

Lutter contre l'eutrophisation conduisant au développement d'algues vertes et de phytoplancton



01. DES ÉLÉMENTS POUR COMPRENDRE



De quoi parle-t-on ?

L'**eutrophisation** est un déséquilibre du milieu provoqué par des apports excessifs de nutriments, notamment l'azote et le phosphore. Elle est caractérisée par un développement important des végétaux, qui provoque des dysfonctionnements au sein de l'écosystème.

Sur le littoral, cette eutrophisation peut revêtir plusieurs formes :

- **Dans les eaux côtières :**

- **Proliférations de macroalgues opportunistes** (algues vertes, algues rouges) avec dépôt sur plages, sur vasières et sur platiers ;

Algue verte



- Proliférations importantes de micro-algues appelées aussi **blooms phytoplanctoniques** (qui sont le pendant des blooms de cyanobactéries dans les eaux douces *Cf. fiche n°3 : gérer les plans d'eau*).

Phénomène des eaux colorées

Crédit photo : D. Cariou, Phenomer



- **Sur la bande côtière :** de nouvelles formes d'eutrophisation sont aussi présentes telles que le **chiendent maritime**, notamment en baie du Mont Saint-Michel.

Chiendent maritime

Crédit photo : Syndicat du bassin-versant du Couesnon



Quels impacts ?

Les algues vertes et le phytoplancton sont naturellement présents dans l'environnement, c'est leur **prolifération** qui a des **impacts négatifs** :

Sur la santé humaine et animale

En se décomposant les ulves dégagent du sulfure d'hydrogène, potentiellement dangereux pour les animaux et les personnes à proximité. Les algues vertes ne représentent aucun danger pour la santé lorsqu'elles sont en mer ou déposées depuis peu sur la plage.

Certaines espèces phytoplanctoniques produisent des phycotoxines : toxines diarrhéiques, paralysantes ou amnésiantes. Ces substances sont toxiques pour la faune et la flore, mais aussi pour les personnes qui consomment des coquillages dans lesquels les toxines se sont accumulées.

Sur l'économie

Ces **phénomènes d'eutrophisation ont également des conséquences néfastes sur l'économie** : sur le tourisme (fermetures des plages, image du territoire) ou sur la production conchylicole et la pêche (interdictions temporaires d'exploitation, de vente et de ramassage) en présence des microalgues phytoplanctoniques (toxiques ou non)

Sur la biodiversité

Un développement important d'algues (algues vertes ou phytoplancton) peut :

- Provoquer l'asphyxie du milieu en diminuant l'oxygène disponible dans l'eau,
- Entraîner des compétitions entre espèces pouvant réduire ainsi la diversité animale et végétale.

De par leur nuisance en cas de prolifération, les algues vertes font partie des paramètres suivis dans le cadre de l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau littorales (eaux côtières ou eaux de transition) au titre de la Directive-Cadre européenne sur l'Eau (DCE) et peuvent être à l'origine du déclassement des masses d'eau.

Les algues vertes

Les premières « marées vertes » sont apparues en Bretagne au début des années 70 avec principalement la prolifération d'algues du genre *Ulva*.

Echouage d'algues vertes

Les algues vertes se développent principalement en raison de la combinaison de plusieurs facteurs :

- La **morphologie du littoral** : les baies fermées ou baies ouvertes avec un faible renouvellement et bénéficiant d'une eau claire sont touchées ;
- Des **conditions météorologiques** (ensoleillement, températures, pluviométrie, ...) propices au développement des algues ;
- La **présence de nutriments** (azote, phosphore) en quantité suffisante – notamment en fin de printemps et en été – qui nourrissent les algues.

C'est la conjonction de ces éléments qui peut entraîner des échouages plus ou moins importants d'algues vertes sur les côtes, du printemps à l'automne (voir schéma).





Phénomène d'échouage

Source : www.algues-vertes.com

Les **algues vertes sur vasières** sont liées aussi aux apports terrestres de nutriments, mais se pose en plus la question du rôle des sédiments vaseux dans le piégeage ou le relargage de nutriments dissous. Un **projet de recherche IMPRO** a été engagé dans le but d'évaluer l'impact des flux de nutriments provenant des sédiments sur la prolifération d'algues vertes.

