

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

Note de synthèse issue du stage de D. Olivier (M2 GHBV, Univ.Rennes1) avec le Creseb et discutée au sein d'un groupe de travail mis en place dans ce cadre.

Publiée en avril 2019

Sur le bassin Loire Bretagne, seuls 18% des plans d'eau sont en bon ou très bon état écologique, 66% sont en état écologique moyen et 16% en état médiocre ou mauvais (Situation 2017, Etat des lieux des masses d'eau du bassin Loire Bretagne, 2019). Le principal facteur déclassant est l'excès de nutriments, en particulier de phosphore, qu'ils soient apportés par les affluents ou déjà stockés dans les sédiments. La problématique des blooms à cyanobactéries est prégnante dans bon nombre d'entre eux et conduit à des interdictions d'usages plus ou moins régulières.

La restauration du bon état écologique des plans d'eau apparaît comme particulièrement complexe, mêlant des aspects biophysiques et socio-économiques. L'action de restauration se joue à la fois au niveau du bassin versant, dans une optique préventive, mais aussi au niveau des plans d'eau dans une optique curative. Dans le cadre de SAGE ou de contrats territoriaux en Bretagne, des diagnostics sur les bassins versants sont souvent menés afin de déterminer les causes de l'eutrophisation à l'origine des proliférations de cyanobactéries. Les actions préventives pour réduire les excès et les transferts de nutriments vers les cours d'eau et plans d'eau sont assez bien connues et mises en œuvre dans les programmes de reconquête de la qualité de l'eau. En parallèle, il existe des cas où les usages associés aux plans d'eau (alimentation en eau potable, activités de loisirs) amènent les gestionnaires à prendre des mesures supplémentaires au sein du plan d'eau pour le contrôle ou l'atténuation des efflorescences afin de répondre aux exigences de la réglementation sanitaire en vigueur. Pour répondre à cette problématique, les gestionnaires de bassins versants font état de besoins de connaissance scientifique, et au travers du bureau du Creseb, ont sollicité la mise en place d'un appui scientifique.

En juin 2017, le Creseb a donc organisé une journée spécifique d'échange entre scientifiques et acteurs des territoires sur le thème des proliférations de cyanobactéries dans les eaux douces superficielles en Bretagne. Trois axes de travail potentiels entre scientifiques et gestionnaires de bassins versants s'en étaient dégagés :

- Axe 1 : Mieux comprendre les phénomènes biophysiques : la notion de temps de restauration des écosystèmes d'eau douce touchés par l'eutrophisation
- Axe 2 : Créer des espaces de dialogue commun entre gestionnaires, entre chercheurs et gestionnaires-chercheurs
- Axe 3 : Mieux comprendre la relation plan d'eau-société : la gestion territorialisée des usages : intérêt, applicabilité et limites

Dans le cadre de l'axe 2, le besoin de créer des espaces de dialogue entre gestionnaires et chercheurs pour mieux partager les informations et expériences (résultats et expertises) relatives aux actions menées localement contre les proliférations de cyanobactéries dans les plans d'eau en Bretagne était mis en avant. Cette piste de travail entre aussi en cohérence avec les résultats de l'expertise collective nationale ESCo Eutrophisation¹ qui souligne l'absence de bilan sur l'eutrophisation ainsi que la perte de mémoire des actions conduites.

Un stage, réalisé par Diane Olivier au sein du Creseb, a permis de réaliser un travail d'enquête à l'échelle de la Bretagne pour :

- 1) Recenser **a)** les informations disponibles dans le cadre de la surveillance des cyanobactéries et **b)** les études locales et/ou actions expérimentales de gestion et de remédiation au sein des plans d'eau pour maîtriser/contrôler la prolifération des cyanobactéries
- 2) Dégager des propositions d'actions régionales pour mieux mutualiser les données et les retours d'expériences, développer des échanges entre les différents acteurs concernés pouvant apporter leurs connaissances et expertises (gestionnaires, responsables administratifs, experts scientifiques, ...) afin de guider les actions locales.

SOMMAIRE

1 - PRINCIPALES INFORMATIONS RECUEILLIES	3
1.1 Concernant les sites surveillés et/ou impactés	3
1.2. Concernant les actions de remédiation mises en place dans les plans d'eau et leur évaluation.....	6
2. REFLEXIONS - PROPOSITIONS	11
2.1. Un guide opératoire pour le choix et l'encadrement des actions de remédiation	11
2.2. Un groupe d'expertise pour accompagner les gestionnaires de plans d'eau, en associant les acteurs en charge des actions sur l'ensemble du bassin versant (SAGE et BV).....	14
2.3. Une meilleure valorisation des données et une capitalisation des informations sur les proliférations de cyanobactéries (surveillance, diagnostic, impact, gestion)	15
ANNEXES	17

¹ G. Pinay, C. Gascuel, A. Ménesguen, Y. Souchon, M. Le Moal (coord), A. Levain, F. Moatar, A. Pannard, P. Souchu, 2017. L'eutrophisation : manifestations, causes, conséquences et prédictibilité. Synthèse de l'expertise scientifique collective CNRS - Ifremer - Inrae (France), 148 pages. <https://www.creseb.fr/eutrophisation-manifestations-causes-consequences-predictibilite/>

1 - PRINCIPALES INFORMATIONS RECUEILLIES

1.1 Concernant les sites surveillés et/ou impactés

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 ont été recueillies par enquête auprès des différents acteurs locaux et régionaux. Ainsi, une centaine d'acteurs potentiellement concernés par cette problématique a pu être contactée (structures en charge de SAGE ou de contrats de BV, collectivités locales, services de l'Etat, de la Région et des Départements, experts et scientifiques (cf. annexe 1).

Cette enquête a permis d'inventorier les sites surveillés ou impactés par les cyanobactéries en Bretagne. Ainsi, 118 plans d'eau et ponctuellement des zones de rivières ou canaux (27 points) ont fait l'objet historiquement d'au moins un suivi lié aux cyanobactéries dans le cadre d'une surveillance régulière ou suite à un signalement (observation) de blooms de cyanobactéries (cf. annexe 2).

Presque la moitié d'entre eux sont inférieurs à 10 ha, les trois quarts font moins de 50 ha. Ils sont situés autant en tête qu'en aval de bassin versant. Plus de la moitié (56%) des aires d'alimentation de ces plans d'eau correspond à des bassins versants de petites tailles (<30 km²) et 30% à des bassins versants de taille moyennes (30 à 100 km²)².

Les sites recensés font l'objet de divers usages qui sont principalement l'alimentation en eau potable (AEP), la baignade, les activités nautiques et la pêche. Quelques plans d'eau regroupent les quatre types d'usages mais la plupart ont un usage prioritaire qui est soit l'AEP, soit la baignade avec ou sans activités nautiques. Une partie non négligeable ne sont que des plans d'eau d'agrément ou des espaces naturels classés. La pêche est une activité de loisirs autorisée dans bon nombre de cas.

Les seuils de concentration en cyanobactéries et/ou cyanotoxines acceptables sont fixés par des recommandations ou réglementations différentes selon les usages (cf. annexe 3).

Les suivis pour chaque plan d'eau sont effectués soit ponctuellement par des gestionnaires ou chercheurs, soit régulièrement de mai à octobre par différentes structures ou organismes en fonction des exigences de santé publique (exigences sanitaires eau potable et baignade-activités nautiques) ou de surveillance pour l'atteinte d'objectifs de bon état écologique (DCE).

² Cette classification a été choisie d'après celle des aires d'alimentation de captages (AAC) dits « Grenelle » (Le Henaff et Gauroy, 2011)

