

JANVIER 2025

LES MARÉES VERTES



Découvrir l'environnement en Bretagne

ÉTAT DES LIEUX • 04/07

**UN PHÉNOMÈNE
RÉCURRENT
ET LOCALISÉ**

LES IMPACTS • 20/23

**LES IMPACTS
DES MARÉES VERTES**

LES RÉPONSES • 24/31

**QUELS MOYENS
POUR RÉDUIRE LES
FUITES D'AZOTE ?**



Sujets de sociétés, les questions environnementales sont complexes et nécessitent d'être expliquées au grand public pour une bonne appropriation. L'une des missions de l'Observatoire de l'environnement en Bretagne est de proposer aux Bretons et aux Bretonnes un accès aux données environnementales à l'échelle régionale qui soit fiable, pédagogique et vulgarisé. Accompagnés de référents scientifiques et techniques, nous vous proposons dans ce numéro de découvrir l'état des connaissances sur les marées vertes, un phénomène qui touche le littoral breton.

ILS VULGARISENT LES SCIENCES AVEC NOUS

Ce document a été réalisé en collaboration avec :

- Agence de l'eau Loire - Bretagne
- Agence régionale de santé en Bretagne
- Air Breizh
- Centre d'étude et de valorisation des algues
- Centre national de la recherche scientifique
- Concarneau Cornouaille Agglomération
- Conseil départemental des Côtes-d'Armor
- Conseil départemental du Finistère
- Conseil régional de Bretagne
- Conservatoire du littoral
- Dinan Agglomération
- Direction départementale des territoires et de la mer du Finistère
- Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt de Bretagne
- Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement en Bretagne
- Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
- Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
- Lannion-Trégor Communauté
- Morlaix Communauté
- Préfecture de la région Bretagne
- Préfecture des Côtes-d'Armor
- Réserve naturelle nationale de Saint-Brieuc
- Saint-Brieuc Armor Agglomération
- Syndicat mixte de la baie de Saint-Brieuc
- Université de Rennes

NOS SOURCES

••••••••••

Documentation

- Bilan des connaissances scientifiques sur les causes de prolifération de macro-algues vertes. Application à la situation de la Bretagne et propositions - CGEDD/CGAAER, 2012 tinyurl.com/3xstnv8e
- ceva-algues.com
- Les marées vertes. 40 clés pour comprendre. Alain Ménesguen, 2018. Éditions Quae
- Levain Alix. Vivre avec l'algue verte : médiations, épreuves et signes. 2014. Thèse de doctorat. Muséum National d'Histoire Naturelle shs.hal.science/tel-01098682/
- Algues vertes - Risques liés aux émissions gazeuses des algues vertes pour la santé des populations avoisinantes, des promeneurs et des travailleurs - Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective, 2011 www.anses.fr
- Synthèse des connaissances de l'impact des marées vertes sur les écosystèmes de fond de baie de Saint-Brieuc. Mise à jour août 2023, Réserve naturelle de la baie de Saint-Brieuc tinyurl.com/ye2874ry
- Évaluation environnementale du septième Programme d'Actions Régional Directive Nitrates, octobre 2023 tinyurl.com/3n4v36ce
- État des lieux 2019 du bassin Loire-Bretagne, AELB 2019 sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr
- Évaluation de la politique publique de lutte contre la prolifération des algues vertes en Bretagne (2010-2019), Cour des Comptes, 2021 tinyurl.com/3hnumtr9
- La programmation 2015-2020 fait la part belle à la MAEC système polyculture élevage herbivore, Draaf Bretagne tinyurl.com/55fzszxz

Données

- Les échouages d'algues vertes sur les sites sableux et sur vasières (Ceva) tinyurl.com/4xs69a8n
- Pression d'azote total épandu en Bretagne, DFA 2021-2022 et RPG 2022 (Draaf Bretagne) tinyurl.com/hdnryhh8
- Réseau de surveillance d'hydrogène sulfuré des baies bénéficiant du Plan de Lutte contre les Algues Vertes (Air Breizh) www.airbreizh.asso.fr
- Tableau de bord : Synthèse de l'état des masses d'eau littorale en Bretagne, OEB tinyurl.com/2wuamm2n
- Tableau de suivi du plan de lutte contre la prolifération des algues vertes, OEB tinyurl.com/ewwueay6
- Tableau de bord : Nitrates dans les eaux souterraines en Bretagne : analyse de l'évolution annuelle depuis 2000 tinyurl.com/3bvkkffyn

SOMMAIRE

04 > 07 **LES MARÉES VERTES, UN PHÉNOMÈNE RÉCURRENT ET LOCALISÉ**

Depuis quand y-a-t-il des marées vertes en Bretagne ? Qui surveille les échouages d'algues vertes ? Tout le littoral breton est-il concerné par ce phénomène ? Pourquoi les algues vertes prolifèrent-elles ?

08 > 11 **COMPRENDRE LES MÉCANISMES DE PROLIFÉRATION**

Quelles sont les espèces d'algues responsables des marées vertes en Bretagne ? Qu'est-ce qui explique leur capacité à proliférer ? Y-a-t-il des milieux naturels plus propices que d'autres aux proliférations algales ? Qu'est-ce qui contrôle la mobilité des algues vertes ?



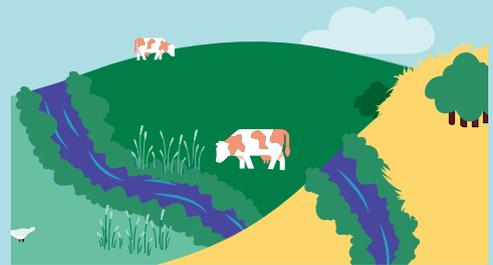
12 > 13 **COMMENT LES MARÉES VERTES ONT FAIT NAÎTRE UNE SITUATION DE CRISE ÉCOLOGIQUE EN BRETAGNE**

Interview d'Alix Levain, anthropologue et chargée de recherche au CNRS, qui s'intéresse au phénomène des marées vertes comme situation de crise et de changement environnemental, sous l'angle sociologique de ceux qui y sont confrontés.



14 > 19 **QUAND LE CYCLE DE L'AZOTE S'EMBALLÉ**

Qu'est-ce que le cycle de l'azote et comment cultures et élevages y contribuent-ils ? Pourquoi le contexte géographique de la Bretagne renforce-t-il la cascade de l'azote ? Quelles sont les pratiques qui induisent ou, au contraire, limitent les fuites d'azote dans l'eau ? D'où vient l'azote qui s'accumule sur le littoral breton ? La nature du sous-sol a-t-elle un impact sur les marées vertes ? Quelle teneur en nitrates viser pour lutter contre les proliférations d'algues vertes ?



20 > 23 **LES IMPACTS DES MARÉES VERTES**

Quels sont les risques sanitaires associés aux marées vertes ? Que sait-on de l'hydrogène sulfuré (H₂S) et des effets sur la santé de ce gaz ? Quelles sont les résultats des mesures d'H₂S dans les secteurs à marées vertes en Bretagne ? Quel est l'impact des marées vertes sur la biodiversité ? Et sur les activités littorales ?

24 > 31 **QUELS MOYENS POUR RÉDUIRE LES FUITES D'AZOTE ?**

Que dit la loi ? En quoi consiste le plan de lutte contre les proliférations d'algues vertes en Bretagne et quel est son état d'avancement ? Les pratiques agricoles ont-elles évolué dans les 8 baies concernées par le plan ?

32 > 33 **QUE RETENIR ?**

Les informations essentielles et les chiffres clés du dossier. Aller plus loin avec des données spatiales et temporelles détaillées.

LES MARÉES VERTES, UN PHÉNOMÈNE RÉCURRENT ET LOCALISÉ

.....



Depuis leurs premières manifestations sporadiques dans les années 1960, les marées vertes sont devenues des invitées estivales indésirables dans plusieurs baies bretonnes. Chaque année, elles reviennent. La question est de savoir où et en quelles quantités ?

Rédigé par Emmanuèle Savelli (OEB) en collaboration avec Sylvain Ballu (Ceva) Alain Ménesguen (Ifremer)

Les marées vertes sont des proliférations massives d'algues vertes touchant certaines portions du littoral. Ce phénomène a été décrit pour la première fois en 1911 dans l'anse de Belfast [1]. Aujourd'hui, des dizaines de sites sont concernés dans le monde.

Il est apparu en Bretagne, dans les années 1960. D'abord restreintes à quelques lieux en Côtes-d'Armor, ces proliférations se sont peu à peu amplifiées et multipliées. Elles sont devenues plus intenses et plus longues, gagnant une part croissante du littoral breton. Selon les années,

entre 75 et 115 sites sont touchés, et 40 à 50 communes ramassent des algues échouées. Sur les 10 dernières années, le volume annuel ramassé est en moyenne de 50 000 m³ [2].

141 SITES SABLEUX ET VASIÈRES DEPUIS 2002

En Bretagne, c'est le Centre d'étude et de valorisation des algues (Ceva) qui surveille les proliférations d'algues vertes. Depuis 2002, il a recensé 141 sites côtiers touchés au moins une fois par une marée verte, pour deux-tiers des sites sableux (baies et plages sableuses) et pour un tiers des vasières.

[1] Bilan des connaissances scientifiques sur les causes de prolifération de macroalgues vertes. Application à la situation de la Bretagne et propositions. (2012) CGEDD/CGAAER tinyurl.com/ye25wa6f

[2] Source : le Centre d'étude et de valorisation des algues

Frise chronologique

- **1960**
Observation des premières proliférations en Côtes-d'Armor
- **1970**
Elles commencent à devenir gênantes en baies de Saint-Brieuc et de Lannion
- **1980**
Le phénomène touche de plus en plus de secteurs littoraux et il dure de plus en plus longtemps. On parle désormais de « marées vertes ».

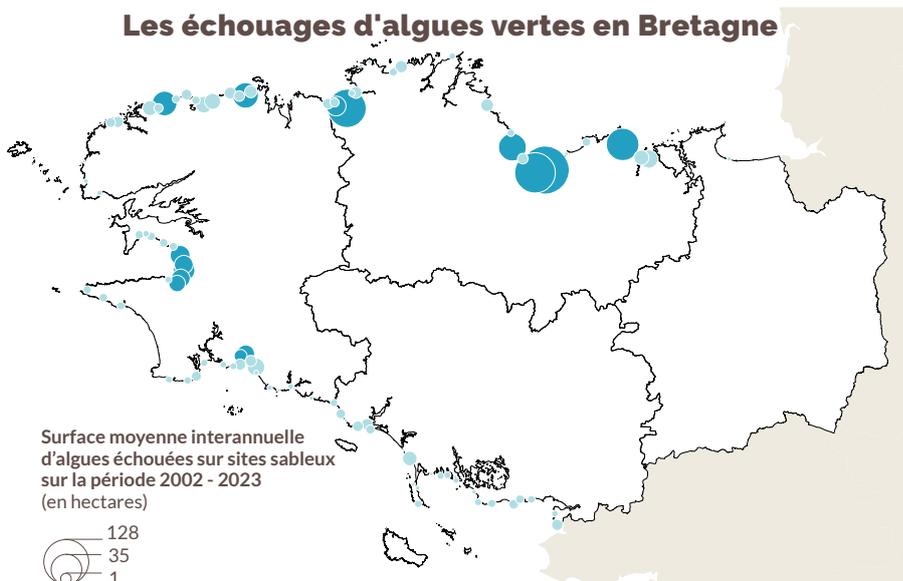
PRÈS DE 90 % DES ALGUES ÉCHOUÉES

Pour suivre l'intensité des marées vertes, le Ceva mesure la surface couverte par les algues échouées sur le littoral. Les échouages sur sites sableux se concentrent plutôt au nord de la région. La surface moyenne d'algues échouées fluctue fortement selon les années. Dans le cas des vasières, les mesures des surfaces maximales d'algues échouées depuis 2008 semblent indiquer des surfaces en hausse mais sans tendance marquée.

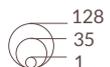
Il n'y a pas des marées vertes sur l'ensemble du littoral breton, mais le phénomène est récurrent dans certaines baies. Huit d'entre elles concentrent 88 % de l'ensemble des échouages régionaux [3]. Ces baies bénéficient aujourd'hui du plan de lutte contre les proliférations d'algues vertes en Bretagne. Les baies de Saint-Michel-en-Grève et de Saint-Brieuc sont les plus anciennement touchées. Cette dernière, très vaste, cumule également les plus grandes surfaces d'algues échouées.

[3] En considérant la moyenne annuelle sur l'ensemble des surfaces sur plage sur 2002 - 2021

Les échouages d'algues vertes en Bretagne



Surface moyenne interannuelle d'algues échouées sur sites sableux sur la période 2002 - 2023 (en hectares)



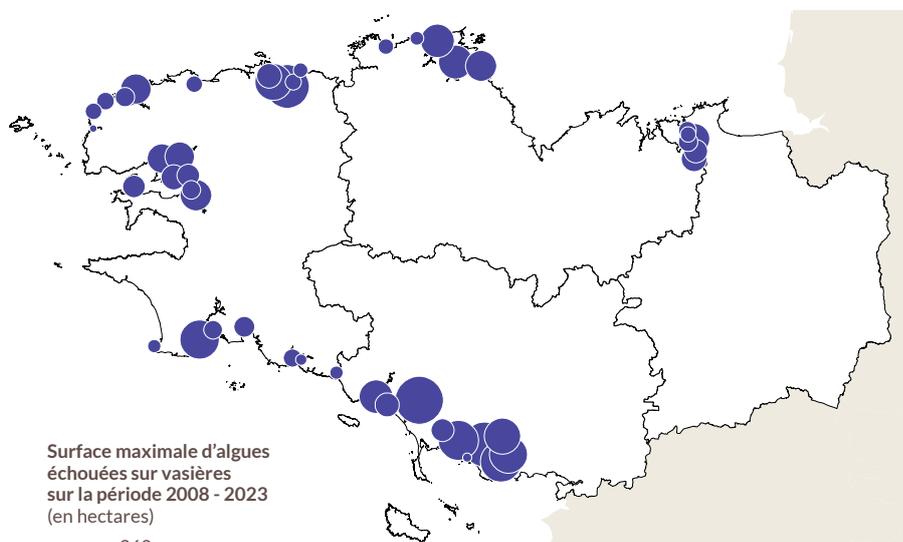
Site inclus dans le PLAV (plan de lutte contre les algues vertes)

● oui (15) ● non (80)

386 ha/an
en moyenne d'algues vertes sur

95 sites sableux

En ha Évolution des échouages sur sites sableux



Surface maximale d'algues échouées sur vasières sur la période 2008 - 2023 (en hectares)



1 360 ha/an
au maximum d'algues vertes sur

47 vasières

En ha Évolution des échouages sur les vasières



Évolution et répartition des marées vertes en Bretagne. Sites sableux : surface moyenne obtenue sur 7 inventaires d'avril à octobre sur les 29 sites suivis mensuellement (qui représentent généralement 92 % du total des surfaces échouées) parmi les 95 sites sableux. Vasières : surface maximale échouée sur les vasières des 18 vasières suivies annuellement. Données : Ceva, 2024 • Réalisation : OEB, novembre 2024

ELLES SUIVENT LE CYCLE DES SAISONS

Les algues qui prolifèrent sont opportunistes et annuelles. Elles naissent de la réponse du milieu marin vivant à un apport élevé d'azote qui est un des éléments nutritifs nécessaires à leur développement (avec le phosphore, le potassium et le carbone, déjà présents dans les eaux littorales). Cet azote arrive en mer principalement par l'intermédiaire des fleuves. Il agit comme une pollution chimique chronique.

À partir d'avril-mai, avec l'augmentation de l'éclairement dans les eaux littorales et la présence de ces éléments nutritifs, la photosynthèse permet la production de biomasse (matière végétale), en particulier pour les algues vertes, très photophiles [4]. En quelques mois, dans des sites naturellement confinés, cette

.....

Le reliquat hivernal d'algues est plus important si les proliférations ont été tardives et s'il y a peu de tempêtes.

.....

biomasse devient si importante qu'elle se dépose en « marées vertes » sur la côte, avec un pic d'échouages en moyenne en juin-juillet.

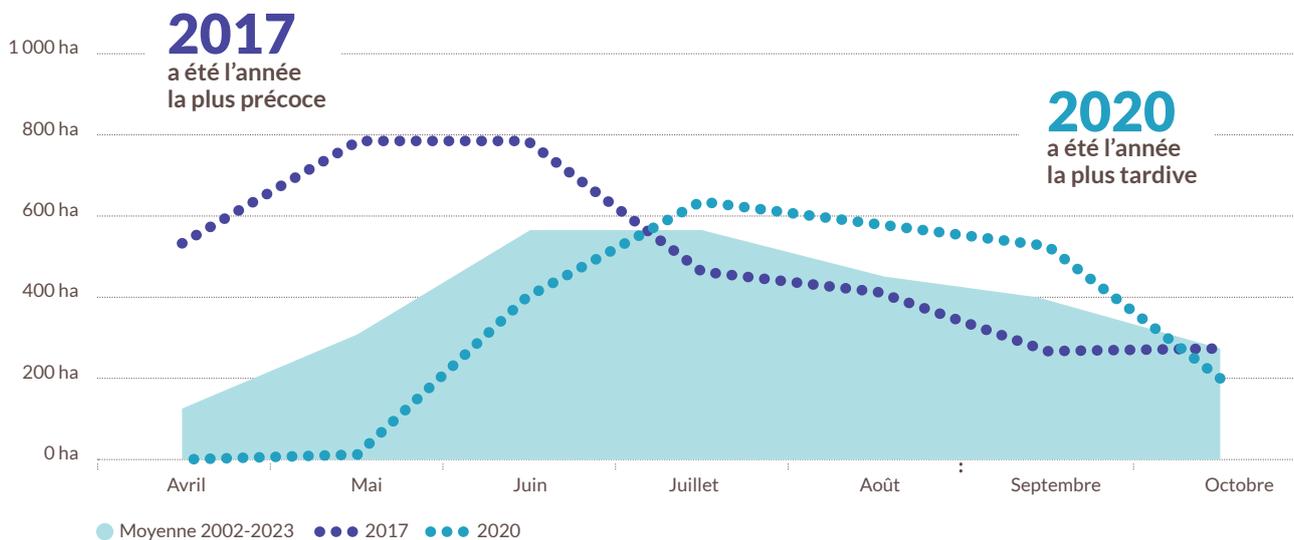
Le phénomène perdure jusqu'en milieu d'automne, puis régresse en hiver en raison de la baisse de l'éclairement, de la dispersion et de la fragmentation des algues lors des tempêtes.

