

Fonctionnement écologique du bassin maritime de la Rance

Volet : Prolifération d'algues vertes

Rapport diagnostic

&

Suggestions pour le plan de gestion des sédiments de la Rance

Par le

Conseil Scientifique du Plan de Gestion des Sédiments de la Rance

Sommaire :

- 1- Observation et caractérisation du phénomène
- 2- Disparités spatiales, variabilité et tendance évolutive
- 3- Origine du phénomène : une forme d'eutrophisation
- 4- Impact des algues vertes sur la sédimentation et le comportement des sédiments
- 5- Impacts possibles sur les poissons en Rance
- 6- Recommandations pour le plan pérenne

Références bibliographiques

Version du 13 mars 2024

L'objectif de cette note est d'évaluer l'impact de la prolifération récente d'algues vertes sur l'environnement sédimentaire de l'estuaire.

1- Observation et caractérisation du phénomène

La présence d'algues vertes s'observe de façon récurrente et croissante sur les vasières des 7 principales anses du bassin maritime de la Rance (Fig. 1). Des taux de couverture supérieurs à 25% couvrent des surfaces importantes dans la plupart de ces vasières justifiant ainsi une analyse de ce phénomène.

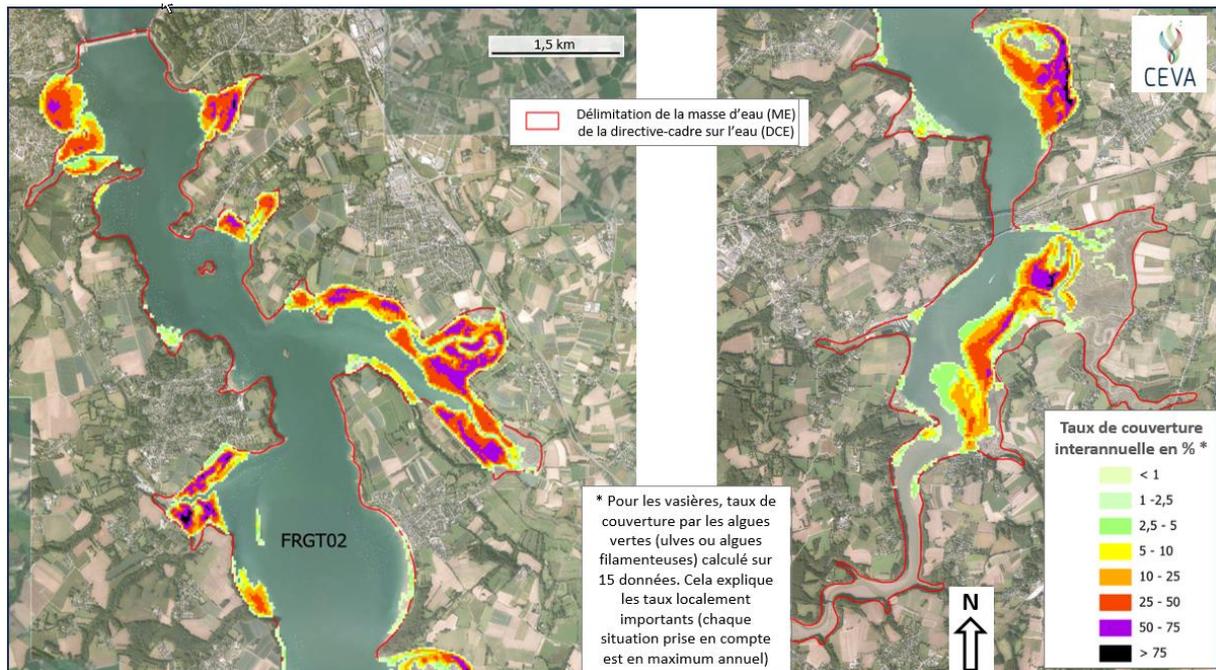


Fig. 1 - Carte synthétique des couvertures par les algues vertes observées de 2008 à 2022 sur l'estuaire de la Rance établie (CEVA, 2023)