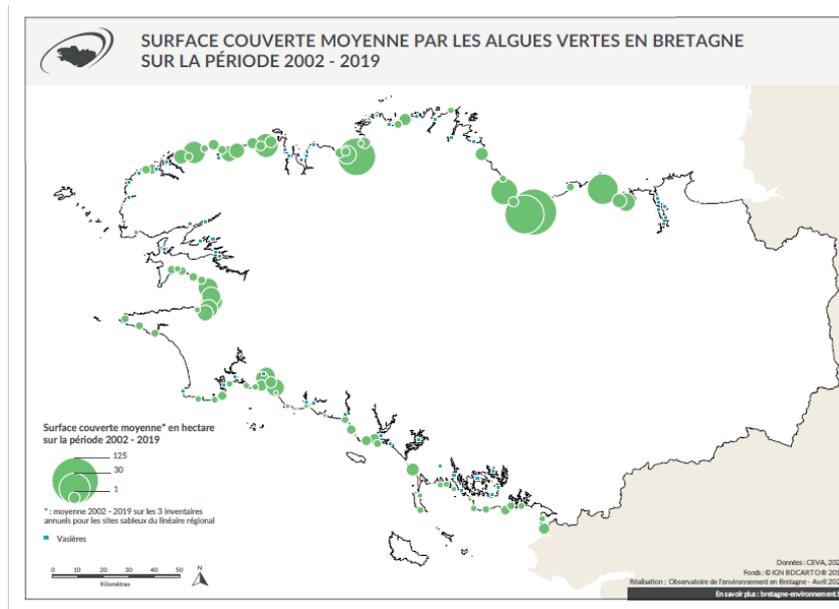
Les apports de nutriments est le seul paramètre sur lequel nous pouvons agir, mais qui reste soumis à un facteur incontrôlable : la pluviométrie. Une année avec une pluviométrie importante entraînera des flux d'azote et de phosphore plus importants qu'une année sèche.

De manière générale, on peut considérer que ce sont **les nitrates d'origine agricole qui sont l'élément nutritif contrôlant l'intensité des marées vertes de Bretagne**. Toutefois suivant les contextes, il ne faut pas minimiser les autres sources d'azote pouvant provenir des stations d'épuration ou des sédiments vaseux (sous forme d'ammonium ou azote organique).

Pour aller plus loin :

Le Centre d'Étude et de Valorisation des Algues (CEVA) réalise un suivi aérien du dépôt des algues vertes. Le CEVA et l'Observatoire de l'Environnement en Bretagne proposent une analyse interactive du suivi d'algues vertes en Bretagne. Cette analyse est disponible sur le site de l'OEB.

<https://bretagne-environnement.fr/donnees-analyses>



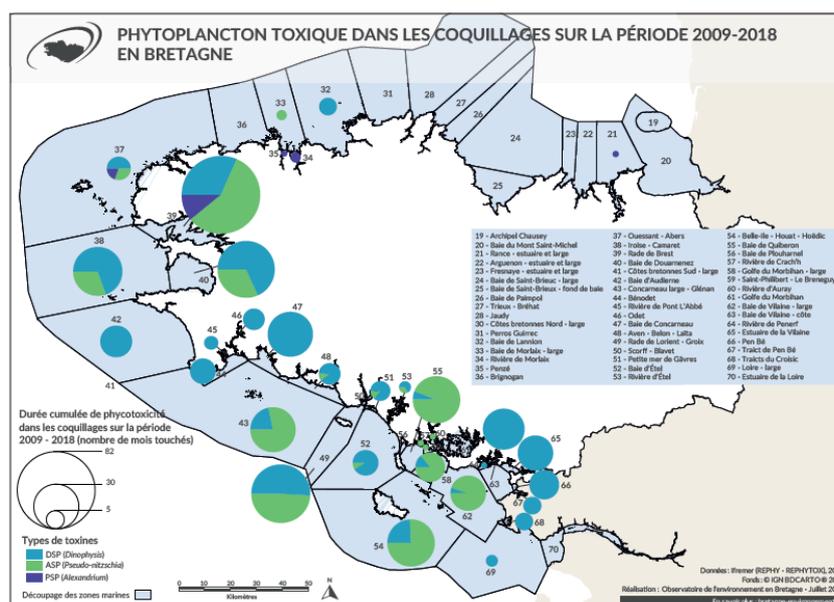
Source : Observatoire de l'Environnement de Bretagne

Le phytoplancton marin

Le **phytoplancton constitue l'ensemble des cyanobactéries et microalgues présentes dans les eaux de surface (marines, saumâtres et douces)**. Le phytoplancton, non-visible à l'œil nu, est la base de la chaîne alimentaire du monde marin et est l'un des poumons de notre planète : grâce à la photosynthèse, il produit plus de la moitié de l'oxygène terrestre et consomme la moitié du dioxyde de carbone.