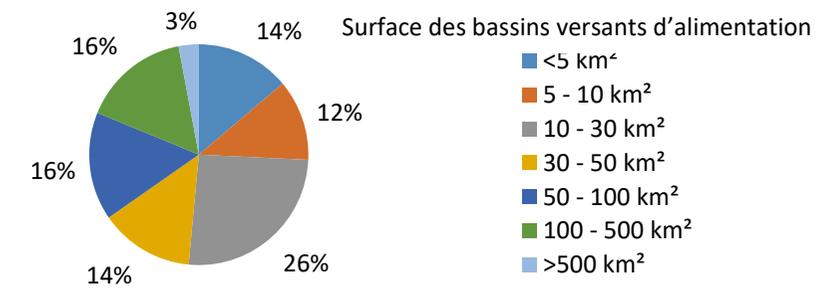
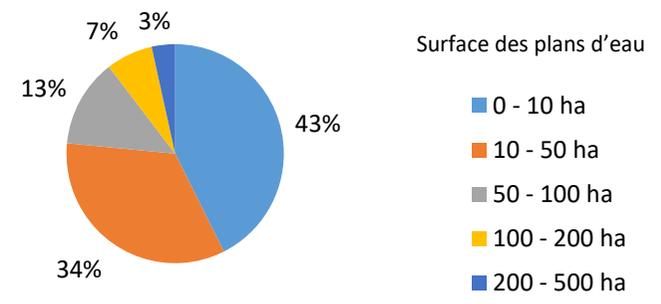
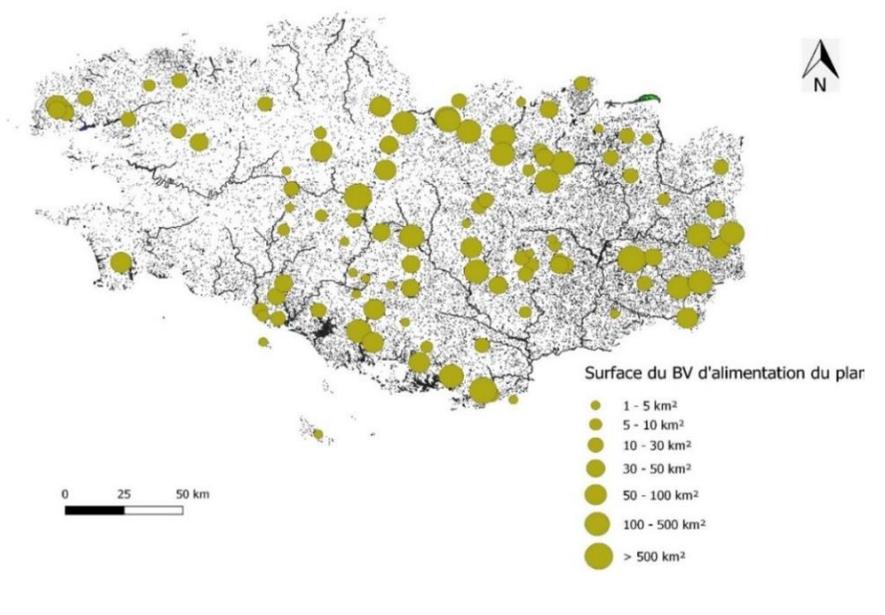
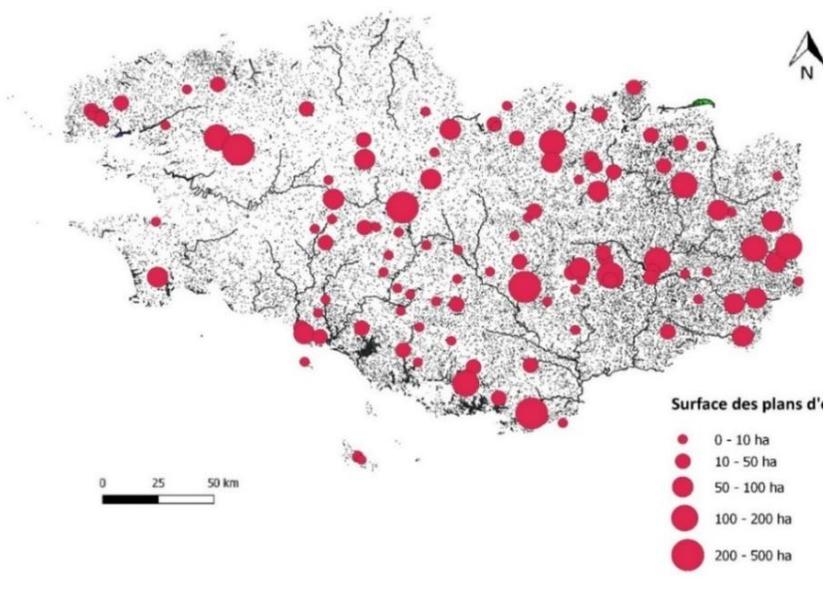


Figure 1 – Cartographie des plans d'eau recensés lors de l'enquête concernant les cyanobactéries

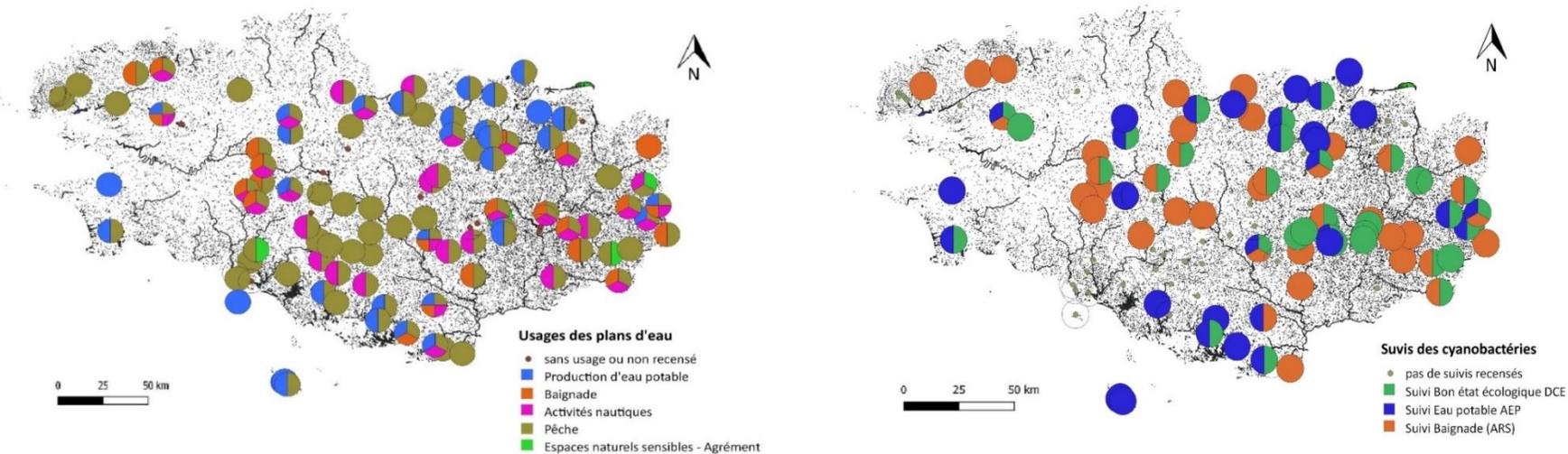


Figure 2 – Usages et Surveillance « cyanobactérie » des plans d'eau recensés

Concernant le suivi du bon état écologique des plans d'eau (DCE), des suivis sont effectués tous les 3 ans (RCO) ou tous les 6 ans (RCS) sur un échantillon de 141 plans d'eau du bassin Loire Bretagne dont 34 en Bretagne (en vert sur carte de droite fig.2). Pour le phytoplancton, les paramètres mesurés sont la biomasse estimée par le dosage de la chlorophylle a, l'abondance et la composition spécifique par un dénombrement des espèces dont les cyanobactéries. Seules les mesures de chlorophylle a sont reportées dans la base de données OSUR, les dénombrements par espèce sont disponibles sur demande auprès de l'AELB. La valorisation de ces données de surveillance reste limitée car les protocoles et les fréquences de ces suivis sont adaptés pour un objectif de reporting national dans le cadre de la DCE et non pour évaluer le phénomène de développement de cyanobactéries au niveau de chaque plan d'eau.

Concernant les eaux avec activités de baignade, la réglementation impose un suivi du paramètre cyanobactéries par l'ARS. Certaines collectivités font également un suivi en parallèle. Depuis 2005, 36 sites étaient surveillés par l'ARS (cf. annexe 4). Celle-ci surveillait aussi les sites avec seulement des activités nautiques (voile, canoé, ... soit une dizaine de sites) mais depuis 2015, ce suivi est laissé à la charge des structures responsables de l'activité lorsqu'il n'y a pas d'autorisation de baignade associée. Seules les données de l'ARS sont capitalisées dans la banque de données nationale SISE Eaux Baignade ([lien](#)). Un bulletin comportant les données brutes complètes (numération de cyanobactéries, composition spécifique (espèces, taxons) et analyse de toxines) est envoyé aux communes pour affichage en mairie et sur les sites. 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, ce qui ne semble pas être le cas pour tous les départements. Les données de ces suivis annuels de mai à octobre sont toutefois peu valorisées.

Concernant les eaux destinées à la consommation humaine, sur les 32 retenues concernées en Bretagne, la surveillance est assurée majoritairement par les responsables de la production et de la distribution de l'eau potable (AEP) et est complétée par des contrôles de l'ARS Bretagne. Des analyses sont faites sur l'eau brute (populations algales dont cyanobactéries et toxines) et l'eau traitée (cyanotoxines). Les informations concernant les suivis « eutrophisation » et "cyanobactéries" sont souvent dispersées entre le propriétaire ou le gestionnaire de la retenue, le producteur d'eau, les laboratoires d'analyses, ... et ne sont pas bancarisées de façon organisée. Les données de surveillance de l'ARS sont bancarisées dans la base SISE Eaux mais seules les informations concernant le taux de microcystine dans l'eau traitée (seuil < 1µg/l) sont disponibles sur internet.

1.2. Concernant les actions de remédiation mises en place dans les plans d'eau et leur évaluation

Tel que le schématise Ibelings et al (2016)³, les actions effectuées contre les causes et les manifestations de l'eutrophisation peuvent être classées en 4 niveaux d'intervention (figure ci-dessous). Les deux premiers sont des actions préventives pour limiter les transferts de nutriments vers les milieux aquatiques ou leur entrée dans les plans d'eau (= limitation de l'eutrophisation). Les deux autres concernent les actions au sein du plan d'eau pour contrôler le phosphore dans la colonne d'eau et/ou dans le sédiment ou pour agir directement sur le développement des cyanobactéries.

