



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Retour sur l'application de la nouvelle instruction baignade de la DGS sur les cyanobactéries

Marie-Agnès PILARD
Benjamin RICHARD



Journée scientifique à destination des gestionnaires de masses d'eau :
Mise en place de solutions de lutte contre l'eutrophisation et les cyanobactéries - 5 avril 2023 – MNHN Paris

DÉROULÉ DE LA PRÉSENTATION

- Expertise ANSES et transposition dans l'instruction DGS
- Contexte breton
- Retex : mise en œuvre de l'instruction DGS en Bretagne
- Conclusions & perspectives

De l'expertise ANSES vers l'instruction DGS

	Expertise ANSES (mai 2020)	Instructions DGS (avril 2021)
Périmètre	EDCH & eaux récréatives Cyanobactéries planctoniques & benthiques	<input checked="" type="checkbox"/> eaux récréatives uniquement <input checked="" type="checkbox"/>
Paramètres de surveillance	Nouvelle liste taxons toxigènes Ajout chlorophylle a Cyanobactéries : expression biomasse (biovolume) 4 familles de toxines	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Méthode d'analyse	Chlorophylle a : NFT 90-117 / NFT 90-116 Dénombrement : Utermöhl Toxines : ELISA	<input checked="" type="checkbox"/> NFT 90-117 <input checked="" type="checkbox"/> pas d'orientation <input checked="" type="checkbox"/>
Délais analytiques	Chlorophylle a + cyanobactéries : 48h Toxines : 72h	<input checked="" type="checkbox"/> pas d'orientation <input checked="" type="checkbox"/>

De l'expertise ANSES vers l'instruction DGS

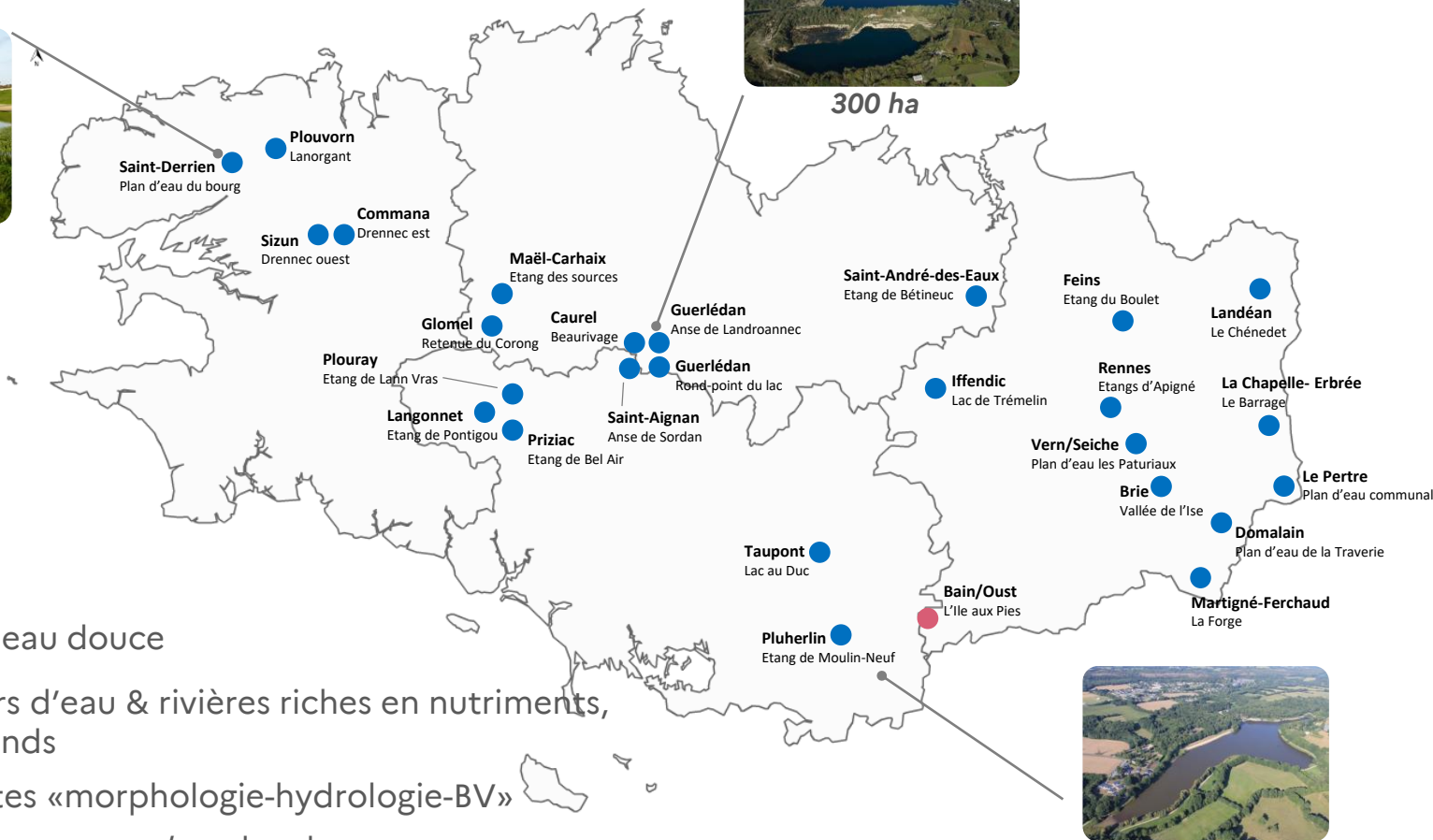
Expertise ANSES		Instructions DGS
Stratégie surveillance (cyanobactéries planctoniques)	Chlorophylle a Fréquence de suivi 3 niveaux d'alerte	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> suivi uniquement démarrage <input type="checkbox"/> 2 x biovolume < 1 mm³/L = retour fréquence bimensuelle <input checked="" type="checkbox"/>
Mesures de gestion	Baignades & activités nautiques : nouveaux seuils de gestion « toxines » Poissons de pêche : non consommation en présence de toxines + adaptation consignes de consommation selon [toxines] dans chair de poissons	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> pas d'analyse des toxines dans poissons
Maîtrise des dangers	Défavorable aux traitements chimiques	<input checked="" type="checkbox"/>
Règles de bancarisation	Harmonisation nationale	<input checked="" type="checkbox"/> règles SISE-Baignades