LES MARÉES VERTES ONT UNE "MÉMOIRE"

Bien qu'une grande partie des algues vertes disparaisse en hiver, il reste un reliquat, plus ou moins important, qui agit comme une « mémoire » des marées vertes de l'année précédente. Ce stock résiduel influence la précocité du retour du phénomène dès que les conditions du milieu marin redeviennent favorables à la production de biomasse. Le reliquat hivernal d'algues est plus important si les proliférations ont été soutenues en fin de saison et s'il y a peu de tempêtes hivernales.

[4] Un organisme photophile est un organisme vivant qui exige ou supporte un éclairement important.

La saison de prolifération des algues vertes



Cumul des surfaces mensuelles couvertes par les algues vertes sur les sites sableux des 8 baies du plan de lutte contre les algues vertes
Données : Ceva, 2023 • Réalisation : OEB, novembre 2024

UN LITTORAL LONG ET PEUPLÉ

Le littoral breton représente près d'un tiers du trait de côte en France métropolitaine. Il concentre également un tiers des habitants de la région. L'emploi y est marqué par des activités maritimes (pêche, aquaculture) et le tourisme, mais pas seulement puisque l'agriculture, par exemple, reste une activité importante. Certaines productions agricoles littorales, comme la production légumière, sont directement liées à la proximité de la mer (la nature des sols, la douceur du climat) et représentent une part importante de la production régionale de produits frais.

8 TERRITOIRES SOUS LA PRESSION DES MARÉES VERTES

Bien qu'elles ne représentent qu'une partie du trait de côte en Bretagne, les huit baies qui concentrent 88 % de l'ensemble des échouages d'algues vertes correspondent à huit territoires qui en subissent particulièrement les effets indésirables et qui sont aujourd'hui engagés dans le plan de lutte contre les proliférations d'algues vertes en Bretagne. Il s'agit de : la baie de la Fresnaye, la baie de Saint-Brieuc, la baie de Lieue-de-Grève, l'anse du Douron, l'anse de l'Horn-Guillec, l'anse du Quillimadec-Alanan, la baie de Douarnenez et la baie de la Forêt. Ces bassins versants représentent 7,3 % de la surface agricole utile, 10,5 % des exploitations agricoles [5] et 6 % de la population bretonne [6].

Encore plus qu'ailleurs, le sentiment d'impuissance à résoudre le problème des marées vertes y est important. Ce qui génère de fortes tensions et rend le sujet des algues vertes conflictuel et médiatique.

[5] La surface agricole utile (SAU) est la somme des surfaces cultivées par l'exploitant agricole, comprenant des terres labourables, des surfaces toujours en herbe, des cultures permanentes (vignes, vergers, etc.) ou des cultures spéciales (maraîchères).

[6] Selon le rapport d'évaluation de la politique publique de lutte contre la prolifération des algues vertes en Bretagne de la Cour des comptes, publié en 2021.

Comparé à toute la région, le littoral breton représente...



20 %
de la superficie*



22 %
des communes



37 %
de la population



39 %
des emplois



41 %
des établissements actifs



76 %
des résidences secondaires

* Part régionale de la surface cumulée des communes littorales.
Données : Insee, 2021 • Réalisation : OEB, avril 2023

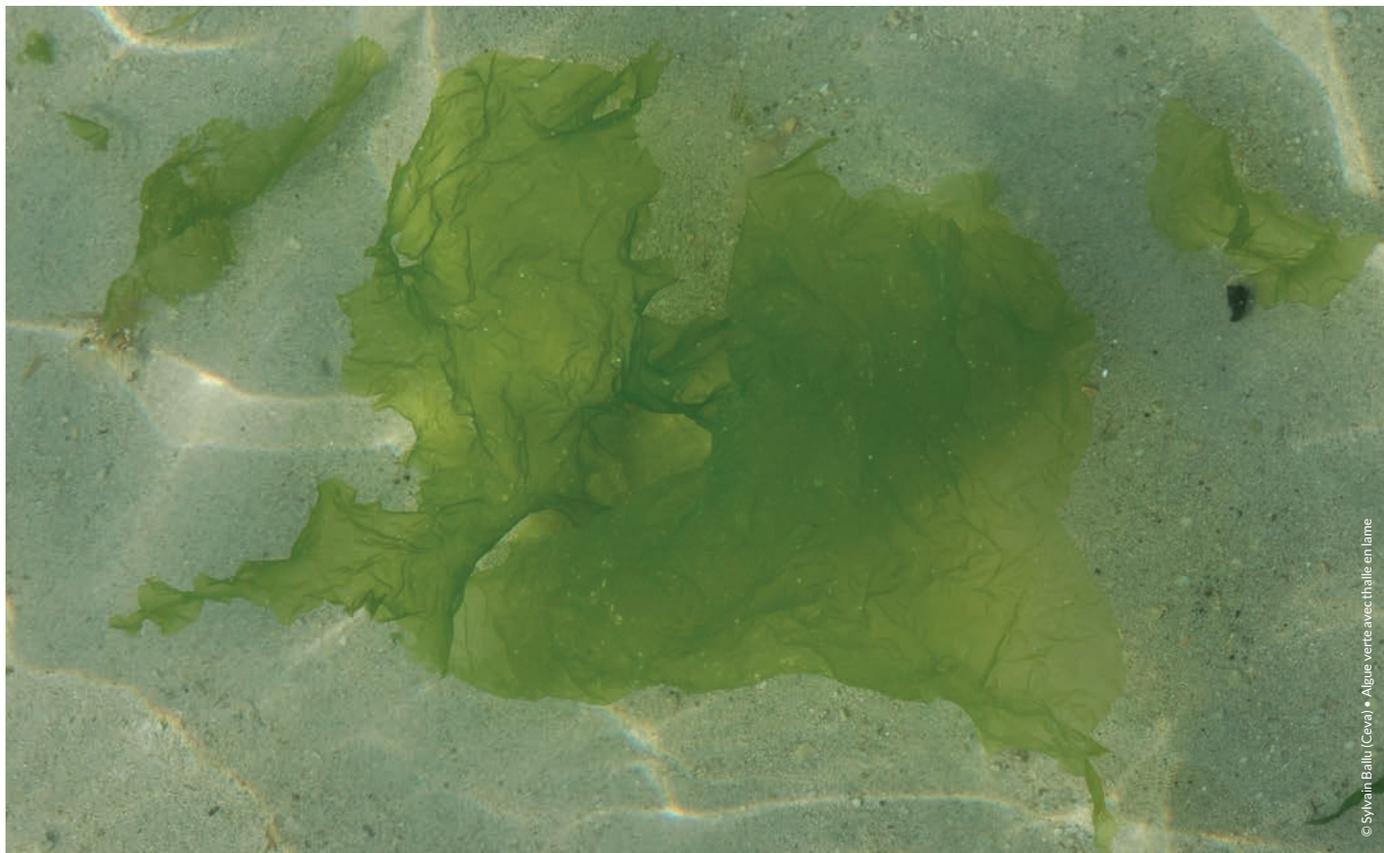
— Testez vos connaissances —

- Depuis quand y-a-t-il des marées vertes en Bretagne ?
 - 1940
 - 1960
 - 1980
- Quels sont les milieux côtiers touchés ?
 - des plages sableuses
 - des falaises
 - des vasières
- Combien de baies sont concernées par le plan de lutte contre les proliférations d'algues vertes en Bretagne ?
 - 8 baies
 - 18 baies
 - 28 baies
- Quand les proliférations d'algues ont-elles le plus souvent lieu ?
 - de janvier à juin
 - en juillet-août
 - d'avril à octobre

Réponses : 1. 1960 ; 2. Des plages sableuses et des vasières ; 3. 8 baies ; 4. D'avril à octobre

COMPRENDRE LES MÉCANISMES DE PROLIFÉRATION

.....



© Sylvain Ballu (Ceva) - Algue verte avec thalle en lame

Les algues vertes sont naturelles et leur présence, dès lors qu'elle n'est pas excessive, n'indique pas fatalement un désordre écologique. Alors comment expliquer qu'en Bretagne, elles prolifèrent ?

Rédigé par Emmanuèle Savelli (OEB) en collaboration avec Sylvain Ballu (Ceva) Alain Ménesguen (Ifremer)

Dans la majorité des proliférations d'algues non microscopiques en Bretagne [1], ce sont des espèces d'algues vertes du genre *Ulva* qui sont impliquées. Parfois aussi, depuis quelques années, des algues brunes ou rouges filamenteuses. Ces dernières peuvent même devenir prépondérantes, jusqu'à former des « marées brunes ou rouges », dans certains secteurs côtiers dans l'est des Côtes-d'Armor.

[1] Les eaux littorales bretonnes connaissent aussi des proliférations de phytoplancton.

.....

Si les algues vertes prolifèrent, c'est parce que la nature les a dotées d'atouts efficaces.

.....

LE SECRET DES ALGUES VERTES

Si les algues vertes prolifèrent, c'est parce que la nature les a dotées d'atouts efficaces : un métabolisme élevé, une grande capacité à se fragmenter, et une simplicité anatomique facilitant le bouturage (c'est-à-dire la reproduction végétative). La forme de leur thalle, c'est-à-dire la partie végétative des algues chez lesquelles on ne distingue pas de racine, de tige ou de feuille, est au cœur de ce pouvoir.

LAME, RUBAN ET FILAMENT

Chez les algues vertes, le thalle est soit en forme de lame (algues dites « laitue de mer », les plus courantes en Bretagne) soit en forme de ruban (en forme d'intestin) ou de filaments (cheveux). Ces formes facilitent les échanges avec le milieu ambiant pour capter l'énergie lumineuse et absorber les éléments nutritifs que sont l'azote, le phosphore, le potassium, etc.

Leur métabolisme, plus élevé que celui des algues brunes et rouges, nécessite beaucoup de lumière et un milieu riche en éléments nutritifs mais il leur donne un avantage compétitif. Si bien que les algues vertes peuvent recouvrir des algues brunes et rouges, puis les remplacer dans certains contextes côtiers.

FRAGMENTATION ET BOUTURAGE

Le thalle des algues vertes, plus fin que celui des algues brunes, se déchire plus facilement sous l'action des vagues ce qui favorise la dérive en suspension des fragments d'algues vertes dans les masses d'eau littorale... Des fragments, eux-mêmes capables de repousser (« bouturer »), grâce à leur simplicité anatomique, pour reformer des thalles complets.

DES EAUX ÉCLAIRÉES, CHAUDES ET RICHES EN AZOTE

La formation d'une marée verte résulte de la conjonction d'un reliquat hivernal d'algues vertes suffisant, de conditions

du milieu littoral propices à une croissance rapide des algues vertes et, enfin, d'une configuration de site favorable à leur maintien dans ce milieu.

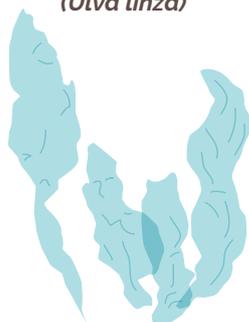
Par conditions propices, on entend un bon éclairage (donc des eaux peu troubles pour que la lumière y pénètre profondément), une température de l'eau au moins de 12°C (même si l'optimum se situe plutôt vers 17 °C voire 20 °C), une concentration en nitrates dans la masse d'eau littorale au moins de l'ordre de 10 à 15 micromoles (soit 0,5 à 1 mg/l de nitrates) car la teneur naturelle des eaux marines du large est quasiment nulle. Selon les caractéristiques de chaque année, l'intensité de la production d'algues vertes varie. Elle est plus faible les années à printemps et été secs. Et plus forte, les années à printemps et été alternant fréquemment pluie et soleil, surtout si la prolifération a pu s'installer précocément.

Les différentes formes de thalles des algues vertes

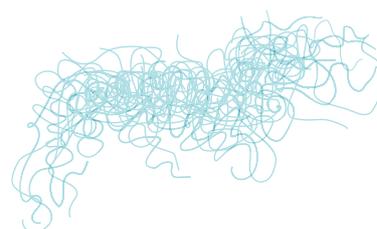
Thalle en lame
(*Ulva Armoricana*)



Thalle en ruban
(*Ulva linza*)



Thalle en filaments
(*Ulva ramulosa*)



DES SITES OÙ L'EAU EST NATURELLEMENT CONFINÉE

Les sites favorables sont les estrans plats et les baies semi-fermées où débouchent des cours d'eau riches en azote. L'eau y est peu profonde et se renouvelle peu, malgré le va-et-vient des marées. Elle est plus chaude et plus éclairée, les courants de dérive résiduelle (c'est-à-dire, sans compter le mouvement des marées) y sont plus faibles.

UN LIEN FORT AVEC LA QUANTITÉ D'AZOTE DISPONIBLE À LA BELLE SAISON

Parmi tous les paramètres qui jouent sur la quantité d'algues échouées, le flux d'azote apporté par les fleuves de mai à août est prépondérant puisqu'il est étroitement couplé à la surface d'algues échouées de la même année.

CE QUI CONTRÔLE LA MOBILITÉ DES ALGUES

Les algues vertes sont des végétaux, à l'origine, fixés sur les fonds durs soit sur des rochers, soit sur d'autres algues (forme épiphyte). La houle et les courants de marée, conjugués à la grande fragilité des thalles, fragmentent les algues vertes et confèrent à ces dernières une mobilité opportuniste. Elles se mettent à dériver jusqu'à des secteurs côtiers où les masses d'eau littorales sont favorables à la croissance accélérée.

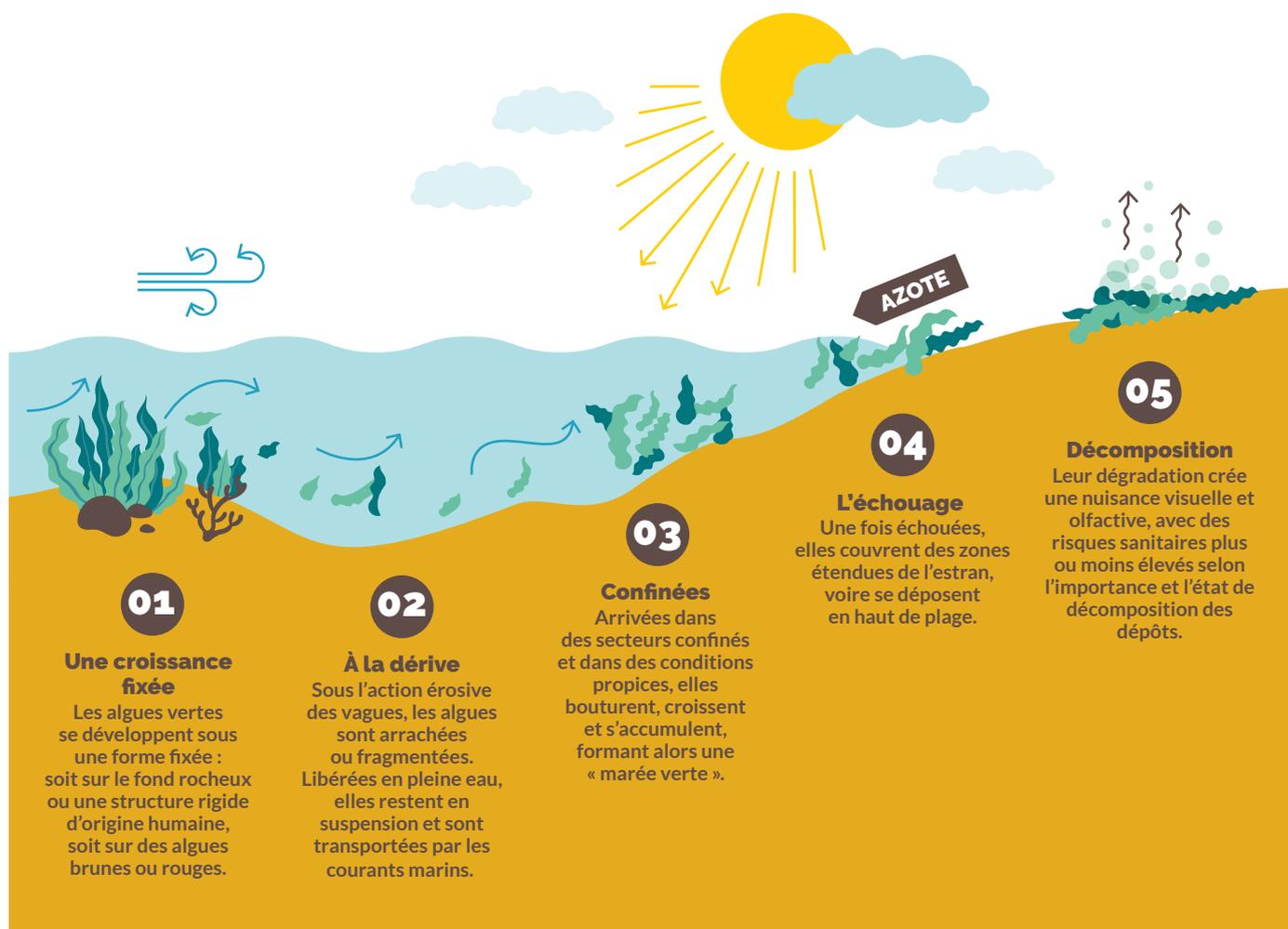
Ce confinement peut paraître étonnant en Bretagne dont le littoral est connu pour ses fortes amplitudes de marées. Mais dans certaines baies, même ouvertes vers le large, comme Saint-Brieuc, Saint-Michel-en-Grève, Douarnenez, Concarneau, les courants sont tels que malgré un va et vient de marée important les masses d'eau sont peu renouvelées (on parle de « confinement dynamique ») et comme enfermées dans une nasse invisible.

.....
Parmi tous les paramètres qui jouent sur la quantité d'algues échouées, le flux d'azote apporté par les fleuves de mai à août est prépondérant puisqu'il est étroitement couplé à la surface d'algues échouées de la même année.



