

# **Cyanobactéries :** **Recensement et analyse des suivis et des actions conduites** **dans les plans d'eau en Bretagne et mise en perspective** **pour l'action**



Etang d'Apigné, photo Guillaume Morlent & Diane Olivier

**Diane OLIVIER**

Master 2 Gestion des Habitats et des Bassins Versants

Maîtres de stage : Guillaume Pajot, Josette Launay

Organisme d'accueil : Creseb – Centre de Ressources et d'Expertise Scientifique sur l'Eau de Bretagne

Correspondant universitaire : Alexandrine Pannart, Université de Rennes 1

Remise du rapport le 03 septembre 2018, soutenance le 12 septembre 2018



## Remerciements

Je remercie Josette Launay et Guillaume Pajot, mes encadrants au sein du Creseb, pour leurs accompagnements et leur suivi tout au long du stage. Cela m'a permis d'avoir un esprit critique plus approfondi et une ouverture d'esprit plus large. J'ai notamment, grâce à la rencontre avec les différents acteurs du territoire, pu acquérir une aisance oratoire. Je remercie Régine Pellan qui a été présente et disponible pour les questions que j'ai pu avoir. Je remercie aussi tout le service de la DCEEB (Direction du climat, de l'environnement, de l'eau et de la biodiversité du Conseil régional de Bretagne) pour m'avoir accueilli dans la bonne humeur et aussi transmis certaines connaissances sur le monde des collectivités, notamment aux référents territoriaux qui ont pu me donner des informations sur leurs territoires. Cela a été une expérience très enrichissante !

Merci à tous les acteurs des territoires, que j'ai contacté, d'avoir été disponible pour échanger techniquement sur les problématiques cyanobactéries qu'ils peuvent rencontrer. Merci aussi aux spécialistes, comme Frédéric Pitois ou Luc Briant qui ont su répondre à mes questionnements.

Je remercie aussi toutes les personnes qui se sont déplacées lors de la réunion mise en place le 2 juillet 2018 afin de pouvoir échanger sur les informations capitalisées.

Je remercie également Alexandrine Pannart, ma correspondante universitaire pour avoir répondu à mes divers questionnements.

Je remercie mes parents, mes sœurs et mon frère pour leur soutien. Je remercie aussi mes amis avec qui j'ai pu passer de supers moments. Je remercie Sarah, Florine et Tiphaine avec qui j'ai pu passer 3 ans de formation, de travail mais aussi de rires et de soirées. Je remercie également Rémi qui a été présent, notamment durant tout le stage, pour qui ça n'a pas dû être facile tous les jours de me supporter, à qui je dois quelques verres et assiettes cassées lors de mes passages !

Je remercie Guillaume pour son soutien, pour m'avoir accompagné tout au long de mon parcours universitaire, notamment lors de la réorientation et pour m'avoir soutenue durant toutes ces années d'étude.



## Table des matières

Liste des annexes.....	1
Présentation du Creseb.....	2
Introduction.....	3
Matériel et Méthode.....	5
I. Modalités d'enquête.....	5
II. Organisation du recueil d'information (procédés, mise en place tableau).....	5
III. Acteurs contactés.....	5
1. Acteurs locaux des territoires de SAGE et de bassins versants.....	5
2. Pouvoirs publics.....	6
3. Scientifiques et bureaux d'études associés.....	7
4. Usagers des plans d'eau.....	7
IV. Réponses obtenues.....	7
V. Les plans d'eau concernés.....	8
Résultats.....	11
I. Diagnostic des données de suivis des cyanobactéries.....	11
II. Recensement des actions mises en place dans les plans d'eau et de leurs suivis- évaluations.....	14
1. Actions curatives mises en place contre les causes de l'eutrophisation : actions contre le relargage et la charge interne de phosphore (sédiment).....	16
2. Actions curatives mises en place contre une des manifestations de l'eutrophisation : actions cyanocides avant le pic d'efflorescence des cyanobactéries.....	25
Discussion – Propositions.....	28
I. Pour une meilleure capitalisation des données de suivis, dispersés entre les différents organismes en fonction des obligations réglementaires.....	28
II. Pour une mutualisation et valorisation des actions mises en place dans les plans d'eau et de leurs suivis-évaluations.....	31
1. Un manque de suivi-évaluation des actions mises en place dans les plans d'eau ...	32
2. Un besoin d'accompagnement des gestionnaires.....	34
Bibliographie.....	36
Annexes.....	39
Résumé.....	62
Summary.....	62

## Liste des annexes

Annexe 1 – Carte des SAGE en Bretagne

Annexe 2 – Carte des bassins versants présents en Bretagne

Annexe 3 – Prise de contact - Questionnaire

Annexe 4 – Article publié sur le site Territoire d'eau + Questionnaire *Google Forms*

Annexe 5 – Ensemble des personnes contactées

Annexe 6 – Plans d'eau identifiés comme ayant au moins un suivi cyanobactéries

Annexe 7 – Plan d'eau baignade suivis par l'ARS – Source bilan annuel ARS (base Sise Baignade)

Annexe 8 – Actions mises en place sur les plans d'eau

Annexe 9 – Procédé Cyanprotect

Annexe 10 – Procédé Ferma-Germe de Bactiferme

Annexe 11- Liste des plans d'eau concernés par les actions effectuées dans les plans d'eau, associée aux personnes contactées (possédant des informations sur les actions effectuées)

Annexe 12 – Ensemble des documents mutualisés durant le stage

## Présentation du Creseb

Le Creseb (Centre de Ressources et d'Expertise Scientifique sur l'Eau de Bretagne) a été créé à l'initiative de la Région Bretagne en partenariat avec l'Etat. Il constitue une plateforme d'échanges entre acteurs de la recherche et acteurs opérationnels pour accompagner les actions efficaces d'amélioration de la qualité de l'eau et de gestion de la ressource. Le Creseb favorise le partage de connaissances et la coopération dans le domaine de l'eau, en réponse à un enjeu fort : l'appropriation sociale des sciences pour la prise de décision et l'action publique. Pour cela, il s'appuie sur ses membres et partenaires, tous porteurs de questionnements et de savoirs que sont les acteurs de la gestion intégrée de l'eau et les acteurs de la recherche :

	Acteurs de la gestion intégrée de l'eau	Acteurs de la recherche
Besoins/ questions	Comment définir les objectifs et les moyens pour une gestion intégrée et durable de l'eau permettant d'atteindre les objectifs du bon état écologique des eaux et milieux aquatiques ?	Comment orienter l'acquisition de nouvelles connaissances (recherche fondamentale) ou l'adaptation/le développement d'outils (recherche appliquée) en fonction des besoins et des réalités de terrain ?
Connaissances	Pratiques et expériences de terrain, connaissance du contexte et de spécificités locales, données.	Connaissances scientifiques Outils, modèles...

Le partage de connaissances et les interactions entre les acteurs opérationnels et les acteurs de la recherche s'opèrent de plusieurs manières. Pour cela, le Creseb :

- Recueille, analyse et croise les questions des chercheurs, institutionnels et acteurs de terrain,
- Met à disposition des connaissances scientifiques objectivées intégrant les incertitudes associées en réponse aux besoins,
- Facilite le partage et la mise en débat des connaissances scientifiques avec les savoirs de chaque acteur,
- Accompagne ses membres dans le montage de projets et leur apporte un appui scientifique et technique,
- Fait émerger des besoins de connaissances complémentaires.

Enfin, pour le Creseb, la question de l'eau ne saurait se résumer à des dimensions biophysiques. La structuration de la recherche dans des disciplines distinctes ne peut répondre à l'ensemble des problèmes de gestion et de protection de la ressource en eau. Il existe un enjeu fort (1) à favoriser l'émergence de projets co-construits par les scientifiques et les décideurs et (2) à proposer des projets interdisciplinaires mêlant les aspects biophysiques, socio-économiques et juridiques.

## Introduction

Les cyanobactéries autrefois qualifiées d'algues bleues-vertes sont présentes sur Terre depuis plus de 3,5 milliards d'années (Pearl *et al.*, 2013). Ce sont des micro-organismes photosynthétiques, c'est-à-dire qu'elles tirent parti de l'énergie solaire pour synthétiser leurs molécules organiques (Lavoie *et al.*, 2007). Ces micro-organismes se développent particulièrement dans les milieux lenticques, avec peu de courant.

Les proliférations de cyanobactéries sont des manifestations directes de l'eutrophisation. L'eutrophisation sera ici définie comme un ensemble de symptômes d'un écosystème aquatique associé à la surproduction de matières organiques. Cette surproduction est induite par des apports anthropiques excessifs en nutriments comme le phosphore et l'azote (Pinay *et al.*, 2017). D'autres paramètres interviennent aussi comme les facteurs météorologiques, les caractéristiques hydromorphologiques et sédimentaires des plans d'eau (Bernard, 2014).

Les proliférations de cyanobactéries peuvent devenir une nuisance, d'autant plus que certaines sous espèces peuvent synthétiser des toxines néfastes à la santé de l'Homme (Lahrouni, 2015). Les cyanobactéries sont très compétitrices et peuvent envahir le milieu très rapidement. Ce développement peut provoquer un déséquilibre écologique comme la perte de macrophytes ou l'accumulation de matière organique dans le plan d'eau (Waters, 1995), réduisant l'oxygène dissous dans la masse d'eau (hypoxie, anoxie). Les conséquences de ce développement sont diverses comme une modification des goûts et des odeurs d'eau, une mortalité de poissons ou des nuisances esthétiques (Wang *et al.*, 2011). Ces problèmes peuvent avoir des incidences sur les usages des plans d'eau comme la pêche, l'activité nautique, la baignade et l'utilisation de l'eau pour l'alimentation en eau potable.

Dans les années 1970, des barrages ont été construits en Bretagne afin de répondre à une demande en eau potable liée à une démographie croissante, fragilisant les milieux aquatiques (Brient *et al.*, 2001). En parallèle, en lien avec cette évolution démographique, les pratiques agricoles intensives et les activités urbaines n'ont cessé de croître (Bourgeois & Demotes-Mainard, 2000), augmentant le relargage des charges en azote et en phosphore dans les masses d'eau. Cela s'est traduit par une accumulation de nutriments dans les retenues, permettant des proliférations de cyanobactéries et une accumulation de matière organique.

Dans le cas de la Bretagne, dont les eaux superficielles sont exploitées majoritairement pour la production d'eau potable et sont aussi le support d'activités récréatives (baignades, activités nautiques, pêche de loisirs), il est important de réussir à maintenir une qualité d'eau nécessaire pour perturber le moins possible les usages et les besoins. Afin de prévenir l'eutrophisation dans les plans d'eau, des actions peuvent être mises en place au sein des bassins versants pour limiter l'arrivée de nutriments dans les cours d'eau (Hamilton *et al.*, 2016) ou en entrée des plans d'eau (Fastner *et al.*, 2016). D'autre part, pour répondre à la demande des usages et de la réglementation en vigueur, des actions peuvent être mises en place dans le plan d'eau (Bormans *et al.*, 2016 ; Douglas *et al.*, 2016). Ces actions sont de deux types : soit elles cherchent à limiter les causes de l'eutrophisation (nutriments), soit elles agissent directement sur les manifestations (conséquences) de l'eutrophisation, que sont les développements et proliférations de

cyanobactéries. En Bretagne, diverses actions sont mises en place depuis plusieurs années, dans le cadre de politiques publiques de reconquête de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques.

Suite au séminaire co-organisé au Carrefour des Gestions Locales de l'Eau (CGLE) à Rennes en 2015, sur les proliférations de phytoplancton en eaux douces et marines, le Creseb a dédié une journée spécifique d'échange entre scientifiques et acteurs des territoires sur le thème des cyanobactéries en juin 2017. Parmi les besoins identifiés, il est ressorti une demande de mutualisation et valorisation au niveau régional des données, des résultats d'études et des actions ou expérimentations mises en place localement pour lutter contre les proliférations de cyanobactéries. Ce constat entre aussi en cohérence avec les résultats de l'expertise eutrophisation qui souligne l'absence de bilan sur l'eutrophisation ainsi que la perte de mémoire des actions conduites. Ceci fait l'objet de mon stage dont l'objectif principal est de capitaliser les informations, notamment des actions curatives, et de répondre à :

**Que peut-on tirer du recensement et de l'analyse des études conduites en Bretagne liés aux cyanobactéries ? Quelle mise en perspective pour l'action peut-il y avoir ?**

Les actions préventives sur le bassin versant ayant pour objectif de réduire les nutriments sont assez bien connues et mises en œuvre dans les programmes de reconquête de la qualité de l'eau en Bretagne. De ce fait, la demande de connaissance portait davantage sur les actions au sein du plan d'eau lui-même, son fonctionnement et les conditions qui favorisent l'apparition et la prolifération de cyanobactéries. Ce travail a nécessité de recueillir un maximum d'informations auprès des différents acteurs concernés. La première partie de ce mémoire sera consacrée au recensement des suivis, des études locales et des actions expérimentales de gestion, de restauration ayant pour visée de remédier aux causes et manifestations de l'eutrophisation. L'objectif de cette partie est de valoriser au mieux les informations capitalisées. La seconde partie sera consacrée à l'analyse critique de l'ensemble des suivis et des études existantes (intérêts, apports, limites, identification de besoins de connaissances complémentaires), et de dégager des propositions d'actions régionales pour mieux mutualiser les connaissances et développer des outils pour le diagnostic ou pour l'évaluation en cas de mise en œuvre d'actions de gestion ou de de restauration.

# Matériel et Méthode

Pour mener à bien le travail de recensement et d'analyse des informations sur les plans d'eau concernés par les suivis et actions de lutte contre les proliférations de cyanobactéries, nous avons procédé par enquête auprès des différents acteurs locaux et régionaux.

## **I. Modalités d'enquête**

Différents types d'acteurs potentiellement concernés par la problématique et détenteurs d'informations ont été contactés. Les premières personnes enquêtées ont été les participants à la journée « cyanobactéries » organisée par le Creseb en juin 2017 (acteurs locaux, institutionnels et scientifiques). En parallèle, afin de toucher les autres acteurs de terrain présents sur la totalité de la région Bretagne, l'enquête a été élargie à tous les SAGE (annexe 1) et un maximum de bassins versants ont été contactés (annexe 2).

Tous ces acteurs ont reçu un mail, leur présentant le contexte et les objectifs du stage en les interrogeant sur les suivis et les actions curatives qui ont pu être mises en place sur leur(s) territoire(s). Des relances et demandes complémentaires d'informations ont aussi été effectuées par téléphone (annexe 3).

Un formulaire en ligne a été créé sur *Google Forms* (annexe 4) afin d'obtenir des informations sur de potentiels plans d'eau non recensés. Pour permettre une information plus générale de ce travail d'enquête, ce questionnaire en ligne a été diffusé par le biais d'un article publié le 24 avril 2018 sur le site régional « Territoires d'Eau ». Créé par le Conseil régional de Bretagne, ce site est un espace extranet d'informations utilisé principalement par des animateurs de SAGE et de bassin versant. Chaque semaine, un mail informant des nouveautés (veilles juridiques, appels à projets...) est envoyé aux abonnés.

## **II. Organisation du recueil d'information (procédés, mise en place tableau)**

Pour permettre la capitalisation et la valorisation des informations recueillies, un tableau a été créé, rassemblant les informations concernant les plans d'eau impactés par les cyanobactéries (morphologie, usages), les diagnostics effectués avec leurs propositions d'action et de suivis, les suivis cyanobactéries (comprenant les méthodes de prélèvements, les fréquences, les responsables des prélèvements et/ou des analyses, les types d'indicateurs), les actions contre les causes et les manifestations de l'eutrophisation ainsi que les résultats de ces actions effectuées.

## **III. Acteurs contactés**

### **1. Acteurs locaux des territoires de SAGE et de bassins versants**

Les animateurs ou techniciens des SAGE ou des contrats de bassins-versants sont des personnes proches du terrain qui connaissent les problématiques locales.

**Le SAGE** (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) est un outil de planification institué par la loi sur l'eau de 1992, visant la gestion équilibrée et durable de la ressource en eau. C'est un des instruments français de la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE 2000/60/CE). Il résulte d'une démarche d'élaboration concertée qui implique l'ensemble des acteurs locaux (élus, usagers, propriétaires, associations, collectivités publiques et services de l'Etat) réunis au sein d'une assemblée délibérante, la Commission Locale de l'Eau (CLE). Un SAGE définit les grands objectifs et les orientations de la gestion de la ressource en eau pour un périmètre hydrographique cohérent (en Bretagne, ils vont de la tête d'un bassin versant à son exutoire à la mer).

**Le contrat de bassin versant** est un outil opérationnel pour réaliser des actions d'amélioration de la ressource en eau. Il s'agit de contrats territoriaux portés par des collectivités locales regroupées à l'échelle d'un bassin ou sous bassin versant avec des soutiens financiers de l'Agence de l'eau, du Conseil régional et/ou des Conseils départementaux. Il prend en compte les objectifs fixés par le SAGE. Les cartes des SAGE et des bassins-versants contactés sont présentés en annexes 1 et 2.

## 2. Pouvoirs publics

Les pouvoirs publics ont en charge la politique de l'eau à différentes échelles. Ils interviennent notamment pour l'atteinte du bon état écologique des eaux et des milieux aquatiques, en application de la directive cadre sur l'eau (directive 2000/60) mise en place par l'Union Européenne.

**Le Conseil régional de Bretagne (CRB)** et les quatre **Conseils départementaux (CD)** interviennent dans les politiques publiques de reconquête de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques.

**L'Etat** définit la politique de l'eau en cohérence avec les directives européennes. Au sein des services de l'Etat, l'organe le plus concerné par les proliférations de cyanobactéries est **l'Agence régionale de la santé (ARS)**. L'ARS Bretagne, en charge du pilotage régional du système de santé, assure un suivi des cyanobactéries et des cyanotoxines dans les zones de baignade et/ou de loisirs nautiques (plans d'eau et cours d'eau) afin d'estimer les risques sanitaires pour les usagers, assurer l'information des collectivités, des clubs sportifs ou du public, proposer des mesures de gestion adéquates. Elle assure aussi une surveillance au niveau de certaines retenues d'eau destinées à la consommation humaine.

**L'Agence de l'eau Loire-Bretagne (AELB)** perçoit des redevances auprès des utilisateurs de l'eau (calculées selon le principe de pollueur-payeur), puis distribue les aides financières aux collectivités locales, aux industriels et aux agriculteurs qui s'engagent à sauvegarder les ressources et la qualité de l'eau. Elle est l'organisation technique qui met en œuvre le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE) dont certaines dispositions concernent les plans d'eau eutrophisés (disposition 3B1 : réduire les apports et les transferts de phosphore diffus à l'amont de plans d'eau).

Les contacts ont aussi été effectués auprès des **gestionnaires publics responsables de la production d'eau potable** (Eau du bassin Rennais, Eau du Pays de Saint Malo, Syndicat Eau du Morbihan).

### 3. Scientifiques et bureaux d'études associés

Des scientifiques ayant pour spécialité le fonctionnement des plans d'eau et la compréhension en particulier des phénomènes d'eutrophisation et de proliférations de cyanobactéries ont été contactés à l'Université de Rennes 1 (L. Brient, M. Bormans, C. Wiegand & M. Le Moal) et à l'EHESP (E. Baurès).

Des contacts ont été pris aussi avec quelques bureaux d'études associés à des projets scientifiques ou des études/expérimentations en Bretagne (Limnologie SARL, Minyvel environnement).

### 4. Usagers des plans d'eau

Les fédérations de pêche départementales ont pu être contactées.

## IV. Réponses obtenues

Lors de cette étude, 94 personnes (figure 1) ont pu être contactées au total (annexe 5) et 76 ont répondu, soit un taux de réponse de 80,85%. Elles se répartissent de la façon suivante :

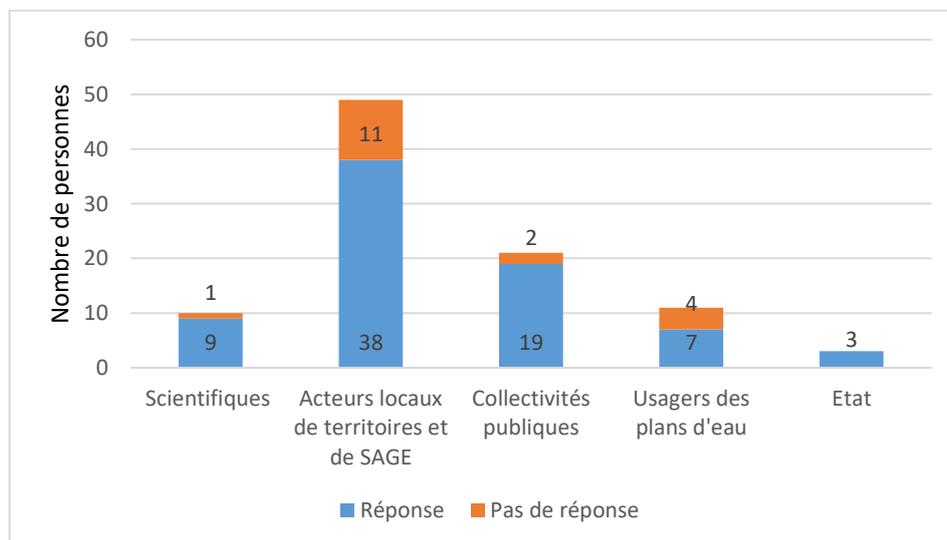


Figure 1- Personnes contactées lors du recensement

A travers ce graphique, on ne différencie pas les réponses directes et celles issues des relances téléphoniques ou des mails.

En ce qui concerne le questionnaire mis en ligne sur *Google Forms* par le biais du site Territoires d'eau, seules trois réponses ont été obtenues et concernent le SAGE OUESCO

(Ouest Cornouaille), Saint Briec Armor Agglomération et le Syndicat Mixte du Bassin Versant de l'Ille et de l'Illet. D'après leurs résultats, 5 plans d'eau ont fait l'objet de suivis concernant les cyanobactéries (retenue du Moulin Neuf, retenue du Gouët, plan d'eau de Saint Aubin du Cormier, étangs du et de Feins). Dans les informations transmises, seul le plan d'eau du Gouët est concerné par des actions curatives.

