

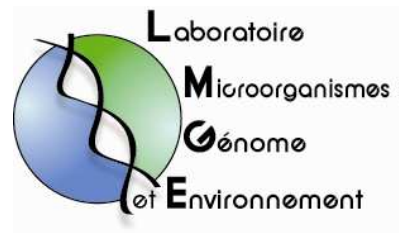


Séminaire du LMGE
Besse-en-Chandesse, 12 mai 2016

ÉCOLOGIE DES CYANOTOXINES DANS LES LACS D'Auvergne :
Résultats marquants et perspectives de recherche sur l'anatoxine-a

Marion SABART

Université Blaise Pascal - LMGE UMR CNRS 6023, Clermont-Ferrand



Contexte de financement des projets sur les cyanotoxines

The screenshot shows the homepage of the Plan Loire Grandeur Nature website. At the top, there are language options for 'Français' and 'Anglais', the logo 'plan Loire Grandeur Nature', and a 'plan-loire.fr' URL. A 'NEWSLETTER' section includes a search for 'Identifiant' and 'Inscription' with a 'mot de passe oublié?' link. Navigation icons for 'Le plan Loire', 'Pratique', and 'Ressources' are present. A search bar on the left is titled 'Je sais mes mots clés' and includes filters for 'Tout', 'Images', 'Vidéos', and 'Données'. Below it is a 'Je filtre par thématiques' section with checkboxes for 'INONDATIONS', 'SÉCHERESSE', 'PATRIMOINE', 'TOURISME', 'RESSOURCE EN EAU', 'ESPÈCES PATRIMONIALES', 'ESPACES NATURELS', 'RECHERCHE', 'DÉVELOPPEMENT', and 'TERRITORIAL'. A central banner features a 'MOTEUR DE RECHERCHE intuitif' and a 'BASE DES PROJETS' section. On the right, a 'Les plates-formes' menu lists 'PRÉVENTION DES INONDATIONS', 'OUVRAGES DOMANIAUX DE L'ÉTAT ET SÉCURITÉ', 'EAU, ESPACES, ESPÈCES PATRIMOINE', 'RECHERCHE, DONNÉES, INFORMATION', and 'ESTUAIRE'. A 'VISITES GUIDÉES' button is also visible.

Le Plan Loire Grandeur Nature

<http://www.plan-loire.fr>

un plan d'aménagement global qui vise à concilier la sécurité des personnes, la protection de l'environnement, le développement économique dans une perspective de développement durable

Deux outils financiers :

- Le Contrat de Plan Interrégional Etat / Régions du bassin de la Loire
- Le Programme Opérationnel Interrégional FEDER bassin de la Loire

Contexte de financement des projets sur les cyanotoxines



Zone géographique : l'ensemble du bassin de la Loire



4 enjeux prioritaires :

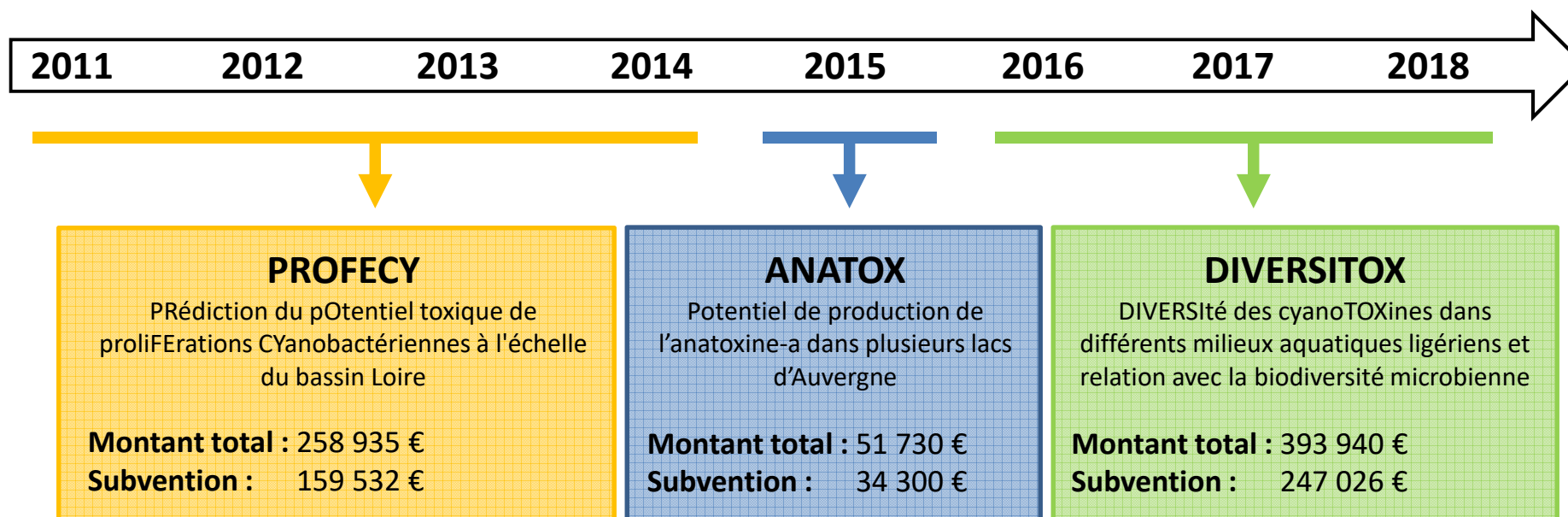
- 1- Réduire les conséquences négatives des inondations sur les territoires
- 2- Retrouver un fonctionnement plus naturel des milieux aquatiques
- 3- Valoriser les atouts du patrimoine
- 4- Développer, valoriser et partager la connaissance sur le bassin

Contexte de financement des projets sur les cyanotoxines



Des connaissances scientifiques pour une meilleure gestion des milieux aquatiques

- 1- Réduire les conséquences négatives des inondations sur les territoires
- 2- Retrouver un fonctionnement plus naturel des milieux aquatiques
- 3- Valoriser les atouts du patrimoine
- 4- Développer, valoriser et partager la connaissance sur le bassin