CONTEXTE BRETON

- 26 plans d'eau
- 1 site en rivière



0,4 ha



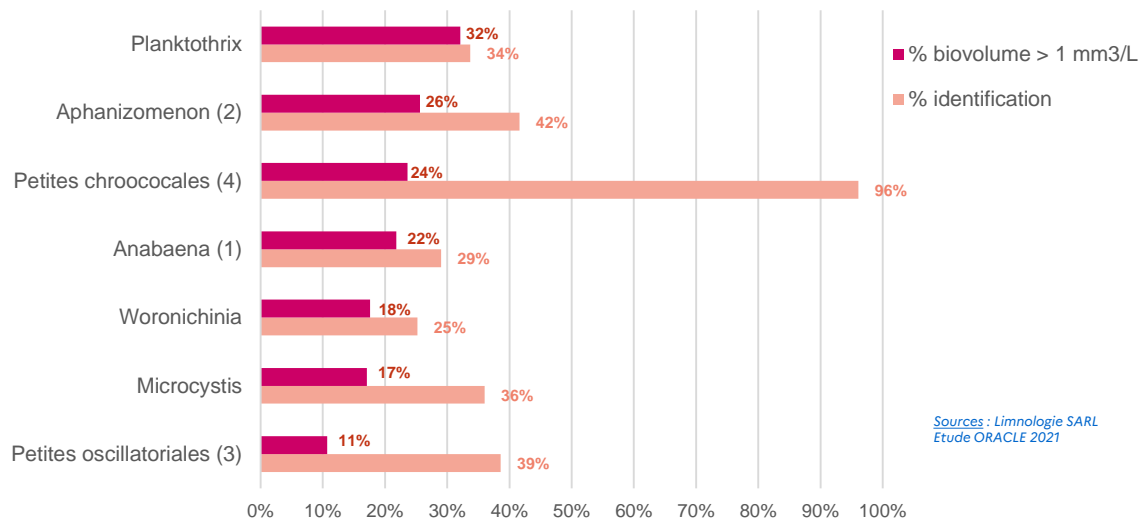
300 ha

14 ha

27 sites de baignade eau douce

- Plans d'eau sur cours d'eau & rivières riches en nutriments, turbides, peu profonds
- Variété des contextes «morphologie-hydrologie-BV»
- Gradient climatique est-ouest/nord-sud (pluviométrie-t°-ensoleillement)

- **≈ 50%** des sites : proliférations régulières de cyanobactéries
- Cyanobactéries = **1^{ère} cause de restriction baignade + AN** en eau douce
- Grande variété des taxons/espèces identifiés
- Beaucoup d'espèces productrices avérées de toxines



Sources : Limnologie SARL
Étude ORACLE 2021

(1) Anabaena, Dolichospermum et Sphaerospermopsis

(2) Aphanizomenon et Cuspidothrix

(3) Pseudanabaena, Planktolyngbya, Phormidium, Geitlerinema, Jaaginema, Limnothrix...

(4) Aphanocapsa, Aphanothece, Coelosphaerium, Cyanobium, Cyanodictyon, Cyanogranis, Gomphosphaeria, Merismopedia, Lemmermaniella, Snowella

Ploërmel. La baignade toujours interdite au Lac au duc

Un nouveau contrôle sanitaire des eaux du Lac au duc a été effectué le 20 août 2018. Les algues bleues sont encore trop présentes pour permettre la baignade et la consommation de poisson.