Une grande majorité des personnes contactées, que ce soit par mail ou par relance téléphonique, a répondu à notre enquête.

Le manque de réponse est dû au fait que les personnes n'ont pas pu être joignables ou qu'elles n'ont pu être identifiées nominativement (envoi d'un message générique à la structure).

L'article sur le site Territoires d'Eau, accompagné du questionnaire en ligne sur *Google forms*, a reçu peu de réponses. Ce faible retour peut signifier que le ciblage direct des personnes par mail et téléphone était assez exhaustif ou que l'invitation générale au travers d'un article en ligne est moins efficace car non personnalisée. Les informations recueillies par ce biais ont conforté des informations apportées par ailleurs.

## V. Les plans d'eau concernés

Les informations recueillies concernent surtout les plans d'eau et peu les cours d'eau. Au total, 118 plans d'eau ont pu être recensés comme ayant historiquement au moins un suivi lié à une problématique cyanobactérie (annexe 6). Pour 115 d'entre eux, **leur surface** a pu être renseignée ou calculée par SIG (BD Topo IGN). Ils sont représentés sur les figures 2 et 3 ci-dessous. Leur répartition est la suivante :

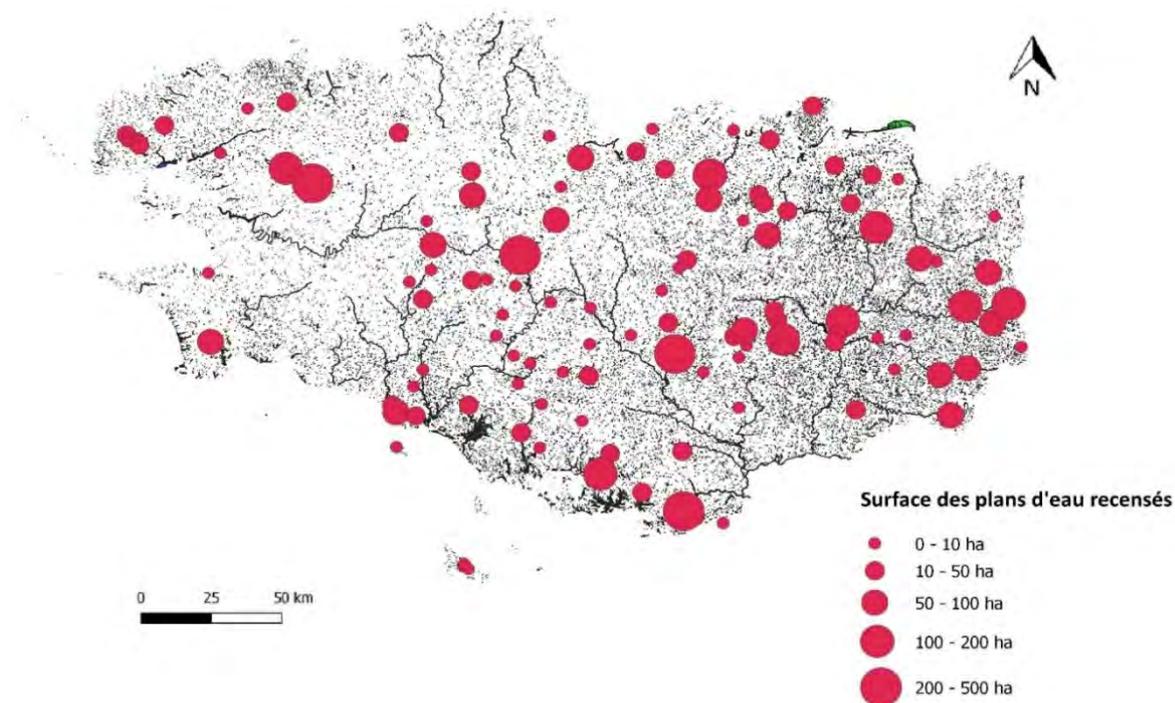


Figure 2- Surfaces des plans d'eau recensés, possédant au moins une information sur le sujet des cyanobactéries

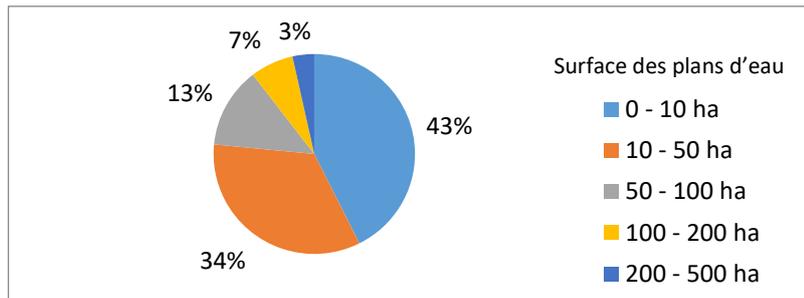


Figure 3- Pourcentage des surfaces de plans d'eau recensés

Les plans d'eau identifiés montrent **une large diversité de superficies**. Il aurait été intéressant, dès le début du recensement, de pouvoir renseigner aussi les profondeurs des plans d'eau ainsi que leur capacité de stockage ou leur taux de renouvellement afin de pouvoir faire une typologie plus précise en fonction des caractéristiques. Dans le cadre d'une étude réalisée en 2014 par le Laboratoire d'Etudes et de Recherche en Environnement et Santé (EHESP) et le bureau d'études Limnologie Sarl (étude Oracle), il a été montré que certains caractères morphologiques (encaissement, vents dominants, relations avec le bassin versant) peuvent amplifier ou réduire la fréquence des proliférations, alors que le régime hydrologique (renouvellement des eaux) peut faciliter les épisodes de prolifération ou de production de toxines.

Ces plans d'eau ont des positions différentes au sein du bassin versant, autant en tête qu'en aval de bassin versant. Il nous a semblé intéressant de connaître **la taille du bassin versant qui alimente le plan d'eau (aire d'alimentation)**, sur lequel devraient être entreprises des actions préventives contre l'eutrophisation (figure 4 et 5). Grâce à l'application développée par Agrocampus Ouest définies sur des bases topographiques et hydrologiques<sup>1</sup>, il a été possible de calculer la surface de la plupart de ces aires d'alimentation en eau superficielle (bassin versant). Plus de la moitié (56%) correspond à des bassins versants de petites tailles (<30 km<sup>2</sup>) et 30% à des bassins versants de taille moyennes (30 à 100 km<sup>2</sup>). Cette classification a été choisie d'après celle des aires d'alimentation de captages (AAC) dits « Grenelle » (Le Henaff et Gauroy, 2011).

<sup>1</sup> <http://geowww.agrocampus-ouest.fr/mapfishapp>

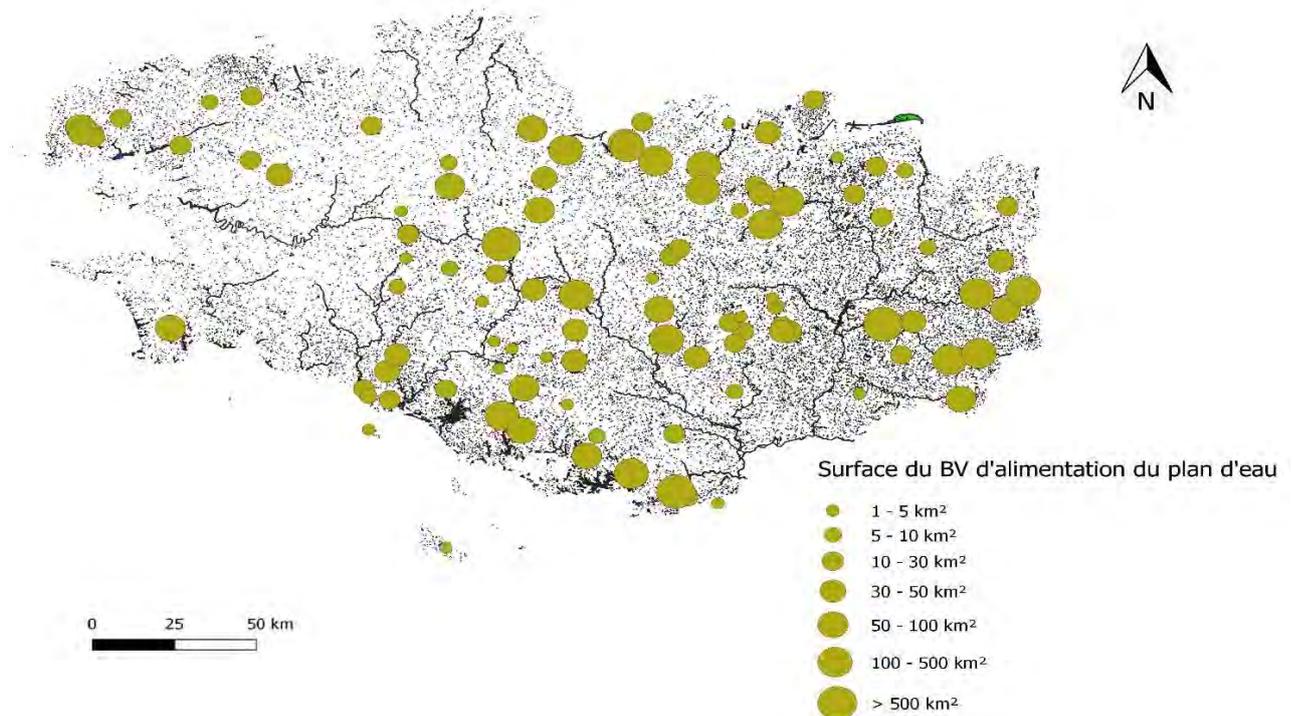


Figure 4- Surfaces des bassins versants alimentant les plans d'eau recensés

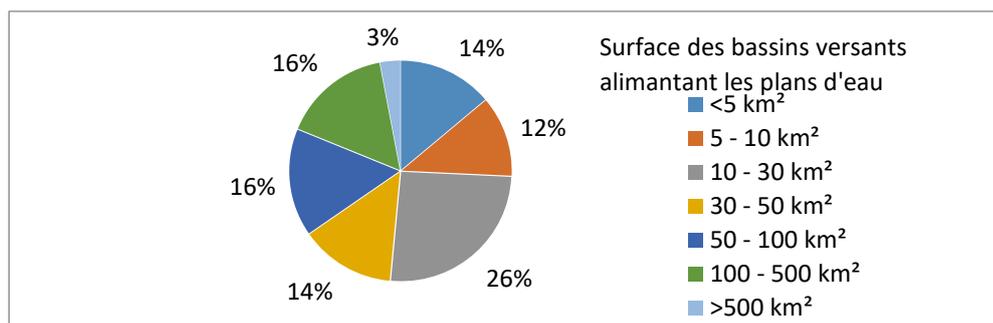


Figure 5- Aires d'alimentation des plans d'eau en km<sup>2</sup>

Un plan d'eau sera réglementé et suivi selon les usages exercés. C'est pourquoi les plans d'eau ayant pour usage l'alimentation en eau potable et la baignade sont suivis. En effet, une très large majorité des sites recensés font l'objet d'au moins un des usages suivants : alimentation en eau potable, baignade, activités nautiques, pêche mais certains sont sans usage. Ci-dessous la figure 6 correspondant aux usages des plans d'eau recensés.

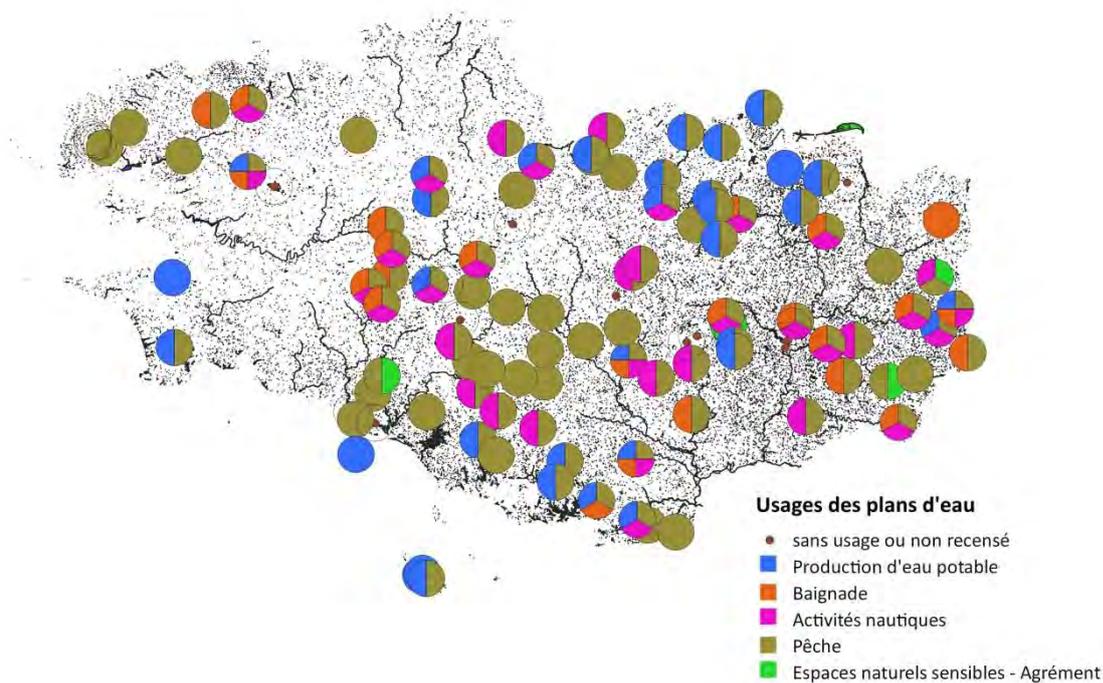


Figure 6- Usages des plans d'eau possédant au moins une information sur le sujet des cyanobactéries

La problématique des cyanobactéries est surtout présente dans les milieux lenticques. Les informations recueillies concernent donc majoritairement les plans d'eau (118) et ponctuellement des zones de rivières ou canaux (27 points) où des phénomènes de prolifération ont pu être repérés.

Cette carte montre que peu de plans d'eau sans usage ont été recensés. Pour les plans d'eau comportant plusieurs usages, les seuils de concentration en cyanobactéries et/ou cyanotoxine acceptables sont fixés par la réglementation selon les usages.

## Résultats

### I. Diagnostic des données de suivis des cyanobactéries

Les différentes informations recueillies auprès des acteurs permettent de visualiser à l'échelle régionale les suivis qui ont pu être mis en place. Certains plans d'eau, au vu de leur taille et de leurs usages, ont plusieurs points de suivi : par exemple, le Lac de Guerlédan possède plusieurs sites de baignade (St Aignan, Beau rivage, anse du Sourdan...) qui font chacun l'objet d'un suivi ARS.

Les suivis pour chaque plan d'eau ont été effectués soit ponctuellement par des gestionnaires ou chercheurs, soit à plus long terme par différentes structures ou organismes en fonction des besoins et des objectifs fixés (DCE, santé publique, etc.). Les informations proviennent principalement des structures institutionnelles. Elles se répartissent comme tel (figure 7) :

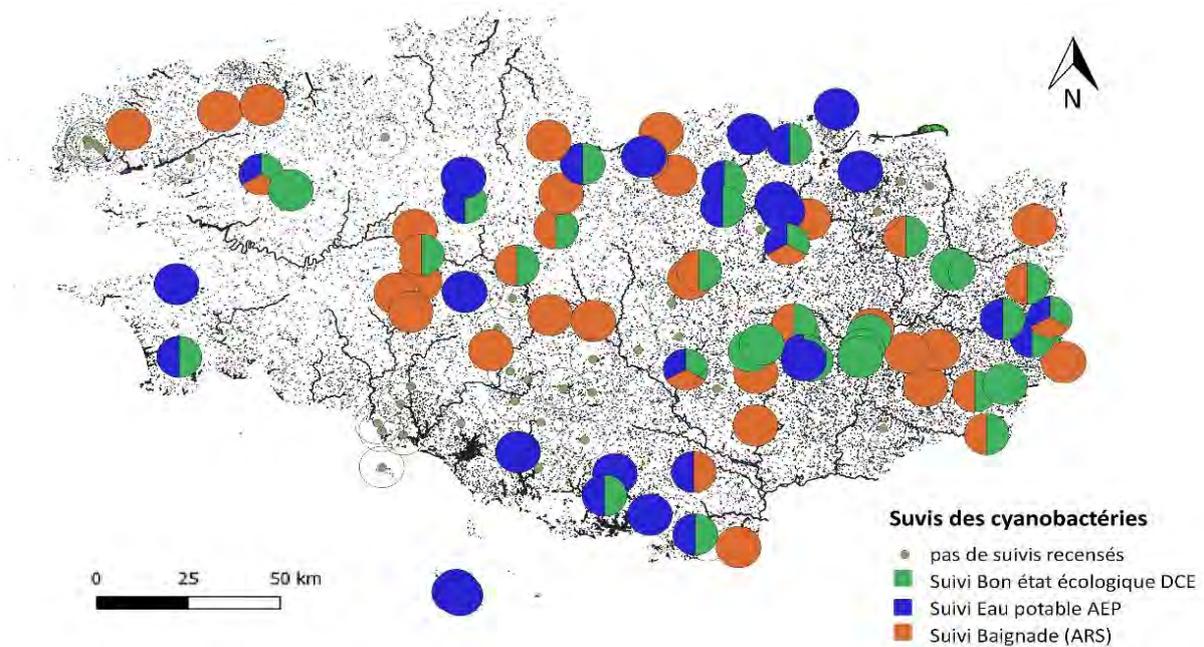


Figure 7- Origine des suivis cyanobactéries des plans d'eau

**Les suivis DCE** sont effectués tous les 6 ans ou tous les 3 ans pour chaque site sous la responsabilité de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (AELB). Les sites correspondant à des suivis tous les 6 ans sont des masses d'eau où il est mis en place un contrôle de surveillance (RCS). Pour les masses d'eau qui ne sont pas classées en bon état écologique ou qui ne vont pas respecter les objectifs de la DCE, ce suivi est effectué tous les 3 ans (comm. pers. Olivier Coulon, AELB).

**Concernant la surveillance mise en place par l'ARS pour les activités de baignade et nautiques**, les sites suivis peuvent varier en fonction des années. Ces variations de suivis sont dues soit à une concentration en cyanobactéries trop importante les années précédentes conduisant les communes à fermer le site, soit à l'arrêt du suivi de sites uniquement avec activités nautiques, pour raisons budgétaires (comm. pers. Benjamin Richard, ARS). En effet, à partir de 2015, une baisse du nombre de plans d'eau suivis est observable et correspond à cet abandon des sites d'activités nautiques. La figure 8 ci-dessous récapitule le nombre de plans d'eau suivis par l'ARS depuis les années 2004, suite aux recommandations émises par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France sur le contrôle sanitaire des eaux douces récréatives.

Un système d'alerte basé sur 4 niveaux est mis en place par l'ARS. Le niveau 1 correspond à une concentration de cyanobactéries entre 20 000 et 100 000 cellules par ml (c/ml), pour lequel aucune interdiction n'est mise en place. Le niveau 2 correspond à une concentration de cyanobactéries supérieure à 100 000 c/ml avec une concentration de microcystine <13 µg/l et/ou anatoxine <40 µg/l, induisant une interdiction de baignade et de consommation de poissons. Le niveau 3 est similaire au niveau 2 pour la concentration en cyanobactéries (>100 000 c/ml) mais avec une concentration de microcystine dans l'eau >13 µg/l et/ou

anatoxine >40 µg/l. Dans ce cas, à l'interdiction de baignade s'ajoute une restriction des activités nautiques à risque. Le niveau 4 correspond à une situation avec mousse ou écume, où toute activité est interdite. Pour tous ces niveaux d'alerte (1 à 4), une surveillance active et une information du public doivent être mises en place.

Le graphique ci-dessous présente les résultats de surveillance annuelle de l'ARS pour le paramètre « concentration en cyanobactéries » : il reprend le niveau 1 (en bleu <100000 c/ml) et le niveau 2 (>100000 c/ml) en distinguant la persistance de cette concentration dans le temps (< ou > à 3 semaines). Le détail année par année de tous les plans d'eau ayant une activité baignade et/ou nautique suivis par l'ARS est présenté en annexe 7.

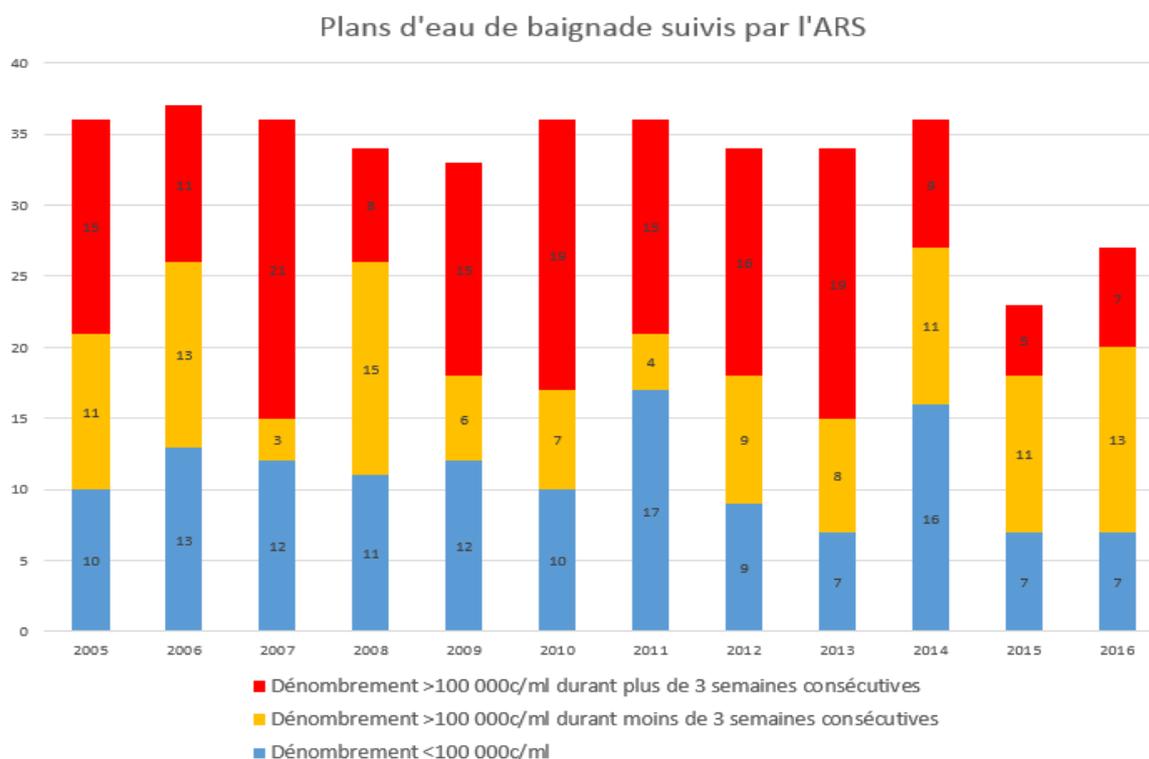


Figure 8- Répartition du nombre de sites de baignade et activités nautiques (plans d'eau) par classe de qualité en fonction des résultats du suivi annuel de l'ARS (données ARS)

**L'ARS effectue aussi un contrôle sanitaire mensuel de mai à octobre pour toutes les eaux à destination de la consommation humaine.** Ils font des analyses sur l'eau brute, qui est l'eau prélevée au niveau des captages et sur l'eau traitée qui est l'eau distribuée au robinet. Les informations concernant cet usage n'ont pas été récupérées mais sont disponibles sur le site du Ministère des Solidarités et de la Santé<sup>2</sup>. Une auto surveillance est aussi effectuée majoritairement par les producteurs d'eau qui ont une obligation de résultat. Ces producteurs peuvent être la SAUR, Eau du Morbihan, Veolia, etc.

