



LES CYANOBACTÉRIES DES PLANS D'EAU D'ILE DE FRANCE

Programmes de recherche passés et actuels

Cécile BERNARD, UMR MCAM, MNHN

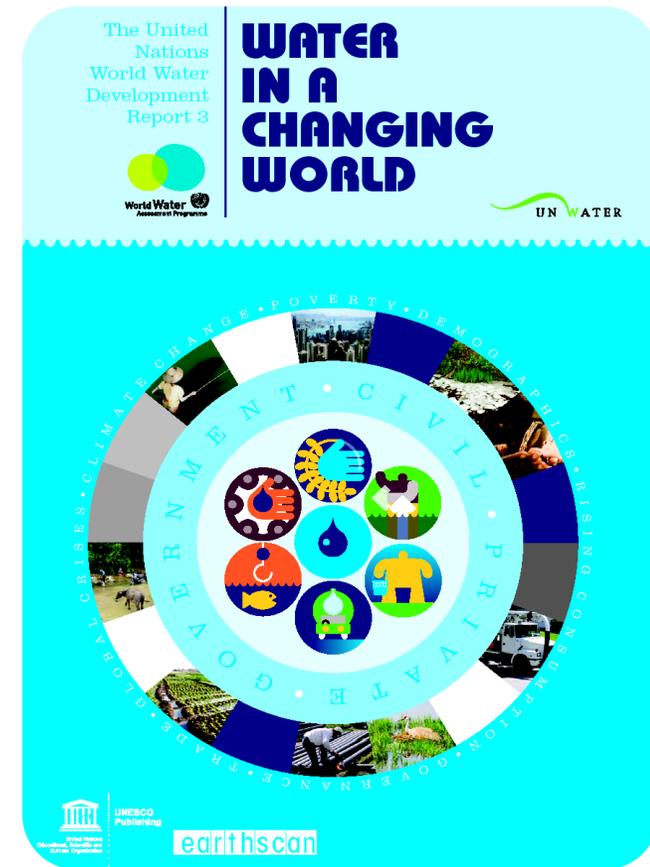
Journée Cyanobactéries FIRE

24 avril 2024

Les écosystèmes aquatiques ?

« les propriétés des systèmes aquatiques sont gouvernés par des lois biologiques, chimiques et physiques qui définissent la quantité et la qualité des ressources en eau, indépendamment des influences humaines et qui sont reliées de multiples façons »....

« les **activités humaines** se superposent à ces processus naturels en les modifiant et en provoquant des **ruptures des équilibres naturels** au sein des systèmes aquatiques ».



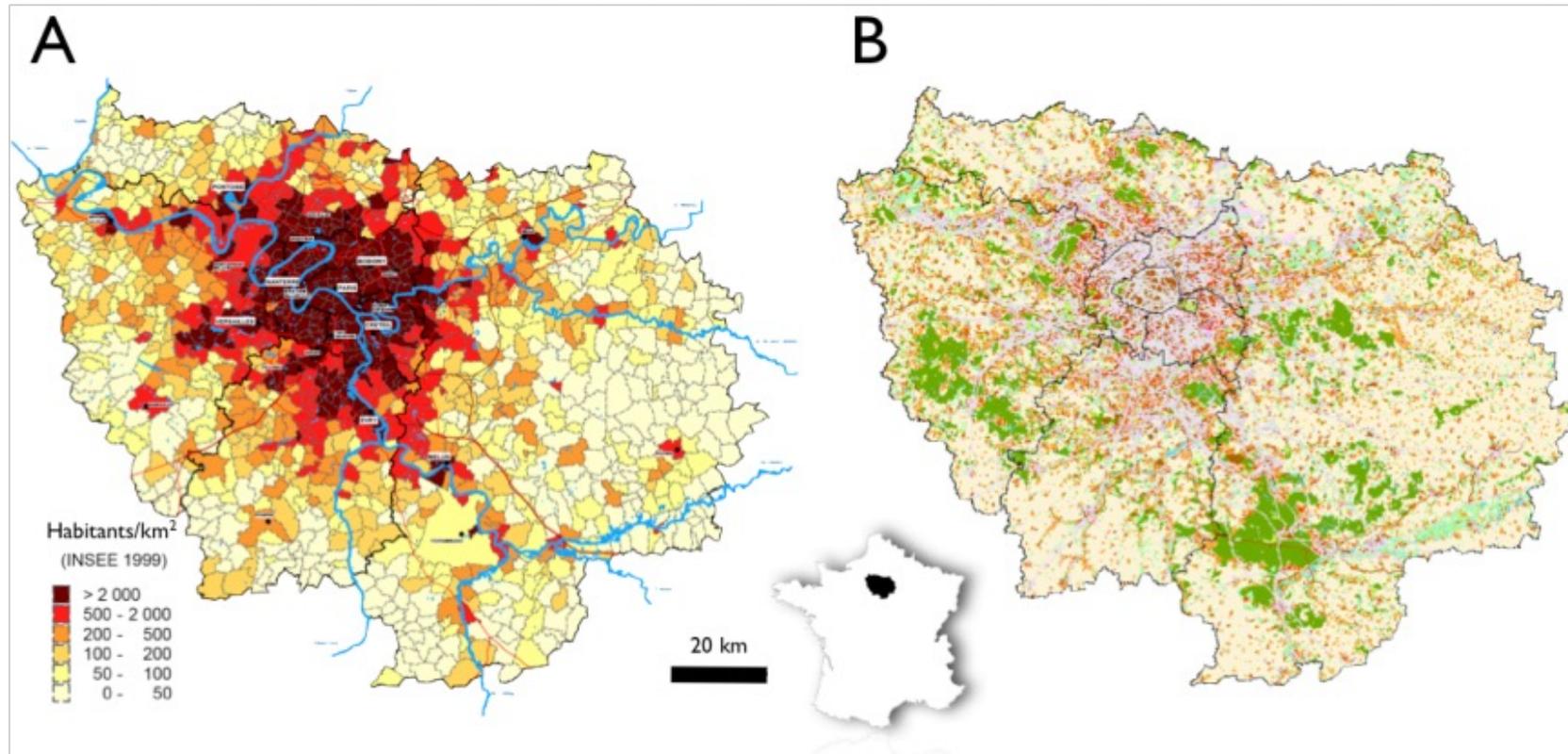
Interactions humains-Environnement

- Les écosystèmes aquatiques : zones d'interface et d'interactions
- Effets de des **humains** sur la diversité des **écosystèmes aquatiques**
- Effets de ces déséquilibres sur les **humains**