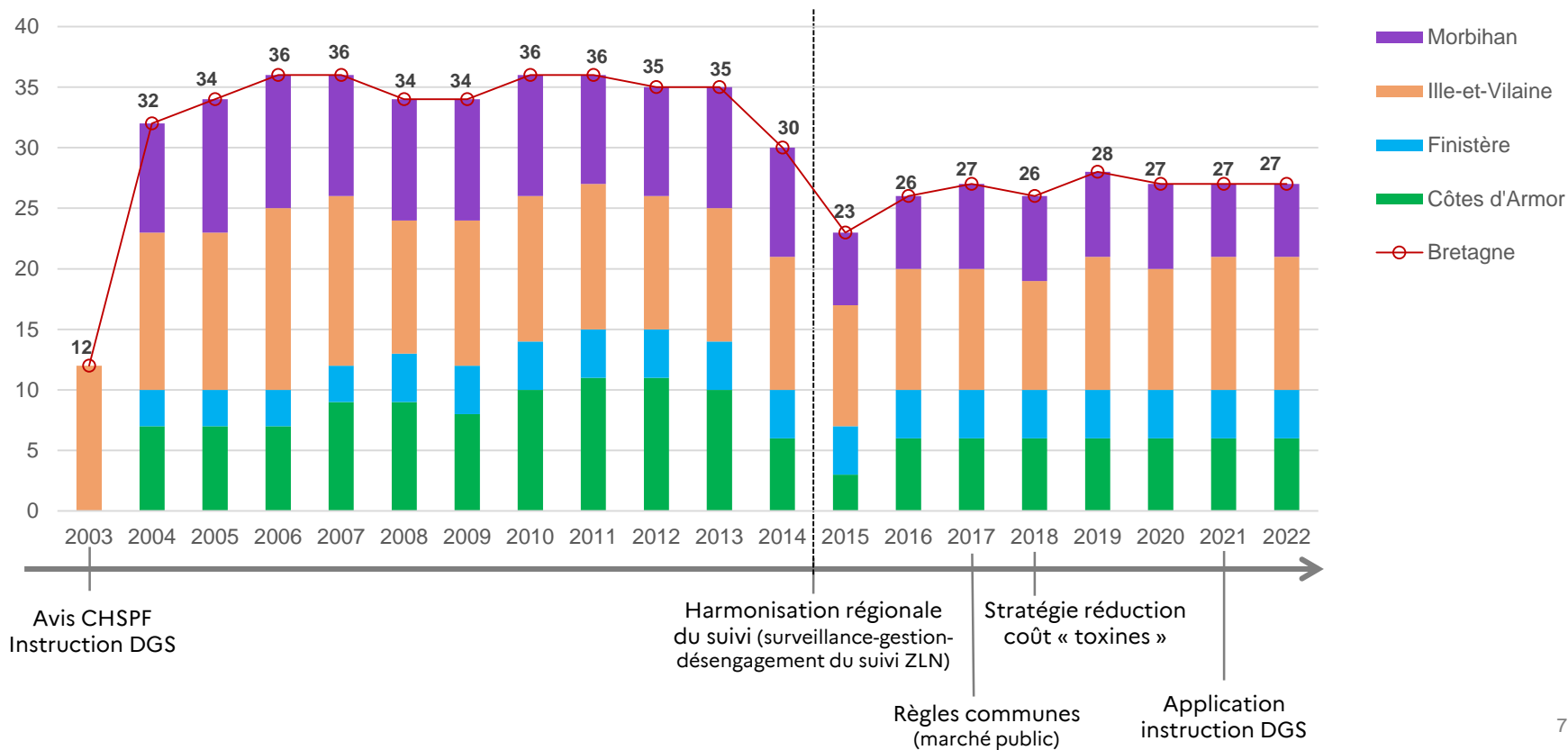
Rennes : la baignade interdite jusqu'à nouvel ordre aux étangs d'Apigné

La présence de cyanobactéries contraint les autorités à interdire la baignade aux étangs d'Apigné de Rennes (Ille-et-Vilaine) dès ce vendredi 6 août.

Le Télégramme

À Plouvorn, les cyanobactéries reviennent au plan d'eau de Lanorgant, la baignade interdite

➔ Historique de la surveillance sanitaire en Bretagne



➔ Une application progressive

- **2021** : expression des résultats en biovolumes (flore toxigène)
 - : intégration nouveaux seuils de gestion « toxines »
 - : arbre décisionnel & mesures de gestion
- **2022** : ajout du suivi chlorophylle a
- **2023** : changement méthodes d'analyses (HPLC-MSMS → ELISA)
 - : délais analytiques toxines ≤ 72 h

➔ Approche graduelle du suivi

1. Dosage de la chlorophylle-a (optionnel pour sites sensibles connus pour présenter des proliférations depuis plusieurs années)

si [chlorophylle-a] > 10 µg/L ➔ passage en Niveau Vigilance

2. Identification des cyanobactéries (tous les 15 jours à minima)

Observation au microscope ➔ Identification des genres présents + Dénombrement des genres potentiellement toxinogènes