Dans les vasières de la Rance, les algues vertes colonisent l'estran de différentes manières. Le plus fréquemment, elles forment un tapis plus ou moins dense et continu attaché au substrat souvent constitué de vase molle sur l'estran localement entaillée par les chenaux de marée (Fig. 2 & 3). Dans les vasières où le front de l'herbu est en érosion, la partie dénudée de l'ancien herbu, constituée de vase indurée et en partie consolidée, peut également être couverte d'un tapis algair (Fig. 4). Enfin, en liaison avec des périodes de tempête, des échouages d'algues vertes s'accumulent localement dans les terminaisons amont des chenaux de marée (Fig. 5).

De façon générale, les tapis d'algues vertes observés sont constitués d'algues filamenteuses (ou entéromorphes) et colonisent la surface des sédiments sablo-vaseux de l'estran. Localement, des échouages massifs, peu fréquents, se concentrent sur les parties hautes des vasières (herbus ou haut de plages sableuses).

Un rapport du CEVA publié en 2016 fournit des données précieuses réalisées sur le terrain. « Sur la plupart des sites, les zones vertes sont composées d'algues vertes filamenteuses, le plus souvent fixées. Deux sites présentaient des tapis d'ulves libres :

- Saint Jouan des Guérets, sur le secteur « les Gastines » : tapis très localisés, en haut d'estran dans les schorres. Les densités mesurées sont de 3 à 4 kg mais la surface très limitée (quelques m² donc au total seulement quelques kg),

- La Ville-es-Nonais : en haut d'estran dans les schorres face au « camp viking » des tapis continus d'ulves, là aussi de faible extension ont pu être échantillonnés (4.5 kg/m²). »



Fig. 2 - Vue aérienne oblique de la baie de Troctin prise par A. Le Bris (CEVA), le 8 octobre 2021 montrant la partie inférieure de l'estran vaseux (slikke) couverte d'un tapis d'algues vertes



Fig. 3 - Vue rapprochée de l'estran vaseux de la baie de Troctin recouvert par un tapis d'algues vertes (photo prise le 9 mai 2022)



Fig. 4 - Tapis d'algues vertes installées sur la vase consolidée de l'herbu dénudé par l'érosion sur la Grève des Marais au Minihic-sur-Rance (photo prise le 22 mai 2023)



Fig. 5 - A- Échouage d'algues vertes dans le chenal de fuite des Guettes au fond du Bras de Châteauneuf (photo prise le 29 novembre 2021) - B- Tapis d'algues vertes échouées sur une épaisseur de 10 à 30 cm

2- Disparités spatiales, variabilité et tendance évolutive

Grâce à un suivi régulier pluriannuel de l'extension des algues vertes dans le bassin de la Rance par le centre d'étude et de valorisation des algues (CEVA), nous disposons de données précises permettant

de quantifier l'ampleur du phénomène et son évolution dans le temps depuis 2008. Les variations annuelles de l'étendue des algues vertes dans 7 anses du bassin maritime, comme par exemple l'anse de Troctin (Fig. 6) sont établies sous forme cartographique à partir de prises de photographies aériennes obliques réalisées en avril, juin, août et octobre de chaque année (Fig. 2). Cette approche révèle l'existence de fortes variations d'une année sur l'autre entre 2008 et 2018 (Fig. 7). En revanche, à partir de 2019, la surface totale occupée par les algues ne cesse de croître régulièrement.

Cette variabilité interannuelle n'est pas la même d'un site à l'autre (Fig. 8). Par exemple, le site de La Richardais connaît une prolifération plus intense depuis 2018, alors que la variabilité observée au Minihic est très représentative de celle observée en moyenne sur l'ensemble du bassin (Fig. 8 et 7). Néanmoins, certains sites montrent des évolutions comparables comme ceux du Troctin et de La Richardais. On note également que les 3 sites du Minihic-sur-Rance, La Ville-es-Nonais et la Ville Ger présentent une valeur minimale en 2012.