Contexte : L'Ile-de-France

- Une des régions d'Europe la plus densément peuplée
- 19% de la population nationale (soit \approx 11 millions d'habitants)
- Un territoire contrasté en terme d'urbanisation / pression anthropique
- 980 plans d'eau en Ile de France à usages variés



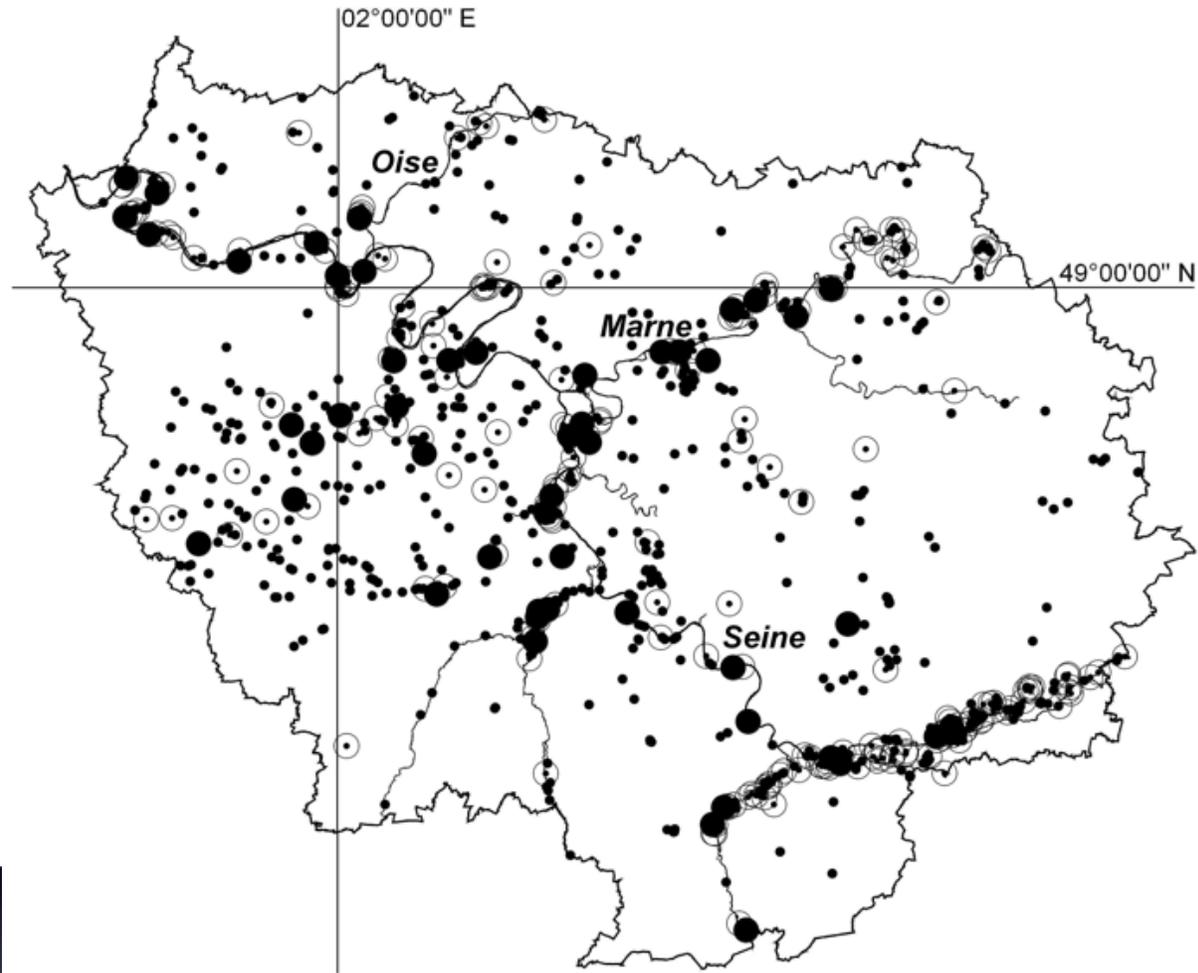
Plans d'eau d'Ile-de-France



Lac de Ville (Noisy-le-Grand, 93)



Lac de St Mandé (Bois de Boulogne, Paris, 75)



Etang de Saint-Hubert (Le Perray, 78)



Etang de pêche (Congis sur Thérrouanne, 77)



Plans d'eau d'Ile de France :