<sup>2</sup> <http://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/eaux/article/qualite-de-l-eau-potable>

## II. Recensement des actions mises en place dans les plans d'eau et de leurs suivis-évaluations

Les actions effectuées contre les causes ou les manifestations de l'eutrophisation sont classées en 4 groupes (figure 9). Le premier groupe correspond aux actions mises en place sur les bassins-versants. Le but est d'appliquer des solutions limitant l'arrivée de nutriments (notamment ici de phosphore) dans le milieu aquatique. Tous les SAGE ont mis en place des actions contre la pollution azotée et phosphorée sur leurs territoires. Le deuxième groupe correspond au contrôle des nutriments à l'entrée du plan d'eau. Le troisième correspond au contrôle du relargage de nutriments provenant des sédiments. Et le quatrième groupe intervient directement sur la manifestation de l'eutrophisation que sont les cyanobactéries.

Nous allons particulièrement nous intéresser à ces deux derniers groupes correspondant aux actions curatives : elles ne traitent pas l'origine du problème que sont les nutriments provenant du bassin-versant, mais se préoccupent des nutriments présents dans les plans d'eau et des cyanobactéries. Il est important de rappeler que ces actions curatives (court terme) n'auront des effets durables que si elles sont associées à des actions préventives sur le bassin versant de réduction des apports en nutriments au plan d'eau (objectif à moyen-long terme). L'ensemble des documents (études, rapports...) collectés durant la phase d'enquête est listé en annexe 12.

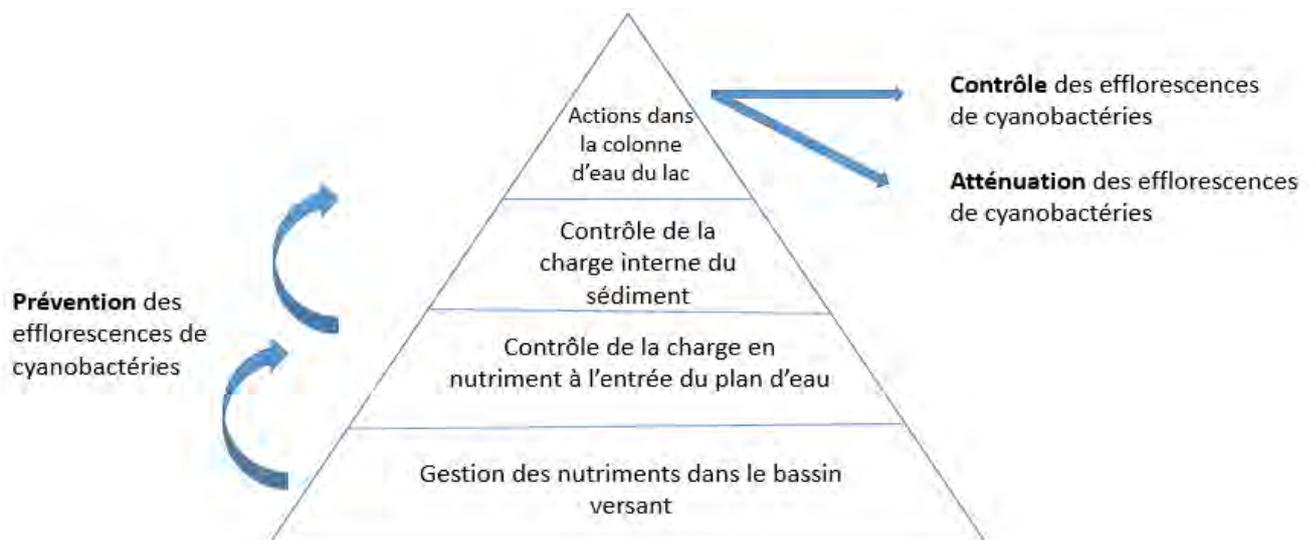


Figure 9- Mesures de prévention, de contrôle et d'atténuation des proliférations de cyanobactéries: cela comprend la gestion des nutriments dans le bassin versant, le contrôle de la charge en nutriment à l'entrée du plan d'eau et de la charge interne du plan d'eau en nutriment (dont les relargages de phosphore), et les actions dans la colonne d'eau qui permettent de prévenir, contrôler ou atténuer la croissance des cyanobactéries ou leur biomasse (Ibelings et al., 2016)

Notre enquête a permis de recenser 28 plans d'eau ayant fait l'objet d'actions contre les nutriments présents dans la colonne d'eau ou les sédiments, et/ou contre les cyanobactéries elles-mêmes (figure 10).

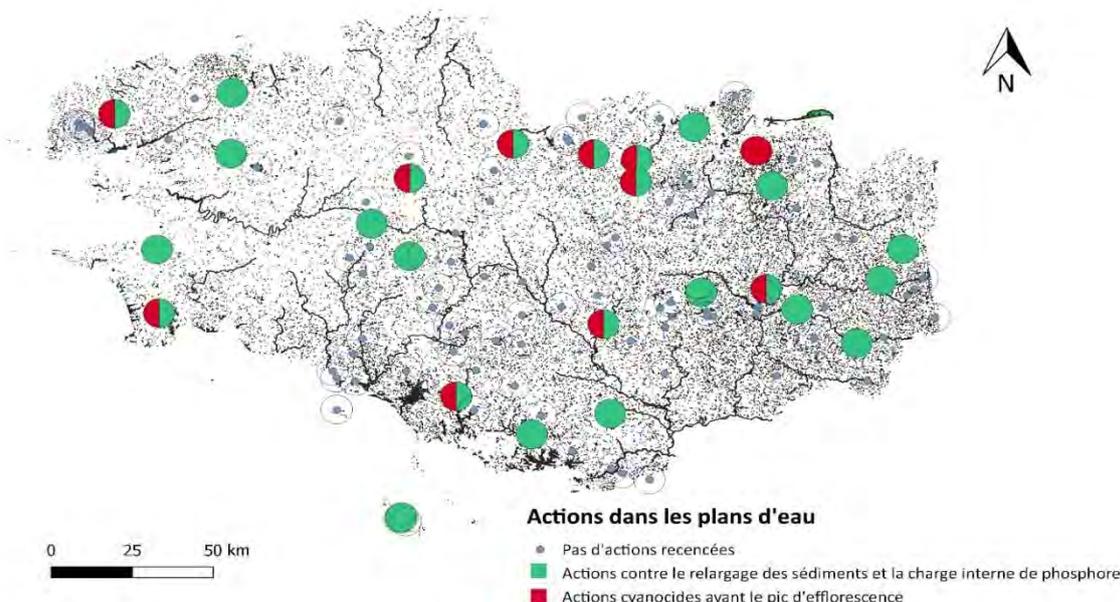


Figure 10- Actions réalisées dans les plans d'eau, avant et pendant le bloom (stade précoce) en Bretagne

Les actions effectuées en Bretagne sont recensées dans le tableau I ci-dessous. Les chiffres entre parenthèse correspondent au nombre de sites où l'action a été effectuée. Plusieurs actions ont pu être mises en place sur un même site. Un récapitulatif de l'ensemble des plans d'eau accompagné de leur(s) action(s) est présent en annexe 8.

Tableau I - Actions contre les causes et les manifestations de l'eutrophisation mises en place en Bretagne

Actions curatives contre les causes de l'eutrophisation : Actions contre le relargage et la charge interne de phosphore (sédiment)	Actions curatives contre les manifestations de l'eutrophisation : Actions cyanocides avant le pic d'efflorescence
Rampe d'aération (5)	Epandage de sulfate de cuivre (9)
Brasseurs, agitateurs ou aérateurs-brasseurs (4)	Ultrasons (2)
Curage (9) ou Dragage (2)	Paille d'orge (3)
Vidange totale sans minéralisation (7)	Peroxyde d'hydrogène (2)
Vidange totale avec minéralisation (6)	
Abaissement du niveau du plan d'eau ou mise en assec partiel (5)	
Augmenter ou baisser les débits (1)	
Hersage (1)	
Carbonate de calcium (5) ou Dépôt de maërl (1)	
Epandage de sulfate d'aluminium (2)	
Silice (1)	
Réduction du nombre de poissons benthivores et zooplanctivores (1)	
Procédé Ferma – germe plan d'eau (Bureau d'étude Bactifirme) (2)	

Des bureaux d'étude proposant des « nouvelles solutions » contre la prolifération de cyanobactéries ont vu le jour. Ils s'intitulent CyanProtect (basé à Saint Malo, annexe 9) et Bactifirme (annexe 10). Ce dernier expérimente le procédé Ferma-Germ à Jugon-les-Lacs (mise en place en 2018).

Pour chaque action mise en place sur les plans d'eau, les différentes personnes qui ont été notre source d'information sont référencées en annexe 11.

## 1. Actions curatives mises en place contre les causes de l'eutrophisation : actions contre le relargage et la charge interne de phosphore (sédiment)

Les actions mises en place contre la présence de nutriments au sein de la colonne d'eau et contre le relargage de ceux-ci par les sédiments sont diverses. Les actions traitées ici sont les rampes d'aération, les brasseurs-agitateurs, le curage, les vidanges totales avec et sans minéralisation, l'abaissement du niveau du plan d'eau, le carbonate de calcium, le dragage, le hersage, la silice, la réduction de poisson benthivores et zooplanctivores, l'augmentation ou la baisse de débit, le dépôt de maërl ainsi que le nouveau procédé Ferma-germe.

### i. Aération

La mise en place de rampe d'aération permet d'augmenter les teneurs en oxygène dissous au fond des plans d'eau afin de limiter le relargage du phosphore par le sédiment (Douglas et al., 2016) sans déstratifier l'ensemble de la colonne d'eau (Lindenschmidt *et al.*, 1997). Sur 28 plans d'eau ayant mis en place une action contre les cyanobactéries dans le plan d'eau, 5 ont eu recours à cette action.

Plans d'eau concernés	Usages plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date/Durée
	AEP <sup>3</sup>	B	AN	P				
Lac au Duc à Ploërmel (56)	x	x	x	x	SAUR	Ceil nu + Suivi ARS. En 2012, 50% du linéaire de rampe était en état de marche. Cela n'a pas montré de réels signes de changements de la qualité de l'eau (Saunier Techna, 2002), ni de concentrations en cyanobactéries. Pas de protocoles précis mis en place Rapport Austruy E., 2012 - « Apports de phosphore et proliférations de cyanobactéries dans le Lac au Duc : Diagnostic et propositions d'actions préventives et curatives potentielles »	/	1994-2012
Etang d'Apigné à Rennes (35)		x	x	x	DEEI de Rennes Métropole qui gère le dossier	Suivi ARS (paramètre cyanobactérie) + auto surveillance Université Rennes 1 (turbidimètre, profil oxygène)	/	2018
Retenue du Gouët (22)	x		x	x	CD 22	Pour l'injection d'air (2 limnos) : Suivi eutrophisation (dont profil vertical de l'oxygène dissous) depuis 1980 + Suivi ARS	Coûts élevés en électricité	Depuis 2000
						Pour l'injection d'O <sub>2</sub> (3 isoxals) : Suivi eutrophisation (dont profil vertical de l'oxygène dissous) depuis 1980 + Suivi ARS	Coûts élevés en électricité	Depuis 1984

<sup>3</sup> AEP : Alimentation en Eau Potable ; B : Baignade ; AN : Activité Nautique ; P : Pêche

Retenue de Kerné-Uhel (Blavet) (22)	x		x	x	CD22	Injection d'air (2 limnos) : Suivi eutrophisation (dont profil vertical de l'oxygène dissous) depuis 1980 + Suivi ARS	Coûts élevés en électricité	Depuis 1999
Retenue de Moulin Neuf à Pont-Labbé (29)	x			x	Aquatechniques	Suivis physico-chimiques, sédimentation, phytoplancton, suivis toxines (suivis réalisés par Pitois F. depuis plus de 20ans) + Suivi ARS. Rapport « Retenue du Moulin Neuf : 20ans d'actions et de suivi, Synthèse 1996-2006 »	/	Depuis 1990

Résultats : La mise en place des aérateurs a globalement fonctionné contre le relargage des nutriments par les sédiments. Cependant, leurs effets sur les concentrations en cyanobactéries sont plus difficiles à mesurer. Les coûts de fonctionnement et d'entretien sont élevés.

## ii. *Brasseurs, agitateurs ou aérateurs-brasseurs*

Les agitateurs mettent en place des conditions non favorables au développement des cyanobactéries. Elles créent des mouvements d'eau qui aspirent les eaux profondes pour les redistribuer en surface. Cela permet leur réoxygénation et limite le relargage des nutriments par les sédiments (comm pers Luc Brient).

Plans d'eau concernés	Usages plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date/Durée
	AEP	B	AN	P				
Étang des Paturiaux à Vern sur Seiche (35)		x	x	x	Aquago (Nancy)	Rapport Brient L. et Treyture Z., 2010 « Restauration d'un plan d'eau : étude sur l'efficacité d'un système de circulation artificiel, le Sungo » + Suivi ARS	25 000€	2010
Étang de Keratry à Douarnenez (29)	x				Syndicat gestionnaire AEP (en régie)	Constat visuel, pas de suivi lié à cette opération. Suivi ARS.	/	Depuis environ 2008
Retenue de la Cantache (35)	Prise d'eau en aval (Chateaubourg)			x	Aérolac	2 hydroliennes ont été mises en place. Suivi à l'œil nu. Aucun suivi a été mis en place et réalisé depuis 2005 pour suivre l'efficacité de ce dispositif.	Environ 9350€ l'unité hors taxe (maintenance annuelle d'environ 500 à 1000€. Si grosse casse entre 4000 et 5000€)	2005-2015
Étang d'Apigné (35)		x	x	x	Expert (Luc Brient)	Aérateurs-brasseurs. Tous les ans, un barrage en géotextile est mis en place afin d'empêcher que les micro-algues se déplacent dans l'espace de baignade, dans lequel sont mises en place les actions. ARS, Rennes métropole, Luc Brient	/	2018

Résultats : Plusieurs dénominations d'actions sont utilisées pour un même processus.

Une efficacité du système a pu être constatée sur la zone concernée par le brassage pour le plan d'eau de Vern-sur-Seiche. Une hypothèse est avancée dans le rapport de Zélie Treyture (2010) : les eaux profondes ne sont pas totalement réoxygénées lorsqu'elles remontent à la surface. Elles sont appauvries en oxygène (en attendant d'être réoxygénées), ce qui permettrait de limiter les cyanobactéries dans cette zone. Concernant l'Étang des Landes d'Apigné, le recul nécessaire pour l'installation des 10 aérateurs - brasseurs n'est pas encore atteint. C'est une action en cours.

### iii. Dragage

Le dragage permet une extraction de la fraction de sédiments responsable de la charge interne en phosphore. Il existe plusieurs techniques de dragage hydrodynamique (dragage par injection, à injection d'air, à charrue, par agitation et le rotodévasage) et plusieurs catégories de dragues principales (dragues mécaniques ou hydrauliques).

Plans d'eau concernés	Usages plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date/ Durée
	AEP	B	AN	P				
Lac de Jugon les Lacs (22)			x	x	/	Suivi ARS, suivi sédimentaire	/	2006-2008
Etang de Keratry à Douarnenez (29)	x				/	Dragage prévu à l'automne 2018 ou 2019 pour extraire une partie des sédiments afin d'augmenter la capacité de la retenue et d'augmenter la hauteur d'eau pour mieux gérer la prise d'eau (en surface, milieu, au fond) en fonction du développement des cyanobactéries. Suivi ARS		

### iv. Curage

Le curage vise à retirer les sédiments ou la fraction des sédiments responsables du relargage du phosphore. Cette opération s'effectue généralement à la suite d'une baisse de niveau d'eau ou d'un assèchement (Douglas *et al.*, 2016). Généralement les opérations les plus réussies sont accompagnées d'autres mesures.

Plans d'eau concernés	Usages des plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date/ Durée
	AEP	B	AN	P				
Retenue de Tréauray (56)	x			x	/	Suivi ARS + dénombrement algal par la SAUR	Ne savent pas	1997
Retenue d'Antoureau (Belle Ile en Mer)	x				/	Suivi ARS + dénombrement algal par la SAUR	Ne savent pas	2009
Retenue de Bordilla (Belle Ile en Mer) (56)	x				/	Suivi ARS + dénombrement algal par la SAUR	Ne savent pas	2011
Etang du Moulin Neuf à Pluherlin (56)		x	x	x	Questembert Communauté (entreprise Lemée TP)	Curage des anses de l'étang Pas de documents de suivis des actions. Pas de suivis faune/flore. Suivi ARS	Environ 25 000€	2017
Noyal (56)	x			x	/	Visuel. Suivi algal précis jusqu'à 2014. Suivi ARS	Ne savent pas	1997
Retenue de La Cantache (35)		Prise d'eau en aval (Chateau bourg)		x	/	Curage mécanique de la pré-retenue afin de retirer l'envasement. Pas de suivi.	/	2010
Retenue de Bois Joli (22)	x			x	Ne savent pas	Suivi ARS	Ne savent pas	Ne savent pas
Plan d'eau de Lanorgant à Plouvorn (29) <sup>4</sup>		x	x	x	/	Création en 1975 - Curage tous les 25 ans - Suivi ARS Il est prévu un nouveau projet de curage car le plan d'eau est très envasé. Les coûts étant élevés, une recherche de financements est en cours.	60 000 à 100 000€	

<sup>4</sup> Article de presse : <https://www.letelegramme.fr/finistere/plouvorn/plan-d-eau-pourquoi-est-il-vide-26-12-2016-11344931.php#7AJScqZZHBsEGfq8.99>.

Retenue de Moulin Neuf à Pont-Labbé (29)	x			x	Producteur d'eau potable	Curage partiel pour créer un piège à sédiments dans le secteur amont : évaluation dans étude Interfaces et Gradients, 2011 (cf. commentaires ci-après) Suivis ARS	/	2004
--	---	--	--	---	--------------------------	--	---	------

Majoritairement, le curage a pour but de retirer les sédiments riches en nutriments et de redonner la profondeur initiale au milieu. Cependant, son effet se réduit dans le temps à mesure que le bassin versant renvoie des nutriments dans le plan d'eau. Cette méthode est le plus souvent utilisée pour des retenues d'eau potable afin d'augmenter/retrouver la capacité de stockage. Son coût est élevé.

Résultats : Peu de retour des cyanobactéries les années suivantes. Cependant les contraintes techniques et financières sont nombreuses. Pour certains cas, les gestionnaires ne savent pas si les actions ont fonctionné ou pas.

Dans le cas de la retenue du Moulin Neuf à Pont-Labbé, « la réalisation d'un piège à sédiment à l'automne 2004 (curage partiel dans le secteur amont) s'est accompagnée d'une forte réduction des densités en cyanobactéries dans la partie amont au cours des 3 années suivantes. Cet effet ne paraît plus visible en 2009-2010 et les observations, au cours de la bathymétrie, montrent que la fosse est pleine (retour à l'état initial) » (Pitois F. et Moreau S., 2011)<sup>5</sup>

#### v. Vidange totale avec minéralisation / Mise en assec total

Les vidanges totales consistent à un renouvellement total de l'eau du plan d'eau. Ici, la vidange s'accompagne de la minéralisation des nutriments présents dans le fond du plan d'eau. Cette minéralisation se réalise par la mise en contact des sédiments avec l'oxygène sur une durée de quelque mois à quelques années. La vidange totale appelée aussi mise en assec permet de réduire ainsi le volume des boues et limiter l'eutrophisation.

Plans d'eau concernés	Usages des plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date/ Durée
	AEP	B	AN	P				
Etang de Careil à Iffendic (35)	Réserve naturelle				/	Indicateurs de suivis: suivis de la qualité de l'eau, suivis ornithologiques et des invertébrés aquatiques	15 000€ (pêche professionnelle)	2012
Etang de Combourg (35)				x	Ne savent pas	/	Ne savent pas	2007/2008 pendant 2 ans
Corong (Glomel) (22)		x	x	x	/	Suivi ARS	/	Fin années 90, début 2000
Etang de Pont-Calleck (56)				x	Vidange accidentelle	/	La digue a lâché. N'a pas été remis en eau	2011 - Ne sera pas remis en eau
Plan d'eau de Lanorgant à Plouvorn (29)		x	x	x	/	Suivi ARS	/	Tous les ans durant la période automne/hiver
Etang de Marcillé-Robert (35)	Espace naturel sensible (ENS)			x	Partenariat avec Luc Brient	Rapport « Impact de l'assec et de la remise en eau sur les compartiments biologiques (végétaux et cyanobactéries) » de Thiébaud G., Brient L. et al., 2012	Ouverture d'une vanne	2010 pendant 2 ans

<sup>5</sup> Pitois F. et Moreau S., 2011 - Etude globale de la retenue du Moulin Neuf à Pont L'Abbé - Mesure des apports de nutriments et impact sur le fonctionnement de la retenue. Interfaces et Gradients SARL, Communauté de communes du Pays Bigouden Sud, 105 p.