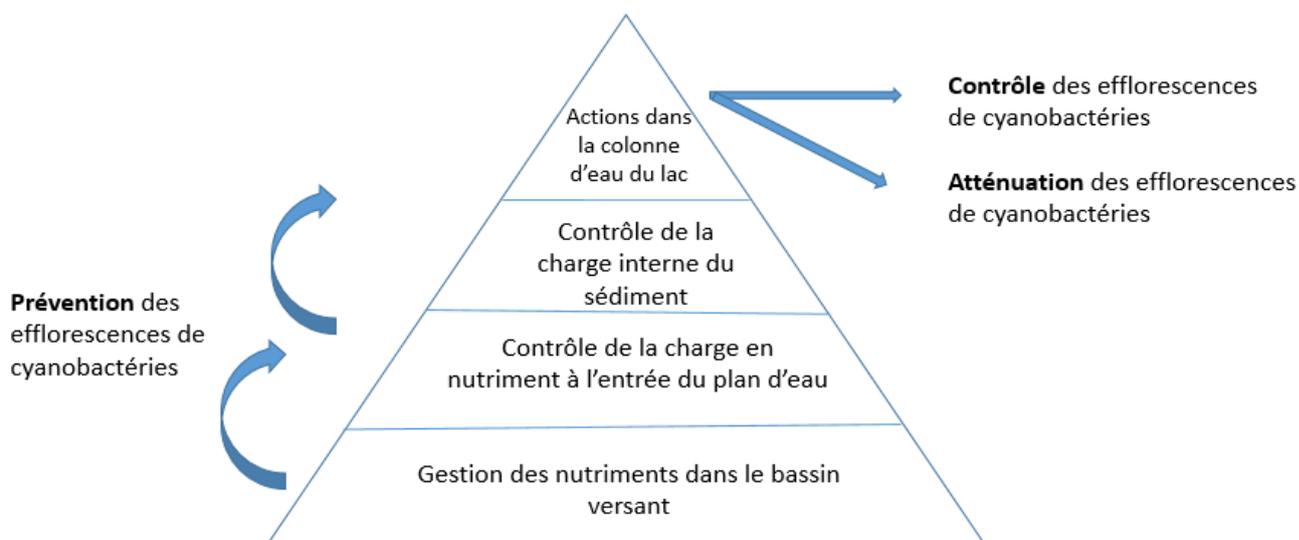


Figure 3 - Mesures de prévention, de contrôle et d'atténuation des proliférations de cyanobactéries: cela comprend la gestion des nutriments dans le bassin versant, le contrôle de la charge en nutriment à l'entrée du plan d'eau et de la charge interne du plan d'eau en nutriment (dont les relargages de 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)

Il est important de rappeler que la réduction des apports excessifs en nutriments du bassin versant au plan d'eau est le moyen le plus durable (moyen et long terme) pour préserver les systèmes lacustres et la santé publique contre les effets néfastes des proliférations de cyanobactéries. Toutefois, les circonstances font que des actions dites palliatives ou curatives (court terme) sont parfois mises en œuvre pour maintenir des usages/activités respectant les recommandations ou obligations sanitaires (seuil de cyanobactéries ou de cyanotoxines).

Un des objectifs de ce travail était de mieux connaître les situations en Bretagne où ces actions palliatives sont mises en œuvre ou expérimentées et de voir quels enseignements /expériences peuvent en être retirés par d'autres acteurs.

Ainsi, ont été recensés une trentaine de plans d'eau ayant fait l'objet d'actions pour 1) contrôler les nutriments présents dans la colonne d'eau ou dans les sédiments, et/ou 2) empêcher directement les pics d'efflorescences de cyanobactéries.

³ B.W. Ibelings, M. Bormans, J. Fastner & P.M. Visser, 2016 - CYANOCOST special issue on cyanobacterial blooms : synopsis—a critical review of the management options for their prevention, control and mitigation. *Aquat Ecol* (2016) 50 : 595–605. DOI 10.1007/s10452-016-9596-x - <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10452-016-9596-x.pdf>

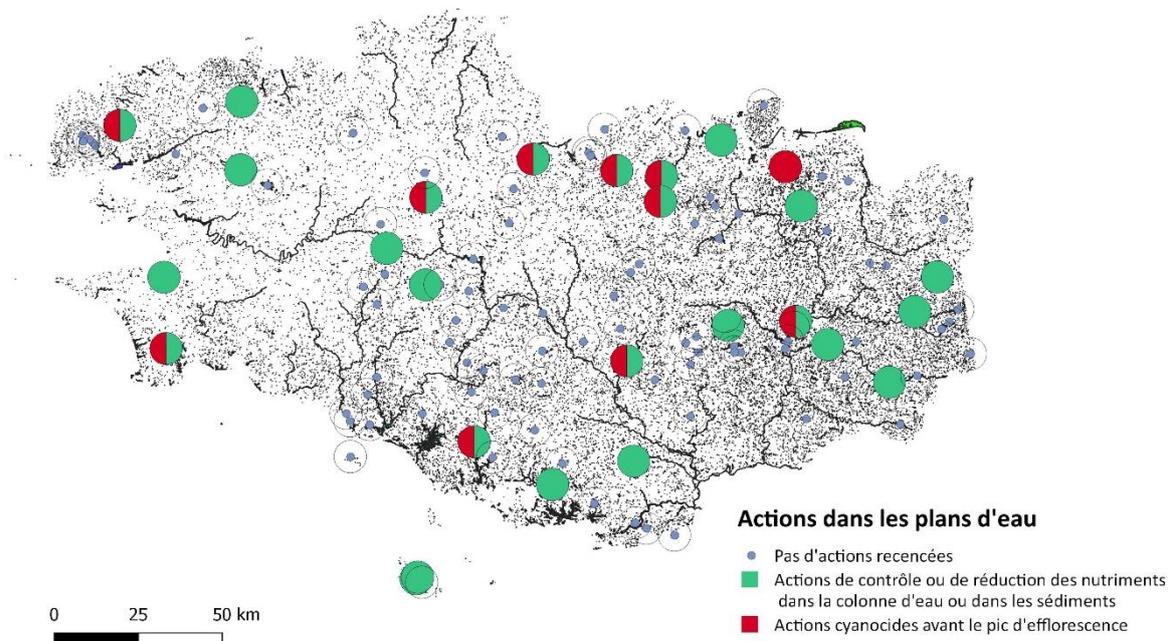


Figure 4 - Actions réalisées dans les plans d'eau, avant et pendant le bloom (stade précoce) en Bretagne

Les actions effectuées sur ces plans d'eau sont récapitulées dans le tableau ci-dessous. Les chiffres entre parenthèse correspondent au nombre de sites où l'action a été effectuée ; plusieurs actions pouvant être mises en œuvre historiquement sur un même site.

Nous pouvons récapituler ces actions selon leurs modalités d'action (principes d'action) :

- Evacuer les particules les plus fines (vidange totale ou partielle) et favoriser la minéralisation de la matière organique des sédiments (mise en assec totale ou partielle)
- Diminuer la concentration du P dans la colonne d'eau (action sur les débits)
- Lutter contre la désoxygénation du plan d'eau en perturbant la stratification thermique, c'est-à-dire en créant une circulation d'eau pour homogénéiser et oxygéner l'ensemble de la colonne d'eau (jets d'eau, mélangeurs de surface, pompages, systèmes d'aération). Ainsi, la déstratification entraîne le phytoplancton vers le fond et réduit ainsi son développement (accès réduit à la lumière) et l'oxygénation des eaux profondes permet de piéger le P dans le sédiment et de limiter ainsi les phénomènes de relargage
- Réoxygéner les couches profondes d'un plan d'eau tout en préservant la stratification thermique des eaux, pour limiter le relargage de nutriments et aussi la libération de Fer ou Manganèse indésirables pour la production d'eau potable (double action intéressant les gestionnaires de retenues AEP).
- Faire précipiter le phosphore et les matières en suspension de l'eau, favoriser son adsorption et son piégeage dans le sédiment (apports de sels d'aluminium, de calcium, de silice)
- Epancher un produit enrichi en bactéries (bioadditifs) pour dégrader la matière organique du plan d'eau et diminuer ainsi la demande en oxygène des sédiments (ex : procédé Ferma-Germe)
- Aérer le sédiment dans la zone peu profonde du plan d'eau (zone de baignade) pour limiter le relargage du phosphore (hersage)
- Extraire les sédiments et ainsi exporter le phosphore qui y est stocké (curage, dragage)
- Modifier la composition du peuplement de poissons soit pour diminuer la bioturbation des sédiments et la turbidité de l'eau (réduction des poissons benthivores se

nourrissant dans et sur la vase), soit pour favoriser le zooplancton brouteur de phytoplancton (réduction des poissons zooplanctivores)

- Détruire les cyanobactéries ou bloquer leur croissance au niveau cellulaire et leur développement (inhibition de la photosynthèse, de leur assimilation des nutriments, ...)

Il faut noter que plusieurs opérations de vidange avec curage n'ont pas été mises en œuvre avec pour objectif spécifique de lutter contre les cyanobactéries : dans le cas des retenues destinées à l'eau potable, l'objectif premier du curage est de retrouver une plus grande capacité de volume d'eau stockée.

Actions contre la charge interne de phosphore, au niveau de la colonne d'eau ou du sédiment	Vidange totale sans minéralisation (= sans mise en assec) (7)
	Vidange totale avec minéralisation (= mise en assec pendant plusieurs mois) (7)
	Abaissement du niveau du plan d'eau entraînant une mise en assec partiel (4)
	Brasseurs, agitateurs ou aérateurs-brasseurs dans la colonne d'eau (4)
	Rampe d'aération : aération hypolimnique (couche profonde) (5)
	Augmentation ou diminution des débits pour agir sur la concentration du P dans la colonne d'eau (1)
	Epandage de carbonate de calcium (5) ou de maërl (1), de silice (1) ou de sulfate d'aluminium (2)
	Procédé « Ferma-Germe Plan d'eau » (bioadditifs) (2)
	Hersage (1)
	Dragage (2) ou Curage (9)
	Réduction du nombre de poissons benthivores et zooplanctivores (1)
Actions pour atténuer le pic d'efflorescence de cyanobactéries (actions cyanocides)	Epandage de sulfate de cuivre (9)
	Ultrasons (2)
	Paille d'orge (3)
	Peroxyde d'hydrogène (2)

NB : Le chiffre entre parenthèse correspond au nombre de plans d'eau où l'action a été mise en œuvre.