modèle d'étude des interactions Sociétés - Ecologie – Biodiversité – Santé



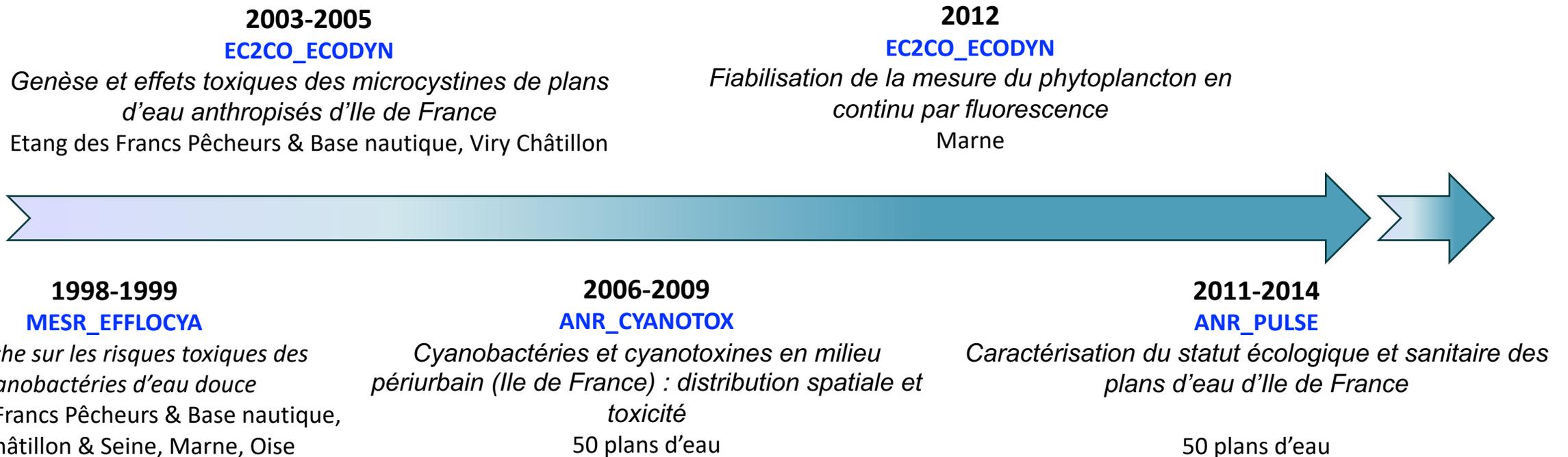
Enjeux sociétaux

- Ecosystèmes aquatiques à usages récréatifs
- Une Base de Plein Air et de Loisirs (BPAL) est définie comme *«un espace libre, animé, ouvert à l'ensemble de la population. C'est un équipement qui offre à ses usagers les possibilités d'expression les plus variées permettant la détente et la pratique d'activités sportives, culturelles de plein air et de loisirs dans un cadre naturel préservé du bruit »* (circulaire Mazeaud 1975)
- BPAL en région Ile-de-France : 11 régionales et 11 départementales
- ≈ 20 millions de visiteurs par an (IAURIF, 2003)
- Certaines classées NATURA 2000 (e.g. BPAL de Saint-Quentin en Yvelines)

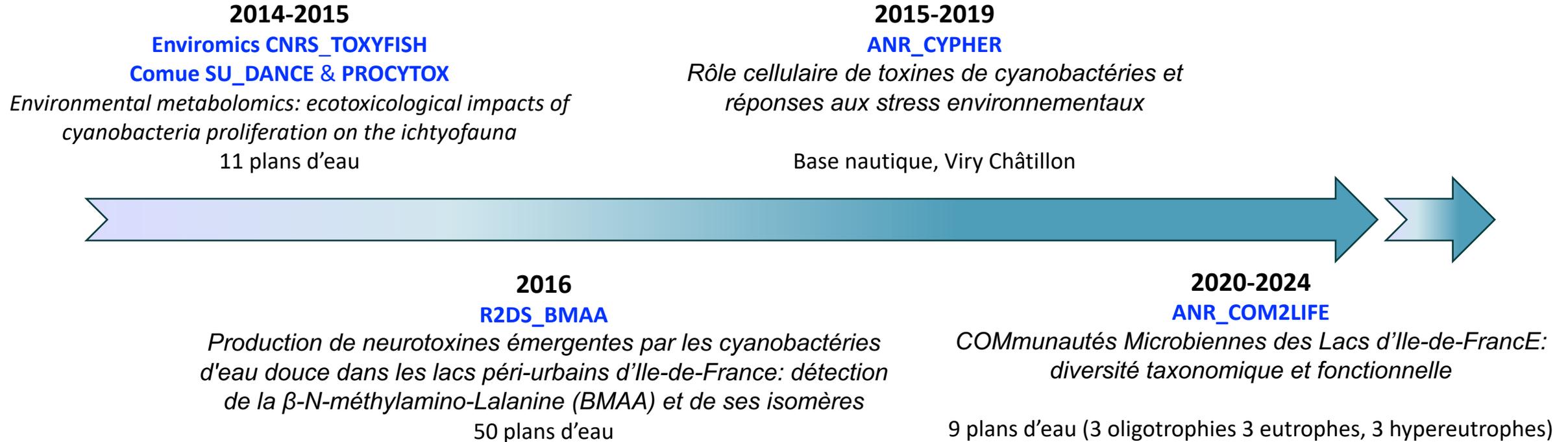
Programmes de recherche_MNHN

Questions :

- Ecologie, Biodiversité, Taxonomie, Ecotoxicologie, Physiologie ... des cyanobactéries
- Fonctionnement des écosystèmes : modélisation et scénarios d'évolution
- Usages et perception



