate particle removal	Doering et al. 1986, 1987
<i>Corbicula fluminea</i>	Potomac River, USA	—	+	—	1.2–1467	1 – >25	Removed 30% of chlorophyll <i>a</i> in 2 h	Cohen et al. 1984
Scallops								
<i>Chlamys farreri</i>	Sishili Bay, China	—	+	(+)	0–40	32±4	Removed up to 45% of particles-day ⁻¹	Zhou et al. 2006
Cockles								
<i>Cardium edule</i>	Laholm Bay, Sweden	—	+	+	0–8000	4–21	Removed up to 27% of new local production	Loo and Rosenberg 1989
Various								
	Various	(+)	(+)	—	25–500	—	Bioremediation was location- and condition-specific (modeled)	Ferreira et al. 2007
	San Francisco Bay, USA	(+)	(+)	(+)	200	—	Defined conditions for remediation (model)	Officer et al. 1982

Note: Methods of remediation include nitrogen removal by assimilation into shell or soft tissues, particle removal (measured in terms of suspended particulates, chlorophyll *a* concentration, or filtration rate), and stimulation of biogeochemical processes via biodeposits. Parentheses indicate studies for which results were calculated from literature values, estimated, or modeled and not directly measured. A long dash (—) indicates not reported.

Une étude récente, publiée en novembre 2018 et intitulée « Global review of ecosystem services provided by bivalve aquaculture » (Un examen global des services écosystémiques fournis par l'aquaculture des bivalves) [9] recense l'ensemble des services écosystémiques fournis par les mollusques (les coquillages étant une source de calcaire pour les actions de fertilisation des sols, de bioremédiation et de filtration), la localisation des exploitations réduisant l'érosion côtière, etc., et quantifie, pour les services d'élevage, la valeur de ces services, évaluée globalement à 23,9 milliards de dollars.

Point de vue du MSC qui assure la certification de la Suède :

Les élevages de moules sont considérés par le Conseil administratif du comté (Länsstyrelsen i Västra Götalands Län) comme étant « à faible risque » en ce qui concerne l'habitat et l'environnement : L'impact/les effets des moules sont considérés comme faibles et généralement positifs en ce qui concerne l'eutrophisation.

Les niveaux d'eutrophisation sont élevés tant dans le Skagerrak/Kattegat que dans la Baltique. La mytiliculture est considérée comme un moyen de réduire le niveau d'eutrophisation et d'améliorer la qualité de l'eau. C'est dans ce contexte que l'université de Göteborg participe au [projet BONUS-Optimus](#) (un programme de l'UE axé sur la mer Baltique) dans lequel tous les pays baltes sont impliqués. Dans le cadre de BONUS-Optimus, il existe un projet organisé avec des partenaires allemands, polonais, suédois et danois visant à examiner les conditions de développement des moules bleues et la croissance des moules afin de lutter contre l'eutrophisation [16] [17].

Point de vue du MSC Danemark :

Le rapport du MSC intitulé « Limfjord hangcultuur » indique que le projet MUMIHUS (2010-2014) a testé l'utilisation de cultures d'extraction de nutriments comme une combinaison de production biologique et d'outil d'atténuation des effets de l'eutrophisation dans les zones côtières danoises en

utilisant des moules bleues (*Mytilus edulis*) comme organisme de culture. Les résultats ont démontré qu'il était possible d'obtenir une biomasse locale élevée de 60 t-p.h./ha, ce qui équivaut à une absorption d'azote et de phosphore de 0,6 à 0,9 et 0,03 à 0,04 t ha/an, respectivement, faisant ainsi de l'atténuation par le biais de la production de moules une mesure rentable par rapport aux mesures terrestres les plus coûteuses (Petersen et al., 2014). Les exploitations mytilicoles ont eu un effet positif sur l'écosystème grâce au filtrage du phytoplancton et des matières en suspension, qui ont été réduits en moyenne de 13 à 30 %, et de plus 50 % dans la zone d'exploitation mytilicole (Nielsen et al., 2016). La dernière [évaluation de 2022 peut être extraite du site Internet du MSC](#)

En 2020, Dvaskas et al. ont analysé le service d'élimination de l'azote fourni par la conchyliculture au niveau d'un sous bassin versant [20]. Ce type de recherche a permis au gouvernement de l'État du Maryland, aux États-Unis, de fournir un [système de paiement pour ces services d'élimination de l'azote et du phosphore](#) comme le montre le tableau ci-dessous.

Figure 2. Credits per Oyster

Oyster Credit Categories	Size Class (inches)	Diploid (g/oyster)		Triploid (g/oyster)	
		Nitrogen	Phosphorus	Nitrogen	Phosphorus
Small:	2.0 - 2.49	0.05	0.01	0.06	0.01
Medium:	2.5 - 3.49	0.09	0.01	0.13	0.01
Large:	>3.5	0.15	0.02	0.26	0.03

3. Recommandations

- Le CCA recommande de reconnaître et de qualifier les services d'élimination de l'azote fournis par les coquillages et d'inclure une phrase dans la loi européenne sur la restauration de la nature, et dans la loi sur un système alimentaire durable, ou dans les réglementations secondaires basées sur ces lois principales.
- Le CCA recommande à la Commission de demander à son unité du Mécanisme de Consultation Scientifique de définir un algorithme de l'UE afin de quantifier le service d'élimination de l'azote fourni par les mollusques bivalves.
- Le CCA recommande enfin que la Commission étudie un moyen réglementaire de mettre en place un système indépendant de certification de ce service d'élimination de l'azote fourni par les mollusques bivalves au niveau du sous-bassin versant de l'UE tel que défini dans la directive-cadre sur l'eau, et le paiement correspondant aux exploitants concernés.

