

Mardi 2 décembre 2025

Réunion d'avancement du projet INTERREG FR-CH

ALGA



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE



CARRTEL
CENTRE ALPIN DE RECHERCHE
SUR LES RÉSEAUX TROPHIQUES
ET ÉCOSSYSTÈMES LIMNIQUES



INRAe



SCIMABIO *Interface*



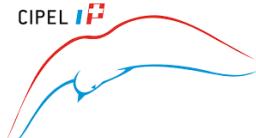
Leesu
Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains



CentraleSupélec



GRENOBLE
ECOLE DE
MANAGEMENT
BUSINESS LAB FOR SOCIETY



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV



9H00 – 9H05

BREVE INTRODUCTION (Stéphan)

9H10 – 9H40

WP2 – STEPHAN, ORLANE, FREDERIC

- L'évolution des blooms au Léman (Stéphan) – résumé du travail de Maelys *et al.* et article publié de Stéphan *et al.*
- Le modèle prédictif avec son tuto – résumé du futur livrable et article soumis de Frédéric *et al.* (Frédéric)
- Détection de pics profonds (Orlane)

9H45 – 10H15

WP3 – ALEXANDRE, PASCAL, AURELIE, JONATHAN

- Résumé du travail d'Aurélie *et al.* portant sur l'évaluation économique des principaux SE associés au Léman (Aurélie)
- Présentation du questionnaire mené au cours de l'été 2025 auprès de la population lémanique (Alexandre)
- Présentation de Jonathan et des analyses conduites en 2026 (Jonathan et Pascal)

10H20 – 10H50

WP1 – BASTIAAN, ANNA, NICOLAS, MATHILDE

- Resumé WP 1 (Bastiaan)
- Cyanobactéries benthiques dans les ruisseaux et sur les plages (Anna, Nicolas)
- Surveillance à haute fréquence du phytoplancton sur LEXPLORE

10H55 – 11H25

WP4 – THOMAS, GERALDINE, CELINE

- Présentation de Céline HUBER
- Rappel des objectifs et livrables du WP4
- Perspective d'analyse - domaine politique en émergence
- Principes de la méthode envisagée - sondage et interview
- Liens avec les autres WP

11H30 – 12H00

QUESTIONS & DISCUSSIONS

À l'ordre du jour

nature reviews earth & environment

Explore content ▾ About the journal ▾ Publish with us ▾ [Subscribe](#)

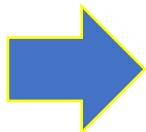
[nature](#) > [nature reviews earth & environment](#) > [review articles](#) > article

Review Article | Published: 19 August 2025

Extreme and compound events in lakes

R. Iestyn Woolway , Yunlin Zhang , Eleanor Jennings, Tamar Zohary, Stephen F. Jane, Joachim Jansen, Gesa A. Weyhenmeyer, Di Long, Ayan Fleischmann, Lian Feng, Boqiang Qin, Kun Shi, Haoran Shi, Weijia Wang, Yan Tong, Guoqing Zhang, Jakob Zscheischler, Ze Ren & Erik Jeppesen

[Nature Reviews Earth & Environment](#) 6, 593–611 (2025) | [Cite this article](#)



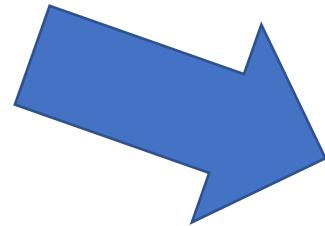
Key points

- Lake heatwaves have increased in average intensity, average duration and total duration globally, at rates of $0.15 \pm 0.3^\circ\text{C}$ per decade, 2.1 ± 3.1 days per decade and 8.8 ± 7.6 days per decade, respectively, since the 1980s.
- The probability of lake heatwave events is three times more likely in a 1.5°C warming scenario and 25 times more likely in a 3.5°C scenario compared with pre-industrial conditions.
- Half of the world's largest lakes experienced declines in water storage between 1992 and 2020, accompanied by corresponding reductions in surface extent.
- Extreme events in lakes can cause considerable impacts, including the onset of hypoxia, harmful algal blooms, disruption of food webs and loss of ecosystem services.
- Basin-scale anthropogenic stressors, such as nutrient enrichment, land-use change and water withdrawal, interact with climate extremes to increase the frequency, intensity and ecological consequences of in-lake extremes.

9H10 – 9H40

WP2 – STEPHAN, ORLANE, FREDERIC

- L'évolution des blooms au Léman (Stéphan) – résumé du travail de Maelys *et al.* et article publié de Stéphan *et al.*
- Le modèle prédictif avec son tuto – résumé du futur livrable et article soumis de Frédéric *et al.* (Frédéric)
- Détection de pics profonds (Orlane)



2.1 WP2: Impacts des efflorescences algales et cyanobactériennes	16058 0	Publication	Nombre	2.1.1 synthèse bibliographique (WP2)	Une synthèse bibliographique mettant en lumière les relations entre blooms algaux et services écosystémiques en milieu lacustre ;
2.1 WP2: Impacts des efflorescences algales et cyanobactériennes	16058 2	Logiciel	Nombre	2.1.2 un outil mathématique sous forme d'un modèle (WP2)	Un outil (modèle) à destination des gestionnaires et décideurs, basé sur l'identification d'indicateurs simples d'état de l'écosystème (par exemple la transparence) pour quantifier la qualité de services spécifiques



Synthèse sur les manifestations de bloom phytoplanctonique dans le Léman répertoriées dans la presse locale et autres documents de 1950 à nos jours

Recherches dans les archives numériques suisses

- e-newspaperarchives.ch
- letempsarchives.ch

Recherches aux archives départementales de la Haute-Savoie à Annecy

- Consultation des petits journaux, bulletins, magazines, ...
- Consultation de la presse hebdomadaire en fonction des dates clés
- Consultation de la presse quotidienne en fonction des dates clés

Recherches dans les archives numériques suisses

- e-newspaperarchives.ch
- letempsarchives.ch

- Léman (ou lac de Genève) *Planktothrix*
- Léman (ou lac de Genève) *Oscillatoria*
- Léman (ou lac de Genève) *Microcystis*
- Léman (ou lac de Genève) *Mougeotia*
- Léman (ou lac de Genève) *Uroglena*
- Léman (ou lac de Genève) *Tabellaria*
- Léman (ou lac de Genève) *Asterionella*
- Léman (ou lac de Genève) *Ceratium*
- Léman (ou lac de Genève) *Rhodomonas*
- Léman (ou lac de Genève) *algues*
- Léman (ou lac de Genève) *algue*
- Léman (ou lac de Genève) *microalgues*
- Léman (ou lac de Genève) *floraison*
- Léman (ou lac de Genève) *efflorescence*
- Léman (ou lac de Genève) *prolifération*

Recherches aux archives départementales

Recherche dans la petite presse, bulletins, magazines, ...

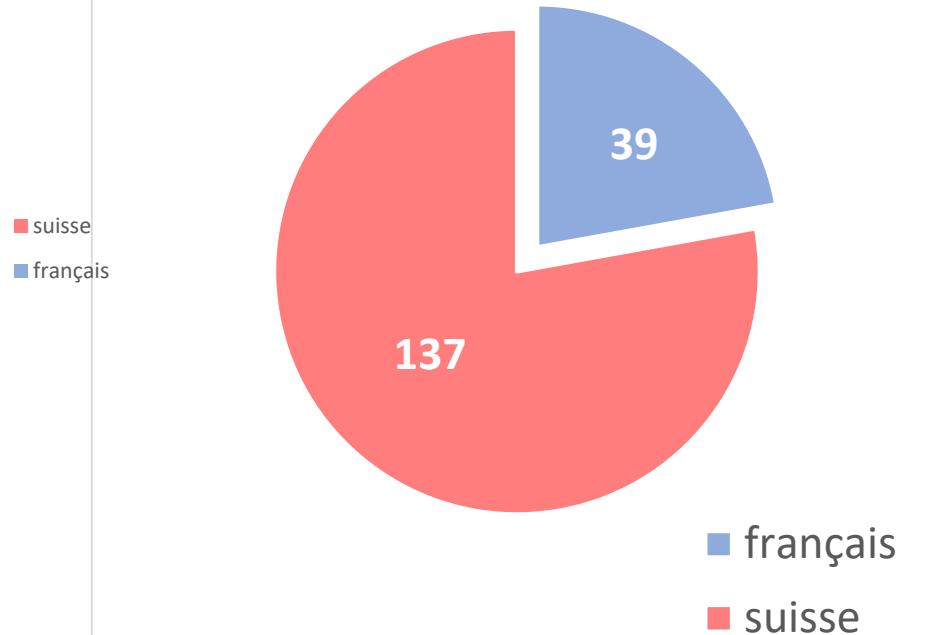
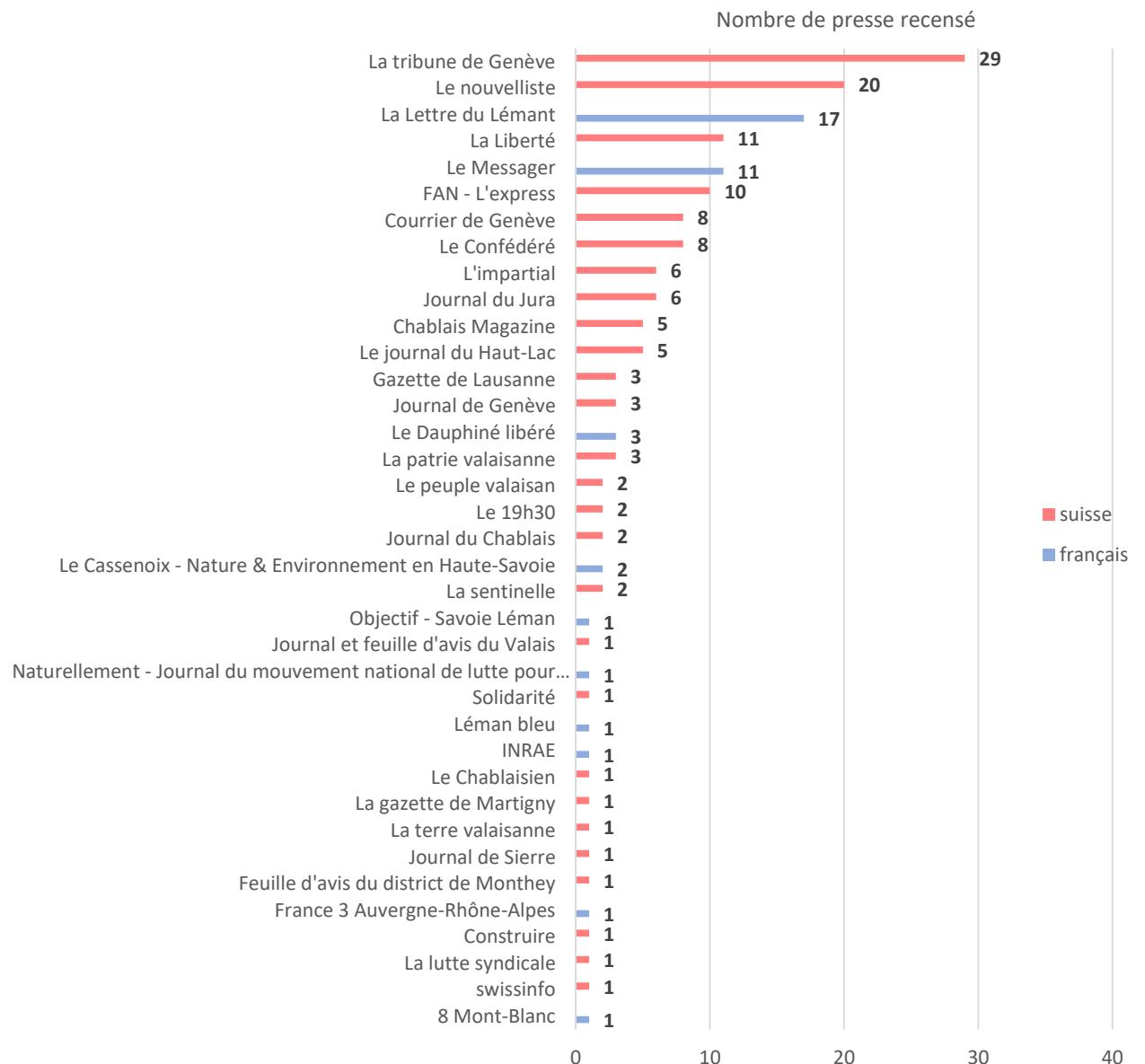
- Environ 38 côtes vérifiées = 38 cartons ou documents vérifiés

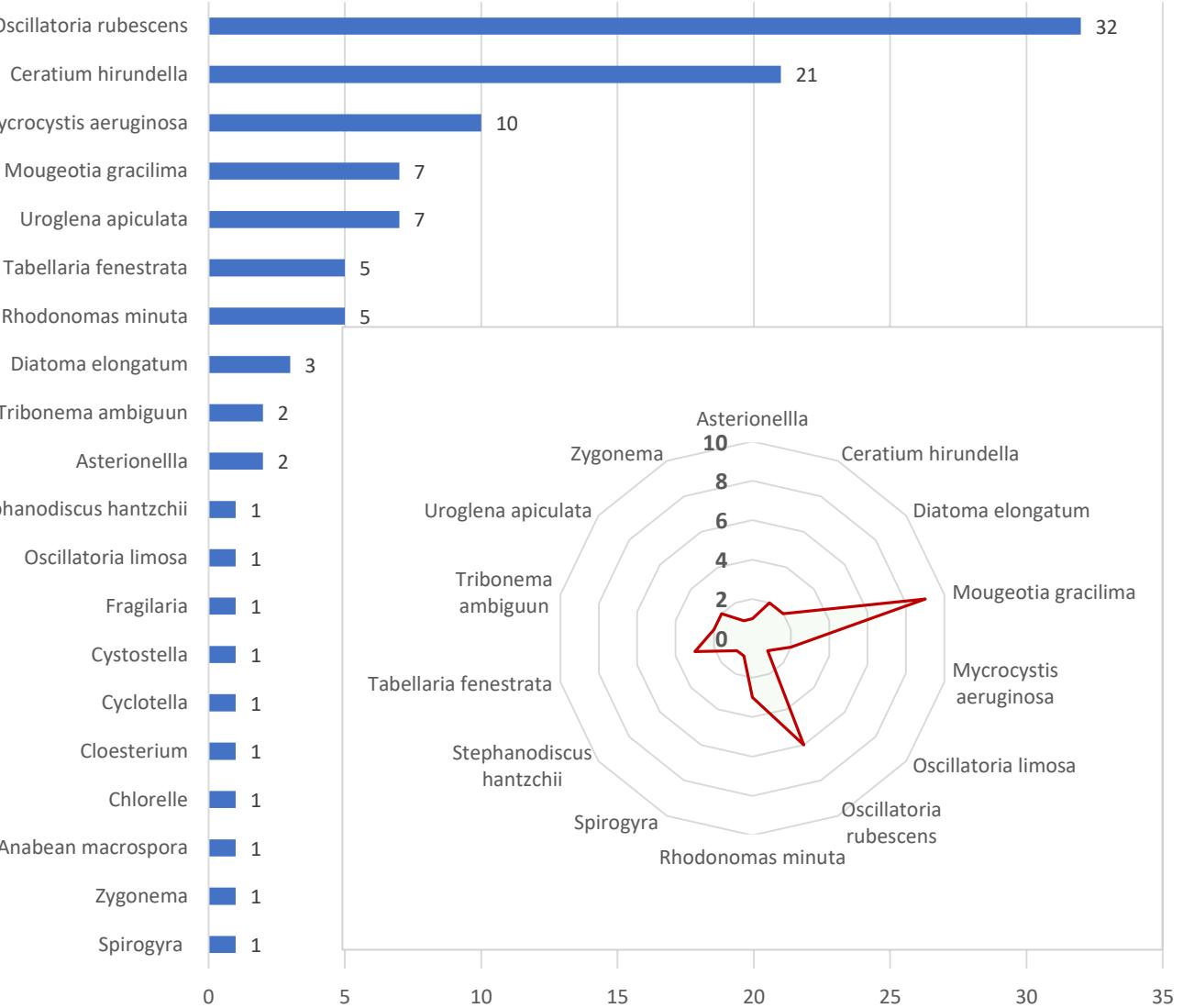
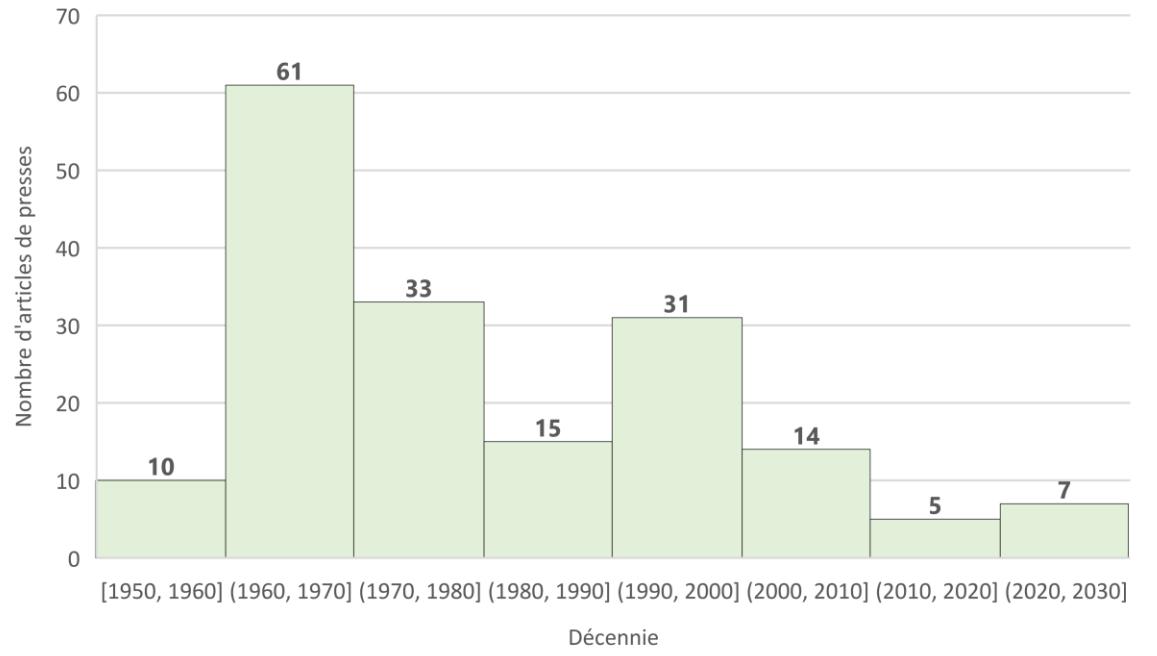
Recherches dans la presse hebdomadaire :

- *Le Messager* de 1950 à 2023 (dates clés) = 57 cartons vérifiés

Recherches dans la presse quotidienne :

- *Le Dauphiné libéré* de 1950 à 2023 (date clés) = 37 cartons et microfilms vérifiés





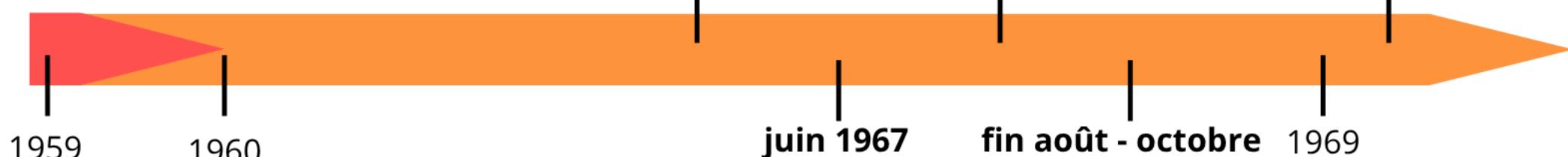
Observation de
Tabellaria fenestra
été 1958

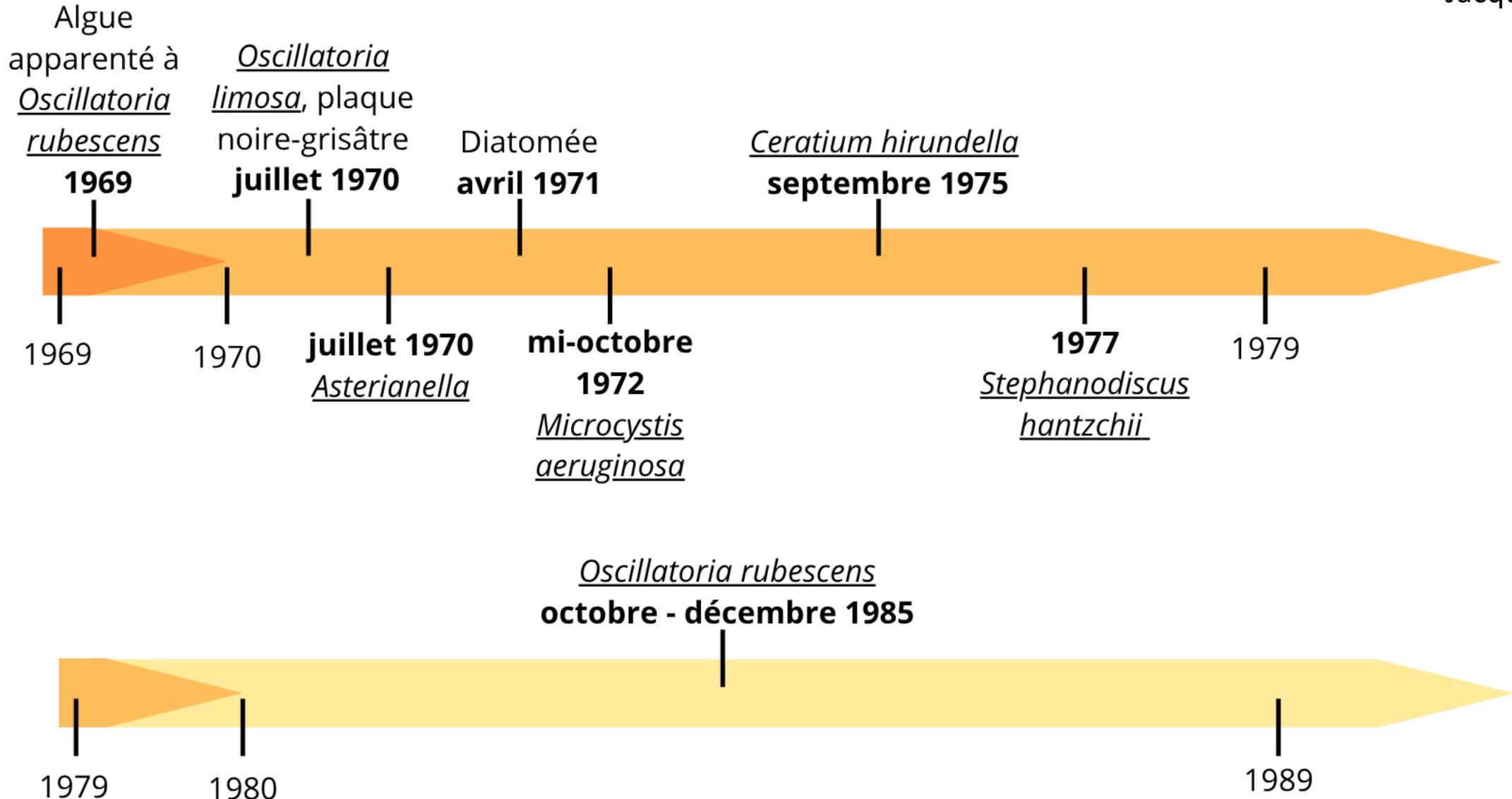


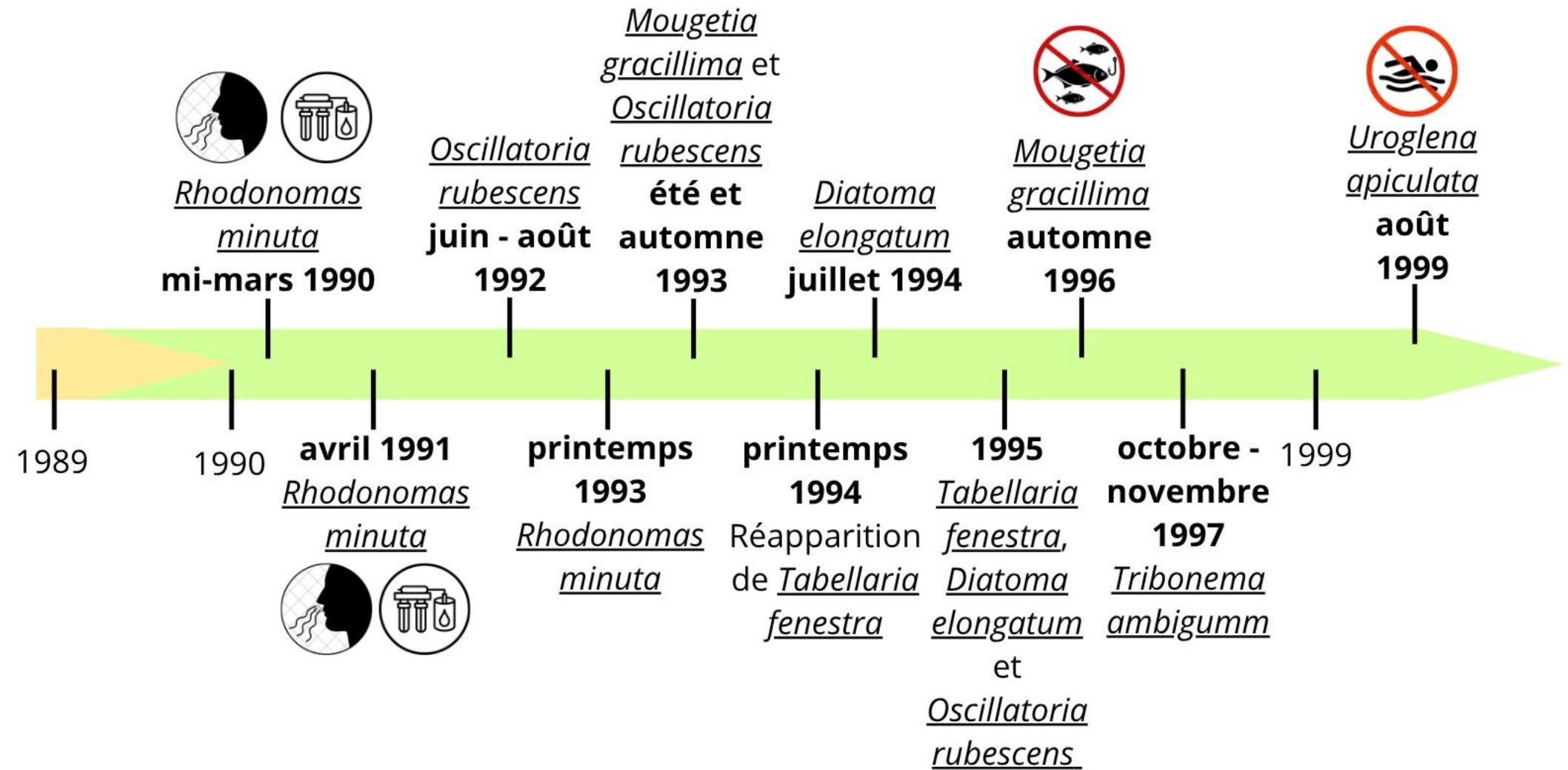
Prolifération
d'algues, eau
jaune-verdâtre
août 1966

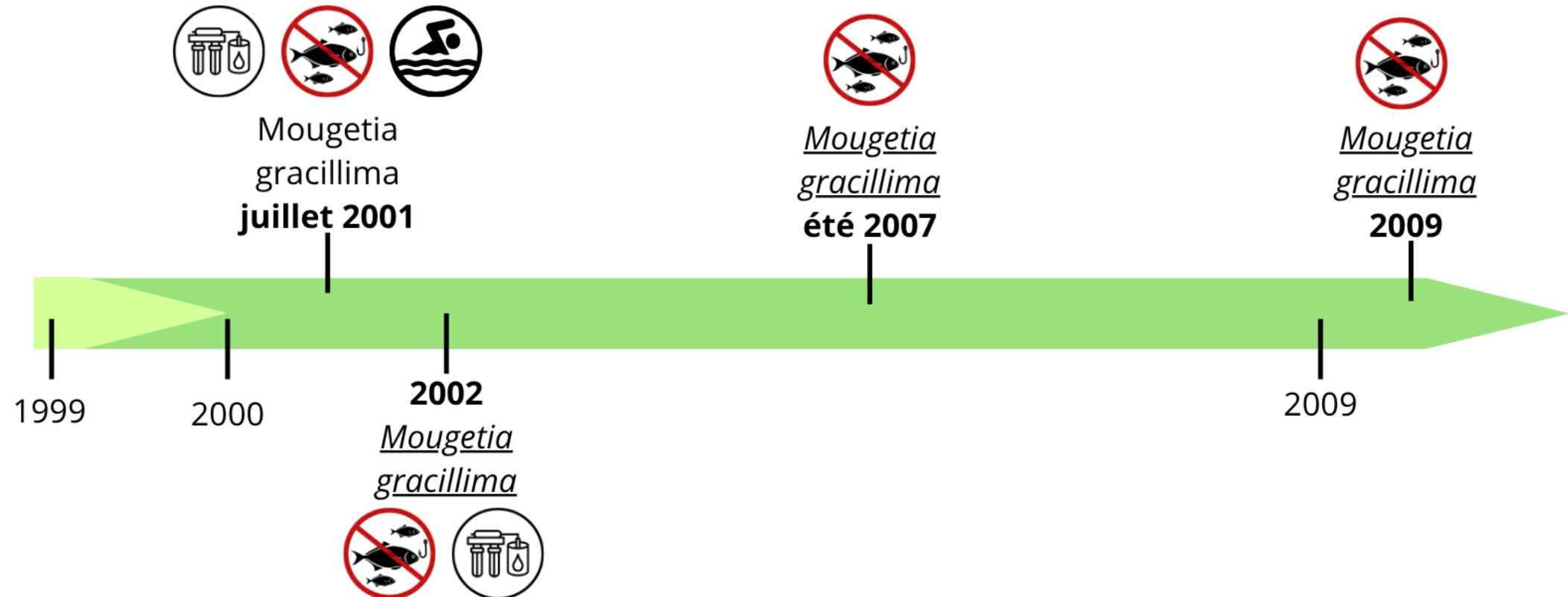
Première apparition
d'*Oscillatoria*
rubescens
novembre 1967