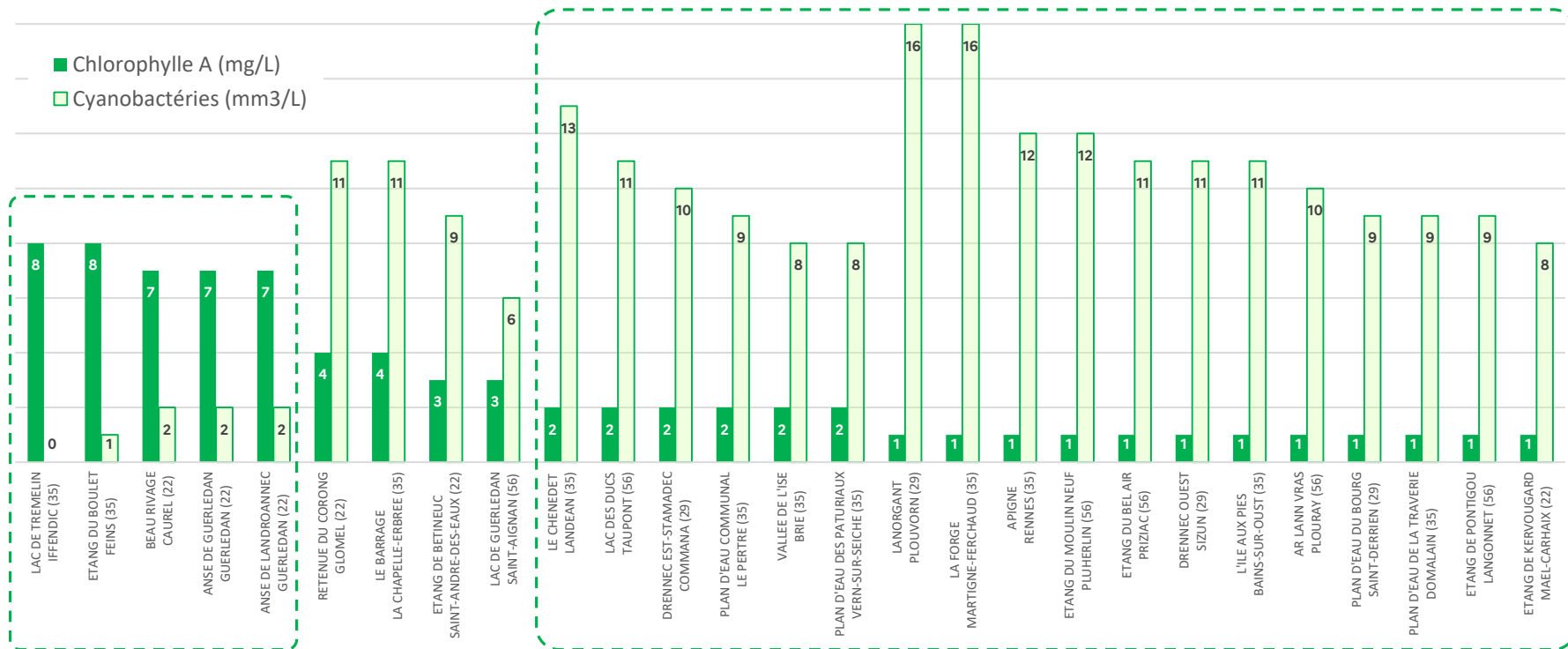


GENRES TOXINOGENES	STRATÉGIE DE SURVEILLANCE
Absence	Surveillance reste <u>bimensuelle</u>
Présence	Quantification des genres toxinogènes (<i>résultats dénombrement convertis en biovolume exprimé en mm³/L</i>) ➔ Seuil sanitaire de 1 mm³/L Surveillance <u>hebdomadaire</u> (= vigilance renforcée)

3. Recherche de toxines (uniquement si Biovolume > 1 mm³/L)

- 4 cyanotoxines recherchées : *microcystines (MCs)*, *Anatoxine (ATX)*, *Saxitoxine (STX)*, *Cylindrospermopsine (CYN)*
- Niveau de risque apprécié par comparaison des concentrations mesurées aux valeurs guides (VG)
 ➔ MCs = 0,3 µg/L / ATX = limite de détection / STX = 30 µg/L / CYN = 42 µg/L

FOCUS SUR LA CHLOROPHYLLE-A (Données 2022 uniquement)



> 18 sites (67 %) avec [Chlorophylle-a] > 10 µg/L dès le 1^{er} ou 2nd prélèvement
 > 5 sites (18,5 %) avec [Chlorophylle-a] < 10 µg/L une grande partie de la saison

Bancarisation des résultats biovolumes selon la **norme NF EN 16695** avec expression à 3 chiffres significatifs

2021

> **335** identifications de cyanobactéries réalisées

Classe Biovolume	Biovolume (mm ³ /L)	Nombre PLV	% PLV
0	N.D.	59	17,6%
1	]0-0,1]	117	34,9%
2	]0,1-0,2]	41	12,2%
3	]0,2-0,3]	14	4,2%
4	]0,3-0,4]	12	3,6%
5	]0,4-0,5]	15	4,5%
6	]0,5-1]	26	7,8%
7	> 1	51	15,2%

> Présence de **cyanobactéries toxinogènes** dans **83,3% des prélèvements** (279 échantillons)

> **42% des échantillons** (117) avec Biovolume calculé < 0,1 mm³/L

> **18,3% des échantillons** (51) avec Biovolume calculé > 1 mm³/L

2022

> **236** identifications de cyanobactéries réalisées

Classe Biovolume	Biovolume (mm ³ /L)	Nombre PLV	% PLV
0	N.D.	22	9,3%
1	]0-0,1]	43	18,2%
2	]0,1-0,2]	17	7,2%
3	]0,2-0,3]	9	3,8%
4	]0,3-0,4]	5	2,1%
5	]0,4-0,5]	6	2,5%
6	]0,5-1]	20	8,5%
7	> 1	114	48,3%

> Présence de **cyanobactéries toxinogènes** dans **90,7% des prélèvements** (214 échantillons)