Toutefois, **un excès de nutriments (azote et phosphore) risque de conduire à des blooms** qui peuvent entraîner la mort d'espèces marines par manque d'oxygène ou par colmatage des branchies. **Le développement de blooms se traduit par l'apparition d'eau de mer colorée** (verte, brune, orangée ou rouge due aux pigments des microalgues) ou de mousses abondantes ou encore par une mortalité importante de poissons. D'autre part, certaines espèces phytoplanctoniques : *Dinophysis*, *Alexandrium* et *Pseudo-nitzschia* produisent des phycotoxines, toxines respectivement diarrhéiques, paralysantes ou amnésiantes.

Le bloom printanier est naturel et dans les eaux littorales, son amplitude varie notamment en fonction des apports de nutriments d'origine continentale. En revanche, **des proliférations estivales de phytoplancton sont le plus souvent indicatrices d'une dégradation déjà avancée de l'écosystème**. Ces proliférations estivales sont en lien avec une fertilisation des eaux soutenue le plus souvent par les activités humaines et par un recyclage des nutriments à l'intérieur même de l'écosystème, stimulé par la température. Toutefois, en l'état actuel des connaissances scientifiques, il n'est pas possible de faire un lien précis entre le niveau de réduction des flux de nutriments (azote et phosphore) et les conditions de proliférations du phytoplancton.



Source : Observatoire de l'Environnement de Bretagne

Pour aller plus loin :

L'IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer) réalise un suivi du phytoplancton (REPHY) et plus particulièrement des phycotoxines dans les organismes marins (REPHYTOX).

<https://www.ifremer.fr/littoral/Reseaux-de-surveillance/Environnement/REPHY-la-surveillance-du-phytoplancton-et-des-phycotoxines>

Le **projet Phenomer** est un projet de science participative permettant de recenser les phénomènes d'eaux colorées dus aux proliférations de microalgues grâce aux signalements des citoyens.

<https://www.phenomer.org/>

Autres phénomènes

Dans la Baie du Mont-Saint-Michel, l'eutrophisation se traduit par une invasion des marais salés intertidaux (c'est-à-dire situés entre les deux niveaux des marées, basses et hautes) par le **chiendent maritime**, la turbidité de l'eau empêchant les algues vertes de se développer. La présence de nitrates dans l'eau permet au chiendent de s'acclimater à l'eau salée. Le chiendent qui, jusqu'alors, restait cantonné au haut de la dune descend sur l'estran et s'impose face aux espèces végétales telles que l'obione ou la puccinellie. Entre 1984 et aujourd'hui, **la surface d'herbus recouverte intégralement par le chiendent est passée de moins de 10 % à plus de 50 %.**

Pour aller plus loin :

Depuis 1984, une équipe de scientifiques du Centre Régional d'Études Biologiques et Sociales (CREBS) à Rennes, réalise un inventaire de la végétation sur les herbus de la baie du Mont-Saint-Michel.

<http://www.intersage-baiedumont.fr/focus/principaux-problemes/gestion-des-marais-sales/>

02. QUE DIT LE SDAGE ?



L'orientation **10A** : *Réduire significativement l'eutrophisation des eaux côtières et de transition*, comprend trois dispositions relatives aux algues vertes demandant aux SAGE concernés de :

10A-1 : *Algues vertes sur plages*

- Etablir un programme de réduction des flux d'azote de printemps et d'été ;
- Fixer des objectifs chiffrés et datés permettant aux masses d'eau situées sur le périmètre du SAGE d'atteindre les objectifs environnementaux fixés par le SDAGE, objectif de -30% à minima pour les **8 baies concernées par le plan gouvernemental algues vertes.**

10A-2 : *Algues vertes sur vasières*

- Etablir un programme de réduction des flux d'azote de printemps et d'été.

10A-3 : *Algues vertes sur platiers*

- Tenir compte des résultats de l'étude engagée par l'État pour déterminer des objectifs de réduction d'azote.

La disposition **10A-4** relative aux **blooms de phytoplancton** demande la poursuite d'actions de limitation des flux de nutriments sur les sites les plus concernés.

03. OUTILS DONT ON DISPOSE



Directive nitrates

La **Directive européenne "Nitrates"** du 12 décembre 1991 vise à réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole. En France, elle se traduit par la **définition de « zones vulnérables » où sont imposées des pratiques agricoles particulières pour limiter les risques de pollution.** La

région Bretagne est classée en totalité en « zone vulnérable » vis-à-vis du paramètre nitrates depuis 1994.