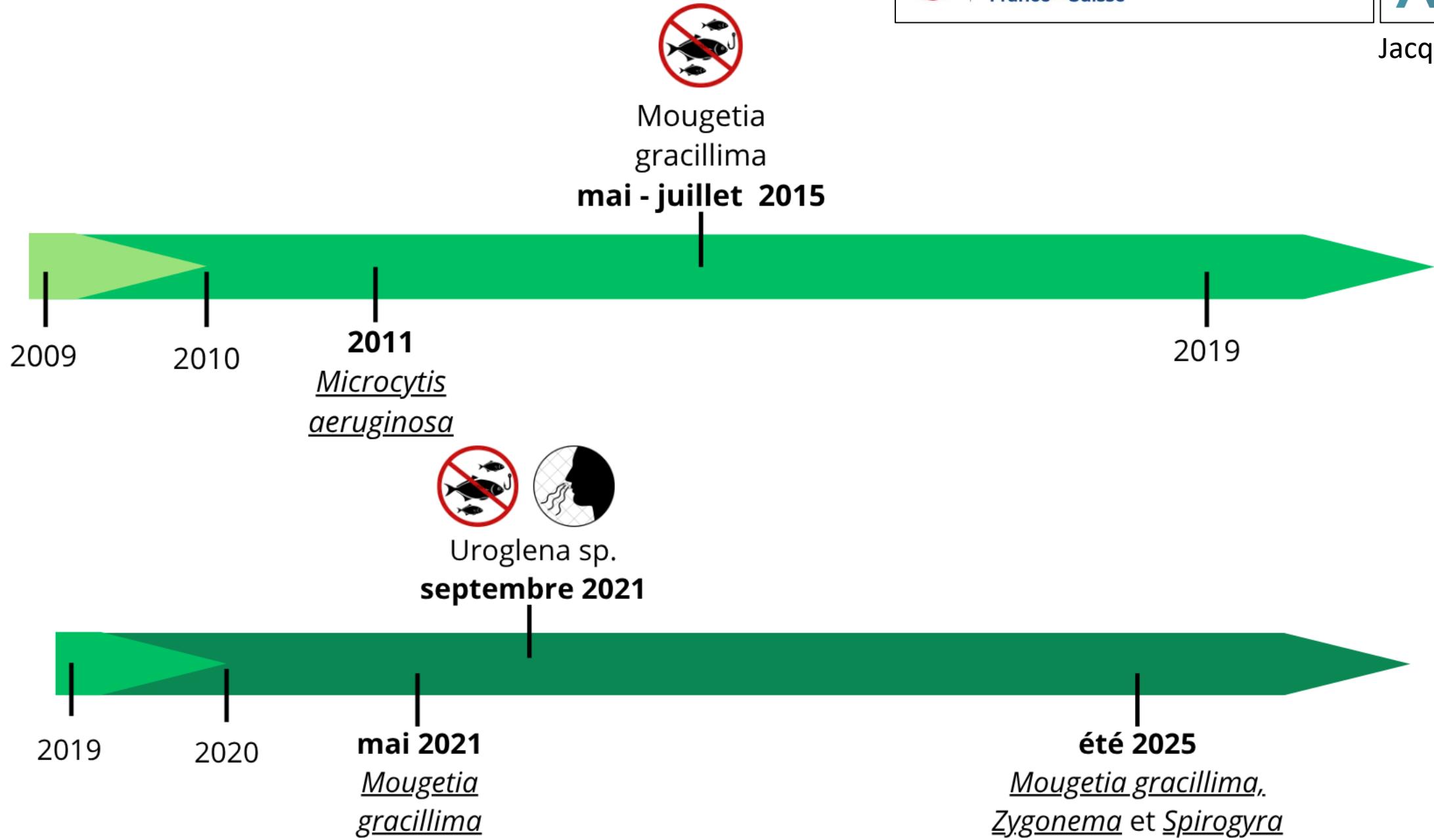
Apparition de
Tribonema
ambigumm
été 1969













Aquatic Sciences (2026) 88:3
<https://doi.org/10.1007/s00027-025-01234-7>

REVIEW

Aquatic Sciences



A complete overview of algal blooms in Lake Geneva: shall the past shed light on the future?

S. Jacquet¹ · F. Soulignac¹ · O. Anneville¹

Received: 20 May 2025 / Accepted: 23 September 2025
© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature Switzerland AG 2025

Abstract

Lake Geneva (Léman), the largest lake in Western Europe, is a vital freshwater ecosystem that supports a range of essential services, including water supply, fisheries, navigation, and recreational activities. However, like many other freshwater systems, it faces numerous threats that jeopardize its ecological integrity. These threats not only endanger the lake's biodiversity but also impact the ecosystem's overall functioning and the services it provides. One potential significant threat is the occurrence of algal blooms, particularly those involving toxic species such as pelagic cyanobacteria. These blooms can disrupt vital ecological processes and pose serious risks to animal and human health, local fisheries, and the regional economy. This article reviews the history of algal blooms in Lake Geneva over the last 70 years, aiming to identify the species involved and the services impacted, examine the common and unique factors driving these proliferations, and propose potential future scenarios in the context of both local and global changes. The ultimate goal is to inform effective management strategies to mitigate the impacts of these blooms.

Keywords Lake Geneva · Algal bloom · Ecosystem service · Algae · Cyanobacteria

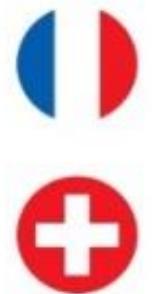
Synthèse sur les manifestations de bloom phytoplanctonique dans le Léman répertoriées dans la presse locale et autres documents de 1950 à nos jours

Maëlys LESEPT
Frédéric SOULIGNAC
Stéphan JACQUET

Université Savoie Mont Blanc, INRAE, UMR CARRTEL, 75 bis avenue de Corzent,
74200 Thonon-les-Bains, France

Ce travail a été proposé par S. JACQUET et réalisé dans le cadre du projet INTERREG FR-CH ALGA pour alimenter le work package 2. <https://alga.hub.inrae.fr/>

Il est aussi une contribution au projet INTERREG Alpine Space DiMark. Le CDD de M. LESEPT a été financé par ce dernier. <https://www.alpine-space.eu/project/dimark/>



Interreg

France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne





Interreg
France - Suisse



A hydrodynamics- and remote sensing-based system for monitoring and forecasting surface phytoplankton blooms in Lake Geneva

Frédéric SOULIGNAC, Orlane ANNEVILLE, Stéphan JACQUET

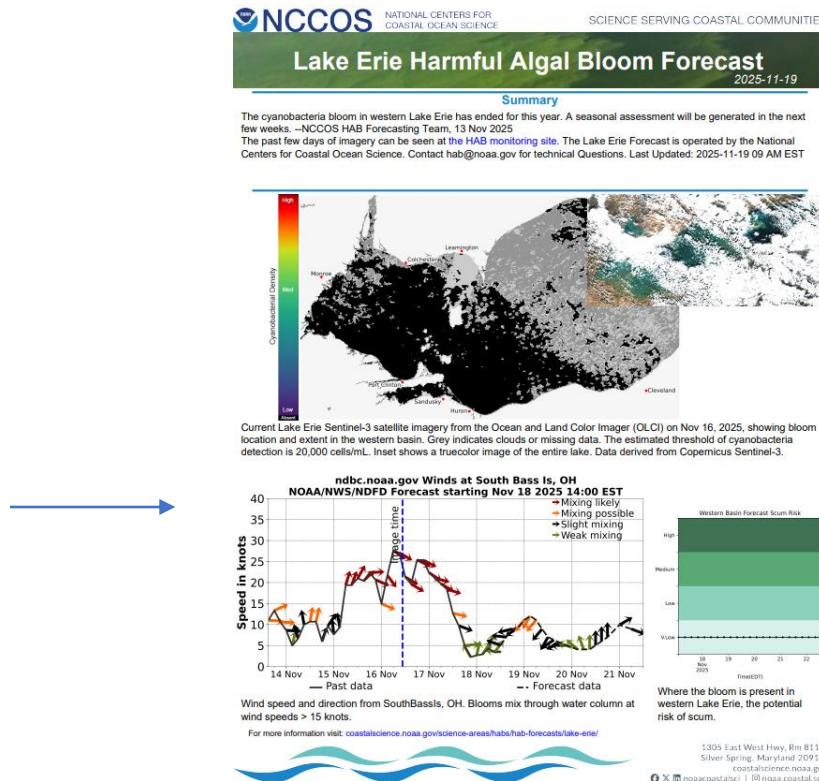
2 December 2025

Interreg ALGA meeting in ZOOM



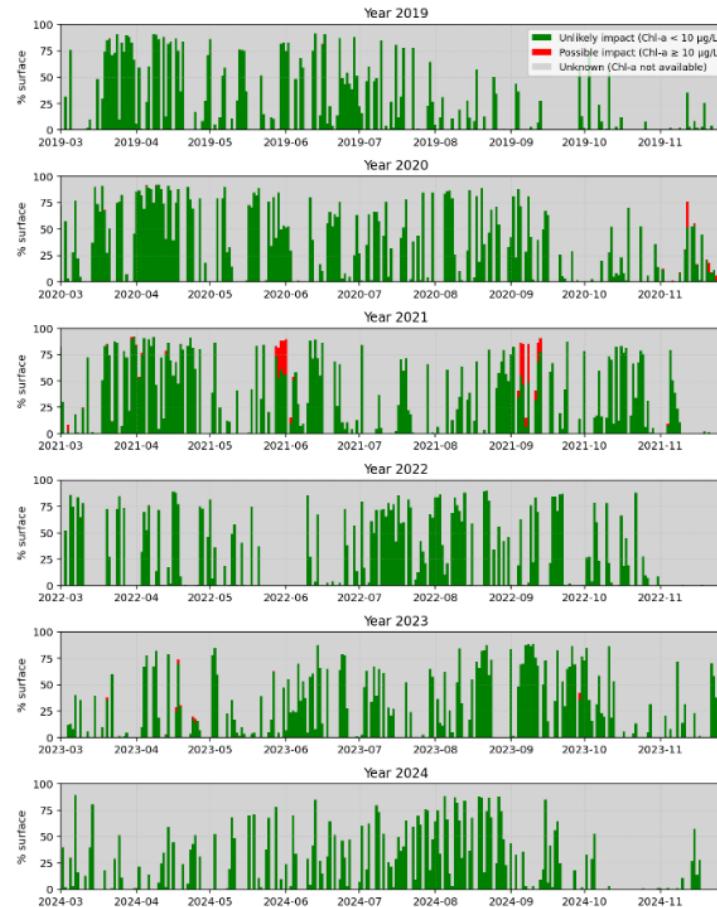
Context and objectives

- Impact of blooms on ecosystem services and water uses (Soulignac et al., accepted)
- WHO threshold: Chl-a > 10 µg/L
 - Increased risk of cyanobacterial dominance
 - Indicator of potentially harmful conditions
- Integrated bloom monitoring and forecasting based on satellite-derived Chl-a observations and 3D hydrodynamic model outputs
- Feasibility assessed for Lake Geneva
 - Past algal blooms (Jacquet et al., 2025)
 - 11 administrative sectors

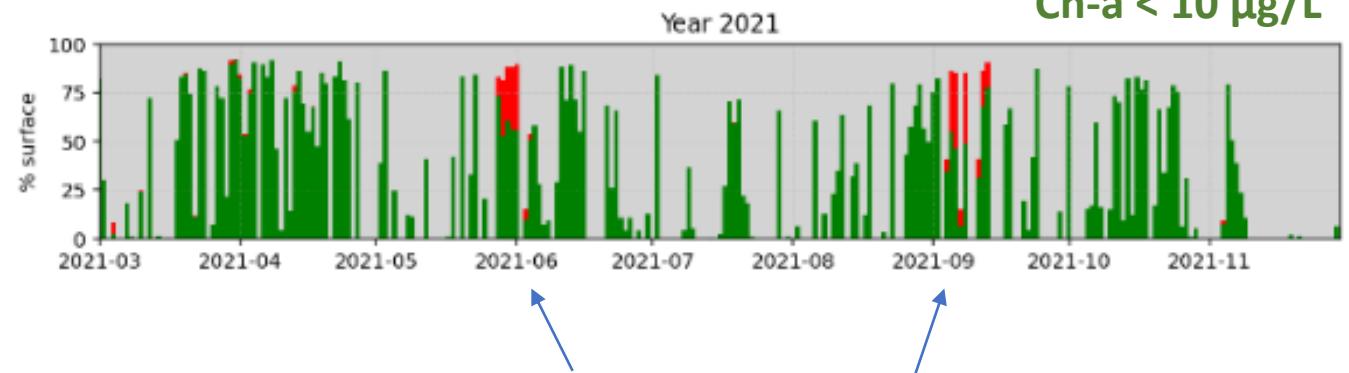


Source: [Lake Erie Harmful Algal Bloom Forecast](#)

Past bloom episodes used

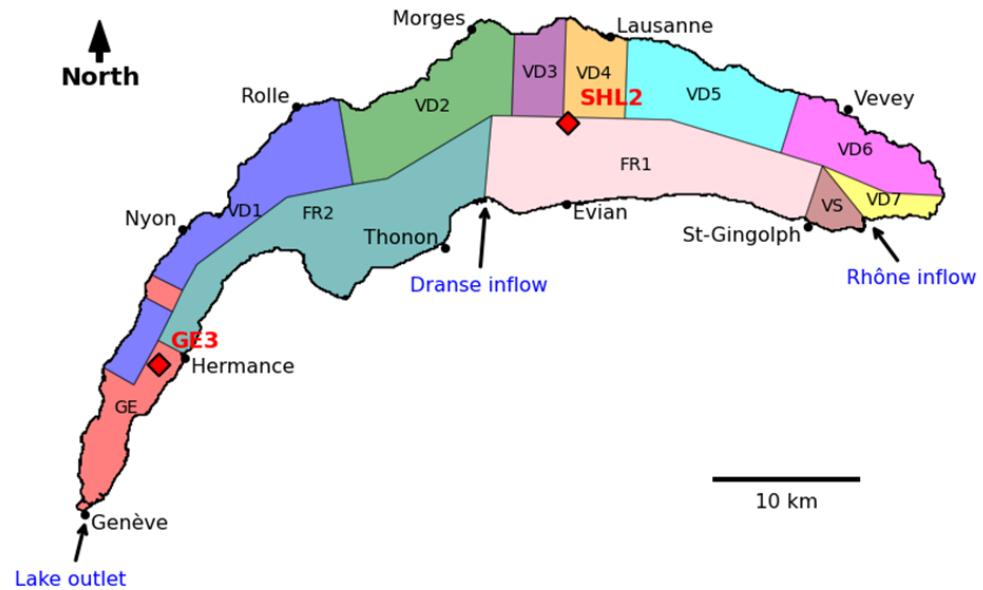


- 2 episodes in 2021

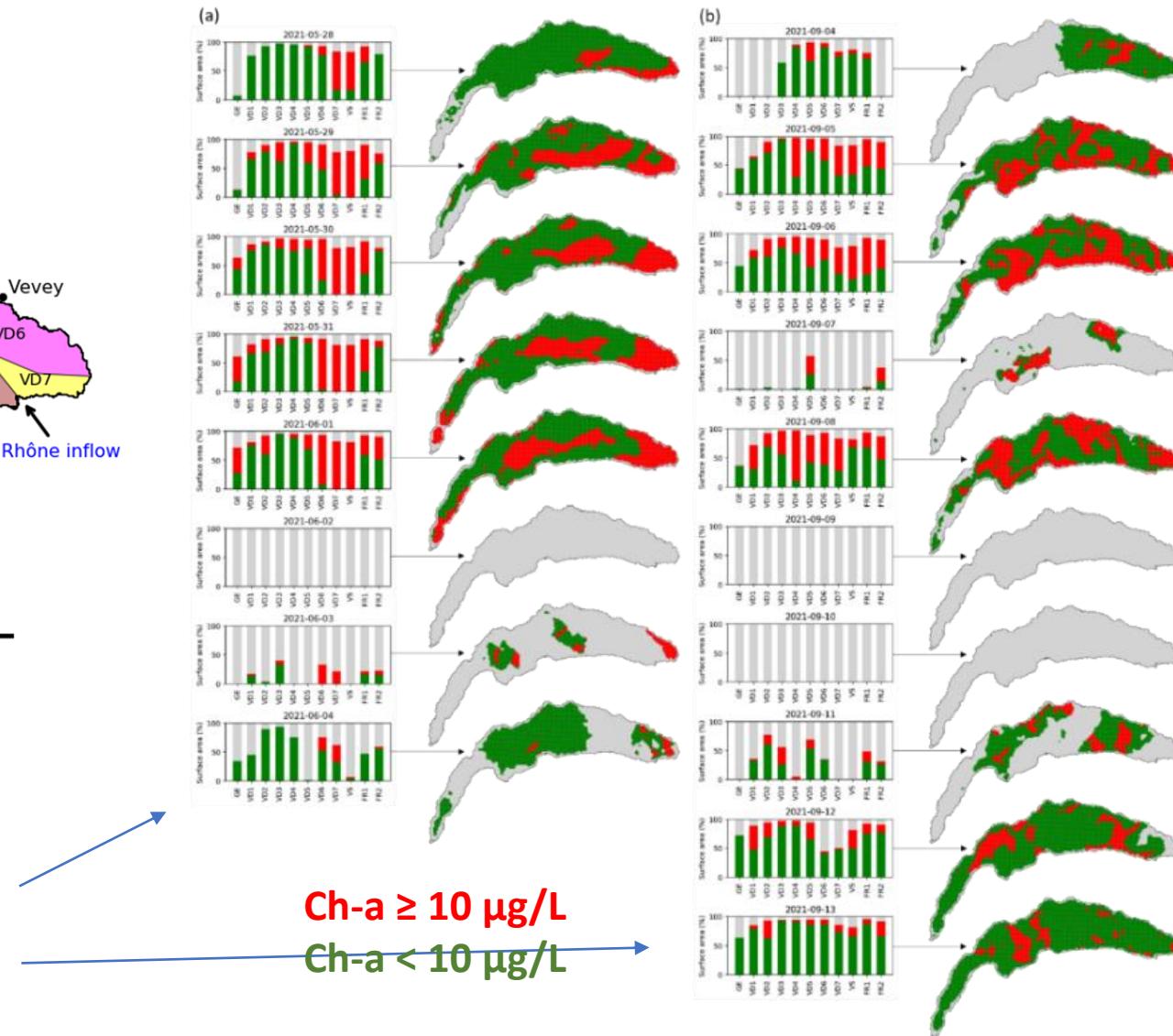


Episode	1 (unlisted)	2 (<i>Uroglena</i>)
First day	May 28	September 4
Last day	June 4	September 13
Duration	8 days	10 days
Intensity max.	34%	39%

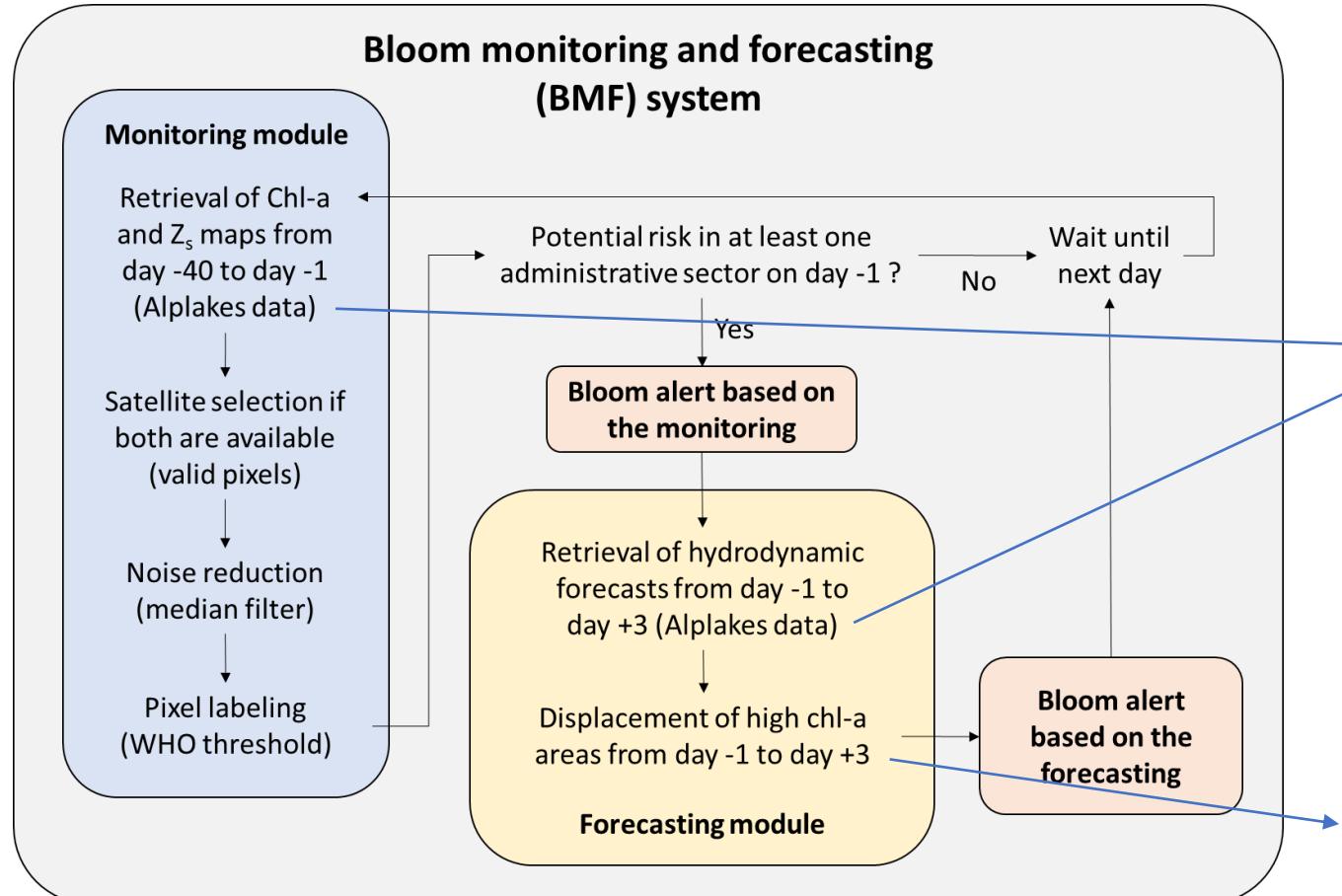
Past bloom episodes used



Episode	Most affected sectors
1	VD6-7, VS, FR1
2	VD4-7, VS, FR1-2



System operation



- Data: Chl-a, Z_s, current velocities in 2019-2024



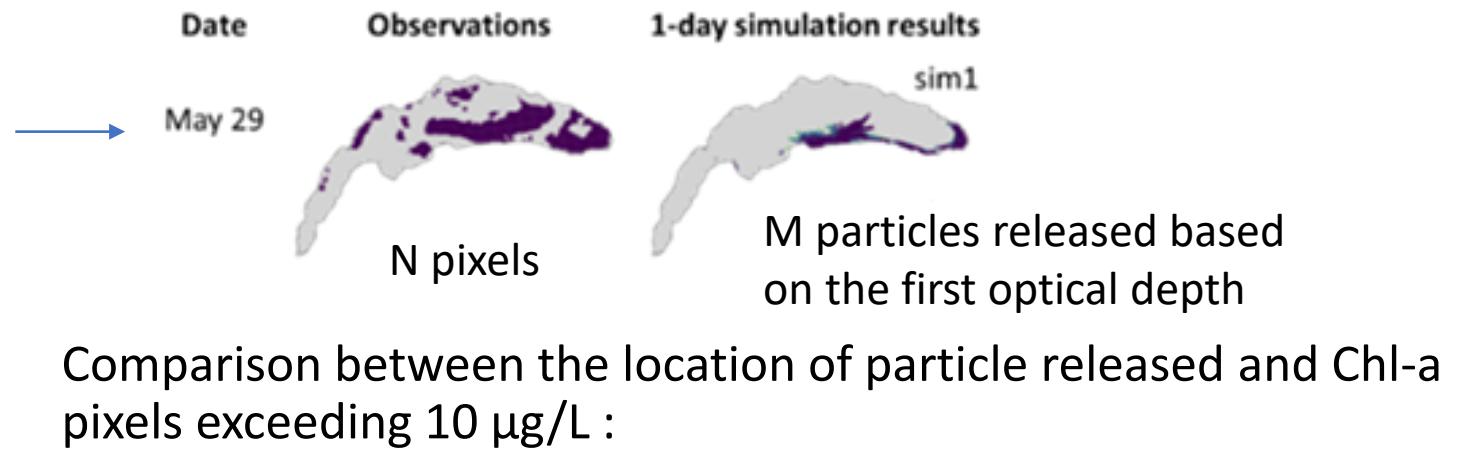
Source : [Alplakes](#)

- Particle tracking model

$$\begin{cases} x(z, t + 1) = x(z, t) + u(z, t)\Delta t + \xi_x \sqrt{2D\Delta t} \\ y(z, t + 1) = y(z, t) + v(z, t)\Delta t + \xi_y \sqrt{2D\Delta t} \end{cases}$$

Performance assessment

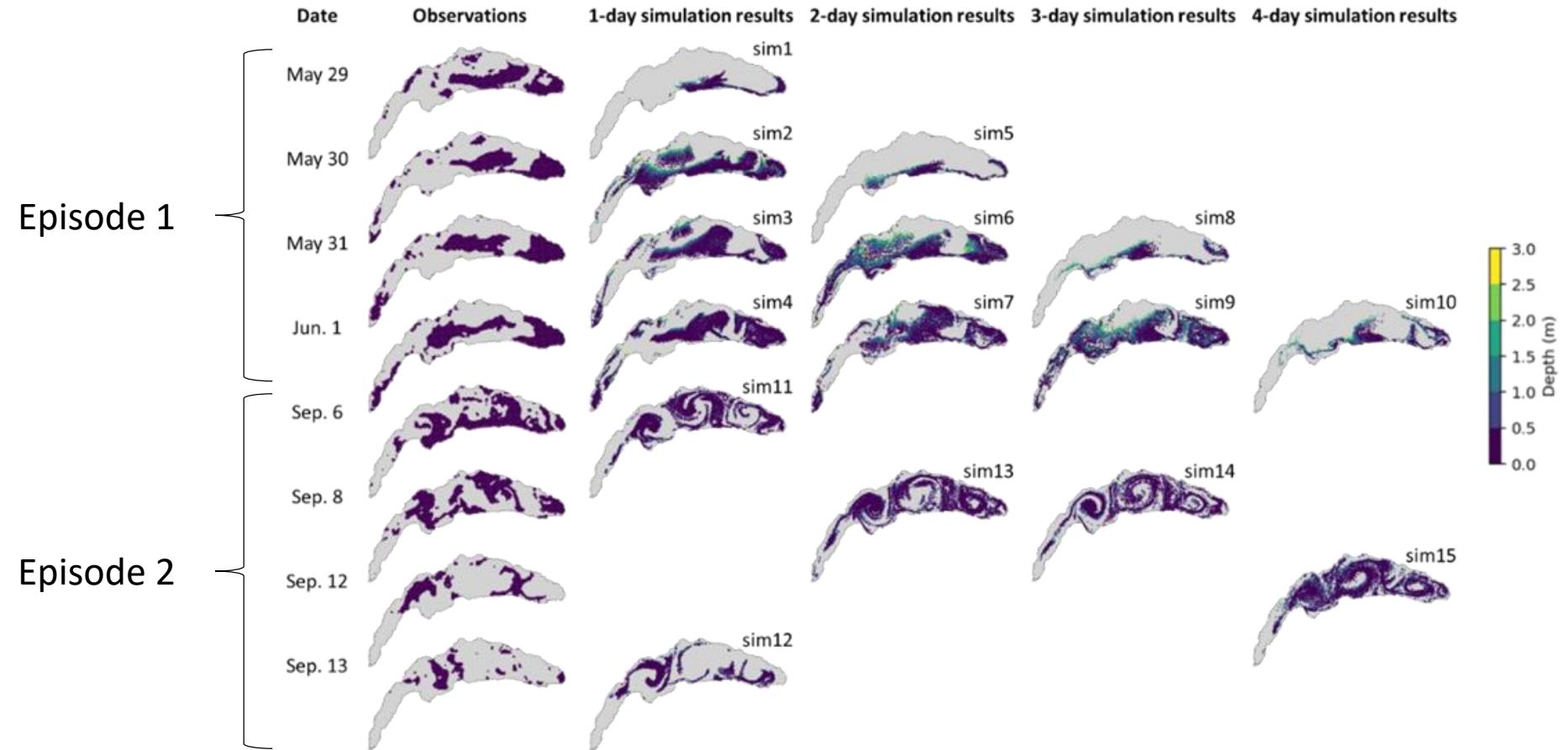
Sim.	Start date	End date	Duration
1	May 28	May 29	1 day
2	May 29	May 30	1 day
3	May 30	May 31	1 day
4	May 31	Jun. 1	1 day
5	May 28	May 30	2 days
6	May 29	May 31	2 days
7	May 30	Jun. 1	2 days
8	May 28	May 31	3 days
9	May 29	Jun. 1	3 days
10	May 28	Jun. 1	4 days
11	Sep. 5	Sep. 6	1 day
12	Sep. 12	Sep. 13	1 day
13	Sep. 6	Sep. 8	2 days
14	Sep. 5	Sep. 8	3 days
15	Sep. 8	Sep. 12	4 days



$$D_{sim_to_obs} = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \min_{n=1 \text{ à } N} \sqrt{(x_n - x_m)^2 + (y_n - y_m)^2}$$

$$D_{obs_to_sim} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \min_{m=1 \text{ à } M} \sqrt{(x_n - x_m)^2 + (y_n - y_m)^2}$$