Résultats : Dépend du plan d'eau et de la durée de la mise en assec. Il a été signalé dans plusieurs cas que les cyanobactéries ne réapparaissent pas tout de suite (informations orales).

Pour toutes les actions impliquant une vidange, l'Agence de l'Eau rappelle dans son document d'avril 2010<sup>6</sup>, qu'il est primordial de prendre en compte les effets potentiellement négatifs d'une telle technique pour l'aval de la retenue. Le choix de ce type d'action pour lutter contre les cyanobactéries doit donc être précédé d'une étude d'impact.

#### vi. Vidange totale sans minéralisation

Ici les vidanges sont trop courtes pour qu'il puisse y avoir de la minéralisation. Elles participent au renouvellement de l'eau et donc des nutriments présents dans la masse d'eau. Cependant, elles n'ont pas toutes été spécialement mises en place avec un objectif spécifique de lutter contre les cyanobactéries. Cette action a été effectuée majoritairement dans le but de réaliser d'autres actions (travaux d'entretien, ...).

Plans d'eau concernés	Usages des plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date/ Durée
	AEP	B	AN	P				
Retenue de Tréauray (56)	x			x	/	Visuel + Suivi ARS	/	1997
Retenue d'Antoureau (Belle Ile en Mer) (56)	x				/	Visuel + Suivi ARS	/	2009
Retenue de Bordilla (Belle Ile en Mer) (56)	x				/	Visuel + Suivi ARS	/	2011
Noyal (56)	x			x	/	Visuel + Suivi ARS	/	1997
Retenue de Bois Joli (22)	x			x	/	Suivi ARS	Ne savent pas	Ne savent pas
Retenue de Moulin Neuf (Pont Labbé) (29)	x			x	Producteur d'eau potable	Suivis réalisés par F. Pitois (Limnologie SARL) depuis plus de 20 ans + Suivi ARS. Rapport « Retenue du Moulin Neuf : 20 ans d'actions et de suivi, Synthèse 1996-2006 »	/	15/09/2000 au 31/10/2000
Plan d'eau de la Vallée d'Ise (Brie - 35)		x				Vidangé et chaulé pendant l'hiver – remise en eau mais niveau insuffisant pour ouvrir la baignade pendant été 2018		Hiver 2017-2018
Etang de Chatillon-en-Vendelais (35)	Usage réserve (ENS)		x	x	Prévoient en 2018 une vidange sans assec, en partie liée aux problématiques de cyanobactéries (comm. pers. JF LeBas, CD35).			

Résultats : Globalement, une diminution de blooms de cyanobactéries a été observée les années qui ont suivi cette action.

<sup>6</sup> Aquascop, 2010 - Notice technique et cahier des charges type : diagnostic du fonctionnement écologique d'une retenue en contexte élevage.

### vii. *Abaissement du niveau du plan d'eau / Assec partiel*

L'abaissement du niveau d'eau permet de laisser la partie amont du plan d'eau à l'air libre. De ce fait, cela permet une minéralisation et donc une réduction de la libération de nutriments (notamment de phosphore) lorsque le plan d'eau est entièrement remis en eau. De plus, cet abaissement permet de réduire le temps de séjour de l'eau. Cette réduction permet de réduire les concentrations en nutriments de la colonne d'eau (si la qualité de l'eau entrant dans la retenue est bonne) et donc de réduire les proliférations de cyanobactéries (Bakker et Hilt, 2016).

Plans d'eau concernés	Usages des plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date / Durée
	AEP	B	AN	P				
Etang du Moulin Neuf (Pluherlin (56))		x	x	x	Cabinet C3E	Suivi ARS	Ouverture d'une vanne – soumis à déclaration	Stabilisé en 2017
Etang du Dordu (56)	Prise d'eau en aval (8 km)		x	x	/	Rapport de diagnostic et d'évaluation (Guerif S., 2008) + « Abaissement du niveau d'eau 2008 pour réduire les proliférations » + Suivi ARS	/	2008
Etang de Chatillon-en-Vendelais (35)	Usage réserve (ENS)		x	x	Partenariat avec Luc Briant	Inventaire de l'avifaune nicheuse et hivernante	Ouverture d'une vanne	2008 pendant 1 an et demi
Plan d'eau de Lanorgant à Plouvorn (29)		x	x	x	/	Suivi ARS	/	Régulièrement tous les ans
Lac au Duc (56)	x	x	x	x	Ils prévoient une baisse de la hauteur d'eau en 2019.			

Résultats : Peu de plans d'eau ont été suivis pour cette action. Il y a peu de suivi spécifique mis en place pour évaluer l'action, les gestionnaires font référence aux suivis habituels de l'ARS qui leur permettent de constater s'il y a eu une évolution des concentrations de cyanobactéries.

Le cas du Dordu fait exception. La démarche mise en œuvre est intéressante car un diagnostic fonctionnel du plan d'eau a été réalisé (Pitois et Moreau, 2006) ainsi qu'une évaluation de la mise en assec partiel et de la réhabilitation de l'étang (Picard, 2014).

### viii. *Augmentation ou baisse des débits*

L'augmentation ou la baisse des débits permet de réguler le temps de séjour dans le plan d'eau. Ainsi la réduction du temps de séjour permet de réduire les concentrations en nutriments dans la colonne d'eau et de réduire les proliférations de cyanobactéries. Cette stratégie va dépendre de la qualité de l'eau en entrée du plan d'eau et de la charge interne du sédiment. Cependant, cette action sera favorable à l'apparition d'un bloom si la qualité de l'eau est mauvaise (Bakker et Hilt, 2016).

Plans d'eau concernés	Usages des plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date/ Durée
	AEP	B	AN	P				
Lac du Drennec (29)	x	x	x	x	Syndicat de bassin de l'Elorn	Etude hydraulique du plan d'eau du Drennec (29) et perspectives face aux cyanobactéries - Rapport de stage de fin d'étude - Anne Vary. Suivi ARS	/	Tous les automnes

2 études ont été réalisées en 2015 (approche biologique, par caractérisation des espèces de plancton et de leur répartition dans la masse d'eau) puis 2016 (approche hydraulique, par mesure et modélisation de la courantologie dans la retenue).

Résultats : cette action fonctionne dans ce cas particulier qu'est le Drennec.

### ix. Hersage

Le hersage du fond de la zone de baignade consiste en une aération du sédiment afin de limiter le relargage du phosphore et des autres nutriments.

Plans d'eau concernés	Usages des plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date / Durée
	AEP	B	AN	P				
Etang d'Apigné (35)		x	x	x	Rennes Métropole (Direction des Jardins) gère le dossier	Suivi ARS des cyanobactéries	/	2010-2018 1 fois par semaine en période d'été

Le hersage a été réalisé dans 2 conditions différentes : le premier a été réalisé dans les conditions non modifiées du milieu alors que le deuxième a été réalisé après l'inversion du sable de haut de plage et de bas de plage (le sable de bas de plage ayant adsorbé plus de nutriments).

### x. Carbonate de calcium

Le carbonate de calcium permet d'adsorber et donc de piéger le phosphore qui est initialement présent dans la colonne d'eau. Il permet aussi d'inactiver le phosphore dans le sédiment (Douglas *et al.*, 2016). De ce fait, la concentration de phosphore dans la colonne d'eau est réduite. Les plans d'eau concernés par ces actions sont présents dans le tableau ci-dessous.

Plans d'eau concernés	Usages des plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date/durée
	AEP	B	AN	P				
Lac au Duc (56)	x	x	x	x	Minyvel Environnement	Pas de protocole précis d'évaluation. Le suivi est fait par les cyanobactéries (ARS).	/	2013-2017
Etang du Moulin Neuf (56)		x	x	x	/	Pas de suivi spécifique. Les suivis habituels de l'ARS permettent de connaître la concentration en cyanobactéries et en toxines.	Ne savent pas	2011-2012
Etang d'Apigné (35)		x	x	x	Etude et Chantier (sous-traitant de Minyvel Environnement)	Dénombrement de cyanobactéries + Suivi ARS	/	2010-2018
Retenue de Bois Joli (22)	x			x	/	Ne font pas de suivis, seul ARS.	Ne savent pas	Ne savent pas
Lac de Bourg Blanc (29)				x	Commune	Ne font pas de suivis	Ne savent pas	Ne savent pas

Résultats : Peu de suivis relatent cette action. La quantité de carbonate de calcium mis dans les plans d'eau n'est pas connue.

### *xi. Dépôt de maërl*

Le but de cette action est de piéger le particulaire présent dans le plan d'eau.

Plans d'eau concernés	Usages des plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date/Durée
	AEP	B	AN	P				
Retenue de Bois Joli (22)	x			x	/	/ Pas connaissance de cette action	/	/

Résultat : Aucun retour d'expérience n'est disponible car cette action, citée dans un document de Luc Brient, n'est pas connue de l'opérateur local.

### *xii. Sulfate d'aluminium*

Le sulfate d'aluminium permet une précipitation du phosphore et une déphosphatation chimique des eaux.

Plans d'eau concernés	Usages des plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date/Durée
	AEP	B	AN	P				
Etang d'Apigné (35)		x	x	x	/	Pas de documents particuliers relatant du succès ou non de ces actions	Ne savent pas	Il y a très longtemps
Retenue de Moulin Neuf à Pont-Labbé (29)	x			x	Ne savent pas	Etude de suivi des traitements de la retenue du moulin neuf et de la rivière de Pont Labbé (Saunier Eau et environnement, 1990) Suivis réalisés par depuis plus de 20 ans + suivis sédimentologie (F.Pitois, 2017 - Retenue du Moulin Neuf : 20 ans d'actions et de suivi, Synthèse 1996-2006 ) Suivis cyanobactéries ARS	Ne savent pas	1982-1989

Résultats : Les traitements au sulfate d'alumine dans la rivière de Pont L'Abbé (en entrée de la retenue) ont bien créé un abattement du phosphore dans la rivière, mais pas suffisamment pour supprimer les blooms dans la retenue.

L'accumulation d'aluminium dans les sédiments et la faune piscicole ainsi que les relargages dans la masse d'eau et les risques associés à la potabilisation ont conduit à arrêter cette action pour la retenue du Moulin Neuf.

NB : Pour l'étang d'Apigné, malgré les actions mises en place, des phénomènes de cyanobactéries sont de plus en plus fréquents. Cela est en partie dû à un stock de sédiment important ainsi qu'à l'envasement du sud de l'étang, à un renouvellement faible de l'eau, à une température chaude et à une présence piscicole importante (comm. pers. Pascale Meillier, ville de Rennes).

### *xiii. Silice*

Les nutriments sont adsorbés par la silice, limitant leur disponibilité pour les cyanobactéries.

Plans d'eau concernés	Usages des plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date/Durée
	AEP	B	AN	P				
Etang de la Ville Gaudu-Lamballe (22)				x	/	Visuel	/	2012-2013

Résultats : Aucun retour d'expérience n'a été formalisé sur cette action.

#### ***xiv. Réduction du nombre de poissons benthivores et zooplanctivores***

Cette action consiste à réduire la bioturbation des sédiments par les poissons benthiques et donc permettre de réduire la turbidité de l'eau et l'ajout de nutriments dans la colonne d'eau (Triest et *al.*, 2016).

Plans d'eau concernés	Usages des plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date/ Durée
	AEP	B	AN	P				
Etang d'Apigné (Rennes 35)		x	x	x	/	Suivi ARS. Il n'y a pas eu d'étude faite sur cette action	/	Mai 2016

Résultats : Pas de résultats probants (comm. pers. Pascale Meillier, ville de Rennes).

#### ***xv. Procédé "Ferma-germe plan d'eau" (Bureau d'étude Bactiferme)***

Ce procédé est décrit comme « un complexe bactérien produisant des enzymes extracellulaires nécessaires à la dégradation des macros molécules. Il provoque la dégradation des vases organiques, réduisant ainsi l'eutrophisation et limitant donc la prolifération algale ». (Annexe 10). Le principe de ce procédé n'apparaît pas comme spécifique contre les cyanobactéries et laisse un doute concernant son efficacité. Cette application n'est réalisée que sur la queue de l'étang du lac de Jugon.

Plans d'eau concernés	Usages des plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date/ Durée
	AEP	B	AN	P				
Lac de Jugon les Lacs (22)			x	x	BactiFerme	Suivis ARS, suivis du CD22, Suivi de Lamballe Terre et Mer	20 à 25 000€	2018
Chenedet (Landéan – 35)		x	x		BactiFerme (Bacti Plancton +)	Projet – Vérifier si mise en œuvre a eu lieu	/	2018

Résultats : Les premiers résultats (début aout 2018) à Jugon Les Lacs ne montraient pas de différence entre la zone concernée par l'application de ce produit et les zones non concernées (com pers. Estelle Castel, CD22).

Pour le plan d'eau du Chenedet, Fougères Agglomération a sollicité un avis auprès de l'ARS35 qui a répondu en émettant de nombreuses réserves.

## 2. Actions curatives mises en place contre une des manifestations de l'eutrophisation : actions cyanocides avant le pic d'efflorescence des cyanobactéries

### i. Ultrasons

Les cyanobactéries possèdent 2 photosystèmes : la chlorophylle et la phycocyanine, cette dernière leur étant spécifique. Par des émissions à des fréquences (hertz) précises, les ultrasons limiteraient la réalisation de cette photosynthèse spécifique et donc contrôleraient le développement des cyanobactéries (comm. pers. Luc Brient). L'utilisation de ces ultrasons ne fait pour le moment appel à aucune législation en France.

Plans d'eau concernés	Usages des plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date/ Durée
	AEP	B	AN	P				
Etang d'Apigné (35)		x	x	x	Luc Brient	Suivi cyanobactéries + Suivi ARS	/	2012+2018
Etang de la Ville Gaudu- Lamballe (22)				x		Pas de documents sur le suivi. Cette action ne semble pas avoir fonctionné	/	2013 – 1an

Résultats : Concernant l'étang d'Apigné, cela a été un test ponctuel. Cela n'a pas été assez long pour conclure que cela fonctionne dans le temps. L'ARS n'a pas été d'accord pour le mettre en place définitivement.

NB : Concernant l'étang de la Ville Gaudu, l'information est à confirmer.

### ii. Algicides

Les algicides éliminent directement ou indirectement les cyanobactéries.

#### 1) Sulfate de cuivre

Le sulfate de cuivre permet d'affecter la perméabilité des membranes et de réduire l'activité photosynthétique, l'assimilation du phosphore et la fixation d'azote (Matthijs *et al.*, 2016).

Plans d'eau concernés	Usages des plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date et durée
	AEP	B	AN	P				
Lac au Duc (56)	x	x	x	x	SAUR	Suivi ARS	/	2000-2005 ou 2005-2006
Retenue de Tréaruy (56)	x			x	Exploitants	Pas de trace d'études par rapport à ce sujet. Il a été stoppé par la DDASS (ARS56) par crainte de libération de toxines lors de la destruction des cyanobactéries	/	Avant les années 2000, a duré 40 ans
Etang d'Apigné (35)		x	x	x	Ne savent pas	Pas de documents particuliers relatant du succès ou non de ces actions.	Ne savent pas	Il y a très longtemps
Retenue de Beaufort au Tronchet (35)	x				Le gestionnaire n'a pas connaissance de cette action. Il n'a pas l'historique.			Fin des années 90 (comm pers. Luc Brient)

Retenue du Gouët (La Méaugon -22)	x		x	x	Saint Briec Agglomération	Suivi cyanobactéries après le traitement + Suivi ARS + suivis eutrophisation du CD22 depuis 1980. Etude: Analyse des teneurs en Phosphore total, Cuivre et Zinc des sédiments des retenues sur l'Arguenon, le Blavet et le Gouët (22)	1 sulfatage : environ 4700€ (intervention des agents + produits et bateau), suivi eutrophisation: environ 13000€ l'année (soit 1 suivi eutrophisation par semaine :476€)	Début années 1980 jusqu'à maintenant
Retenue de Kerné-Uhel (Le Blavet) (22)	x		x	x	SAUR	Suivi cyanobactéries après le traitement + Suivi ARS+ suivis eutrophisation du CD22 depuis 1980. Etude: Analyse des teneurs en Phosphore total, Cuivre et Zinc des sédiments des retenues sur l'Arguenon, le Blavet et le Gouët (22)	1 sulfatage : entre 4000 et 5000€, suivi eutrophisation environ entre 400 et 500€	Début années 1980 jusqu'à maintenant
Retenue de l'Arguenon (22)	x		x	x	SAUR	Suivi cyanobactéries après le traitement + Suivi ARS+ suivis eutrophisation du CD22 depuis 1980. Etude: Analyse des teneurs en Phosphore total, Cuivre et Zinc des sédiments des retenues sur l'Arguenon, le Blavet et le Gouët (22)	1 sulfatage : entre 4000 et 5000€, suivi eutrophisation environ entre 400 et 500€	Début années 80 -2017
Lac de Jugon les Lacs (22)			x	x	SAUR	Suivi ARS, Suivi eutrophisation par le CD22 depuis 1995 (la SAUR qui fait les prélèvements, le CD22 fait les analyses et propose ou non un sulfatage à Lamballe Terre & Mer. Puis, la SAUR le réalise.	1 sulfatage : environ 2500€, suivi eutrophisation (des 4 plans d'eau du département 22): environ 100000€	Début années 1980 jusqu'à maintenant
Retenue de Moulin Neuf à Pont-Labbé (29)	x			x	CISE	Suivis cyanobactéries ARS + suivis réalisés par Frédéric Pitois depuis plus de 20ans + suivis sédimentologie. Rapport « Retenue du Moulin Neuf : 20ans d'actions et de suivi, Synthèse 1996-2006 » + Etude de suivi des traitements de la retenue du moulin neuf et la rivière de Pont Labbé, 1990	Pour 1kg, environ 37,50€	1982-1996, traitements ponctuels entre 2004-2006

Résultats : Lors de l'application du sulfate de cuivre les cyanobactéries disparaissent mais les effets sont relativement limités dans le temps. L'atténuation des proliférations dans le temps nécessite une utilisation régulière. Les sédiments sont suivis sur les retenues AEP des Côtes d'Armor et sur la retenue de Moulin Neuf dans le Finistère. En effet, cela pose un problème d'accumulation de cuivre dans le sédiment. Pour les autres plans d'eau, aucun suivi sur les sédiments n'a été effectué.

L'épandage de sulfate de cuivre va être arrêté sur toutes les retenues à usage AEP des Côtes d'Armor.

## 2) Peroxyde d'hydrogène

Le peroxyde d'hydrogène inhibe la photosynthèse et la croissance de la cyanobactérie (Barroin et Feuillade, 1986). Cette action serait un cyanocide spécifique aux cyanobactéries (Drabkova *et al.*, 2007 a et b, Weenink *et al.*, 2015).

Plans d'eau concernés	Usages des plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date/ Durée
	AEP	B	AN	P				
Lac au Duc (56)	x	x	x	x	Arcadis	Expérimentation et suivis par les équipes de recherche de l'Univ. Rennes 1, dans le cadre du projet Interreg CPES. Rapport sur les résultats de l'expérimentation à venir	800-1000 euros/litre. 1 injection = 2000 euros (à Arcadis)	2018, Projet Interreg CPES. Mis en place 2 fois à 15 jours d'intervalle
Etang de la Ville Gaudu à Lamballe (22)				x	/	/	/	2013

Une étude est effectuée en 2018 sur la retenue de l'Arguenon. En effet, ils arrêtent l'épandage de sulfate de cuivre pour anticiper son arrêt total dans les retenues AEP des Côtes d'Armor. Si les cyanobactéries sont en trop forte concentration, l'utilisation du peroxyde d'hydrogène serait envisagée. Son application n'est encore qu'à l'état de projet. Un mémoire sera en partie consacré à cette étude menée par L. Brient et E. Guetchamegni (stagiaire).

### 3) Paille d'orge

La paille d'orge est un algicide naturel. Cette action n'est pas spécifique aux cyanobactéries. De nombreux composés de la dégradation de la paille d'orge seraient des cyanocides, notamment le peroxyde d'hydrogène (Matthijs *et al.*, 2016).

Plans d'eau concernés	Usages des plans d'eau				Opérateur	Suivis	Coûts	Date/ Durée
	AEP	B	AN	P				
Lac au Duc (56)	x	x	x	x		Cf commentaires ci-dessous	/	/
Etang d'Apigné (35)		x	x	x	Direction des Jardins	Cf commentaires ci-dessous	/	/
Lac de Bourg Blanc (29)				X	Fédération de pêche (com pers. Luc Brient)	N'a plus les documents donc ne sait pas, mais apparemment cela a fonctionné	/	Vers 2008

Résultats : Les essais de paille d'orge dans le Lac au Duc et aux Etangs d'Apigné étaient destinés à vérifier si le dosage et le mode d'action de la paille, tels que donnés dans la bibliographie, avaient réellement un effet in situ.

Au Lac au Duc, les essais ont été réalisés avec l'accord de la Communauté de communes et les résultats ont été discutés en Préfecture de Vannes. Ils ont montré que, dans un lac de cette taille (250 ha), le vent (qui déplace les cyanos) et le débit (qui dilue les molécules actives libérées par la paille) sont trop importants pour observer un effet au dosage suggéré (400 kg de paille/ha). Pour avoir un effet visible, il aurait fallu épandre de la paille dans des tonnages irréalistes. Les effets dans l'étang d'Apigné ont été plus positifs car l'étang est plus petit (18 ha), quasi-fermé et l'eau n'est pas renouvelée l'été. Les effets ont été intéressants selon les cyanobactéries, la concentration des espèces dominantes aurait été réduite d'un facteur 8 par rapport à la zone non traitée (com. pers. F. Pitois).

Cette action n'a pas été renouvelée et il n'y a pas eu de communication.

## Discussion – Propositions

### I. Pour une meilleure capitalisation des données de suivis, dispersés entre les différents organismes en fonction des obligations réglementaires

Les acteurs réalisant des suivis cyanobactéries dans les plans d'eau sont nombreux: ARS, Agence de l'Eau, producteurs d'eau potable, gestionnaires des plans d'eau, etc.