2 co-financeurs : le FEDER et l'Etablissement Public Loire



Les proliférations de cyanobactéries dans les milieux aquatiques



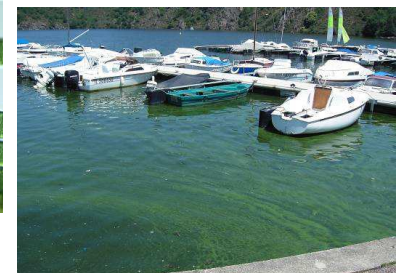
A l'origine de nombreux problèmes

- ✓ Environnementaux
- ✓ Economiques
- ✓ Sanitaires



Production de cyanotoxines :

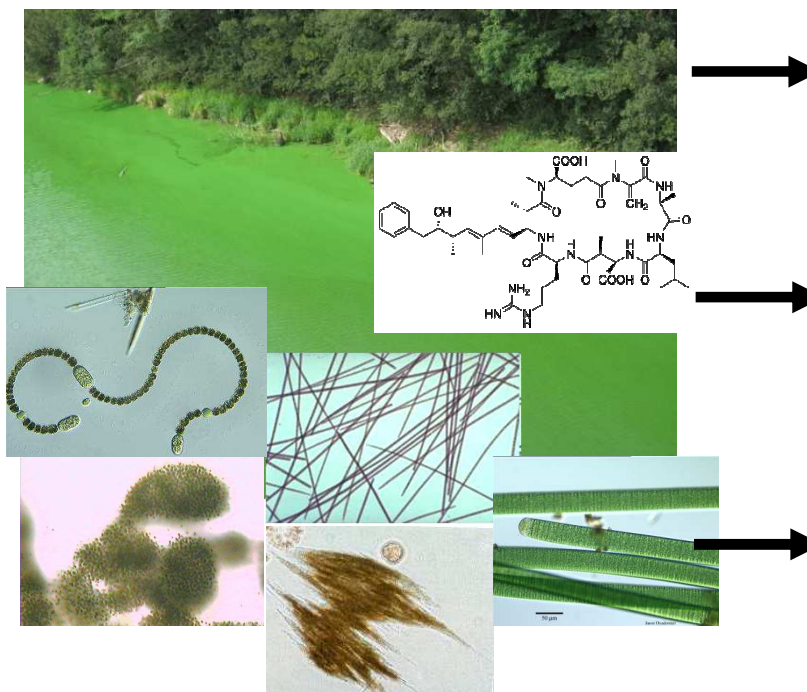
- ✓ Produites par la majorité des cyanobactéries



- ✓ Grande diversité de molécules :
Dermatotoxines, Hépatotoxines, Neurotoxines
- ✓ Intoxications animales et humaines



Les cyanotoxines : état des connaissances et problématique



Difficile de prévoir la quantité de toxine produite lors d'une prolifération

Les microcystines : ubiquistes, les plus étudiées, les seules prises en compte dans la gestion

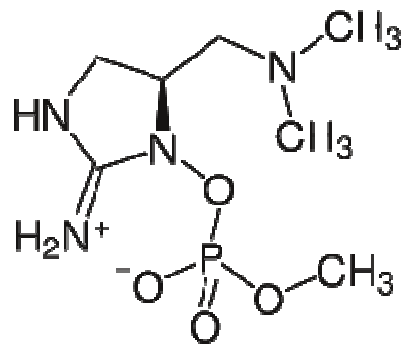
Production potentielle de différentes toxines

Un des objectifs du projet PROFECY :

Y-a-t-il d'autres cyanotoxines potentiellement produites dans les lacs d'Auvergne ?



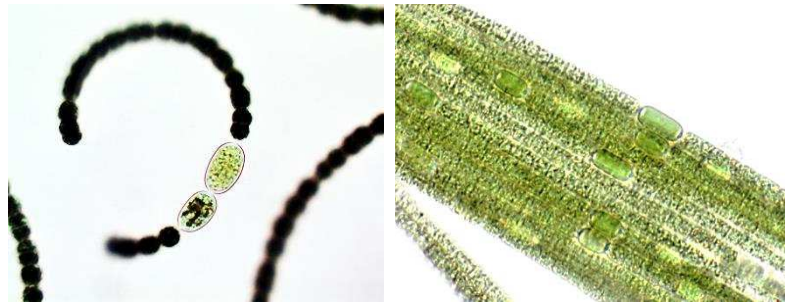
Intérêt des scientifiques et des gestionnaires pour l'anatoxine-a



Peu d'études environnementales

Neurotoxine
(LD₅₀ = 250 µg/kg
i.p. souris)

Mortalités de chiens en rivière



Cyanobactéries potentiellement productrices
dans les lacs auvergnats



Toxicol 45 (2005) 919-928

TOXICON

www.elsevier.com/locate/toxicon

First report in a river in France of the benthic cyanobacterium *Phormidium favosum* producing anatoxin-a associated with dog neurotoxicosis

Muriel Gugger^{a,*}, Séverine Lenoir^{a,b}, Céline Berger^a, Aurélie Ledreux^a, Jean-Claude Druart^c, Jean-François Humbert^c, Catherine Guette^a, Cécile Bernard^a



Midi Libre

FAITS DIVERS SPORT SOCIÉTÉ ÉCONOMIE CULTURE & LOISIRS

ANNON

Le retour de la bactérie tueuse inquiète les gorges du Tarn

Il y a 1728 jours 10 par SOPHIE GUIRAUD



Recommander Partager 13 701 personnes le recommandent.