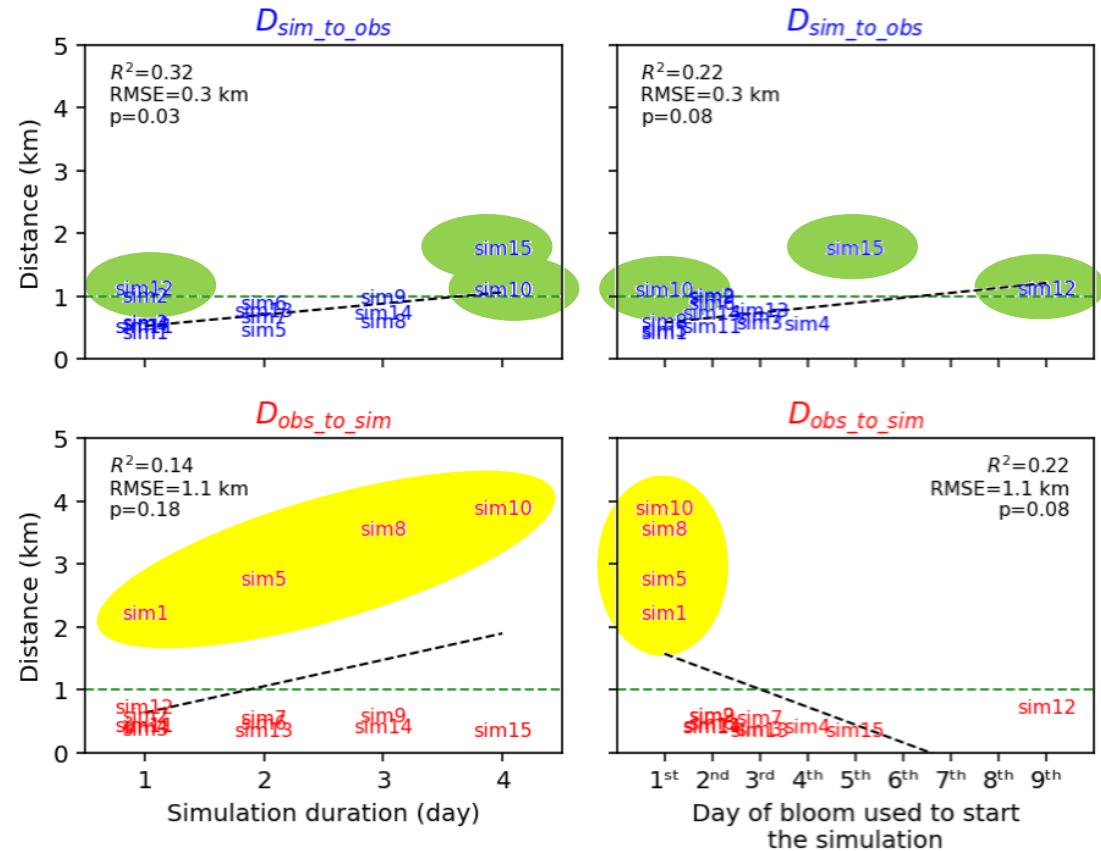
Simulation results



Forecasted high-Chl-a displacement (average error: 0.3-1.7 km; max. errir: 6.1 km)

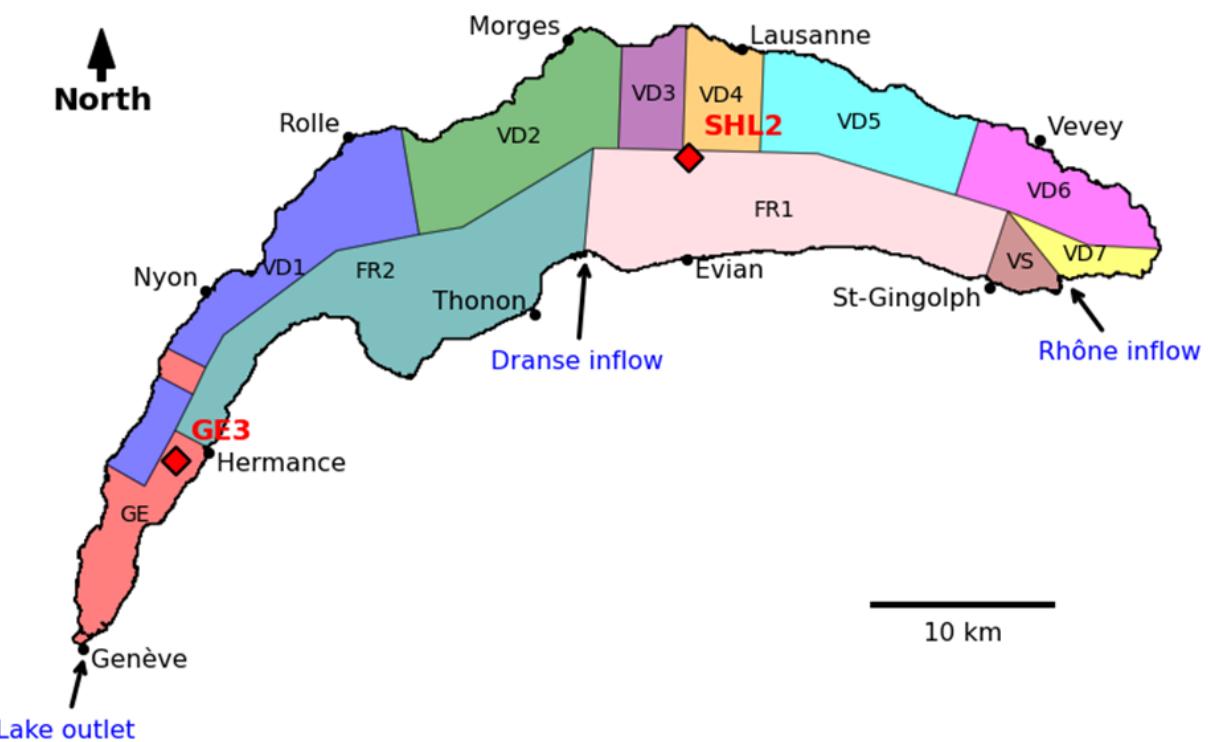
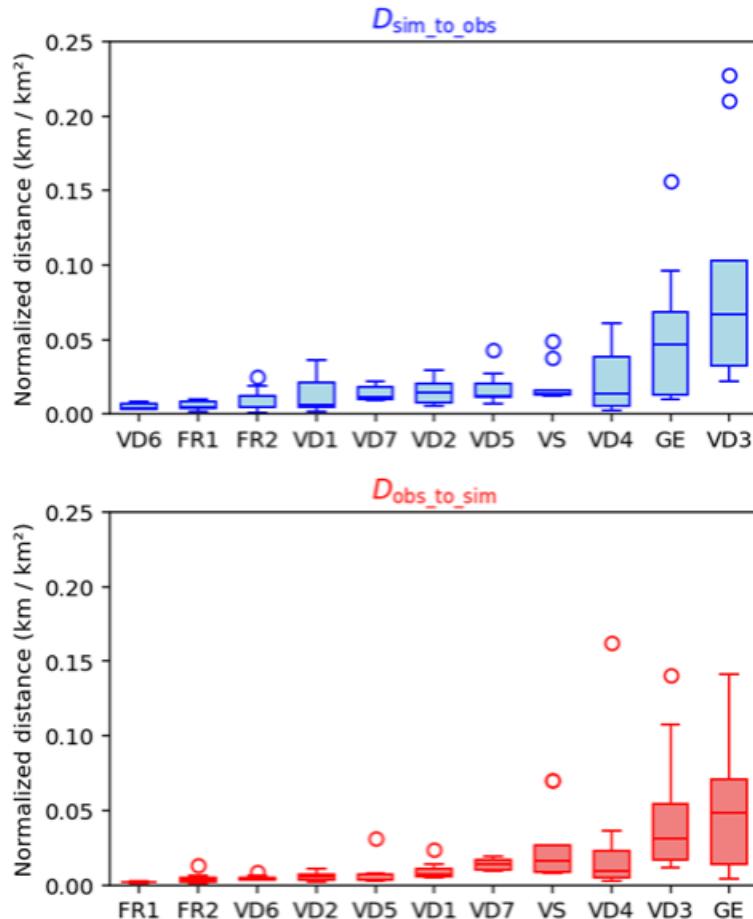
System performance (1/2)

Sim.	Start date (day of the bloom)	End date	Duration
1	May 28 (day 1)	May 29	1 day
2	May 29 (day 2)	May 30	1 day
3	May 30 (day 3)	May 31	1 day
4	May 31 (day 4)	Jun. 1	1 day
5	May 28 (day 1)	May 30	2 days
6	May 29 (day 2)	May 31	2 days
7	May 30 (day 3)	Jun. 1	2 days
8	May 28 (day 1)	May 31	3 days
9	May 29 (day 2)	Jun. 1	3 days
10	May 28 (day 1)	Jun. 1	4 days
11	Sep. 5 (day 2)	Sep. 6	1 day
12	Sep. 12 (day 9)	Sep. 13	1 day
13	Sep. 6 (day 3)	Sep. 8	2 days
14	Sep. 5 (day 2)	Sep. 8	3 days
15	Sep. 8 (day 5)	Sep. 12	4 days



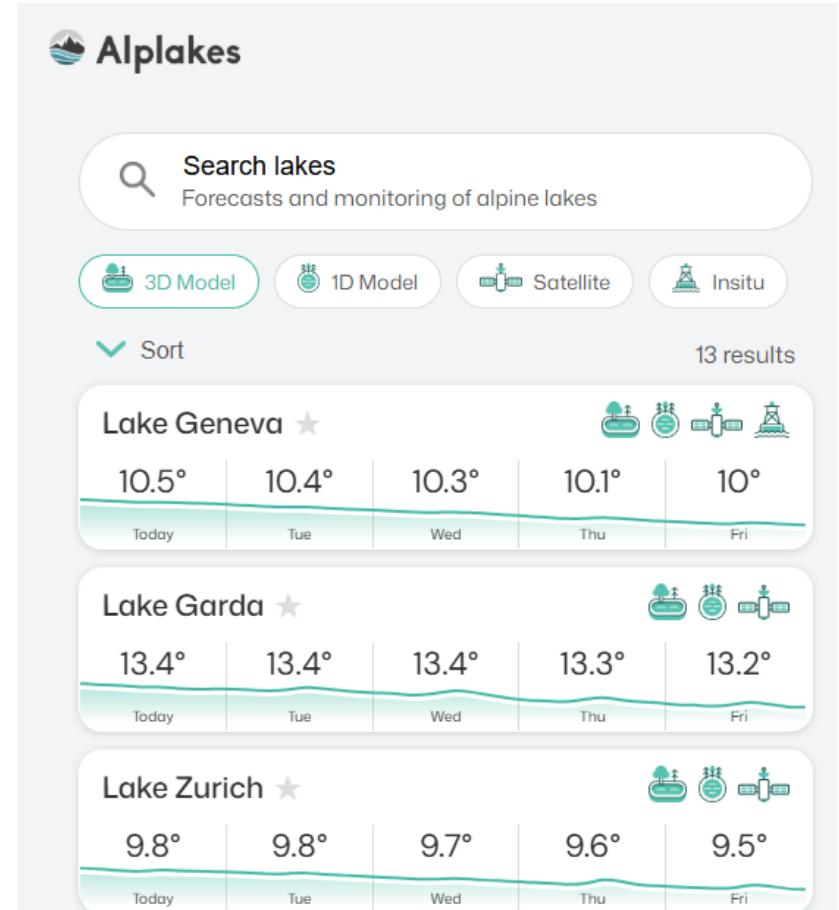
Lower performance at bloom onsets and >3-day forecasts

System performance (2/2)



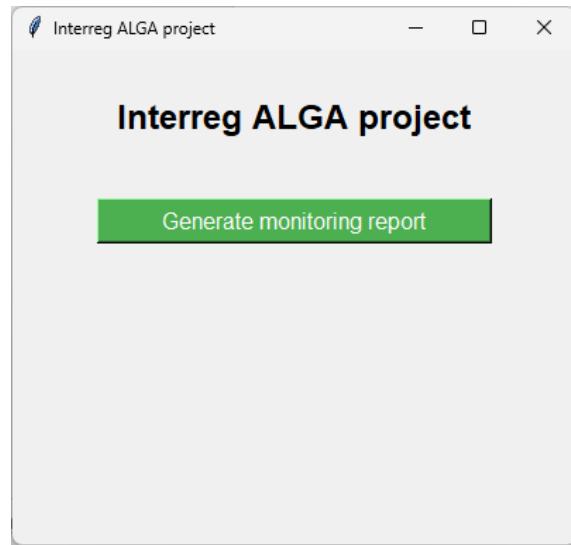
Conclusions

- Monitor surface Chl-a, assess potential risk in the 11 administrative sector of Lake Geneva
- Forecast the displacement of high-Chl-a areas
 - Average error: 0.3-1.7 km
 - Max. error: 6.1 km
 - Decreasing skill
 - >3-day forecasts
 - Bloom onset
- Complements traditional monitoring (captures short-lived blooms)
- Adaptable to other Alplakes lakes (13 lakes) →

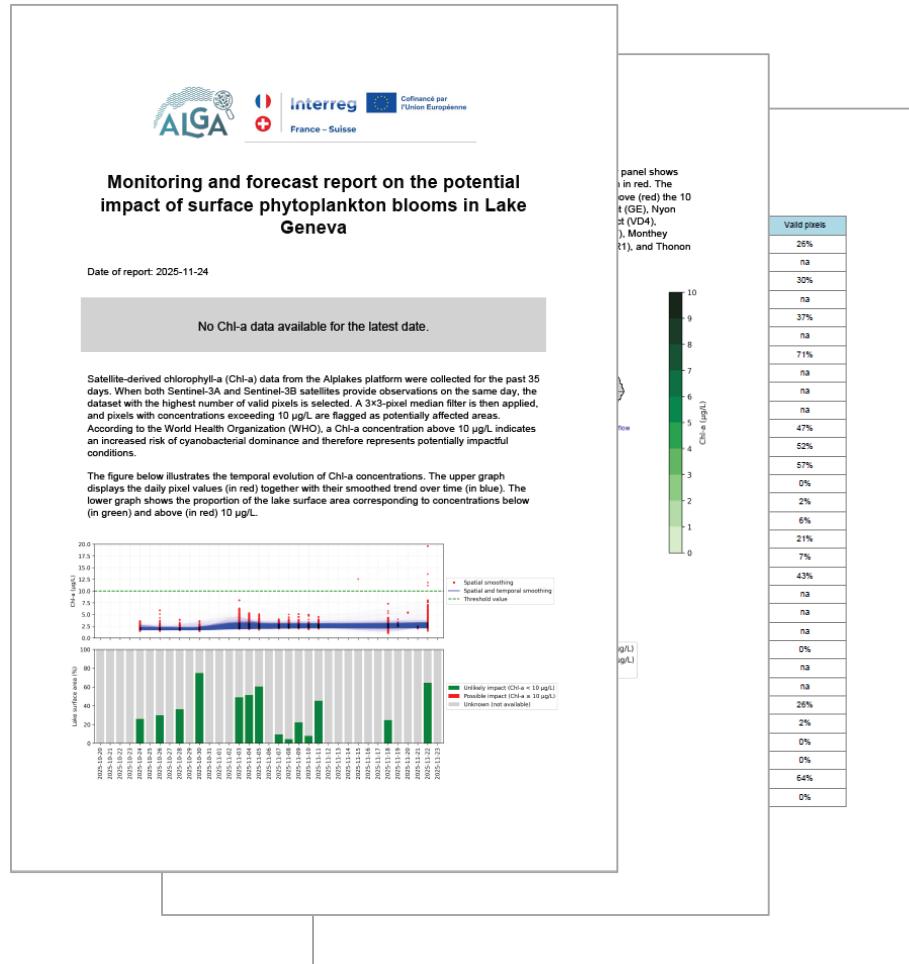


Dissemination

- Soulignac et al., submitted
- Windows app.:

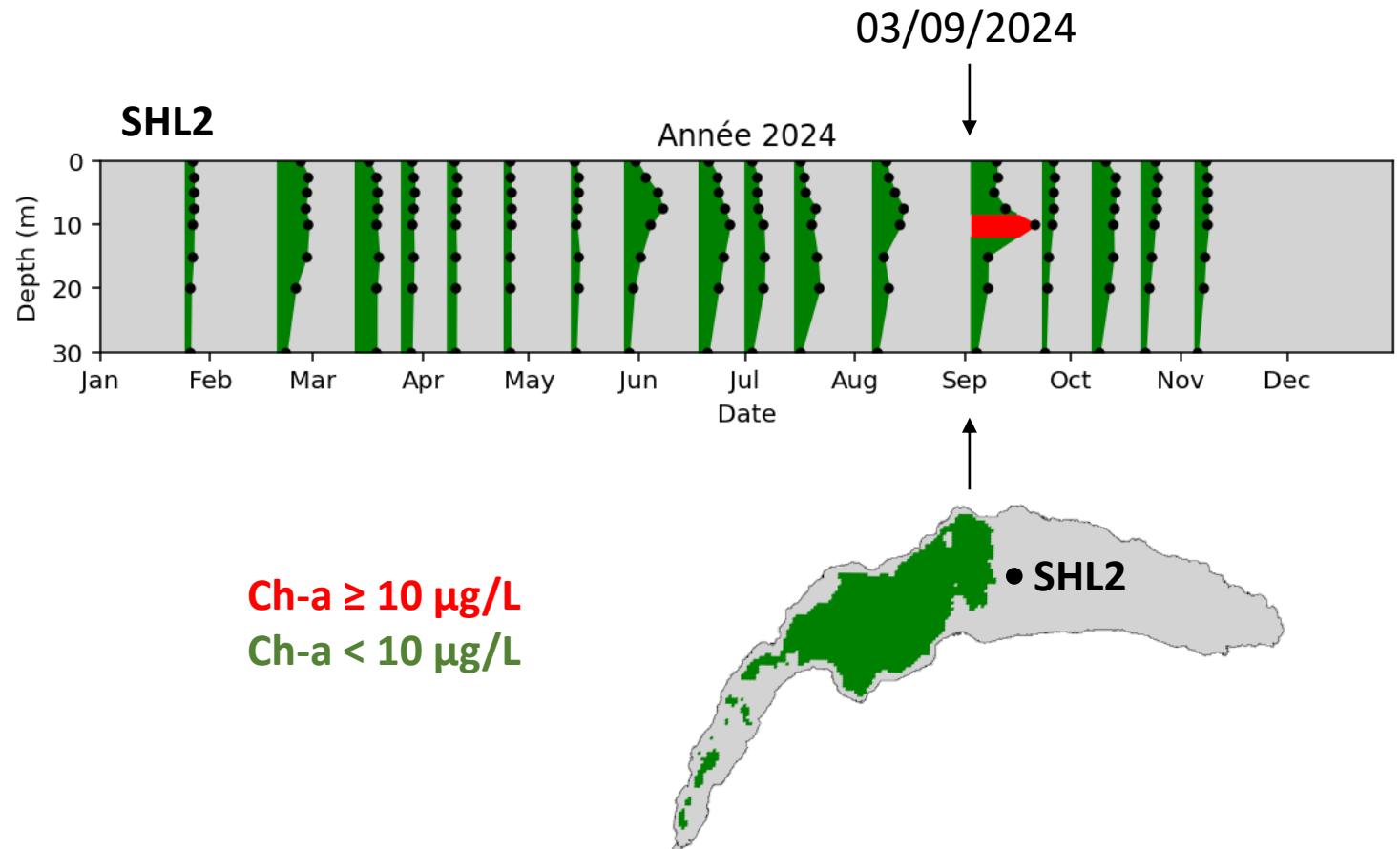


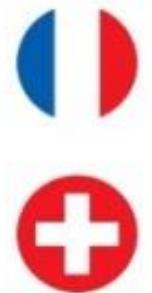
Monitoring report



Perspectives

- Detect and incorporate in the system high-Chl-a areas at depth unseen by satellites
- Which species are involved?





Interreg

France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne





WP2- MODÈLE PREDICTIF DU DEPLACEMENT DES BLOOMS (Frédéric)

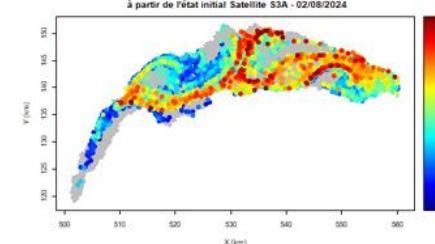
Cartes Chla
(données satellites)

+

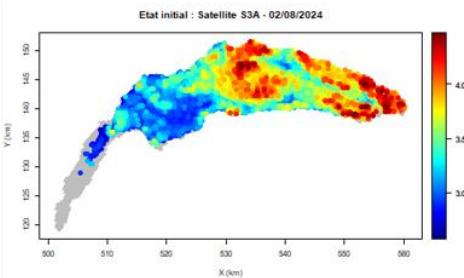
Prévisions hydrodynamiques
(AlpLakes modèle 3D hydrodynamique)



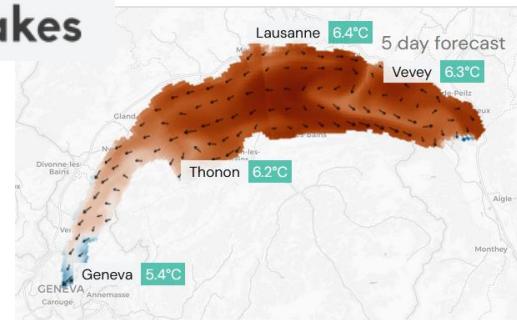
Prévisions des cartes Chla (1 à 5 jours)



Alplakes



Alplakes



Cependant: 1^{er} couche optique (couche optique active) ~ 0-5m



Pics profonds de Chla sont communs dans le Léman

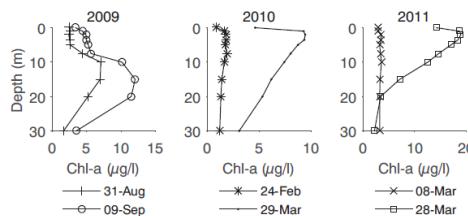


Fig. 10. In situ Chl-a measurements at SHL2 monitoring station.

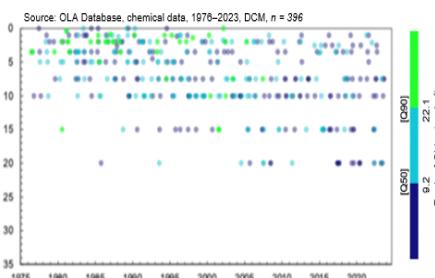
Deep chlorophyll-a maxima (DCM): Peak of chl-a higher than $0.5 \mu\text{g L}^{-1}$

- 5 events

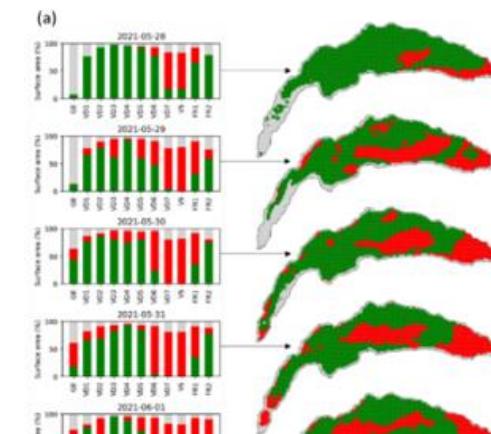
1.5 x the magnitude of mean concentration in the profile

- 479 events

(Lofton et al. 2020; Leach et al. 2018)



Détermine et localise les blooms
(Chla>10µg/L)





L'ACTION « DEEPCHLA »

Interreg
Alpine Space



Co-funded by
the European Union

DiMark

Besoin: Améliorer l'interprétation des images satellite et améliorer le modèle d'alerte

Approche: Savoir quand les « **pics profonds de Chla** » et les « **Blooms profonds** » sont susceptibles de se produire

Méthodes: Méthodes de Machine and Deep learning & Analyses multivariées

Qui: En collaboration avec:

- Jonathan Derot, Nozomi Sugiura, Shinya Kouketsu et Namal Rathnayake (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)
- Sayoob Vadakkechanat et Alexandre Mayer





Interreg



Co-funded by
the European Union

Alpine Space

DiMark

Machine learning pour prédire les occurrences des Blooms profonds (non visibles) vs Blooms de surface (visibles) - > Sayoob Vadakkechanat et Alexandre Mayer

Bloom= $\text{Chla} > 10 \mu\text{g/L}$

Features/Variables

depth_of_thermocline
depth_of_PO4_nutricline
PO4_at_nutricline
mixed_layer_depth
maximum_temperature
temp_diff_0_5m_max_vs_5_10m_min
radiation_8d_avg_wm2
Brunt_Vaisala_N2_max
Brunt_Vaisala_N2_mean
Brunt_Vaisala_N2_median
Brunt_Vaisala_N2_at_thermocline
Schmidt_stability
Wedderburn_num
Lmo
temp_depth_avg_0m-10or18m
temp_epilimnion_avg
temp_euphotic_zone_avg
temp_mixed_layer_avg

Machine learning pour prédire les occurrences des Blooms profonds (non visibles) vs Blooms de surface (visibles) - > Sayoob Vadakkechanat et Alexandre Mayer

Bloom=Chla>10µg/L

Features/Variables

depth_of_thermocline
depth_of_PO4_nutricline
PO4_at_nutricline
★ mixed_layer_depth
★ maximum_temperature
★ temp_diff_0_5m_max_vs_5_10m_min
radiation_8d_avg_wm2
★ Brunt_Vaisala_N2_max
Brunt_Vaisala_N2_mean
Brunt_Vaisala_N2_median
Brunt_Vaisala_N2_at_thermocline
★ Schmidt_stability
Wedderburn_num
Lmo
★ temp_depth_avg_0m-10or18m
temp_epilimnion_avg
temp_euphotic_zone_avg
temp_mixed_layer_avg
Chla
Zpd

8 variables

Peuvent être estimées
à partir du modèles
hydrodynamique 3D
pour les jours j à $j+5$