A partir de ces données surfaciques, un ratio de qualité écologique (EQR) relatif aux algues vertes a été évalué pour la DCE concernant la masse d'eau FRGT02 (bassin maritime de la Rance), la classant en état « moyen » (EQR = 0,49).

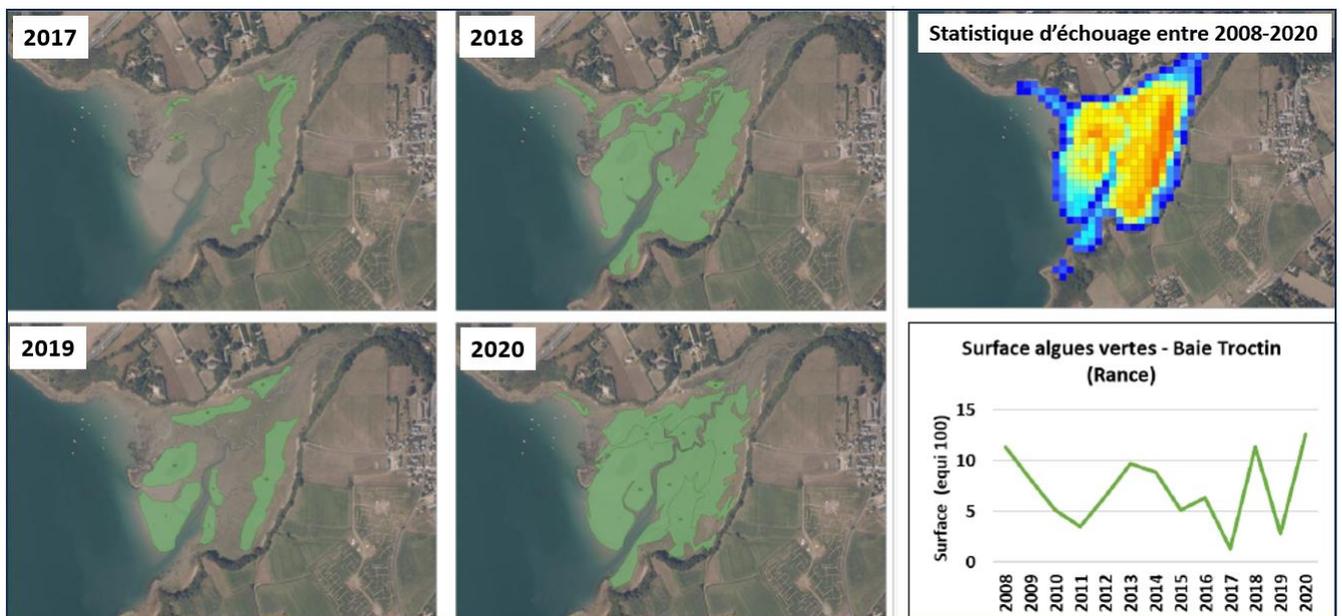


Fig. 6 – Cartographie pluriannuelle de la surface des algues vertes en baie de Troctin (Le Bris, 2021)

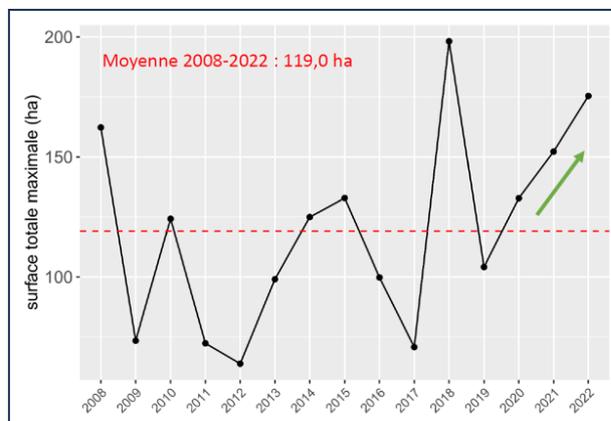


Fig. 7 - Evolution de la surface totale des algues vertes entre 2008 et 2022 (Louis, 2023)