Trainées d'algues vertes en cours d'échouage dans la ria d'Étel, un exemple en Bretagne de vasière confinée.

Les principales étapes de formation d'une marée verte



Sur les grands sites les plus touchés en Bretagne, l'étape fixée (n°1) n'a pas lieu et les algues sont dérivantes. Il existe néanmoins des marées vertes d'arrachage pour lesquelles les 5 étapes s'enchaînent. • Réalisation : OEB, avril 2021

TROIS TYPES DE MARÉES VERTES

La plupart des marées vertes observées dans la région sont formées par des algues dérivantes ne contenant quasiment que des algues en forme de lame (ulves ou « laitues de mer »). Maintenues en suspension par les mouvements marins, elles demeurent dans des eaux peu profondes, au-dessus de pentes douces sableuses et où elles tirent profit de la richesse excessive en azote, du fort éclaircissement, de la transparence de l'eau et de la réverbération du fond clair. Ce type de marées vertes est alimenté notamment par des stocks résiduels hivernaux d'algues qui ne connaissent plus de phase fixée (étape 1 du schéma) dans leur cycle de vie.

Mais d'autres types de marées vertes, moins bien connus, ont aussi été identifiés : les marées vertes d'arrachage et celles des vasières.

Les premières interviennent également sur des fonds sableux mais après une étape de recolonisation, sous une forme fixée, dans la zone de l'estran ou des petits fonds, en mélange avec des grandes algues de ceintures (laminaires, fucales). Lors des échouages, les algues vertes sont plus ou moins mêlées à du géomon.

Les secondes sont observées dans des estuaires, des rias. Les algues vertes croissent sur la vase, parfois plus ou moins enfouies. Elles se reportent probablement d'une année à l'autre par des formes hivernales persistantes, enfouies et fragmentées. Si dans ces vasières, la présence d'algues vertes est naturelle jusqu'à un certain niveau de développement, sur sites sableux, leur présence en quantité témoigne d'une mauvaise qualité écologique des masses d'eau.

— Testez — vos connaissances

- 1 Les algues vertes se bouturent :**
 - oui
 - non
- 2 En Bretagne, on a observé des proliférations d'algues :**
 - vertes
 - brunes
 - rouges
 - bleues

Réponses : 1. Oui 2. Vertes, brunes, rouges

COMMENT LES MARÉES VERTES ONT FAIT NAÎTRE UNE SITUATION DE CRISE ÉCOLOGIQUE EN BRETAGNE



Alix Levain est anthropologue et chargée de recherche CNRS. Depuis sa thèse « Vivre avec l'algue verte : médiations, épreuves et signes », elle s'intéresse au phénomène des marées vertes comme situation de crise et de changement environnemental, sous l'angle sociologique de ceux qui y sont confrontés. Ses travaux permettent de rendre compte de la complexité du vécu des différents acteurs face à ce phénomène.

Rédigé par Adeline Louvigny (OEB)

S'il est admis aujourd'hui que la réduction des fuites d'azote agricole est le principal levier d'action pour lutter contre la prolifération des algues vertes, le chemin de validation des connaissances scientifiques autour du phénomène a été long et semé d'embûches, les institutions publiques et professionnelles agricoles demandant continuellement aux scientifiques un affinement et une revalidation des connaissances.

« La question de la description des mécanismes et du phénomène des marées vertes n'était pas quelque chose de très compliqué scientifiquement. Quand on écoute les chercheurs qui ont travaillé dessus, entre 1985 et 1990, ils considéraient qu'ils en avaient fait le tour assez rapidement, et que la connaissance qu'ils avaient produite était robuste. D'autant plus qu'on était sur des phénomènes d'eutrophisation assez classiques, qui ont été énormément étudiés dès les commencements du développement de l'écologie scientifique. La grosse surprise pour ces chercheurs, ça a été de se rendre compte que ce n'était pas audible, pas recevable. Ça faisait mal de recevoir ça, dans la mesure

où, à l'époque, il n'y avait pas de remise en question du modèle agricole qui avait été élaboré, construit, encouragé par les institutions à partir de l'après-guerre. Il y avait des voix discordantes, mais elles étaient plutôt minoritaires, et par comparaison faiblement structurées.

Le premier réflexe a été finalement d'épuiser toutes les autres options possibles, en particulier les rejets de phosphates, avant de se pencher sur les composés azotés, sur lesquels les opérateurs publics avaient peu de prise. Cette trajectoire de prise en charge des pollutions diffuses est quelque chose qui a été observé en Bretagne, mais aussi partout où il y a eu des problèmes d'eutrophisation, comme en Scandinavie ou dans les grands lacs américains. On essaye d'abord d'épuiser tout ce qui nous paraît efficace avant d'ouvrir cette grande boîte de Pandore qu'est le cycle de l'azote, avec ses molécules incontrôlables. En règle générale et tout au long du XX^{ème} siècle, on a commencé par travailler sur l'assainissement urbain et les pollutions industrielles ponctuelles, puis l'assainissement collectif des particuliers en milieu rural, puis enfin sur l'azote et les pollutions agricoles. Avec le recul, les chercheurs spécialistes de l'eutrophisation côtière et des marées vertes témoignent aujourd'hui du fait que ce travail leur a demandé beaucoup d'énergie, de résistance.

Parce qu'il leur était finalement toujours demandé d'être plus précis, plus sûrs d'eux-mêmes, de démontrer en permanence la pertinence de leurs travaux. C'est quelque chose de bien connu des sciences sociales : la recherche de connaissances ou l'invocation d'un besoin de connaissances supplémentaires, c'est une variable d'ajustement dans les situations conflictuelles où l'arbitrage politique est difficile. »



La recherche de connaissances ou l'invocation d'un besoin de connaissances supplémentaires, c'est une variable d'ajustement dans les situations conflictuelles où l'arbitrage politique est difficile.



Cette situation conflictuelle a été rendue visible par des sortes de « combats médiatiques » entre représentants du milieu agricole, et militants environnementalistes, via différentes manifestations, rassemblements, campagnes de publicité. Mais le vécu des habitants face aux marées vertes ne peut pas se résumer à cette opposition « écolo versus agriculteurs ».

« Une enquête qui avait été menée par l'anthropologue Monique Le Chêne en baie de Saint-Brieuc montrait très bien que le discours sur les algues vertes était extrêmement indexé sur l'histoire et la trajectoire biographique des individus. Que ce soit la reconnaissance et la dénonciation du lien entre agriculture intensive et marées vertes, ou au contraire la négation, la relativisation ou le questionnement de ce lien. Plus les personnes interrogées étaient historiquement proches du milieu rural et du milieu agricole, plus elles avaient d'attaches dans ce milieu-là, plus elles mettaient à distance les discours d'alerte sur les dommages environnementaux de l'agriculture. Ces personnes revendiquent une forme d'autochtonie, donc un lien très fort avec le territoire, et se solidarisent de son histoire.

Quand on interroge des gens qui ne sont pas militants, et qui n'appartiennent pas à une famille d'agriculteurs en activité, beaucoup ont des positions pondérées, balancées. Il y a ce profond désir d'être équilibré dans son jugement, modéré. Il y a cette peur de voir une conflictualité frontale s'installer sur le territoire.

Ça ne veut pas dire qu'il n'y a pas eu des mobilisations de la part de personnes installées de longue date.

.....
Il y a ce profond désir d'être équilibré dans son jugement, modéré. Il y a cette peur de voir une conflictualité frontale s'installer sur le territoire.
.....

Quand on regarde les premières dénonciations des marées vertes, elles émanent toutefois principalement de gens déjà politisés, qui sont déjà engagés dans une dénonciation globale des dommages sociaux et environnementaux occasionnés par les transformations agricoles et la modernisation à marche forcée de l'agriculture. Les marées vertes deviennent alors un argument supplémentaire dans un discours déjà construit. »

Même s'il y a cette volonté d'avoir des positions pondérées, dès les premiers témoignages du phénomène dans les années 70, les marées vertes sont perçues comme une souillure, et vécues comme une honte pour les habitants des territoires concernés.

« L'idée de souillure est renforcée, si ce n'est indissociable, de la mise en tourisme balnéaire du littoral. La honte est une émotion sociale, il n'y a pas de honte s'il n'y a pas de mise en scène de soi. Le littoral balnéaire, c'est un espace de mise en scène de la beauté du territoire pour les touristes, les visiteurs.

La honte, et la symbolique, restent assez fortes même chez ceux qui vivent avec les marées vertes sans trop de problèmes. Ce qu'ils veulent, c'est les ramasser à tout prix, comme ça ils ne sont pas à la merci du jugement

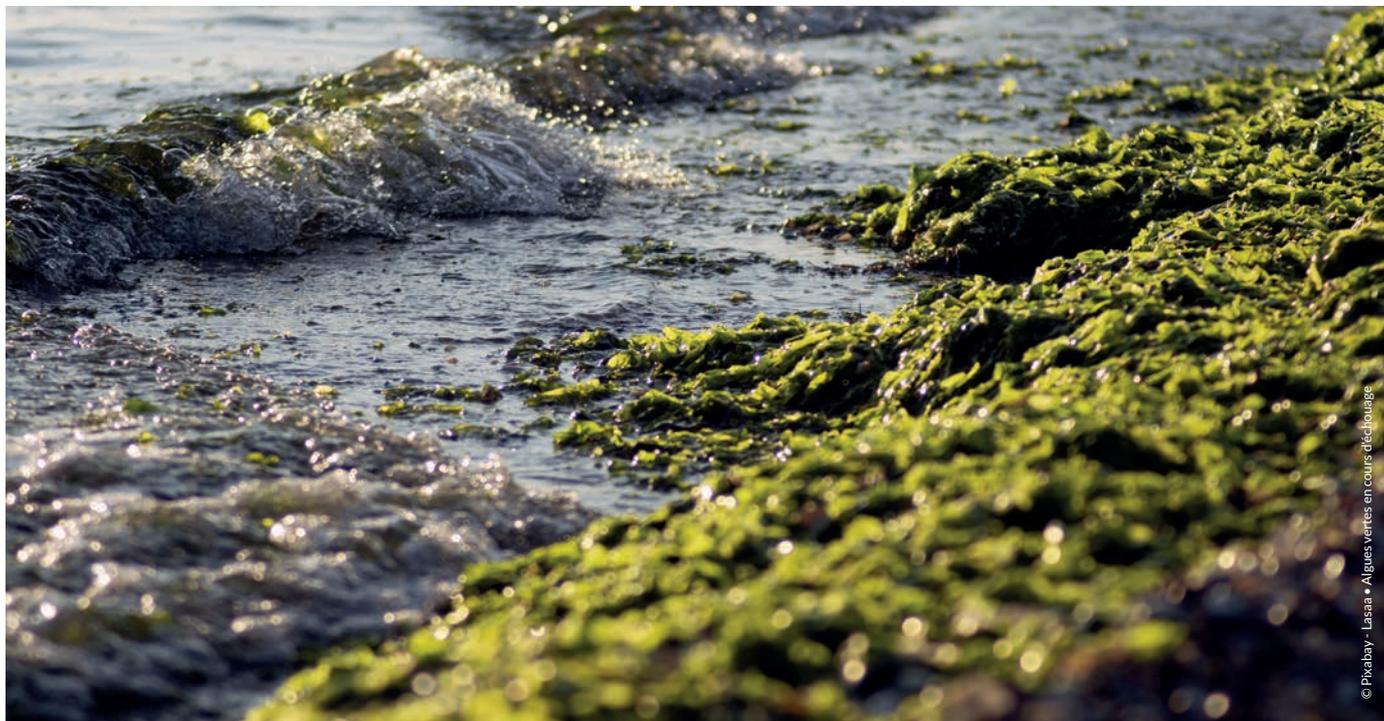
d'un visiteur qui va les accuser d'être responsable ou complaisant vis-à-vis de la « pollution ».

D'une certaine façon, au-delà des victimes directes, ce ne sont pas tant les marées vertes qui matériellement sont une souffrance, c'est ce qu'elles disent, ce qu'elles racontent. »

Aller plus loin

- Le Chêne, Monique. Algues vertes, terrain glissant. Ethnologie française, 2012, vol. 42, no 4, p. 657-665.
- Levain, Alix. Vivre avec l'algue verte : médiations, épreuves et signes. 2014. Thèse de doctorat. Muséum National d'Histoire Naturelle. <https://shs.hal.science/tel-01098682/>
- Levain, Alix, Barthélémy, Carole, Bourblanc, Magalie, et al. Des océans indigestes : l'émergence de l'eutrophisation côtière comme problème environnemental global. VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement, 2021, n° Hors-série 33.
- Pinay, Gilles, Gascuel, Chantal, Ménesguen, Alain, et al. L'eutrophisation : manifestations, causes, conséquences, prédictibilité. éditions Quae, 2018.

QUAND LE CYCLE DE L'AZOTE S'EMBALLÉ



© Pixabay - Lasaa - Algues vertes en cours d'éclouage

Les activités agricoles sont, aujourd'hui en Bretagne, la principale source d'azote arrivant à la mer. Dans un contexte naturel plutôt favorable au lessivage de l'azote, certaines pratiques ont contribué, et contribuent encore, à renforcer le phénomène de cascade de l'azote.

Rédigé par Emmanuèle Savelli (OEB) en collaboration avec Patrick Durand (Inrae), Luc Aquilina (université Rennes - UMR Géosciences), Marine Pacé (Draaf Bretagne)

Élément nutritif essentiel aux végétaux, l'azote est naturellement présent dans l'air, le sol, l'eau et le vivant, sous différentes formes chimiques. Certaines sont peu réactives (l'azote atmosphérique ou celui stocké dans les combustibles fossiles). D'autres, au contraire, comme le nitrate (NO_3^-) et l'ammonium (NH_4^+) ou encore l'azote organique (c'est-à-dire associé à du carbone) sont très réactives chimiquement. Le cycle de l'azote implique des échanges continus entre l'air, l'eau, le sol et le vivant. Au cours de ces échanges, deux processus principaux permettent à l'azote de passer de ses formes minérales (nitrates, ammonium, azote atmosphérique) à des formes organiques.

D'un côté, la fixation de l'azote atmosphérique par des bactéries, dans le sol ou en symbiose [1] avec les légumineuses [2]. De l'autre, l'absorption de formes minérales (nitrates, ammonium) présentes dans le sol par le système racinaire des plantes. À l'inverse, en se décomposant, la matière organique libère du nitrate, de l'ammonium et de l'azote atmosphérique. Le cycle est bouclé.

LA CASCADE DE L'AZOTE

L'association entre cultures et élevage participe à ce cycle : les animaux mangent les plantes qui contiennent de l'azote organique, et l'épandage de leurs déjections (lisiers, fumiers) le restitue au sol où il sera transformé en azote minéral réactif, absorbé par les végétaux, et ainsi de suite.

[1] La symbiose est l'association étroite de deux ou plusieurs organismes différents, mutuellement bénéfique, voire indispensable à leur survie.

[2] Les légumineuses sont des plantes, comme les pois, les fèves et les lentilles, dont les fruits sont contenus dans une gousse.

L'équilibre entre les apports au sol et l'absorption d'azote par les végétaux a été modifié ces dernières décennies avec l'utilisation d'engrais minéraux afin d'augmenter le rendement des cultures. Il a aussi été modifié par l'import de protéines végétales (soja, céréales), qui ont permis d'augmenter la capacité de production des élevages, avec des aliments s'ajoutant à la production végétale locale de fourrages et de céréales.

La conséquence directe de cette évolution est une rupture locale dans le cycle : l'azote restitué au sol ne vient plus seulement de déjections d'animaux qui ont été nourris par des plantes cultivées ou broutées dans les mêmes parcelles.

Ainsi, s'il y a apport excédentaire d'engrais ou d'effluents d'élevage (lisiers, fientes, fumiers) sur les cultures, cela va créer un déséquilibre dans le cycle, et entraîner des fuites d'azote, soit vers l'atmosphère (ammoniac, oxydes d'azote), soit vers l'eau (nitrates, ammonium) via le lessivage : c'est le principe de la cascade de l'azote. Cette situation a pu se présenter avant la généralisation de la notion de raisonnement de l'équilibre de la fertilisation azotée ou en raison de son application imparfaite.

Ces fuites d'azote ne sont pas toutes directement liées à la quantité de fertilisant épandu : la répartition raisonnée des fertilisants durant le cycle cultural est aussi très importante, ainsi que la prise en compte de la météo et les caractéristiques du bassin versant (proximité avec le cours d'eau, les fossés et les zones humides). De fortes pluies renforcent le lessivage, tandis que des températures élevées couplées à des vents forts peuvent favoriser la volatilisation.

LE POIDS DU CONTEXTE NATUREL

La pluviométrie, la douceur climatique mais aussi la perméabilité des sols et leur faible profondeur dans la région ont également tendance à renforcer la cascade de l'azote. Toute l'année, été comme hiver, les sols fabriquent des nitrates, rendus mobiles dans l'eau grâce à la minéralisation de la matière organique. Et de novembre à mars, quand les plantes ne prélèvent pratiquement pas d'azote, ces nitrates sont drainés vers l'eau.

Même pendant la période de culture, comme beaucoup de sols sont perméables et peu profonds, les nitrates peuvent aisément être entraînés par l'eau, hors d'atteinte des racines.

DES FUITES D'AZOTE JUSQU'À LA MER

En dehors de toute activité anthropique, il y a naturellement peu d'azote minéral dissous (nitrates, ammonium, etc.) dans les eaux littorales. Or, comme expliqué précédemment, parmi tous les paramètres qui jouent sur la quantité d'algues échouées, le flux d'azote apporté par les fleuves est prépondérant. Les algues vertes ne se développent en masse que dans des eaux anormalement enrichies en nitrates et ammonium, du fait de l'augmentation des formes chimiques réactives, à cause des fuites en amont.

.....

L'azote restitué au sol ne vient plus seulement de déjections d'animaux qui ont été nourris par des plantes cultivées ou broutées dans les mêmes parcelles.

.....