Peuvent être estimées à partir
des images satellite le jour j

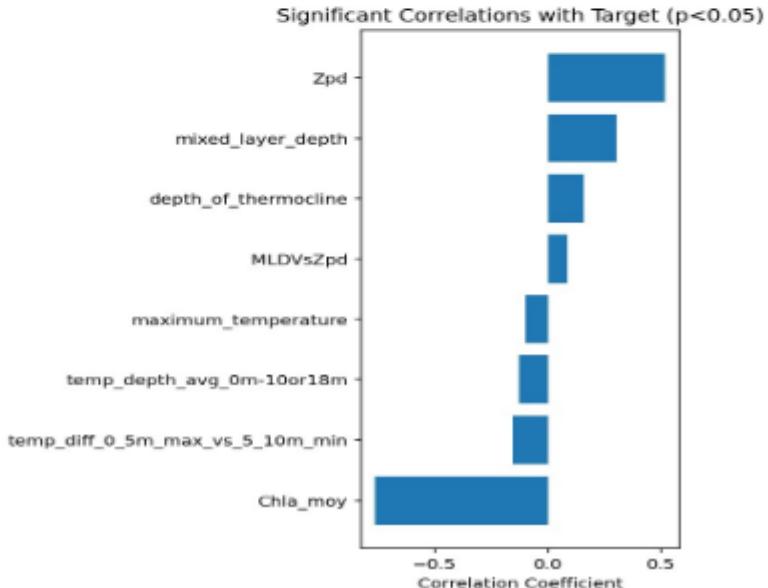
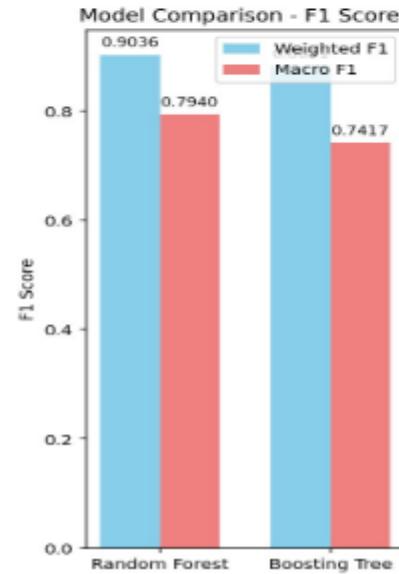
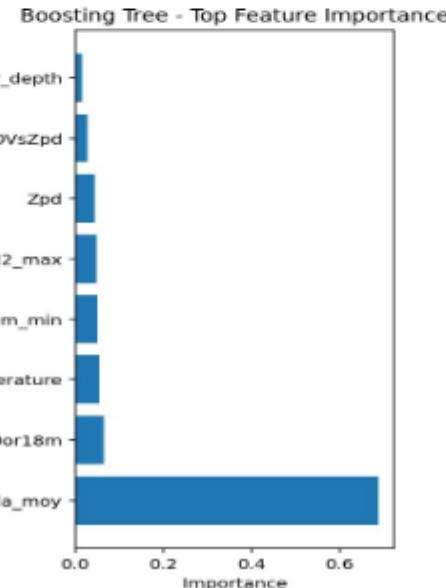
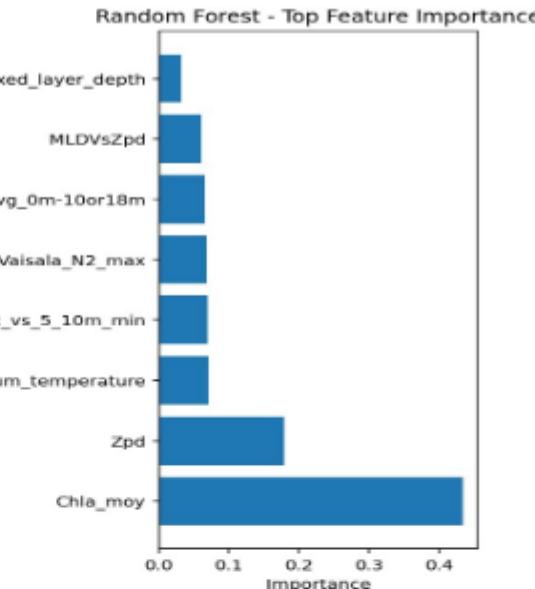
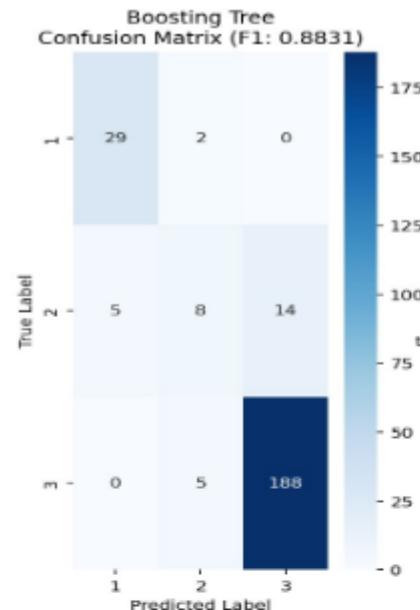
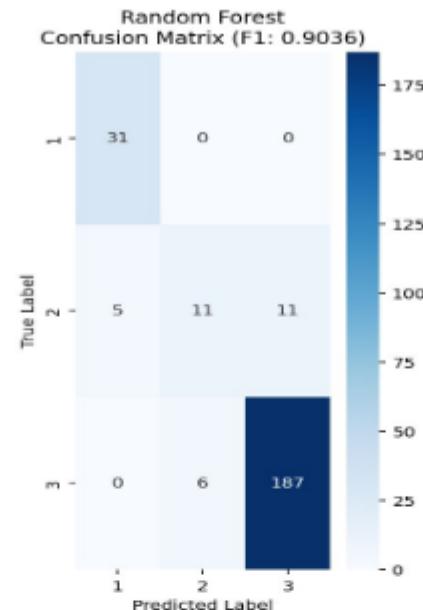
3 Catégories:

- Visible
- Non Visible
- Pas de bloom



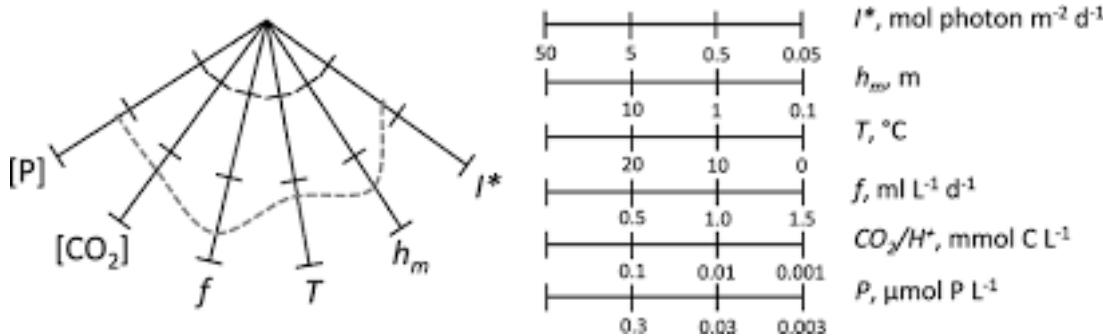
Date	Zpd	Categorie	Cat2
12/04/1976	3.1	4	3
17/05/1976	1.8	4	3
14/06/1976	1.5	1	1
19/07/1976	2.1	1	1
16/08/1976	2.2	3	2
13/09/1976	2.7	4	3
11/10/1976	4.4	4	3
13/12/1976	6.3	4	3
17/01/1977	7.8	4	3
14/02/1977	7.6	4	3
14/03/1977	1.8	1	1
12/04/1977	5.1	4	3
09/05/1977	1.3	1	1
13/06/1977	2.2	4	3
18/07/1977	3.2	4	3
16/08/1977	2.8	4	3
12/09/1977	3.9	4	3
10/10/1977	3.5	4	3
23/11/1977	4.4	4	3
12/12/1977	6.5	4	3
16/01/1978	6.5	4	3
14/02/1978	2.5	4	3
13/03/1978	5.8	4	3
17/04/1978	4.1	4	3
16/05/1978	4.1	2	1

Alpine Space



Colin S. Reynolds – Habitat Template

-> L'environnement des plantes et des animaux peut être évalué en fonction de leurs attributs quantifiables, de leurs préférences et de la tolérance des espèces

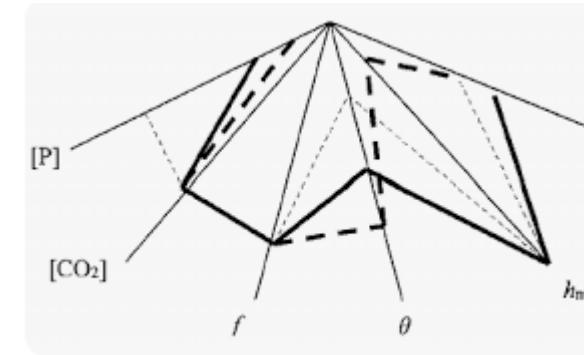


Exigences ou tolérances relatives à l'une des six variables distinctes de l'environnement



Appliquer le concept d'Habitat Template à des « événements »

-> Blooms profonds



Hexacle illustrant certaines caractéristiques environnementales enregistrées lorsque *Microcystis cf. panniformis* (ligne continue épaisse) et *M. aeruginosa* (ligne pointillée épaisse) ont atteint leur taux de croissance maximal dans le lac Arancio au cours de la période étudiée (Luigi Naselli-Flores & Rossella Barone. 2003).



Polycles illustrant certaines caractéristiques environnementales enregistrées lors de la survenue de blooms profonds



Etape 1: Définir les évènements - Attribuer une catégorie aux observations de 1976 à 2023

Cat_1=Chla>10µg/L dans la 1ere profondeur optique (couche optique active): **Visible**

Cat_2= Chla>10µg/L en-dessous de la 1ere profondeur optique: **Non Visible**

Cat_3= **Pas de bloom**

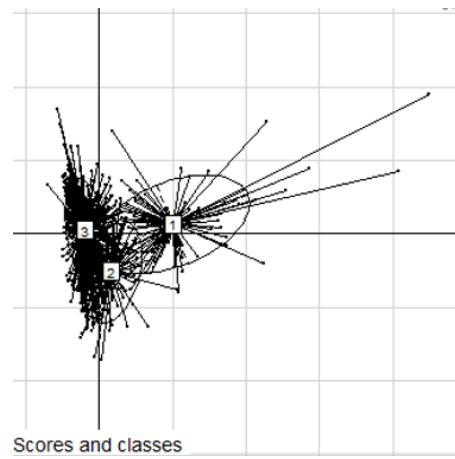
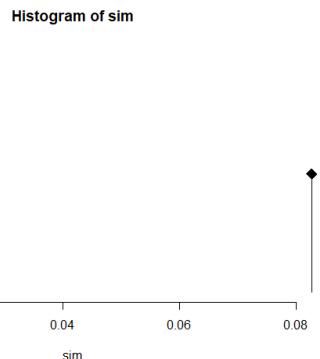
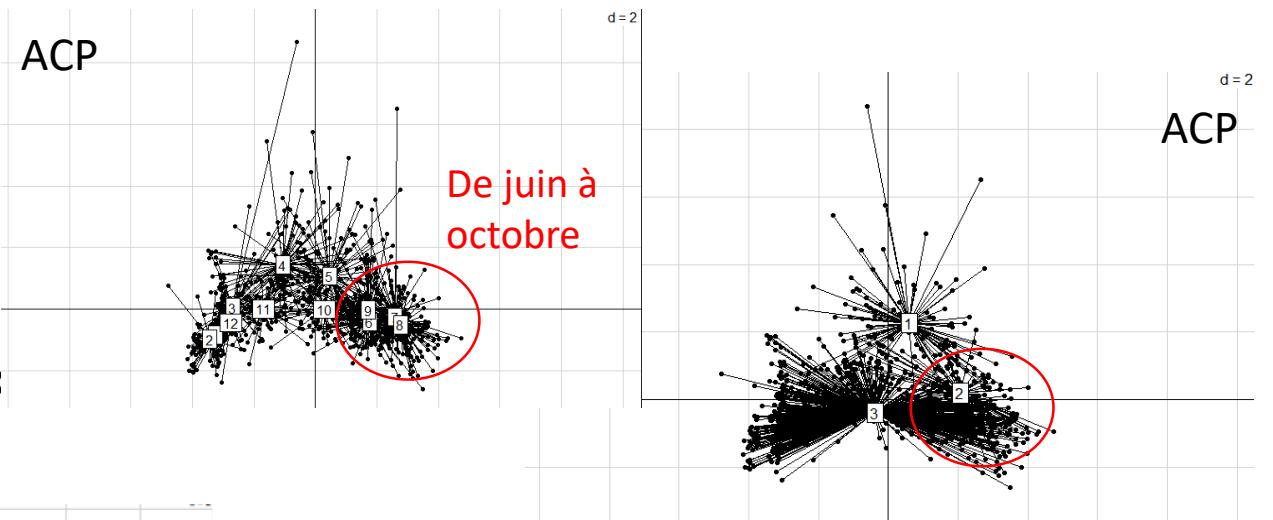
Date	Zpd	Categorie	Cat2
12/04/1976	3.1	4	3
17/05/1976	1.8	4	3
14/06/1976	1.5	1	1
19/07/1976	2.1	1	1
16/08/1976	2.2	3	2
13/09/1976	2.7	4	3
11/10/1976	4.4	4	3
13/12/1976	6.3	4	3
17/01/1977	7.8	4	3
14/02/1977	7.6	4	3
14/03/1977	1.8	1	1
12/04/1977	5.1	4	3
09/05/1977	1.3	1	1
13/06/1977	2.2	4	3
18/07/1977	3.2	4	3
16/08/1977	2.8	4	3
12/09/1977	3.9	4	3
10/10/1977	3.5	4	3
23/11/1977	4.4	4	3
12/12/1977	6.5	4	3
16/01/1978	6.5	4	3
14/02/1978	2.5	4	3
13/03/1978	5.8	4	3
17/04/1978	4.1	4	3
16/05/1978	4.1	2	1

Etape 2: Identifier la combinaison de paramètres environnementaux qui permet de distinguer au mieux les 3 catégories

-> Analyse discriminante

Variables explicatives:

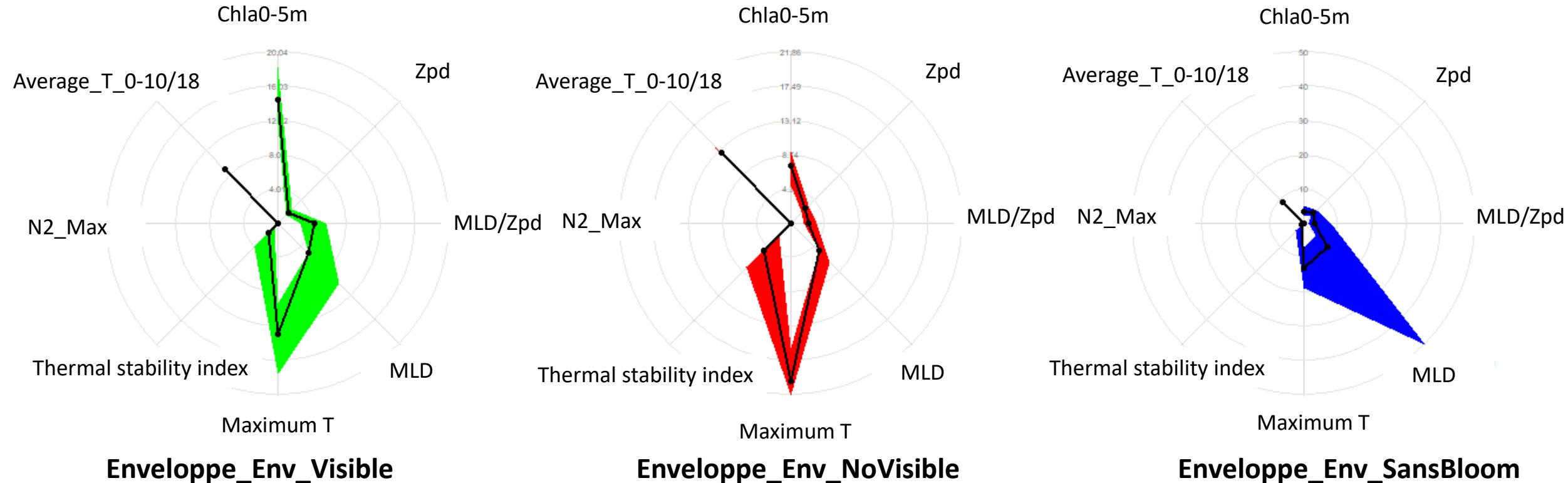
- Chla_moy 0-5m
- Zpd
- MLDVszpd
- mixed_layer_depth
- depth_of_thermocline
- maximum_temperature temp_diff_0_5m_ma
- Brunt_Väisälä_N2_max
- temp_depth_avg_0m-10or18m



```
> print(coefficients)
```

	DS1	DS2
chla_moy	0.96888784	0.371242106
zpd	-0.12054541	1.001496392
MLDVszpd	-0.20043533	0.764912599
mixed_layer_depth	0.20365255	-1.062478418
depth_of_thermocline	-0.09701774	0.002989604
maximum_temperature	-0.15506588	0.661828082
temp_diff_0_5m_max_vs_5_10m_min	0.06847180	-0.614539656
Brunt_Väisälä_N2_max	-0.03296317	-0.517028196
temp_depth_avg_0m.10or18m	0.04148021	-0.389527693

Etape 3: Dessiner l'Habitat Template pour chaque catégorie : 1er, 2e et 3e quartiles

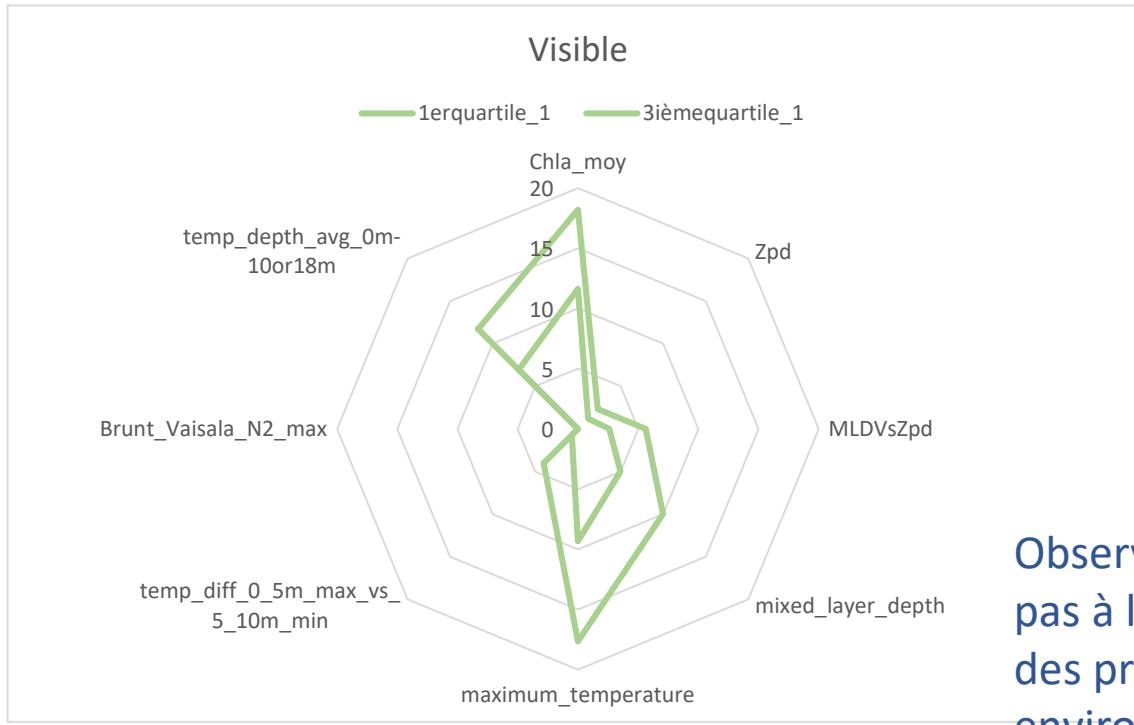


Hexacles: avec des branches représentant les propriétés de l'environnement lorsque les catégories apparaissent
La largeur de l'enveloppe correspond à la gamme spécifique de préférence pour la catégorie

Etape 4: Test de prédiction des blooms basé sur le concept de l'enveloppe environnementale

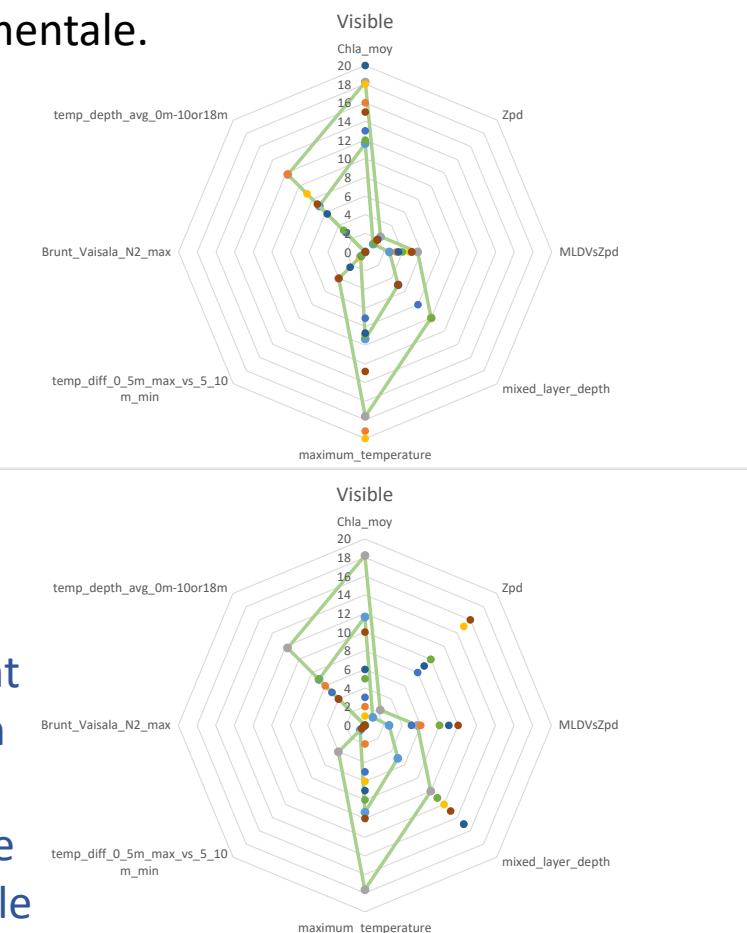
- > Attribution des catégories de blooms à l'aide de l'enveloppe environnementale
- > Comparer l'attribution avec la réalité des catégories de blooms

Exemple : tout bloom visible doit se produire dans des conditions environnementales spécifiques. Les combinaisons de ces conditions environnementales peuvent être résumées avec l'enveloppe environnementale.



Observations
appartiennent à
la cat1

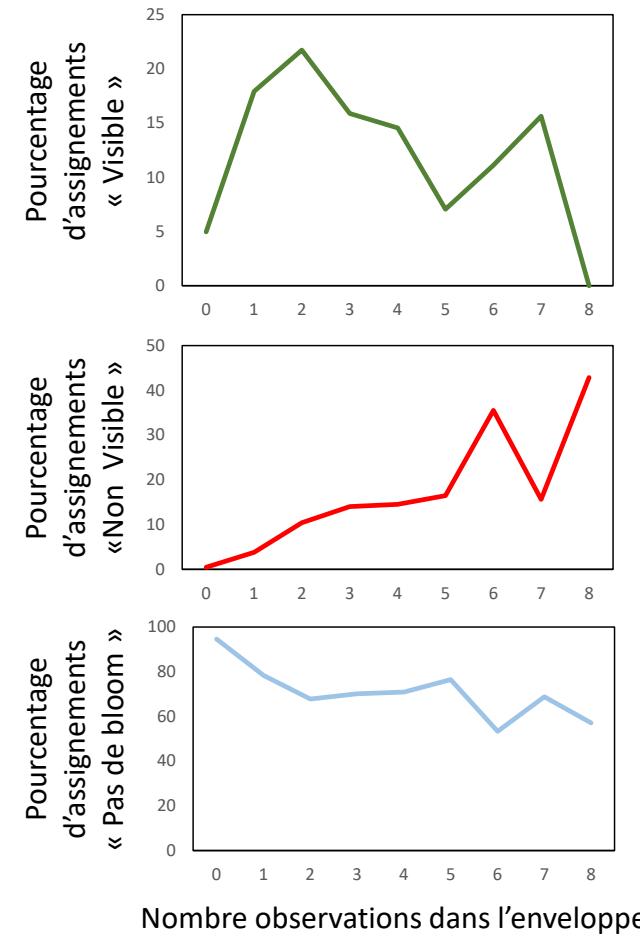
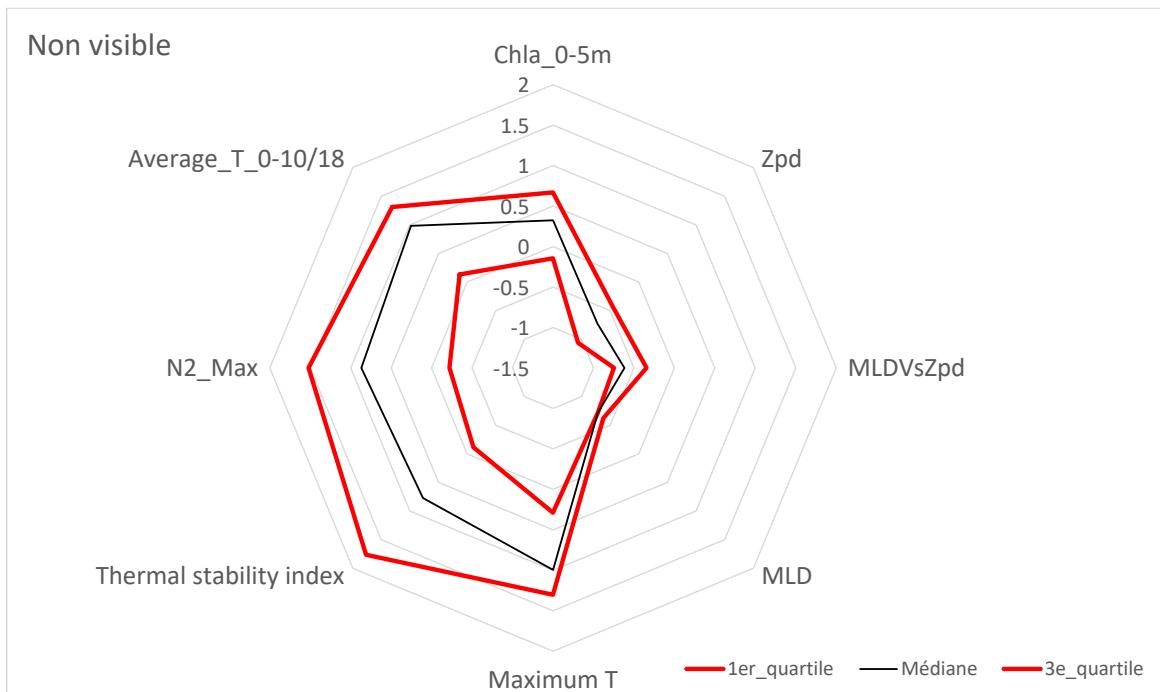
Observations n'appartiennent
pas à la cat1: La combinaison
des propriétés
environnementales diffère de
l'enveloppe environnementale
caractérisant les blooms visibles



Etape 4: Test de prédition des blooms basé sur le concept de l'enveloppe environnementale

- > Attribution des catégories de blooms à l'aide de l'enveloppe environnementale
- > Comparer l'attribution avec la réalité des catégories de blooms

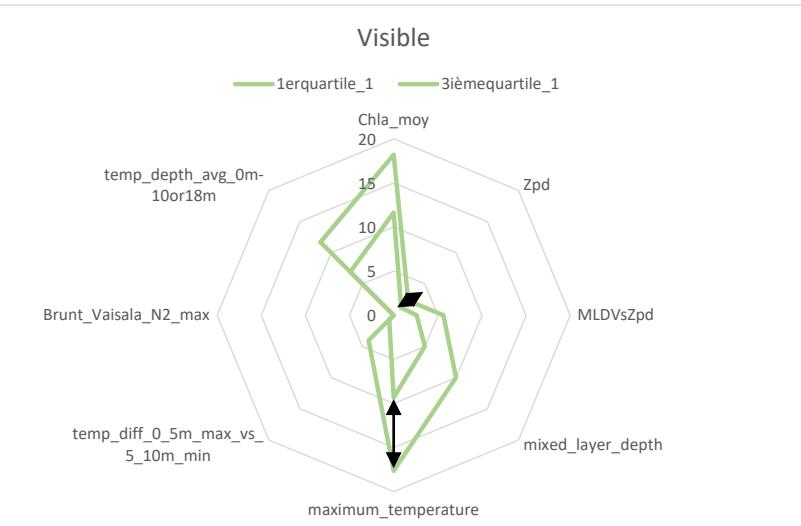
Exemple : tout bloom visible doit se produire dans des conditions environnementales spécifiques. Les combinaisons de ces conditions environnementales peuvent être résumées avec l'enveloppe environnementale.