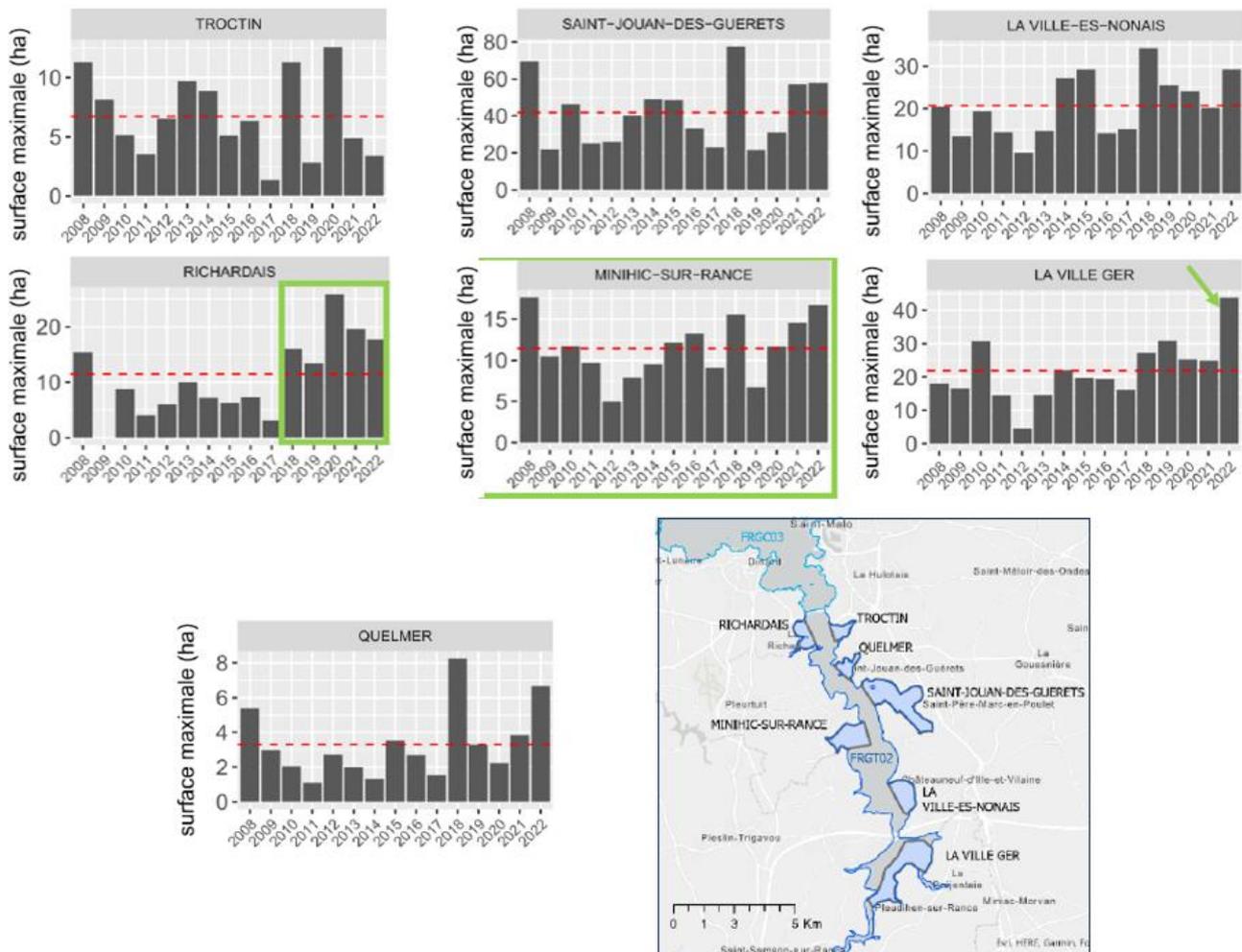


Fig. 8 – Variabilité interannuelle des surfaces couvertes par les algues vertes pour les 7 sites répertoriés dans le bassin maritime de la Rance (Louis, 2023)