Programmes de recherche_MNHN

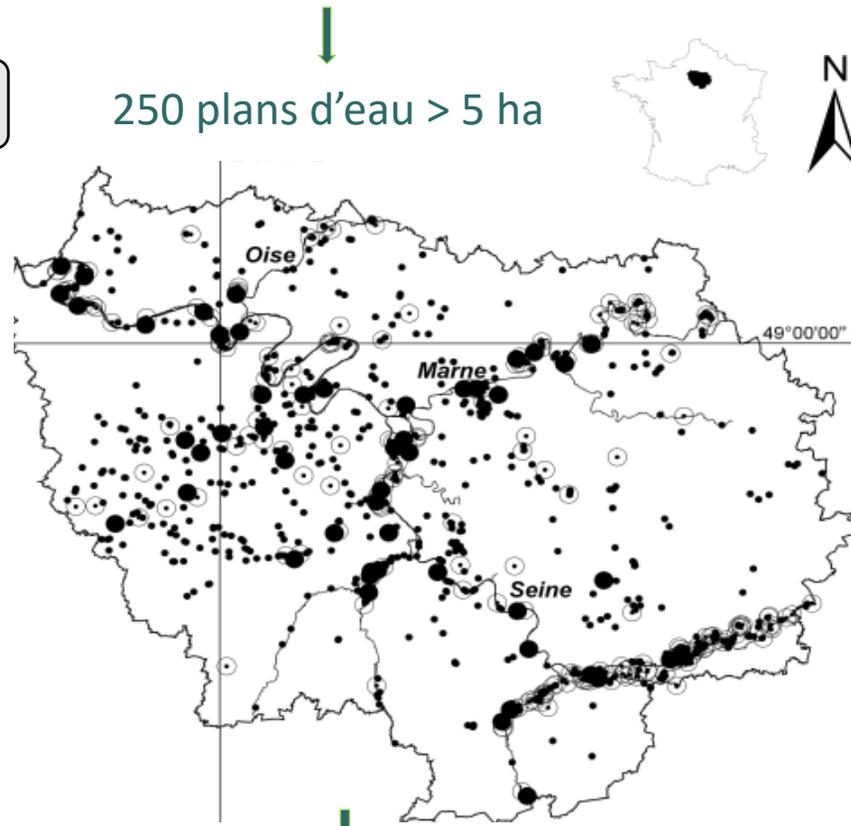


... et j'en oublie

Plans d'eau en Ile de France

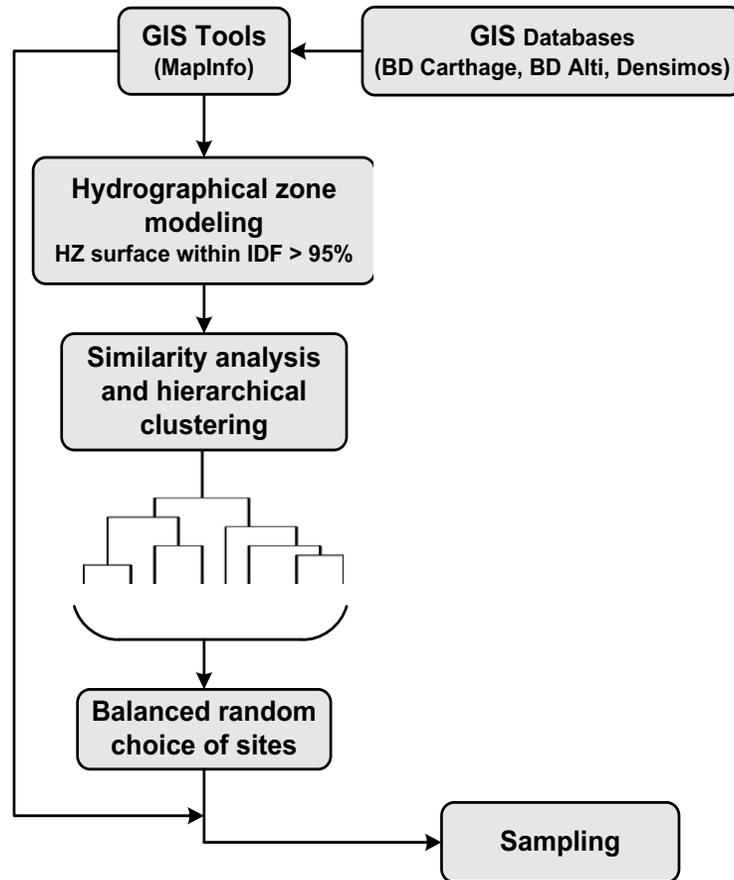
980 plans d'eau en Ile de France

250 plans d'eau > 5 ha



- Plans d'eau (n = 980)
- Plans d'eau > 5 ha (n = 246)
- Plans d'eau CYANOTOX (n = 50)

50 échantillonnés, 3 stations, 4 campagnes

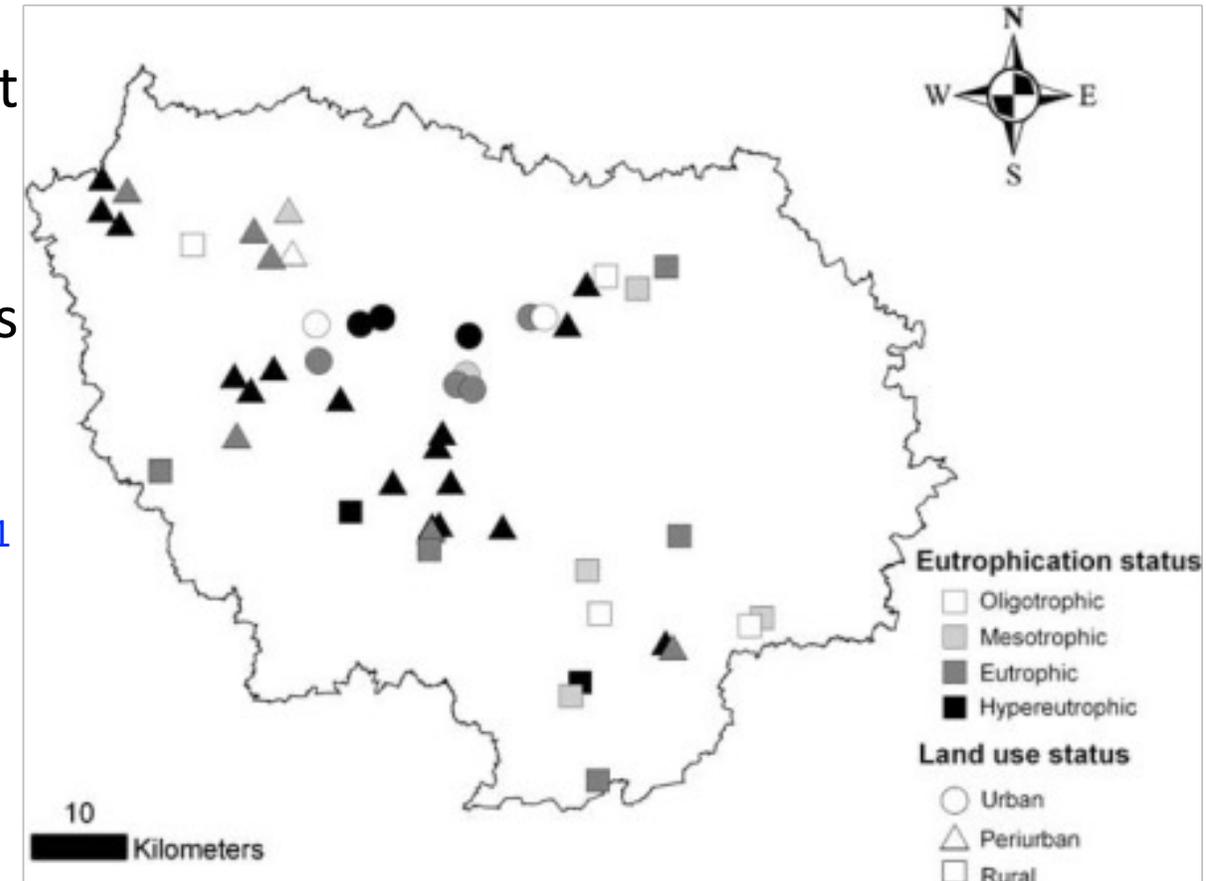


Design and application of a stratified sampling strategy to study the regional distribution of cyanobacteria (Ile-de-France, France)