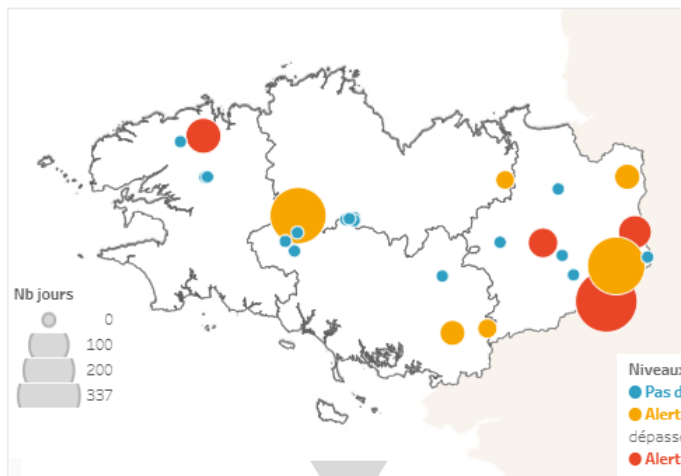
> **20% des échantillons** (43) avec Biovolume calculé < 0,1 mm³/L

> **53,3% des échantillons** (114) avec Biovolume calculé > 1 mm³/L

FOCUS SUR LES BIOVOLUMES

2021

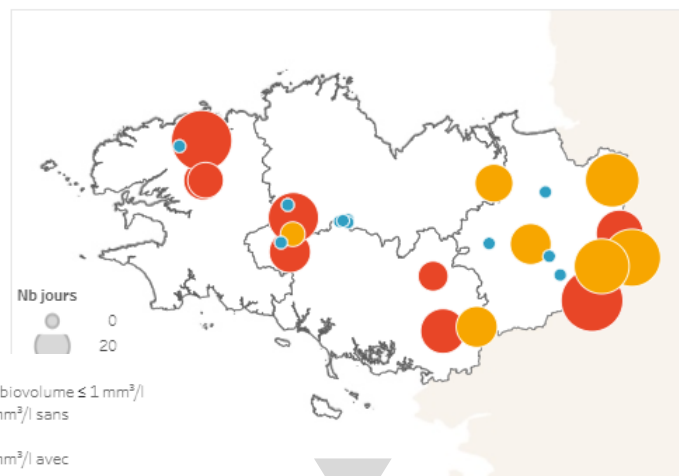
Nombre de jours cumulés avec des dénombrements en cyanobactéries toxinogènes > 1 mm³/l (biovolume)



> 16 sites sans dépassement du seuil de 1 mm³/L
> 11 sites avec dépassement du seuil de 1 mm³/L dont
4 sites présentant ponctuellement des concentrations
en toxines au-dessus des valeurs guides

2022

Nombre de jours cumulés avec des dénombrements en cyanobactéries toxinogènes > 1 mm³/l (biovolume)



> 11 sites sans dépassement du seuil de 1 mm³/L
> 16 sites avec dépassement du seuil de 1 mm³/L dont
9 sites présentant ponctuellement des concentrations
en toxines au-dessus des valeurs guides

27 sites
suivis

> **4 sites** présentant ponctuellement des concentrations en toxines au-dessus des valeurs guides

SITE	RECHERCHES	DÉTECTIONS	[TOXINES] > VALEURS GUIDES	TOXINES
LA FORGE MARTIGNE-FERCHAUD (35)	12 (1,02 – 32,2 mm ³ /L)	11	6	Microcystines (11) [0,05 – 3,57 µg/L] Anatoxine (1) [0,011 µg/L]
LANORGANT PLOUVORN (29)	10 (1,11 – 55,9 mm ³ /L)	7	6	Microcystines (7) [0,28 – 2,36 µg/L]
LE BARRAGE LA CHAPELLE-ERBREE (35)	8 (1,01 – 2,58 mm ³ /L)	5	3	Microcystines (5) [0,13 – 1,27 µg/L]
APIGNE RENNES (35)	6 (1,86 – 3,07 mm ³ /L)	2	2	Anatoxine (2) [0,01 – 0,018 µg/L]

2 familles de toxines identifiées :

- > **Microcystines** détectées sur 3 sites avec dépassement de la valeur guide (0,3 µg/L) même pour de faibles biovolumes
- > **Anatoxine** détectée sur 2 sites à de très faibles concentrations

> **9 sites** présentant ponctuellement des concentrations en toxines au-dessus des valeurs guides

SITE	RECHERCHES	DÉTECTIONS	[TOXINES] > VG	TOXINES
LA FORGE MARTIGNE-FERCHAUD (35)	16 (1,88 – 139,3 mm³/L)	11	9	Microcystines (11) [0,01 – 1,79 µg/L] Anatoxine (6) [0,01 – 0,02 µg/L]
LANORGANT PLOUVORN (29)	15 (1,95 – 158,9 mm³/L)	10	6	Microcystines (10) [0,11 – 15,2 µg/L]
RETENUE DU CORONG GLOMEL (22)	10 (1,33 – 21,3 mm ³ /L)	9	8	Microcystines (9) [0,25 – 2,01 µg/L]
LE BARRAGE LA CHAPELLE-ERBREE (35)	8 (1,49 – 7,17 mm ³ /L)	8	8	Microcystines (8) [0,83 – 9,2 µg/L] Anatoxine (1) [0,01 µg/L]
ETANG DU MOULIN NEUF PLUHERLIN (56)	7 (1,15 – 93,1 mm³/L)	5	5	Microcystines (1) [0,8 µg/L] Anatoxine (5) [Traces – 28 µg/L] Saxitoxine (2) [0,3 – 0,35 µg/L]
DRENNEC (OUEST) SIZUN (29)	6 (0,288* – 3 mm³/L)	5	4	Microcystines (5) [0,16* – 1,98 µg/L]
ETANG DU BEL AIR PRIZIAC (56)	5 (1,02 – 3,31 mm ³ /L)	4	2	Microcystines (2) [0,4 – 1,8 µg/L] Saxitoxine (2) [0,33 – 3 µg/L]
DRENNEC (EST)-STAMADEC COMMANA (29)	4 (1,21 – 2,04 mm³/L)	4	4	Microcystines (4) [0,34 – 0,97 µg/L]
LAC AU DUC TAUPONT (56)	2 (1,08 – 1,20 mm³/L)	1	1	Microcystines (1) [0,73 µg/L]