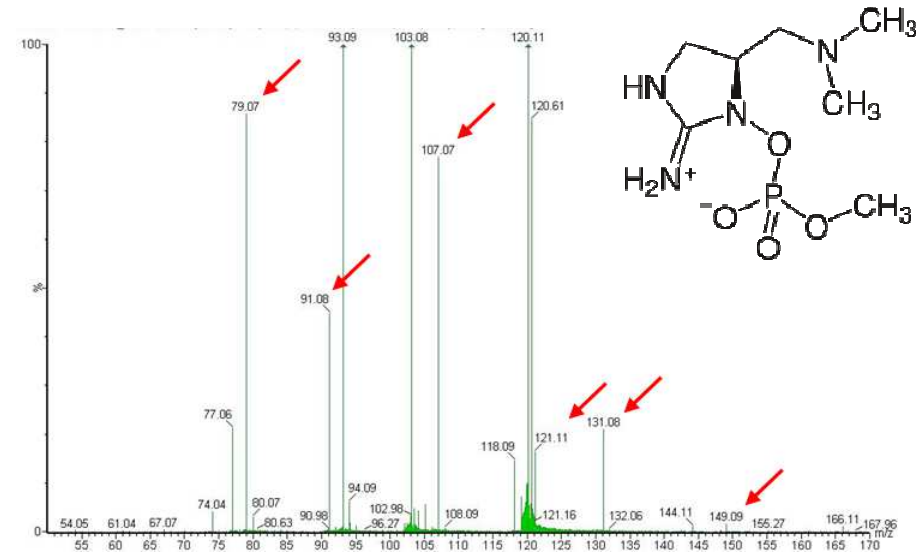
TWITTER G+ 0

Echantillonnage et méthodes

10 plans d'eau de la région Auvergne



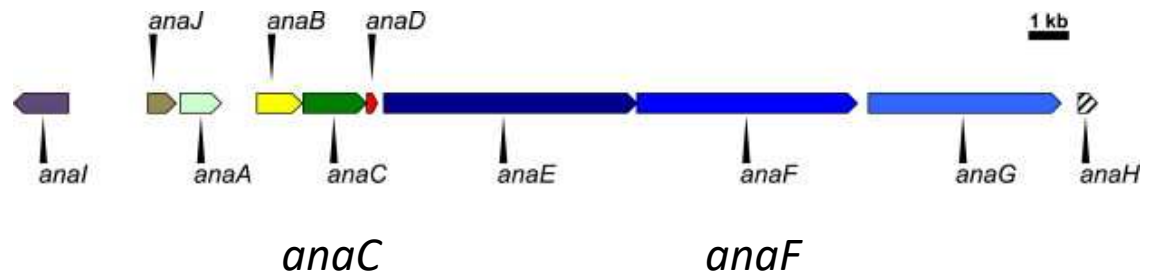
Chimie analytique (LC-MS-MS) pour la détection/quantification de l'anatoxine-a



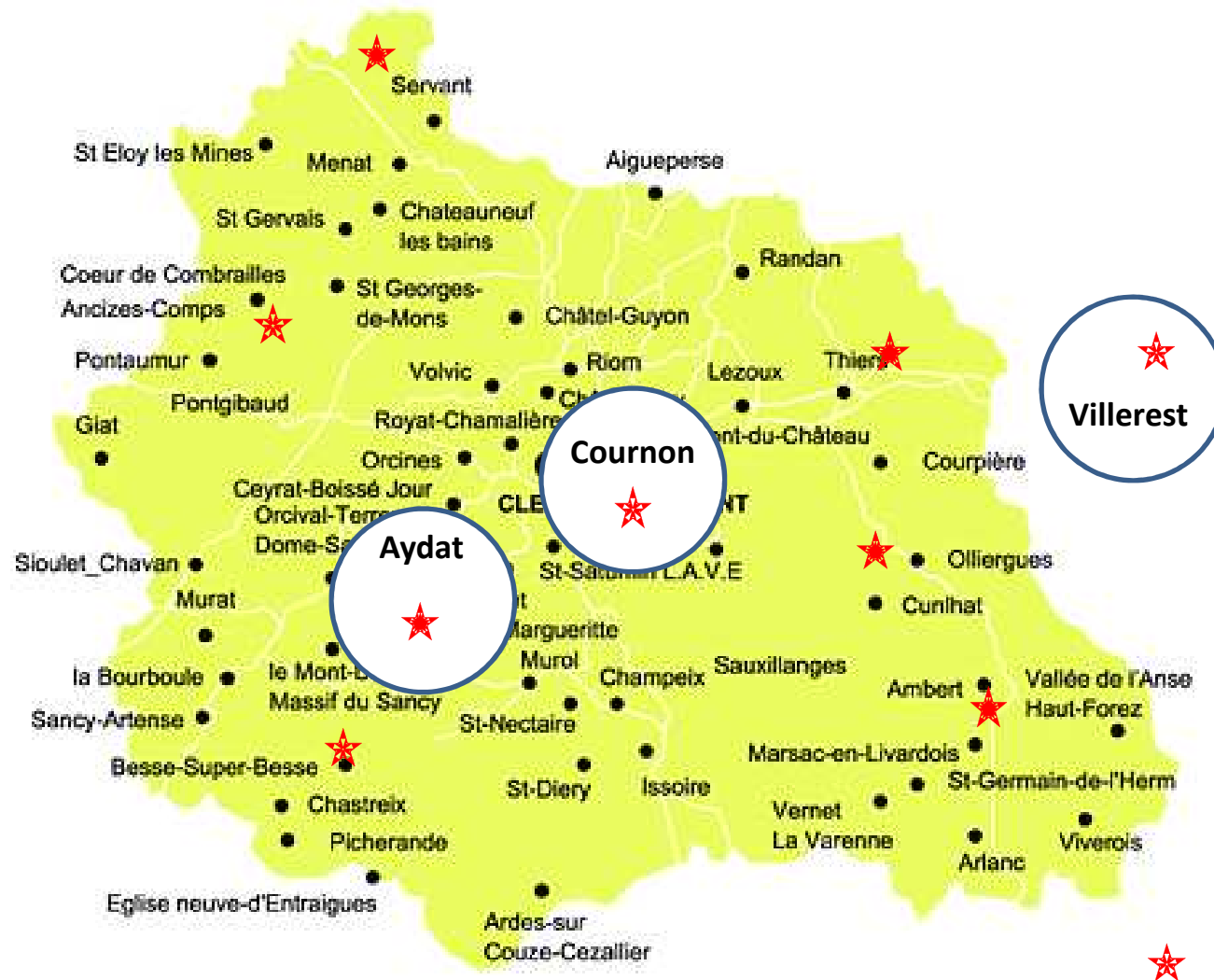
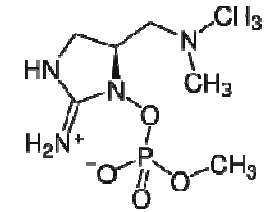
Prélèvements planctoniques et benthiques