**Concernant le suivi du bon état écologique des plans d'eau, les suivis DCE** sont effectués tous les 3 ans ou tous les 6 ans (comm. pers Olivier Coulon) car la stratégie de surveillance repose, pour des raisons pratiques, sur des suivis tournants pour les plans d'eau (les 141 masses d'eau de plans d'eau du bassin Loire Bretagne dont les 34 en Bretagne ne sont donc pas échantillonnées tous les ans). Les paramètres suivis pour le phytoplancton sont la biomasse qui est estimée par la chlorophylle a, l'abondance et la composition spécifique. Ces deux derniers paramètres ne sont pas présents dans la banque de données nationale OSUR mais ils peuvent être demandés afin qu'ils soient transmis. Pour les masses d'eau fortement modifiées et artificielles (retenues, étangs, gravières, ...) seule la biomasse est utilisée pour qualifier leur potentiel écologique. Les données de surveillance restent limitées par les caractéristiques intrinsèques des contrôles que sont les protocoles et les fréquences. Ce sont des suivis limités pour une connaissance du phénomène à l'échelle nationale.

**Concernant les suivis des eaux destinées à la consommation humaine (AEP), l'ARS** vérifie la conformité de l'eau traitée, à savoir une concentration en microcystines (MCs) inférieure à 1 µg /L dans l'eau distribuée<sup>7</sup>. Pour rappel, les informations de l'eau traitée sont disponibles sur internet<sup>8</sup>. Les pratiques départementales de surveillance de l'ARS sont différentes mais elles sont en cours d'harmonisation (comm. pers. Benjamin Richard).

Pour ce qui est de l'autocontrôle de la qualité de l'eau par les usines d'eau potable, les informations sont dispersées entre le propriétaire, le producteur d'eau, les laboratoires et les gestionnaires de plans d'eau. Ces autocontrôles sont généralement réalisés à une fréquence mensuelle ou bi-mensuelle par les maîtres d'ouvrage, qui effectuent souvent un suivi complémentaire de la population algale dans la retenue d'eau. Ces informations ne sont pas les plus faciles à acquérir du fait de cette diversité d'acteurs et de la diversité des contrats qu'il peut y avoir entre eux. De plus, ces données ne sont pas bancarisées de façon organisée.

Il a été identifié une attente forte pour un recueil de ces données sur la qualité de l'eau des plans d'eau concernés par cet usage.

**Concernant les eaux de baignade, les suivis ARS** sont effectués pour tous les plans d'eau à usage baignade<sup>9</sup>. Ces suivis sont capitalisés dans la banque de données nationale SISE Eaux Baignade<sup>10</sup>. Un bulletin comportant les données brutes sont envoyés aux gestionnaires (comm.

---

<sup>7</sup> Ce taux de microcystine comprend la somme de toutes les microcystines détectées et quantifiées. Suite aux travaux menés par les agences nationales d'expertise (rapport AFSSA/AFSSET 2006), une circulaire (NDGS/SD7A n°2007-39) recommande de rechercher les autres cyanotoxines (notamment MC-RR et YR) et d'exprimer leur somme en équivalent de MC-LR

<sup>8</sup> <http://solidarites-sante.gouv.fr/sante-et-environnement/eaux/article/qualite-de-l-eau-potable>

<sup>9</sup> <https://www.ars.sante.fr/contrôle-des-eaux-de-baignade-ou-se-baigner-cet-ete>

<sup>10</sup> <http://baignades.sante.gouv.fr/baignades/editorial/fr/accueil.html>

pers Benjamin Richard). Ces données sont assez bien identifiées et connues par certains acteurs, notamment le CD56, qui reçoit chaque année un bilan de l'ARS pour les plans d'eau du Morbihan (comm. pers Franck Daniel), ce qui ne semble pas être le cas pour tous les départements. L'ARS suivait les sites d'activités nautiques (canoé, voile...) présents sur certains plans d'eau en plus des sites de baignade mais depuis 2015, elle a arrêté cette surveillance (raisons budgétaires), qui est donc à la charge des gestionnaires ou responsables des activités nautiques (comm. pers Benjamin Richard). Il y a donc de plus en plus d'interlocuteurs, rendant plus difficile la capitalisation des données de suivis à l'échelle régionale. De plus, cela induit que les protocoles ainsi que les fréquences de prélèvements diffèrent, rendant plus difficile la mise en commun des données.

→ **Suite à cette constatation et pour réduire cette dispersion des données, je propose de mettre en place une banque de données régionales ou encore la création d'un site internet :**

- ✓ **Création d'une banque de données (BDD) régionale** capitalisant la donnée brute source, comprenant des indicateurs communs.

Le but de cette bancarisation commune serait de mieux mutualiser et valoriser la donnée. Afin qu'il y ait une cohérence dans les résultats, il faudrait que les collectivités qui font leur propre suivi suivent à minima un protocole « officiel » qui soit proche de celui de l'ARS.

En effet, le protocole ARS est celui qui est le plus mis en œuvre à l'échelle de la Bretagne pour suivre les cyanobactéries. Il pourra ainsi y avoir une continuité entre les prélèvements et les analyses faites anciennement par l'ARS et les analyses faites par les gestionnaires lorsque celles-ci reprennent les compétences de suivis. Tout pourra être capitalisé et comparé à différentes échelles si des études veulent être mises en place.

La Banque de données pourrait être gérée par l'ARS, ou par d'autres organismes comme l'observatoire de l'eau ou la DREAL afin que les données soient bancarisées et valorisées. Ce processus existe pour les données physico-chimiques et biologiques des cours d'eau (azote, phosphore, pesticides, etc.) collectées par les structures de bassins-versants. Celles-ci sont remontées dans une banque de données régionale structurée et gérée par la DREAL Bretagne.

Cela nécessite des protocoles (de fréquence, de méthode de prélèvement, d'analyses, etc.) bien définis qui pourront s'appuyer sur les travaux en cours du groupe de travail (GT) « cyanobactérie et cyanotoxines ». En effet, un groupe national d'expertises intitulé GT « cyanobactéries et cyanotoxines dans l'eau de consommation, les eaux de loisirs et les poissons d'eau douce » de l'ANSES est en cours pour apporter des recommandations notamment sur la stratégie de surveillance des ARS (comm. pers Benjamin Richard). Ce groupe d'expertise comprend plusieurs experts bretons (ARS, L. Briant, E. Baures, F. Pitois,..). Leurs objectifs sont multiples. Le premier concerne l'actualisation des genres et des espèces de cyanobactéries et l'aboutissement à une catégorisation des espèces potentiellement toxigènes. Le deuxième objectif est d'évaluer la possibilité de nouvelles valeurs sanitaires de références de seuils de toxines. Le troisième est l'évaluation de la pertinence des indicateurs (dénombrement et identification des espèces) sur la surveillance

actuelle. Ils veulent que l'indicateur soit plus proche de la biomasse (biovolume au lieu du nombre de cellules par millilitres). Ce travail sera mis à disposition du public fin 2018 ou au cours de l'année 2019.

- ✓ **Création d'un site internet** permettant de cartographier tous les signalements (sciences participatives) (Mathieu, 2010) et informer le public (pédagogie). L'objectif serait d'avoir un endroit où tous les gestionnaires ou usagers (baigneurs, pêcheurs, randonneurs, ...) pourraient signaler des phénomènes de prolifération. Cela permettrait de mieux connaître la répartition et l'évolution des plans d'eau concernés par les cyanobactéries. Cependant, des limites sont présentes car les signalements ne permettent pas de quantifier les cyanobactéries mais permettent juste d'identifier les plans d'eau concernés. Une autre limite identifiée est le taux de participation de la part du public qui peut être faible (Gosselin *et al.*, 2010). La mise en place d'une telle plateforme nécessiterait une concertation entre les partenaires afin de voir comment structurer le site ainsi que la donnée et de savoir qui serait à même de la coordonner (exemple de l'observatoire régional de l'eau, d'organismes scientifiques).

Un exemple similaire nommé Phenomer<sup>11</sup> est déjà mis en place pour les eaux littorales à l'échelle de la Bretagne. Phenomer est une action de science participative exploratoire qui invite les citoyens à signaler des phénomènes d'eaux colorées dus aux proliférations de microalgues (Curd *et al.*, 2016).

Aussi, une méthode pour rapporter la présence de fleurs d'eau serait la **création d'une application pour mobile** qui serait accessible par un flashcode (QR code). Il faudrait alors le flasher pour avoir plus de précision sur la compréhension et le fonctionnement des blooms de cyanobactéries. Sur cette application, il pourra y avoir 2 volets : le volet « informations/prévention » et le volet « identification d'un bloom sur le plan d'eau - participation au recensement ». Le but est ici de mettre en place une application éducative et préventive.

**Un besoin de suivi existe aussi sur les rivières**, notamment à l'aval des retenues afin d'évaluer l'impact potentiel d'ensemencements des cyanobactéries lors de l'ouverture de vannes. Ce besoin a été formulé par Cœur Emeraude pour la Rance fluviale. D'autre part, plusieurs études traitent de l'impact des cyanobactéries dans les rivières. Par exemple, des efflorescences dans les cours d'eau ont été observées dans le Frémur (35) à l'aval de la retenue de Bois Joli et des travaux scientifiques ont démontré l'impact des cyanobactéries sur des anguilles et des mollusques (Gérard *et al.*, 2009). Une autre étude concernant le suivi des transferts de toxines dont celles provenant des cyanobactéries en aval de Pen Mur faite par l'Université de Reims est en cours.

---

<sup>11</sup> <https://www.phenomer.org/>

## **II. Pour une mutualisation et valorisation des actions mises en place dans les plans d'eau et de leurs suivis-évaluations**

Pour rappel, les actions recensées sont des actions mises en place dans les plans d'eau et non dans les bassins-versant (cf introduction du chapitre résultats/actions p.13 pour la définition des actions contre les causes et les manifestations de l'eutrophisation).

Au total, 19 actions curatives ont été recensées en Bretagne dans les plans d'eau afin de remédier aux causes et aux conséquences de l'eutrophisation. 15 actions ont pu être mises en place contre le relargage et la charge interne de phosphore et 4 contre les manifestations de l'eutrophisation qui sont ici les blooms de cyanobactéries. Chaque action a pu être mise en place une ou plusieurs fois dans les plans d'eau. Certaines actions sont plus utilisées que d'autres comme les curages, les rampes d'aération, les vidanges, les abaissements du niveau du plan d'eau ou encore le carbonate de calcium pour lutter contre le relargage des sédiments et la charge interne en phosphore. Concernant la lutte contre le pic des blooms de cyanobactéries, les épandages de sulfate de cuivre sont le plus utilisés grâce à des dérogations délivrées par le préfet. Cependant, pour les plans d'eau l'utilisant, les dérogations ne seraient pas écrites.

**Certaines actions sont directement liées à l'usage du plan d'eau.** Par exemple la mise en place d'aérateurs concerne majoritairement des plans d'eau à usage AEP. Cela permet une limitation du relargage du phosphore mais aussi du manganèse, du fer (Hupfer, Lewandowski, 2008) ou de l'ammonium qui sont des éléments indésirables pour la production d'eau potable. L'épandage de carbonate de calcium, quant à lui, est souvent mis en place lorsque le plan d'eau est à usage de la pêche car il est simple à mettre en œuvre et peu cher. Il est aussi mis en place dans les plans d'eau à usage baignade (comm. pers Olivier Coulon).

**D'autres actions plus ou moins connues et récentes sont aussi expérimentées** tels que les d'ultrasons par un drone aquatique à l'étang d'Apigné et au Lac au Duc, ou encore le peroxyde d'hydrogène au Lac au Duc, proposées par Luc Brient de l'Université Rennes1 en lien avec des sociétés, telle que Arcadis.

Un procédé dénommé Ferma-germe est nouvellement proposée par un bureau d'étude Bactifirme. En effet, des bureaux d'études ou sociétés étudient de nouvelles « solutions » et en font directement la promotion auprès des gestionnaires des plans d'eau confrontés à cette problématique de prolifération de cyanobactéries.

Cela demanderait une information et un accompagnement des gestionnaires qui se retrouvent confrontés au phénomène d'eutrophisation et aux démarchages d'entreprises proposant des actions dont l'efficacité réelle en conditions naturelles n'est pas forcément maîtrisée et durable (solution palliative momentanée). Leurs impacts potentiels sur l'écosystème devraient également faire l'objet d'une évaluation.

## 1. Un manque de suivi-évaluation des actions mises en place dans les plans d'eau

Il a été remarqué que **certaines actions sont plus suivies que d'autres**. Quelques études ou synthèses ont été aussi réalisées afin de faire le point sur la compréhension du phénomène de proliférations de cyanobactéries dans certains plans d'eau, de l'efficacité des actions mises en place et de leurs impacts potentiels sur l'environnement,

Les plans d'eau appartenant au Conseil départemental d'Ille et Vilaine au titre des espaces naturels sensibles (ENS) font l'objet d'un suivi : suivi de la qualité de l'eau, des invertébrés aquatiques et des oiseaux suite à une vidange totale pour l'étang de Careil, ou encore une étude de l'impact de l'assec et de la remise en eau sur les compartiments biologiques (végétaux et cyanobactéries) pour l'étang de Marcillé-Robert (Thiébaud et *al.*, 2012).

Une synthèse des suivis et actions a été réalisée pour la retenue du Moulin Neuf à Pont l'Abbé (Finistère), qui est suivie par le même maître d'œuvre depuis vingt ans (Frédéric Pitois, SARL Limnologie).

L'aération et l'épandage de sulfate de cuivre dans les Côtes d'Armor sont des actions où globalement des suivis ont été effectués par les gestionnaires car elles sont répétées sur plusieurs années. Pour suivre l'action de l'aération sur le plan d'eau, un protocole de suivi eutrophisation (profil vertical de l'oxygène dissous (mg/l et %), température et pH de la surface jusqu'au fond (tous les mètres) et transparence du disque de Secchi) est instauré. Pour celui de l'épandage de sulfate de cuivre, des analyses de teneurs en phosphore total, cuivre et zinc des sédiments des retenues sur l'Arguenon, le Blavet et le Gouët ont été effectués. Les résultats des analyses sont donc présents et disponibles mais il peut y avoir un manque d'exploitation et de valorisation des données accumulées (comm. pers Estelle Castel).

Pour d'autres plans d'eau, comme celui de la retenue de Tréauray, des Landes d'Apigné ou encore de la retenue de Beaufort, les documents concernant les épandages de sulfate de cuivre sur les suivis ou le succès (ou non) de l'action n'ont pas été classés ou n'ont jamais existé. Ce sont pourtant des actions réglementées, pour lesquelles certaines informations ne remonteront jamais. Les coûts engendrés par les actions sont aussi peu renseignés. De ce fait, la mémoire historique du plan d'eau est perdue.

Les actions peuvent donc être effectuées sans être répertoriées ou inscrites chez les gestionnaires ou les propriétaires. En conséquence, cela conduit à une perte de l'information au sein même de la structure. En effet, certains gestionnaires n'ont pas su dire si les actions ont fonctionné ou pas (exemple de la silice et la réduction du nombre de poissons benthivores et zooplanctivores pour l'étang d'Apigné, de l'hydrolienne pour la Cantache, etc.). Cet historique est d'autant plus oublié/perdu lorsque les gestionnaires de plans d'eau se succèdent (exemple du dépôt de maërl dans la retenue du Bois Joli) ou que des lois comme la loi NOTRe (2015) redistribue les compétences. Suite à cette loi et au « re-découpage » territorial, les plans d'eau ne seront plus gérés par les mêmes personnes. Les informations sur les actions de certains plans d'eau se perdent donc. Il faut donc que les actions soient répertoriées pour pouvoir avoir un historique du plan d'eau, des phénomènes de blooms, des actions effectuées, de leur efficacité

et de leurs impacts environnementaux. Ceci dans l'objectif d'avoir un retour d'expérience des actions effectuées.

Il faut aussi relever que jusqu'à maintenant (année 2018 comprise), le curage, la paille d'orge ou encore le carbonate de calcium n'ont jamais eu de suivis-évaluation. Ce dernier est souvent épandu "à la va vite" dans les plans d'eau pour régler le problème des nutriments présents dans la masse d'eau sur une courte durée (action palliative momentanée) et les gestionnaires et les pêcheurs suivent les proliférations de bloom à l'œil nu ou se réfèrent aux suivis de l'ARS si celle-ci fait des prélèvements (comm. pers divers gestionnaires).

Il résulte de cette étude que, **globalement, peu de suivis des cyanobactéries et d'études environnementales sont réalisés après la mise en place d'action**. Cela n'est pas prévu dès le départ et le budget restreint, dédié au diagnostic et à l'action mise en place dans le plan d'eau ne permet pas de l'ajouter par la suite. De ce fait, souvent les collectivités se basent uniquement sur les suivis habituels de l'ARS, lorsqu'ils existent. Par conséquent, il existe peu de données mesurées et de retour des actions terrain effectuées en Bretagne sur les cyanobactéries et sur leurs impacts. Il est donc difficile de dire si une action est plus favorable à la réduction du bloom qu'une autre et de rendre compte de façon objective des conditions nécessaires à sa réussite.

La recherche d'informations sur les aspects réglementaires des actions curatives n'a pas été faite dans le temps imparti. Il serait intéressant d'approfondir cette connaissance pour un meilleur encadrement de l'usage des biocides, et ceci d'autant plus pour les plans d'eau privés. Lors de cette capitalisation, les informations ont parfois été difficiles à récolter. En effet, toutes les actions mises en place pour un plan d'eau ne me sont pas parvenues par les mêmes interlocuteurs. Parfois même, certains interlocuteurs n'étaient pas d'accord entre eux sur les actions mises en place (exemple des ultrasons pour l'étang de la Ville Gaudu). Il y a un manque de résultats tangibles avec une nécessité de mesurer la pertinence des actions et un besoin de monitoring sur le long terme.

→ **Des propositions peuvent être apportées suite à ces constats :**

- ✓ Il sera nécessaire de poursuivre le travail de capitalisation sur les actions et d'**assurer l'actualisation de la base de données** qui a été initiée à l'occasion de ce stage et de **la partager**. Cela pourrait se faire par la mise en place d'une page internet qui serait alimentée de façon interactive par les acteurs du territoire concernés. Cela pourrait continuer à être coordonné par le Creseb en lien avec les partenaires départementaux et régionaux. La mise en place de cet outil pourrait s'appuyer sur l'Observatoire de l'Environnement en Bretagne (pôle eau) et la plateforme Géobretagne (plateforme bretonne d'informations géolocalisées).
- ✓ **Une démarche normalisée** pourra être mise en place afin d'aider les gestionnaires à la mise en œuvre d'une action. Cette démarche pourra se traduire par **un cahier des charges (CDC)** pour le protocole d'action et pour le suivi-évaluation environnemental. Il comprendrait les protocoles, les conditions de mise en œuvre, les modes opératoires à respecter, les contraintes réglementaires, les obligations de suivis des impacts directs et indirects, etc. Ce

cahier des charges pourra s'appuyer sur la synthèse des travaux scientifiques publiés dans le numéro spécial de la revue *Aquatic Ecology* « Special Issue : Cyanobacterial Blooms. Ecology, Prevention, Mitigation and Control » (Visser P. M. *et al.*, 2016). Il serait préconisé lors de la mise en œuvre d'expérimentations et/ou d'actions contre les causes et les manifestations de l'eutrophisation sur le plan d'eau.

L'évaluation permettrait aussi d'apporter une culture scientifique aux acteurs avec des protocoles rigoureux sur le suivi et sur la reconduction des actions (au moins à moyen terme) avec l'idée d'analyser les raisons des succès et des échecs.

## 2. Un besoin d'accompagnement des gestionnaires

Comme cité précédemment, les structures gestionnaires se retrouvent parfois isolées, confrontées aux phénomènes d'eutrophisation (Rast & Holland, 1998) et aux possibles démarchages. En effet, elles peuvent se retrouver seules à prendre la décision de mener une action dans leur plan d'eau. Plusieurs situations de gestionnaires recensées en Bretagne existent. Nous les illustrons par trois cas de figure différents :

- Le Moulin Neuf situé dans le Finistère, possède une approche intégrée et régulière dans le temps avec des suivis continus des cyanobactéries depuis plus de 20 ans. Ce suivi est inscrit dans la durée avec un accompagnement d'un bureau d'étude expert (Limnologie Sarl dirigé par Frédéric Pitois).  
Des actions préventives sur le bassin versant ont également été menées. La retenue du Moulin Neuf est un plan d'eau pour lequel les cyanobactéries ont diminué d'un facteur 5 (comm. pers Frédéric Pitois), ce qui est très encourageant pour les élus et gestionnaires en charge des programmes d'action sur le bassin versant.
- L'étang de la Ville Gaudu n'est pas un plan d'eau pour lequel une expertise ou un accompagnement du gestionnaire est effectué. Les actions effectuées se succèdent, sans suivis et non inscrites dans la durée. Pour autant, les gestionnaires de ce plan d'eau (Lamballe Terre et Mer) sont demandeurs de ce suivi ou de cet accompagnement.
- Le Plan d'eau de Trémelin possède une problématique cyanobactéries depuis peu. De ce fait, la communauté de communes de Montfort a mis en place un comité de pilotage (comm. pers Luc Brient) composé de différents acteurs (élus, scientifique, pêcheurs, autres usagers, ARS) afin d'effectuer une étude technique pour comprendre le fonctionnement du plan d'eau soumis à différents problèmes de proliférations (plantes invasives, cyanobactérie). L'objectif est d'étudier les différentes solutions possibles permettant de maintenir les différents usages (baignade, activités nautiques, pêche) ou de les adapter si besoin, notamment les pratiques de pêche car les amorces représentent des apports en nutriments non négligeables (comm. pers. Luc Brient).  
De ce fait, la communauté de communes peut en théorie solliciter différents experts et se retrouver avec différents avis. Mais elle seule devra prendre la décision de l'action et de son suivi.

Il est en effet nécessaire de mettre en place une concertation (Beuret, 2006) prenant en compte tous les acteurs concernés ou impactés par la gestion du plan d'eau. Cette concertation devra prendre en compte le plan d'eau dans son ensemble et non le plan d'eau segmenté en fonction des usages présents pour que tous les acteurs se fixent le même objectif et puissent aller dans la même direction (comm. pers Luc Brient).