3 familles de toxines identifiées :

> **Microcystines**

- détectées sur les 9 sites dont 5 où elles sont la seule famille représentée
- dépassements de la VG (0,3 µg/L) pour de faibles biovolumes

> **Anatoxine**

- détectée sur 3 sites dont 1 site à une très forte concentration

> **Saxitoxine**

- détectée sur 2 sites sans dépassement de la VG (30 µg/L)

3 sites avec présence de 2 familles (MCs + ATX ou MCs + STX)

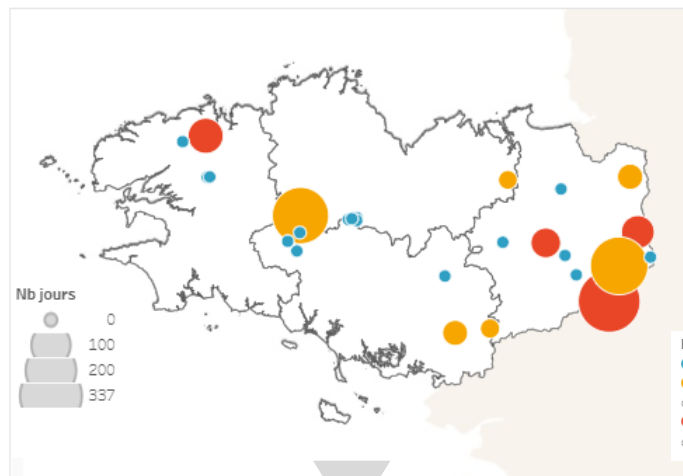
1 site avec présence de 3 familles

RESULTATS DE LA RECHERCHE EN GENRES TOXINOGENES	NIVEAU D'ALERTE	MESURES
Absence ou présence de genres toxinogènes $\leq 1\text{mm}^3/\text{L}$	PAS D'ALERTE 	► Maintien d'une activité normale
Genres toxinogènes $> 1\text{mm}^3/\text{L}$ [Cyanotoxines] \leq valeurs guides	ALERTE 1 	► Maintien d'une activité normale ► Information du public
Genre toxinogènes $> 1\text{mm}^3/\text{L}$ [Cyanotoxines] $>$ valeurs guides ou Présence de fortes proliférations et/ou mortalité animale	ALERTE 2 	► Interdiction de la baignade ► Restrictions des activités nautiques avec risque de chute ou contact important avec l'eau (paddle, planche à voile, ski nautique, embarcations de voile instables...) ► Recommandations de non-consommation de poissons ► Information du public

IMPACT SUR LES FERMETURES

2021

Nombre de jours cumulés avec des dénombrements en cyanobactéries toxinogènes > 1 mm³/l (biovolume)

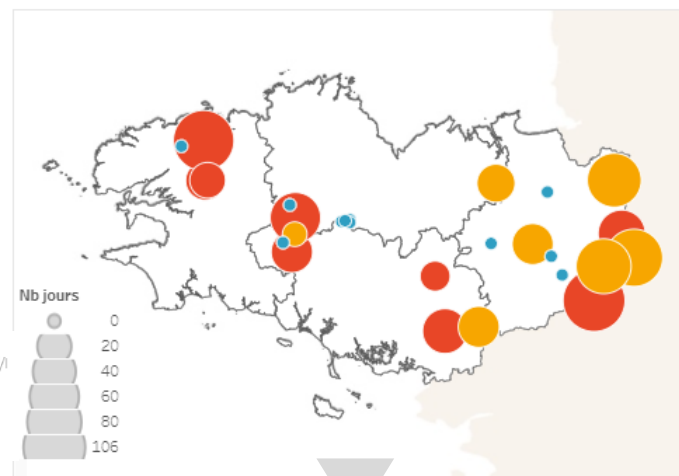


127 jours cumulés de fermeture de site

27 sites
suivis

2022

Nombre de jours cumulés avec des dénombrements en cyanobactéries toxinogènes > 1 mm³/l (biovolume)