Outils moléculaires : amplification des gènes *ana*



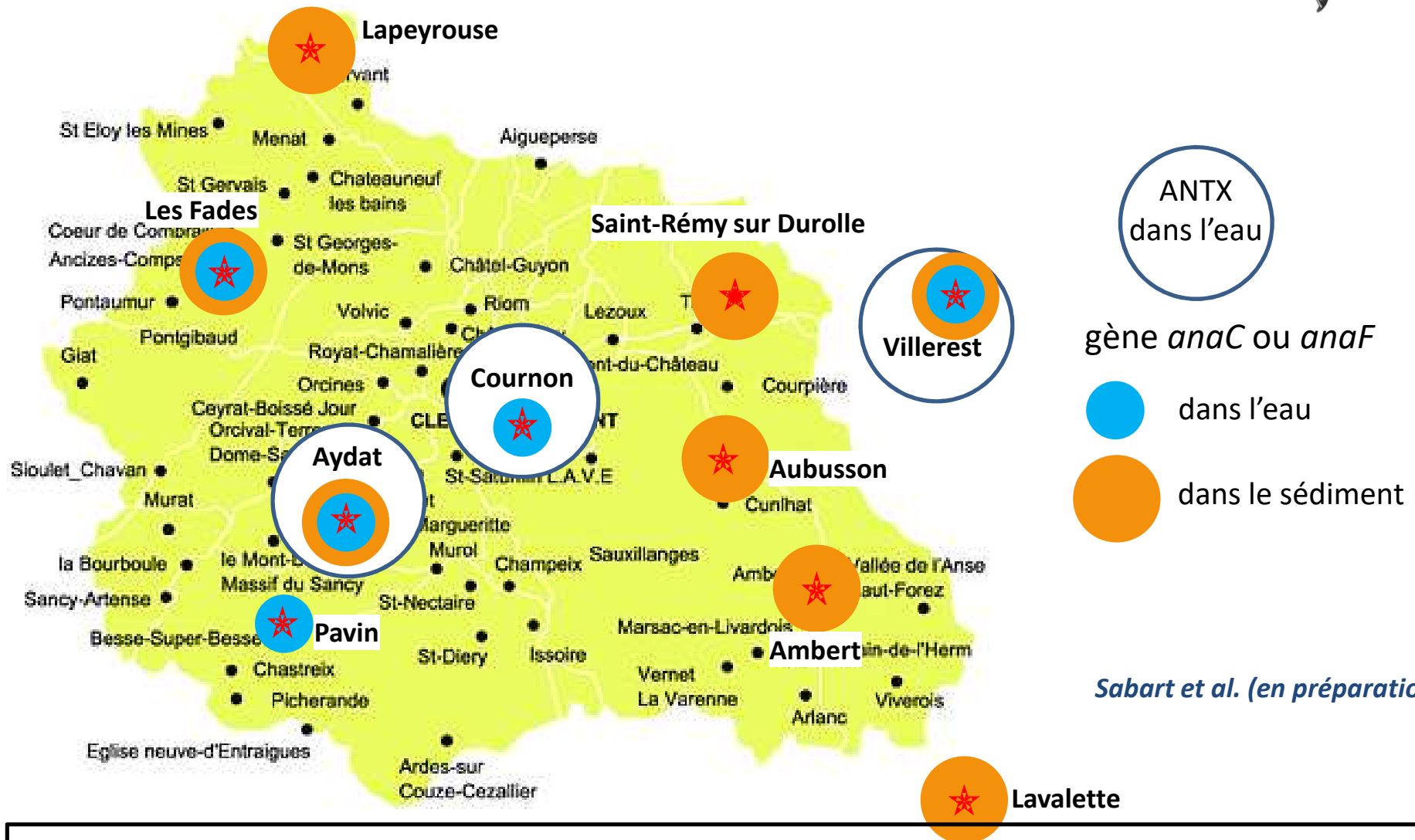
Y-a-t-il de l'anatoxine-a dans les lacs d'Auvergne ?



anatoxine-a détectée dans 3 plans d'eau

Quantités < limite de quantification

Potentiel de production de l'anatoxine-a : gènes *ana*



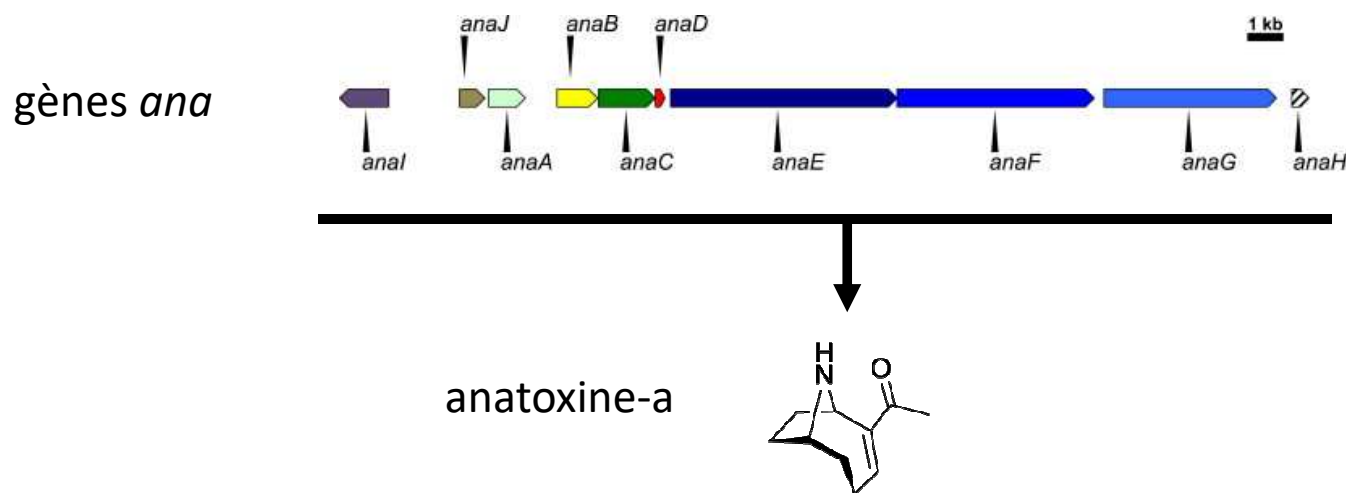
Gène *anaC* et/ou *anaF* dans tous les plans d'eau