3- Origine du phénomène : une forme d'eutrophisation

L'origine du développement des algues vertes fait l'objet d'un suivi régulier par le SAGE. Les résultats des études menées récemment sur le sujet dans le cadre du projet IMPRO (Louis *et al.*, 2022) révèlent que ce sont les flux terrigènes riche en azote provenant des bassins versants qui causent les proliférations d'algues vertes. Les nutriments contenus dans les sédiments ne sont pas responsables de l'initiation de ces proliférations mais pourraient contribuer à un soutien en période estivale (surtout par apport de Phosphore) lorsque les flux terrigènes sont plus faibles.

L'étude comparative des surfaces d'algues vertes annuelles au sein des 7 anses de la Rance montre que les valeurs extrêmes inférieures et supérieures ne coïncident pas aux mêmes années. Ceci indique que les seuls paramètres météorologiques comme les précipitations, l'ensoleillement ou la température qui devraient affecter de la même manière les 7 anses ne permettent pas d'expliquer les variations annuelles observées. Chaque anse se comportant indépendamment de ses voisines, la cause des variations annuelles est probablement liée avant tout à la nature des terrains de chaque bassin versant et à leurs usages.

4- Impact des algues vertes sur la sédimentation et le comportement des sédiments

La plupart des études disponibles relatives au rôle des algues vertes sur la mobilité du sédiment sont des travaux expérimentaux réalisés en bassin (Romano *et al.*, 2003 ; Venier *et al.*, 2012 ; Tambroni *et al.*, 2016) et comparent le comportement hydraulique du sédiment (en général du sable fin) selon qu'il est ou non couvert d'algues vertes (Ulve ou Entéromorphe). Ces travaux mettent en évidence une moindre érodabilité du sédiment couvert par les macroalgues. Ainsi Romano *et al.* (2003) caractérisent une réduction du courant au-dessus d'un tapis algal (entéromorphes) à hauteur de 18 % (respect. 56 %) pour une couverture d'algues de 10 % (respect. 60 %), et observent une forte réduction de l'érosion, ainsi qu'un accroissement de la sédimentation (d'un facteur 2 pour une couverture de 60 %) ; les mêmes auteurs en déduisent qu'une réduction consécutive de la turbidité ambiante est susceptible de générer un feedback positif sur la croissance algale du fait de l'augmentation de lumière. De même, Venier *et al.* (2012) constatent une « biostabilisation » provoquée par un tapis d'algues vertes, même s'ils relèvent une augmentation de la rugosité. L'effet résultant est une diminution du frottement sur le fond et des mouvements de sédiment. Ils notent aussi l'effet protecteur d'un tapis d'algues vis-à-vis du sédiment, même si ce tapis est peu dense. Des résultats analogues sont obtenus par Tambroni *et al.* (2016) concernant l'effet des vagues. Dans leur synthèse sur l'éco-géomorphologie des zones intertidales, Fagherazzi *et al.* (2013) font l'analogie entre l'effet de piégeage et de stabilisation provoqué par des tapis d'algues filamenteuses et l'effet stabilisateur des diatomées (micro-phytobenthos) ou des cyanobactéries, aussi bien sur des fonds vaseux ou sableux. Certains auteurs relèvent aussi qu'après dégradation des algues, les sédiments sont susceptibles d'être fragilisés et remobilisés (Barbier *et al.*, 2008 ; Fagherazzi *et al.*, 2013), par exemple en hiver.

Les expériences en laboratoire montrent ainsi que le tapis algal protège le sédiment sous-jacent des effets des courants unidirectionnels ou des vagues. A noter également des études réalisées *in-situ* qui soulignent le rôle de stabilisateur du sédiment joué par des algues vertes, par exemple celui d'*Enteromorpha clathrata* dans le lagon de la Ria Formosa au Portugal (Friend *et al.*, 2003), ou encore le très fort indice de biostabilisation lié aux cyanobactéries filamenteuses mis en évidence dans la lagune de Venise (Amos *et al.*, 2004).