Il existe quelques cas de plans d'eau bien documentés en Bretagne avec un accompagnement des gestionnaires par des professionnels (exemple du cas du Moulin Neuf (29), du Gouët (22), etc.). Cependant, il ressort de cette étude que les gestionnaires manquent d'accompagnement pour pouvoir choisir les actions à mettre en place.

→ **Des démarches d'accompagnement et de concertation pourraient être mise en place pour aider les gestionnaires :**

- ✓ Pour faire face au peu de personnes ayant des connaissances sur les cyanobactéries et dans l'optique d'assurer une objectivité pour les actions à mettre en œuvre, il serait intéressant de mettre en place une **instance régionale d'expertise** associant des scientifiques et des représentants d'organismes institutionnels (exemple ARS). Son rôle serait d'apporter des avis et des recommandations voire même effectuer des contre-expertises dans des cas de controverse.

L'objectif de cette instance régionale d'expertise ou comité d'expert régional serait aussi de construire collectivement l'expertise régionale en soutien aux gestionnaires afin qu'ils ne se retrouvent pas seuls face aux différentes solutions proposées. L'aspect sur la réglementation pourra aussi y être intégré.

L'ARS est parfois sollicitée par les collectivités pour donner un avis sur les actions prévues dans les plans d'eau. Les MISEN (Mission interservices de l'eau et de la nature) qui regroupent les représentants des services de l'Etat (DDTM, ARS, AFB, Agence de l'Eau, etc.) sont intéressées pour être associées et pour mener une réflexion sur ce sujet.

La poursuite de ce travail pourrait concourir à un meilleur accompagnement ainsi qu'à un meilleur recensement des études et des actions conduites en Bretagne. De ce fait, les retours d'expériences seront plus nombreux et participeront à la connaissance globale sur la thématique des cyanobactéries pour l'ensemble des gestionnaires. Le but étant à terme de pouvoir faire une étude de transposabilité, c'est-à-dire de reprendre les actions ayant fonctionnées pour pouvoir les transposer sur d'autres plans d'eau. Cela induit une analyse plus approfondie du fonctionnement des plans d'eau concernés, des conditions de mise en œuvre, d'efficacité et d'impact et ainsi de connaître les raisons de la réussite mais aussi de continuer à bien comprendre l'apparition des phénomènes de cyanobactéries liés à l'eau provenant du bassin-versant et des caractéristiques physico-chimique du plan d'eau (comm. pers Myriam Bormans). Il est cependant nécessaire de rappeler que les actions prioritaires restent basées sur les causes de l'eutrophisation dû aux apports de bassins-versants, appelées aussi actions préventives bassin-versant.

## Bibliographie

- Bakker E.S., Hilt S., 2016. Impact of water level fluctuations on cyanobacterial blooms: option for management. *Aquatic Ecology* Volume 50 Number 3 Special Issue: cyanobacterial blooms, Ecology, Prevention, Mitigation and control
- Barroin G, Feuillade G, 1986. Hydrogen peroxide as a potential algicide for *Oscillatoria rubescens* D.C. *Water Res* 20:619–623
- Bernard C., 2014. Cyanobacteria and cyanotoxins. *Revue Francophone des Laboratoires*, vol 2014, issue 460 ; p 53-68
- Beuret J.E., 2006. La conduite de la concertation : pour la gestion de l'environnement et le partage des ressources
- Bourgeois L., Demotes-Mainard M., 2000. Les cinquante ans qui ont changé l'agriculture française, p 14-20
- Brient L., Vézic C., Bertru G., 2001. Evaluation des efflorescences à cyanobactéries dans des cours d'eau et plans d'eau bretons, Rapport final
- Bormans M., Marsalek B., Jancula D., 2016. Controlling internal phosphorus loading in lakes by physical methods to reduce cyanobacterial blooms – a review. *Aquat Ecol*. Doi :10.1007/s10452-015-9564-x
- Conseil Scientifique de l'Environnement de Bretagne, 2005. Fiches techniques et scientifiques pour la compréhension des bassins versants et le suivi de la qualité de l'eau. Disponible sur : <http://www.cseb-bretagne.fr/index.php/fiches-outils/fonctionnement-des-bassins-versants-suivi-de-la-qualite-de-l-eau.html> (Consulté le 08/06/2018)
- Curd A., Siano R., Chapelle A., Pilven S., 2016. Phenomer. Rapport d'activités de juillet 2015 à septembre 2016 pour la Fondation de France.
- Douglas G.B., Hamilton D.P, Robb M.S, 2016. Guiding principles for the development and application of solid phase phosphorus-adsorbents for freshwater ecosystems. *Aquatic Ecol*. Doi :10.1007/s10452-016-9575-2
- Lahrouni M., Oufdou K., Oudra B., 2015. Occurrence of cyanobacteria producing toxins in irrigation freshwaters : Which impacts on crop quality and public health ? *Journal of Materials and Environmental Science*, vol 6
- Douglas G.B., Hamilton D.P., Robb M.S., Pan G., Spears B.M., Lurling M., 2016. Guiding principles for the development of solid-phase phosphorus adsorbents for freshwater ecosystems. *Aquatic Ecology* vol 50 Number 3 Special Issue : cyanobacterial blooms, Ecology, Prevention, Mitigation and control

Drabkova M, Admiraal W, Marsalek B (2007a) Combined exposure to hydrogen peroxide and light: selective effects on cyanobacteria, green algae, and diatoms. *Environ Sci Technol*, vol 41, p 309–314

Drabkova M, Matthijs HCP, Admiraal W, Marsalek B (2007b) Selective effects of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> on cyanobacterial photosynthesis. *Photosynthetica*, vol 45, p 363–369

Fastner J., Abella S., Litt A., 2016. Combating cyanobacterial proliferation by avoiding or treating inflows with high P load – experiences from eight case studies. *Aquat Ecol*. Doi : 10.1007/s10452-015-9558-8

Gerard C., Poullain V., Lance E., Acou A. , Brient L., Carpentier A., 2009. Influence of toxic cyanobacteria on community structure and microcystin. accumulation of freshwater molluscs. *Environmental Pollution*

Gosselin M., Gosselin F., Julliard R., 2010. L'essor des sciences participatives pour le suivi de la biodiversité : intérêts et limites. *Sciences Eaux & Territoires*

Hamilton D.P., Salmaso N, Pearl H.W., 2016. Mitigating harmful cyanobacterial blooms : strategies for control of nitrogen and phosphorus loads. *Aquat Ecol*. Doi :10.1007/s10452-016-9594-z

Hupfer M., Lewandowski J., 2008. Oxygen controls the phosphorus release from lake sediments – a long lasting paradigm in limnology. *International review of hydrobiology*

Ibelings B.W., Bormans M., Fastener J., Visser P.M., 2016. Synopsiss - A critical review of the management options for their prevention, control and mitigation. *Cyanocost Special issue on cyanobacterial blooms*.

Pinay G., Gascuel C, Ménesguen A., Souchon Y., Le Moal M. (coord), Levain A., Moatar F., Pannard A., Souchu P., 2017. L'eutrophisation : manifestations, causes, conséquences et prédictibilité. Synthèse de l'Expertise Scientifique Collective CNRS – Ifremer – INRA- Irstea (France), 148 pages

Lavoie I., Laurion I., Warren, Vincent W.F., 2007. Les fleurs d'eau cyanobactériennes, revue de littérature. *INRS rapport n°916*, xiii, p 124

Le Henaff G. et Gauroy C., 2011. Délimitation des aires d'alimentation de captages en eaux de surface et caractérisation de leur vulnérabilité vis à vis des pollutions agricoles diffuses par les pesticides. *Cemagref Lyon*. 55 p.

Lian J., Xu C., Liu J., Wang H., Ao H., 2013. *Ecological Engineering*, vol 53, p 167-174

Lindenschmidt K.E., Hamblin P.F., 1997. Hypolimnetic aeration in lake Tegel, Berlin, *Water Research*, vol 31, n°7, p 1619-1628

- Mathieu D., 2010. Réseaux collaboratifs et sciences participatives. Conférence de Tela Botanica, p.18
- Matthijs C., Hans P., Jancula D., Visser M., 2016. Existing and emerging cyanocidal compounds: new perspectives for cyanobacterial bloom mitigation, vol 50, issue 3, p443-460
- Oger-Jeanneret H., 2009. Directive Cadre sur l'Eau. Mise en place du contrôle de surveillance dans les masses d'eau côtières du bassin Loire-Bretagne. Bilan des actions réalisées en 2007.
- Pearl H.W et Otten T.G, 2013. Harmful cyanobacterial blooms: causes, consequences, and control. Microbial ecology, vol 65, p 995-1010
- Rast W., Holland M., 1998. Eutrophication of lakes and reservoirs : a framework for making management decisions. Ambio, vol. 17, pp2-12
- Techna S., 2002. Etude technique préalable au curage de l'étang au Duc. Note technique relative à l'incidence du curage sur la qualité des eaux. Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable de Ploërmel, p 30
- Triest L., Stiers I., Van Onsems S., 2016. Biomanipulation as a nature-based solution to reduce cyanobacterial bloom. Aquatic Ecology Volume 50 Number 3 Special Issue: cyanobacterial blooms, Ecology, Prevention, Mitigation and control
- Wang L., Infante D., 2011. Effects of dams in river networks on fish assemblages in non-impoundment sections of rivers in Michigan and Wisconsin, USA. River Research and Applications, vol 27(4), p 473-487

# Annexes

## Annexe 1 – Carte des SAGE en Bretagne



Carte 1 – SAGE présents en Bretagne



### **Annexe 3 – Prise de contact - Questionnaire**

#### **Nom Prénom – Organisme/structure**

Usage des plans d'eau : Baignade/ Eau Potable/ Pêche

Ont-ils connaissance de phénomènes de cyanobactéries ? Etang/rivière ?

Perception du phénomène ?

Combien de sites sont suivis à leur connaissance ?

- Qui mène les suivis de cyanobactéries ?
- Qui fait les analyses ? Méthode de prélèvements ?
- Y-a-t-il eut des actions de remédiation préventive et curative ?
- Y-a-t-il eut des essais ?
- Retours ?
- Quelles sont ces actions ?
- Qui les mène ?

#### **Si données/informations :**

Comment sont structurées leurs données ?

Stratégie de valorisation/récupération des données ?

#### **Ont-ils connaissance de :**

- Diagnostic de BV ?
  - o Avec des propositions ?
  - o Présence d'actions phosphore sur le BV ?
- Diagnostic de plans d'eau ?
  - o Avec des propositions ?
- Suivi de la qualité de l'eau ?
- Autre :
  - o Sédiments
  - o Bathymétrie

Présence de contrats territoriaux ? Programme d'action ?

Ont-ils connaissance de ce qu'il se fait ailleurs ?

## Annexe 4 – Article publié sur le site Territoire d'eau



Capitalisation de données de suivis et d'actions de lutte contre les proliférations de cyanobactéries

Un besoin de capitaliser les données et retours d'expériences autour de la problématique de prolifération des cyanobactéries dans les plans d'eau et cours d'eau a été identifié à l'échelle régionale. Au sein du CRESEB, nous menons un travail de recensement des données disponibles, des études et des suivis réalisés, des actions ou expérimentations de remédiation mises en place.

Si vous êtes concernés par cette problématique sur votre territoire, nous vous invitons à répondre aux quelques questions suivantes en remplissant le formulaire en ligne :

[https://drive.google.com/open?id=1F9jI3kDDyrCfaIpU\\_NCYs67R2GhuQZZcp6yHKadq4B4](https://drive.google.com/open?id=1F9jI3kDDyrCfaIpU_NCYs67R2GhuQZZcp6yHKadq4B4)

Ce questionnaire très court ne vous prendra que quelques minutes. Nous reviendrons vers vous pour des échanges plus précis si besoin. Par avance, merci beaucoup pour votre collaboration.

### Questionnaire *Google Forms*

- 1- Qui êtes-vous ?
- 2- De quel organisme êtes-vous ?
- 3- Quels plans d'eau sont concernés par des blooms de cyanobactéries?
- 4- Avez-vous connaissance de suivis effectués sur ces plans d'eau ?  
Oui/Non
- 5- Avez-vous connaissance d'actions préventives ?  
Oui/Non
- 6- Avez-vous connaissance d'actions curatives ?  
Oui/Non
- 7- Pouvez-vous nous laisser votre adresse mail afin que l'on puisse prendre contact avec vous ?

## Annexe 5 – Ensemble des personnes contactées

Nom	Prénom	Structure/Organisme
Baboulène	Elise	Chargée du suivi des politiques territoriales de l'eau - Référente territoire Région
Bade	Xavier	SAGE AULNE - EPAGA
Barrais	Nathalie	Service eau assainissement Conseil départemental 29
Bassin versant de l'Elorn		
Baudelot	Claire	CD35
Baurès	Estelle	EHESP - École des hautes études en santé publique - LERES
Beduneau	Gabriel	IAV EPTB Vilaine
Bezeau (Mr)		Service technique CC du Pays de Questembert
Blanchard	Anne-Sophie	SAGE ODET (29)
Boccarossa	Alexandra	ESO Rennes
Boormans	Myriam	
Bormans	Myriam	Chercheur Université Rennes 1
Boucher	Elodie	SAGE Dol-de-Bretagne
Bouvier	Régis	CD35
Brient		
Caignec	Ronan	SAGE Blavet
Carduner	Solène	Bassins versants de l'lc, le Gouet et l'Anse d'Yffiniac
Castel	Estelle	CD22 - Adjoint à la cheffe de service
Chauvin	Lucie	SAGE Baie de Lannion
Cheveau	Johan	SAGE Léon Trégor/ Syndicat Mixte du Haut Léon - Animateur environnement
Coulon	Olivier	Agence de l'Eau Loire Bretagne
Cour	Laetitia	Agrocampus Ouest
Courtigné	Jimmy	Technicien barrage (Valière/Cantache)
Cueff	Sébastien	Partie technique - mairie de Bourg Blanc
Dacquay	Laetitia	Chargée du suivi des politiques territoriales de l'eau - Référente territoire Région
Daniel	Franck	CD 56
De Conchy	Antoine	SMG 35
Deray	Guillaume	sibv seiche (marcillé robert)
Duponcheel	François-Xavier	SAGE Couesnon

Nom	Prénom	Structure/Organisme
Duquesne	Pierre	DEA - Saint Briec Armor Agglomération
Faucouner	Karine	CCPBS
Fédaration pêche 22		
Fédaration pêche 29		
Fédaration pêche 56		
Gariglio	Laurie	Syndicat mixte de l'Horn
Gillard	Camille	BV Seiche
Gonzalez	Véronique	ARS 22
Gourmaud	Stéphane	Chargé du suivi des politiques territoriales de l'eau - Référent territoire Région
Guerineau	Florian	FDAAPPMA 35
Guetchamegni	Elvis Le Doux	Stagiaire SDAEP22/Univ.Rennes
Guillaud (Mr)		Animateur SAGE Scorff
Guyot	Thomas	SAGE Scorff
Harrault	Stéphanie	Scorff - Agglo Lorient
Havard	Leïla	Chargée du suivi des politiques territoriales de l'eau - Référente territoire Région (remplacement congé maternité)
Helle	Daniel	Ingénieur protection ressources en eau - Eau du Bassin Rennais
Hennache	Bérengère	Eau du pays de saint Malo
Henry	Franck-Olivier	Eau du pays de saint Malo
Jehanno	Francoise	Eau du Morbihan
Joué	Aurélie	Bassin Versant de la sélune- Animatrice SAGE Sélune
Jubert	Franck	EPTB Baie de Saint-Brieuc-SAGE
Kerdranvat	Yves	Service de l'usine d'eau plan d'eau de keratry (Douarnenez)
Keromnes	Enora	Chargée des politiques territoriales de l'eau et du suivi du plan algues vertes - Référente territoire Région
Klerch	Delphine	Chargée du suivi des politiques territoriales de l'eau - Référente territoire Région

## Annexe 5 (suite 1) – Ensemble des personnes contactées

Nom	Prénom	Structure/Organisme	Nom	Prénom	Structure/Organisme
Latouche	Patrick	Grand bassin de l'Oust (Lac au Duc)	Oliviero	Nathalie	BV Linon
Laurent	Xavier	Cœur Emeraude	Ollivier	Joël	CD22
Le Bas	Jean-François	CD 35	Picheral	Thomas	SAGE Ouest Cornouaille
Le Gal	Xavier	SAGE Argoat-Trégor-Goëlo	Pitois	Frédéric	Bureau d'étude
Le Gal	Arnaud	Hydrogéologue, responsable ressource en eau. Eau du Morbihan	Quemener	Catherine --> Remplacée par Floriane	syndicat mixte du loc'h et du sal (directrice)
Le medec	Yves	Minyvel Environnement	Richard	Benjamin	ARS56
Le Moal	Morgane	OSUR - Projet Interreg	Rioual	Laurianne	Etablissement Public d'Aménagement et de Gestion du bassin versant de l'Aulne
Lebreton (Mr )		En charge de l'usine de production d'eau du plan d'eau de Noyal	Rivallan	Joël	SDAEP 22
Legeay	Anne	Responsable chez Syndicat mixte de portage du SAGE Rance Frémur --> Déjà Tiphaine Monnier qui a répondu	Rolland	Nicolas	Ploërmel Communauté
Lequellenec	Gaëlle	CD 22	Rolland	Hélène	CD 22
Létandart	Guillaume	Chargé d'études Espaces Naturels Sensibles Pays de Brocéliande et de Vitré Département d'Ille-et-Vilaine	Ronfort	Céline	Syndicat mixte coesnon aval - Animatrice technicienne
Limnier	Bruno	CD 35	SAGE - Syndicat mixte Arguenon-Penthièvre		
Mahot	Salomé	SMEGA	SAGE Sud Cornouaille		
Mahot	Aude	Communauté de communes du Pays d'Iroise (Pays d'Iroise Communauté)	Seyrig	Yann	Adjoint au responsable du service environnement - Ploërmel Communauté
Mairie de Lannorgant			Sibiril	Valérie	SAGE Léon Trégor/ Syndicat Mixte du Haut Léon - Directrice
Martin	Aurélié	Lamballe Terre et Mer	Suaudeau	Romain	Animateur du SAGE Isole-Elle-Laïta
Martin	Bertrand	directeur du service espaces verts - responsable du site d'Apigné	Toussaint	Romuald	Lamballe Terre et Mer
Meillier	Pascale	Site Apigné	Trehoral-boulain	Isabelle	SM KU - Bv du Blavet
Monnier	Typhaine	SAGE Rance Frémur	Tymen	Ludovic	Mairie de Douarnenz - Responsable des espaces verts
Nivoy	Béatrice	SAGE Golfe du Morbihan (56)	Valette	Béatrice	Chargée du suivi des politiques territoriales de l'eau - Référente territoire Région
Nouchet	Nathalie	AQUASCOP	Vassal	Jérôme	Syndicat de BV de l'Elom
			Verron	Véronique	Région

## Annexe 6 – Plans d'eau identifiés comme ayant au moins un suivi cyanobactéries

Site d'étude Cyanos	Dép.	Commune	NOM du BV	Nom du SAGE
Etang du centre-ville	22	Chateaulaudren	Leff	SAGE Argoat-Tregor-Goëlo
Lac de Jugon	22	Jugon-les-Lacs	Arguenon	SAGE Arguenon - Baie de la Fresnaye
Retenue de l'Arguenon (Lorgeril)	22	Pleven	Arguenon	SAGE Arguenon - Baie de la Fresnaye
Etang de Beaulieu	22	Saint-Cast	Pont Quinteux	SAGE Arguenon - Baie de la Fresnaye
Etang de Kervougard (ou des Sources)	22	Maël-Carhaix	Hyères amont	SAGE Aulne
Etang de Dahouët	22	Pléneuf Val André	Flora	SAGE Baie de St Brieuc
Etang de la Ville Gaudu	22	Lamballe	Gouessant	SAGE Baie de St Brieuc
Etang des Ponts Neufs	22	Morieux	Gouessant	SAGE Baie de St Brieuc
Retenue de Pont Rolland	22	Morieux	Gouessant	SAGE Baie de St Brieuc
Retenue de La Méaugon (St Barthélémy)	22	Ploufragan	Gouet	SAGE Baie de St Brieuc
Etang de Quintin	22	Quintin	Gouët	SAGE Baie de St Brieuc
Lac de Guerlédan	22	Mur + Caurel + St Aignan	Blavet	SAGE Blavet
Canal Créharer	22	Glomel	Canal de Nantes à Brest	SAGE Blavet
Etang du Blavet	22	Mael-Pestivien	Haut Blavet	SAGE Blavet
Retenue de Kerné-Uhel	22	Lanrivain - Tremargat	Haut-Blavet	SAGE Blavet
Etang du Corong	22	Glomel	Ruiss. de Kerjean (canal Nantes à Brest)	SAGE Blavet
Retenue de Bois Joli	22	Ploubalay	Frémur 35	SAGE Rance Fremur Baie de Beaussais
Retenue du Val	22	Bobital - Trélivan	Guinefort	SAGE Rance Fremur Baie de Beaussais
Riv. du Guinefort	22		Guinefort	SAGE Rance Fremur Baie de Beaussais
Barrage du Pont Ruffier	22	Le Hinglé - Brusvily	Guinefort	SAGE Rance Fremur Baie de Beaussais
Riv. du Linon	22		Linon	SAGE Rance Fremur Baie de Beaussais
Etang de Bétineuc	22	Saint André des Eaux	Rance	SAGE Rance Fremur Baie de Beaussais
Retenue de Rophémel	22	Guenroc	Rance	SAGE Rance Fremur Baie de Beaussais
Plaine de Taden	22	Taden	Rance	SAGE Rance Fremur Baie de Beaussais
Bief du Mottay (22)	22	Evran	Rance	SAGE Rance Fremur Baie de Beaussais
Bief d'Evran (Canal)	22	Evran	Rance	SAGE Rance Fremur Baie de Beaussais
Rance amont	22		Rance	SAGE Rance Fremur Baie de Beaussais
Port de Dinan	22	Dinan	Rance	SAGE Rance Fremur Baie de Beaussais
Etang de Kerneuf	22	Yvignac La Tour	Ruiss. de Kerneuf	SAGE Rance Fremur Baie de Beaussais
Etang de la Hardouiniais	22	Saint Launeuc	Meu	SAGE Vilaine
Etang de Bosméléac	22	Allineuc	Oust (amont)	SAGE Vilaine
Etang du Val Landrouët	22	Merdrignac	Yvel-Hyvet (Oust)	SAGE Vilaine
Riv. Aulne (Bizernit)	29	Châteauneuf du Faou	Aulne	SAGE Aulne
Ecluse de Châteauneuf du Faou	29	Châteauneuf du Faou	Aulne	SAGE Aulne