Sensibilité de détection : évaluation du potentiel toxique des plans d'eau

Lien entre détection de l'anatoxine-a et des gènes *ana*

	gène <i>anaC</i>	anatoxine-a
Les Fades	+	-
Aydat	+	+
Villerest	+	+
Pavin	+	-
Cournon	+	+

Villerest	gène <i>anaC</i>	anatoxine-a
03/10/2011	+	+
21/05/2012	+	-
02/07/2012	+	-
13/08/2012	+	-
27/08/2012	-	+
10/09/2012	-	+

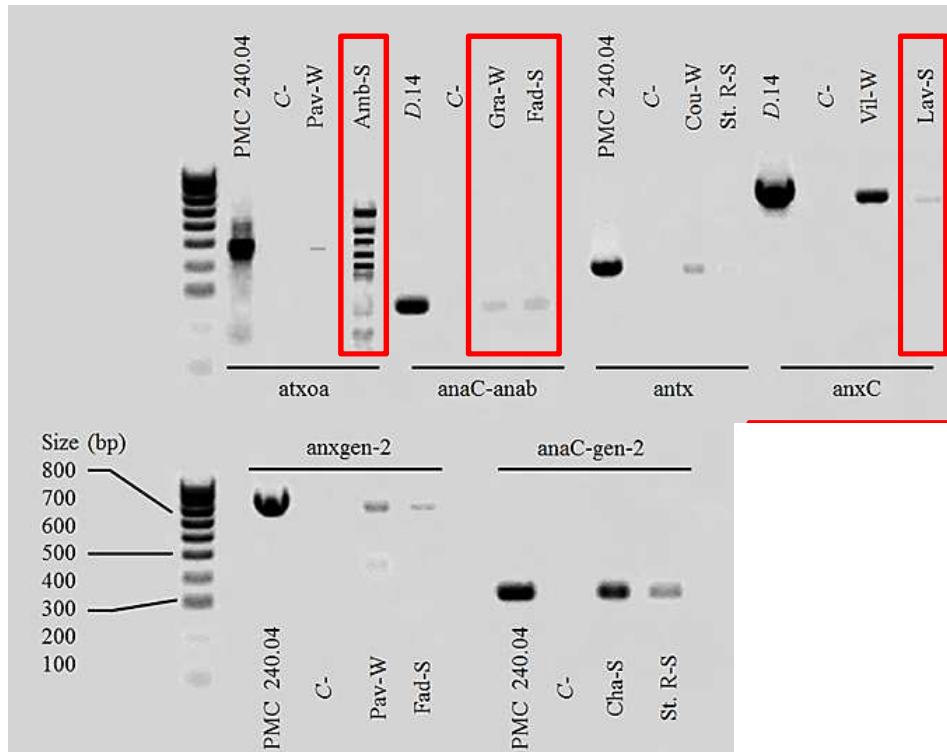


Comment expliquer la production d'anatoxine-a sans les gènes *ana* ?

Evaluation et amélioration des outils moléculaires : gènes *ana*

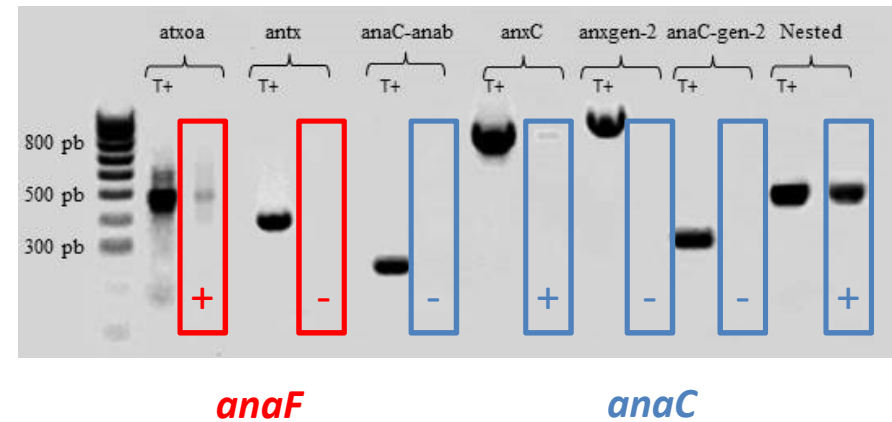
1. Amorces disponibles dans la littérature
gène *anaC* : 4 couples
gène *anaF* : 2 couples

2. Développement d'une nouvelle méthode
nested PCR gène *anaC*



7 souches cyanobactériennes
productrices d'anatoxine-a

18 échantillons issus de 14 lacs
(7 benthiques et 11 planctoniques)