Bibliographie

- [1]. Schneider F. (2008). Decay of Haber-Bosch processes (Détérioration des processus Haber-Bosch)
- [2]. European Scientific Consortium (2011). European Nitrogen Assessment (ENA - Évaluation de l'azote à l'échelle européenne), <http://www.nine-esf.org/node/360/ENA-Book.html>
- [3]. Ester van der Voet (1996). Nitrogen pollution in the European Union (Pollution par l'azote dans l'UE), chapitre 8, dans la Thèse de Doctorat intitulée « Substances from cradle to grave » (Substances du berceau à la tombe) : CML, Leiden, Pays-Bas
- [4]. Commission européenne (2018). Rapport de la Commission au Conseil et au Parlement européen relatif à la mise en œuvre de la directive 91/676/CEE du Conseil concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles, sur la base des rapports établis par les États membres pour la période 2012-2015, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0257>
- [5]. Suton M.A., Oenema O., Erisman J.W. et al (2011). Too much for a good thing (Une bonne chose mais en trop grande quantité), Nature International Journal of Sciences, 471, 159-161 [en ligne] (consulté le 31/03/2015), <https://www.nature.com/articles/472159a>
- [6]. Senet S. (2019). La saison des marées vertes est déjà ouverte, Le journal de l'environnement [en ligne] (consulté le 03/07/19), <http://www.journaldelenvironnement.net/article/la-saison-des-marees-vertes-est-deja-ouverte,97372>
- [7]. Reid W.V., Mooney H.A., Cropper A. et al (2005). Rapport de synthèse de l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.447.aspx.pdf>
<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.447.aspx.pdf>
- [8]. Ferreira J.G., Sequeira A., Hawkins A.J.S. et al (2009). Analysis of coastal and offshore aquaculture: Application of the FARM model to multiple systems and shellfish species (Analyse de l'aquaculture côtière et hauturière : application du modèle FARM à plusieurs systèmes et espèces de coquillages)
- [9]. Van der Schatte Olivier A., Jones L., Le Vay L. et al (2018). A global review of the ecosystem services provided by bivalve aquaculture (Un examen global des services écosystémiques fournis par l'aquaculture des bivalves)
- [10]. Chevassus-au-Louis B. et Andaral B. (2012). CGAER, CGEDD, Bilan des connaissances scientifiques sur les causes de prolifération de macroalgues vertes - Application à la situation de la Bretagne et propositions
- [11]. Prix des engrais azotés <http://www.revenuagricole.fr/focus-marches/cerealier/focus-produits/engrais/engrais-2/23669-le-marche-international-continue-d-exercer-une-pression-baissiere>
- [12]. Ashoka Mukpo (2021), Nitrogen: The Environmental Crisis You Have Not Heard of Yet (Azote : la crise environnementale dont vous n'avez pas encore entendu parler), UP-Magazine <https://up-magazine.info/planete/climat/93757-azote-la-crise-environnementale-dont-vous-navez-pas-encore-entendu-parler/>
- [13] [Rapport 2020 sur la qualité de l'air de l'Agence européenne pour l'environnement](#)
- [14] [Les algues vertes envahissent la mer Baltique \(2018\), Maxiscience](#)



- [15] [Didier Alard \(2019\) Nourrir la planète sans l'uniformiser : les dangers de la pollution à l'azote, Fondation pour la recherche sur la biodiversité](#)
- [16] [Karen Timmerman et al. \(2019\) Mussel production as a nutrient mitigation tool for improving marine water quality \(La mytiliculture comme outil d'atténuation des nutriments pour améliorer la qualité de l'eau de mer\)](#)
- [17] [Jonne Kotta et al. \(2020\) Cleaning up seas using blue growth initiatives: Mussel farming for eutrophication control in the Baltic Sea \(Nettoyer les mers à l'aide d'initiatives de croissance bleue : la mytiliculture pour lutter contre l'eutrophisation en mer Baltique\)](#)
- [18] [Matteo Fanelli et al ; \(2022\) Impact of depuration plants on nutrient levels in the North Adriatic Sea \(Impact des stations d'épuration sur les niveaux de nutriments dans le nord de la mer Adriatique\)](#)
- [19] [Ruth H. Carmichael, William Walton, et Heidi Clark \(2012\) Bivalve-enhanced nitrogen removal from coastal estuaries \(Élimination de l'azote renforcée par les bivalves dans les estuaires côtiers\)](#)
- [20] [Anthony Dvarskas et al. \(2020\) Quantification and valuation of Nitrogen removal services provided by shellfish aquaculture at the subwatersheds scale \(Quantification et valorisation des services d'élimination de l'azote fournis par la conchyliculture à l'échelle des sous-bassins versants\)](#)



Conseil consultatif de l'aquaculture (CCA)
Rue Montoyer 31, 1000 Bruxelles, Belgique

Tel : +32 (0) 2 720 00 73

E-mail : secretariat@aac-europe.org

Twitter : @aac_europe

www.aac-europe.org