Arnaud Catherine^a, Marc Troussellier^b, Cécile Bernard^{a,*}

Statut trophique des plans d'eau d'Ile de France

- 70 % des plans d'eau (n = 35) sont eutrophes et 44 % hypereutrophes (OECD 1982)
- Sans corrélation spatiale mais en lien avec les usages (urbain, péri-urbain et rural)
- Concentration en chlorophylle a : < 1 à 357 $\mu\text{g L}^{-1}$



Diversité du phytoplancton et des cyanobactéries

- Diversité γ du phytoplancton en Ile de France : 676 espèces parmi lesquelles 115 de cyanobactéries
- Très forte β -diversité : expliquée par le remplacement des espèces (i.e. turnover) plus que par la richesse (i.e. nestedness)

Classe	Eté 2006		Hiver 2007		Eté 2011		Richesse cumulée	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Chlorophyceae	178	52.5	115	47.1	203	53.0	336	49.6
Bacillariophyceae	46	13.6	65	26.6	70	18.3	121	17.9
Cyanobacteria	61	18.0	30	12.3	59	15.4	115	17.0
Euglenophyceae	35	10.3	16	6.6	30	7.8	63	9.3
Dinophyceae	11	3.2	7	2.9	7	1.8	19	2.8
Cryptophycea	6	1.8	11	4.5	9	2.3	16	2.4
Non-identifié	2	0.6	0	0.0	5	1.3	7	1.0
Total	339	-	244	-	383	-	677	-

n : nombre de taxons identifiés ; % : pourcentage de la richesse régionale représenté par chaque classe phytoplanctonique.

	S06	W07	S11
Regional diversity			
γ -richness	340	244	383
Local diversity			
α -richness			
Min	9	4	5
Max	73	35	70
Mean	38	19	35
CV (%)	42	37	44
β -diversity			
β_{sor}	0.967	0.974	0.968
β_{sim}	0.957	0.968	0.958
β_{nes}	0.010	0.006	0.010



Freshwater Biology (2016)

doi:10.1111/fwb.12731

Environmental heterogeneity among lakes promotes hyper β -diversity across phytoplankton communities

SELMA MALOUIFI*, ARNAUD CATHERINE*, DAVID MOUILLOT^b, CLARISSE LOUARD*, ALAIN COUTÉ*, CÉCILE BERNARD* AND MARC TROUSSELLIER[†]
^{*}UMR 7245 MCAM MNHN-CNRS, Muséum National d'Histoire Naturelle, 12 rue Buffon, CC 39, Paris, France
[†]UMR 9190 MARBEC UIM2-CNRS-IRD-UMI-IFREMER, Université de Montpellier 2, Place Eugène Bataillon, CC 93, Montpellier, France

Science of the Total Environment 559 (2016) 74–83

Contents lists available at ScienceDirect
 Science of the Total Environment

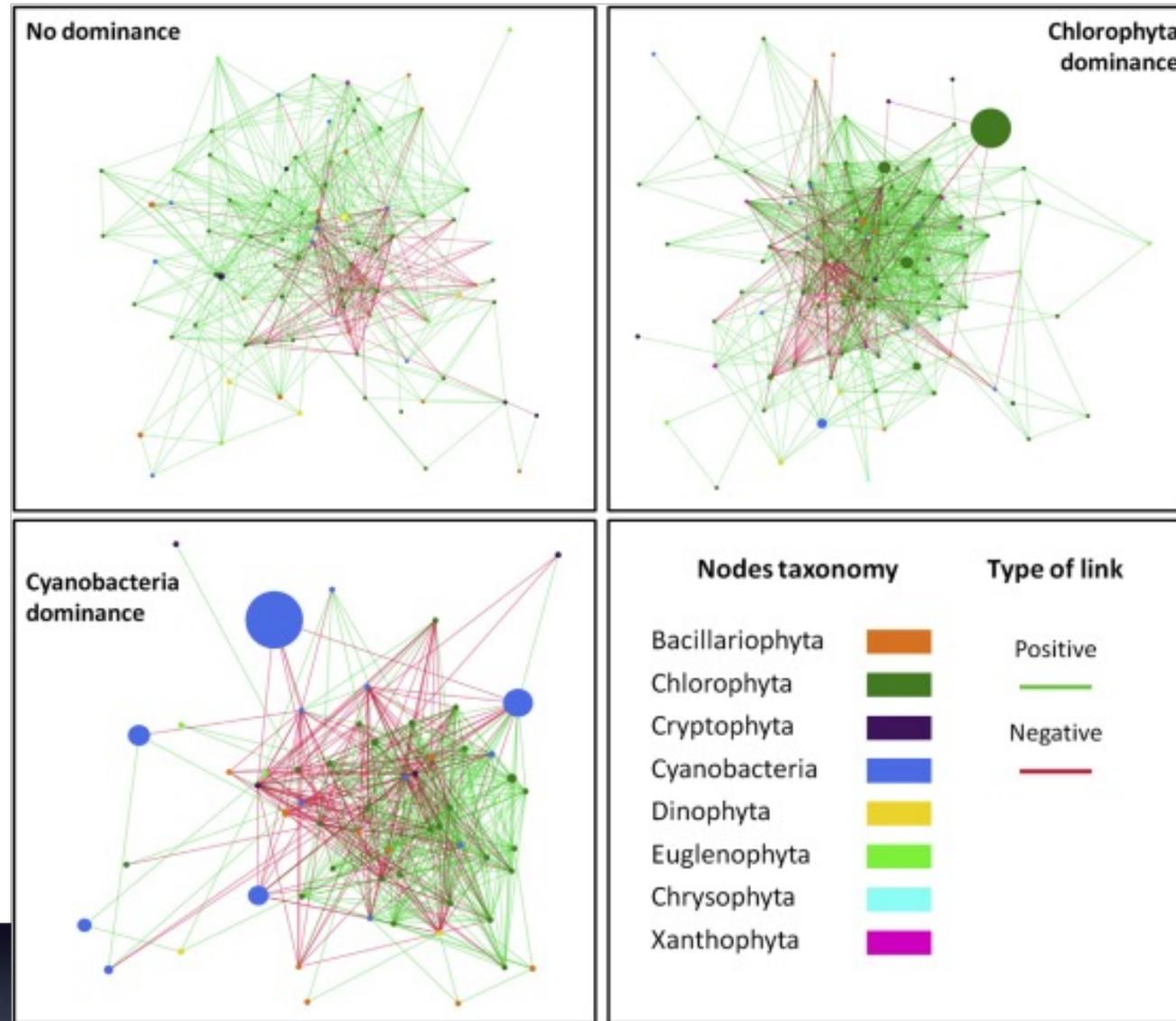
journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Patterns and multi-scale drivers of phytoplankton species richness in temperate peri-urban lakes