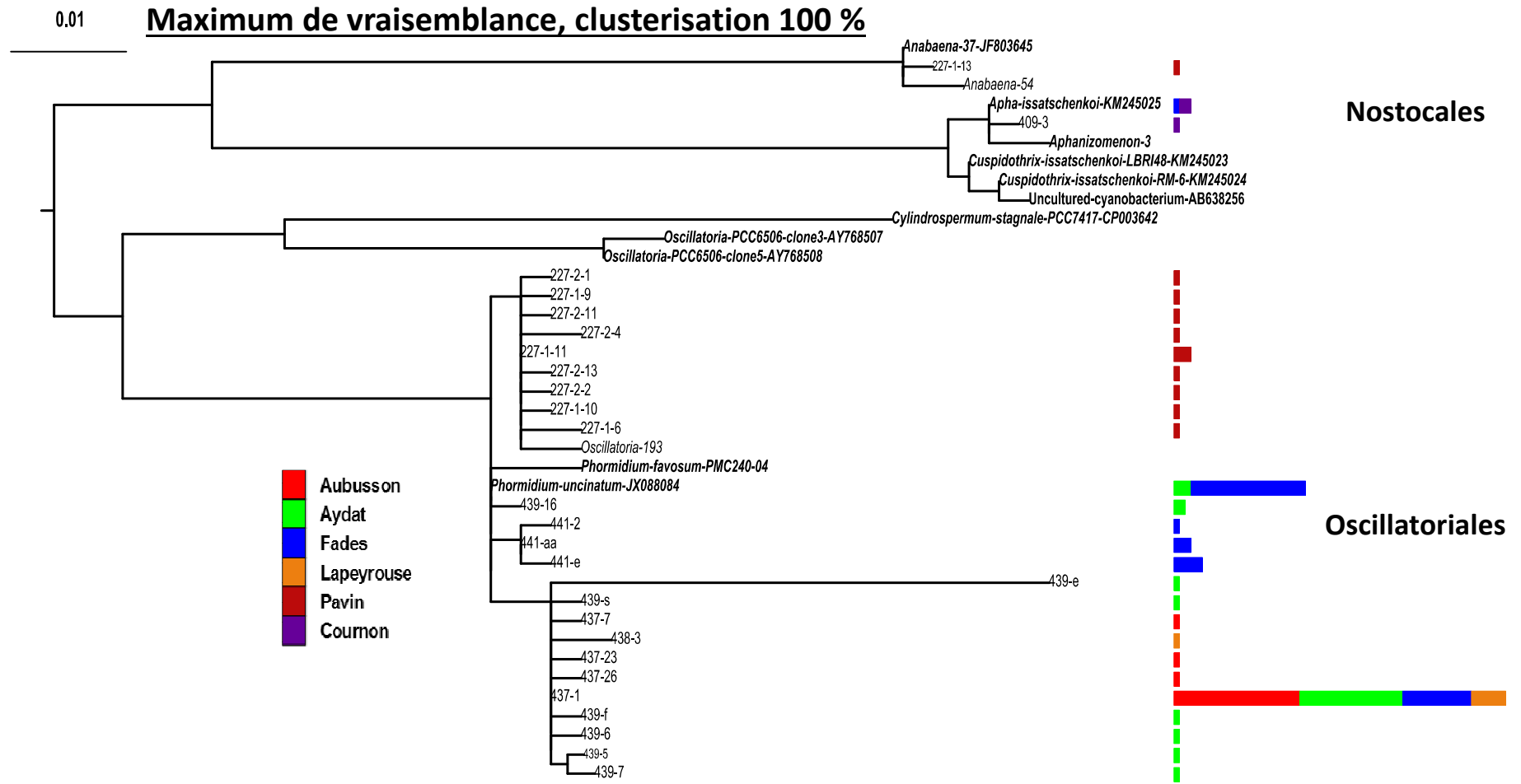


Problèmes méthodologiques liés
aux amorces (spécificité, intensité)

Amélioration de la détection grâce
à la nested PCR

Diversité phylogénétique des gènes *ana* : gène *anaF*

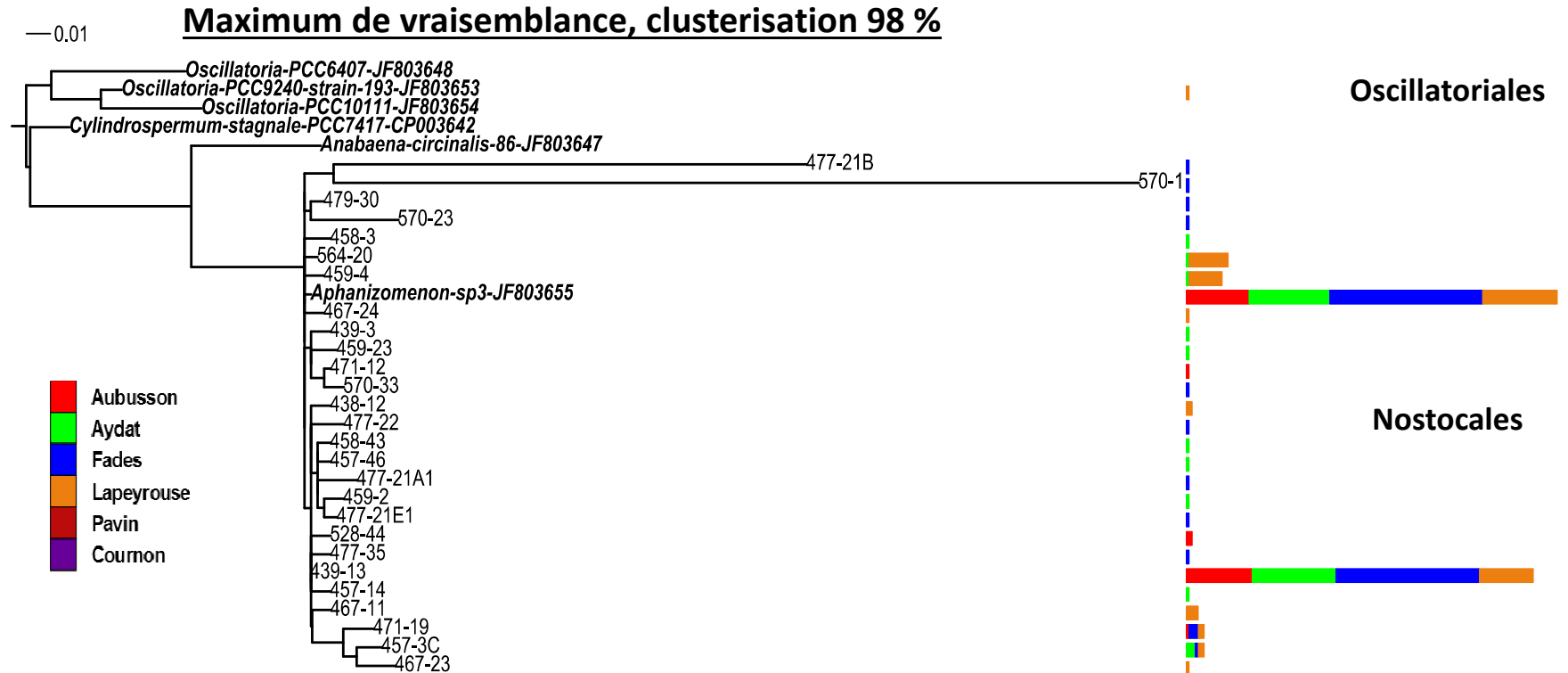
136 clones séquencés - 29 séquences différentes - **27 nouvelles séquences**