## Annexe 6 (suite 1) – Plans d'eau identifiés comme ayant au moins un suivi cyanobactéries

Ecluse de Stéréon (Pont Coblant)	29	Pleyben	Aulne	SAGE Aulne
Ecluse de Châteaulin	29	Chateaulin	Aulne	SAGE Aulne
Retenue de St Michel	29	Brennilis	Ellez	SAGE Aulne
Etang de Keratry	29	Douarnenez	Nevet	SAGE Baie de Douarnenez
Etang du Guic	29	Guerlesquin	Guic	SAGE Baie de Lannion
Etang de Bourg Blanc	29	Bourg Blanc	Aber Benoit	SAGE Bas Leon
Lac de St Renan (Ty Colo)	29	St Renan	Aber Ildut	SAGE Bas Leon
Lac de Kerborzoc (Comiren)	29	St Renan	Aber Ildut	SAGE Bas Leon
Lac de Lanneon	29	St Renan	Aber Ildut	SAGE Bas Leon
Lac de Poulinoc	29	St Renan	Aber Ildut	SAGE Bas Leon
Lac de Pontavenec	29	St Renan	Aber Ildut	SAGE Bas Leon
Etang de Tourous vras	29	St Renan	Aber Ildut	SAGE Bas Leon
Plan d'eau de St Derrien	29	Saint Derrien	La Flèche	SAGE Bas Leon
Etang du Roual	29	Dirinon	Cotier Elorn	SAGE Elorn
Lac du Drennec Ouest	29	Sizun + Commana	Elorn	SAGE Elorn
Riv. Elorn (Goasmoal)	29	Locmélar	Elorn	SAGE Elorn
Riv. Elorn (Goasmoal)	29	Landivisiau	Elorn	SAGE Elorn
Etang de Lanorgant	29	Plouvorn	Horn	SAGE Leon-Tregor
Riv. Odet	29		Odet	SAGE Odet
Retenue du Moulin Neuf	29	Ploneour-Lanvern_Pont-Labbe	Riv. de Pont Labbe	SAGE Ouest Cornouaille
Riv. Moros (Brunec)	29	Concarneau	Moros	SAGE Sud Cornouaille
Riv. Pen a Len	29	Fouesnant	Pen a len	SAGE Sud Cornouaille
Retenue de Beaufort	35	Tronchet	Marais de Dol	SAGE BC Dol
Etang de Landal	35	Broualan - La Boussac - Epiniac	Marais de Dol	SAGE BC Dol
Riv. Moulin de la Roche	35	Mezières s/ Couesnon	Couesnon	SAGE Couesnon
Etang du Chenedet	35	Landean	Nançon	SAGE Couesnon
Etang de Ville-Cartier	35	Bazouges-la-Pérouse	Ruiss. du petit hermitage (Couesnon)	SAGE Couesnon
Saint Aubin du Cormier	35	Saint Aubin du Cormier	Ruiss. du Pissot -sources (Couesnon)	SAGE Couesnon
Etang de Combourg	35	Combourg	Linon	SAGE Rance Fremur Baie de Beaussais (RFBB)
Sainte Suzanne	35	Saint Coulomb	Ste Suzanne	SAGE Rance Fremur Baie de Beaussais (RFBB)
Etang de Châtillon	35	Chatillon en Vendelais	Cantache (Vilaine)	SAGE Vilaine
Retenue de Villaumur	35	Montreuil-sous-Perouse	Cantache (Vilaine)	SAGE Vilaine
Etang de La Musse (Grand)	35	Baulon	Canut (Meu)	SAGE Vilaine
Etang du Canut	35	Maxent	Canut (Meu)	SAGE Vilaine

## Annexe 6 (suite 2) – Plans d'eau identifiés comme ayant au moins un suivi cyanobactéries

Retenue de La Chèze	35	Saint Thurial	Chèze (Meu)	SAGE Vilaine
Gravières de la riv. Kersan	35	Goven	gravière Vilaine	SAGE Vilaine
Gravières de la Piblais	35	St Jacques de La Lande	gravière Vilaine	SAGE Vilaine
Gravières de l'Etang de la Chaise	35	Bruz	gravière Vilaine	SAGE Vilaine
Etang du Boulet	35	Feins	Ille	SAGE Vilaine
Etang d'Ouee	35	Gosne	Illet (Ille)	SAGE Vilaine
Etang de la Vallée de l'Ise	35	Brie	Ise (Seiche)	SAGE Vilaine
Etang de Trémelin	35	Iffendic	Meu	SAGE Vilaine
Riv. Meu (Base Natique)	35	Montfort sur Meu	Meu (Vilaine)	SAGE Vilaine
Etang de Paimpont	35	Paimpont	Ruiss. de la Moutte (Aff)	SAGE Vilaine
Etang de Bain-de-Bretagne	35	Bain-de-Bretagne	Ruiss. de l'étang (Semnon)	SAGE Vilaine
Etang du Pas du Houx	35	Paimpont	Ruiss. du Pas du Houx (Aff)	SAGE Vilaine
Etang du Perray	35	Plélan-le-Grand	Ruiss. du Pas du Houx (Aff)	SAGE Vilaine
Etang de Marcillé	35	Marcillé Robert	Seiche	SAGE Vilaine
Etang de Carcraon	35	Moutiers	Seiche	SAGE Vilaine
Etang des Paturiaux	35	Vern-sur-Seiche	Seiche (dérivation)	SAGE Vilaine
Plan d'eau communal	35	Le Pertre	Seiche (sources)	SAGE Vilaine
Etang de la Forge	35	Martigné Ferchaud	Semnon	SAGE Vilaine
Etang de Careil	35	Iffendic	Serein (Meu)	SAGE Vilaine
Etangs d'Apigné	35	St Jacques de La Lande - Rennes	Vilaine	SAGE Vilaine
Riv. Vilaine (Riv.sportive)	35	Cesson Sévigné	Vilaine	SAGE Vilaine
Riv. Vilaine	35	Guichen - Pont Réan	Vilaine	SAGE Vilaine
Riv. Vilaine (Base Nautique)	35	Chateaubourg	Vilaine	SAGE Vilaine
Riv. Vilaine (entre Guipry et Messac)	35	Guipry-Messac	Vilaine	SAGE Vilaine
Retenue de La Chapelle Erbrée	35	Chapelle Erbrée	Vilaine (Haute)	SAGE Vilaine
Retenue de La Valière	35	Erbrée	Vilaine (Haute)	SAGE Vilaine
Etang de Pain Tourteau	35	Erbrée	Vilaine (Haute)	SAGE Vilaine
Etang du Château	35	Chateaugiron	Yaigne (Seiche)	SAGE Vilaine
Riv. Blavet (Langroix)	56	Hennebont	Blavet	SAGE Blavet
Etang du Bolan	56	Réguiny	Evel (Blavet)	SAGE Blavet
Etang de Pont Samouel	56	Silfiac	La Sarre (Blavet)	SAGE Blavet
Etang de Guern	56	Guern	La Sarre (Blavet)	SAGE Blavet
Etang de Kerstraquel	56	Melrand	La Sarre sources (Blavet)	SAGE Blavet

### Annexe 6 (suite 3) – Plans d'eau identifiés comme ayant au moins un suivi cyanobactéries

Etang de Guervelin	56	Guénin	Ruiss. amont Evel	SAGE Blavet
Etang du Val Vert	56	Noyal-Pontivy	Ruiss. de St Niel (Blavet)	SAGE Blavet
Etang du Pontouar	56	Cléguérec	Ruiss. du Guernic	SAGE Blavet
Etang de Kergallic	56	St Barthélemy	Ruiss. du Moulin de Kerhuilc	SAGE Blavet
Etang du Petit bois	56	Camors	Ruiss. du Moulin de la Motte (Evel)	SAGE Blavet
Etang de la Forêt	56	Brandivy	Le Loch	SAGE du Golfe du Morbihan et de la Ria d'Etel
Retenue de Tréauray	56	Brech	Le Loch	SAGE du Golfe du Morbihan et de la Ria d'Etel
Retenue de Pont-Sal	56	Plougoumelen	Le Sal	SAGE du Golfe du Morbihan et de la Ria d'Etel
Etang de Noyal (et de Kernicole)	56	Noyal	Riv. de Noyal	SAGE du Golfe du Morbihan et de la Ria d'Etel
Etang de Trégat	56	Treffléan - Theix-Noyal	Ruiss. de Clerigo	SAGE du Golfe du Morbihan et de la Ria d'Etel
Etang de Pont Berthois	56	Locqueltas	Ruiss. du Moulin de Kerizac	SAGE du Golfe du Morbihan et de la Ria d'Etel
Coetrivas	56	Brandérion	Ruiss. du Moulin de St Georges (Ria Etel)	SAGE du Golfe du Morbihan et de la Ria d'Etel
Etang de Pontigou	56	Langonnet	Riv. de Langonnet sources (Ellé)	SAGE Elle-Isole-Laita
Etang d'Ar Lann Vras	56	Plouray	Ruisseau sources (Ellé)	SAGE Elle-Isole-Laita
Lac du Bel Air	56	Priziac	Ruis. de Kerguerizen (Aer - Ellé)	SAGE Elle-Isole-Laïta
Etang du Verger	56	Gestel	Le Scave	SAGE Scorff
Etang de Ter (St Mathurin)	56	Ploemeur	Le Ter	SAGE Scorff
Etang de Lannec	56	Guidel-Ploemeur	Marais (petits côtiers)	SAGE Scorff
Etang du Loc'h	56	Guidel	Riv. de la Saudraye (BV cotier)	SAGE Scorff
Etang du Dordu	56	Langoelan	Ruiss. de Kerlann (Scorff)	SAGE Scorff
Etang de Tronchateau	56	Cléguer	Ruiss. du Crano (Scorff)	SAGE Scorff
Etang de Pont Callec	56	Kernascléden - Berné	Scorff (affluents)	SAGE Scorff
Domaine de Kerguéhennec	56	Bignan	La Claie	SAGE Vilaine
Etang de Beauché	56	Carentoir	Le Caurel (Rahun - Aff)	SAGE Vilaine
Etang de Château-Trô	56	Guilliers	Le Léverin (Oust)	SAGE Vilaine
Etang de la Rosaie	56	Ménéac	Le Léverin amont (Oust)	SAGE Vilaine
Etang du Bois d'amour	56	Locminé	Le Tarun	SAGE Vilaine
Etang de Lanouée	56	Lanouée	Oust	SAGE Vilaine
Riv. Oust (Le Guélin)	56	Saint-Gravé	Oust	SAGE Vilaine
Etang de la Ville Moisan	56	Rohan	Oust (dérivation ou source)	SAGE Vilaine
Etang des Rosaies (ou de Lemo)	56	Augan	Oyon (Aff)	SAGE Vilaine

#### Annexe 6 (suite 4) – Plans d'eau identifiés comme ayant au moins un suivi cyanobactéries

Etang de Pen Mur	56	Muzillac	Riv. de St Eloi (BV côtier)	SAGE Vilaine
Etang de Kernevry	56	Saint-Dolay	Ruiss. de la Bretèche (Brière)	SAGE Vilaine
Etang de St Malo (ou d'Aleth)	56	St Malo de Beignon	Ruiss. de La Foy (Aff)	SAGE Vilaine
Etang du Moulin Neuf	56	Pluherlin	Ruiss. de St Gentien (Arz)	SAGE Vilaine
Etang du Rodoir	56	Nivillac	Ruiss. du Rodoir	SAGE Vilaine
Retenue d 'Arzal	56	Arzal	Vilaine	SAGE Vilaine
Riv. Vilaine	56	Rieux	Vilaine	SAGE Vilaine
Riv. Vilaine	56	La Roche-Bernard	Vilaine	SAGE Vilaine
Lac au Duc	56	Taupont	Yvel-Hyvet (Oust)	SAGE Vilaine
Barrage de Borfloc'h	56	Belle-Ile-en-Mer		
Retenue de Bordilla	56	Belle-Ile-en-Mer		
Retenue d'Antourneau	56	Belle-Ile-en-Mer		
Retenue de Port Melin	56	Groix		

# Annexe 7 – Plan d'eau baignade suivis par l'ARS – Source bilan annuel ARS (base Sise Baignade)

Dep	Source	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Dep 29	Plouvoirn - Lannorgant	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Sizun - Diennec Ouest	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Commarna - Diennec Est	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Bourg Blanc - Plan d'eau communal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Saint Derien - Plan d'eau du bourg	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Priziac - Etang du Bel-Air	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Languemut - Etang de Pontigou	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Plouray - Etang de Lann Vras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Noyal Pontivy - Etang du Val Vert	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Saint Aignan - Guerédan	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dep 22	Rohan - Etang de la Ville Moisan	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Taupont - Lac au Duc	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Carentoir - Etang du beauché	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Pluhélin - Etang du Moulin Neuf	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Saint Dolay - Etang de Kernevy	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Saint malo de Beignon - Lac de Saint Malo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Meleard - Etang de Kerstraquel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Mael Carnaix - Etang de Kervougard	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Glomel - Canal Créharet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Glomel - Lac le Corong	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dep 35	Caurel - Beaurivage	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Mur Guerédan 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Mur Guerédan 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Allineuc - Etang de Boméléac	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Saint Launeuc - Etang de la hardouina	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Saint André des eaux - Etang de Bétin	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Merdignac - Etang du Val Landrouët	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Quintin - Etang de Quintin	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Dinan - Le port	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Pleneuf - Etang de Dahouët	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dep 35	Chateaulaudren - Etang du centre ville	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Lamballe - Etang de la Ville Gaudu	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Guennoc - Retenu de Rophrénel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Feins - Etang du Boulet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Cesson Sevigné - Rivière sportive	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Montfort sur Meu - Base Nautique sur N	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Remmes - Etang d'Aligné	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Guichen - Pont Réan	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Vern - Etang des pâturaux	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Bre - Etang de la Vallée de l'Isse	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dep 35	Marigné Ferchaud - Etang de la Forge	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Marcellé Robert - Etang de Marcellé	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Chateaugiron - Etang du Château	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Le Pierre - Plan d'eau communal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Chateaubourg - Base Nautique	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	La Chapelle Etrée - Le barrage	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Charillon en Vendelais - Etang de Châ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Landeau - Etang du Chenedet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Ifrendic - Lac de Trémelin	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Domniain - Etang de la vallée de l'Isse	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mezères s/ Couesnon - Le Moulin de	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Dénombrement <100 000c/ml  
 Dénombrement >100 000c/ml durant moins de 3 semaines consécutives  
 Dénombrement >100 000c/ml durant plus de 3 semaines consécutives

## Annexe 8 – Actions mises en place sur les plans d'eau

0 = pas d'action ; 1 = action effectuée

Lieu d'étude	Rampe d'aération	Agitateur	Curage	Dragage	Vidange totale	Mise en assec (totale ou partielle)	Abaissement du niveau du plan d'eau	Augmenter ou baisser les débits	Hersage
Lac au Duc (56)	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Retenue de Tréauray (56)	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Retenue d'Antoureaux (Belle Ile en Mer) (56)	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Retenue de Bordilla (Belle Ile en Mer) (56)	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Etang du Moulin Neuf à Pluherlin (56)	0	0	1	0	0	1	1	0	0
Etang de Pont-Calleck (Berné Morbihan) (Kermasclédern) (56)	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Etang du Dordru (Langolédan Morbihan) (56)	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Noyalé (56)	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Etang de Marillé-Robert (35)- ENS	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Etang de Chatillon-en-Vendelais (35) - ENS	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Etang de Careil à Ifferdic (35)	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Etang des pâturiaux - Vern sur Seliche (35)	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Retenue de La Cantache (35)	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Etang d'Abigné (35)	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Retenue de Beaufort au Tronchet (35)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etang de Combourg (35)	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Plan d'eau de la Vallée d'ise à Brié (35)	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Plan d'eau de Chenedet à Landéan (35)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retenue de Bois Joli (22)	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Retenue du Gouët / Barthélémy/La Méaugon (22)	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Retenue de Kerné-Uhel (Le Blavet) (22)	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Retenue de l'Arguenon (Lorgeril et Tourremine) (22)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corong (Glomeil) (22)	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Etang de la Ville Gaudur- Lamballe (22)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lac de Jugon les Lacs (22)	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Douanenez - Etang de Keratry (29)	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Lac du Drennec (29)	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Lac de Bourg Blanc (29)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lannoargant/ Base nautique de Plouvorn (29)	0	0	1	0	1	1	1	0	0
Retenue de Moulin Neuf/ Pont-Labbé (29)	1	0	1	0	1	0	0	0	0
<b>Somme des plans d'eau concernés par chaque action</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

## Annexe 8 (suite 1) - Actions mises en place sur les plans d'eau

Lieu d'étude	Carbonate de calcium	Dépôt de maërl	Epannage de sulfate d'aluminium	Silice	Réduction du nombre de poissons benthivores et zooplanctivores	Procédé Bactierme	Epannage de sulfate de cuivre	Ultrasons	Paille d'orge	Peroxyde d'hydrogène
Lac au Duc (56)	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Retenue de Tréaruy (56)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Retenue d'Antoureau (Belle Ile en Mer) (56)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retenue de Bordilla (Belle Ile en Mer) (56)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etang du Moulin Neuf à Pluherlin (56)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etang de Pont-Calléck (Berné Morbihan) (Kernascédén) (56)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etang du Dordu (Langoslan Morbihan) (56)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Noyalé (56)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etang de Marcillé-Robert (35)- ENS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etang de Chatillon-en-Vendelais (35) - ENS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etang de Careil à Ifrendic (35)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etang des paturiaux - Vern sur Seiche (35)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retenue de La Cantache (35)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etang d'Apigné (35)	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0
Retenue de Beaufort au Tronchet (35)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Etang de Combourg (35)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plan d'eau de la Vallée d'ise à Brie (35)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plan d'eau de Chenedet à Landéan (35)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Retenue de Bois Joli (22)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Retenue du Gouët / Barthélémy/La Méaugon (22)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Retenue de Kerné-Uhel (Le Blavet) (22)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Retenue de l'Arguenon (Lorgeil et Touremine) (22)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Corong (Glomel) (22)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etang de la Ville Gaudu - Lamballe (22)	0	0	0	1	0	0	0	1 (?)	0	1
Lac de Jugon les Lacs (22)	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Douarnenez - Etang de Keraruy (29)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lac du Drenec (29)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lac de Bourg Blanc (29)	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Lannorgant/ Base nautique de Plouvorn (29)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Retenue de Moulin Neuf / Pont-Labbé (29)	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
<b>Somme des plans d'eau concernés par chaque action</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

## Annexe 9 – Procédé Cyanprotect

### Nouveaux procédés vendus comme outil de lutte contre les cyanobactéries

#### **CYANPROTEC, outil de lutte contre les cyanobactéries**

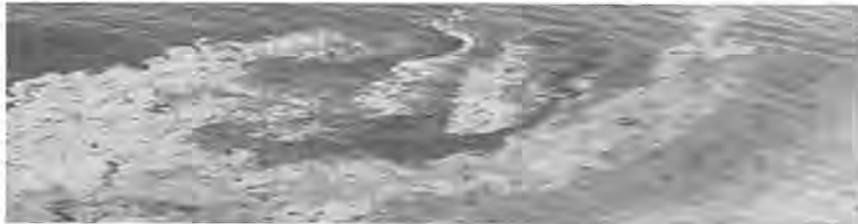
CYANPROTEC est un outil écologique de lutte contre les cyanobactéries, algues potentiellement toxiques qui envahissent de nombreux plans d'eau et interdisent la baignade et les loisirs nautiques.

L'outil CYANPROTEC a été labellisé par le pôle DREAM et est lauréat de l'appel à projets 2017 de l'ADEME « initiative PME Eau et Milieux Aquatiques ». La phase de développement est engagée, les tests structurels en plans d'eau auront lieu durant l'hiver 2017-2018. Puis les tests de performance seront programmés pendant les deux saisons estivales 2018 et 2019, sur des étangs et plans d'eau locaux. La mise sur le marché est prévue au début 2020 ou fin 2019

CYANPROTEC s'adresse aux gestionnaires de zones de baignade et/ou de centre de loisirs nautiques en plans d'eau. Mais aussi aux responsables de production d'eau potable également touchés par la problématique des cyanobactéries (collectivités ou gestionnaires privés). Soit plusieurs centaines de clients potentiels en France, dont plus d'une centaine dans l'Ouest.

CYANPROTEC permet donc une proposition de valeur aux clients collectivités et gestionnaires de plans d'eau autour des thèmes suivants :

- qualité des eaux de baignade et attractivité retrouvées voire amplifiées du site
- image positive du traitement par les plantes de lutte contre les cyanobactéries
- sérénité par rapport aux risques sanitaires engendrés par les toxines diffusées par certaines cyanobactéries
- ouverture vers de nouveaux aménagements ou usages du plan d'eau (base de loisirs, camping, restauration)



Source : <http://icema.fr/lutte-cyanobacteries-bretagne/>

# Ferma-Germe plan d'eau



L'activité du Ferma-Germe pour l'étang se traduit notamment par la production d'enzymes extracellulaires nécessaires à la dégradation des macros molécules.

Les éléments organiques dégradés et les minéraux intégrés à la biomasse ne peuvent plus intervenir dans les phénomènes de pollution et en particulier d'eutrophisation. La prolifération algale est ainsi limitée voir stoppée et les végétaux déjà présents meurent et deviennent à leur tour des déchets organiques qui seront également dégradés. Le complexe bactérien Ferma-Germe exerce une action de sélection par compétition vis-à-vis des souches bactériennes indésirables en particulier les flores d'altération.