Arnaud Catherine ^{*,a,*}, Maloufi Selma ^{a,1}, David Mouillot ^b, Marc Troussellier ^b, Cécile Bernard ^a

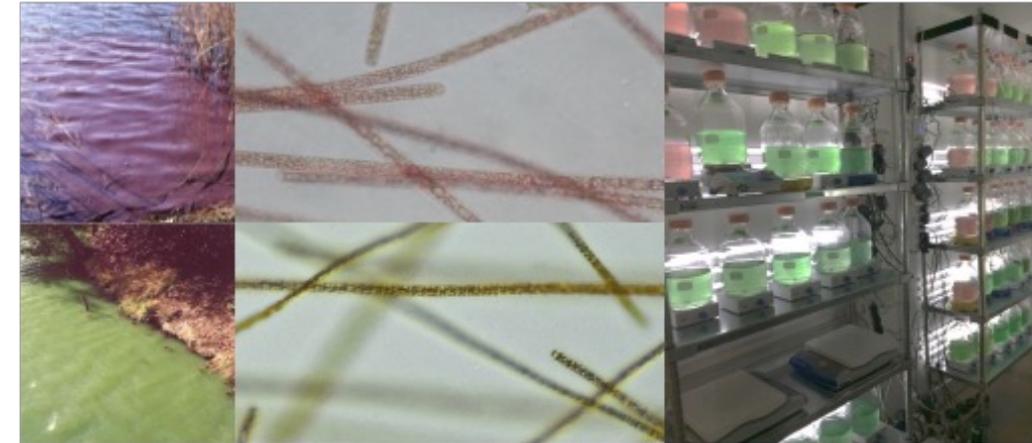
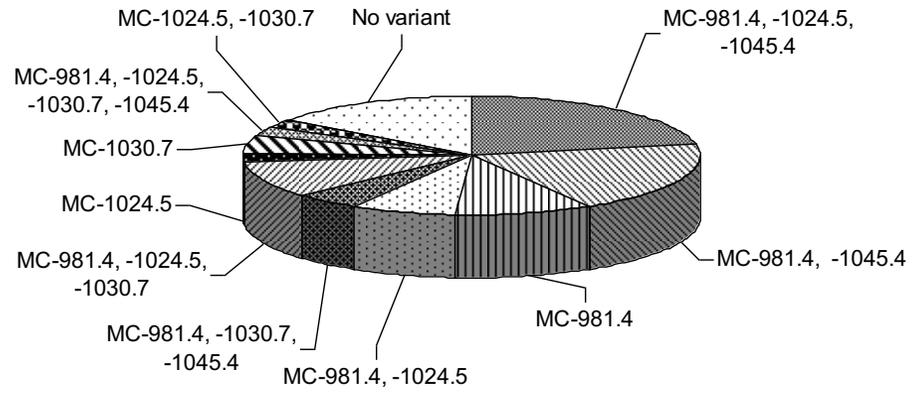
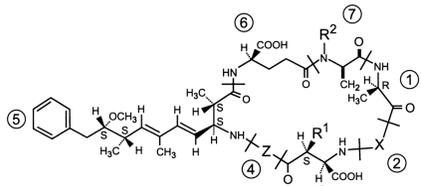
Diversité et interactions du phytoplancton



Diversité des cyanobactéries

- Diversité génotypique des cyanobactéries en Ile de France

Exemple : Planktothrix agardhii de la Base nautique de Viry-Châtillon : 16 chemotypes de microcystines sur 64 souches isolées (MC-m/z)



WATER RESEARCH 41 (2007) 4446–4456

Available at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

journal homepage: www.elsevier.com/locate/watres

Microcystin ecotypes in a perennial *Planktothrix agardhii* bloom

Claude Yéprémian^a, Muriel F. Gugger^a, Enora Briand^{a,b}, Arnaud Catherine^a, Céline Berger^a, Catherine Quiblier^{a,c}, Cécile Bernard^{a,*}

APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, June 2008, p. 3839–3848
 0099-2240/08/\$08.00+0 doi:10.1128/AEM.02343-07
 Copyright © 2008, American Society for Microbiology. All Rights Reserved.