Pourcentage d'assignments par nombre d'observations à l'intérieur de l'enveloppe

Méthode d'attribution des dates d'échantillonnage aux catégories de blooms

Pondération: $1/|Q1-Q3|$ calculé sur
les valeurs standardisées

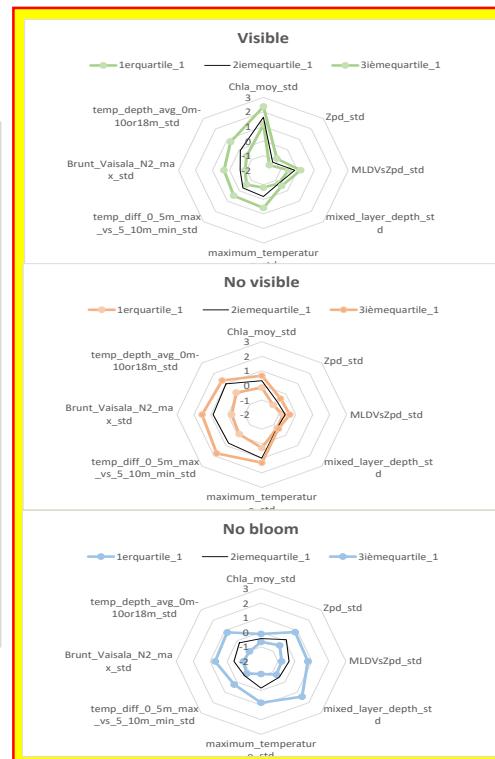


Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
12/04/1976	2	3	16	50	250	6	0	0
17/05/1976	7	2	3	5	4	16	8	0
14/06/1976	19	2	3	5	4	19	10	0
19/07/1976	23	2	5	10	13	22	1	0
16/08/1976	10	2	2	5	6	20	7	0
13/09/1976	7	3	7	20	250	16	0	0

Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
12/04/1976	2	3	16	50	250	6	0	0
17/05/1976	7	0	0	0	0	0	1	0
14/06/1976	19	0	0	0	0	0	1	0
19/07/1976	23	0	0	0	0	0	0	1
16/08/1976	10	0	0	1	0	0	0	0
13/09/1976	7	1	1	0	1	1	1	1

Standardisation du jeu de données

Coef pondération $\frac{1}{|Q1-Q3|}$



Cat1

Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
12/04/1976	0	1	1	0	1	0	0	0
17/05/1976	1	0	0	0	0	1	1	0
14/06/1976	0	1	0	0	0	1	0	0
19/07/1976	0	0	0	0	0	0	1	0
16/08/1976	0	0	1	0	1	0	0	0
13/09/1976	1	1	1	0	1	1	1	1

Cat2

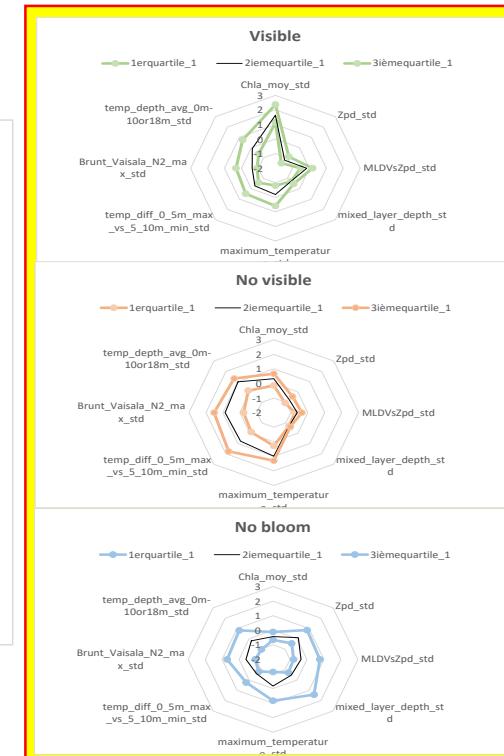
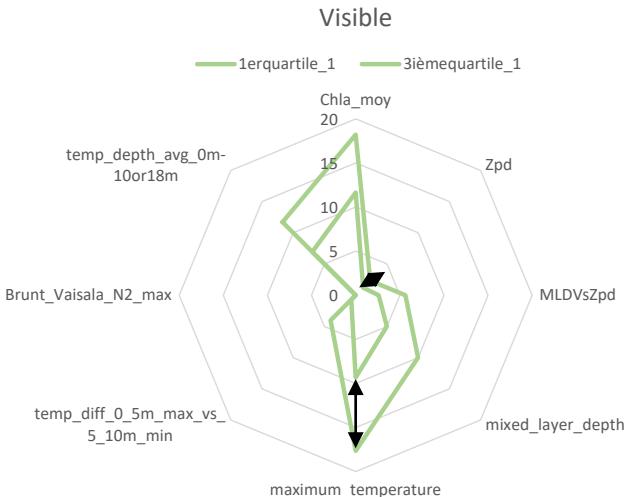
Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
12/04/1976	0	0	0	0	0	0	0	0
17/05/1976	0	1	0	0	0	0	1	0
14/06/1976	1	1	0	0	0	1	1	0
19/07/1976	1	1	0	0	0	0	0	0
16/08/1976	1	1	1	0	1	0	1	0
13/09/1976	1	0	1	0	0	0	0	1

Cat3

Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
12/04/1976	0	1	1	0	1	0	0	1
17/05/1976	1	2	0	0	0	1	1	0
14/06/1976	0	0	0	0	0	1	0	0
19/07/1976	1	1	1	1	1	1	1	1
16/08/1976	0	0	1	0	1	0	0	0
13/09/1976	1	1	1	0	1	1	0	0

Méthode d'attribution des dates d'échantillonnage aux catégories de blooms

Pondération: $1/|Q1-Q3|$ calculé sur
les valeurs standardisées



Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
12/04/1976	2	3	16	50	250	6	0	0
17/05/1976	7	2	3	5	4	16	8	0
14/06/1976	19	2	3	5	4	19	10	0
19/07/1976	23	2	5	10	13	22	1	0
16/08/1976	10	2	2	5	6	20	7	0
13/09/1976	7	3	7	20	250	16	0	0

Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
12/04/1976	2	3	16	50	250	6	0	0
17/05/1976	7	0	0	0	0	0	1	0
14/06/1976	19	0	0	0	0	0	1	0
19/07/1976	23	0	0	0	0	0	0	1
16/08/1976	10	0	0	1	0	0	0	0
13/09/1976	7	1	1	0	1	1	1	1

Coef pondération $\frac{1}{|Q1-Q3|}$

Cat1

Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
12/04/1976	0	1	1	0	1	0	0	0
17/05/1976	1	0	0	0	0	1	1	0
14/06/1976	0	1	0	0	0	1	0	0
19/07/1976	0	0	0	0	0	0	1	0
16/08/1976	0	0	1	0	1	0	0	0
13/09/1976	1	1	1	0	1	1	1	1

Cat2

Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
12/04/1976	0	0	0	0	0	0	0	0
17/05/1976	0	1	0	0	0	0	1	0
14/06/1976	1	1	0	0	0	1	1	0
19/07/1976	1	1	0	0	0	0	0	0
16/08/1976	1	1	1	0	1	0	1	0
13/09/1976	1	0	1	0	0	0	0	1

Cat3

Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
12/04/1976	0	1	1	0	1	0	0	1
17/05/1976	1	2	0	0	0	1	1	0
14/06/1976	0	0	0	0	0	1	0	0
19/07/1976	1	1	1	1	1	1	1	1
16/08/1976	0	0	1	0	1	0	0	0
13/09/1976	1	1	1	0	1	1	0	0



Cat1

	0.8	1	0.3	4	0.5	6	0.7	1
Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
12/04/1976	0	1	1	0	1	0	0	0
17/05/1976	1	0	0	0	0	1	1	0
14/06/1976	0	1	0	0	0	1	0	0
19/07/1976	0	0	0	0	0	0	1	0
16/08/1976	0	0	1	0	1	0	0	0
13/09/1976	1	1	1	0	1	1	1	1

Cat2

	0.1	0.5	0.3	1	0.6	0.7	0.9	1
Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
12/04/1976	0	0	0	0	0	0	0	0
17/05/1976	0	1	0	0	0	1	0	0
14/06/1976	1	1	0	0	0	1	1	0
19/07/1976	1	1	0	0	0	0	0	0
16/08/1976	1	1	1	0	1	0	1	0
13/09/1976	1	0	1	0	0	0	0	1

Cat3

	0.6	1	0.5	0.9	0.8	6	0.3	1
Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
12/04/1976	0	1	1	0	1	0	0	1
17/05/1976	1	2	0	0	0	1	1	0
14/06/1976	0	0	0	0	0	1	0	0
19/07/1976	1	1	1	1	1	1	1	1
16/08/1976	0	0	1	0	1	0	0	0
13/09/1976	1	1	1	0	1	1	0	0

Pondé-
ration



Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	SCORE_Cat1
12/04/1976	0	1	0.3	0	0.5	0	0	0	1.80
17/05/1976	0.8	0	0	0	0	6	0.7	0	7.50
14/06/1976	0	1	0	0	0	6	0	0	7.00
19/07/1976	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0.36
16/08/1976	0	0	0.3	0	0.5	0	0	0	0.80
13/09/1976	0.8	1	0.3	0	0.5	6	0.7	1	10.30



Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	SCORE_Cat2
12/04/1976	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17/05/1976	0	1	0	0	0	6	0	0	7.00
14/06/1976	0.8	1	0	0	0	6	0.7	0	8.50
19/07/1976	0.8	1	0	0	0	0	0	0	1.81
16/08/1976	0.8	1	0.3	0	0.5	0	0.7	0	3.30
13/09/1976	0.8	0	0.3	0	0	0	0	1	2.10



Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	SCORE_Cat3
12/04/1976	0	1	0.3	0	0.5	0	0	1	2.80
17/05/1976	0.8	1.8	0	0	0	6	0.7	0	9.30
14/06/1976	0	0	0	0	0	6	0	0	6.00
19/07/1976	0.8	1	0.3	4	0.5	6	0.7	1	14.30
16/08/1976	0	0	0.3	0	0.5	0	0	0	0.80
13/09/1976	0.8	1	0.3	0	0.5	6	0	0	

SCORE_Max



Date	SCORE_Cat1	SCORE_Cat2	SCORE_Cat3	SCORE_Max
12/04/1976	1.8	0.0	2.8	Cat3
17/05/1976	7.5	7.0	9.3	Cat3
14/06/1976	7.0	8.5	6.0	Cat2
19/07/1976	0.4	1.8	14.3	Cat3
16/08/1976	0.8	3.3	0.8	Cat2
13/09/1976	10.3	2.1	8.6	Cat1

Résultats/perspectives

SCORE sans pondération

ProbaMatriceconfusion			
Visible	43.26923077	17.30769231	39.42307692
NoVisible	15.73033708	61.79775281	22.47191011
NoBloom	4.205607477	24.6105919	71.18380062
	SCORE_Visible	SCORE_NoVisible	SCORE_NoBloom

Visible: bien catégorisés dans 43% des cas
 Non visible: bien catégorisés dans 62% des cas
 Pas de bloom: bien catégorisés dans 71% des cas

SCORE pondérés: $(1/|Q1-Q3|)$: calculé sur valeurs standardisées

Visible	29.80769231	63.46153846	6.730769231
NoVisible	10.11235955	84.26966292	5.617977528
NoBloom	8.878504673	41.27725857	49.84423676
	SCORE_Visible	SCORE_NoVisible	SCORE_NoBloom

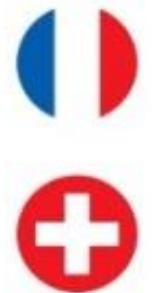
Test Sans la variable Chla0-5m:

Visible	23	68	9
NoVisible	12	81	7
NoBloom	11	40	48
	SCORE_Visible	SCORE_NoVisible	SCORE_NoBloom

Légère
dégradation

Prochaine étape

- 
- a) Tester sur les années récentes (2024-2025)
 - b) Intégrer au modèle d'alerte



Interreg

France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



WP1

- 1) Données à haute fréquence (quotidiennes - hebdomadaires) de variables environnementales et d'algues (LéXPLORÉ) ;
- 2) Analyse des séries chronologiques de la base de données à long terme OLA / CIPEL ;
- 3) Analyse des toxines – hépato- et neuro-toxines dans des échantillons hebdomadaires (si possible) en utilisant les méthodes en place à l'Eawag ;
- 4) Images satellitaires du lac (Sentinel 2) montrant la distribution spatiale des différentes efflorescences pendant la période d'étude en utilisant des algorithmes et des procédures développées à l'Eawag pour le traitement de ces images ;
- 5) Un Modèle hydrodynamique tridimensionnel (3D) a déjà été implémenté pour le Léman (Soulignac *et al.* 2019). Il sera amélioré afin de tester et exécuter des scenarii attendus d'efflorescences avec différentes caractéristiques pour évaluer leurs impacts respectifs sur les indicateurs de l'écosystème. Il permettra également d'investiguer les échanges entre zone littorale et zone pélagique afin de mieux comprendre l'origine des proliférations algales et leur extension ;
- 6) Premier relevé des cyanobactéries benthiques autour du lac Léman en utilisant la Benthotorch et des méthodes basées sur l'ADN ainsi que des drones hyperspectraux.

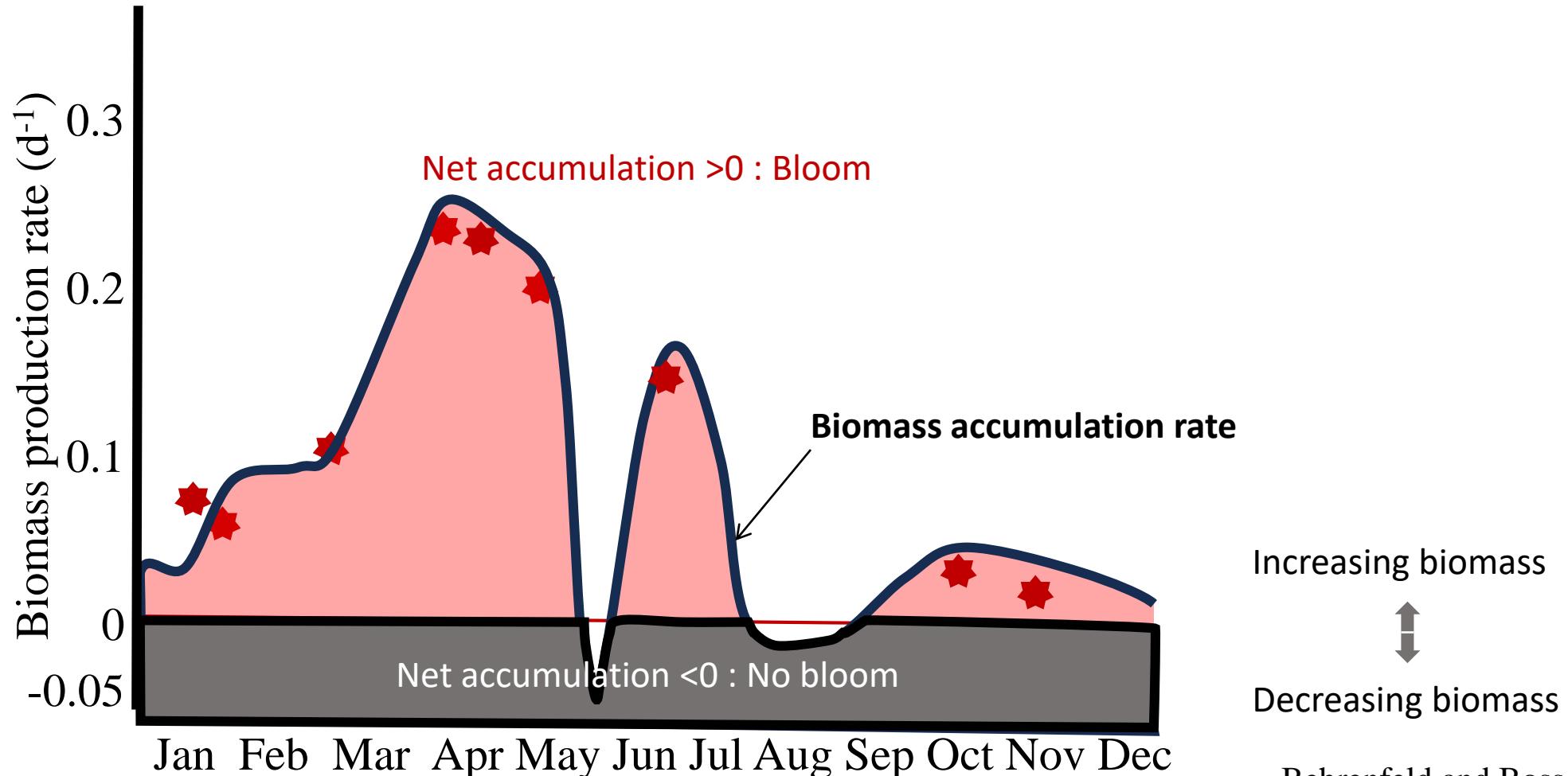
Monitoring haute fréquence du phytoplancton sur LéXPLORÉ

Mathilde Dugenne, Irene Muscas, Mridul K. Thomas, Bastiaan W. Ibelings

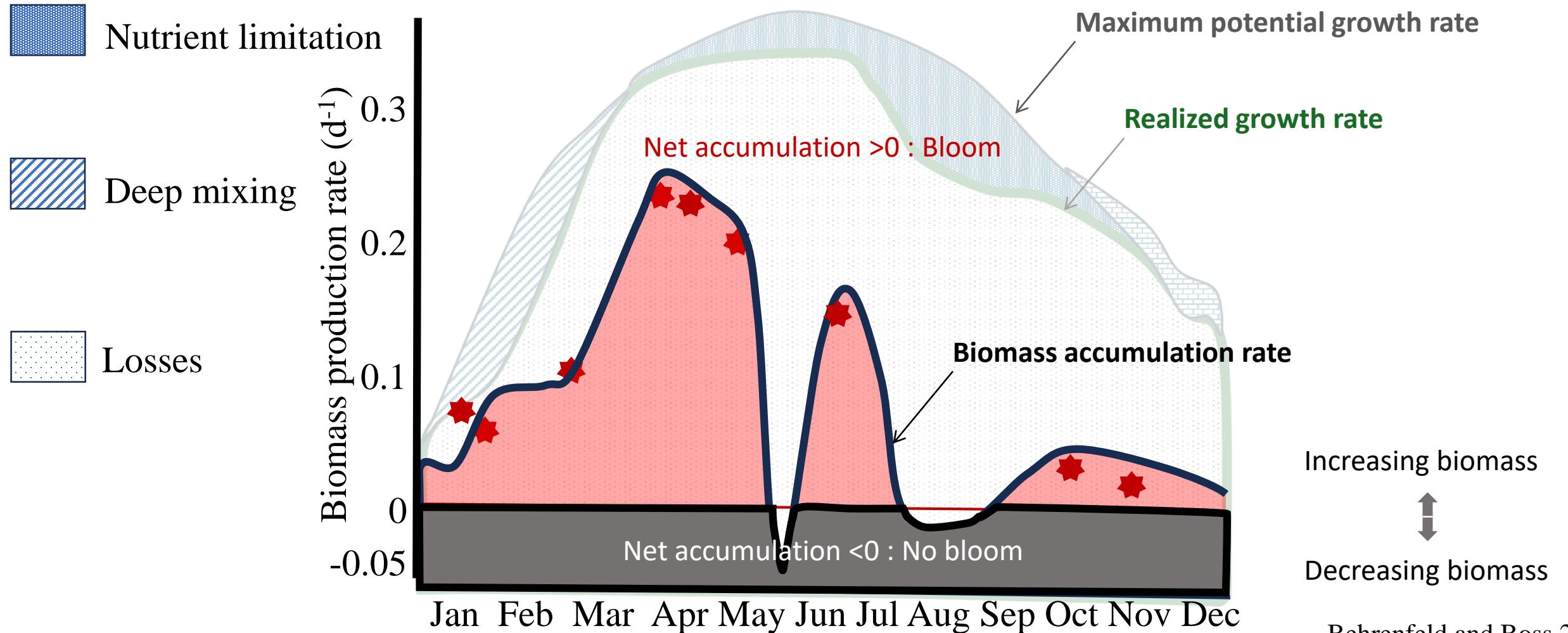


What's a Bloom ? In a system where displacement (d) is considered negligible, a bloom represents a net accumulation of phytoplankton biomass over time resulting from imbalanced growth (μ) and losses (l)

$$\frac{d C}{dt} = \mu \times C - l \times C \pm d \times C$$



$$\frac{dC}{dt} = (\mu_{\max} \times f(\text{limitations})) \times C - (\text{sinking} + \text{predation}) \times C \pm (\text{migration} + \text{advection}) \times C$$



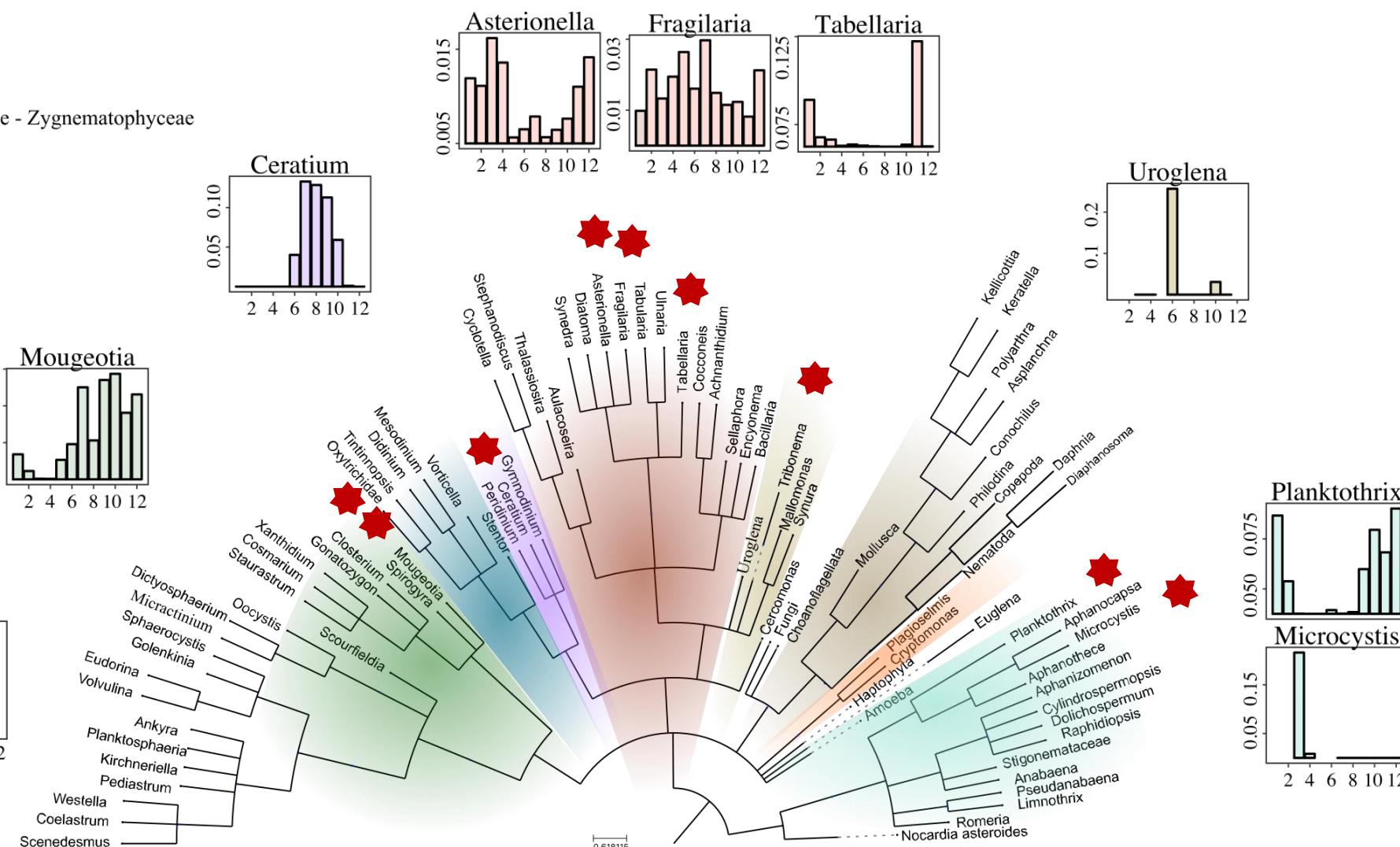
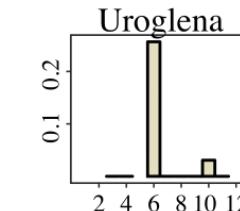
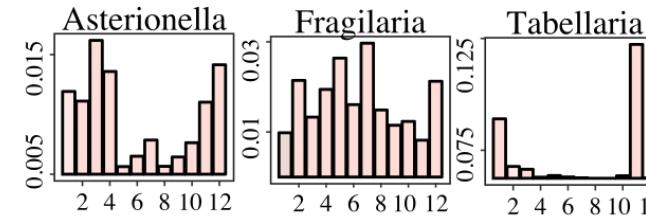
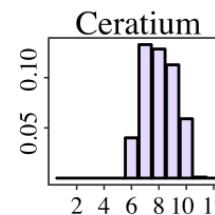
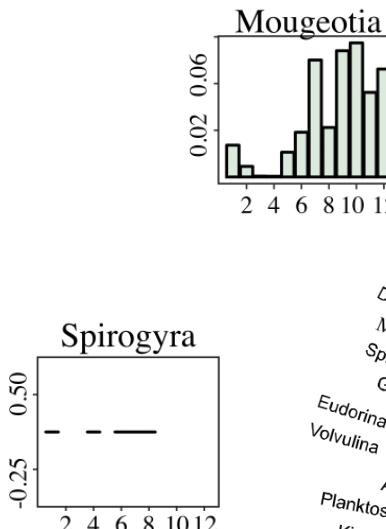
$$\frac{d C_i}{dt} = (\mu_{\max} \times f(\text{limitations})) \times C_i - (\text{sinking} + \text{predation}) \times C_i \pm (\text{migration} + \text{advection}) \times C_i$$

All blooming species have adapted to optimize their displacement (d), growth (μ), or limit losses (l)

Blooming species

- Chlorophyceae - Trebouxiophyceae - Zygnematophyceae
- Ciliophora
- Dinophyceae
- Bacillariophyceae
- Chrysophyceae
- Rotifera - Arthropoda
- Cryptophyta
- Cyanobacteria

Relative biomass



$$\frac{dC}{dt} = (\mu_{max} \times f(\text{limitations})) \times C - (\text{sinking} + \text{predation}) \times C \pm (\text{migration} + \text{advection}) \times C$$

Approach: Specific populations are monitored (sub)daily via image acquisitions and cytometric analyses



Method: Computer vision and structured population models



CytoSense:

Frequency: 6 samples per day

Target organisms: 10-100 µm

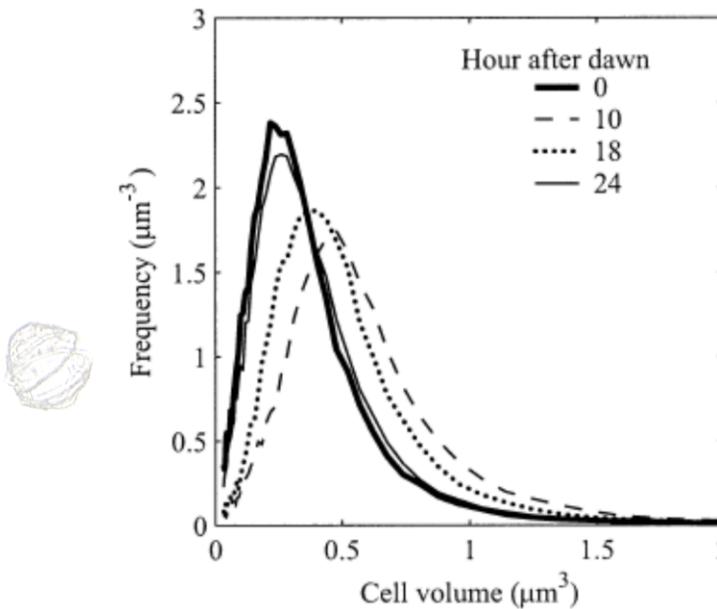
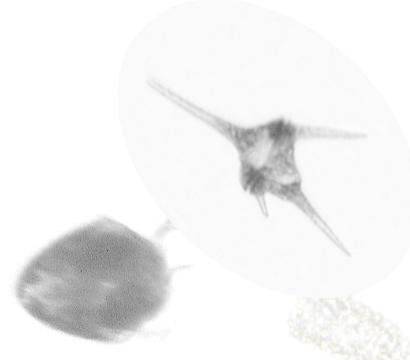
Depth: 3.5 - 7- 15 – 20 – 25 – 30 - 40 m

Annotations: <https://ecotaxa.obs-vlfr.fr/gui/prj/15101>

~x millions gray-scale images!

$$\frac{dC}{dt} = (\mu_{\max} \times f(\text{limitations})) \times C - (\text{sinking} + \text{predation}) \times C \pm (\text{migration} + \text{advection}) \times C$$

Shift in size distribution explained by division and growth:



CytoSense:

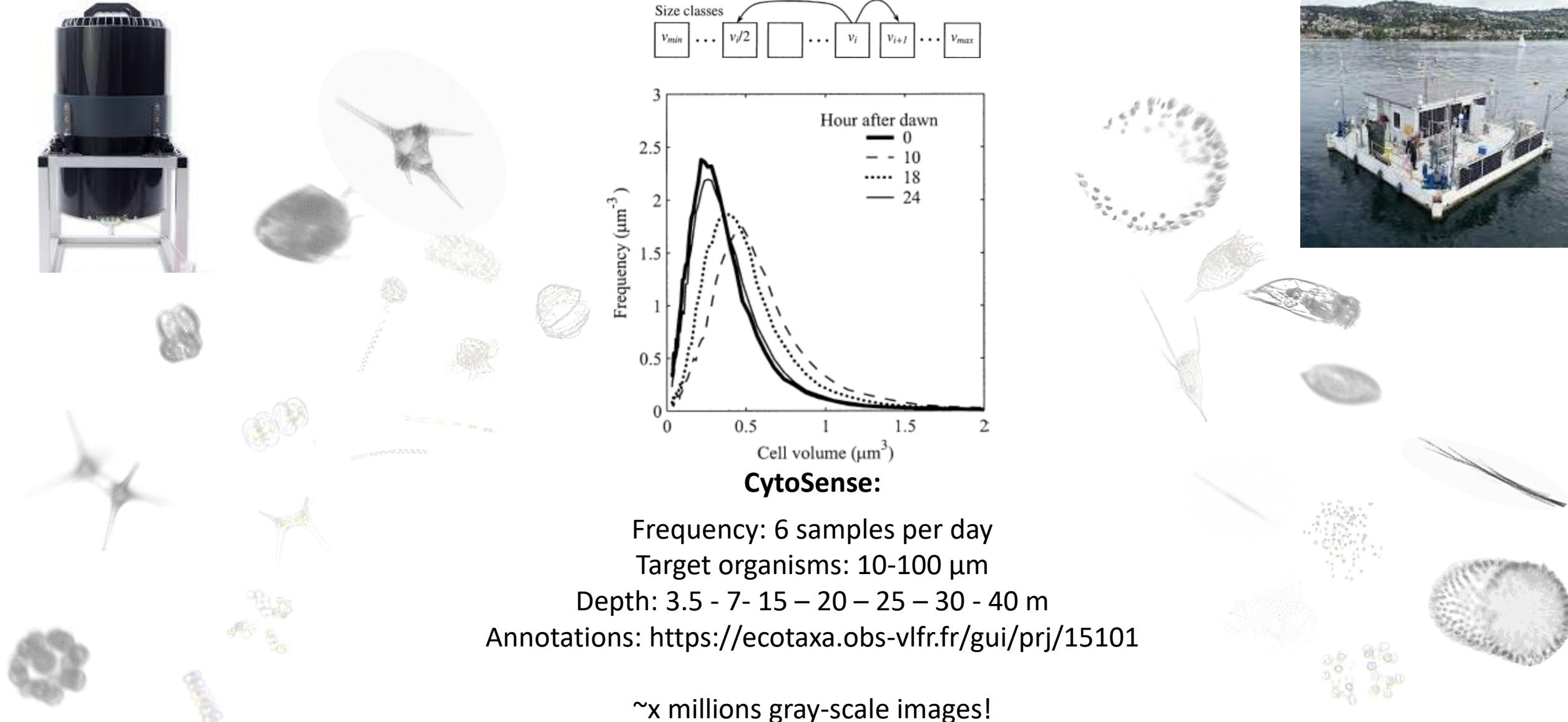
Frequency: 6 samples per day

Target organisms: 10-100 μm

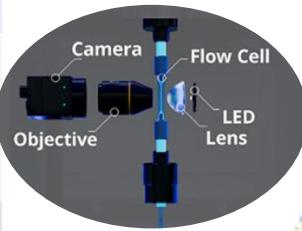
Depth: 3.5 - 7 - 15 - 20 - 25 - 30 - 40 m