260 jours cumulés de fermeture de site

➡ Historique depuis 2018

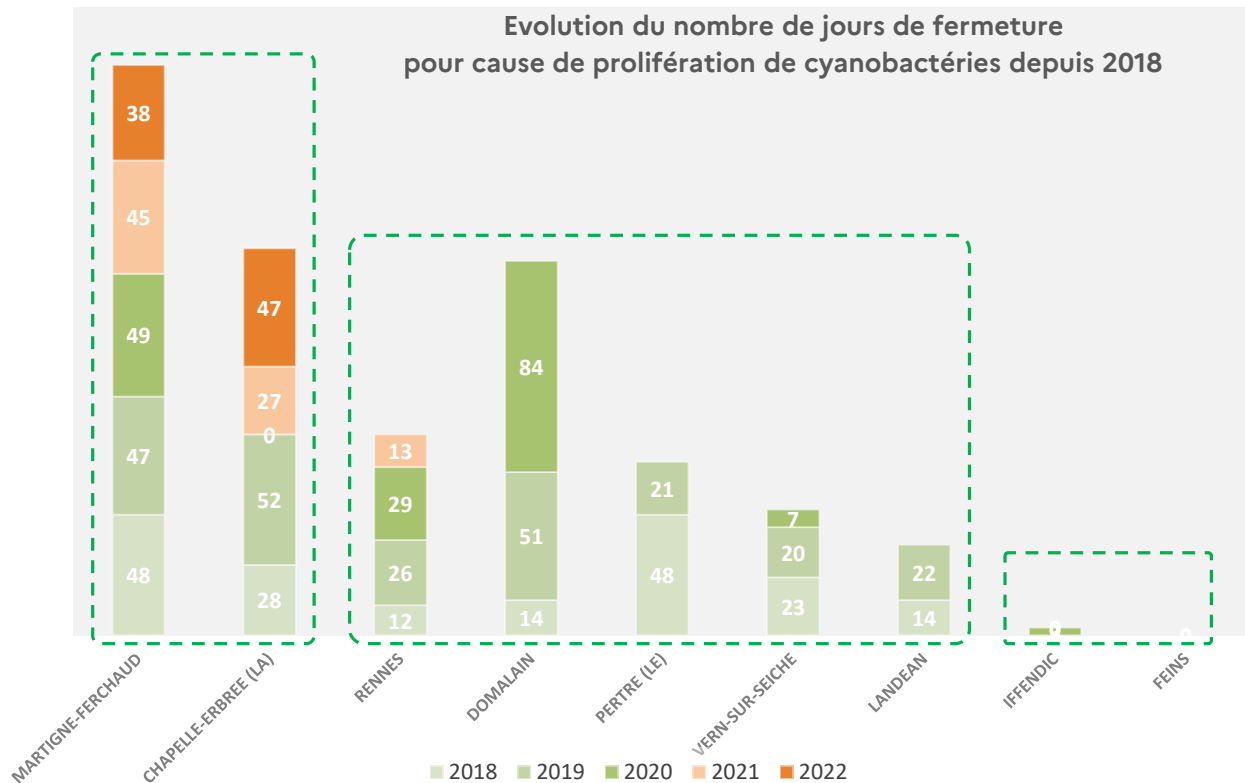
	2018	2019	2020	2021	2022
Nb de sites suivis	27	27	26	27	27
Nb de sites avec au moins 1 épisode de fermeture	18	13	13	4	9
Nb de jours de fermetures	N.D.	355	462	127	260

↘ du nombre de sites concernés par des épisodes de fermeture

↘ du nombre de jours de fermeture

IMPACT SUR LES FERMETURES EN ILLE-ET-VILAINE

Evolution du nombre de jours de fermeture
pour cause de prolifération de cyanobactéries depuis 2018



> Moins de sites concernés par des fermetures

> Pas d'impact sur les 2 sites les plus problématiques

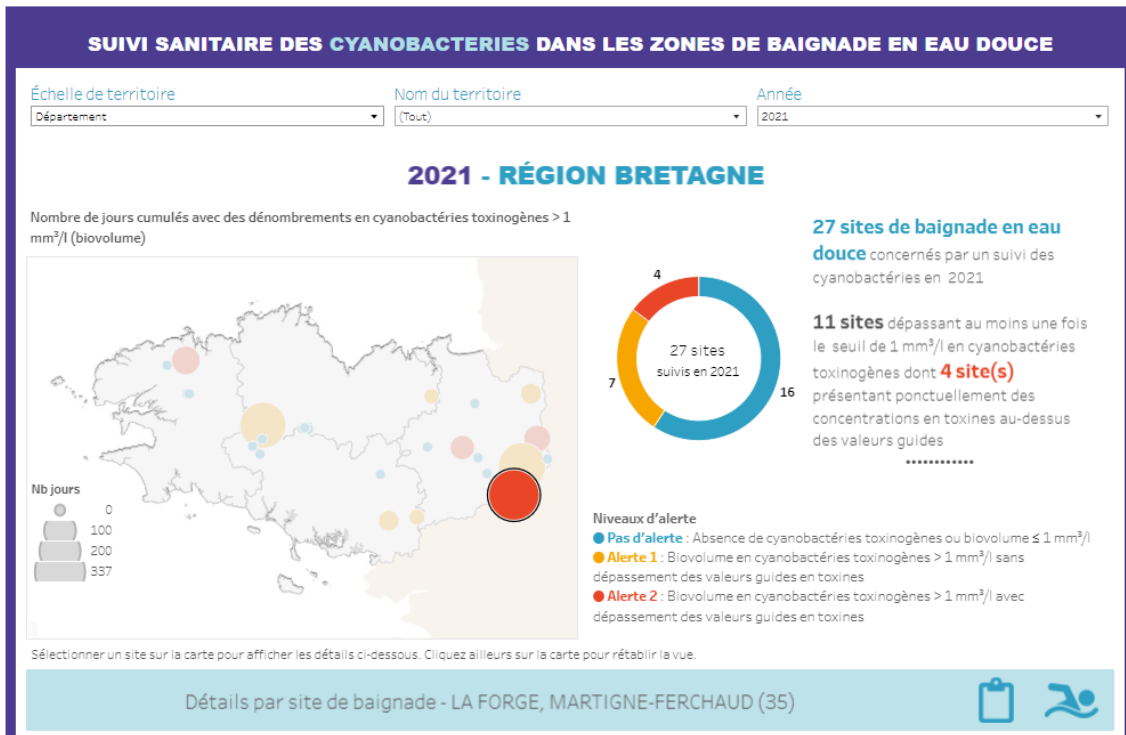
> Pas d'impact sur les 2 sites sans problèmes