Séquences *anaF* des lacs d'Auvergne dans le cluster des Oscillatoriales

Diversité phylogénétique des gènes *ana* : gène *anaC*

306 clones séquencés - 136 séquences différentes - **134 nouvelles séquences**



Séquences *anaC* des lacs d'Auvergne dans le cluster des Nostocales

Nouvelles séquences : nouvelles souches productrices d'anatoxine-a ?

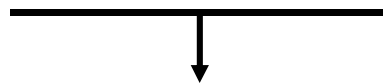
En résumé :

Projet PROFECY :

Y-a-t-il d'autres cyanotoxines potentiellement produites dans les lacs d'Auvergne ?



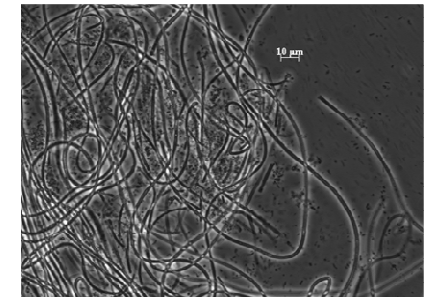
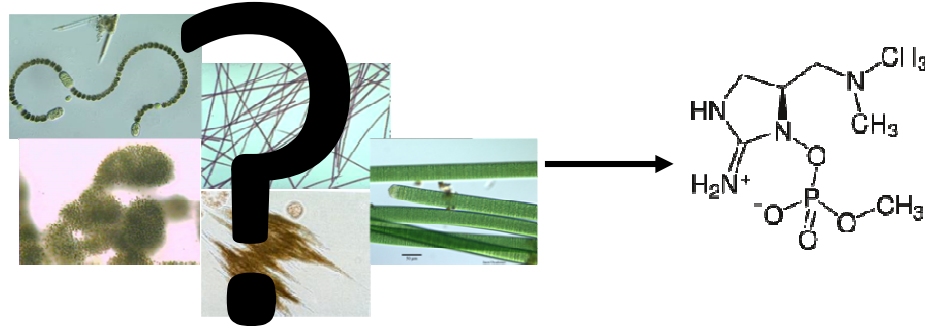
- ✓ Anatoxine-a détectée pour la 1^{ère} fois dans des lacs en France
- ✓ Gènes *ana* répandus dans les lacs auvergnats
- ✓ Détection des gènes *ana* = indicateur du potentiel de production dans les plans d'eau
- ✓ Amélioration des outils moléculaires pour la détection du gène *anaC*
- ✓ Nouvelles séquences et diversité génétique des gènes *anaC* et *anaF*



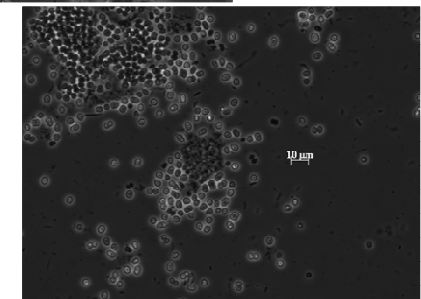
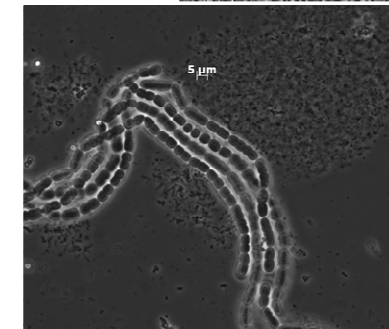
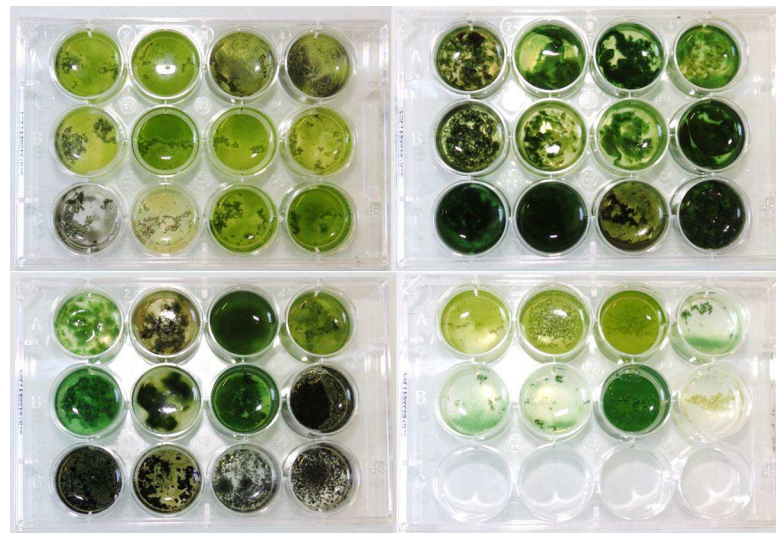
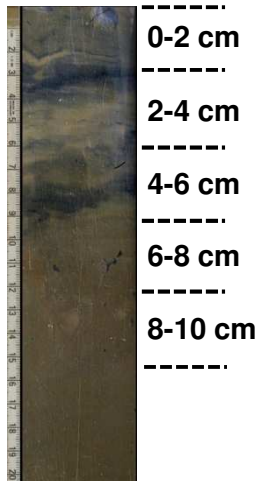
De nouvelles souches productrices d'anatoxine-a dans les lacs auvergnats

Perspectives de recherche (1)

Projet ANATOX (2015) :
Qui sont les productrices d'anatoxine-a ?