Excepté quelques grosses agglomérations, les territoires bretons sont peu urbanisés et peu industrialisés. Si bien que le flux d'azote arrivant à la mer est aujourd'hui composé en majorité de nitrates d'origine agricole et dûs à des pratiques induisant des fuites d'azote. Notons cependant que jusque dans les années 1990, des stations d'épuration des eaux usées urbaines ne filtrant pas suffisamment d'azote [3] ont pu y contribuer sous la forme d'ammonium.

L'amélioration de la performance épuratoire des stations d'épuration et de la gestion de leurs rejets ainsi que des travaux sur les réseaux pour limiter leurs débordements contribuent à réduire les fuites d'azote.

ALIMENTATION DU CHEPTEL ET PARCELLES PARKING

Aujourd'hui, si l'assainissement peut ponctuellement être encore une source d'azote dans les rivières en Bretagne, son impact est globalement moindre.

C'est l'agriculture qui, parmi toutes les activités anthropiques de la région, interfère le plus avec le cycle de l'azote, en contribuant à la fertilisation des sols, mais pas seulement.

La gestion des prairies, si elle n'est pas maîtrisée, peut engendrer des fuites d'azote par le biais de « parcelles parking ». Ces dernières sont des prairies accueillant plus d'animaux qu'elles ne peuvent en nourrir en raison de l'augmentation des tailles d'élevage et/ou du morcellement des exploitations, qui rendent difficile la répartition du cheptel sur des parcelles trop éloignées les unes des autres. Le maintien et le développement sur les exploitations agricoles d'éléments de paysage favorables à la fixation de l'azote (bocage, bandes enherbées, zones humides, etc.) sont également très importants.

— Testez — vos connaissances

- 1 L'azote est un élément chimique naturellement présent dans :
 - l'air
 - l'eau
 - le sol
 - le vivant
- 2 Quelle est aujourd'hui la principale source de l'azote qui arrive sur le littoral breton ?
 - l'industrie
 - l'agriculture
 - la pêche et l'aquaculture
 - l'assainissement des eaux usées
- 3 La géographie bretonne renforce-t-elle la cascade de l'azote ?
 - oui
 - non

Réponses : 1. l'air, l'eau, le sol et le vivant - 2. l'agriculture - 3. oui

[3] Bilan des connaissances scientifiques sur les causes de prolifération de macroalgues vertes - Application à la situation de la Bretagne et propositions. tinyurl.com/ypnxzy5t

QUELLES PRATIQUES INDUISENT OU, AU CONTRAIRE, LIMITENT LES FUITES D'AZOTE VERS L'EAU ?

.....

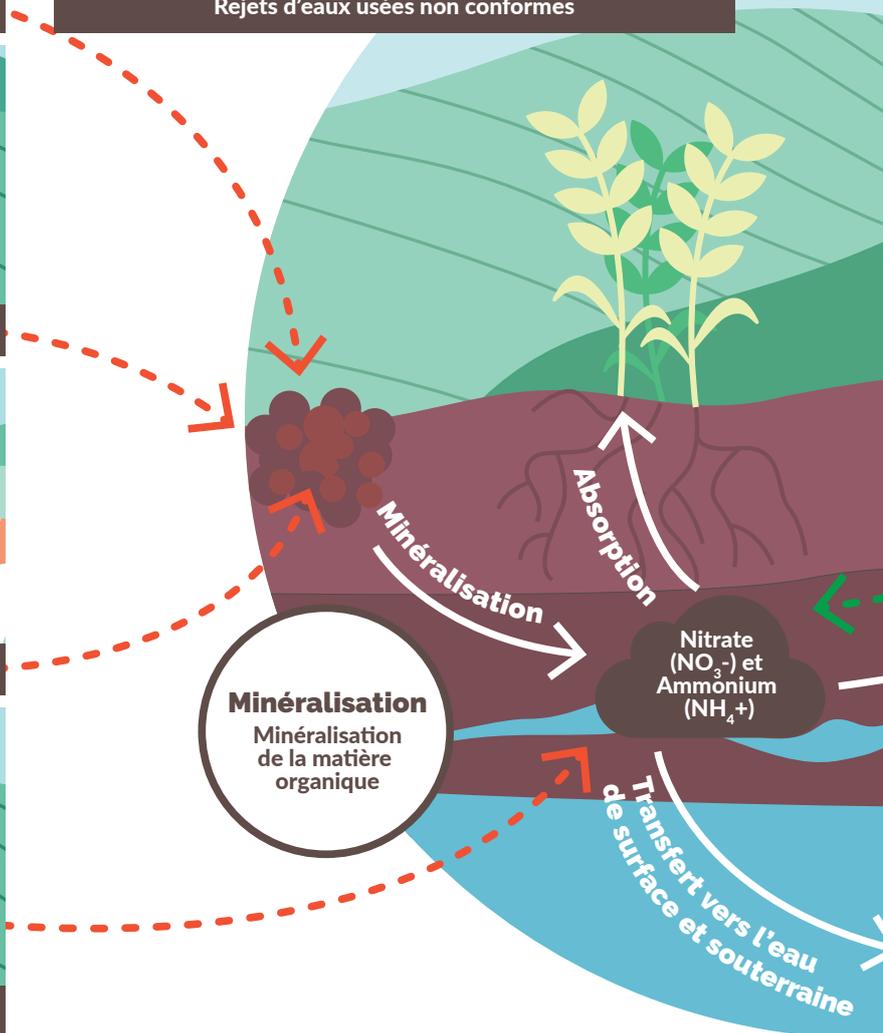
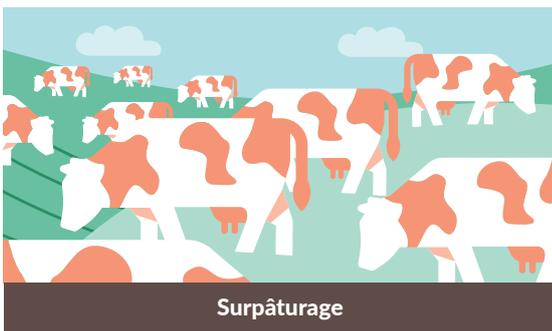
Pratiques pouvant induire des fuites d'azote vers l'eau

azote



L'agriculture peut créer des fuites d'azote vers l'eau dès lors qu'il y a un décalage entre la disponibilité de l'azote et les besoins des cultures.

Les rejets d'eaux usées domestiques et industrielles non conformes et les rejets directs d'eaux brutes (sans assainissement) dans le milieu participent actuellement de manière limitée aux fuites d'azote.

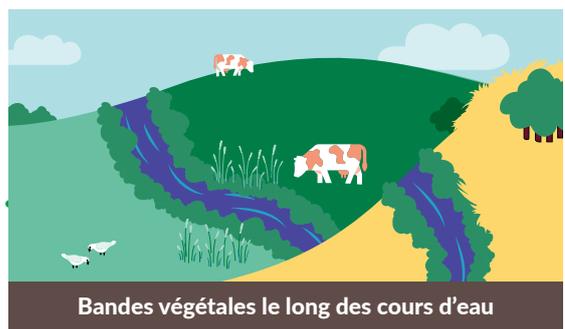
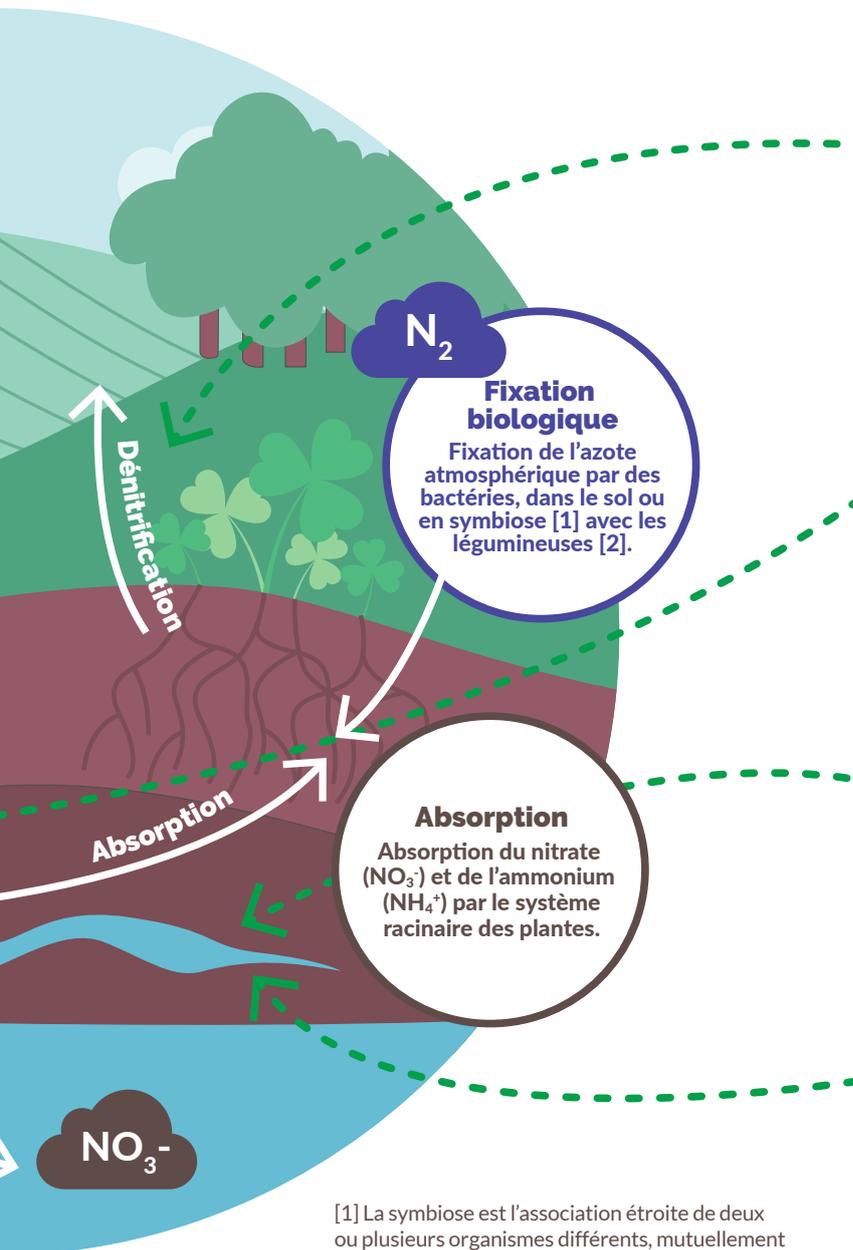


Élément nutritif essentiel aux végétaux, l'azote est naturellement présent dans l'air, le sol, l'eau et le vivant où il prend différentes formes chimiques plus ou moins réactives. Il circule au sein d'un grand cycle naturel en fonction de pratiques humaines qui favorisent plus ou moins sa mobilité dans l'eau et son rejet en mer.



Pratiques limitant les fuites d'azote vers l'eau

Des pratiques agricoles et de préservation d'écosystèmes peuvent réduire les excès d'azote et/ou sa fuite vers l'eau.



[1] La symbiose est l'association étroite de deux ou plusieurs organismes différents, mutuellement bénéfique, voire indispensable à leur survie.
[2] Les légumineuses sont des plantes, comme les pois, les fèves et les lentilles, dont les fruits sont contenus dans une gousse.

DÉCALAGE ENTRE DISPONIBILITÉ DE L'AZOTE ET BESOINS DES CULTURES

En Bretagne, l'azote utilisé pour fertiliser les cultures provient aux deux tiers des élevages, et pour un tiers d'engrais minéraux. La pression d'azote total épandu sur les terres agricoles est de 161,3 kg/ha en 2022-2023. Elle a baissé de 10 % depuis 2015-2016 pour l'ensemble de la Bretagne.

Le contexte naturel breton favorable à la mobilité de l'azote impose aux agriculteurs d'adapter leurs systèmes d'exploitation et leurs pratiques pour éviter un décalage entre la disponibilité de l'azote et les besoins des cultures. Diverses situations, plus ou moins prévisibles, peuvent conduire à un tel décalage : une erreur d'estimation de la dose de fertilisant ; la non-consommation de cette dose à la suite d'un rendement moins bon que celui attendu ; un apport réalisé dans des conditions peu favorables.

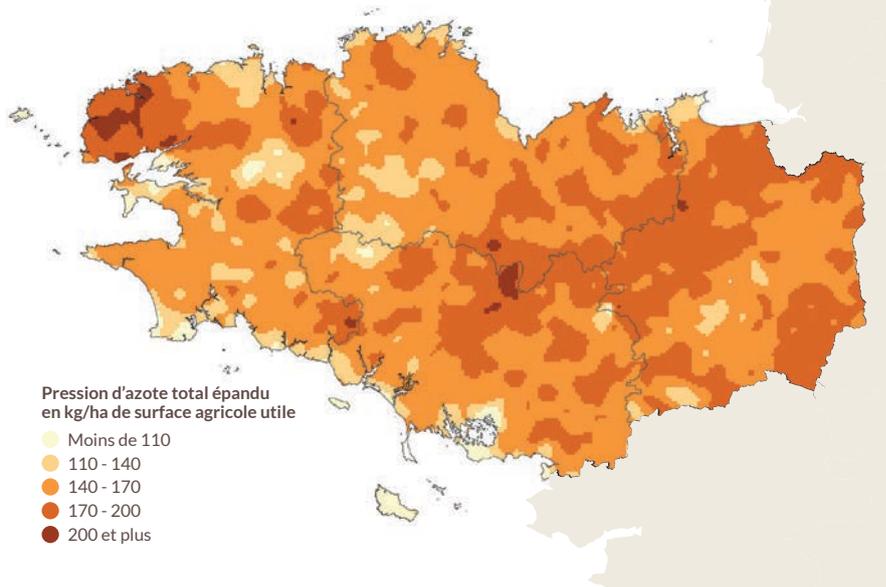
DES MÉLANGES DE DIFFÉRENTES SOURCES D'AZOTE...

Dans la plupart des baies à marées vertes, la mer côtière est le réceptacle de multiples sources d'azote qu'elle mélange progressivement, et la proportion relative de chaque source varie au cours de l'année. Le littoral reçoit des apports de fleuves, mêlant eux-mêmes des eaux superficielles et des remontées d'eaux souterraines plus ou moins chargées d'azote d'origines agricole et urbaine [4]. Il reçoit également des rejets urbains côtiers et le produit de la reminéralisation de déchets d'activités aquacoles ou de pêches.

Les eaux souterraines de la région constituent un stock d'azote « à retardement ». Elles contiennent aujourd'hui une concentration de nitrates, parfois supérieure à celle mesurée en surface, car elles sont héritées du cumul d'eaux anciennes provenant d'une époque au cours de laquelle il n'y avait pas ou peu de contrôle des fuites d'azote liées aux activités humaines.

Tout comme la matière organique des sols qui fournit de l'azote pendant des années, la percolation des nitrates dissous dans les nappes souterraines a constitué des stocks importants qui s'évacuent lentement.

Pression d'azote épandu en Bretagne sur la campagne 2022-2023



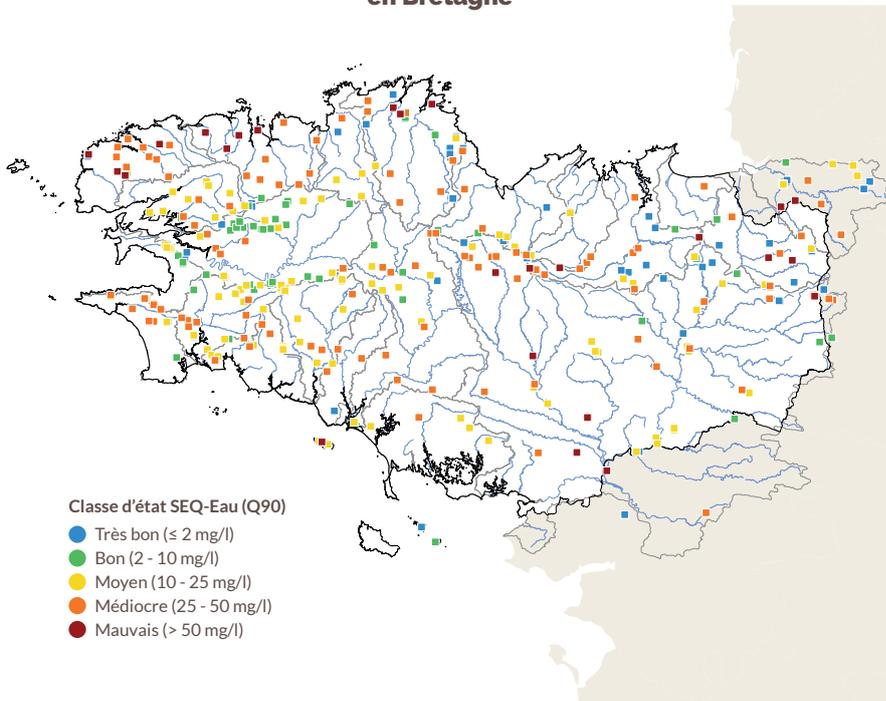
161,3 kg/ha
pression d'azote total épandu en Bretagne



10 %
de baisse de cette pression depuis la campagne 2015-2016

Données : DFA 2022-2023 et îlots PAC 2023, Draaf Bretagne/Srise/CD, juin 2024 • Réalisation : OEB - Novembre 2024

Qualité des eaux souterraines vis-à-vis des nitrates en 2022 en Bretagne



Données : ADES - BRGM, OSUR - AELB, 2023 • Réalisation : OEB, 2023

[4] L'assainissement a contribué dans le passé à apporter du phosphore dans les eaux littorales. Les stocks de phosphore dans ces dernières sont tels que l'azote est désormais le principal élément nutritif sur lequel on peut influencer pour limiter la prolifération ou non d'algues vertes.

.....
*Il faudra attendre entre
5 et 10 ans pour
observer dans la
rivière l'effet le plus
important des actions
menées actuellement
pour réduire l'apport
en azote.*
.....

DES EAUX PLUS OU MOINS ANCIENNES

Une clé importante pour comprendre d'où vient l'azote qui aboutit aux baies à marées vertes est l'âge des eaux qui débouchent dans la baie. Le projet Moraqui, mené par l'Université de Rennes et l'Inrae, a cherché à modéliser l'impact des relations entre eau de surface et eau souterraine sur les flux d'azote arrivant à la mer dans des bassins versants au sous-sol granitique fissuré, à Morlaix et Douarnenez depuis les années 1990.