> Impact positif pour 5 sites qui subissaient régulièrement des fermetures

> Durées de fermeture plus courtes ?

VALORISATION DES DONNEES

> Collaboration avec l'**Observatoire de l'environnement en Bretagne** (OEB) ➔ Résultats du suivi des cyanobactéries accessibles au grand public sous forme de datavisualisation



Datavisualisation

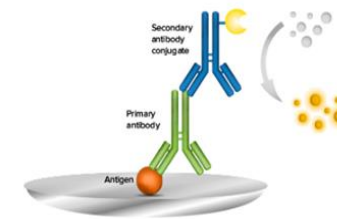
➔ Recherche des toxines : basculement vers la technique ELISA

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Méthode standardisée : 1 seul kit disponible sur le marché avec bonnes performances analytiques (sensibilité/répétabilité)	1 seul fournisseur
Méthode plus intégrative : Pas d'étalon limitant la capacité de détection aux molécules déjà connues => plus grand nb de variants détectés	Pas d'identification précise des molécules impliquées
Recherche ciblée des cyanotoxines susceptibles d'être présentes	Groupe ment identifiable sur molécules de dégradation (surestimation ?)
Délai d'obtention des résultats réduit	Limites de quantification moindre que certaines méthodes chromatographiques (ATX)
Coût réduit (variable selon les laboratoires) ?	1 seul laboratoire accrédité (MCs) 2 en cours d'accréditation



Quel impact du basculement vers l'ELISA ?

- ➔ des limitations/interdictions baignade & activités nautiques ?
- ➔ du coût de la surveillance sanitaire ?



Principe ELISA : réaction d'un anticorps spécifique à une portion de la structure spatiale de la molécule recherchée (antigène)

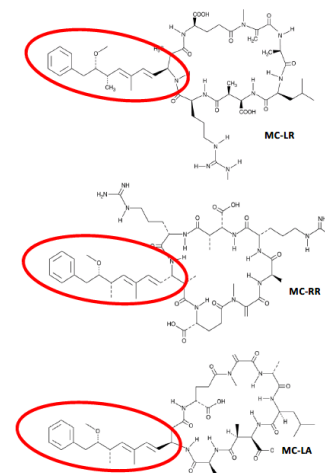


Fig. C15- Trois variantes de microcystines et leur groupement ADDA commun. Celui-ci doit être reconnu indifféremment (à quelques % près) par l'anticorps utilisé par les tests ELISA pour fournir un résultat en microcystines totales (µg/litre équivalent MC-LR)

🤔 Quelle évolution des indicateurs de surveillance ?

- moins de dénombrements ?
- plus d'analyses de toxines ?

👉 **Etude ORACLE 2004-2021** (Bretagne) :

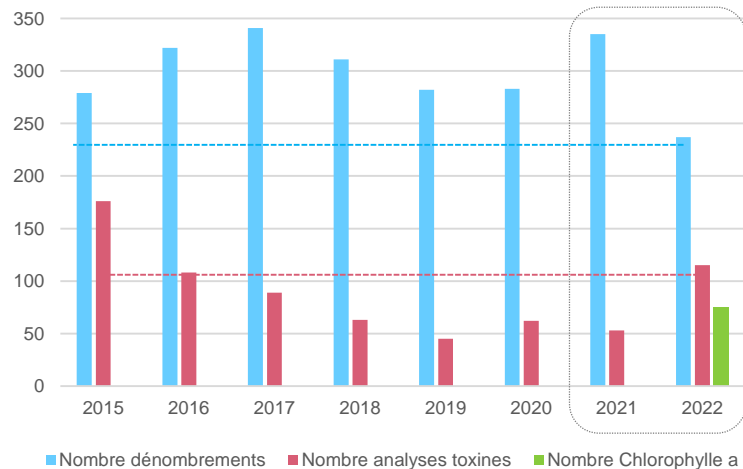
- 25% échantillons > 100 000 cellules/mL
- 44% échantillons > 1 mm³/L

! Référentiel normatif :

- méthode de prélèvement
- méthode dénombrement/identification : Utermöhl vs méthode Brient et al

! Connaissance des risques :

- anatoxine-a (exposition aigüe voie orale) : VTR et seuil de gestion adapté



MERCI POUR VOTRE ATTENTION !