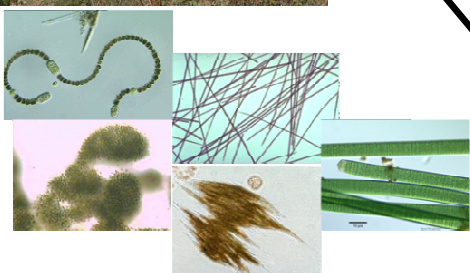


Approche culturale



Perspectives de recherche (2)

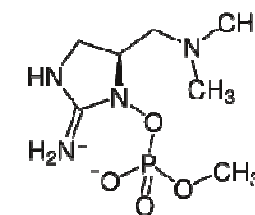
Projet DIVERSITOX (2015-2018) :
Comment évolue la production d'anatoxine-a ?



Nutriments

Lumière

Température



anatoxine-a

Réchauffement climatique ?

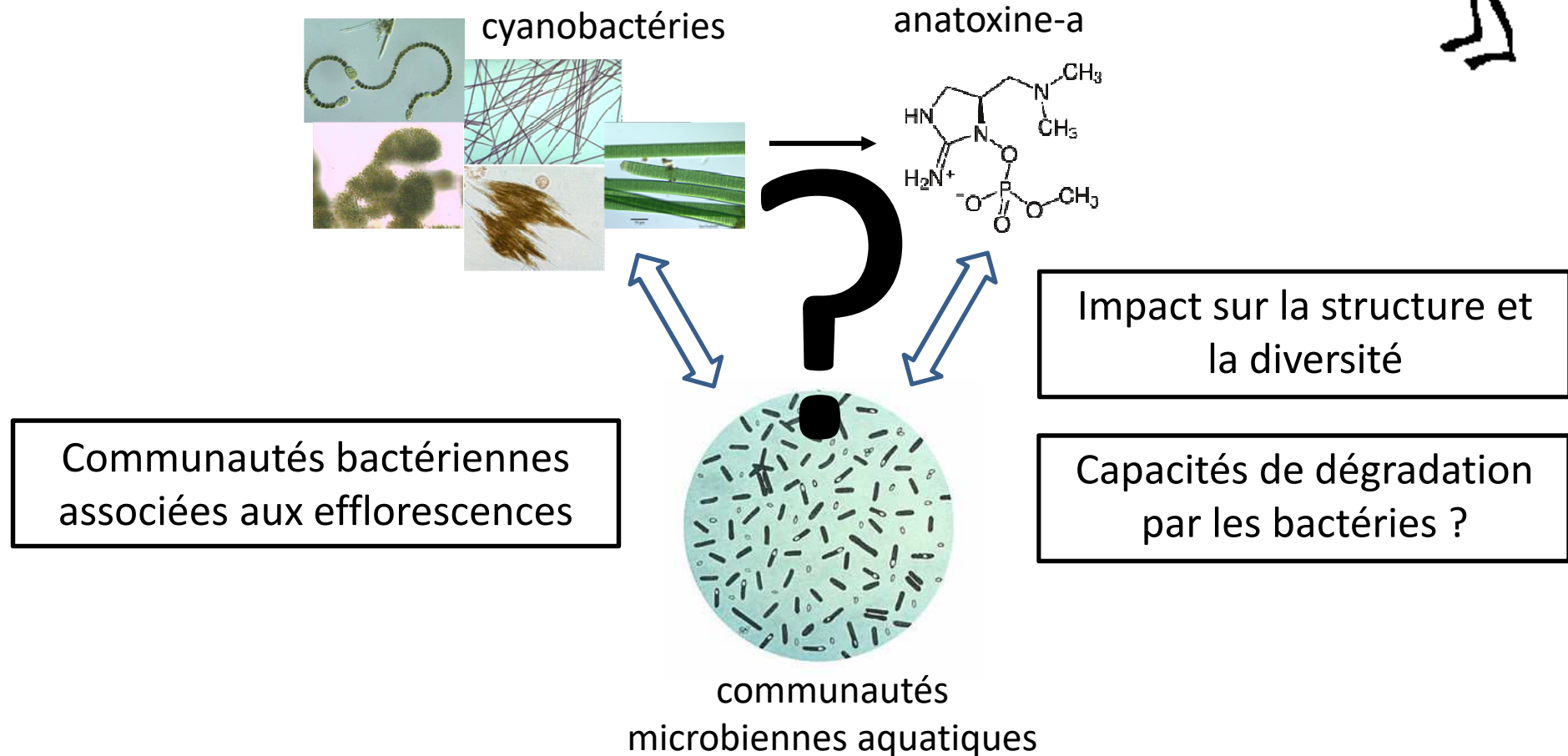
Variations spatiales et temporelles
PCR quantitative en temps réel

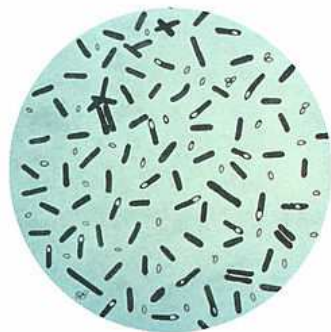
Impact de l'environnement
Approche expérimentale

Perspectives de recherche (3)

Projet DIVERSITOX (2015-2018) :
Rôle et impact de l'anatoxine-a dans les écosystèmes ?

Relations entre les cyanobactéries et les autres microorganismes

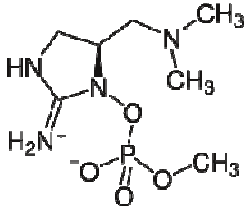




communautés
microbiennes aquatiques



anatoxine-a



**Delphine Latour
Jonathan Colombet
Fanny Perrière
Jérôme Lesobre
Marie-Laure Collin
Anne-Hélène Lejeune
Florence Donnadiou**

**Benjamin Legrand
Kristell Crenn
Pierre Sabatier
Laura Sheehy
Amélie Lamarque**

**Jean-Pierre Aguer
Isabelle Batisson
Clarisse Mallet
Antoine Thouvenot
Romain Guiheneuf**

**Cyril Jousse
Angélique Abila
Martin Lereboure
Annick Méjean**



Merci pour votre attention