PLANS d'EAU	USAGES			ACTIONS																					
	AEP	Baignade	Activités nautiques	Pêche	Vidange totale	Mise en assec totale ou partielle	Abaissement du niveau d'eau	Augmenter ou baisser les débits	Dragage	Curage total ou partiel	Hersage	Rampe d'aération (aération hypolimnique)	Brasseurs, agitateurs ou aéro-brasseurs	Carbonate de calcium	Dépôt de maërl	Sulfate d'aluminium	Silice	Procédé Bactiferm	Réduction du nombre de poissons benthivores et zooplanctivores	Epandage de sulfate de cuivre	Ultrasons	Peroxyde d'hydrogène	Paille d'orge		
Lac au Duc à Taupont-Ploermeil (56)	x	x	x	x								1				1					1			1	
Retenue de Tréaruy (56)	x			x	1					1											1				
Retenue d'Antoureau à Belle Ile en Mer (56)	x				1					1															
Retenue de Bordilla à Belle Ile en Mer (56)	x				1					1															
Étang du Moulin Neuf à Pluherlin (56)		x	x	x		1	1			1				1											
Étang de Pont-Calleck à Berné (Kernadédén) (56)			x	x	1	1																			
Étang du Dordu à Langoëlan (56)	a		x			1	1																		
Étang de Noyalo (56)	x			x	1					1															
Étang de Marcillé-Robert (35) - ENS				x	1	1																			
Étang de Chatillon-en-Vendelais (35) - ENS			x	x	1	1																			
Étang de Careil à Iffendic (35)					1	1																			
Étang des Paturiaux à Vern sur Seiche (35)			x	x									1												
Retenue de La Cantache à (35)	a			x						1															
Étang d'Apigné à Rennes (35)		x	x	x								1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	
Retenue de Beaufort au Tronchet (35)	x																				1				
Étang de Combouurg (35)					1	1																			
Plan d'eau de la Vallée d'Isse à Brie (35)		x			1																				
Plan d'eau de Chenedet à Landéan (35)		x																							
Retenue de Bois Joli (22)	x			x	1					1				1	1										
Retenue du Gouët (= St Barthélémy ou La Méaugon) (22)	x			x							1										1				
Retenue de Kermé-Uhel (= du Blavet) (22)	x			x							1										1				
Retenue de l'Aguenon (Lorgeril et Tournemine) (22)	x			x							1										1				
Plan d'eau de Corong (Glomel) (22)		x	x	x	1	1																			
Étang de la Ville Gaudu-Lamballe (22)				x																					
Lac de Jugon les Lacs (22)				x																					
Étang de Keratry - Douarnenez (29)	x								1												1				
Lac du Drennec (29)	a	x	x	x					1																
Lac de Bourg Blanc (29)				x																					
Lannorgan/ Base nautique de Plouvoorn (29)		x	x	x	1	1	1			1															
Retenue de Moulin Neuf/ Pont-Labbé (29)	x			x	1					1															
Somme des plans d'eau concernés par chaque action					14	9	4	1	2	9	1	5	4	5	1	2	1	2	1	1	9	1	1	2	3

a = prise d'eau AEP sur la rivière à qq kms en aval

Un récapitulatif plus détaillé des informations recueillies par plan d'eau figure dans le mémoire de stage de Diane Olivier. Les personnes ressources concernant ces actions de remédiation sont listées en annexe 5 ainsi que les études ou rapports qui ont pu être identifiés et collectés durant cette phase d'enquête (annexe 6).

Le contexte de mise en œuvre des actions et le degré d'accompagnement technique ou scientifique (ou d'expertise) sont très variables :

- des expérimentations avec un protocole scientifique dans le cadre d'un projet de recherche (projet interreg CPES⁴ sur le Lac au Duc, vidange et mise en assec à Marcillé-Robert)
- une même action répétée annuellement par le gestionnaire du plan d'eau en partenariat avec le producteur d'eau potable et avec un protocole de suivi en collaboration avec des scientifiques (ex : épandage de sulfate de cuivre dans les retenues des Côtes d'Armor avec suivi des cyanobactéries, analyses physico-chimiques de la colonne d'eau et des sédiments)
- une succession, sur plusieurs années, de différentes actions testées sur un même plan d'eau avec un accompagnement et un suivi annuel (étang d'Apigné à Rennes) ou sur le long terme (retenue de Moulin Neuf à Pont l'Abbé) en collaboration avec des experts
- une action ponctuelle avec un accompagnement restreint pour leur mise en œuvre (conseils techniques, démarchage commercial) mais très souvent sans suivi-évaluation de son efficacité et ses impacts.

Il ressort globalement, (1) que **peu d'études-diagnostic pour comprendre le fonctionnement du plan d'eau sont menées en amont des actions** et (2) que leur mise en place est pas ou **peu suivie par une véritable évaluation de leur efficacité sur les cyanobactéries et de leurs impacts environnementaux**. Souvent les collectivités se basent sur les suivis habituels de l'ARS pour évaluer la concentration en cyanobactéries suite à la mise en œuvre d'une action. Il est donc difficile de confirmer qu'une action a été favorable à la réduction du bloom et de rendre compte de façon objective des conditions nécessaires à leur réussite.

Dans les rares cas où un suivi est mis en place, les résultats des analyses sont disponibles mais **les gestionnaires auraient besoin d'être accompagnés pour mieux exploiter et valoriser les données accumulées** (ex retenues des Côtes d'Armor).

Très peu de documents ou rapports écrits accompagnent la mise en place des actions. Par conséquent, l'historique n'est pas conservé et les informations sont plus ou moins perdues dès que les personnes en charge de la gestion des plans d'eau changent.

⁴ <https://www.creseb.fr/projet-cpes/>

2. REFLEXIONS - PROPOSITIONS

2.1. Un guide opératoire pour le choix et l'encadrement des actions de remédiation

- **Mettre à disposition un "catalogue argumenté" (référentiel) des différentes actions**

Il existe plusieurs synthèses décrivant les différentes actions curatives avec leurs conditions d'application, leur efficacité potentielle, leurs avantages et inconvénients, leurs coûts. Elles s'appuient sur la bibliographie scientifique et des retours d'expériences dans des plans d'eau en France ou au niveau international. Nous renvoyons particulièrement à :

- la synthèse assez exhaustive et détaillée rédigée en 2012 par E. Astruy (Observatoire de l'environnement du Morbihan) ⁵, à partir notamment de deux études inter-agences de l'eau ⁶ et d'une synthèse de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne confiée au bureau d'études Aquascop en 2010 ⁷.
- le recueil de fiches et la synthèse des retours d'expériences des projets de restauration, mis en œuvre sur les plans d'eau des bassins rhône-méditerranée et corse ⁸.
- un rapport scientifique (en anglais) publié en 2016, "Blooms de cyanobactéries : écologie, prévention, atténuation et contrôle" ⁹ et issu des travaux de chercheurs regroupés au sein d'un programme européen Cyanocost.

Il faudrait rassembler ces informations et connaissances scientifiques sous forme de fiches synthétiques, plus accessibles et identifiables par les collectivités gestionnaires de plans d'eau, avec éventuellement un niveau de lecture « simplifié » et un niveau plus expert.

De nouveaux procédés à base de produits « bio-additifs » (actions microbiologiques ou chimiques) sont souvent proposés aux collectivités. Une fiche globale sur ce type d'actions curatives serait nécessaire pour décrire leurs modes d'action et alerter sur leurs intérêts/limites/impacts environnementaux ou sanitaires.

La question des cyanobactéries est aujourd'hui aussi évoquée en lien avec des enjeux de continuité écologique, en particulier pour les plans d'eau positionnés sur les cours d'eau. L'effacement de plans d'eau fait ainsi partie des actions parfois soumises aux gestionnaires et qui pourrait faire l'objet d'une fiche (ex. barrage du Sal).

⁵ Chapitre 4 - Actions de lutte curatives contre les cyanobactéries réalisées sur des plans d'eau eutrophisés : analyse de retours d'expérience" p.71 à 105 in "Apports de phosphore et proliférations de cyanobactéries dans le Lac au Duc (Morbihan) : Diagnostic et propositions d'actions préventives et curatives potentielles" <https://www.creseb.fr/apports-de-phosphore-et-proliférations-de-cyanobacteries-dans-le-lac-au-duc-morbihan/>

⁶ Barroin G., 1999. Limnologie appliqué au traitement des lacs et des plans d'eau. Etudes agences de l'eau n°62. *INRA Thonon-les-Bains*. 215 p. <https://www.creseb.fr/limnologie-appliquee-au-traitement-des-lacs-et-des-plans-deau/>

IRPA, 2002. Aide à la décision pour le traitement des plans d'eau. Manuel technique. Etudes agences de l'eau n°83. *Agences de l'eau, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement*. 39 p et 41 fiches. <https://www.creseb.fr/aide-a-la-decision-pour-le-traitement-des-plans-deau-manuel-technique/>

⁷ Aquascop, 2010. Notice technique et cahier des charges type : diagnostic du fonctionnement écologique d'une retenue en contexte élevage n°6916. *Agence de l'Eau Loire-Bretagne*. 80 p. <https://www.creseb.fr/diagnostic-du-fonctionnement-ecologique-d-une-retenu-e-en-contexte-elevage/>

⁸ STE, sciences et technique de l'environnement, 2012. Synthèse des retours d'expériences des projets de restauration, mis en œuvre sur les plans d'eau des bassins rhône-méditerranée et corse. Recueil de fiches. Agence de l'Eau RM&C, D.P.P. / Unité Méthodes Études et Prospectives. STE, rapport 11-423/03 – octobre 2012. 316 p. <https://www.creseb.fr/retours-d-experiences-des-projets-de-restauration-bassins-rhone-mediterranee-et-corse/>

⁹ Special Issue: Cyanobacterial blooms. Ecology, prevention, mitigation and control. Issue Editors : Petra Visser, Bastiaan Willem Ibelings, Jutta Fastner, Myriam Bormans. *Aquatic Ecology - Volume 50, Issue 3, September 2016 - ISSN: 1386-2588 (Print) 1573-5125 (Online)*. <https://link.springer.com/journal/10452/50/3/page/1>

- **Acquérir des connaissances précises sur les caractéristiques et le fonctionnement du plan d'eau pour choisir une action appropriée et bien dimensionnée**

L'applicabilité des actions et leur efficacité sont dépendantes :

- des **caractéristiques morphologiques et hydrologiques** des plans d'eau (profondeur, surface, turbidité, stratification, temps de renouvellement de l'eau, ...)
- de la **charge interne en nutriments et de sa dynamique** dans la colonne d'eau et les sédiments
- de la part de la **charge interne par rapport à la charge externe** en provenance du bassin versant
- **des taxons dominants de cyanobactéries** qui se développent dans la colonne d'eau : importance de leurs caractéristiques et traits écologiques (taille, flottabilité, ...) et de leur succession dans le temps.