La Directive Nitrates est déclinée en programmes d'actions régionaux. Le 6^{ème} programme d'actions régional, en vigueur depuis le 1^{er} septembre 2018, s'applique à tous les exploitants agricoles ayant au moins une parcelle ou un bâtiment d'élevage situé en Bretagne.

Les règles applicables aux zones vulnérables portent principalement sur l'équilibre de la fertilisation, les conditions d'épandage, la gestion du pâturage et la couverture des sols et gestion adaptée des terres.

Pour aller plus loin :

Découvrez la plaquette d'informations sur le 6^{ème} programme d'actions Directives Nitrates en Bretagne :

http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/guide_par6.pdf

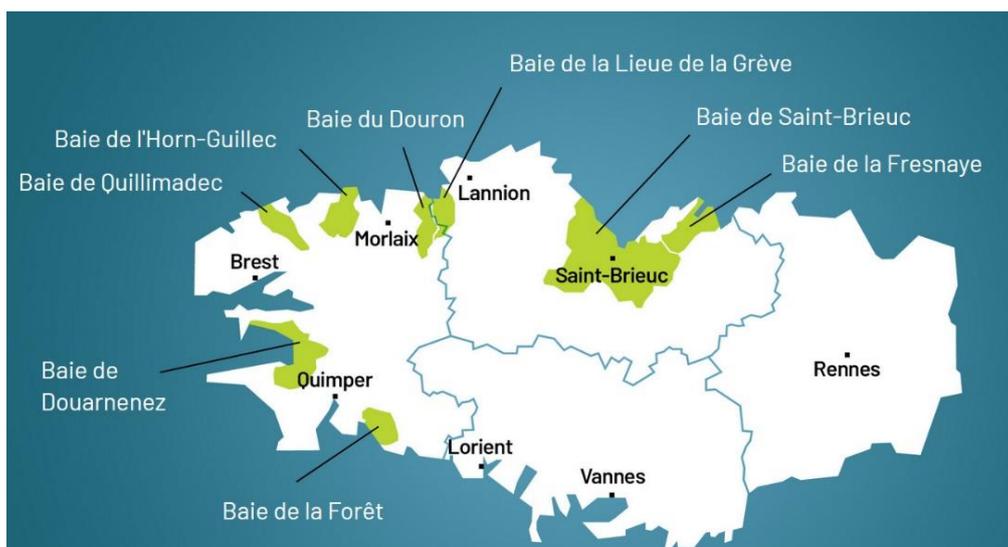
Le plan de lutte contre les algues vertes

Sur les **8 baies bretonnes les plus touchées par les « marées vertes », un plan spécifique de lutte contre la prolifération des algues vertes (PLAV)** est mis en œuvre depuis 2010 par les collectivités des territoires concernés en partenariat avec l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et les Conseils Départementaux.

Ce plan comporte 3 volets destinés à répondre aux enjeux sanitaires, environnementaux et économiques des échouages d'algues sur le littoral :

- Un **volet préventif** visant à faire évoluer les pratiques et systèmes agricoles pour réduire les fuites d'azote dans les cours d'eau ;
- Un **volet curatif** axé sur la sécurité des personnes grâce au ramassage et au traitement des algues échouées sur les plages ;
- Un **volet scientifique** pour renforcer la connaissance du phénomène.

Fortes des résultats du 1^{er} PLAV, les 8 baies bretonnes sont aujourd'hui engagées dans un second plan de lutte contre les algues vertes 2017-2021 et qui sera prolongé de deux à trois ans au-delà de 2021.



Les 8 baies engagées dans le plan de lutte contre les algues vertes

Source : algues-vertes.com

Pour aller plus loin :

Découvrez le site d'informations sur les algues vertes développé par Préfecture et Région Bretagne.

<https://www.algues-vertes.com/>

Autre programme de réduction des pollutions diffuses

Des actions basées sur le volontariat peuvent être mises en place dans le cadre d'un **contrat territorial** :

- Accompagnement individuel ou collectif visant à améliorer les pratiques et systèmes agricoles ;
- Restauration du bocage ;
- Réhabilitation des zones humides ;
- Suivi qualité des eaux, etc.