Annotations: <https://ecotaxa.obs-vlfr.fr/gui/prj/15101>

~x millions gray-scale images!



$$\frac{dC}{dt} = (\mu_{max} \times f(\text{limitations})) \times C - (\text{sinking} + \text{predation}) \times C \pm (\text{migration} + \text{advection}) \times C$$



FlowCam micro:

Frequency: 1 sample per day

Target organisms: 10-100 µm

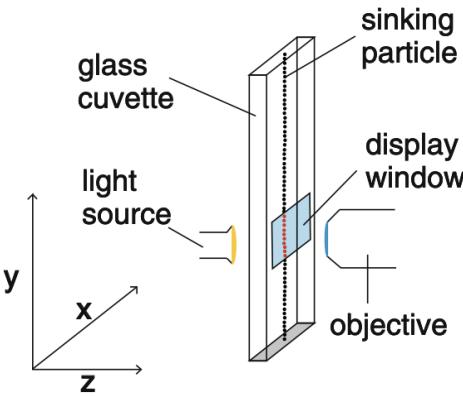
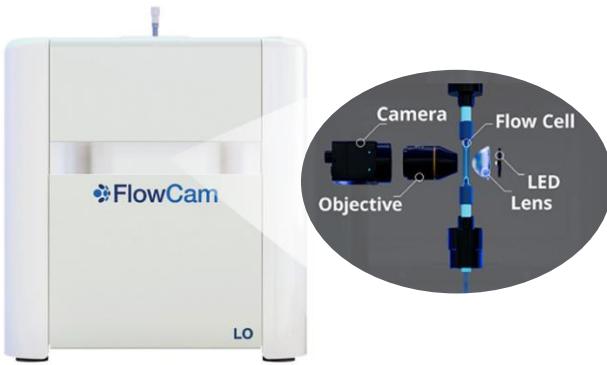
Depth: 3.5m

Annotations: <https://ecotaxa.obs-vlfr.fr/gui/prj/14791>

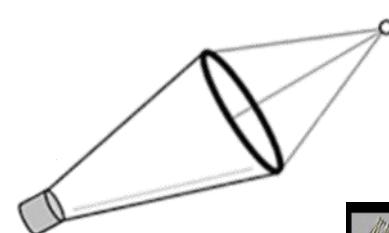
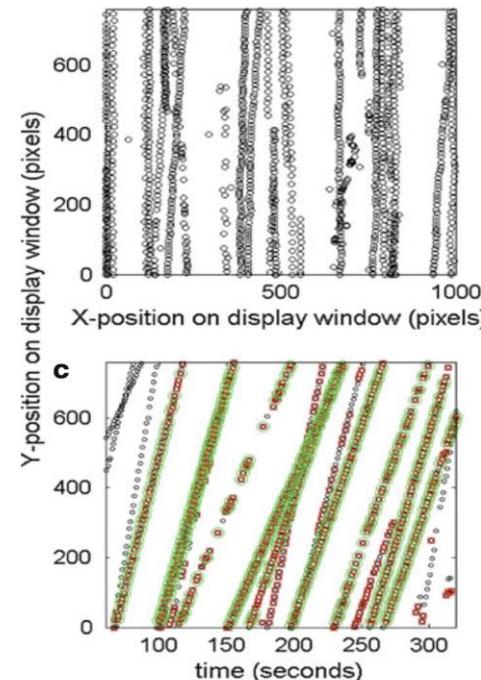
~2 millions colored images!

$$\frac{dC}{dt} = (\mu_{max} \times f(\text{limitations})) \times C - (\text{sinking} + \text{predation}) \times C \pm (\text{migration} + \text{advection}) \times C$$

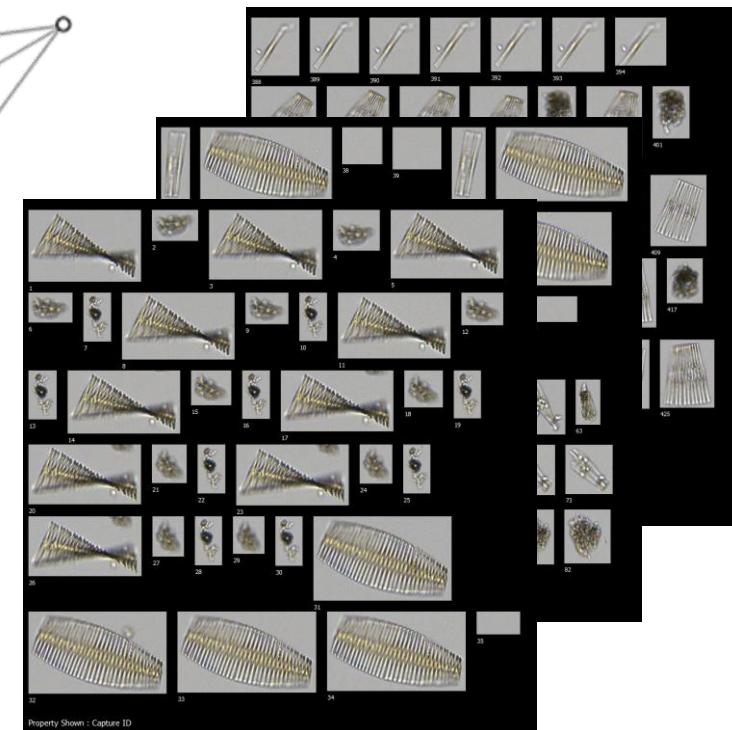
Approach: Specific populations are monitored (sub)daily via image acquisitions and cytometric analyses



Method: **Computer vision** and structured population models



Collaboration with Lisa Morales (PI: Ibelings)



An approach for particle sinking velocity measurements in the 3–400 μm size range and considerations on the effect of temperature on sinking rates

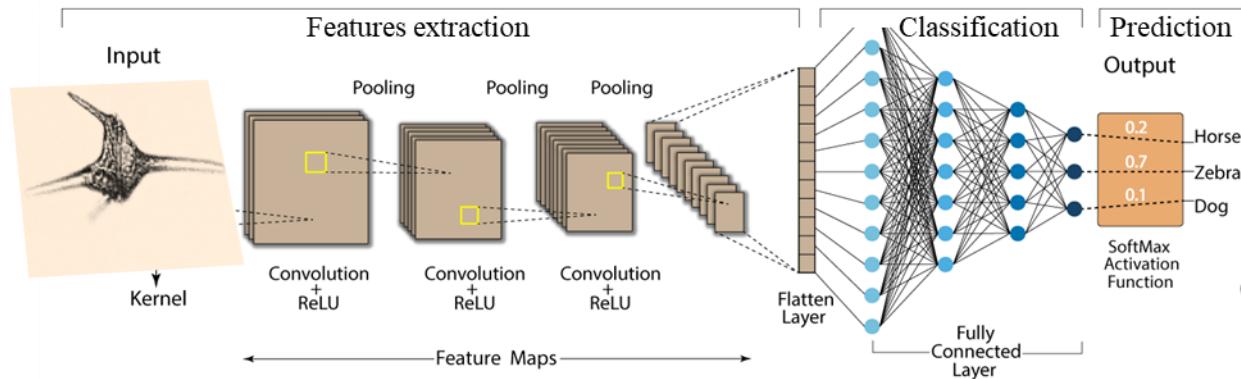
Plankton collected with a net and particles are imaged & tracked automatically

$$\frac{dC}{dt} = (\mu_{\max} \times f(\text{limitations})) \times C - (\text{sinking} + \text{predation}) \times C \pm (\text{migration} + \text{advection}) \times C$$

Approach: Specific populations are monitored (sub)daily via image acquisitions and cytometric analyses

Method: Computer vision and structured population models

Convolution Neural Network (CNN)

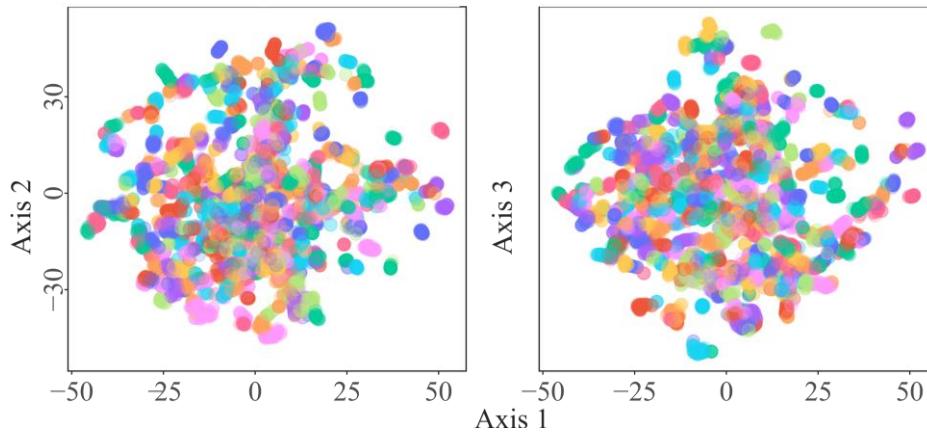


Collaboration with Lisa Morales (PI: Ibelings)



Acquisition time

Dimension reduction algorithm (t-SNE) and clustering



Deep feature extraction & projection

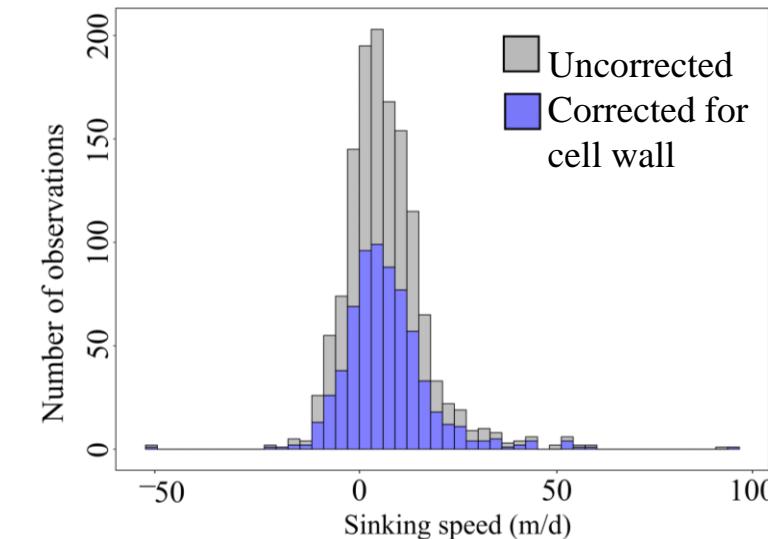
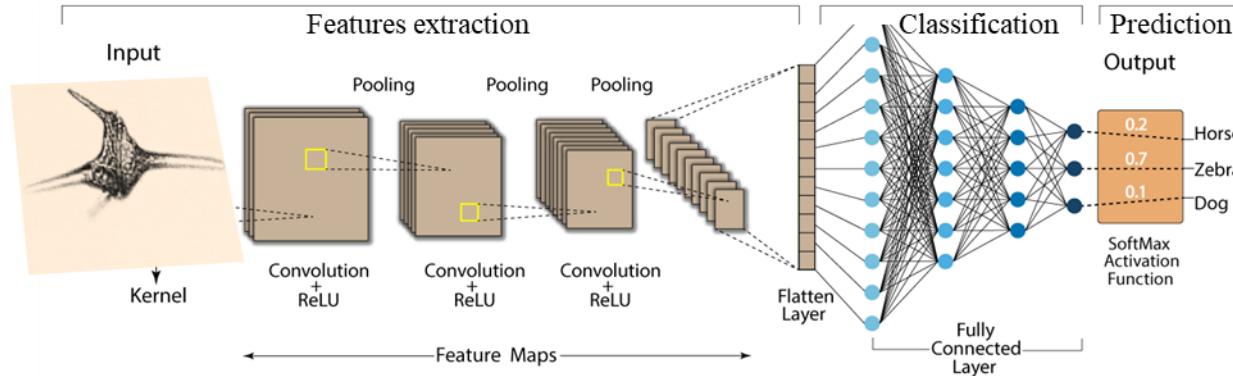
Plankton collected with a net and particles are imaged & tracked automatically

$$\frac{dC}{dt} = (\mu_{max} \times f(\text{limitations})) \times C - (\text{sinking} + \text{predation}) \times C \pm (\text{migration} + \text{advection}) \times C$$

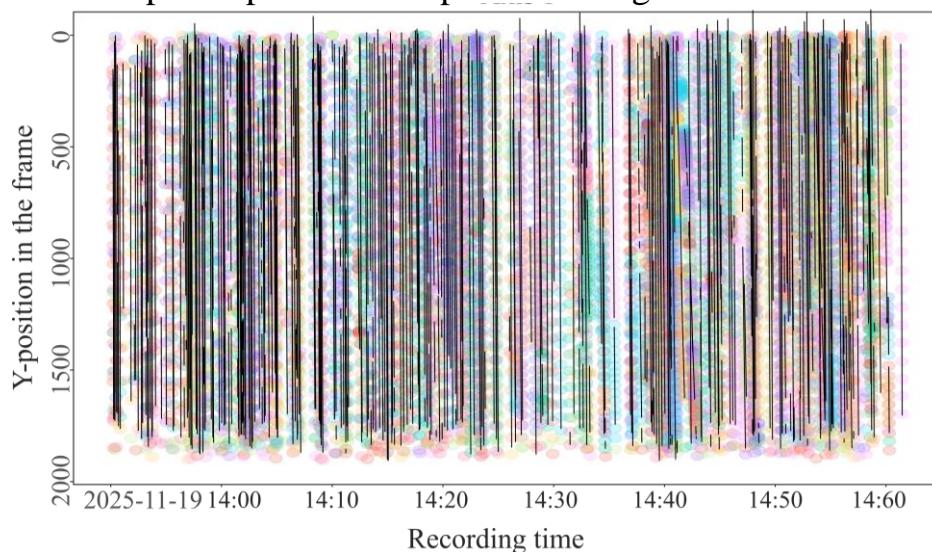
Approach: Specific populations are monitored (sub)daily via image acquisitions and cytometric analyses

Method: Computer vision

Convolution Neural Network (CNN)



Timelapse of plankton net particles imaged with the flowcam



Particle ID: 817
2025-11-19T15:39



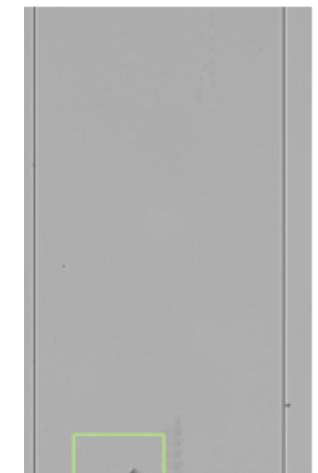
Particle ID: 2808
2025-11-19T15:46



Particle ID: 3464
2025-11-19T15:48



Particle ID: 3153
2025-11-19T15:47



$$\frac{dC}{dt} = (\mu_{max} \times f(\text{limitations})) \times C - (\text{sinking} + \text{predation}) \times C \pm (\text{migration} + \text{advection}) \times C$$

Approach: Specific populations are monitored (sub)daily via image acquisitions and cytometric analyses

Method: Computer vision

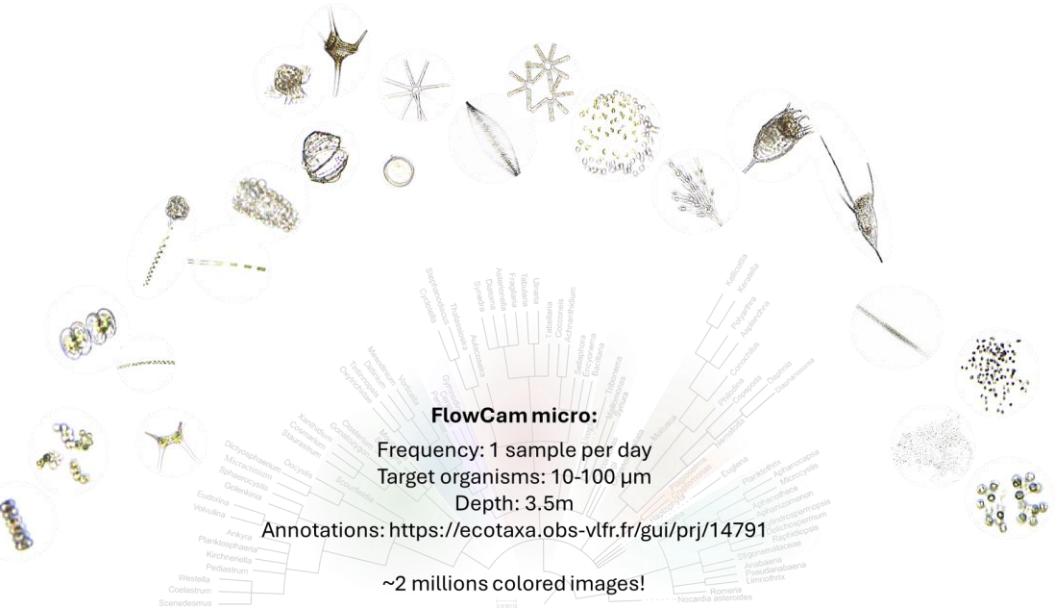
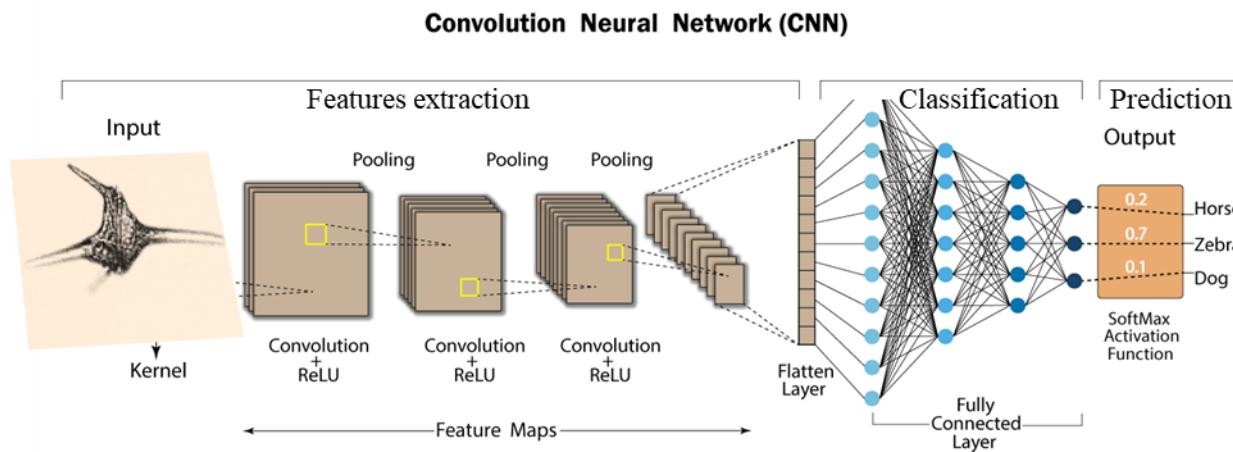


Table 2: Main characteristics of the plankton imaging instruments used to collect the datasets.

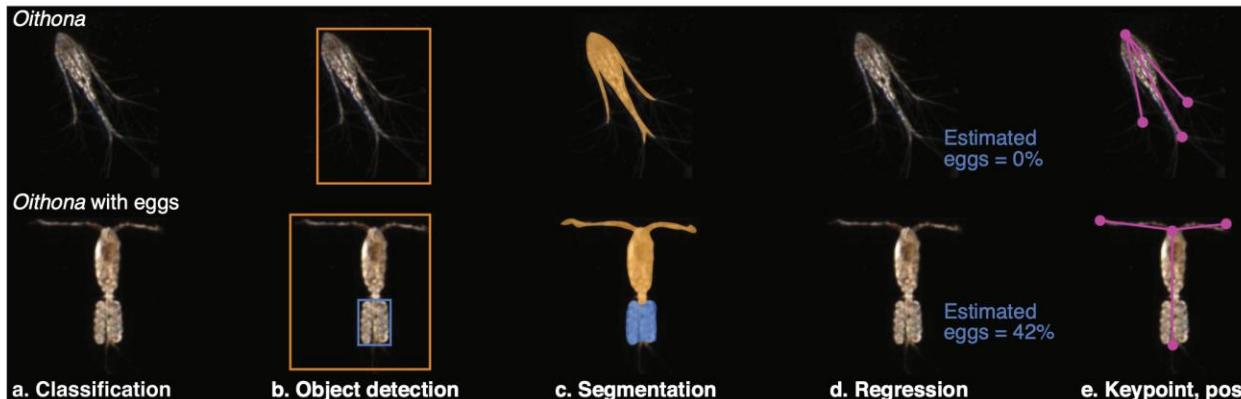
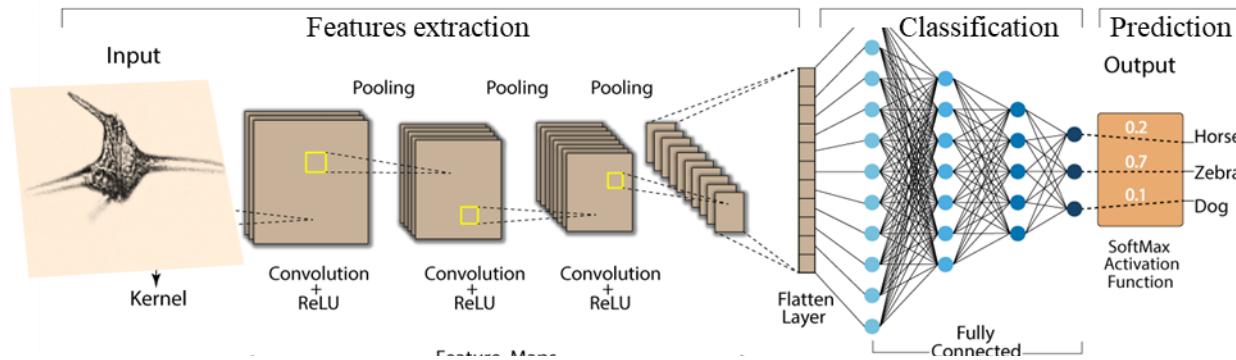
Instrument	Deployment	Covered size range	Reference	Ecosystem	Accuracy	Number of images in the training sets
FlowCAM	Ex situ (laboratory, ship)	20 to 200 μm	(Sieracki et al. 1998)	Marine	0.85 (0.81)	301,247 (66,194)
IFCB	In situ (mooring)	10 to 100 μm	(Olson and Sosik 2007)	Marine	0.87	1,592,196
ISIIS	In situ (ship-towed)	< 1 mm to several cm	(Cowen and Guigand 2008)	Marine	0.90	408,166
UVP6	In situ (CTD rosette, mooring, AUV)	620 μm to a few cm	(Picheral et al. 2021)	Marine	0.88	634,459
ZooCAM	Ex situ (laboratory, ship)	> 300 μm	(Colas et al. 2018)	Marine	0.82	1,286,590
ZooScan	Ex situ (laboratory)	200 μm to a few cm	(Gorsky et al. 2010)	Marine	0.83	1,451,745

$$\frac{dC}{dt} = (\mu_{\max} \times f(\text{limitations})) \times C - (\text{sinking} + \text{predation}) \times C \pm (\text{migration} + \text{advection}) \times C$$

Approach: Specific populations are monitored (sub)daily via image acquisitions and cytometric analyses

Method: Computer vision

Convolution Neural Network (CNN)



Selection of blooming diatoms infected with a fungi chytrids (outlined in blue)

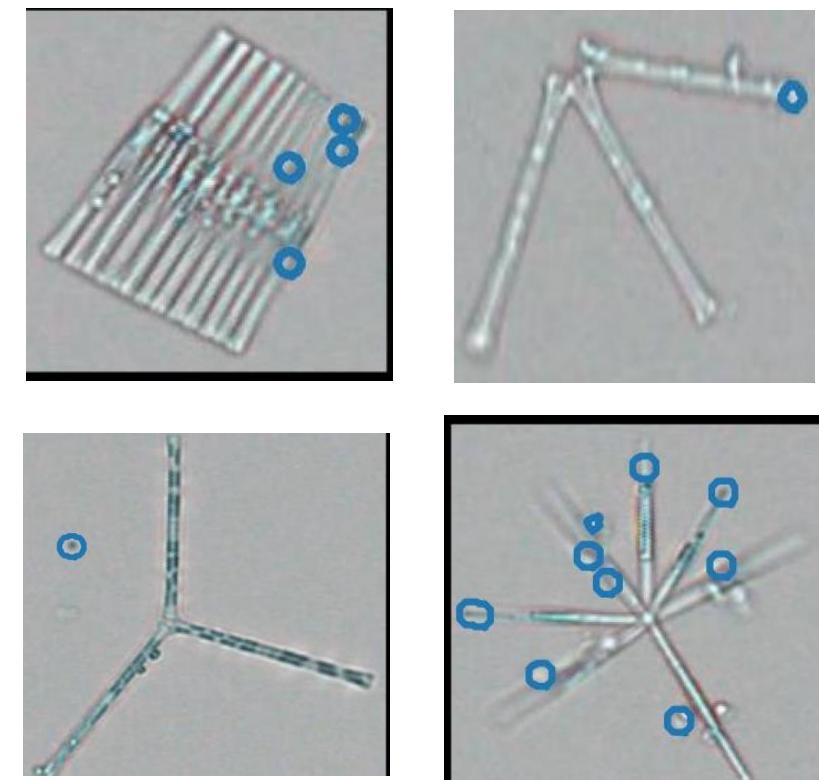


Fig. 4. Examples of several techniques for trait extraction from zooplankton images. The hypothetical use case is examining ovigerous copepods imaged by the Scripps Plankton Camera system. The top panel is a non-egg bearing copepod. The bottom panel is an individual carrying an egg-sac. (a) Automated classifiers could be trained to add a semantic descriptor to the taxonomic class. (b) Object detection finds the organism and desired trait. (c) Segmentation algorithms classify the pixels as belonging to the organism or the trait. (d) Regression estimates the percentage of pixels that represent the trait. (e) Keypoint/pose estimation finds body nodes (red dots) and connects them (yellow lines) to estimate orientation or appendage extension.

R²:0.61

$$dC = (\mu_{max} \times f(limitations)) \times C - (sinking + predation) \times C \pm (migration + advection) \times C$$



FlowCam macro:

Frequency: 1 sample per day

Target organisms: 100-1000 µm

Depth: 3.5m

Annotations: <https://ecotaxa.obs-vlfr.fr/gui/prj/15080>

~2 millions colored images!