En reconstituant l'âge de l'eau en surface et dans le sous-sol, ces travaux de recherche ont montré qu'au-delà de quelques mètres de profondeur, l'eau a un âge compris entre 2 - 3 ans et 10-20 ans, et pour les écoulements plus profonds, l'âge de l'eau atteint plusieurs décennies. Les eaux les plus jeunes (moins de quelques années) proviennent du débordement hivernal des nappes.

La rivière reçoit donc en continu un mélange variable d'eaux « jeunes » (les plus proches de la surface) et « vieilles » (les plus profondes).

Aujourd'hui, les écoulements d'eau les plus profonds qui contribuent à l'alimentation de certains cours d'eau en Bretagne sont un héritage d'eaux de surface accumulées depuis plusieurs

décennies y compris des eaux dont la concentration en nitrates dépassait les 50 mg/l (c'était le cas en particulier pendant les années 1980 - 1990).

Conséquence : il faudra attendre entre 5 et 10 ans pour observer dans la rivière l'effet le plus important des actions menées actuellement pour limiter les fuites d'azote.

L'IMPACT DE LA NATURE DU SOUS-SOL

Les proportions d'eaux « jeunes » et d'eaux « vieilles » dépendent du fonctionnement hydrologique des cours d'eau au cours des saisons, en lien avec les variations de la pluviométrie. Grâce à des modélisations numériques de certains sites bretons subissant des marées vertes, des scientifiques ont mis en évidence l'impact de la nature géologique du sous-sol sur ce fonctionnement.

Certaines baies, comme celle de Saint-Brieuc, sont alimentées par des cours d'eau très réactifs aux précipitations. Les fleuves appartiennent dans ces contextes à des bassins versants au sous-sol peu perméable, schisteux [5] avec des eaux souterraines peu développées. Leur forte réactivité aux précipitations (crues en hiver, niveaux d'eau très bas en été) explique en partie la variabilité des proliférations d'algues vertes d'une année sur l'autre, pour un même site côtier.

De manière schématique, on peut dire que lors des années à printemps et étés pluvieux, les apports d'azote sont importants, au contraire des années où la belle saison est plus sèche.

Et puis, il y a des fleuves appartenant à des bassins versants au sous-sol granitique fissuré ou sédimentaire, comme ceux débouchant en baies de Saint-Michel-en-Grève, du Douron, de l'Horn, du Guillec et du Quillimadec.

Ils stockent des eaux souterraines accumulées pendant plusieurs années et qui alimentent les fleuves, en été, quand les pluies viennent à manquer et que le niveau du cours d'eau est au plus bas (c'est-à-dire pendant la période d'étiage).

Les zones littorales au débouché de ces fleuves côtiers sont les plus exposées à des marées vertes abondantes et régulières puisque « le robinet à nitrates » des eaux souterraines ne peut être fermé. Les paysages et les bassins versants ont donc une « mémoire de l'azote » qui se traduit par des fuites d'azote à retardement.

QUELLE TENUEUR EN NITRATES VISER ?

Il y a quelques années, certaines modélisations scientifiques sur des sites à marées vertes [6] ont estimé que la teneur en nitrates des fleuves côtiers (moyenne des concentrations de mai à septembre) devrait être ramenée à moins de 10 mg/l pour réduire de moitié la masse d'algues échouées. Pour certaines baies plus sensibles en raison de leur conformation naturelle (Lieu-de-Grève), cette teneur devrait même descendre à 5 mg/l. D'autres approches basées sur des observations ou des modélisations tâchant de contourner certains biais antérieurs [7] laissent penser que des réductions significatives pourraient avoir lieu autour de 20 mg/l pour certains sites.

Ces teneurs « seuils » peuvent donc être très différentes d'un site à un autre. Et la nature du cycle de l'azote dans le contexte breton montre bien que le suivi de la concentration en nitrates dans l'eau ne suffit pas pour évaluer les résultats des actions de lutte engagées contre les fuites d'azote.

[5] Une roche schisteuse présente une structure feuilletée.

[6] Perrot T. et al. Modelling green macroalgal blooms on the coasts of Brittany, France to enhance water quality management. Journal of Marine Systems 132 (2014) 38-53

[7] Synthèse des connaissances existantes sur la qualité de l'eau dans les baies Algues Vertes. 8 Fiches synthétiques, Dreal Bretagne (mai 2017)

LES IMPACTS DES MARÉES VERTES



© Air Breizh • Capteur d'hydrogène sulfuré en baie Algue verte

Les impacts des marées vertes se sont révélés progressivement. S'ils sont mieux compris aujourd'hui, on est encore loin d'avoir évalué toute leur étendue.

Rédigé par Emmanuèle Savelli et Adeline Louvigny (OEB) en collaboration avec Sylvain Prudhomme (ARS), Sylvain Ballu (Ceva), Olivier Cesbron (Air Breizh), Alain Ponsero (RNN de la baie de Saint-Brieuc), Fabrice Roth et Maïwenn Berrou (Préfecture de la région Bretagne), François David (Saint-Brieuc Armor agglomération)

Dès le début des années 1970, « des quantités anormales et gênantes d'algues vertes » ont été observées dans les baies de Saint-Brieuc et de Saint-Michel en Grève [1].

UN CADRE DE VIE DÉGRADÉ

Rapidement, c'est le cadre de vie des habitants et usagers des territoires littoraux touchés qui s'est dégradé. Les riverains ont commencé à se plaindre de l'impact visuel et olfactif des échouages à la belle saison, les plages de sable virant au vert et dégageant une odeur d'œuf pourri.

UN RISQUE LIÉ À LA PUTRÉFACTION DES ALGUES

Dans les années 1990, des études commencent à associer des risques sanitaires aux marées vertes. Et à partir des années 2000 sont rapportées plusieurs suspicions d'intoxication par l'hydrogène sulfuré (H_2S) qui est le principal gaz émis par la décomposition des algues vertes. Observés sur et à proximité de sites d'échouages et de putréfaction d'algues vertes, ces accidents, dont certains mortels, concernaient des animaux domestiques ou sauvages, mais aussi des humains.

Le lien avec la présence d'algues vertes ou d'hydrogène sulfuré n'a pu être établi avec certitude par les investigations médico-légales.

[1] Levain Alix. Vivre avec l'algue verte : médiations, épreuves et signes. Tableau 5 p. 105. 2014. Thèse de doctorat. Muséum National d'Histoire Naturelle. shs.hal.science/tel-01098682/

Mais il n'a pas pu être complètement écarté au vu des conditions dans lesquelles les accidents ont eu lieu (forte présence ou transport d'algues putréfiées), absence d'antécédent médical chez les animaux ou personnes décédés, et symptômes cliniques évocateurs d'une intoxication par hydrogène sulfuré. La succession de ces incidents a indubitablement mis en lumière le risque lié à la putréfaction des algues vertes.

D'OÙ VIENNENT CES GAZ TOXIQUES ?

Ces gaz toxiques proviennent du processus de décomposition des algues vertes en absence d'oxygène, c'est-à-dire lorsqu'il y a des dépôts épais d'algues échouées depuis plus de 48 h voire d'algues dégradées et mélangées aux sédiments sur l'estran. Ce sont alors des bactéries produisant en absence d'oxygène des gaz toxiques, l'hydrogène sulfuré reconnaissable à l'odeur d'œuf pourri mais aussi de l'ammoniac, qui interviennent dans le processus.

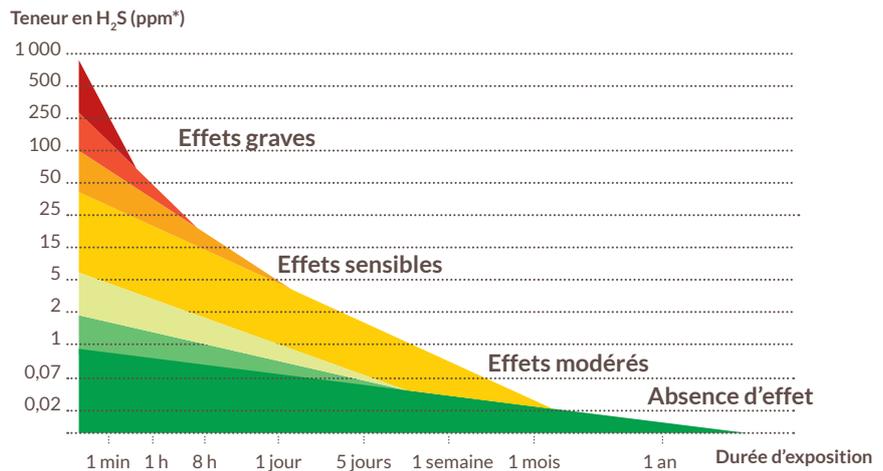
Dans le cas d'amas en décomposition, une croûte superficielle peut se former ; si le tas d'algues est brassé ou la croûte superficielle est brisée par un animal ou un humain, une émanation fortement concentrée de gaz peut être libérée. Elle est d'autant plus dangereuse que la dose en H₂S est importante et que la durée d'exposition est longue.

TEMPS D'EXPOSITION ET CONCENTRATION DANS L'AIR

Le Haut conseil de la santé publique a résumé les effets sanitaires du sulfure d'hydrogène inhalé en distinguant sa toxicité aiguë et sa toxicité chronique [2]. Pour une exposition aiguë, les effets vont de l'irritation des muqueuses entraînant des conjonctivites, rhinites, œdèmes pulmonaires, etc. pouvant subsister plus ou moins longtemps, à la mort par arrêt cardio-respiratoire. La gravité des effets sanitaires dépend de la concentration en H₂S, de la durée d'exposition au gaz et de la sensibilité des personnes exposées.

Il y a peu de données sur les effets d'une exposition chronique au sulfure d'hydrogène. Néanmoins des expositions répétées entre 50 et 100 ppm ont été associées à des effets sur le système nerveux, les yeux, la digestion et des irritations cutanées ou pulmonaires.

Effets sanitaires du sulfure d'hydrogène en fonction de la durée d'exposition



- L'odeur caractéristique de l'hydrogène sulfuré est perçue à des niveaux très faibles, de l'ordre de 0,02 à 0,03 ppm.
- À partir de 0,07 ppm en exposition sur plusieurs semaines, on peut s'attendre à observer des effets irritatifs, en particulier oculaires et respiratoires.
- Des signes tels que des nausées ou des maux de têtes peuvent également apparaître chez certaines personnes.
- À partir de 2 ppm, sur plusieurs heures, les personnes présentant de l'asthme peuvent ressentir des difficultés respiratoires. La valeur moyenne de 5 ppm sur 8 heures correspond à la valeur limite d'exposition professionnelle. Il s'agit d'un seuil de protection des travailleurs exposés plusieurs années, pour lequel il n'est pas prévu d'atteinte organique ou fonctionnelle, irréversible ou réversible.
- À partir de 14 ppm en moyenne environ sur 8 heures ou 5 ppm en moyenne en continu sur plus de 24 heures, on considère que l'on atteint un seuil justifiant l'arrêt de l'exposition des personnes, pour garantir l'absence d'effet sensible.
- À partir de 50 ppm, en exposition sur plusieurs minutes, on peut s'attendre à observer des effets plus graves, comme des lésions cornéennes, de la toux, de l'enrouement, de la conjonctivite, une photophobie.
- Au-delà de 250 ppm en exposition courte, on peut s'attendre à observer des vertiges, une désorientation, des troubles du rythme cardiaque. Au-delà de 500 ppm, des effets graves et immédiats sont possibles, avec une perte de connaissance et un arrêt cardiaque à partir de 1 000 ppm.

*ppm : partie par million (mg par kg)

La gravité des effets sanitaires dépend de la concentration en H₂S, de la durée d'exposition au gaz et de la sensibilité des personnes exposées. (échelle logarithmique) • Réalisation : OEB - mai 2004, adapté de « Diagramme de l'ARS Martinique relatif aux effets sanitaires liés au sulfure d'hydrogène en fonction de la durée d'exposition des populations »

QUELLES CONCENTRATIONS D'HYDROGÈNE SULFURÉ DANS LES ZONES PUTRÉFIANTES ?

Le Ceva a fait plusieurs milliers de mesures de concentration d'hydrogène sulfuré qui ont permis de produire 120 fiches d'observation sur des zones de putréfaction d'algues vertes pendant la période estivale entre 2019 et 2022 [3].

En général, les teneurs à hauteur d'homme sans perturbation des dépôts restaient à des niveaux peu élevés, inférieurs à 5 ppm (n'indiquant donc pas de danger de toxicité aiguë). En revanche, elles pouvaient atteindre des niveaux supérieurs à 500 ppm au sol, abrité du vent, en cas de perturbation des amas putréfiant et être alors potentiellement à l'origine d'intoxications aiguës en cas d'inhalation à ces concentrations.

Grâce à l'interprétation d'images aériennes, prises en été entre 2016 et 2019, puis 2020 et 2022, le Ceva a identifié les secteurs du littoral breton présentant un risque de présence d'algues putréfiées [4]. L'ensemble représentait environ 200 ha en moyenne chaque année. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, les amas d'algues encroûtés ne sont pas majoritaires, et les secteurs putréfiant étaient plutôt constitués d'algues, plus ou moins mélangées avec des sédiments, en particulier dans des vasières.

[2] Avis relatif aux seuils d'intervention et aux mesures de gestion pour prévenir les effets sur la santé des populations exposées à l'hydrogène sulfuré provenant d'algues vertes échouées sur les côtes, Haut Conseil de la santé publique (2021). Lire aussi : Algues vertes - Le guide pour la protection des travailleurs exposés, 2021 (DREETS Bretagne)

[3] L'Ineris a également réalisé des mesures en 2009 et 2010

[4] Voir la carte de l'occurrence des zones de putréfaction des algues vertes sur GéoBretagne.tinyurl.com/4zc2ums9

UN SUIVI DES ÉMANATIONS D'HYDROGENE SULFURÉ

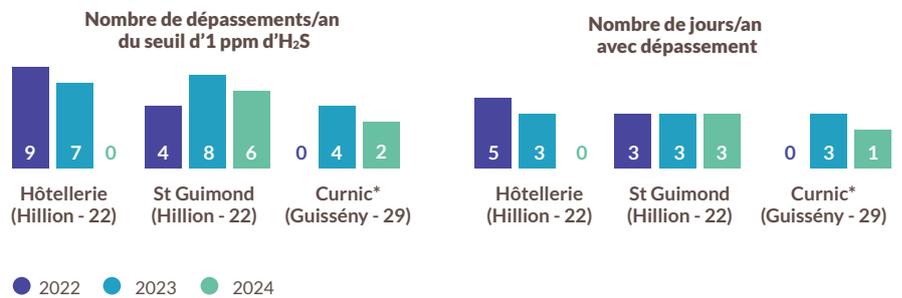
Des mesures d'hydrogène sulfuré dans l'air étaient déjà réalisées ponctuellement, à la demande de services de l'État et de certaines collectivités, depuis 2005. Les sites étaient déterminés selon différents paramètres en concertation avec les collectivités : les lieux où les algues vertes ne peuvent pas être ramassées, la proximité d'habitations ou d'activités humaines, les plaintes pour les odeurs, notamment.

En 2021, le Haut conseil de la santé publique a défini un seuil d'alerte à 1 ppm de concentration d'H₂S qui permet de déclencher des mesures de gestion de risque accidentel à proximité des zones fréquentées. L'organisme chargé du suivi de la qualité de l'air en Bretagne, Air Breizh, a été chargé par l'État de réaliser depuis 2022 des mesures continues des émanations d'hydrogène sulfuré sur une quinzaine sites - dont 7 en baie de Saint-Brieuc - concernés par des dépôts d'algues vertes à risque de putréfaction dans les baies bénéficiant du Plan de lutte contre les algues vertes.

En cas de dépassement, Air Breizh prévient l'Agence régionale de la Santé de Bretagne, la préfecture et la collectivité concernée, qui doivent alors prendre des mesures pour empêcher la fréquentation des zones à risque, et si possible, ramasser les algues en putréfaction. Depuis 2022, le seuil d'alerte d'1 ppm d'H₂S a été dépassé entre 8 et 19 fois selon les années, sur l'ensemble des sites équipés d'un capteur ; ces dépassements ont concerné entre 4 et 9 journées à chaque saison de mesures. Les mesures maximales par quart d'heure en 2024 ont été de 1,290 ppm à Saint-Guimond et 2,235 ppm dans l'anse de Curnic.

L'ensemble des résultats et des rapports des différentes saisons sont disponibles sur le site d'Air Breizh (www.airbreizh.asso.fr).

Localisation des capteurs d'H₂S sur des sites à marées vertes en Bretagne en 2024



Résultats des mesures en continu d'H₂S sur des sites à marées vertes Bretagne.
* Les mesures à Curnic ont commencé en 2023. • Données : Air Breizh, 2024
Réalisation OEB, novembre 2024



Le ramassage quotidien des algues vertes fraîches échouées sur les plages vise à limiter les risques d'émission des gaz toxiques. Ces risques persistent toutefois à partir des amas non collectés, dans les lieux difficiles d'accès. Depuis 2010, les communes sont fortement incitées à ramasser les dépôts d'algues sur les plages sous 48 heures, le plus souvent à l'aide d'engins (tractopelles, camions). Des mesures de sécurité spécifiques sont mises en œuvre pour garantir la santé des intervenants (air filtré dans les engins, détecteurs personnel d'H₂S, etc.). Les algues sont stockées en haut de plage pendant 24 h pour perdre leur eau, avant d'être évacuées vers des sites de traitement ou vers de l'épandage agricole.



~ 50 000 m³/an
en moyenne d'algues vertes ramassées en Bretagne entre 2010 et 2020 (Source : DDTM)



Coût moyen entre 2014 et 2023
1,6 million d'euros/an

UNE BIODIVERSITÉ PERTURBÉE

Comme toute prolifération d'une espèce particulière, celle des algues vertes perturbe la biodiversité. En Bretagne, les effets localisés sont indéniables là où les échouages s'accumulent et entrent en putréfaction. Même si l'impact sur l'ensemble des écosystèmes littoraux bretons est peu étudié, le phénomène compromet la possibilité de se conformer à la directive cadre sur l'Eau qui impose aux pays de l'Union européenne l'atteinte du bon état des masses d'eau côtières en 2027 au plus tard.