Vol. 74, No. 12

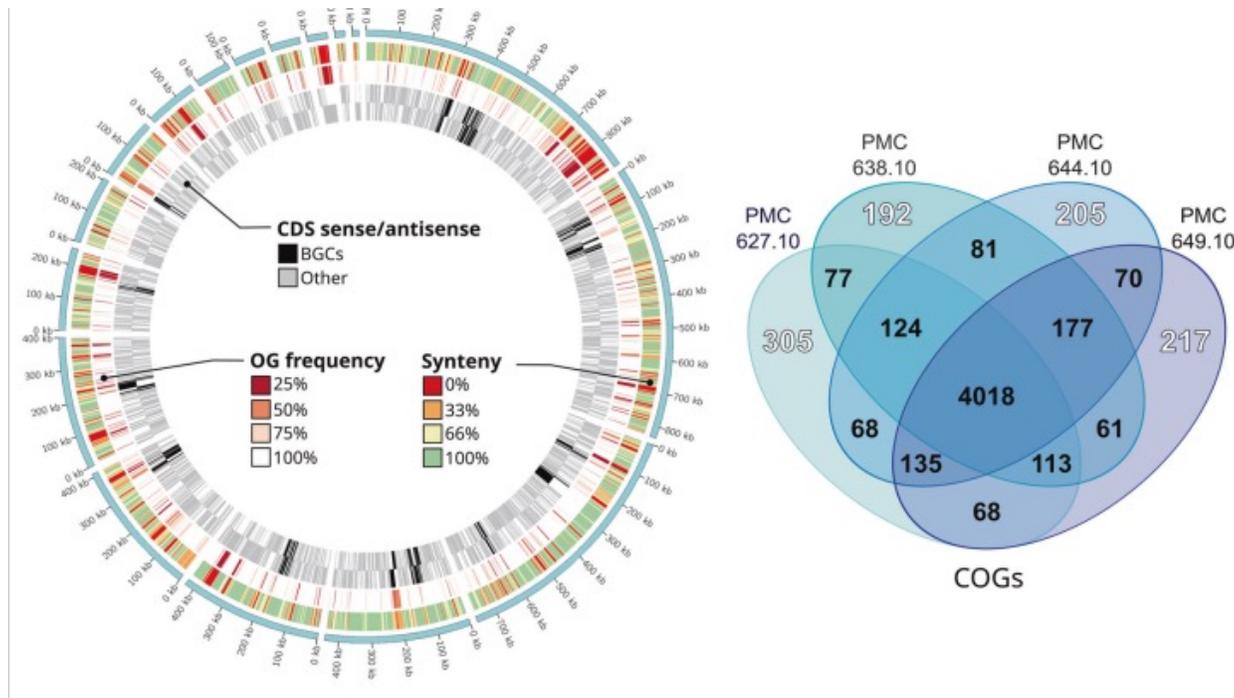
Temporal Variations in the Dynamics of Potentially Microcystin-Producing Strains in a Bloom-Forming *Planktothrix agardhii* (Cyanobacterium) Population^{7†}

Enora Briand,^{1,2} Muriel Gugger,^{1,3} Jean-Christophe François,^{4,5,6} Cécile Bernard,¹ Jean-François Humbert,^{3,7*} and Catherine Quiblier^{1,8*}

Diversité des cyanobactéries

- Diversité génotypique des cyanobactéries en Ile de France

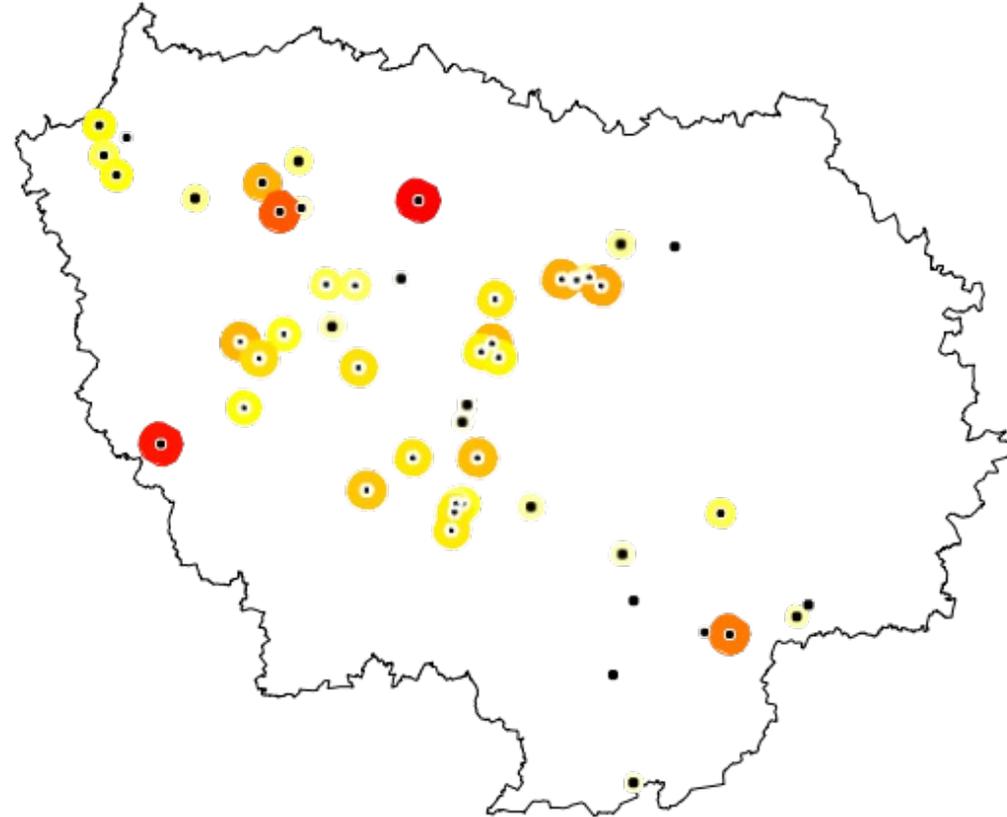
Exemple : Aphanizomenon gracile : forte dissimilarité (32%) des génomes au sein d'une population monospécifique due à la présence / absence de gènes (singletons)