5- Impacts possibles sur les poissons en Rance

L'impact des marées vertes sur les habitats essentiels au renouvellement des ressources halieutiques des secteurs estuariens et côtiers a fait l'objet d'un travail de thèse (Le Luherne, 2016). La recherche s'appuie sur des observations en baie de St-Brieuc (estran sableux) et en Rance (deux vasières, au nord et au sud du Mont Gareau), et distingue l'impact au niveau de l'individu (voire cellulaire) et au niveau des communautés.

Au niveau de l'individu, la perception de conditions environnementales stressantes a été examinée par la mesure de la capacité de défense antioxydante des juvéniles. Cette réponse au niveau cellulaire a été décelée uniquement chez les juvéniles de plie en présence d'algues vertes. L'analyse souligne une plus forte sensibilité de cette espèce aux marées vertes. L'intégration de la perturbation au niveau de l'individu a par contre été enregistrée pour les trois espèces étudiées. Au niveau des communautés, une réponse progressive des communautés ichthyologiques est mise en avant en fonction de la densité et de la durée du bloom de macroalgues vertes. Une augmentation de l'intensité de la perturbation engendre une réduction progressive de la diversité et de la densité de l'ichtyofaune intertidale, jusqu'à la disparition locale de l'ichtyofaune lors de fortes densités de macroalgues vertes.

L'analyse en guildes de distribution verticale (pélagique, démersale et benthique) et en guildes écologiques (résidente et juvénile marine) a permis de compléter les résultats obtenus à l'échelle de

l'individu concernant le gradient de sensibilité aux marées vertes (i.e. décroissant des espèces benthiques aux espèces démersales puis pélagiques) et de mettre en avant une meilleure résistance des espèces résidentes par rapport aux juvéniles d'espèces marines. Ces différentes sensibilités se traduisent par une modification progressive de la structure de la communauté ichthyologique au cours des marées vertes vers des espèces moins sensibles à cette perturbation.

Les conséquences des proliférations sont également modulées par la composition spécifique des assemblages de marées vertes. Les macroalgues sous forme de lame étendue flottant librement dans la colonne d'eau s'accumulent sur le fond puis colonisent l'ensemble de la masse d'eau tandis que les espèces filamenteuses attachées au substrat se développent simultanément au fond et dans la masse d'eau, complexifiant plus rapidement l'habitat. Les conséquences de ces deux types de prolifération sur l'ichtyofaune sont similaires mais surviennent pour des accumulations d'algues trois fois moindres lors de marées vertes majoritairement composées d'espèces filamenteuses, justement celles qui dominent en Rance.

6- Recommandation pour le plan pérenne

La prolifération des algues vertes dans le bassin maritime prend désormais des proportions inquiétantes car elle croît de façon régulière depuis 2019 tout en se prolongeant plus tardivement chaque l'année (jusqu'en décembre). Dans la mesure où les vases superficielles couvertes par les algues risquent d'être moins mobiles et donc moins remaniées par les courants de marée et le clapot, les algues contribuent à stabiliser les vases fraîchement déposées sur la slikke et à réduire ainsi le volume de vase quotidiennement remis en suspension et redistribué au sein du bassin maritime. En conséquence, la prolifération des algues vertes est susceptible d'accentuer la sédimentation sur les vasières de la Rance.

L'impact négatif des tapis d'algues vertes sur les habitats benthiques diversifiés et les ressources halieutiques des estuaires bretons est avéré.

Sachant que des études sur l'impact des algues vertes spécifiquement sur l'environnement benthique de la Rance font actuellement défaut, la priorité serait d'y remédier en multipliant des observations et analyses régulièrement au cours de l'année.

Les publications scientifiques disponibles indiquent que les tapis d'algues vertes tendent à favoriser la sédimentation des vases estuariennes. Néanmoins, nous ne disposons pas pour l'instant de mesures et de suivis réguliers sur le terrain permettant de caractériser ce phénomène sur les différentes vasières de la Rance.