.....
*Comme toute
prolifération d'une
espèce particulière,
celle des algues vertes
perturbe la biodiversité.*
.....

EN CONCURRENCE AVEC LE PHYTOPLANCTON

Sous la forme fixée, les algues vertes peuvent recouvrir des zones rocheuses littorales mais aussi du matériel conchylicole (bouchot, poches ostréicoles, etc.), gênant la circulation de l'eau et l'alimentation en phytoplancton des bivalves cultivés ou non.

Les impacts sur la biodiversité concernent aussi l'estran (vasières, plages de sable) et les habitats littoraux (les prés salés par exemple). Des observations faites en baie de Saint-Brieuc [5] montrent que localement les organismes vivant sur les fonds marins sont affectés par la consommation d'oxygène et la production de sulfures (nocifs pour la biodiversité) induites par la putréfaction des algues vertes. Mais à l'échelle de la baie, l'effet le plus notable est la concurrence entre les algues vertes et le phytoplancton pour accéder à la lumière et aux éléments nutritifs dissous. La présence d'une quantité importante d'algues flottantes peut en effet limiter le développement du phytoplancton, élément clé des écosystèmes littoraux et base de nombreuses chaînes alimentaires, contrairement aux algues vertes, peu consommées.

Les échouages massifs sur les prés salés peuvent aussi modifier la nature de la végétation de ce milieu naturel et limiter son extension. De plus, le ramassage mécanique des algues échouées enlève du sable, tasse le sédiment sous le poids des engins, et écrase la faune enfouie. Le ramassage élimine également la laisse de mer naturelle, essentielle au fonctionnement écologique des plages et des dunes littorales.

QUID DES POISSONS ET DES OISEAUX ?

Les études faites sur des estrans sableux et des vasières en Bretagne montrent que lorsque les proliférations d'algues vertes sont importantes ou durables, les communautés de poissons s'appauvrissent. Les juvéniles sont particulièrement touchés (physiologie, taille qui diminue) voire ils disparaissent.

Quant aux oiseaux de la baie de Saint-Brieuc, certaines espèces, comme la bernache cravant et le canard siffleur, se nourrissent des algues vertes en hiver. En fait, les effectifs hivernaux de bernaches dans la baie sont directement corrélés aux quantités d'algues vertes présentes.

UNE GÊNE POUR LES ACTIVITÉS LITTORALES

Les masses d'algues vertes peuvent créer des nuisances pour les activités aquacoles et la pêche. Elles colmatent les poches à huîtres et engluent les bouchots, ce qui ralentit la croissance des bivalves cultivés. Elles augmentent leur mortalité et engendrent un nettoyage supplémentaire avant la vente. Les algues échouées gênent voire interdisent la pêche à pied sur l'estran. Quant aux algues à la dérive, elles colmatent et gênent la progression des engins des pêcheurs côtiers. Il est difficile d'évaluer le manque à gagner des professionnels du tourisme, de la conchyliculture et de la pêche côtière depuis que la gêne par les marées vertes est devenue récurrente. Plus difficile encore est l'estimation des pertes de bien-être, créées par les marées vertes.

[5] Synthèse des connaissances de l'impact des marées vertes sur les écosystèmes de fond de baie de Saint-Brieuc. Mise à jour 2024, Réserve naturelle de la baie de Saint-Brieuc tinyurl.com/ye2874ry

— Testez — vos connaissances

- 1 Le gaz H₂S est reconnaissable à son odeur :**
 - de champignon
 - d'œuf pourri
- 2 Les algues vertes peuvent présenter un risque sanitaire lorsqu'elles :**
 - flottent dans l'eau
 - s'échouent sur la plage
 - sont en putréfaction
- 3 Le Ceva a évalué la surface du littoral breton présentant un risque de présence d'algues putréfiées entre 2016 et 2019. Elle faisait :**
 - 20 ha
 - 200 ha
 - 2 000 ha
- 4 Depuis 2022, certains sites à marées vertes en Bretagne sont dotés d'un capteur qui mesure en continu la concentration d'H₂S. Le seuil d'alerte d'1 ppm y a été dépassé :**
 - 0 fois
 - ~ 15 fois
 - ~ 100 fois

Réponses : 1. d'œuf pourri ; 2. sont en putréfaction ; 3. 200 ha ; 4. ~ 15 fois

QUELS MOYENS POUR RÉDUIRE LES FUITES D'AZOTE ?

.....



Toute la Bretagne est classée en zone vulnérable « nitrates » mais huit baies dites « à marées vertes » sont plus particulièrement soutenues par le plan de lutte contre les proliférations des algues vertes. Où en sont-elles ?

Rédigé par Emmanuèle Savelli (OEB) en collaboration avec Fabrice Roth et Maïwenn Berrou (Préfecture de la région Bretagne), Pascale Ferry (Dreal), Alexandre Mamdy (Région Bretagne), Michel Peltier et Quentin Malard (Conservatoire du littoral), Franck Jubert (SM de la baie de Saint-Brieuc), Paul Salaün (Morlaix communauté), Maureen Lapalme (Lannion-Trégor Communauté), Mélanie Branellec et Aurélie Prot (Concarneau Cornouaille Agglomération) et Elvis Denieul (Dinan agglomération)

Depuis 1994, la totalité du territoire breton est classée en zone vulnérable aux pollutions par les nitrates d'origine agricole, en application de la directive européenne « Nitrates ». Afin de réduire la pollution de l'eau par ces nitrates, plusieurs programmes d'actions se sont succédé depuis 1996 pour fixer des règles s'appliquant aux agriculteurs. Celles-ci sont différenciées selon des zonages spécifiques.

Depuis 2021, le programme d'action régional (PAR) a introduit des règles particulières dans les bassins versants débouchant sur des baies littorales davantage touchées par des marées vertes (communément appelées « baies algues vertes »). La mise en œuvre des programmes d'actions s'est accompagnée d'une baisse globale de la teneur moyenne en nitrates dans l'eau en Bretagne entre 1998 et 2014, puis d'une stagnation [1].

Une autre directive européenne est structurante dans la lutte contre les proliférations d'algues vertes : la directive cadre sur l'Eau (DCE).

Elle impose à la France d'atteindre le bon état de ses masses d'eau d'ici 2027.

L'eutrophisation des masses d'eau côtières (c'est-à-dire leur enrichissement excessif en éléments nutritifs comme l'azote et le phosphore) fait partie des critères d'évaluation. De ce fait, le schéma directeur d'aménagement des eaux en Loire-Bretagne (SDAGE) définit des bassins versants où des objectifs de réduction de flux d'azote dans les masses d'eau doivent être fixés pour lutter contre les marées vertes [2]. La dernière évaluation de l'état des masses d'eau en Bretagne a été réalisée par l'Agence de l'eau Loire-Bretagne en 2019 [3].

Elle classe les masses d'eau côtières selon plusieurs paramètres, dont celui des algues vertes. D'après les résultats concernant le paramètre « algues vertes » pour les eaux littorales, deux masses d'eau étaient dans un état moyen (au large du Léon - Trégor et dans le golfe du Morbihan) et quatre masses d'eau étaient dans un état médiocre (fond de la baie de Saint-Brieuc, baie de Lannion, baie de Douarnenez et baie de Concarneau) [4].

[1] Évaluation environnementale du septième Programme d'Actions Régional Directive Nitrates, octobre 2023, Dreal Bretagne

[2] Une teneur en nitrates de 18 mg/l en percentile 90 dans les masses d'eau superficielles contribue à l'eutrophisation des eaux littorales. sdage-sage.eau-loire-bretagne.fr

[3] État des lieux 2019 du bassin Loire-Bretagne, AELB 2019

[4] Tableau de bord : Synthèse de l'état des masses d'eau littorale en Bretagne, OEB

UN PLAN SPÉCIFIQUE POUR LES BAIES ALGUES VERTES

En 2010, un plan d'action gouvernemental a été initié : le plan de lutte contre les proliférations d'algues vertes (PLAV). Il avait été précédé, entre 2002 et 2006, par le programme Prolittoral dont les objectifs étaient déjà de diminuer les apports de nitrates sur sept bassins versants (situés dans les baies algues vertes actuelles, à part celle de l'Horn), de ramasser et gérer les algues vertes échouées, et de suivre le phénomène des marées vertes [5].

Le PLAV est porté par l'État et la Région Bretagne, en lien avec l'Agence de l'eau Loire-Bretagne, les conseils départementaux des Côtes-d'Armor et du Finistère, et les collectivités locales concernées. Il concerne huit territoires débouchant sur des baies qui concentrent près de 90 % des échouages d'algues vertes : la baie de la Fresnaye, la baie de Saint-Brieuc, la baie de la Lieue-de-Grève, l'anse du Douron, l'anse de l'Horn-Guillec, l'anse du Quillimadec-Alanan, la baie de Douarnenez et la baie de la Forêt.

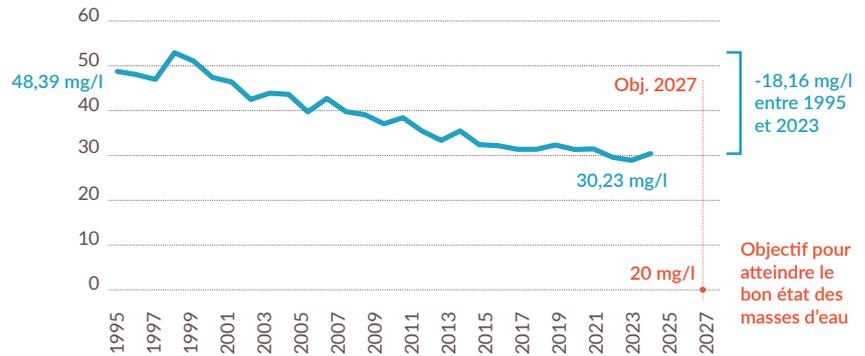
Pour réduire les flux d'azote dans chaque baie, le PLAV propose un ensemble de dispositifs favorisant l'évolution des pratiques et des systèmes agricoles et préservant les fonctions écologiques des milieux. Au fil du temps, la nature des axes et leviers mobilisés dans ce plan a été ajustée avec l'évolution des connaissances scientifiques et l'évaluation des actions conduites [5].

Le dernier plan en date, le PLAV 3, couvre la période 2022 - 2027. Outre la surveillance sanitaire des émissions de sulfure d'hydrogène, le ramassage des algues échouées et l'amélioration des connaissances scientifiques, il maintient le volet préventif lié à la réduction des flux d'azote comme axe prioritaire du plan. Ce dernier se déploie notamment à partir des zones soumises à contrainte environnementale (ZSCE).

Dans ces zones, s'appliquent des arrêtés préfectoraux qui fixent des objectifs de réduction de fuites d'azote à atteindre d'ici 2025 sur le plan agronomique (couverture végétale des sols, équilibre de fertilisation, pratiques de pâturage, protection des zones humides et des cours d'eau). Pour accompagner les agriculteurs dans ces évolutions, le PLAV 3 propose une palette de dispositifs mobilisant des aides publiques.

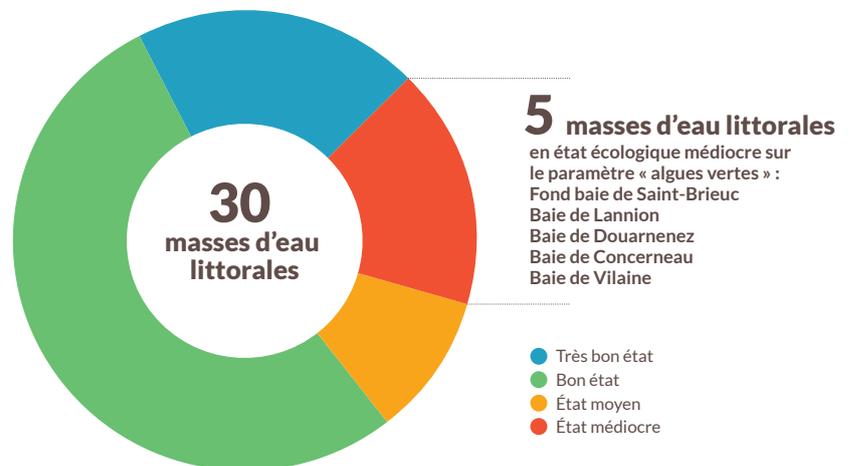
[5] Évaluation de la politique publique de lutte contre la prolifération des algues vertes en Bretagne (2010-2019), Cour des Comptes, 2021 tinyurl.com/3hnumtr9

Évolution de la teneur moyenne en nitrates (Q90) dans les cours d'eau bretons



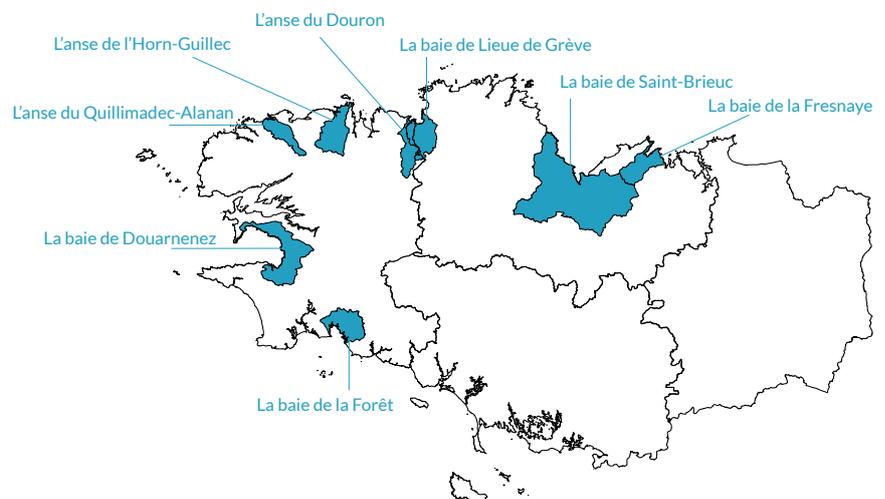
Données : RCS, 2023 • Réalisation OEB, septembre 2024

État des 30 masses d'eau littorales bretonnes, évalué en fonction du paramètre « algues vertes »



Données : AELB, 2019 • Réalisation OEB, septembre 2024

Les 8 territoires bretons bénéficiant du plan de lutte contre les proliférations d'algues vertes



Données : PLAV2 2017-2021, Draaf Bretagne • Réalisation OEB, septembre 2024

NITRATES : OÙ EN SONT LES 8 BAIES ?

La qualité de l'eau vis-à-vis des nitrates s'est améliorée dans les huit baies algues vertes ; la teneur en nitrates a globalement baissé même si un palier est perceptible depuis quelques années dans certaines baies [6]. Cette tendance s'observe également à l'échelle régionale mais elle reste actuellement insuffisante pour répondre aux exigences réglementaires fixées par la directive Nitrates et la directive cadre sur l'Eau.

En 2023, cinq territoires ont dépassé leurs objectifs de réduction des teneurs en nitrates dans l'eau de surface, fixés pour 2021, et se situent à 50 % de leur objectif 2027 : la Fresnaye, Saint-Brieuc, Horn-Guillec, Quillimadec-Alanan et Lieue de Grève. Les raisons de ces baisses sont multifactorielles. Une partie s'explique par des améliorations d'ordre agronomique dans les exploitations agricoles de ces territoires comme le raisonnement de la fertilisation, la baisse des quantités d'azote total épandu - constatée également à l'échelle régionale - et le renforcement de la couverture des sols agricoles.

Mais on l'a vu, l'azote n'est pas le seul paramètre contrôlant la prolifération des algues vertes, si bien que dans la plupart des baies algues vertes, l'évolution des échouages reste variable d'une année sur l'autre, avec des échouages importants pouvant perdurer certaines années malgré une baisse des concentrations en azote. Cela peut s'expliquer là encore par de multiples facteurs allant du fonctionnement hydrologique du bassin versant (par exemple, la contribution plus ou moins marquée au cours de l'année d'eaux souterraines âgées, riches en nitrates), ou par une sensibilité hydrodynamique de la baie aux variations météorologiques ou encore au maintien d'un stock hivernal d'algues vertes réactivant précocement les proliférations au printemps.

[6] Tableau de suivi du plan de lutte contre la prolifération des algues vertes, OEB tinyurl.com/ewwueay6

Évolution entre 2010 et 2023 dans les baies algues vertes de la teneur en nitrates vis-à-vis des objectifs à atteindre (À noter, chaque baie a choisi l'indicateur le plus adapté à sa configuration) et des surfaces d'algues échouées en hectares (à droite)



Méthode utilisée pour calculer la teneur en nitrates : [1] Q90 (mg/l) [2] Concentration moyenne annuelle (mg/l) [3] Flux printanier (mai-sept.) pondéré sur 3 ans (tonnes N/an (N-NO₃ + N-NO₄)) [4] Concentration moyenne printanière (mai-sept., mg/l) • Données : Naïades • Réalisation OEB, septembre 2024

DES TERRITOIRES EN TRANSITION

Parce qu'avec les marées vertes, ils font face à un problème écologique particulier, les territoires des baies algues vertes sont privilégiés pour amorcer des transitions en profondeur et faire des expérimentations, qu'elles concernent l'agroécologie, le foncier ou la restauration d'écosystèmes fonctionnels.

Pour tenir compte des objectifs à atteindre et des spécificités agricoles de leurs territoires, les baies algues vertes mettent en place des actions « sur mesure » afin de renforcer leur résilience environnementale. Elles le font de deux manières : en accompagnant et impliquant des agriculteurs volontaires dans la transition vers des pratiques et des systèmes agricoles à basses fuites d'azote ; et en restaurant ou renforçant les fonctions écologiques des paysages agraires liés aux zones humides et au maillage bocager. Ce dernier est une particularité des paysages agraires en Bretagne.

Comme elles sont structurelles, ces actions participent à l'amélioration de la qualité de l'eau, à la préservation des sols, de la biodiversité et contribuent à adapter les territoires aux conséquences du changement climatique.