Statut écologique et sanitaire des plans d'eau d'Ile de France

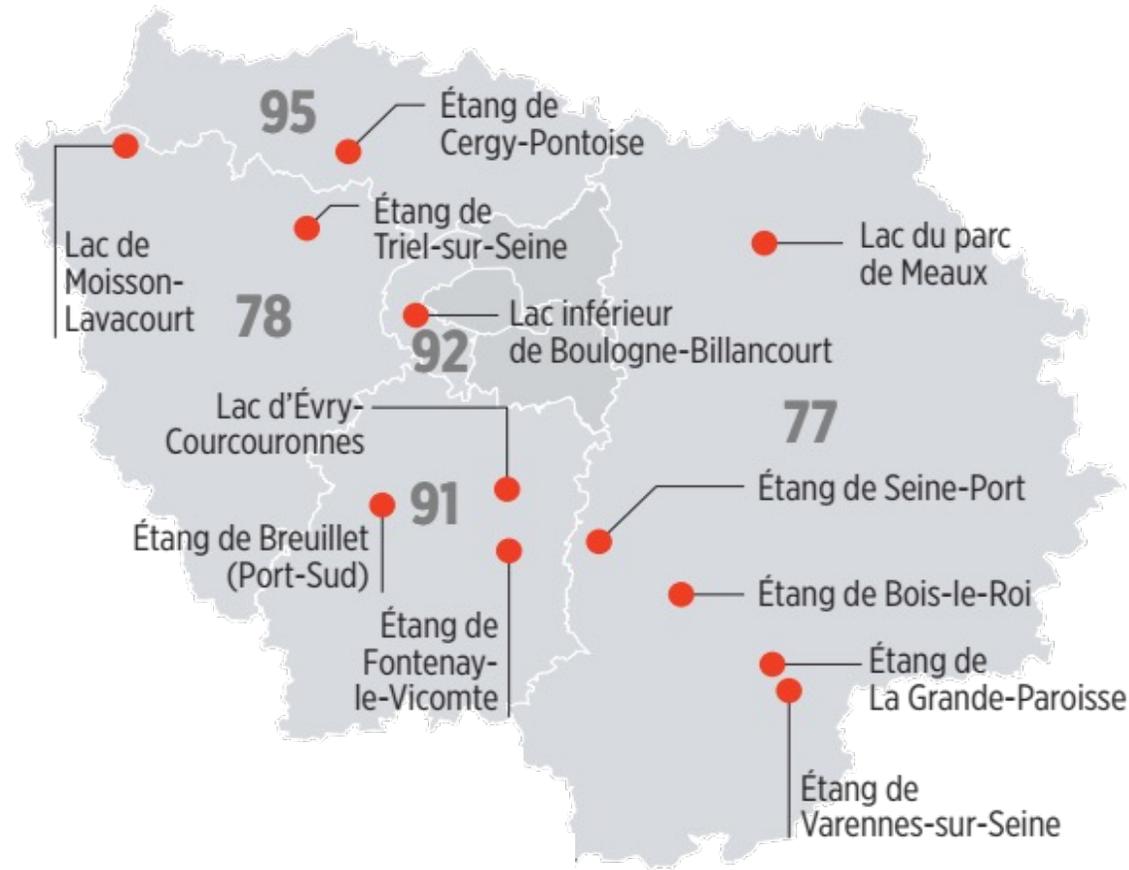
Indice Global de Qualité (IGQ)

49 plans d'eau		
	n	%
Bon état	13	26
Etat dégradé +	6	12
Etat dégradé ++	19	38
Etat dégradé +++	7	14
Très dégradé	4	8



Les plans d'eau d'Ile de France les plus vulnérables aux cyanobactéries

- Dominance des cyanobactéries pour 40 % des sites l'été



LP/INFOGRAPHIE AVEC LP/DATA.



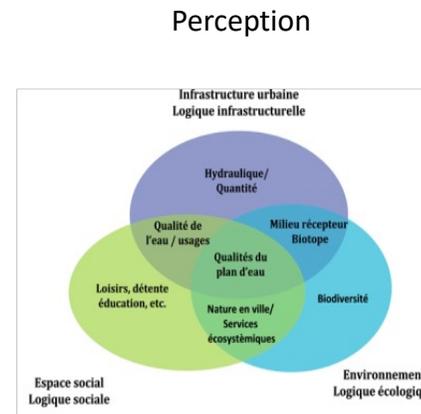
ÎLE-DE-FRANCE | Presque inexistantes il y a trente ans, chaque été, les cyanobactéries prennent plus d'ampleur. Conséquence : baignade interdite, danger mortel pour les animaux et risques pour l'homme.

Ces bactéries qui empoisonnent nos plans d'eau

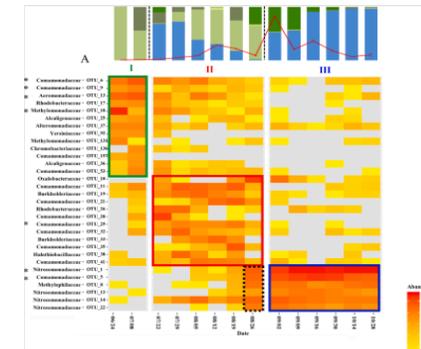
Le Parisien aout 2022

Questions en cours ...

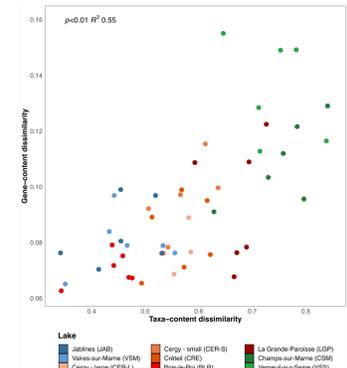
- Ecologie, Diversité, Taxonomie, Physiologie ... des cyanobactéries et des autres espèces de microorganismes photosynthétiques
- Interactions microbiennes : diversité et rôle fonctionnel
- Ecotoxicologie et interactions avec les autres composantes biotiques des plans d'eau d'Ile de France : focus ichtyofaune
- Effets et impacts des cyanobactéries sur le fonctionnement des plans d'eau d'Ile de France
- Usages et perception
-



Communautés microbiennes



Gènes vs taxa





MERCI DE VOTRE ATTENTION

Et à l'équipe CYANOS du Muséum ...