Par exemple, seulement sur la base de la profondeur ou du mélange des eaux, une première sélection d'actions appropriées peut être faite : le contrôle de la charge en P des sédiments par le dragage est plus utile dans les systèmes peu profonds que dans les lacs profonds, alors que l'aération hypolimnique est réservée aux systèmes profonds et stratifiés (même si elle n'est pas toujours efficace). De même, le contrôle chimique des nutriments par floculation et leur piégeage dans les sédiments ne seront pas très efficaces dans les systèmes peu profonds et bien mélangés (Bormans et al, 2016). Ainsi, avant de recourir à des solutions physiques tels que les systèmes d'aération-oxygénation, le curage ou dragage, etc., ces auteurs recommandent l'analyse des critères suivants :

- Définir le niveau critique de phosphore nécessaire pour atteindre le résultat prévu
- Évaluer les dynamiques et le rôle relatif de la charge interne comparée à la charge externe
- Évaluer les caractéristiques des sédiments pour déterminer si le chargement interne peut être contrôlé
- Quantifier le lien entre la charge interne et la biomasse de cyanobactéries
- Adapter la méthode de restauration en fonction de la charge interne et la taille du plan d'eau
- Évaluer le potentiel d'effets néfastes sur la vie aquatique
- Établir un programme de surveillance à long terme avant, pendant et après la restauration

Il existe ainsi des arbres de décision avec un ensemble de critères pour choisir l'action de remédiation la plus adaptée à appliquer. Par exemple pour réduire la charge interne en P, Schauser et al (2003) ont défini que les critères de sélection devraient inclure l'évaluation de l'ampleur des effets externes par rapport à la charge interne, la dynamique de la charge interne et la morphologie du plan d'eau. Hickey et Gibbs (2009) en Nouvelle-Zélande proposent des critères pour des plans d'eau exposés aux vents et dont les eaux se mélangent profondément. En Bretagne, E. Astruy (2012) a proposé un arbre de décision pour le choix d'une méthode curative adaptée aux spécificités du Lac au Duc à Ploermel (56), à partir des travaux de G. Barroin (1999).¹⁰

¹⁰ Barroin G., 1999. Limnologie appliqué au traitement des lacs et des plans d'eau. Etude inter-agences de l'eau n°62. INRA Thonon-les-Bains. 215 p. <https://www.creseb.fr/limnologie-appliquee-au-traitement-des-lacs-et-des-plans-deau/>

Il est difficile d'envisager un arbre de décision unique pouvant s'appliquer à toutes les situations bretonnes d'autant qu'il doit aussi tenir compte des usages existants que les gestionnaires souhaitent maintenir ou privilégier.

Le guide opératoire pourrait insister en premier lieu sur une démarche méthodologique globale de gestion concertée avec les différents acteurs et intégrée à la gestion du bassin versant. Elle pourrait s'appuyer sur des exemples tels que celui de l'étang du Dordu (56) en plusieurs étapes :

- Réunir les acteurs concernés dans un comité de pilotage représentant notamment les différents usages
- Etablir un diagnostic du fonctionnement du plan d'eau¹¹
- Sélectionner l'(les) action(s) la (les) plus à même de fonctionner dans ce contexte
- Mettre en place l'action sélectionnée et un suivi-évaluation adapté

Cette démarche peut s'inspirer aussi de celle des "profils de baignade" exigée pour les plans d'eau à usage baignade (diagnostic du fonctionnement du plan d'eau, actions préconisées, ...).

D'autre part, dans le cadre d'une étude réalisée sur une trentaine de plans d'eau bretons 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 ou limiter les épisodes de prolifération ou de production de toxines. Une typologie des plans d'eau a été dressée sur la base de ces critères et peut être utile aux études de diagnostic.

- **Définir un cahier des charges minimal pour les protocoles d'action et leur suivi-évaluation environnemental.**

Il comprendrait les protocoles, les conditions de mise en œuvre à respecter, les contraintes réglementaires, les obligations de suivis des impacts directs et indirects, etc. Il serait préconisé lors de la mise en œuvre d'expérimentations et/ou d'actions de remédiation. Le suivi après la mise en place d'actions est autant pour évaluer les résultats que pour analyser les raisons des succès ou des échecs et pouvoir partager les retours d'expériences.

Un tel cahier des charges serait à co-construire avec les gestionnaires, pour garantir la prise en compte de leurs contraintes opérationnelles et l'appropriation de cet outil. Dans l'hypothèse d'une normalisation des protocoles d'actions et de suivi-évaluation, il semble indispensable de travailler en parallèle à un outil de collecte / bancarisation des données qui en découleront.

- **Apporter un éclairage sur le cadre réglementaire relatif aux différentes méthodes et à leurs impacts sanitaires et environnementaux**

Le cadre réglementaire entourant ces actions est mal connu. Un état de l'art sur le sujet serait nécessaire :

- Quelles sont les autorisations légales nécessaires dans le cadre de mise en œuvre « ordinaire » ou « d'expérimentation scientifique » ? Quelles sont les conditions de régime dérogatoire ? Qui est responsable de quoi (niveau de responsabilité du maître

¹¹ Le cahier des charges sur le suivi trophique proposé dans le rapport de l'AELB (Aquascop, 2010) est peu utilisé car cette partie du diagnostic est souvent perçue comme assez lourde et trop « en amont » de l'action.

d'ouvrage de l'action mise en œuvre) ? Quelles sont les obligations ou recommandations d'information du public ?

Il serait important de recommander que la mise en œuvre de ces actions soient conditionnées à la réalisation d'une étude des effets/impacts sanitaires mais aussi environnementaux (ex : effets sur les autres espèces, sur la biodiversité, impacts à moyen et long terme, ...) notamment pour les actions algicides.

Une comparaison peut être faite avec les programmes de démoustication (Golfe du Morbihan) qui ont fait l'objet de suivis (4 ans) montrant les effets non intentionnels et leur acceptabilité.

- Il semble nécessaire de mieux encadrer l'usage de produits chimiques : les molécules chimiques autorisées (biocides, pesticides) font l'objet d'une AMM (autorisation de mise sur le marché) pour un usage à des dosages spécifiques. Dans le cadre de leur utilisation en plans d'eau contre les cyanobactéries, y-a-t-il obligation de demander une autorisation à l'ANSES ? Lorsqu'elle se prononce, cela porte essentiellement sur l'aspect sanitaire (ex. accord tacite pour l'expérimentation du peroxyde d'hydrogène en cours sur le Lac au Duc, avec mise en place d'une évaluation des effets). Quid de l'aspect environnemental ?

Les autorités sanitaires et environnementales sont sollicitées pour faire un point sur le cadrage réglementaire existant sur le sujet.

2.2. Un groupe d'expertise pour accompagner les gestionnaires de plans d'eau, en associant les acteurs en charge des actions sur l'ensemble du bassin versant (SAGE et BV)

Il existe quelques cas de plans d'eau bien documentés en Bretagne avec un accompagnement des gestionnaires par des experts (exemple du cas du Moulin Neuf (29), du Lac au Duc (56), du Gouët (22), etc.). Cependant, il ressort de cette étude qu'une majorité de gestionnaires de plans d'eau se retrouvent souvent isolés et démunis, confrontés aux phénomènes d'eutrophisation et de proliférations de cyanobactéries et aux possibles « démarchages » offrant des solutions « miracles ». Ainsi, la prise de décision est parfois insuffisamment éclairée et est précipitée notamment dans le souci de maintenir les activités récréatives estivales associées au plan d'eau (baignade, canoë, voile, pêche, ...).

La mise en place d'une instance régionale d'expertise associant des scientifiques, des représentants des collectivités territoriales ou locales, des services de l'Etat au travers de l'ARS, des MISEN (Missions interservices de l'eau et de la nature) et de ses Agences (AELB, AFB) pourrait permettre de :

- travailler sur les propositions précédentes (guide opératoire pour le choix et l'encadrement des actions de remédiations)
- instaurer un échange et des retours d'expériences avec les gestionnaires de plans d'eau
- apporter des avis et des recommandations voire même effectuer des contre-expertises dans des cas de controverse sur les actions préconisées ou à proscrire.

L'objectif serait notamment d'aider les gestionnaires à 1) mieux prendre en compte la compatibilité de l'action mise en œuvre avec l'ensemble des usages du plan d'eau et 2) intégrer

la gestion du plan d'eau dans un cadre plus global de fonctionnement du bassin versant en amont (apports de nutriments) et en aval (impact potentiel d'ensemencement en cyanobactéries du cours d'eau, transferts de toxines sur des anguilles et des mollusques¹² et dans la chaîne alimentaire, ...). Cela nécessite donc d'associer aussi à ces échanges, les acteurs travaillant à l'échelle des SAGE et BV.