FAVORISER L'AGRO-ÉCOLOGIE PAR DES AIDES CONTRACTUELLES

Il existe plusieurs dispositifs d'aide aux agriculteurs pour soutenir des pratiques agricoles favorables à l'environnement. Ils sont mobilisés de manière variable selon les baies algues vertes. Les chantiers collectifs de semis précoces, dispositif spécifiquement mis en place dans les territoires des baies algues vertes, en font partie. Ils ont d'ailleurs vu le jour dans les territoires des baies algues vertes. La part de surface implantée en couverts précoces par des chantiers collectifs a été multipliée par 3,1 entre 2017 et 2022 sur l'ensemble des 8 baies à marées vertes.

[7] La surface agricole utile comprend les terres arables (y compris pâturages temporaires, jachères, cultures sous abri, jardins familiaux, etc.), les surfaces toujours en herbe et les cultures permanentes (vignes, vergers, etc.). Source : Insee

	La Fresnaye	Saint-Brieuc	Lieu de Grève	Douron	Horn-Guillic	Quillimadec -Alanan	Douarnenez	La Forêt
Mesures agro-environnementales climatiques	13 %	7 %	18 %	11 %	2 %	3 %	11 %	13 %
Aide à la conversion ou au maintien à l'agriculture biologique	3 %	7 %	22 %	11 %	12 %	6 %	8 %	12 %
Paiement de services environnementaux	23 %	15 %	NC*	NC*	20 %	20 %	12 %	19 %

Part de surface agricole utile [7] des exploitations bénéficiant de mesures contractuelles en 2023 sur les territoires des baies algues vertes. * NC : non concerné mais un autre dispositif : « La boucle vertueuse », est spécifique aux baies du Douron et de la Lieu de Grève. • RPG 2023 - DRAAF Bretagne, AELB • Réalisation OEB, septembre 2024

DES CHANTIERS DE SEMIS PRÉCOCES COLLECTIFS EN BAIE DE SAINT-BRIEUC

Franck Jubert est responsable du pôle Eau et Environnement au Syndicat mixte de la baie de Saint-Brieuc. Il explique comment les chantiers de semis précoces collectifs déployés sur le territoire de la baie de Saint-Brieuc ont permis d'augmenter la durée de couverture des sols agricoles, ce qui réduit les fuites d'azote.

« Depuis 2017, le syndicat mixte de la baie de Saint-Brieuc et la chambre d'Agriculture des Côtes-d'Armor accompagnent le déploiement des chantiers de semis précoces collectifs auprès des agriculteurs travaillant sur le territoire de la baie de Saint-Brieuc.

Le programme d'action régional rend les semis intercultures obligatoires en Bretagne pour éviter les fuites d'azote induites par les sols laissés nus. Ils ont lieu entre la culture des céréales, moissonnées en été, et celle du maïs au printemps suivant. Avec le dispositif des chantiers collectifs, les semis précoces sont réalisés de manière anticipée sur les terres d'exploitants agricoles volontaires, les semences restant à leurs frais. Et ils sont mis en œuvre par des entreprises de travaux agricoles ou des coopératives d'utilisation des matériels agricoles (Cuma) dont la prestation est directement prise en charge par l'État.

Sur le territoire de la baie de Saint-Brieuc, ce dispositif a touché en 2022 400 exploitants agricoles sur les 1 000 concernés par le PLAV, pour une surface semée d'environ 7 000 hectares (5 000 ha en moyenne depuis 2017). Sur près de 18 500 hectares cultivés pour produire des céréales, environ 38 % ont bénéficié de ces semis précoces avant d'accueillir du maïs.

L'analyse des dates des chantiers de semis collectifs montre qu'ils ont permis de diviser par trois la durée pendant laquelle les sols restaient nus entre deux cultures. Cette durée est aujourd'hui estimée à 10 jours, alors qu'elle était auparavant d'environ 30 jours.

La technique des semis précoces optimise donc la réduction des fuites de nitrates mais elle peut se trouver en concurrence avec d'autres techniques (comme celle des « faux-semis ») qui optimise, quant à elle, la réduction des produits phytosanitaires. Il n'existe pas de solution parfaite pour réduire toutes les pressions sur l'environnement, ce qui amène les exploitants à faire des choix. »





UNE BOUCLE VERTUEUSE EN BAIES DU DOURON ET DE LA LIEUE-DE- GRÈVE

Paul Salaün est responsable de la cellule agricole et bocage du service public de l'eau An Dour de Morlaix Communauté et Maureen Lapalme est coordinatrice bassins versants de la Lieue-de-Grève pour Lannion-Trégor

Communauté. Tous deux animent le dispositif « boucle vertueuse », créé spécifiquement pour lutter contre les marées vertes dans l'anse du Douron et la baie de la Lieue-de-Grève.

« La boucle vertueuse est née en 2014 dans l'anse du Douron d'abord, puis elle s'est étendue à la baie de la Lieue-de-Grève à partir de 2018 car de nombreuses exploitations agricoles sont à cheval sur ces deux baies algues vertes.

C'est le seul dispositif créé spécifiquement par des baies algues vertes, en complément de ceux déjà proposés par le PLAV.

Sa genèse remonte à 2012 et a commencé par une concertation avec des agriculteurs volontaires dont la plupart étaient des éleveurs laitiers qui avaient la particularité d'avoir peu de disponibilités horaires du fait de leur activité (la traite des vaches a lieu 2 fois par jours, 7 jours sur 7). La concertation a mis en évidence l'intérêt de confier à des entreprises de travaux agricoles la réalisation de prestations standardisées pour limiter les fuites d'azote et faire gagner du temps aux éleveurs.

Les exploitations qui participent à la boucle vertueuse font l'objet d'un diagnostic d'après une grille d'indicateurs agro-environnementaux (fertilisation azotée, couverture des sols, azote alimentaire, etc.), actualisé chaque année. En fonction des résultats du diagnostic, ils reçoivent un chèque – d'un maximum de 10 000 euros par an – qu'ils peuvent utiliser pour faire réaliser des prestations.

Elles sont variées (épandage de précision, entretien mécanique sous clôture, etc.) et évoluent en fonction des besoins identifiés avec les agriculteurs.

Aujourd'hui, les deux-tiers des 300 exploitations de l'anse du Douron et de la baie de la Lieue-de-Grève participent à la boucle vertueuse. Selon les années, les résultats des diagnostics varient et donc également le montant des chèques alloués mais les agriculteurs restent impliqués. Sur les 143 diagnostics réalisés en 2023, la médiane des chèques reçus par les exploitants était de 2 638 euros et le maximum atteint a été de 8 000 euros.

La boucle vertueuse apporte une connaissance fine des exploitations de ces territoires, ce qui a facilité le déploiement des autres dispositifs du PLAV, comme les mesures agro-environnementales climatiques qui sont particulièrement utilisées par des agriculteurs de ces deux baies. »

Les mesures agro-environnementales climatiques (MAEC), qui relèvent de la politique agricole commune (PAC), sont un autre dispositif proposé par le PLAV. Elles apportent aux agriculteurs une aide financière pendant 5 ans pour contribuer à la protection des ressources naturelles.

Sur la programmation 2023-2027 de la PAC, les MAEC en Bretagne ciblent en priorité les systèmes de type polyculture – élevage autour des enjeux concernant les herbivores, la biodiversité, l'eau et le sol en lien avec le climat. Par exemple, dans le contexte des baies algues vertes,

les élevages qui amorcent une transition vers un système plus herbager s'engagent à favoriser l'herbe dans l'assolement (c'est-à-dire la répartition des cultures dans l'année entre les parcelles d'une exploitation) et à limiter le maïs fourrage.

Cela contribue à restaurer le couplage naturel entre production végétale et animale, favorable à l'équilibre du cycle de l'azote et à renforcer également l'autonomie alimentaire des élevages, afin d'atteindre des niveaux de fuites faibles.

.....
*Les territoires des baies
algues vertes sont
privilegiés pour
amorcer des transitions
en profondeur et faire
des expérimentations.*
.....

Dans les baies algues vertes, une MAEC particulière, dédiée au PLAV, a été mise en place à partir de 2023 pour viser d'autres catégories d'exploitations, qui s'engagent à couvrir les sols, limiter les apports en azote minéral et éviter des rotations à risque de fuites d'azote.

Sur la dernière programmation de la PAC (2015-2020), les MAEC – en particulier pour le système polyculture élevage herbivore – et les aides au maintien ou à la conversion en agriculture biologique [8] ont connu, jusqu'en 2019, un essor partout en Bretagne, puis une croissance ralentie [9].

En 2022, les exploitations financées pour des MAEC représentaient 10,2 % de la surface agricole utile [7] des huit baies algues vertes, la plupart relevant des systèmes de polyculture – élevage (contre 7,6 % à l'échelle régionale). Toutefois, la part des prairies a peu évolué depuis 2015 (+ 1,5 %).

Pour favoriser le développement de l'agroécologie, les territoires des baies à algues vertes peuvent aussi mobiliser depuis 2020 des paiements pour services environnementaux (PSE), mis en place par l'Agence de l'eau Loire-Bretagne. Ils rémunèrent des agriculteurs en fonction de leurs résultats annuels, évalués par des indicateurs fixés à l'échelle de chaque territoire. Ces indicateurs sont tournés vers la protection de la ressource en eau, mais bénéficient aussi plus généralement à l'environnement (utilisation de l'azote minéral, limitation des fuites d'azote, couverture des sols, protection des chemins de l'eau, reconstitution d'un maillage bocager, remise en herbe des zones humides).

[8] L'agriculture biologique est reconnue pour ses bénéfices pour la santé et l'environnement. Source : Le soutien à l'agriculture biologique, 2022, Cours des comptes

[9] La programmation 2015-2020 fait la part belle à la MAEC système polyculture élevage herbivore, Draaf Bretagne tinyurl.com/55fzxxz

Six projets sont en cours dans les baies algues vertes. En 2023, 8 % des exploitations de l'ensemble des huit baies bénéficiaient de ces paiements pour services environnementaux, soit une surface agricole engagée de 118 912 ha [5].

Enfin depuis 2024, par l'intermédiaire du nouveau dispositif Agri'invest, issu de la PAC 2023-2027, la Région Bretagne accompagne également la transition agroécologique. Cela passe par le financement d'investissements permettant d'accroître la résilience environnementale des fermes et leur orientation herbagère (chemins d'accès au pâturage, séchage en grange, matériel de gestion de d'herbe, etc.), mais également l'accès à des aides à la condition que les exploitations s'engagent dans des Contrats de transition agroécologiques (CTAE). Sur les baies algues vertes, ce contrat comporte systématiquement un volet garantissant la mise en place de pratiques agronomiques favorables à la réduction des fuites de nitrates vers les cours d'eau.

INTERVENIR SUR LE FONCIER AGRICOLE

Une des clés pour réduire les fuites d'azote est la réorganisation foncière du parcellaire agricole. Car un parcellaire regroupé autour du siège d'exploitation créé des conditions favorables à d'éventuelles modifications des systèmes de production afin de les adapter aux préoccupations environnementales (par exemple, le développement des surfaces en herbe, la répartition plus homogène des épandages d'azote, etc.).

Tout comme la transition agroécologique, la réorganisation du foncier touche à des évolutions structurelles et de long terme pour les exploitations agricoles.

Étant donné le fort renouvellement générationnel à venir avec le départ à la retraite de près de la moitié des agriculteurs dans les dix prochaines années, l'enjeu de la réorganisation du foncier agricole devient crucial. Afin d'encourager la transmission des fermes qui se libèrent à de nouveaux porteurs de projet à l'installation en agriculture et limiter le phénomène de concentration des terres actuellement à l'œuvre, les pouvoirs publics et la profession agricole se mobilisent pour former et faciliter les conditions d'installation d'une nouvelle génération d'agriculteurs et d'agricultrices en Bretagne.

La Safer Bretagne est un organisme intervenant dans la gestion du foncier agricole.

DES PAIEMENTS POUR SERVICES ENVIRONNEMENTAUX EN BAIE DE LA FORÊT

Mélanie Branellec est animatrice du SAGE Sud Cornouaille et Aurélie Prot est coordinatrice agricole de la baie de la Forêt, toutes deux à Concarneau Cornouaille Agglomération. Depuis 2021, elles expérimentent pour la baie de la Forêt le dispositif des paiements pour services environnementaux qui a renforcé l'implication des exploitants agricoles dans la lutte contre les marées vertes.

« Depuis 2022, la baie de la Forêt propose à titre expérimental et pour 5 ans à 28 agriculteurs de son territoire des paiements pour services environnementaux, déclenchés en fonction des résultats obtenus pour cinq indicateurs dont la pression d'azote minéral, l'élargissement des bandes enherbées le long des cours d'eau ou encore la surface en herbe.

La règle de fonctionnement est simple : les agriculteurs volontaires reçoivent une rémunération globale, pouvant atteindre jusqu'à 60 000 euros sur 5 ans, en fonction de l'évaluation des indicateurs et de la surface de l'exploitation. Pour chaque indicateur, le seuil qui déclenche le paiement est adapté aux enjeux locaux. Concarneau Cornouaille Agglomération se charge de la gestion financière et administrative.

Parce qu'elle complète d'autres dispositifs du PLAV, l'expérimentation du PSE a permis de toucher d'autres profils d'agriculteurs pour lesquels elle est plus adaptée. Elle apporte de la flexibilité et favorise l'implication de la part des agriculteurs. Surtout, elle introduit de l'humain dans l'action car elle répond aux spécificités agricoles du territoire, tout en nourrissant un lien fort avec ses agriculteurs, principaux acteurs de terrain dans la lutte contre les marées vertes.

En comptant les agriculteurs engagés dans des mesures agro-environnementales climatiques et ceux qui participent aux chantiers de semis précoces collectifs, avec les PSE, près de la moitié des 136 agriculteurs de la baie de la Forêt sont impliqués d'une manière ou d'une autre dans la lutte contre les marées vertes en 2024. »



Parmi ses missions, elle achète, vend ou échange des terres et propriétés agricoles et rurales par le biais de transactions à l'amiable ou de la préemption, en créant des réserves foncières.

Elle intervient lors de la transmission d'exploitations agricoles et l'installation de nouveaux agriculteurs, dans le but de préserver le potentiel agricole, environnemental ou forestier d'un territoire.

Baie de la Forêt

Depuis une dizaine d'années, dans le cadre du PLAV, le Conservatoire du littoral intervient de façon prioritaire à l'aval des bassins versants afin de participer à l'effort de limitation des flux d'azote aux exutoires. Dans ses périmètres d'intervention, qui progressent au gré des partenariats établis avec les communes, il acquiert des parcelles afin de contribuer sensiblement à la réduction des flux de nitrates (zones humides potentielles dégradées par des mises en culture, sous-bassins versants prioritaires nitrates, etc.). Il assure des travaux de restauration des fonctionnalités écologiques des zones humides et des espaces naturels littoraux avec le soutien financier de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne. Il conventionne avec les agriculteurs qui exploitent le cas échéant les parcelles acquises. Cette convention d'occupation (pour une durée de 9 ans renouvelables) comprend un cahier des charges qui vise une gestion adaptée à travers des pratiques « vertueuses » contribuant à l'équilibre du cycle de l'azote et aux fonctions écologiques et paysagères de ces espaces. Ces changements de pratiques sont accompagnés par la chambre d'Agriculture.

Entre 2015 et 2023, le Conservatoire du littoral a acquis près de 600 ha spécifiquement sur les territoires des baies algues vertes. Avant 2015, sans action spécifique liée au PLAV, il avait déjà acquis 373 ha depuis les années 1980. À ce jour, 400 ha font l'objet de conventions avec des agriculteurs.

Les conseils départementaux du Finistère et des Côtes-d'Armor peuvent également mener des opérations d'acquisition foncière avec des objectifs similaires.

RENFORCER LES FONCTIONS ÉCOLOGIQUES DES PAYSAGES

On l'a vu, une partie des fuites d'azote peut être réduite en préservant les fonctions écologiques des milieux naturels. Pour cette raison, certains dispositifs, accompagnant des collectivités et des agriculteurs volontaires qui restaurent des zones humides ou des marais littoraux ou qui créent des bandes végétalisées le long des cours d'eau, participent à l'atteinte des objectifs du PLAV.

DES RÉORGANISATIONS FONCIÈRES EN BAIE DU DOURON

Paul Salaün, responsable de la cellule agricole et bocage du service public de l'eau An Dour de Morlaix Communauté, témoigne de la réorganisation foncière qui a eu lieu en baie algues vertes du Douron dans le cadre du PLAV.

« Entre 2012 et 2021, la chambre d'Agriculture et Morlaix Communauté ont accompagné 44 exploitations agricoles – soit 30 % des exploitations du territoire – qui ont échangé des parcelles.

Au total 170 ha ont ainsi changé de propriétaire ce qui a permis d'augmenter la surface accessible pour le pâturage pour 14 exploitations.

Jusqu'en 2017, les échanges se faisaient de gré à gré. Puis entre 2018 et 2021, ils se sont renforcés grâce à la création d'une réserve foncière avec la Safer Bretagne et avec la mise en place d'une approche sectorisée à l'échelle communale, ce qui a permis de conclure plus rapidement davantage d'échanges. Les échanges à l'amiable se poursuivent dans le cadre du PLAV. »

Baie du Douron



Ces cartes montrent l'état du parcellaire avant et après échange sur une portion de la commune de Plouegat-Moysan. Chaque couleur représente un exploitant différent. Les parcelles rayées sont celles qui ont été échangées en 2019. Les parcelles jaunes sont celles de la réserve foncière de la Safer. • Cartes : Chambre d'agriculture • Réalisation OEB, septembre 2024

Dans certains cas, ces opérations de restauration peuvent même aller jusqu'à intervenir sur le modelé d'un cours d'eau pour redessiner son lit mineur - c'est-à-dire la zone d'écoulement principale - ou réaménager son lit majeur, en lui rendant son rôle de zone d'expansion de crues. Car la dernière évaluation de l'état des masses d'eau en Bretagne [3] indique que 62 % des masses d'eau de surface subissent une pression significative sur leur morphologie. Il s'agit surtout de dégradations sur la structure et le substrat du cours d'eau, mais aussi de pressions sur leur profondeur et leur largeur.