**Ferma-Germe respecte l'environnement et ne présente aucun risque tant pour le règne animal que végétal.**

## Résultats du FERMA-GERME :

- ✓ Dégradation des vases d'origine organique.
- ✓ Réduction de la prolifération des algues filamenteuses, mousses vertes et jaunes, lentilles d'eau.
- ✓ Réduction des matières organiques en suspension, clarification de l'eau.
- ✓ Transformation métabolique des éléments azotés (azote ammoniacal, nitrites, nitrates) et phosphorés en éléments nutritifs.
- ✓ Maintien des équilibres au sein des écosystèmes bactériens des milieux traités.
- ✓ Élimination des odeurs nauséabondes par contrôle des flores d'altération.
- ✓ Rééquilibrage du pH et de l'oxygène, amélioration de la vie piscicole.

## Composition :

Les souches du Ferma-Germe sont isolées de milieux naturels et sélectionnées pour leurs activités métaboliques et leurs capacités à coloniser efficacement les milieux traités.

FERMA-GERME est un complexe bactérien pour application en technologie environnementale, sur support spécifique, utilisant des souches identifiées et enregistrées n'ayant fait l'objet d'aucune manipulation génétique, répondant ainsi à la classe 1 selon la directive 2000/54 de l'UE et la loi Canadienne L.C. 2009, ch.24. (ne présentent aucun risque pour la santé humaine ou animale)



BACTI FERME S.A.S 26 rue de St Sauveur 35133 ROMAGNE Tel : 02 99 17 38 05. Mail : commercial@bactiferme.com

# Ferma-Germe plan d'eau



## DOSE D'UTILISATION ET MODE D'EMPLOI :

Le dosage n'est donné qu'à titre indicatif, il dépend de la nature de la pollution, de son importance, des caractéristiques des effluents ou des sols pollués et du flux de pollution.

### Pour les étendues d'eau :

- Lors de l'ensemencement initial : 20 g à 80 g par m<sup>2</sup>.
- Entretien : 10 g à 20 g par m<sup>2</sup> mensuellement en dehors des mois froids.

Idéalement, l'épandage se fait par quadrillage de la surface à traiter. L'application peut se faire soit à sec par épandage manuel ou motorisé, soit par déversement le plus homogène possible d'une suspension du produit (pour réaliser la suspension : mélanger à raison de 100 g pour 2 litres d'eau tiède, homogénéiser, laisser une demi-heure à température ambiante (ou mieux à 30 / 35°C) en agitant et aérant si possible).

### Pour les effluents :

- Lors de l'ensemencement initial : 1 kg à 2 kg par m<sup>3</sup> de bassin à renouveler éventuellement durant quelques jours successifs jusqu'à ce que la flore microbienne spécifique s'installe.
- Entretien : 50 g à 100 g par m<sup>3</sup> de bassin toutes les 4 semaines, de préférence avant une période de repos. Introduire directement dans le bassin d'aération si possible.

**Il faut prendre soin de ne pas introduire de produits bactéricides du type eau de javel, autres composés chlorés, produits ammoniacés, désinfectants, avant ou après l'utilisation de Ferma-Germe.**

Conditionnement : 1 kg, 5 kg, 25 kg

Autres applications : Nous consulter.



**Bacti Ferme**  
Culture - Élevage & Environnement

Maj 26032018

BACTI FERME S.A.S 26 rue de St Sauveur 35133 ROMAGNE Tel : 02 99 17 38 05. Mail : commercial@bactiferme.com

**Annexe 11- Liste des plans d'eau concernés par les actions effectuées dans les plans d'eau, associée aux personnes contactées (possédant des informations sur les actions effectuées)**

Lieu d'étude	Personnes potentielles à contacter	Lieu d'étude	Personnes potentielles à contacter
Lac au Duc (BV Yvel-Hyvet)	Directeur du Syndicat Mixte du Grand Bassin de l'Oust- Patrick Latouche - (0297733649)	Etang des Landes d'Apigné (35)	Rennes métropole Service Santé Environnement- Pascale Meillier (0223622210)
Retenue de Tréaray (56)	Syndicat de l'Eau du Morbihan - Arnaud Le Gal - responsable de la ressource en eau (0297479139)	Retenue de Bois Joli (22)	Eau du pays de Saint Malo - Mr Henry ou Mme Bérengère Hennache (0299160711)
Retenue d'Antoureau (56) (Belle Ile en Mer)	Syndicat de l'Eau du Morbihan - Arnaud Le Gal - responsable de la ressource en eau (0297479139)	Retenue du Gouët / Barthélémy/La Méogon	Estelle Castel (0296622761) ou SDAEP (depuis 01/07/2018)
Retenue de Bordilla (56) (Belle Ile en Mer)	Syndicat de l'Eau du Morbihan - Arnaud Le Gal - responsable de la ressource en eau (0297479139)	Retenue de Kerné-Uhel (Le Blavet) (22)	Estelle Castel (0296622761) ou SDAEP (depuis 01/07/2018)
Etang du Moulin Neuf à Pluherlin (56)	Communauté de Commune du Pays de Questembert - Mr Bezeau (0297265951/ 0297261441)	Retenue de l'Arguenon (Lorgeril et Tournemine) (22)	Estelle Castel (0296622761) ou SDAEP (depuis 01/07/2018)
Etang de Pont-Calleck (Berné Morbihan) (Kernascléden)	Lorient Agglomération - Stéphanie HARRAULT - Responsable des Milieux Aquatiques (0290747277)	Corong (Glomel)	/
Etang du Dordu (56) (Langoëlan Morbihan)	Lorient Agglomération - Stéphanie HARRAULT - Responsable des Milieux Aquatiques (0290747277)	Etang de la Ville Gaudu- Lamballe	Communauté de Communes Lamballe Terre et Mer - Romuald TOUSSAINT - Directeur Environnement (0296505937)
Noyal	Usine de Noyal - Mr Lebreton - chargé usine production eau (ville de Vannes pour informations : 0297016000)	Lac de Jugon les Lacs (22)	Communauté de Communes Lamballe Terre et Mer - Romuald TOUSSAINT - Directeur Environnement (0296505937)
Etang de Marcillé-Robert (35): ENS	Département 35 - Service Patrimoine Naturel - Jean-François Lebas - Responsable de la Mission Espaces Naturels et Paysages (0299023457)	Retenue de Beaufort au Tronchet (35)	Eau du pays de Saint Malo - Mr Henry ou Bérengère Hennache (0299160711)
Etang de Chatillon-en-Vendelais (35): ENS	Département 35 - Service Patrimoine Naturel - Jean-François Lebas - Responsable de la Mission Espaces Naturels et Paysages (0299023457)	Etang de Combourg (35)	Mairie de Combourg (0299730018)
Etang de Careil à Iffendic	Département 35 - Service Patrimoine Naturel - Jean-François Lebas - Responsable de la Mission Espaces Naturels et Paysages (0299023457)	Douarnenez - Etang de Keratry	Usine d'eau de Kervignac - Yves Kerdravat, responsable de production (0298744645/0298744624)
Vern sur Seiche (35) - Etang des paturiaux	Université de Rennes 1 - Luc Brient - Chercheur (0223236143)	Lac du Drennec (29): Globalité	Elorn- Syndicat de bassin. Jérôme Vassal- Coordinateur bassin versant et responsable ingénierie environnementale (0298259351)
Retenue de La Cantache (35)	Département 35 -Service Agriculture, eau et transitions/ Direction Eco-développement - Pôle Dynamiques territoriales - Bruno Liminier- Chargé du suivi de la qualité de l'eau des rivières (0299023492) ou Jimmy Courtigné (02990236551)	Lac de Bourg Blanc	Mairie de Bourg Blanc - Demander Sébastien Cueff (0298845813)
		Lannorgant/ Base nautique de Plouvorn (29)	Mairie de Lannorgant (0298613240) , demander Luc Paugam, responsable de la base nautique de Plouvorn depuis 39 ans.
		Retenue de Moulin Neuf/ Pont-Labbé (29)	Communauté de commune du Pays Bigouden Sud- Karine Fauconier - Chargée de la ressource en eau (0298878058/0298788705)

## Annexe 12 – Ensemble des documents mutualisés durant le stage

Lieu	Titre	Auteur	Année
France	Limnologie appliquée au traitement des lacs et des plans d'eau	Etudes des Agences de l'eau N°62 - Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement	1999
France (ex n°7 Gouet)	Aide à la décision pour le traitement des plans d'eau	Etudes des Agences de l'eau N°83 - Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement	2001
France	Evaluation des risques liés à la présence de cyanobactéries et leurs toxines dans les eaux destinées à l'alimentation, à la baignade et autres activités récréatives	AFSSA (nouvellement ANSES)	2006
Bassin Loire-Bretagne	Notice technique et cahier des charges type : diagnostic du fonctionnement écologique d'une retenue en contexte élevage	Aquascop - Agence de l'eau Loire-Bretagne	2010
Bretagne	Evaluation des efflorescences à cyanobactéries dans des eaux de cours d'eau et plans d'eau bretons.	L. Brient, C. Vézie et G. Bertru (Université de Rennes 1)	2001
Bretagne	Etude interrégionale Grand Ouest sur les cyanobactéries en eau douce - Caractérisation de sites à usage d'eau potable et de loisirs vis-à-vis de la prolifération de cyanobactéries	Cette étude s'est déroulée dans le cadre d'un comité animé par Patrick PEIGNER (DDASS du Maine-et-Loire).	2004
Bretagne	Oracle- Objectiver le risque lié à l'apparition de cyanobactéries et toxines dans les ressources en eau	EHESP-LERES, Limnologie SARL et ANSES	2015
Morbihan	Est-il possible d'améliorer le processus d'anticipation des risques sanitaires potentiellement induits par les cyanobactéries pour des plans d'eau à usage récréatif ? Cas du Morbihan	Emilie Bertrand (mémoire)- ODEM, Université de Rennes 1 (sous la direction de L. Brient et F. Daniel)	2005
Morbihan	Etude de faisabilité de la mise en place d'un réseau de suivi environnemental des cyanobactéries dans le Morbihan	Céline Jarron - ODEM (Observatoire de l'Environnement du Morbihan)	2007
Morbihan	Etude des proliférations de cyanobactéries dans des petits étangs à usage pêche, sur le bassin versant du Blavet	Fédération 56 Pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique	2008
Douarnenez (29)	Diagnostic sédimentaire de l'étang de Keratry - Douarnenez	Antenne IDRA Ouest	2015
Drennec (29)	Etat des connaissances de l'eutrophisation du lac du Drennec (29) et perspectives face au développement de la cyanobactéries <i>Planktothrix isoethrix</i>	Hélène Thueret Benoist (mémoire) - Syndicat du bassin de l'Elorn	2015

Lieu	Titre	Auteur	Année
Drennec (29)	Etude hydraulique du plan d'eau du Drennec (29) et perspectives faces aux cyanobactéries	Anne Vary (mémoire) - Syndicat du bassin de l'Elorn	2016
Retenue du Moulin Neuf (29)	Retenue du Moulin Neuf: 20 ans d'actions et de suivis - Synthèse 1996-2016	Limnologie sarl	2017
Retenue du Moulin Neuf (29)	Etude de suivi des traitements de la retenue du Moulin Neuf et de la rivière de Pont l'Abbé	Saunier eau et environnement	1990
Retenue du Moulin Neuf (29)	Etude globale de la retenue du Moulin Neuf à Pont l'Abbé - Mesure des apports de nutriments- Impact sur le fonctionnement de la retenue	Interfaces et Gradients sarl	2011
Rivière de l'Odet (29)	Mieux connaître et faire connaître la qualité de l'eau, de la rivière à l'estuaire, à partir du suivi des sels nutritifs et du plancton, pour répondre aux enjeux de reconquête de qualité de l'eau et de protection d'espèces endogènes - Etude sur la rivière de l'Odet (Finistère)	Hélène Laguerre, Marie Czamanski et Florent Arnaud - rapport d'étude (UBO-IUEM, Agrocampus Ouest)	> 2011
Arguenon (22)	Bilan de la sédimentation dans la retenue de l'Arguenon	INSA Rennes, Comité départemental des Côtes-d'Armor	2016
Blavet (22)	Bilan de la sédimentation dans la retenue de Kerne Uhel sur le Blavet	INSA Rennes, Comité départemental des Côtes-d'Armor	2016
Gouet (22)	Bilan de la sédimentation dans la retenue du Gouet	INSA Rennes, Comité départemental des Côtes-d'Armor	2016
Arguenon, Blavet, Gouet (22)	Etude du zooplancton de trois retenues départementales - campagne 2002	J.P. Irlinger (Ingénieur Conseil en environnement)	2003
Arguenon, Blavet, Gouet (22)	Analyse rétrospective des teneurs en Phosphore total, Cuivre et Zinc des sédiments des retenues sur l'Arguenon, le Blavet et le Gouet (22)	INSA Rennes, Comité départemental des Côtes-d'Armor	2008
Arguenon, Blavet, Gouet (22)	Synthèse de 17 années de suivi bimestriel de la sédimentation dans les retenues sur l'Arguenon, le Blavet et le Gouet (1990-2006)	INSA Rennes, Comité départemental des Côtes-d'Armor	2008
Arguenon, Blavet, Gouet (22)	Analyse des teneurs en Phosphore total, Cuivre et Zinc des sédiments des retenues sur l'Arguenon, le Blavet et le Gouet (22)	INSA Rennes, Comité départemental des Côtes-d'Armor	2016
Arguenon, Blavet, Gouet (22)	Le suivi de l'eutrophisation des retenues départementales	Comité départemental des Côtes-d'Armor	2017

Lieu	Titre	Auteur	Année
Kerneuf (22)	Diagnostic et modalités de restauration du régime hydrologique du sous-bassin versant du Kerneuf	Angélique Aussourd (rapport de stage) - Communauté de Communes du Pays de Caulnes	2013
Rophémel (22)	Etude du fonctionnement de la retenue de Rophémel	Interfaces et Gradients sarl	2012
Bassin versant du Linon (35)	Etude des facteurs influençant les teneurs en matière organique dans les cours d'eau du bassin versant du Linon	Hélène Lamaison (stage fin d'étude) - Syndicat Mixte du BV du Linon	2017
SAGE Rance - Frémur - Baie de Beaussais (35)	Diagnostic sur le phénomène d'eutrophisation excessive des masses d'eaux artificielles	SAGE Rance - Frémur - Baie de Beaussais	2015
Rance Fluviale (35)	Développement phytoplanctonique en Rance fluviale	Limnologie sarl	2012
Apigné (35)	Approche pour caractériser l'exposition aux cyanobactéries sur des plans d'eau à usage récréatif	V. Vial (stage ENSP, Université de Rennes 1)	2004
Apigné (35)	Profil de baignade en eau douce du plan d'eau d'Apigné	Minyvel environnement	2014 et 2018
Apigné (35)	Mise en évidence de la répartition spatio-temporelle du phytoplancton de l'étang d'Apigné	Emilien Mineaud (stage Master1, sous la direction de Luc Brient, Université Rennes 1)	2016
Valière et Haute Vilaine (35)	Etude sur le fonctionnement des retenues de la Valière et de la Haute Vilaine et interactions avec le phosphore - Rapport de la phase 8 (tranche conditionnelle): bathymétries des retenues et des pré-retenues de la Valière et de la Haute-Vilaine	Setude- Ingénieur conseil	2016
Haute Vilaine (35)	Etude sur le fonctionnement des retenues de la Valière et de la Haute Vilaine et interactions avec le phosphore - Rapport final pour la Haute-Vilaine	Eaux & Milieux Aquatiques	2016
Valière (35)	Etude sur le fonctionnement des retenues de la Valière et de la Haute Vilaine et interactions avec le phosphore - Rapport final pour la Valière	Eaux & Milieux Aquatiques	2016
Etang de Châtillon-en-Vendelais + Etang de Careil (35)	Le département d'Ille-et-Vilaine réhabilite la qualité écologique de ses étangs	Conseil Départemental d'Ille-et-Vilaine	2016
Etang de Châtillon-en-Vendelais (35)	Inventaire de l'avifaune nicheuse	Régis Morel	2009
Etang de Châtillon-en-Vendelais (35)	Inventaire de l'avifaune nicheuse et hivernante	Régis Morel	2010

Lieu	Titre	Auteur	Année
Saint-Aubin -Du-Cormier (35)	Programme de mise en valeur touristique	CERESA	2017
Saint-Aubin -Du-Cormier (35)	Comment limiter le développement de cyanobactéries sur un plan d'eau et comment concilier ses différents usages ? Bilan de fonctionnement du plan d'eau de Saint Aubin du Cormier et propositions d'actions	Aurélié Fuchez (mémoire) - Bassin Versant de l'Ile et de l'Ilet	2017
Etang de Careil (35)	Etude de la faune des invertébrés benthiques de l'Espace Naturel Sensible du Domaine de Careil (35). Phase 3 : Inventaire et suivi des communautés deux ans après vidange	Pierre Devogel, Jean-Paul Lechapt, Frédéric Ysnel	
Etang de Careil (35)	Avifaune de l'étang de Careil - Bilan des observations réalisées entre juillet 2003 et juillet 2010	R. Morel, J. Garin, L. Gohier et B. Iliou	2011
Etang de Careil (35)	Suivi annuel de l'avifaune dans le cadre de la vidange de l'étang - année 2 (décembre 2012-novembre 2013)	Régis Moreil	2017
Vern-sur-Seiche (35)	Restauration d'un plan d'eau : étude sur l'efficacité d'un système de circulation artificielle, le Sungo	Zélie TREYTURE (mémoire) - sous la direction de Luc Brient	2010
Etang de Marcillé-Robert (35)	Impact de l'assec et de la remise en eau sur les compartiments biologiques (végétaux et cyanobactéries)	G. Thiébaud, L. Brient et collab.	2012
Etang de Chatillon en Vendelais (35)	Impact de l'assec et de la remise en eau sur les compartiments biologiques (végétaux et cyanobactéries) et sur la biodisponibilité du phosphore.	G. Thiébaud, L. Brient et A. Bonis (Université de Rennes 1)	2011
Tréauray (56)	Barrage de Tréauray et Cyanobactéries	Limnologie SARL	2014 à 2017
Tréauray/ Pont Sal à Plougoumelen/ Trégat à Theix - Pen Mur à Muzillac (56)	Etude de l'eutrophisation dans quatre retenues AEP du Morbihan	Limnologie sarl	2001
Belle-Ile-en-Mer (56)	Qualité des eaux brutes des retenues AEP de Belle-Ile-en-Mer	Limnologie sarl	2004
Etang de la Forêt (56)	Etude du fonctionnement de l'Etang de la Forêt à Brandivy	Interfaces et Gradients sarl	2008
Etang de la Forêt (56)	Bilan phytoplanctonique 2008 de l'Etang de la Forêt à Brandivy	Luc Brient - Marion Lengronne	2008
Lac au Duc (56)	Apports de phosphore et proliférations de cyanobactéries dans le Lac au Duc (Morbihan) : Diagnostic et propositions d'actions préventives et curatives potentielles	Austruy Elodie (mémoire) Observatoire Départemental de l'Environnement du Morbihan (ODEM)	2012

Lieu	Titre	Auteur	Année
Lac au Duc (56) / Morbihan	Gestion des risques sanitaires liés aux cyanobactéries dans les plans d'eau morbihannais : modalités, acteurs, enjeux et perspectives	Audrey JAOUEN (mémoire) - Conseil départemental du Morbihan	2015
Dordu (56)	Diagnostic fonctionnel de l'Etang du Dordu	Pitois F. et Moreau S. (Interfaces et Gradients)	2006
Dordu (56)	Diagnostic et évaluation de la Réhabilitation et de la Valorisation de l'Etang du Dordu	Picard Marine (rapport de stage) - Syndicat Mixte du Bassin du Scorff	2014
	Utilisation du carbonate de calcium pour le contrôle des cyanobactéries : expériences en laboratoire	Elodie Solon (stage M1) - Université Rennes 1 (avec L. Brient et M. Lengronne)	2013

## Résumé

En Bretagne, les écosystèmes aquatiques sont affectés par des problèmes d'eutrophisation. Une des conséquences est l'apparition de cyanobactéries, encore appelées « algues bleues ». Elles sont présentes dans les eaux douces et peuvent constituer un danger pour la santé humaine, lié à la production potentielle de cyanotoxines. En effet, leur présence constitue une gêne ou un risque dans les plans d'eau à usages anthropiques (production d'eau potable, baignade, activités nautiques, pêche). Le Creseb a identifié auprès des acteurs concernés, un besoin de mutualisation et de mise en commun des données existantes et des résultats d'actions menées localement.

Ce mémoire permet tout d'abord d'avoir un aperçu des suivis de cyanobactéries effectués et des acteurs présents autour de cette problématique. Un focus est ensuite réalisé sur les actions conduites dans les plans d'eau en Bretagne ayant pour visée de remédier aux proliférations de cyanobactéries. Il ressort de cette étude que les données de suivis sont dispersées entre les acteurs et que très peu de documents recensent et décrivent les actions réalisées. Les suivis-évaluations permettant d'évaluer leur efficacité et d'identifier les impacts potentiels sur l'environnement sont encore moins présents. Suite à cette constatation, des propositions sont faites pour une meilleure capitalisation des suivis cyanobactéries et des actions mises en place. Des propositions sont aussi faites pour une meilleure évaluation des actions conduites dans les plans d'eau et permettre ainsi des retours d'expérience.

## Summary

In Brittany, aquatic ecosystems are affected by eutrophication problems. One of the consequences are cyanobacteria, also called "blue algae". They are present in fresh waters and may constitute a danger to human health, linked to the potential production of cyanotoxins. Indeed, their presence constitutes an inconvenience or a risk in water bodies for human use (production of drinking water, swimming, nautical activities, fishing). Creseb has identified with stakeholders the need for pooling and sharing existing data and the results of actions carried out locally.

This report allows first of all to have an overview of the cyanobacterial follow-ups carried out and the actors present around this problematic. A focus is then made on the actions carried out in the water bodies in Brittany with the aim of remedying the proliferation of cyanobacteria. This study shows that monitoring data are dispersed among the actors and that very few documents identify and describe the actions carried out. Monitoring and evaluation to evaluate their effectiveness and identify potential impacts on the environment are even less present. Following this observation, proposals are made for a better capitalization of cyanobacterial monitoring and implemented actions. Proposals are also made for a better evaluation of the actions carried out in the water bodies and thus allow feedback from experience.