04. EXEMPLES CONCRETS



Une action innovante et mobilisatrice : les chantiers collectifs de semis précoces

Le PLAV accompagne les agriculteurs vers des pratiques et des systèmes limitant les fuites d'azote dans le milieu. L'une des actions portées par le PLAV consiste en l'implantation précoce de couverts végétaux (au-delà des obligations réglementaires) afin **d'optimiser le taux de couverture des sols.**

Ces semis précoces sont financés par l'Etat et confiés aux Entreprises de Travaux Agricoles (ETA) et aux Coopératives d'Utilisation de Matériel Agricole (CUMA) pour faciliter l'appropriation de ces techniques par les agriculteurs.

SAGE Golfe du Morbihan et Ria d'Etel

Le territoire du SAGE est concerné par les algues vertes sur vasières et par les phycotoxines. L'objectif fixé est de poursuivre la réduction des flux d'azote vers le littoral afin de limiter les phénomènes d'eutrophisation et atteindre le bon état des masses d'eau de transition et côtières. Pour ce faire, le SAGE se donne comme ambition de tendre vers une **diminution de 15 % des flux d'azote sur les bassins-versants les plus contributeurs** : le Pont du Roch, la Demi-Ville, le Loc'h et le Bilair, à horizon 2025-2027 par rapport à la situation de référence sur la période 2015-2017.

SAGE Blavet

La façade littorale est sujette à eutrophisation, notamment les vasières situées en rade de Lorient auxquelles s'ajoutent des sites sableux. Ainsi, 5 sites sont concernés :

- 3 sites de vasières à Locmiquélic, Port Louis et dans la Petite Mer de Gâvres ;
- 2 sites sableux situés à la pointe de Gâvres et à Larmor Plage.

Le Blavet contribue à 69 % du flux de nitrates dans la rade de Lorient (Scorff 31%)

Pour limiter ces phénomènes, **la CLE du SAGE Blavet a fixé des objectifs de réduction des teneurs en nitrates** au niveau de l'ensemble des sous-bassins composant le bassin-versant du Blavet et plus particulièrement au niveau de 3 sous-bassins-versants prioritaires les plus contributeurs aux flux de nitrates :

- Le Sulon et le Daoulas sur le Blavet costarmoricaïn ;
- L'Evel sur le Blavet morbihannais.

Evolution interannuelle de la surface couverte moyenne - sites sableux - (indice base 100 en 2002)



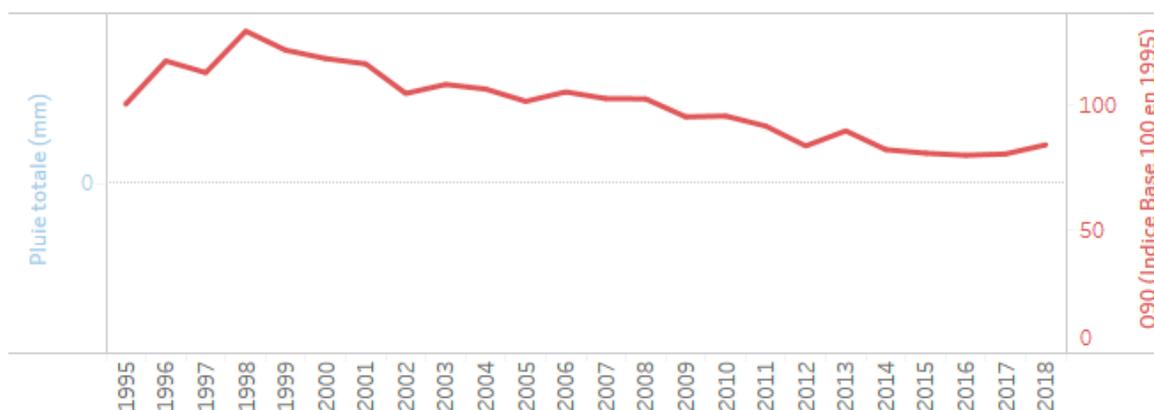
source : OEB/CEVA

05.RECOMMANDATIONS AUX NOUVEAUX ÉLUS



Les mesures réglementaires mises en place depuis 1996 couplées aux actions contractuelles mises en œuvre sur les bassins-versants ont permis d'entamer la diminution des concentrations de nitrates dans les eaux. En 2018, le percentile 90¹ moyen était de 37,9 mg/l dans les cours d'eau bretons et avait diminué de 16 % depuis 1995. Sur les bassins « algues vertes », **les teneurs en nitrates de certains cours d'eau ont même été réduites de plus de 30 % depuis 2010.**