Ces interventions de renaturation sont souvent couplées à un renforcement

du maillage bocager (en lien avec le programme Breizh Bocage) qui a d'autres vertus pour l'environnement.

Les haies sont en effet un élément déterminant de l'agroécosystème breton. Le bocage a de multiples fonctions environnementales : l'amélioration de la qualité de l'eau et des sols, le stockage du carbone, le soutien à la biodiversité, la restauration de paysages ruraux de qualité.

Les bénéfices de ces opérations de « renaturation » vont donc bien au-delà de la chasse aux fuites d'azote. Elles accompagnent des évolutions structurelles des paysages sur les territoires de baies à algues vertes et qui s'inscrivent dans le temps long.

DES CONNAISSANCES QUI CONTINUENT D'ÉVOLUER

Dès le lancement du premier plan de lutte contre la prolifération des algues vertes, le volet acquisition des connaissances a permis de renforcer et synthétiser l'ensemble des travaux scientifiques sur le sujet. Outre la confirmation durant le premier PLAV de l'origine essentiellement agricole des nitrates, des études spécifiques ont démontré l'intérêt d'agir prioritairement sur l'azote (et non sur le phosphore naturellement présent en mer).

Elles ont aidé à comprendre le temps de transfert parfois très long des nitrates jusqu'aux exutoires. Elles ont également permis d'évaluer la contribution des aquifères souterrains au flux d'azote, et d'analyser les rapports sociaux et politiques autour du phénomène des marées vertes.

Des travaux de modélisation sont en cours pour tester, dans chaque baie algues vertes, des hypothèses d'évolution de pratiques agricoles et quantifier l'effet de ces évolutions sur les flux d'azote et sur les échouages d'algues vertes. En complément de l'évaluation des actions du PLAV3, ces résultats scientifiques serviront à ajuster les axes et leviers déjà mobilisés dans la lutte contre les marées vertes, au plus près des réalités locales de chaque baie.

— Testez — vos connaissances

1 Le plan d'action contre les proliférations d'algues vertes (PLAV) existe depuis :

- 1990
- 2000
- 2010

2 Depuis 2010, la teneur en nitrates dans les 8 baies algues vertes :

- a plutôt baissé
- a plutôt augmenté
- varie d'une année à l'autre.

3 Et les surfaces d'algues échouées :

- ont nettement baissé
- ont nettement augmenté
- varient d'une année à l'autre

Réponses : 1. 2010 ; 2. a plutôt baissé ; 3. varient d'une année à l'autre.

RENATURATION DE COURS D'EAU EN BAIE DE LA FRESNAYE

Elvis Denieul, est responsable de l'équipe bassins-versants pour Dinan Agglomération. Avec les travaux engagés pour la renaturation du Frémur et du Clos, il nous décrit comment des actions de réduction des fuites d'azote peuvent s'articuler avec une stratégie plus globale pour une meilleure résilience environnementale en baie de la Fresnaye.

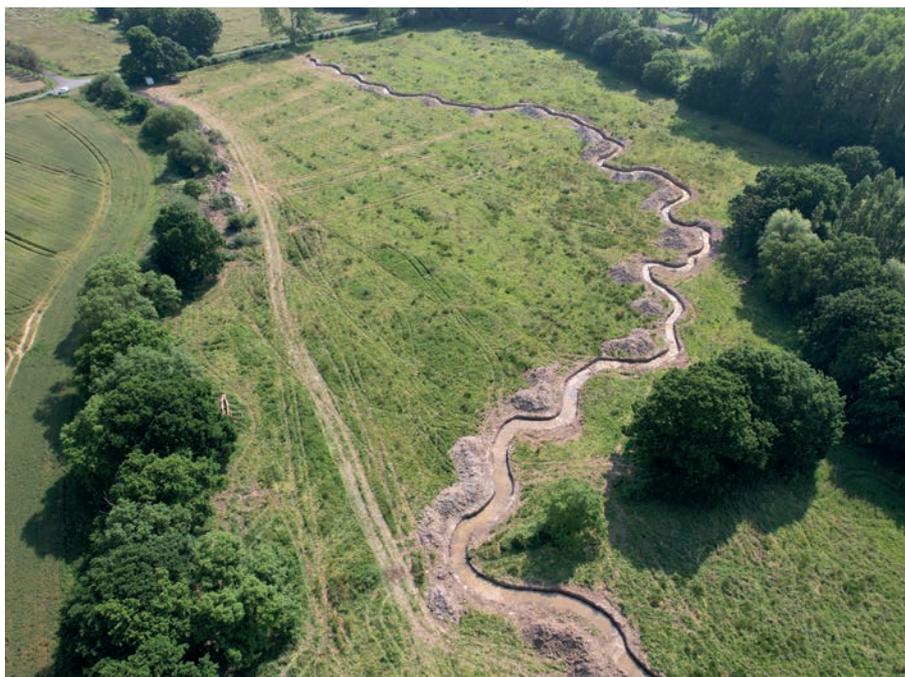
« Dinan Agglomération a réalisé un diagnostic d'évaluation des habitats aquatiques sur le territoire de la baie de la Fresnaye en 2016. Il a révélé que sur 147 km linéaire de cours d'eau inventoriés sur le périmètre couvert par le PLAV, près de 80 % étaient en mauvais état et 31 km - essentiellement sur le Frémur et le ruisseau du Clos - nécessitaient une action prioritaire pour un montant de travaux estimés à 834 000 €.

Ces travaux de renaturation ont commencé en 2017. Il s'agissait pour chacun des deux cours d'eau de réaménager le fond de vallée d'une part en restaurant le lit mineur du cours d'eau (sa zone d'écoulement principale), et d'autre part en le reconnectant à des zones humides adjacentes, situées dans le lit majeur du cours d'eau (sa zone d'expansion de crue) et converties en couverts végétaux pérennes.

Ces travaux ont également été l'occasion de diversifier les habitats, restaurer la continuité de la trame verte (restauration des berges, renforcement des haies bocagères) et installer des zones tampons végétalisées en sortie de drains agricoles.

Dinan Agglomération s'est engagée dans un travail de longue haleine, évaluant à une vingtaine d'années le temps nécessaire pour restaurer l'ensemble des linéaires de cours d'eau altérés. Mais ces réalisations s'inscrivent durablement dans le paysage et prendront, au-delà de la lutte contre les marées vertes, d'autant plus de sens au regard des enjeux en baie de la Fresnaye concernant l'alimentation en eau potable, le changement climatique et la biodiversité. »

Baie de la Fresnaye



Après les travaux de renaturation, le tronçon du Guinguenoual a retrouvé la sinuosité naturelle de son lit mineur et s'insère dans un écran vert de zones en herbe et de haies bocagères.
Crédit photo : Dinan Agglomération.

QUE RETENIR ?



LES INFORMATIONS ESSENTIELLES

- Les proliférations d'algues vertes s'expliquent, en Bretagne, par la présence excessive d'azote dans les eaux littorales. Car l'azote est un des éléments nutritifs nécessaires au développement des algues vertes. Il est naturellement présent dans l'air, le sol, l'eau et le vivant, sous différentes formes chimiques qu'il emprunte au rythme d'un cycle naturel. Ce cycle a été perturbé par les activités humaines provoquant des fuites importantes d'azote dans les fleuves (la cascade de l'azote). L'azote des eaux littorales est, aujourd'hui, pour l'essentiel d'origine agricole.
- Dans un contexte naturel plutôt favorable au lessivage de l'azote, certaines pratiques en Bretagne ont contribué et contribuent encore, à renforcer le phénomène de cascade de l'azote.
- Tout comme la matière organique des sols qui fournit de l'azote pendant des années, la percolation des nitrates dissous dans les nappes souterraines a constitué des stocks d'azote importants qui s'évacuent lentement.
- Les algues vertes tirent leur capacité à proliférer, de leur physiologie et de leur forme. Pour se multiplier, il leur faut des conditions propices : de la lumière, une température optimale de l'eau de 17°C, une concentration en nitrates dans l'eau d'au moins 0,5 à 1 mg/l. Ces conditions se rencontrent sur des estrans plats et des baies semi-fermées où débouchent des cours d'eau riches en azote.
- Lorsque les algues vertes échouées se décomposent, elles peuvent émettre de l'hydrogène sulfuré (H_2S), un gaz d'autant plus dangereux, s'il est respiré, que la dose est concentrée et que la durée d'exposition est longue.

Depuis 2022, des capteurs d' H_2S sont installés sur une quinzaine de sites dans des baies Algues vertes. Au-delà d'1 ppm d' H_2S dans l'air, une alerte déclenche des mesures de gestion de risque accidentel à proximité des zones fréquentées.

- Comme toute prolifération d'une espèce particulière, celle des algues vertes perturbe la biodiversité là où les échouages s'accumulent et entrent en putréfaction. Des effets indéniables ont été identifiés en Bretagne sur des écosystèmes littoraux, des espèces de poissons et d'oiseaux.
- Les marées vertes ne touchent pas tout le littoral breton mais le phénomène est récurrent dans certaines baies qui concentrent la plupart des échouages de la région. Ces baies, dites « baies algues vertes » bénéficient depuis 2010 du plan de lutte contre les proliférations d'algues vertes en Bretagne (PLAV).
- Pour réduire les flux d'azote, le PLAV propose un ensemble de dispositifs contractuels complétant le cadre réglementaire, visant à favoriser l'évolution des pratiques et des systèmes agricoles et préservant les fonctions écologiques des milieux. De nombreux exploitants agricoles sont engagés dans ces dispositifs dont une partie s'accompagne d'évolutions structurelles profondes (agroécologie, réorganisation foncière, renaturation).
- Cette mobilisation se traduit, depuis 2010 dans les 8 baies algues vertes, par une baisse globale de la teneur en nitrates dans l'eau. Mais parce que l'azote n'est pas le seul paramètre contrôlant la prolifération des algues vertes, l'évolution des échouages reste variable d'une année sur l'autre.

CHIFFRES CLÉS

Années 1960

Les premières marées vertes sont observées en Bretagne.

141 sites touchés au moins une fois

depuis 2002 par des proliférations d'algues vertes. Deux-tiers sont des sites sableux (baies et plages sableuses) et un-tiers des vasières.

8 baies algues vertes

concentrent près de 90 % des échouages de la région.

10 % de baisse de pression d'azote

total épandu sur les sols bretons depuis 2015-2016.

De 5 à 20 mg/l de nitrates dans l'eau

C'est la teneur en nitrates à atteindre dans la plupart des fleuves côtiers pour réduire de moitié la masse d'algues échouées. Elle varie selon la baie.

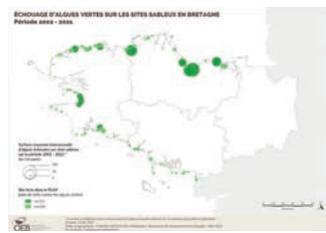
19 fois en 2023

C'est le nombre maximum de dépassements du seuil d'alerte d'1 ppm d' H_2S depuis 2022.

8/8 baies algues vertes

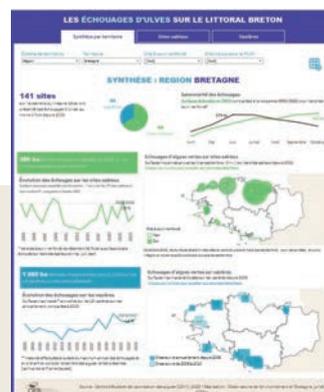
ont vu leur teneur en nitrates baisser depuis 2010. En 2023, 5/8 baies ont dépassé leurs objectifs de réduction des teneurs en nitrates dans l'eau de surface, fixés pour 2021, et se situent à 50 % de leur objectif 2027.

ALLER PLUS LOIN AVEC DES DONNÉES SPATIALES ET TEMPORELLES DÉTAILLÉES



Consultez et téléchargez les cartes annuelles et pluriannuelles sur les échouages d'algues vertes en Bretagne et sur le Plan de lutte contre la prolifération des algues vertes. Nous réalisons ces cartes en collaboration avec le Centre d'étude et de valorisation des algues (Ceva) et la direction régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de Bretagne (Draaf).

Pour un accès facilité, elles sont toutes regroupées dans la collection cartographique « Les algues vertes en Bretagne ». tinyurl.com/ysvee82b



Manipulez les données du tableau de bord « Les échouages d'algues vertes sur le littoral breton ». Outre une synthèse à l'échelle régionale et départementale, il présente pour chaque site des données chronologiques sur les surfaces d'algues échouées et la saisonnalité des proliférations d'algues vertes. Nous actualisons, chaque année, ce tableau de bord, en collaboration avec le Ceva. tinyurl.com/4xs69a8n



Manipulez les indicateurs du tableau de bord « Suivi du Plan de lutte contre la prolifération des algues vertes (PLAV) ». Une première série d'indicateurs permet de suivre les objectifs de réduction des proliférations d'algues vertes et d'amélioration de la qualité de l'eau sur les 8 baies concernées par le plan. Une deuxième série rend compte de l'évolution d'un certain nombre de systèmes et de pratiques agricoles sur ces territoires. Un troisième traduit l'influence du PLAV dans les différentes dynamiques de contractualisation à l'échelle des baies, ainsi que l'atteinte des objectifs du PLAV en matière de sécurisation des personnes au travers des ramassages d'algues échouées sur le littoral. Nous actualisons ce tableau de bord annuellement, en collaboration avec le Ceva et le Centre de ressources et d'expertise scientifique sur l'eau de Bretagne (Creseb). tinyurl.com/ewwueay6

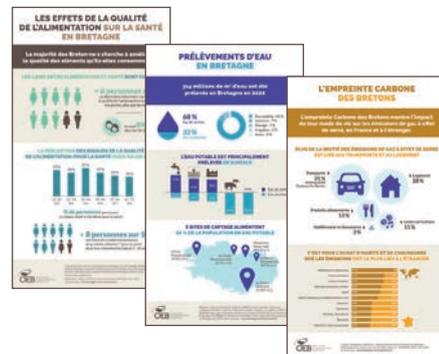


Consultez et téléchargez des données ouvertes de la surveillance des émissions d'hydrogène sulfuré de baies identifiées dans le Plan de lutte contre les algues vertes en Bretagne. Les résultats sont disponibles du 1^{er} juin au 31 octobre, en temps réel (à deux jours près) et en ligne sur le site d'Air Breizh (www.airbreizh.asso.fr), avec des rapports hebdomadaires. Pendant la saison de surveillance, des données horaires (des 7 derniers jours) et journalières (des 30 derniers jours) sont diffusées. Un fichier de synthèse des données est actualisé périodiquement durant la surveillance (en début de mois avec les données du mois écoulé). Il reprend les données de mesures depuis 2017. www.airbreizh.asso.fr

Comment enrichir sa culture scientifique sur l'environnement en Bretagne ?

🔍 [Sur **bretagne-environnement.fr/decouvrir**](http://bretagne-environnement.fr/decouvrir)

- Lisez nos **dossiers pédagogiques** et téléchargez nos **brochures**
- Retenez les **messages clés** tirés de l'analyse des données aujourd'hui disponibles
- Allez à **l'essentiel en image**
- Testez vos **connaissances !**
- Laissez-vous guider par nos **sélections de prolongements** pour développer vos connaissances



Abonnez-vous à notre lettre d'information **"Je découvre l'environnement en Bretagne"**

L'OEB vous propose un focus sur une problématique, une thématique ou un sujet d'actualité, en lien avec l'environnement en Bretagne. Le contenu de cette newsletter est accessible à toutes et tous (jusqu'à 12 envois par an).



Inscription : bretagne-environnement.fr/inscription-lettres-dinformations

Des produits d'édition accessibles à tous

Le niveau de connaissances requis pour comprendre nos produits d'édition vulgarisés est celui acquis en fin collège - début de lycée. Sur notre site Web, il est reconnaissable au niveau de lecture "débutant".

Un travail collaboratif et une rigueur scientifique

Tous nos produits d'édition sont réalisés en collaboration avec des référents scientifiques et techniques, spécialistes des thématiques environnementales en Bretagne, garants de leur probité et de leur qualité scientifique. Nos référents travaillent dans des universités et laboratoires de recherche, des établissements publics, des associations mais aussi pour les services de l'État et de la fonction publique territoriale. Nous utilisons des données et connaissances tirées de sources dont la méthodologie est publiée et vérifiable.

**Directeur de publication**

Ronan Lucas

Rédaction

Emmanuèle Savelli et Adeline Louvigny

Cartographie et traitement des données

Émilie Massard et Timothée Besse

En collaboration avec

Sylvain Ballu (Ceva), Alain Ménesguen (Ifremer), Alix Levain (CNRS), Patrick Durand (Inrae), Luc Aquilina (Université Rennes - UMR Géosciences), Marine Pacé (Draaf Bretagne), Sylvain Prudhomme (ARS), Olivier Cesbron (Air Breizh), Alain Ponsero (RNN de la baie de Saint-Brieuc), Fabrice Roth et Maiwenn Berrou (Préfecture de la région Bretagne), François David (Saint-Brieuc Armor agglomération), Pascale Ferry (Dreal), Alexandre Mamdy (Région Bretagne), Michel Peltier et Quentin Malard (Conservatoire du littoral), Franck Jubert (SM de la baie de Saint-Brieuc), Paul Salaün (Morlaix communauté), Maureen Lapalme (Lannion-Trégor Communauté), Mélanie Branellec et Aurélie Prot (Concarneau Cornouaille Agglomération) et Elvis Denieul (Dinan agglomération)

Cet ouvrage est édité par l'Observatoire de l'environnement en Bretagne

47 avenue des Pays-Bas - 35200 RENNES
Tél : 02 99 35 45 80
contact@bretagne-environnement.fr
bretagne-environnement.fr

Tous droits réservés

© Observatoire de l'environnement en Bretagne, 2024

Crédits photos

Photo de couverture :
Saint-Brieuc Armor Agglomération

Conception / Réalisation graphique

Pollen Studio

Impression

Imprigraph

Fonds cartographiques

Contours administratifs : IGN ADMIN EXPRESS 2023.
Sage : Dreal Bretagne. Cours d'eau : BD Carthage 2014.

**Membres fondateurs****Membres adhérents**

23 intercommunalités,
2 départements,
1 établissement public territorial
de bassin.