0.61815



$$\frac{d C_i}{dt} = (\mu_{\max} \times f(\text{limitations})) \times C_i - (\text{sinking} + \text{predation}) \times C_i \pm (\text{migration} + \text{advection}) \times C_i$$

Approach: Specific populations are monitored (sub)daily via image acquisitions and cytometric analyses

Method: Computer vision and structured population models

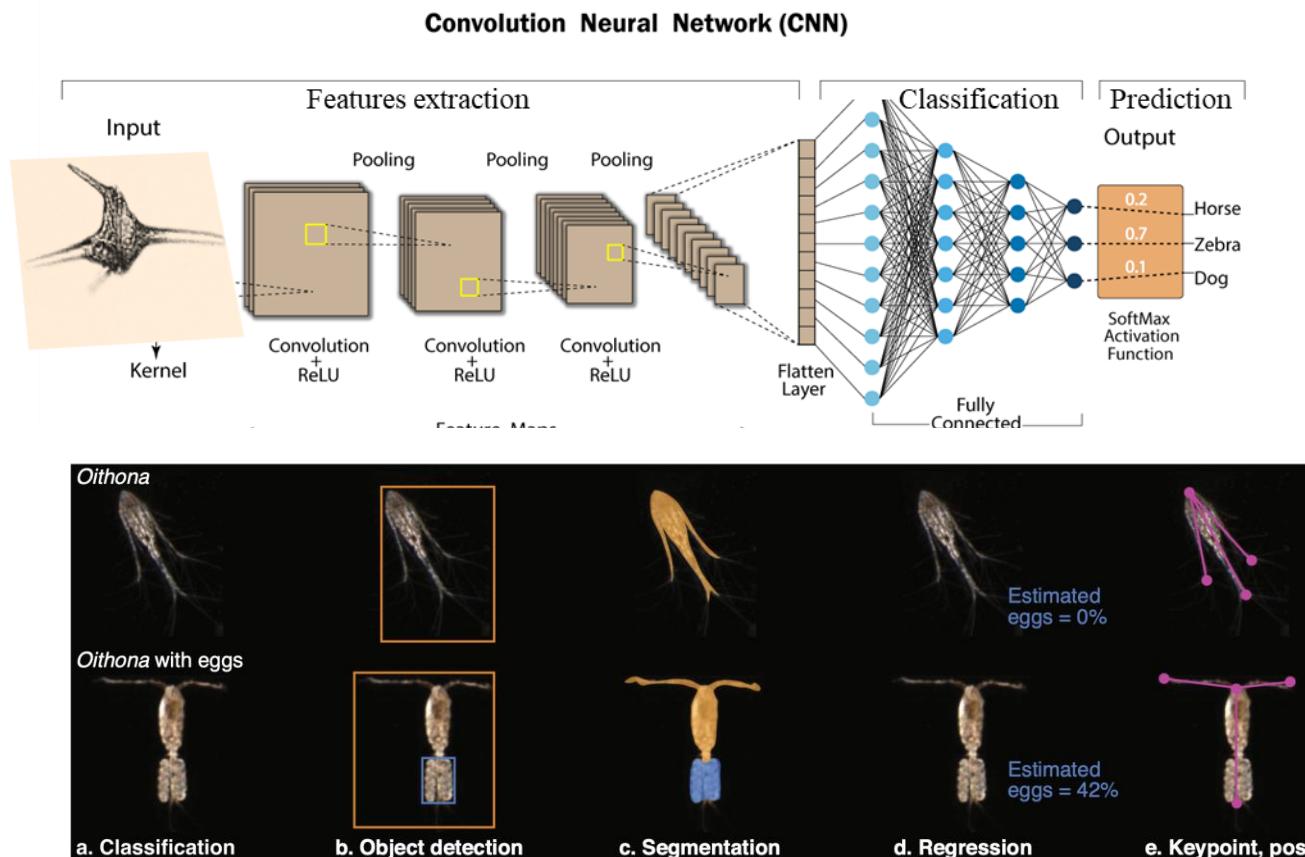
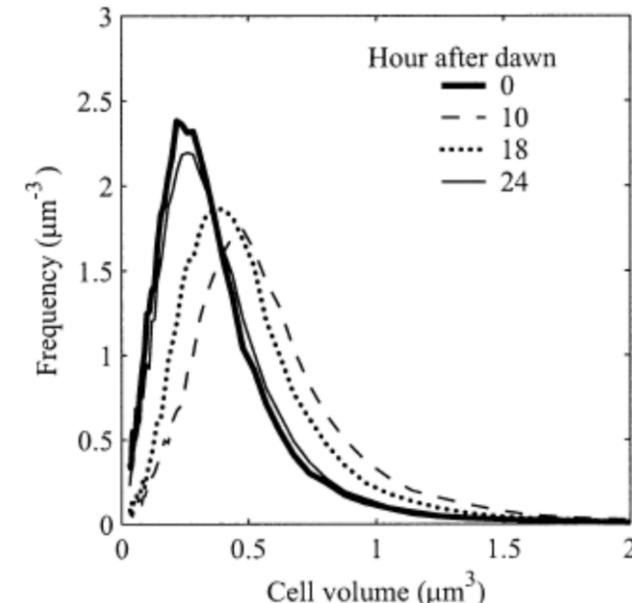
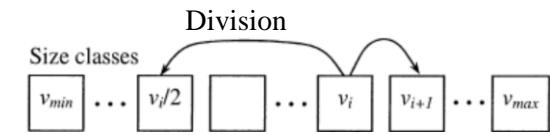
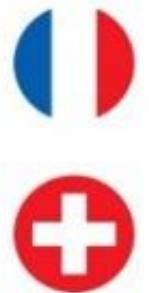


Fig. 4. Examples of several techniques for trait extraction from zooplankton images. The hypothetical use case is examining ovigerous copepods imaged by the Scripps Plankton Camera system. The top panel is a non-egg bearing copepod. The bottom panel is an individual carrying an egg-sac. (a) Automated classifiers could be trained to add a semantic descriptor to the taxonomic class. (b) Object detection finds the organism and desired trait. (c) Segmentation algorithms classify the pixels as belonging to the organism or the trait. (d) Regression estimates the percentage of pixels that represent the trait. (e) Keypoint/pose estimation finds body nodes (red dots) and connects them (yellow lines) to estimate orientation or appendage extension.

Shift in size distribution explained by division and growth:





Interreg

France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne





EPFL

Project progress WP1 - December 2025

Algal blooms in a changing Lake Geneva: from understanding the ecology of nuisances and potentially toxic species to preserving lake eco-services through the development of novel decision tools (ALGA)

Anna Carratalà Ripollès
Laboratory of Environmental Virology

Objectives

1. Spatial variability in cyanobacteria dynamics

- LéXPLOR vs sites of drinking water pumping (Service de l'Eau, Ville de Lausanne)
- Planktonic vs benthic environments in the beaches of Lausanne (Service de l'Eau, Ville de Lausanne and UNIGE)
- Sampling in transects to reveal inshore vs offshore differences, and site specificities.

2. Identification of microcystin producers in Lake Geneva

- Establish monoculture of the main Cyanobacteria species found in Lake Geneva.
- Determine the presence of cyanotoxin genes and the production of toxins.

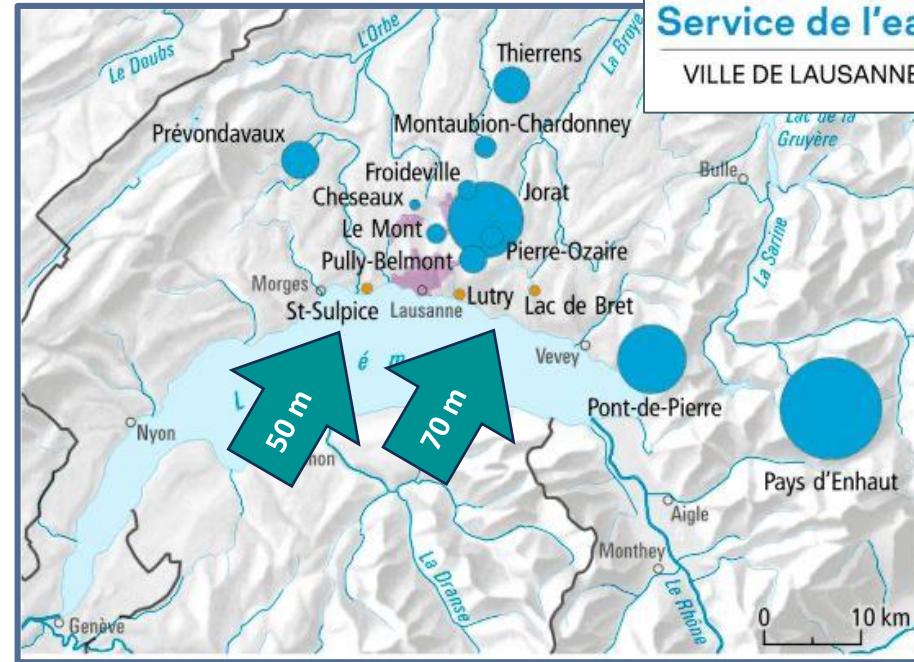
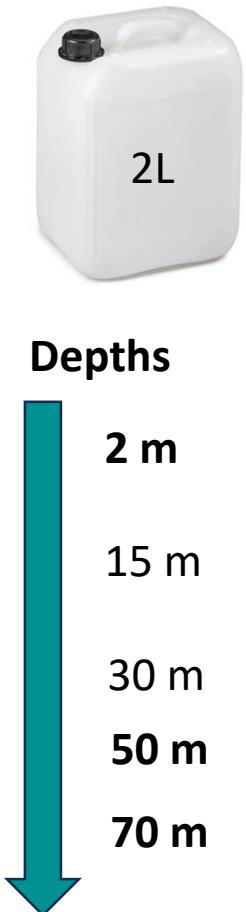
3. Environmental associations

- Conduct analysis of genetic data and meteorological and chemical information using new and retrospective data

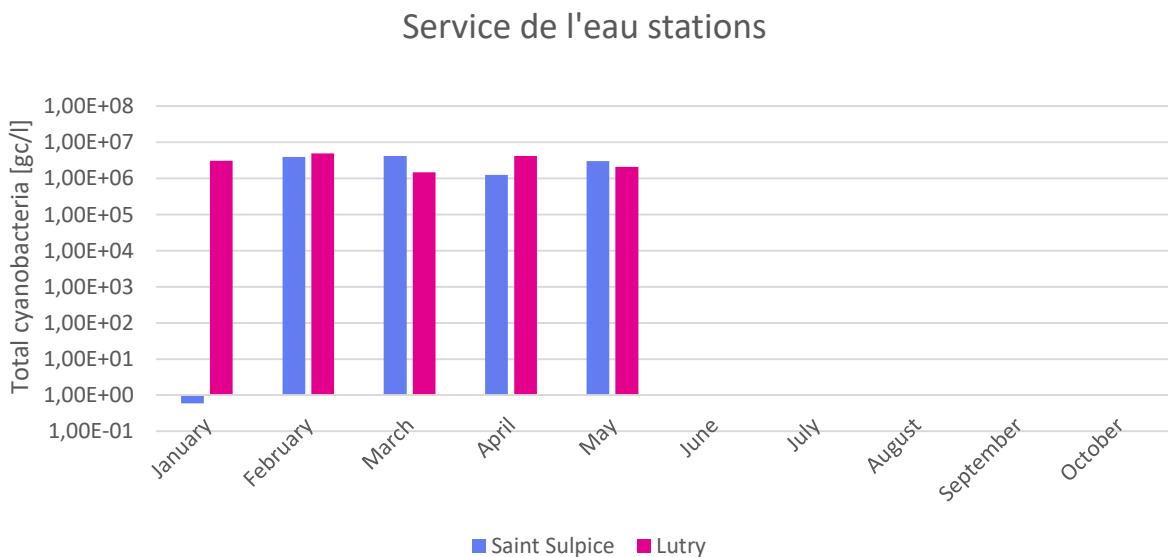
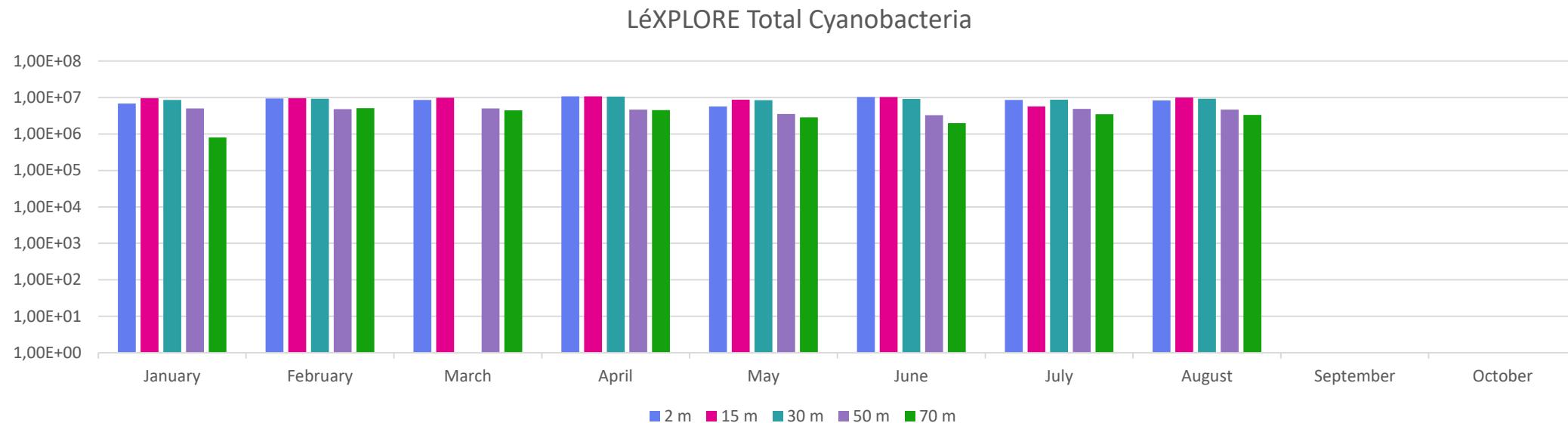


Spatial variability in cyanobacteria dynamics:

LéXPLORER vs drinking water sources in Lake Geneva



Biomass of Cyanobacteria determined by digital PCR (gc/l)



Next steps:

- AVITI 16s rRNA sequencing (Element Biosciences)
- dPCR targeting *mcyA* and *mcyE*
- ELISA targeting microcystins

Spatial variability in cyanobacteria dynamics:

Monitoring benthic cyanobacteria in the beaches of the Lausanne region



Surveillance	Sample type	Category	Activity	Analysis
Visual assessment	Benthic mat	Observation	Percent coverage	None
Benthic cyanobacteria composition	Benthic mat	Collection	Benthic mat sampling	Microscopy imaging, 16S rRNA sequencing
Cyanotoxin gene concentration qPCR	Benthic mat & water	Collection	Benthic mat, water	qPCR analysis
Cyanotoxin concentration	Benthic mat & water	Collection	Benthic mat, water, and SPATT sampling	ELISA, LCMS

Sites échantillonnage

BOURDONNETTE

Lausanne



Cathédrale de Lausanne



Service de l'eau

VILLE DE LAUSANNE

Plage de
Vidy-Bourget



Pyramides de Vidy



Parc de Milan



Hôtel Royal
Savoy Lausanne

OUCHY



 Hôtel Beau-Rivage Palace
Les mieux notés

Bellerive

Jetée de la Compagnie

Hotel Beau-Rivage

Musée Olympique

FIVE

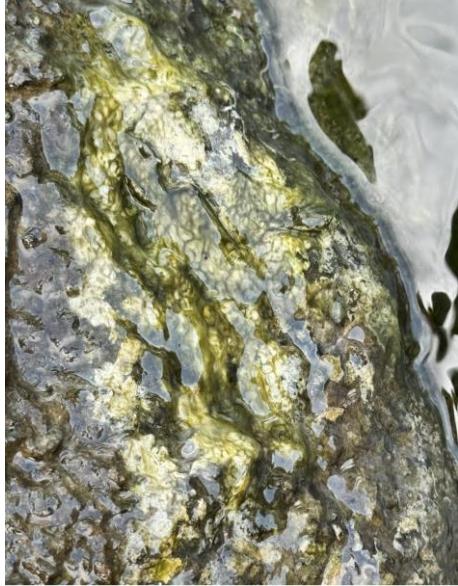
Tour Haldimand

Sampling strategy

- **Sampling frequency:** twice a month (April–October) and monthly (starting in October 2025).
- Observation of each sampling point.
- If mats compatible with cyanobacteria are present, use the Benthotorch to confirm their presence and dominance.
- If the presence of a cyanobacterial mat is confirmed using the Benthotorch, collect samples and take photographs.
- If a mat was already sampled during the previous inspection, new samples are only collected if there is a noticeable change in the mat's appearance or biomass.



Preliminary results: visual inspections

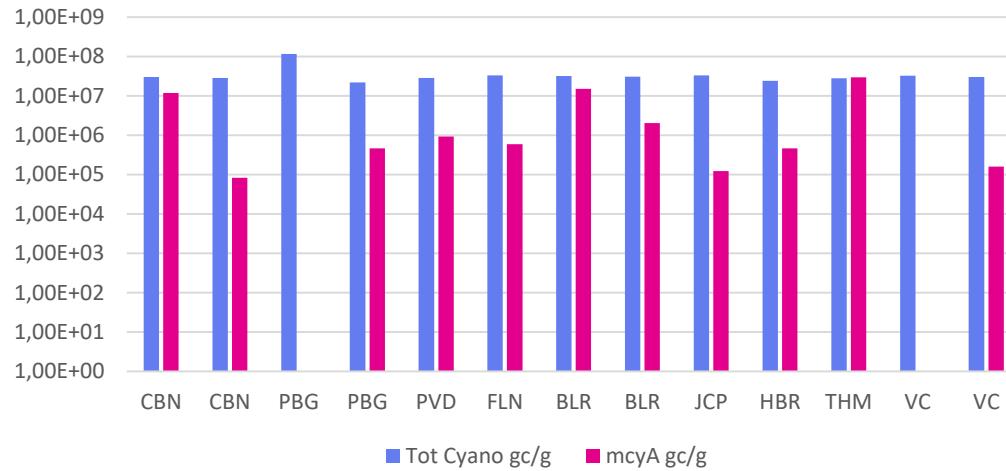


- Rapid changes possible in the appearance or look of the mats
- Intermediate morphological diversity observed
- Limited biomass – absence of thick biofilms
- Mats often dominated by cyanobacteria, with frequent co-dominance by diatoms

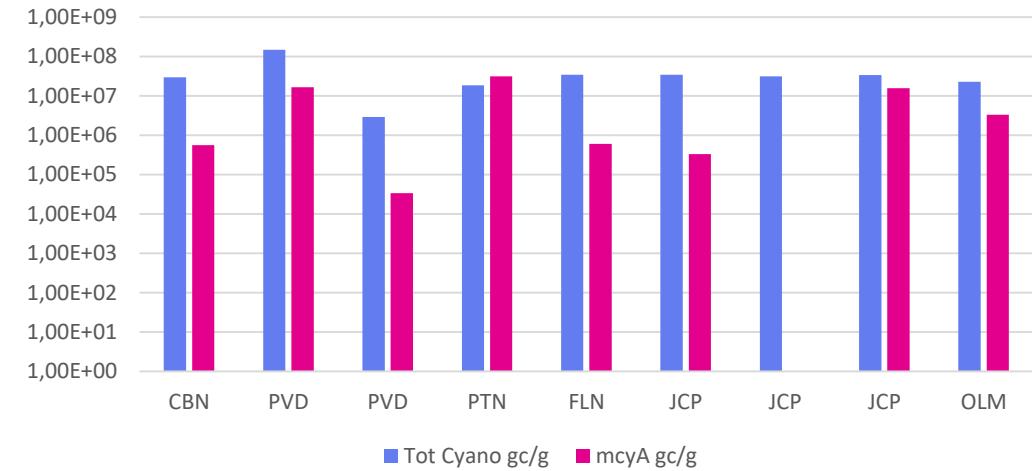


Preliminary results: cyanobacteria biomass and mcyA (gc/g)

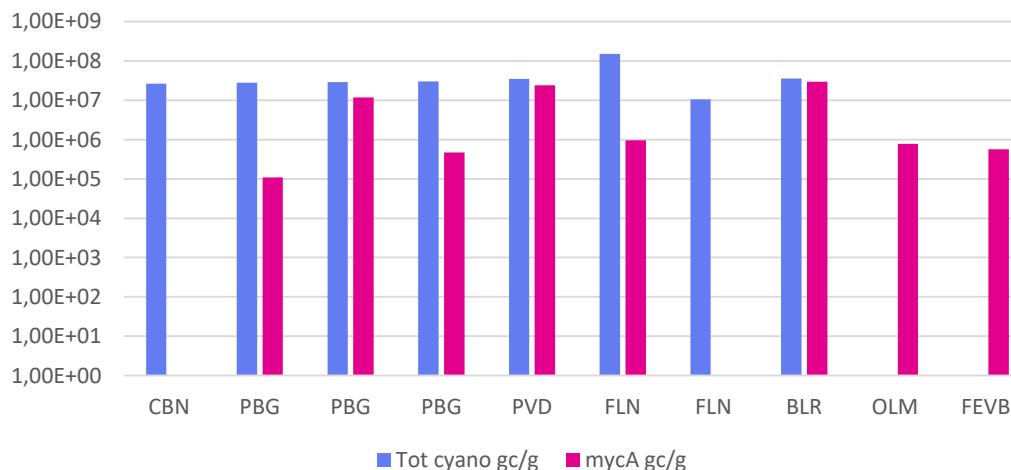
26th of May 2025



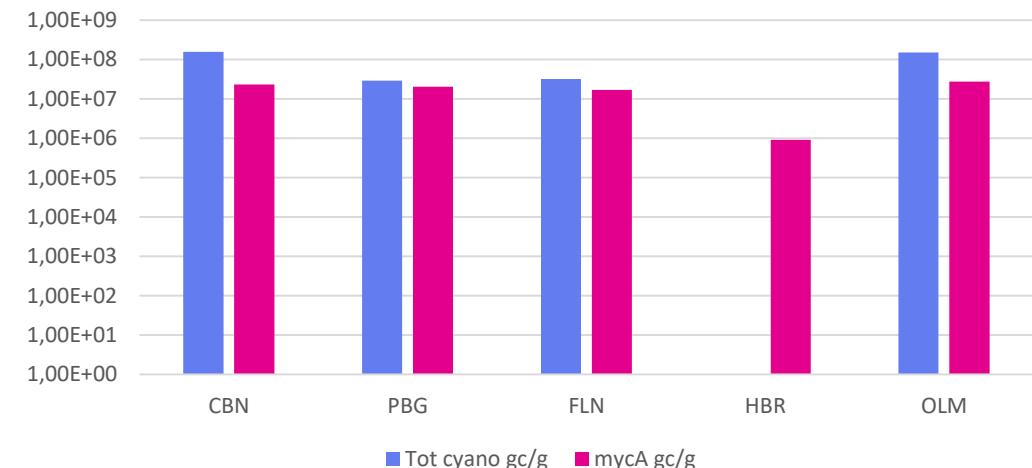
24th of June 2025



17th of July 2025



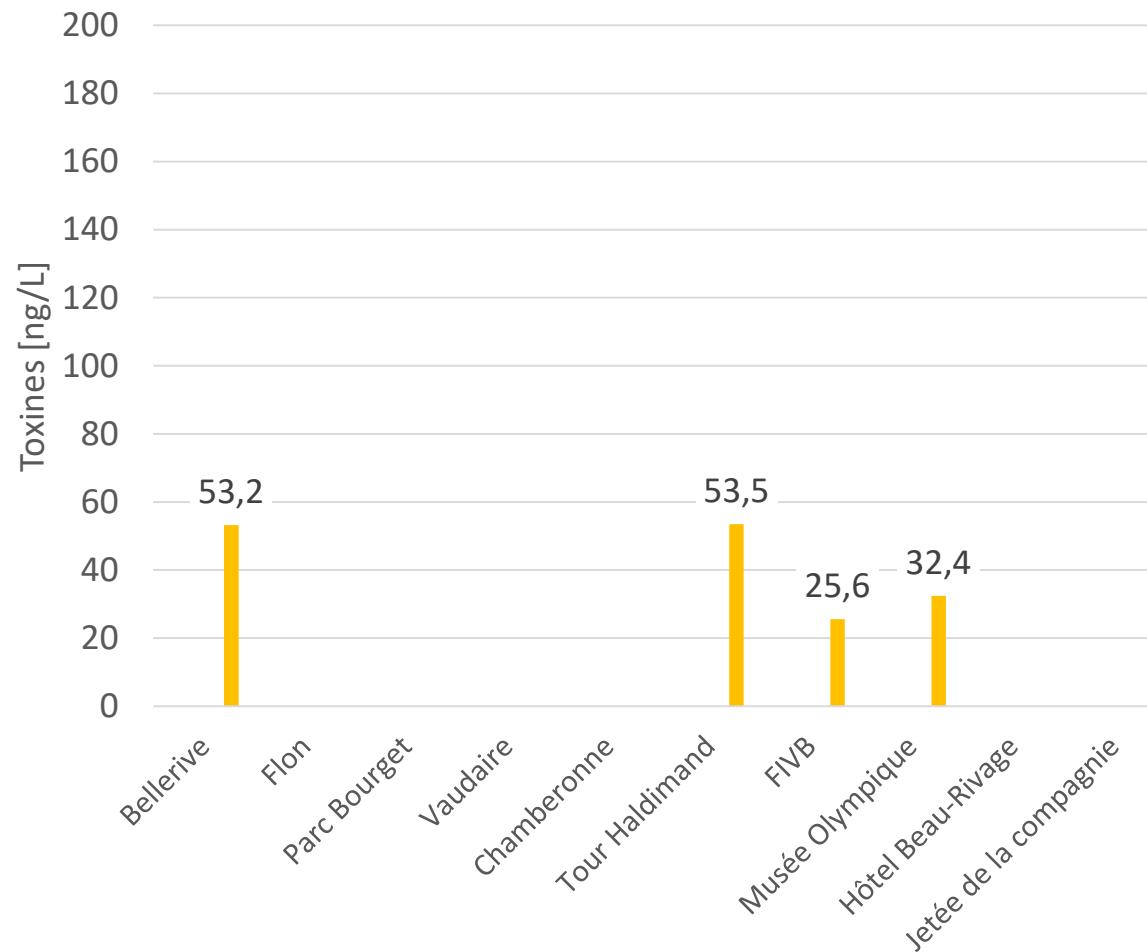
25th of September 2025



Preliminary results: LC-MS microcystin and anatoxin

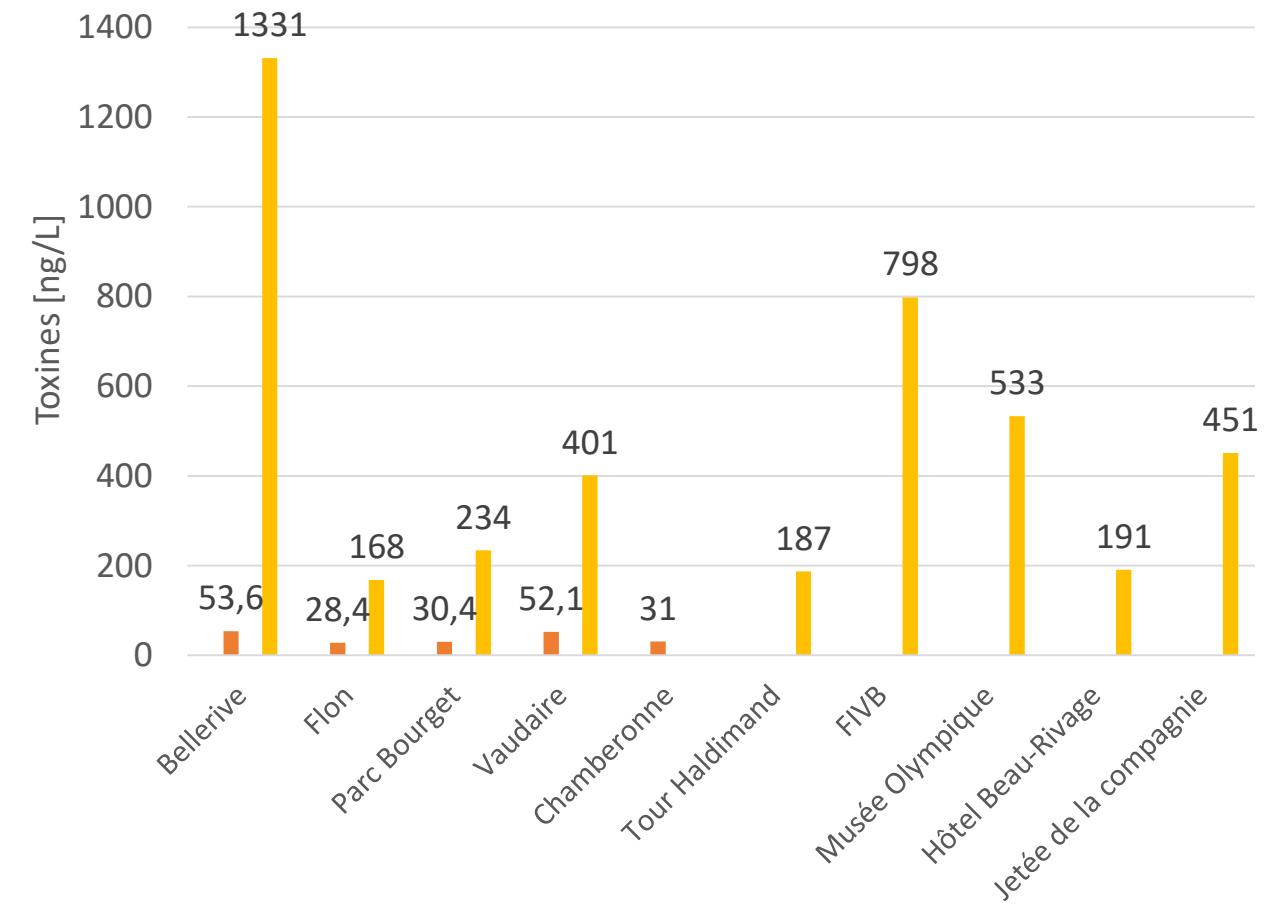
13.08.2025

- Microcystine R-R [ng/L]
- Microcystine Y-R [ng/L]
- Microcystine L-R [ng/L]
- Anatoxine-a [ng/L]



13.08.2025

- Après Lyse Microcystine R-R [ng/L]
- Après Lyse Microcystine Y-R [ng/L]
- Après Lyse Microcystine L-R [ng/L]
- Après Lyse Anatoxine-a [ng/L]

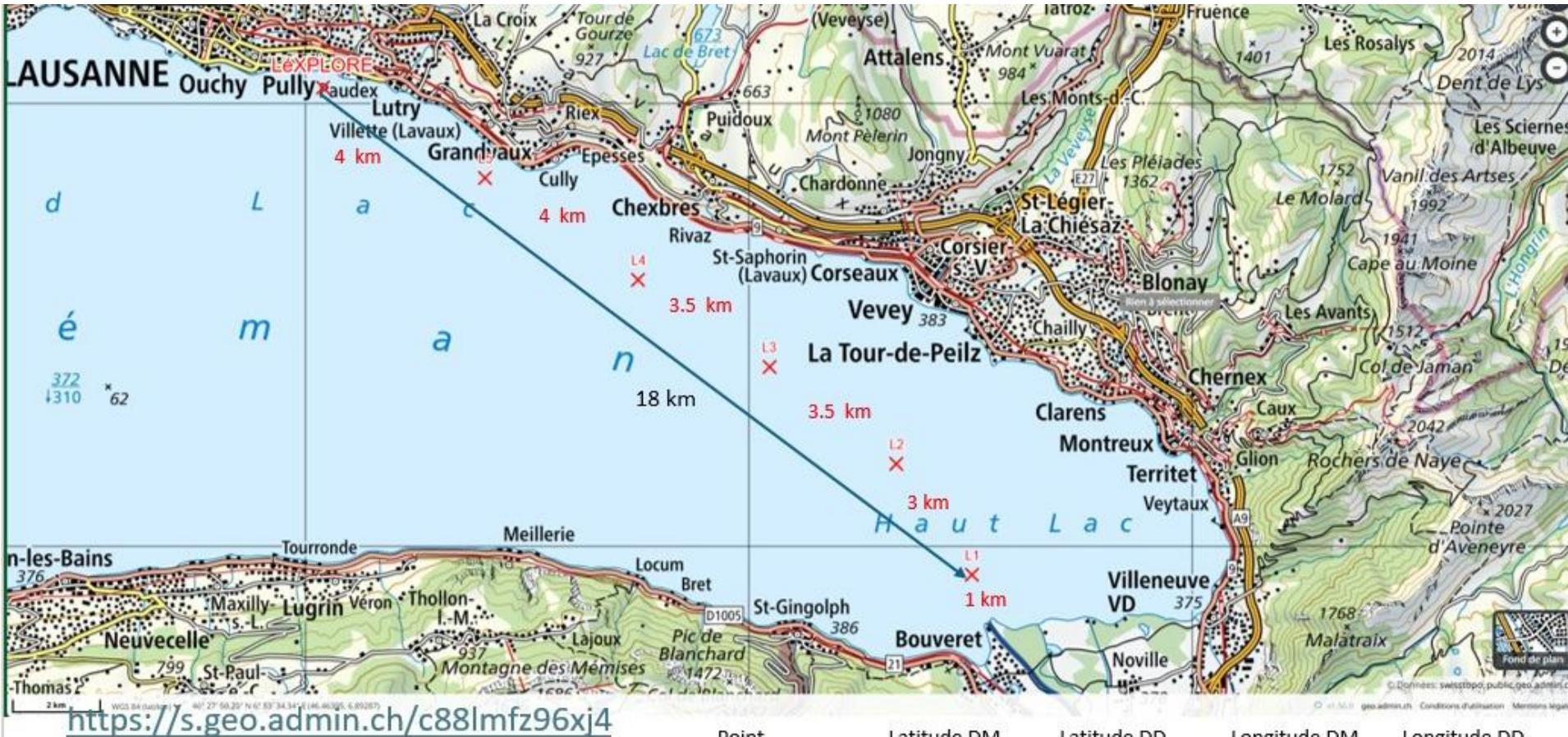


Next steps: benthic cyanobacteria monitoring

- **Optimization of dPCR** for the detection of anatoxins from positive samples confirmed by LC-MS analysis.
- **Sequencing of samples** using a 16S rRNA approach with AVITI technology.
- **Planning the installation of SPAT** and implementing the monitoring of environmental variables.
- **Integration of molecular results, sequencing, and ELISA.**



Spatial variability in cyanobacteria dynamics: Sampling in transects to reveal inshore vs offshore differences, and site specificities.