Evolution du Q90 moyen (indice base 100 en 1995)



Source : Observatoire de l'Environnement de Bretagne

Les efforts doivent néanmoins se maintenir pour atteindre les objectifs de qualité de l'eau imposés par la DCE. Lors du lancement du PLAV en 2010, les concentrations cibles à atteindre ont été définies à 10 mg/l par l'IFREMER. Depuis, les modélisations réalisées, couplées à l'acquisition de connaissances par le CEVA, ont permis de déterminer plus précisément les concentrations pouvant permettre la réduction des proliférations d'algues vertes (de 10/15 mg/l sur les sites les plus sensibles à 20/25 mg/l).

¹ **Percentile 90** : Le percentile 90 permet d'estimer la qualité d'un cours d'eau pour un paramètre sur une période donnée dans les conditions critiques, mais en évitant les situations exceptionnelles. On cherche alors à retenir les prélèvements donnant la moins bonne qualité, à condition qu'elle soit constatée dans au moins 10% des prélèvements

Le phénomène d'algues vertes est un sujet complexe, sensible et fortement médiatisé. Il convient de communiquer avec rigueur sur ce sujet, en s'appuyant sur les données scientifiques et de connaissances du territoire.

06. POUR ALLER PLUS LOIN



Sur l'eutrophisation :

Expertise scientifique collective nationale (ESCo) sur l'eutrophisation : <https://www.afbiodiversite.fr/actualites/expertise-collective-sur-leutrophisation>

Sur les algues vertes :

Site de l'observatoire de l'environnement bretagne :

<https://bretagne-environnement.fr/sites-touches-algues-vertes-bretagne-article>

Site développé par la Préfecture de Région et la Région Bretagne : <https://www.algues-vertes.com/>

Site du CEVA chargé du suivi des algues vertes :

<https://www.ceva-algues.com/services-et-innovations/suivre-la-qualite-de-leau-et-analyser-les-dysfonctionnements-de-la-vegetation-aquatique/>

Site du CRESEB :

<http://www.creseb.fr/plav-ressources-documentaires/>

Sur le phytoplancton :

Site de l'observatoire de l'environnement bretagne :

<https://bretagne-environnement.fr/especes-phytoplancton-toxique-presentes-Bretagne-article>

Site de l'Ifremer :

https://envlit.ifremer.fr/surveillance/phytoplancton_phycotoxines

Devenir observateur des efflorescences de phytoplancton marin :

<https://www.phenomer.org/>

Site du Conseil Scientifique de l'Environnement de Bretagne (CSEB) :

<http://www.cseb-bretagne.fr/index.php/conferences/proliferation-de-phytoplancton-2015.html?start=10>

Sur le chiendent maritime :

Site de l'interSAGE Baie du Mont Saint Michel :
<http://www.intersage-baiedumont.fr/focus/principaux-problemes/gestion-des-marais-sales/>

Sur les nitrates dans les cours d'eau :

<https://bretagne-environnement.fr/matieres-azotees-cours-eau-bretons-indicateur>

07. EXEMPLE SUR LE SAGE ELLÉ ISOLE LAÏTA



Le bassin versant Ellé-Isole-Laïta n'est que **très peu concerné par les problématiques de phénomène d'algues vertes** compte tenu des caractéristiques physiques de son estuaire, peu propice au développement d'algues.

Cependant, le CEVA recense tout de même deux sites : **un site de vase** (pas de données disponibles) et **un site sableux**, à l'embouchure, au niveau de la plage du Bas Pouldu. En moyenne, **sur la période entre 2002 et 2019 (3 inventaires annuels), seul 0,33ha a été recouvert par les algues vertes au Bas Pouldu** (source OEB/CEVA).

La zone conchylicole, en aval du pont de St Maurice, connaît néanmoins régulièrement des fermetures liées aux phycotoxines, particulièrement au printemps et au début de la période estivale.

Sur le territoire, le flux d'azote spécifique moyen est estimé à **34 kg de N/ha/an**, au cours des 4 premiers cycles. Il est équivalent au flux régional estimé à 33 kg de N/ha/an.

Le SAGE ne fixe pas d'objectifs de réduction des teneurs en nitrate et de flux d'azote vers le littoral. **Le PASE 2019-2024 prévoit quant à lui d'exploiter et de suivre les principaux paramètres de qualité** dans le cadre du tableau de bord de suivi du SAGE, en particulier les flux d'azote en sortie d'estuaire (action D.1.1).