Cette démarche pourrait s'appuyer aussi sur l'instruction récente (août 21018) de la Direction générale de l'alimentation (MAA)¹³ qui vise à faire le point sur les connaissances actuelles utiles en cas d'alerte, et à proposer des lignes directrices **pour la gestion de crise en cas d'épisode de développement massif**. A cet effet, il est suggéré de « *créer une instance locale de coordination, notamment dans les départements régulièrement touchés par ces phénomènes, avec pour objectifs de recueillir et de faire circuler l'information, de décider de mesures complémentaires propres à l'évaluation de la situation (prélèvements, analyses ...) et de proposer des décisions de gestion aux préfets départementaux. Le cas échéant, elle pourrait être interdépartementale, voire régionale. Son pilotage par les différentes administrations sera fonction des activités effectivement présentes sur les cours d'eau concernés par les épisodes d'efflorescences et de toxicité* ».

2.3. Une meilleure valorisation des données et une capitalisation des informations sur les proliférations de cyanobactéries (surveillance, diagnostic, impact, gestion)

Se pose la question de la bancarisation et de l'accessibilité des différentes **données de surveillance** au niveau régional et leur valorisation, au-delà de leur premier objectif qui est d'alerter pour un risque sanitaire ou de mesurer l'état de qualité des eaux. La difficulté est liée à leur dispersion auprès des différents acteurs (propriétaires, gestionnaires, responsables des activités et usages, ...) l'hétérogénéité des protocoles de prélèvements et d'analyses et la non continuité dans le temps de certains suivis.

Actuellement, l'AELB bancarise les dénombrements phytoplanctoniques des plans d'eau référents pour la DCE dans la base OSUR. L'ARS bancarise les données liées à la surveillance des sites de baignade dans SISE Baignade (suivi des cyanobactéries, dénombrements,.. et aussi les profils de baignade). En s'appuyant sur ces bases de données existantes, serait-il possible et réaliste de créer une plateforme régionale permettant de rassembler l'ensemble des données produites par les différents acteurs, à l'image de celle mise en place par la DREAL pour toutes les données sur la qualité des eaux (physico-chimiques et biologiques) produites par les différents opérateurs ?

Il faudrait aussi y associer **les informations sur les actions de remédiation mises en œuvre** en continuant à les rassembler et compléter (lieux et dates d'interventions, techniques utilisées, suivis des effets et impacts, etc...).

Il a été évoqué également que soient recueillies les **données épidémiologiques** (problème de santé humaine) ainsi que celles sur **les mortalités animales**, liées aux cyanobactéries.

¹² 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* 157 (2009) 609-617

¹³ Instruction technique DGAL/SDSSA/2018-624 du 21/08/2018 : <https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/instruction-2018-624>

Le besoin de bancarisation fait partie des propositions qui sont régulièrement évoquées. L'ODEM avait mené une réflexion sur ce point en 2007¹⁴ pour mettre en œuvre un réseau de suivi environnemental des cyanobactéries à l'échelle du département morbihannais, qui n'avait pas pu voir le jour, notamment pour des raisons de maîtrise d'ouvrage et de financements.

Ceci a un intérêt si les données ainsi bancarisées peuvent **être valorisées et interprétées pour une meilleure compréhension du phénomène, une potentielle prévision pour mieux gérer les usages et les actions à mettre en œuvre, et une information du public.**

Parmi les plans d'eau recensés, il faudrait affiner en ciblant les plans d'eau où la problématique des cyanobactéries est prégnante et nécessite une vigilance sur l'évolution du phénomène dans un objectif soit de santé publique (surveillance sanitaire), soit de restauration pour un bon état écologique du milieu.

Ce sujet pourrait être travaillé en lien avec le Plan Régional Santé-Environnement (PRSE) 2017-2021 dont l'objectif N°6 est « agir pour une meilleure qualité de l'eau ». Il fait l'objet annuellement d'un appel à projets : en 2019, celui-ci affiche un axe sur l'amélioration des connaissances et un axe sur l'information et la sensibilisation des populations, vis-à-vis des eaux destinées à la consommation humaine et les eaux récréatives.

La valorisation des données et informations peut s'appuyer aussi sur l'Observatoire de l'environnement de Bretagne (OEB).

Concernant les protocoles de fréquence, de méthode de prélèvement, d'analyses et la définition de nouveaux indicateurs, des réponses devraient être apportées par les résultats des travaux du **groupe de travail (GT) « cyanobactérie et cyanotoxines » de l'ANSES**, d'ici fin 2019. 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. Le premier objectif 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.

¹⁴ C. Jarron, 2007 - Etude de faisabilité de la mise en place d'un réseau de suivi environnemental des cyanobactéries dans le Morbihan- ODEM Observatoire de l'Environnement du Morbihan.

ANNEXES

Annexe 1 - Liste des personnes contactées

Annexe 2 – Liste des sites recensés en lien avec la problématique cyanobactérie

Annexe 3 - Réglementation et modalités de gestion d'un point de vue sanitaire

Annexe 4 – Plans d'eau « baignade » suivis par l'ARS

Annexe 5 – Liste des plans d'eau et des personnes ressources concernant les actions curatives

Annexe 6 – Documents collectés (études, rapports, ...)

Annexe 1 - Liste des personnes contactées

Nom	Prénom	Structure/Organisme
Baboulène	Elise	Conseil régional de Bretagne (réfèrent territorial)
Bade	Xavier	SAGE Aulne - EPAGA
Barrais	Nathalie	CD 29 Service eau assainissement
Baudelot	Claire	CD35
Baurès	Estelle	EHESP - École des hautes études en santé publique - LERES
Beduneau	Gabriel	EPTB Vilaine
Bezeau (Mr)		CC du Pays de Questembert - Service technique
Blanchard	Anne-Sophie	SAGE ODET (29)
Boccarossa	Alexandra	Université Rennes 2 - UMR ESO
Bormans	Myriam	CNRS - Université de Rennes 1
Boucher	Elodie	SAGE Dol-de-Bretagne
Bouvier	Régis	CD35
Brient	Luc	Université de Rennes 1
Caignec	Ronan	SAGE Blavet
Carduner	Solène	Lamballe Terre et Mer
Castel	Estelle	CD 22 / SDAEP 22
Chauvin	Lucie	SAGE Baie de Lannion
Cheveau	Johan	SAGE Léon Trégor/ Syndicat Mixte du Haut Léon
Coulon	Olivier	Agence de l'Eau Loire Bretagne (Orléans)
Cour	Laetitia	Commune de St Aubin du Cormier
Courtigné	Jimmy	Technicien barrage (Valière/Cantache)
Cueff	Sébastien	Mairie de Bourg Blanc – Service technique
Dacquay	Laetitia	Conseil régional de Bretagne (réfèrent territorial)
Daniel	Franck	CD 56
De Conchy	Antoine	SMG 35
Deray	Guillaume	SI BV Seiche (Marcillé Robert)
Duponcheel	François-Xavier	SAGE Couesnon
Duquesne	Pierre	DEA - Saint Briec Armor Agglomération
Fauconier	Karine	CCPBS (Communauté de communes du Pays Bigouden Sud)
Fédération pêche 22, 29, 56		
Gariglio	Laurie	Syndicat mixte de l'Horn
Gillard	Camille	SI BV Seiche
Gonzalez	Véronique	ARS 22
Gourmaud	Stéphane	Conseil régional de Bretagne (réfèrent territorial)
Guerineau	Florian	FDAAPPMA 35
Guetchamegni	Elvis Le Doux	SDAEP22/Univ.Rennes1 - Stagiaire
Guyot	Thomas	SAGE Scorff
Harrault	Stéphanie	Agglomération de Lorient (Scorff)
Havard	Leïla	Conseil régional de Bretagne (réfèrent territorial)
Helle	Daniel	Eau du Bassin Rennais
Hennache	Bérengère	Eau du Pays de Saint Malo
Henry	Franck-Olivier	Eau du Pays de Saint Malo
Jehanno	Françoise	Eau du Morbihan
Joué	Aurélie	SAGE Sélune
Jubert	Franck	EPTB Baie de Saint-Brieuc- SAGE

Kerdranvat	Yves	Commune de Douarnenez (service de l'usine d'eau - plan d'eau de Keratry)
Keromnes	Enora	Conseil régional de Bretagne (réfèrent territorial)
Klerch	Delphine	Conseil régional de Bretagne (réfèrent territorial)
Latouche	Patrick	Grand bassin de l'Oust (Lac au Duc)
Laurent	Xavier	Cœur Emeraude
Le Bas	Jean-François	CD 35
Le Gal	Xavier	SAGE Argoat-Trégor-Goëlo
Le Gal	Arnaud	Eau du Morbihan
Le Medec	Yves	Minyvel Environnement
Le Moal	Morgane	Université de Rennes 1 (OSUR - Projet CPES Interreg)
Lebreton (Mr)		Commune de Noyal (usine de production d'eau du plan d'eau)
Legeay	Anne	SAGE Rance Frémur Baie de Beussais (Directrice)
Lequellenec	Gaëlle	CD 22
Létandart	Guillaume	CD 35 - Espaces Naturels Sensibles (Pays de Brocéliande et de Vitré)
Liminier	Bruno	CD 35
Mahot	Salomé	SMEGA
Mahot	Aude	Pays d'Iroise Communauté
Mairie de Lannorgant		
Martin	Aurélié	Lamballe Terre et Mer
Martin	Bertrand	Ville de Rennes (Service espaces verts - responsable du site d'Apigné)
Meillier	Pascale	Ville de Rennes (Service espaces verts - responsable du site d'Apigné)
Monnier	Typhaine	SAGE Rance Frémur Baie de Beussais
Nivoy	Béatrice	SAGE Golfe du Morbihan (56)
Nouchet	NATHALIE	Bureau d'étude AQUASCOP
Oliviero	Nathalie	BV Linon
Ollivier	Joël	CD22
Picheral	Thomas	SAGE Ouest Cornouaille
Pitois	Frédéric	Bureau d'étude SARL Limnologie
De Luca	Floriane	Syndicat mixte du Loc'h et du Sal / Vannes agglomération
Richard	Benjamin	ARS 56
Rioual	Laurianne	EPAGA Bassin versant de l'Aulne
Rivallan	Joël	SDAEP 22
Rolland	Nicolas	Ploërmel Communauté
Rolland	Hélène	CD 22
Ronfort	Céline	Syndicat mixte Couesnon aval (animatrice technicienne)
SAGE - Syndicat mixte Arguenon-Penthièvre		
SAGE Sud Cornouaille		
Seyrig	Yann	Ploërmel Communauté - Service environnement
Sibiril	Valérie	SAGE Léon Trégor/ Syndicat Mixte du Haut Léon (Directrice)
Suaudeau	Romain	SAGE Elle-Isole-Laïta / Syndicat mixte Elle-Isole-Laïta (directeur)
Toussaint	Romuald	Lamballe Terre et Mer
Trehoral-Boulain	Isabelle	SMKU Syndicat mixte de Kerne Uhel - BV du Haut-Blavet
Tymen	Ludovic	Mairie de Douarnenez - Responsable des espaces verts
Valette	Béatrice	Conseil régional de Bretagne (réfèrent territorial)
Vassal	Jérôme	Syndicat du BV de l'Elorn