Il nous paraît donc indispensable de mettre en place des stations d'observation et de mesures altimétriques sur un nombre limité de vasières de la Rance. Ces stations permettront de suivre, de quantifier et de comparer au cours d'une année l'évolution de l'épaisseur de vase déposée dans des secteurs soit couverts soit non couverts par les algues.

L'idéal serait de pouvoir confier cette mission d'observation et de mesure à des acteurs associatifs locaux avec le soutien de scientifiques pour définir les protocoles d'acquisition et le calendrier des suivis périodique sur le terrain.

Références bibliographiques

Amos C.L., Bergamasco A., Umgiesser G., Cappucci S., Cloutier D., DeNat L., Flindt M., Bonardi M., Cristante S., 2004. The stability of tidal flats in Venice Lagoon—the results of in-situ measurements using two benthic, annular flumes. *Journal of Marine Systems* 51, 211-241.

CIMAV, 2016 – Suivi des proliférations d'algues vertes sur le littoral Breton en complément du contrôle de surveillance DCE, rapport sur le projet 4, rapport final mai 2017

Fagherazzi S., DM FitzGerald, RW Fulweiler, and Z Hughes, PL Wiberg, KJ McGlathery, JT Morris, TJ Tolhurst, LA Deegan and DS Johnson, 2013. Ecogeomorphology of tidal flats.

Friend P.L., Ciavola P., Cappucci S., Santos R., 2003. Bio-dependent bed parameters as a proxy tool for sediment stability in mixed habitat intertidal areas. *Cont. shelf Res.*, 23, 1899-1917.

Le Bris A., 2021 - Cartographie pluriannuelle de la surface des algues vertes en baie de Troctin et du secteur de la plage du Vallion, document interne CEVA

Le Luherne E., 2016 - Impacts des marées vertes sur les habitats essentiels au renouvellement des ressources halieutiques des secteurs estuariens et côtiers, thèse Université Bretagne Loire

Louis J., 2023 – Analyse pluriannuelle des proliférations d'algues vertes dans le bassin maritime de la Rance, présentation pour le Conseil scientifique du Plan expérimental de gestion des sédiments de la Rance, CEVA, Saint-Malo, 15/12/2023

Louis J., Jeanneau L., Andrieux-Loyer F., Anschutz P., Charbonnier C., Richier S., Lasbleiz M., Oms P-E, Ballu S., Lebris N., Chorin M., Liotaud M., Jardé E., Petton C., Bouger G., Petitjean P., Caradec F., Rabiller E., Deflandre B., Launay J., Laverman A. (coord.), 2022 - Impact du sédiment sur les proliférations de macroalgues sur vasières (projet IMPRO), Rapport d'étude et annexes. CNRS – Université Rennes 1, Ifremer, Université Bordeaux, CEVA. 190 p.

Romano C., Widdows J., Brinsley M.D., Staff F.J., 2003 – Impact of *Enteromorpha intestinalis* mats on near-bed currents and sediment dynamics : flume studies, *Marine Ecology Progress series*, vol. 256, p. 63-74

Tambroni N., Figueiredo da Silva J., Duck R.W., McLelland S.J., Venier C., Lanzoni S., 2016 – Experimental investigation of impact of macroalgal mats on the wave and current dynamics, *Advances in Water Resources*, vol. 93, p. 326-335

Venier C., Figueiredo da Silva J., McLelland S.J., Duck R.W., Lanzoni S., 2012 – Experimental investigation of impact of macroalgal mats on flow dynamics and sediment stability in shallow tidal areas, *Estuarine, coastal and Shelf Sciences*, vol. 112, p. 52-60

Wasson K., Jeppesen R., Endris C., Perry D.C., Woolfolk A., Beheshti K., Rodriguez M., Eby R., Watson E.B., Rahman F., Haskins J., Hughes B.B, 2017 - Eutrophication decreases salt marsh resilience through proliferation of algal mats, *Biological Conservation*, vol. 212, p. 1-11