Annexe 2 – Liste des sites recensés en lien avec la problématique cyanobactérie

Sites de suivi, d'étude ou d'action	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	Evrans	Rance	SAGE Rance Fremur Baie de Beaussais
Bief d'Evrans (Canal)	22	Evrans	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 Hardouinais	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
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 Beausais (RFBB)
Sainte Suzanne	35	Saint Coulomb	Ste Suzanne	SAGE Rance Fremur Baie de Beausais (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
Retenue de La Chèze	35	Saint Thuriel	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 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
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-Laita
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
Etang de Pen Mur	56	Muzillac	Riv. de St Eloi (BV cotier)	SAGE Vilaine
Etang de Kernevy	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 3 – REGLEMENTATION et MODALITES DE GESTION d'un point de vue SANITAIRE ¹

1. Alimentation en Eau Potable (AEP)

Sur la base de recommandations émises par l'OMS (organisation mondiale de la santé) en 1999, le paramètre **MC-LR 5** (forme LR de la Microcystine) a été introduit dans le code de santé publique en 2001, pour une application en 2003, et « **à rechercher en cas de prolifération algale dans les eaux brutes** ».

La réglementation française porte uniquement sur le taux de MCs (microcystines) dans l'eau distribuée.

Actuellement, par arrêté du 11 janvier 2007, **leur somme ne doit pas dépasser 1µg/L**. Il y est précisé que « par total microcystines, on entend la somme de toutes les microcystines détectées et quantifiées ».

De plus, en 2007, la circulaire NDGS/SD7A n°2007-39 recommandait, suite aux travaux menés par les agences nationales d'expertise (rapport AFSSA/AFSSET 2006), de rechercher les autres cyanotoxines (MC-RR et YR notamment) et d'exprimer leur somme en équivalent de MC-LR.

En pratique, les autocontrôles sont réalisés généralement à une fréquence mensuelle ou bi-mensuelle par les maîtres d'ouvrages, qui effectuent souvent un suivi complémentaire de la population algale dans la retenue d'eau. En 2015, l'ARS du Morbihan réalise une surveillance mensuelle des cyanotoxines (11 molécules recherchées) à la fois sur l'eau brute et sur l'eau en sortie d'usine de mai à octobre.

2. Baignades et activités nautiques

Le cadre réglementaire

La charge de la mise en œuvre de la surveillance sanitaire des plans d'eau ayant été déclarés comme **sites de baignade** incombe aux ARS (agences régionales de la santé) qui mettent en application les instructions dont la DGS (direction générale de la santé) leur fait part. Ces instructions reposent sur des indicateurs qui ont largement évolué au cours du temps.

De l'identification taxonomique et du dénombrement associé aux seuils cellulaires de 20 000 et 100 000 cellules/mL (avec une liste d'espèces toxigènes établie à cet effet) avec recherche de la MC-LR au départ, elles se sont peu à peu orientées vers la prise en compte de la somme des microcystines, ajoutant de nouveaux paramètres ou modifiant ces derniers au cours du temps. La gamme de toxines recherchées s'élargit davantage au fur et à mesure des avancées technologiques.

Le tableau ci-dessous résume les instructions de gestion des cyanobactéries les plus récentes, transmises aux ARS pour la surveillance des sites déclarés à usage baignade.

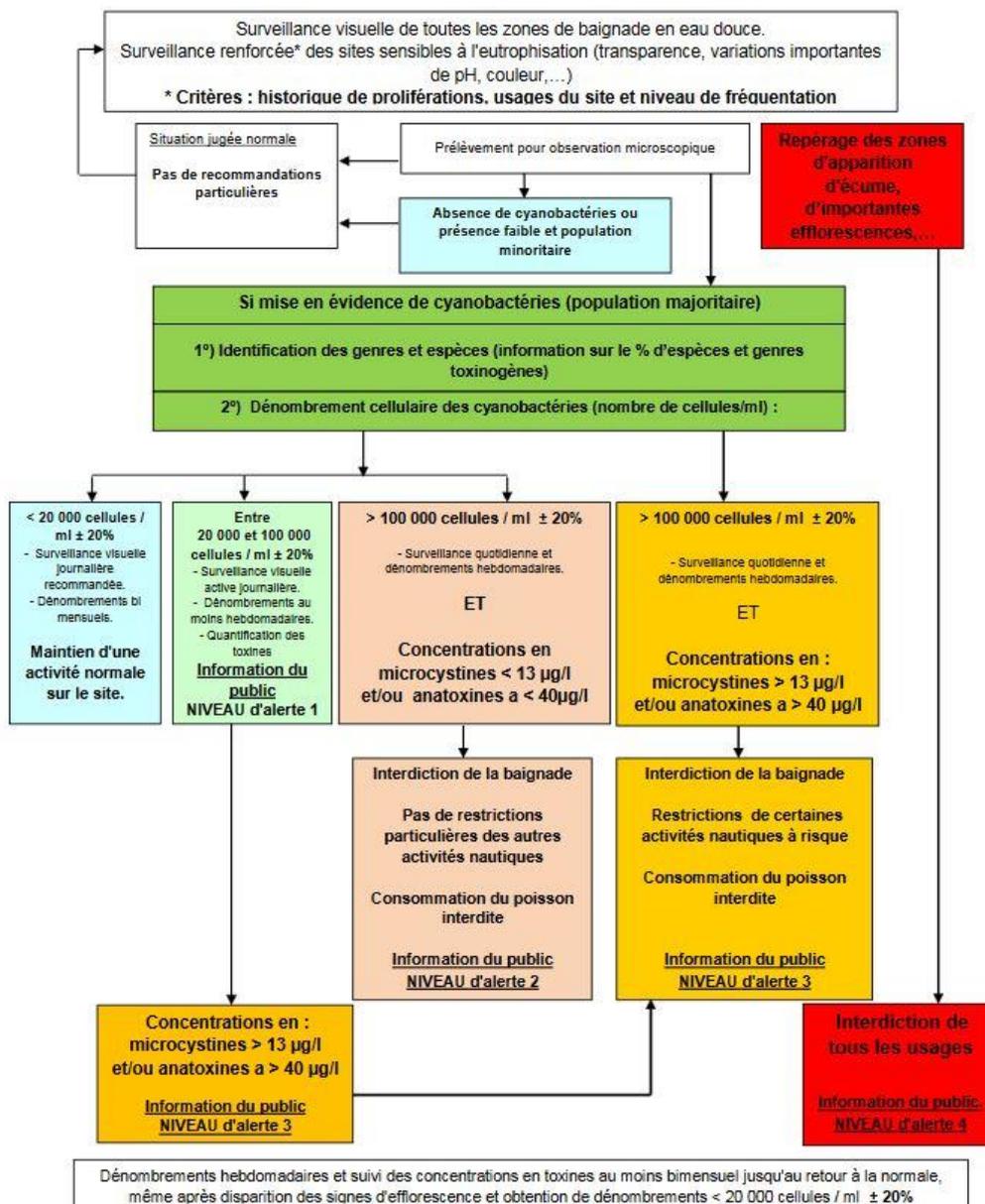
¹ **Note rédigée en collaboration avec Franck Daniel (CD 56) en mai 2017** : extraits adaptés du rapport d'étude d'Audrey JAOUEN "Gestion des risques sanitaires liés aux cyanobactéries dans les plans d'eau morbihannais : modalités, acteurs, enjeux et perspectives". Conseil départemental du Morbihan, novembre 2015. http://www.morbihan.fr/fileadmin/CSEM/csem_etudes/Rapport_AudreyJaouen2015_cd56_Nov2015.pdf

Instruction	Indicateurs et seuils	Gestion associée pour l'ARS
Instruction DGS/EA4/2013/247 du 18 juin 2013	<ul style="list-style-type: none"> - Seuil 100 000 cellules/mL - 13µg/L de MCs = seuil pour une exposition de type sub-chronique - 80µg/L de MCs = seuil pour une exposition de type aiguë 	<p>« Vous pouvez graduer les mesures de gestion sur la base de ces deux seuils »</p> <p>« Cette gestion du risque doit être établie par vos services, en lien avec la collectivité concernée, sur la base des connaissances disponibles (...) »</p>
Note d'information DGS/EA4/2014/166 du 23 mai 2014	<ul style="list-style-type: none"> - Dénombrement et identification des espèces toxigènes - 20 000 cellules toxigènes/mL - 50 000 cellules toxigènes/mL - 100 000 cellules/mL - Ecume visible - MCs >13µg/L - Cyanobactéries benthiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Fréquence de prélèvements bimensuelle - Fréquence hebdo, recherche de toxines, information du public - Idem + interdiction baignade - Fréquence hebdo, recommander au public de ne pas se baigner - baignade interdite, idem pour les AN en fonction du risque de contact - baignade + AN interdites - L'ARS doit demander à la personne responsable de l'eau des mesures de gestion adaptées
Note d'information DGS/EA4/2015/81 du 2 juin 2015	<ul style="list-style-type: none"> - Fréquence au moins mensuelle - 100 000 cellules/mL - MCs >13µg/L - ATX-a > 40µg/L 	<ul style="list-style-type: none"> - Mesures d'interdiction - « Mesures de gestion à prendre par l'ARS, dans la mesure du possible en lien avec la collectivité concernée. Le caractère toxigène des espèces rencontrées peut être utilisé par les ARS dans le cadre de la gestion du risque sanitaire »

Sur la base des résultats de prélèvements qui leur sont communiquées, les ARS établissent des recommandations destinées aux communes quant au maintien ou à la suspension d'activités. Il incombe alors aux maires – en raison de leur pouvoir de police – de prendre la décision finale, en suivant ou non les propositions de l'ARS, puis de relayer l'information aux acteurs concernés.

En pratique, les modalités actuelles de la surveillance des cyanobactéries pour les zones de baignade en eau douce en Bretagne sont synthétisées dans le schéma ci-après (ARS Bretagne, 2016) :

- **Entre 20 000 et 100 000 cellules/mL**, la fréquence de dénombrements passe de bimensuelle à hebdomadaire et une information est délivrée au public.
- **Au-dessus du seuil de 100 000 cellules/mL**, des fermetures de baignades sont préconisées. Si, en outre, la somme des **MCs dépasse 13 µg/L** ou que **l'ATX-a est supérieure à 40µg/L**, les activités nautiques sont également restreintes. Le critère visuel est également pris en compte, avec arrêt de toutes les activités en cas de présence d'amas ou de flocs cyanobactériens.



3. Pêche

Les instructions portant sur les recommandations à formuler en matière de gestion de l'activité pêche découlent d'un avis de l'Afssa (5 juin 2008) qui considère que l'éviscération des poissons pêchés n'est pas assez protectrice pour la santé. Des données récentes supportent ces conclusions, indiquant que les organismes aquatiques sont plus résistants aux toxines que les espèces terrestres, et que les MCs persistent dans les poissons, alors même qu'elles ne sont plus détectées dans le plan d'eau (Schmidt et al., 2014). L'Afssa rappelle également que les méthodes de quantification ne permettent pas de prendre en compte la fraction de MCs liée de façon covalente dans les tissus. Ainsi, seules les formes libres peuvent faire l'objet d'une quantification. Enfin, le manque de connaissances y est clairement mis en évidence.

Ces considérations ont conduit la DGS (Direction Générale de la Santé) à recommander, dans un courrier interne daté de juillet 2008 à l'attention des Directeurs des Affaires Sanitaires et Sociales, **l'interdiction de la consommation des produits de la pêche en situation de contamination des eaux par les cyanobactéries.**

L'ARS Bretagne applique le seuil de 100 000 cellules/mL pour recommander l'interdiction de consommation de poissons.

Annexe 4 – Plans d'eau « baignade » suivis par l'ARS

(Source : Bilans annuels ARS, BD Sise Baignade)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Dep 29														
Plouvorn - Lannorgant	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sizun - Drenec Ouest	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Commana - Drenec 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
Langourit - Etang de Portigou	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Plouray - Etang de Lam Vras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Noyal Portivy - Etang du Val Vert	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Saint Aignan - Guerledan	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rehan - Etang de la Ville Moisan	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tauport - 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
Puberlin - Etang du Moulin Neuf	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Saint Dolay - Etang de Kernev	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
Melrand - Etang de Kertraquel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mael Carnak - Etang de Kervougard	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Glomel - Canal Céhare	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
Gaurel - Beaurivage	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mur Guerledan 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mur Guerledan 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Allineuc - Etang de Bosmélac	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Saint launec - Etang de la Hardouinal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Saint André des eaux - Etang de Béthin	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Merdrignac - 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
Pleureur - Etang de Dahouët	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
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
Guernoc - Retenue 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 Sévigné - 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
Rennes - Etang d'Apigné	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Guidchen - Pont Réan	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vern - Etang des pâturiaux	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Brie - Etang de la Vallée de l'Isse	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Marigné Ferchaud - Etang de la Forge	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Marillé Robert - Etang de Marillé	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chateaugron - Etang du Chateau	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Le Perre - 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 Etréne - Le barrage	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chatillon en Vendelias - Etang de Châ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Landean - Etang du Chenedet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Iféridic - Lac de Trémelin	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Domalain - Etang de la vallée de l'Isse	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mezliers s/ Couesson - 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 5 – Liste des plans d'eau et des personnes ressources concernant les actions curatives

Lieu d'étude	Personnes potentielles à contacter
Lac au Duc à Ploermel-Taupont (56)	Directeur du Syndicat Mixte du Grand Bassin de l'Oust- Patrick Latouche - (0297733649)
Retenue de Tréauray (56)	Syndicat de l'Eau du Morbihan - Arnaud Le Gal - responsable de la ressource en eau (0297479139)
Retenue d'Antoureau à Belle Ile en Mer (56)	Syndicat de l'Eau du Morbihan - Arnaud Le Gal - responsable de la ressource en eau (0297479139)
Retenue de Bordilla à Belle Ile en Mer (56)	Syndicat de l'Eau du Morbihan - Arnaud Le Gal - responsable de la ressource en eau (0297479139)
Etang du Moulin Neuf à Pluherlin (56)	Communauté de Commune du Pays de Questembert - Mr Bezeau (0297265951/ 0297261441)
Etang de Pont-Calleck (Berné – Kernascléden 56)	Lorient Agglomération - Stéphanie HARRAULT - Responsable des Milieux Aquatiques (0290747277)
Etang du Dordu (Langoëlan - 56)	Lorient Agglomération - Stéphanie HARRAULT - Responsable des Milieux Aquatiques (0290747277)
Noyal (56)	Usine de Noyal - Mr Lebreton -chargé usine production eau (ville de Vannes pour informations : 0297016000)
Etang de Marcillé-Robert (35)	Département 35 - Service Patrimoine Naturel - Jean-François Lebas - Responsable de la Mission Espaces Naturels et Paysages (0299023457)
Etang de Chatillon-en-Vendelais (35)	Département 35 - Service Patrimoine Naturel - Jean-François Lebas - Responsable de la Mission Espaces Naturels et Paysages (0299023457)
Etang de Careil à Iffendic (35)	Département 35 - Service Patrimoine Naturel - Jean-François Lebas - Responsable de la Mission Espaces Naturels et Paysages (0299023457)
Etang des paturiaux à Vern s/ Seiche (35)	Université de Rennes 1 - Luc Briant - Chercheur (0223236143)
Retenue de La Cantache (35)	Département 35 -Service Agriculture, eau et transitions/ Direction Eco-développement - Bruno Liminier- Chargé du suivi de la qualité de l'eau des rivières (0299023492) ou Jimmy Courtigné (02990236551)
Etang des Landes d'Apigné (35)	Rennes métropole Service Santé Environnement- Pascale Meillier (0223622210)
Retenue de Bois Joli (22)	Eau du pays de Saint Malo - Mr Henry ou Mme Bérengère Hennache (0299160711)
Retenue du Gouët (La Méaugon) (22)	Estelle Castel (0296622761) ou SDAEP 22 (depuis 01/07/2018)
Retenue de Kerné-Uhel (Le Blavet) (22)	Estelle Castel (0296622761) ou SDAEP 22 (depuis 01/07/2018)
Retenue de l'Arguenon (22)	Estelle Castel (0296622761) ou SDAEP 22 (depuis 01/07/2018)
Corong (Glomel)	/
Etang de la Ville Gaudu- Lamballe (22)	Communauté de Communes Lamballe Terre et Mer - Romuald TOUSSAINT - Directeur Environnement (0296505937)
Lac de Jugon les Lacs (22)	Communauté de Communes Lamballe Terre et Mer - Romuald TOUSSAINT - Directeur Environnement (0296505937)
Retenue de Beaufort au Tronchet (35)	Eau du pays de Saint Malo - Mr Henry ou Bérengère Hennache (0299160711)
Etang de Combourg (35)	Mairie de Combourg (0299730018)
Douarnenez - Etang de Keratry (29)	Usine d'eau de Kervignac - Yves Kerdravat, responsable de production (0298744645/0298744624)

Lac du Drennec (29): Globalité	Elorn- Syndicat de bassin. Jérôme Vassal- Coordinateur bassin versant et responsable ingénierie environnementale (0298259351)
Lac de Bourg Blanc (29)	Mairie de Bourg Blanc - Sébastien Cueff (0298845813)
Lannorgant/ Base nautique de Plouvorn (29)	Mairie de Lannorgant (0298613240), Luc Paugam, responsable de la base nautique de Plouvorn depuis 39 ans.
Retenue de Moulin Neuf/ Pont-Labbé (29)	Communauté de communes du Pays Bigouden Sud - Karine Fauconier - Chargée de la ressource en eau (0298878058 / 0298788705)

Annexe 6 – Documents collectés (études, rapports, ...)

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'Odét (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'Odét (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
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

Lieu	Titre	Auteur	Année
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
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'île et de l'ilet	2017

Lieu	Titre	Auteur	Année
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
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