- L1: 46° 24' 14.40" N 6° 51' 14.07" E
- L2: 46° 25' 34.94" N 6° 49' 53.58" E
- L3: 46° 26' 45.44" N 6° 47' 38.48" E
- L4: 46° 27' 48.32" N 6° 45' 18.70" E
- L5: 46° 29' 01.59" N 6° 42' 35.94" E

Point	Latitude DM	Latitude DD	Longitude DM	Longitude DD
L1	46° 24.240' N	46.403999° N	6° 51.235' E	6.853964° E
L2	46° 25.582' N	46.426372° N	6° 49.893' E	6.831550° E
L3	46° 26.757' N	46.445956° N	6° 47.641' E	6.794022° E
L4	46° 27.805' N	46.463422° N	6° 45.312' E	6.755194° E
L5	46° 29.027' N	46.483775° N	6° 42.599' E	6.709983° E

Objectives

1. Spatial variability in cyanobacteria dynamics

- LéXPLOR vs sites of drinking water pumping (Service de l'Eau, Ville de Lausanne)
- Planktonic vs benthic environments in the beaches of Lausanne (Service de l'Eau, Ville de Lausanne and UNIGE)
- Sampling in transects to reveal inshore vs offshore differences, and site specificities.

2. Identification of microcystin producers in Lake Geneva

- Establish monoculture of the main Cyanobacteria species found in Lake Geneva.
- Determine the presence of cyanotoxin genes and the production of toxins.

3. Environmental associations

- Conduct analysis of genetic data and meteorological and chemical information using new and retrospective data



Identification of microcystin producers in Lake Geneva

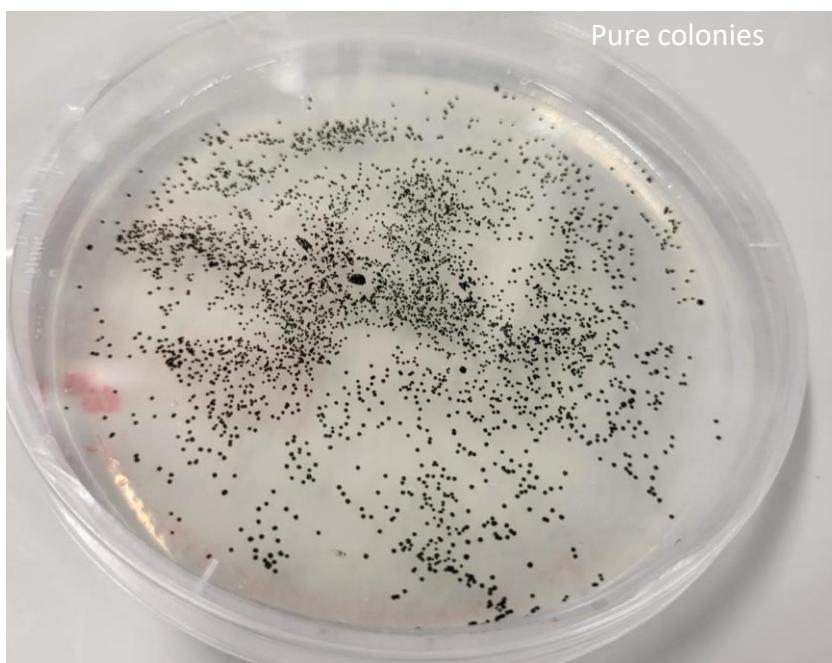
Cyanobacteria culture and isolation (Irene Muscas, UNIGE)

Method 1

- Fresh lake water sample filtered
- Filter placed on agar plate & incubated
- Distinct colonies picked and re-incubated
- Pure colonies transferred to liquid culture

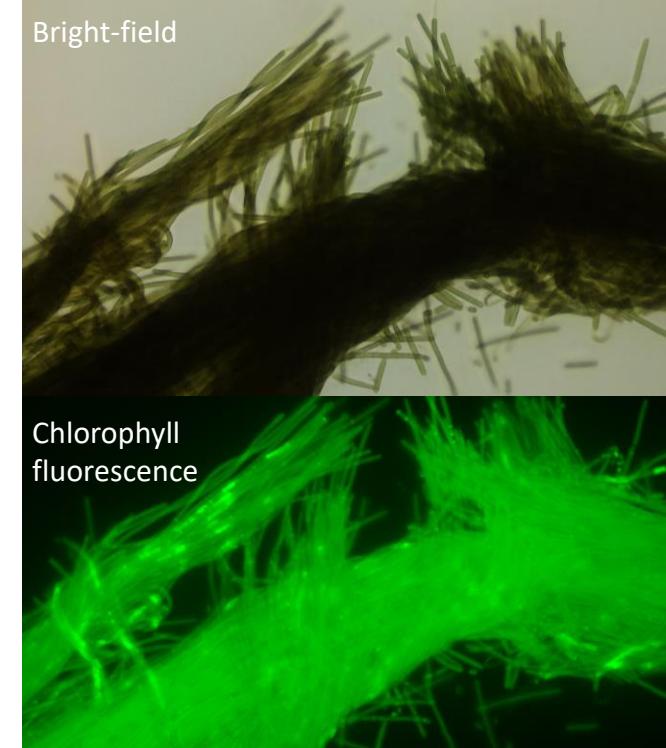


Pure colonies

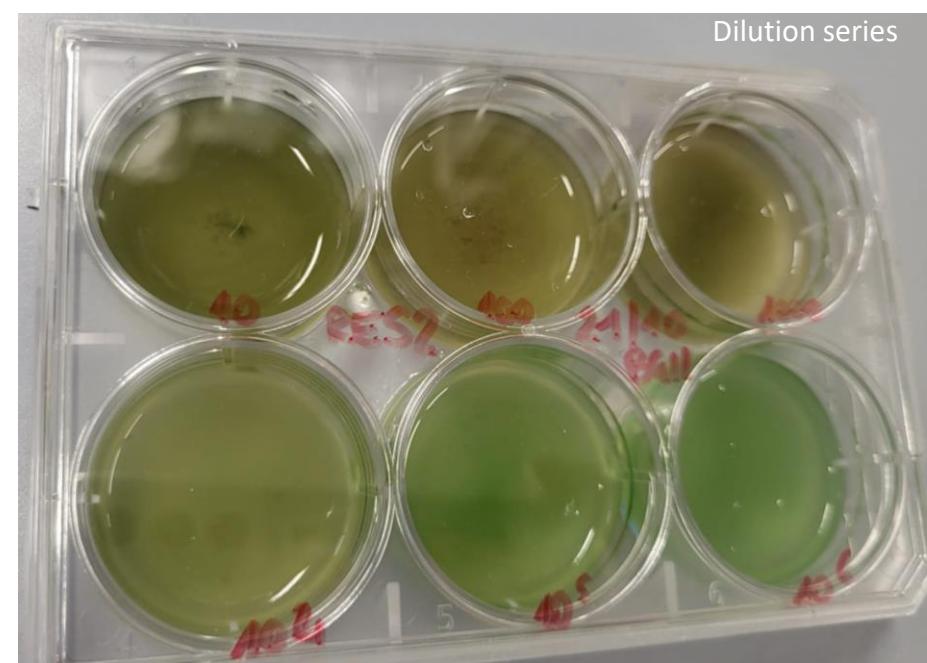


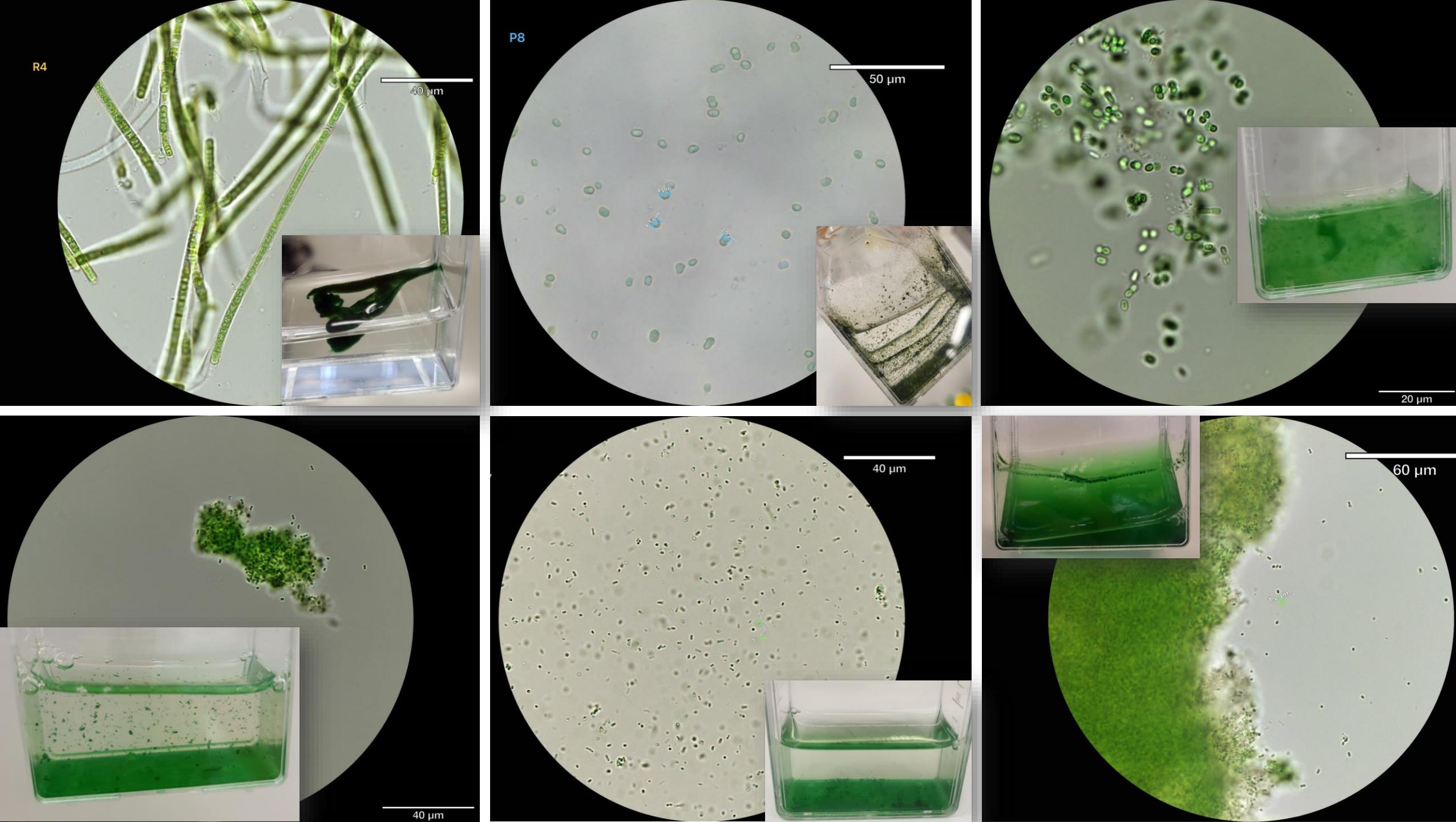
Method 2

- Phytoplankton net concentrate inoculated into cyanobacteria selective media
- Dilution series
- Final purification on solid medium



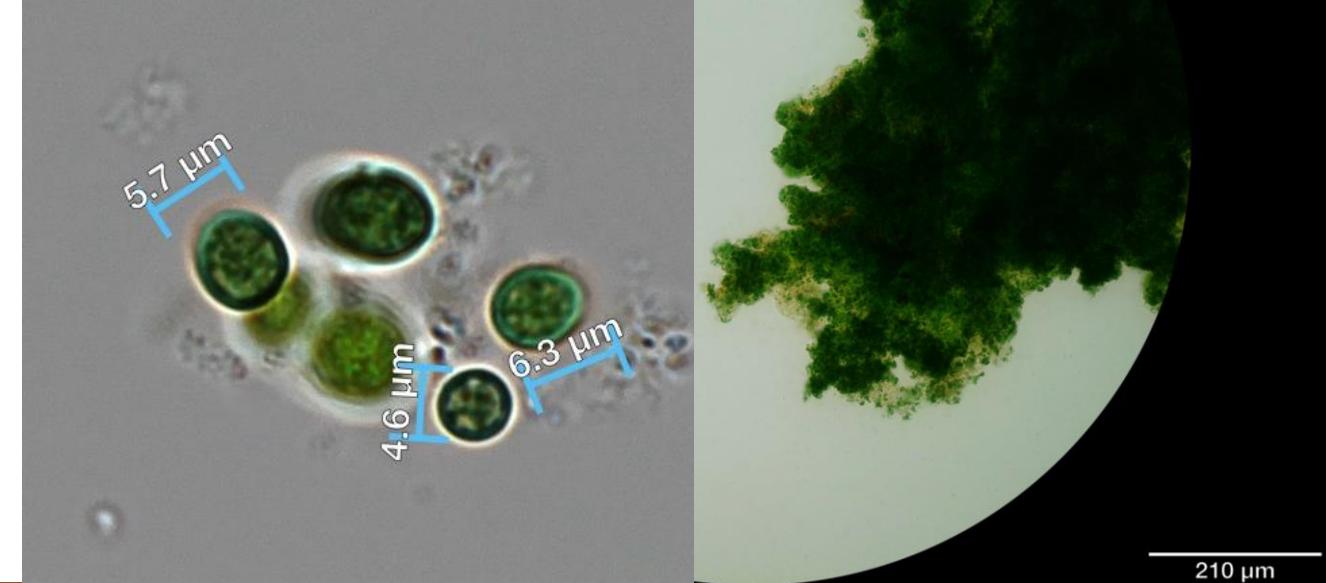
Dilution series





Cyanobacteria isolation

Outcome & Downstream Work



Next steps:

- 6-10 distinct cultures
- AVITI 16s rRNA sequencing (Element Biosciences) for identification
- dPCR targeting mcyA and mcyE, anatoxin, saxitoxin

Objectives

1. Spatial variability in cyanobacteria dynamics

- LéXPLOR vs sites of drinking water pumping (Service de l'Eau, Ville de Lausanne)
- Planktonic vs benthic environments in the beaches of Lausanne (Service de l'Eau, Ville de Lausanne and UNIGE)
- Sampling in transects to reveal inshore vs offshore differences, and site specificities.

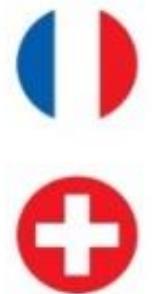
2. Identification of microcystin producers in Lake Geneva

- Establish monoculture of the main Cyanobacteria species found in Lake Geneva.
- Determine the presence of cyanotoxin genes and the production of toxins.

3. Environmental associations

- Conduct analysis of genetic data and meteorological and chemical information using new and retrospective data





Interreg

France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne





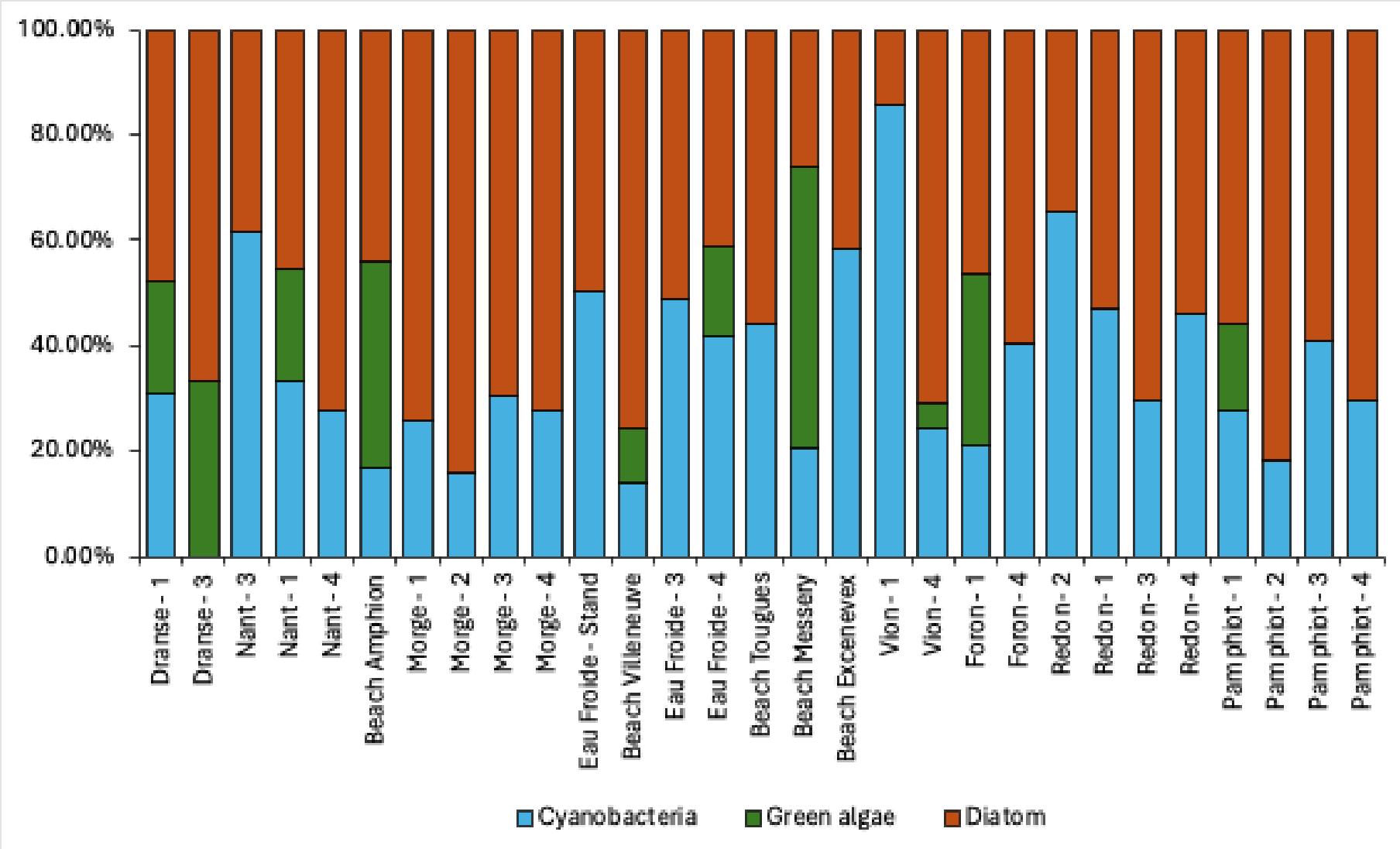
Diversité, distribution et potentiel toxique des cyanobactéries benthiques dans le Léman

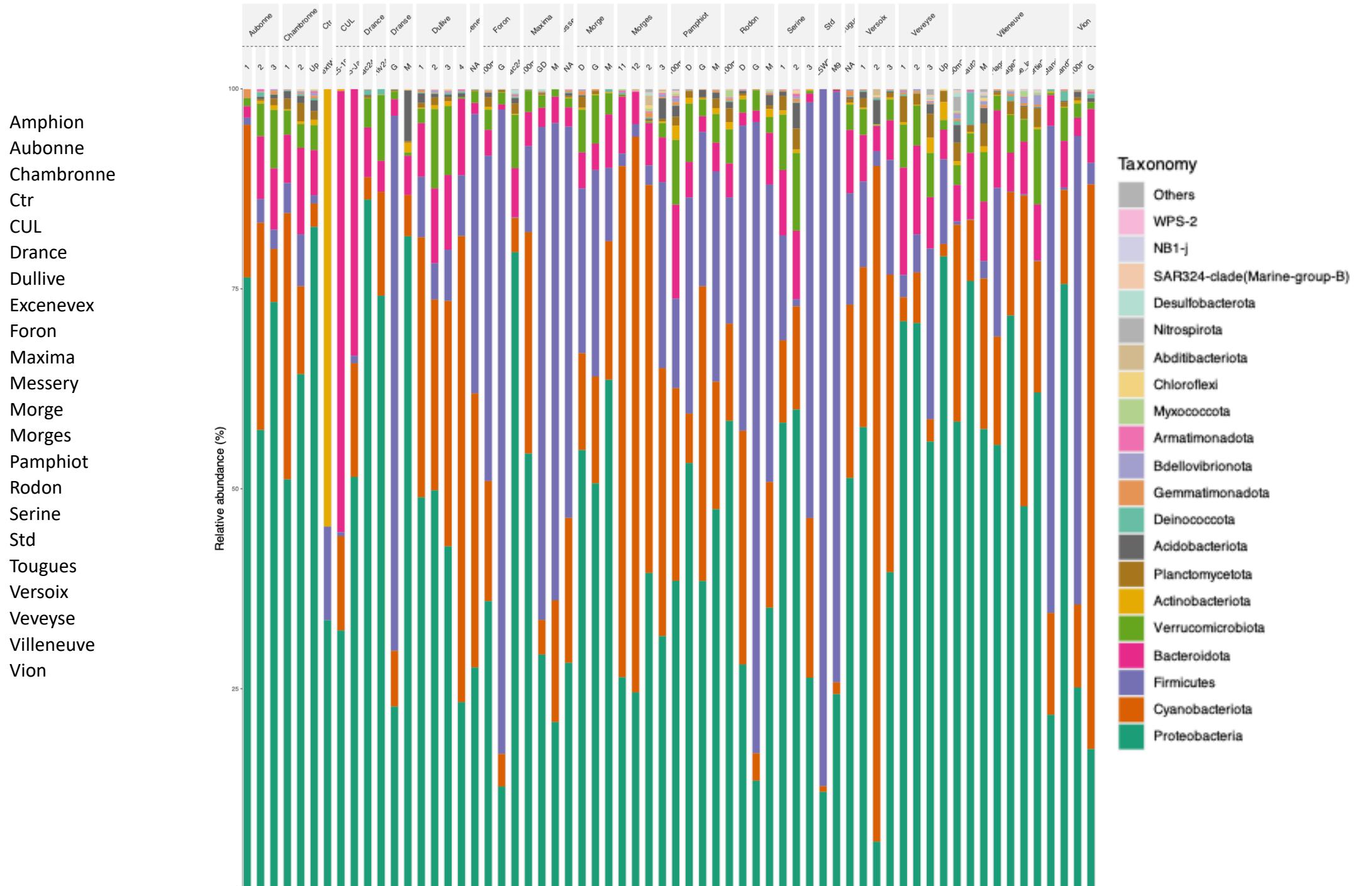
Nicolas Tromas
Bastiaan Ibelings
Yiruo Xia
Stéphan Jacquet
Valentin Vasselon



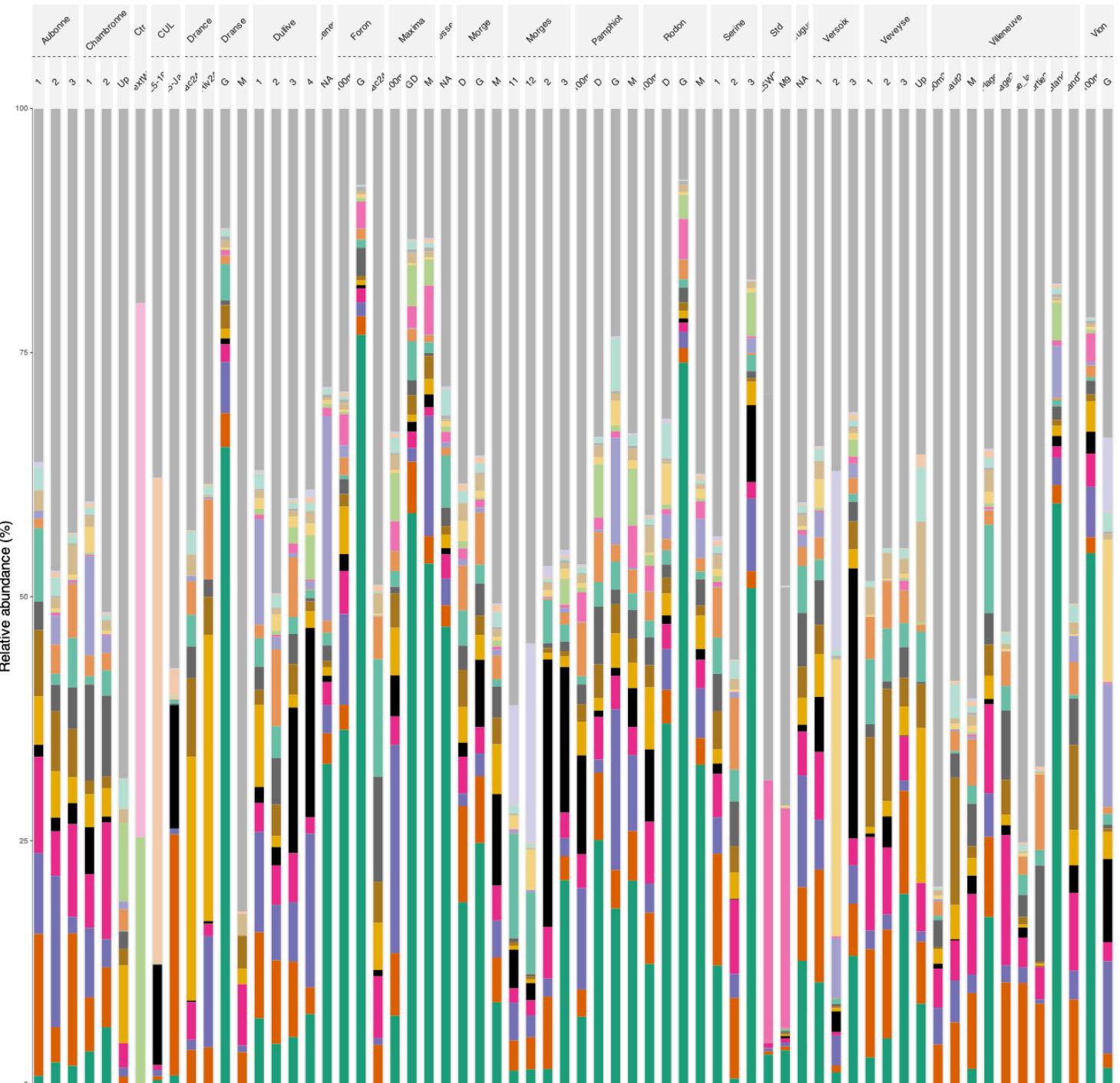
Susie Wood & Rohan Wells

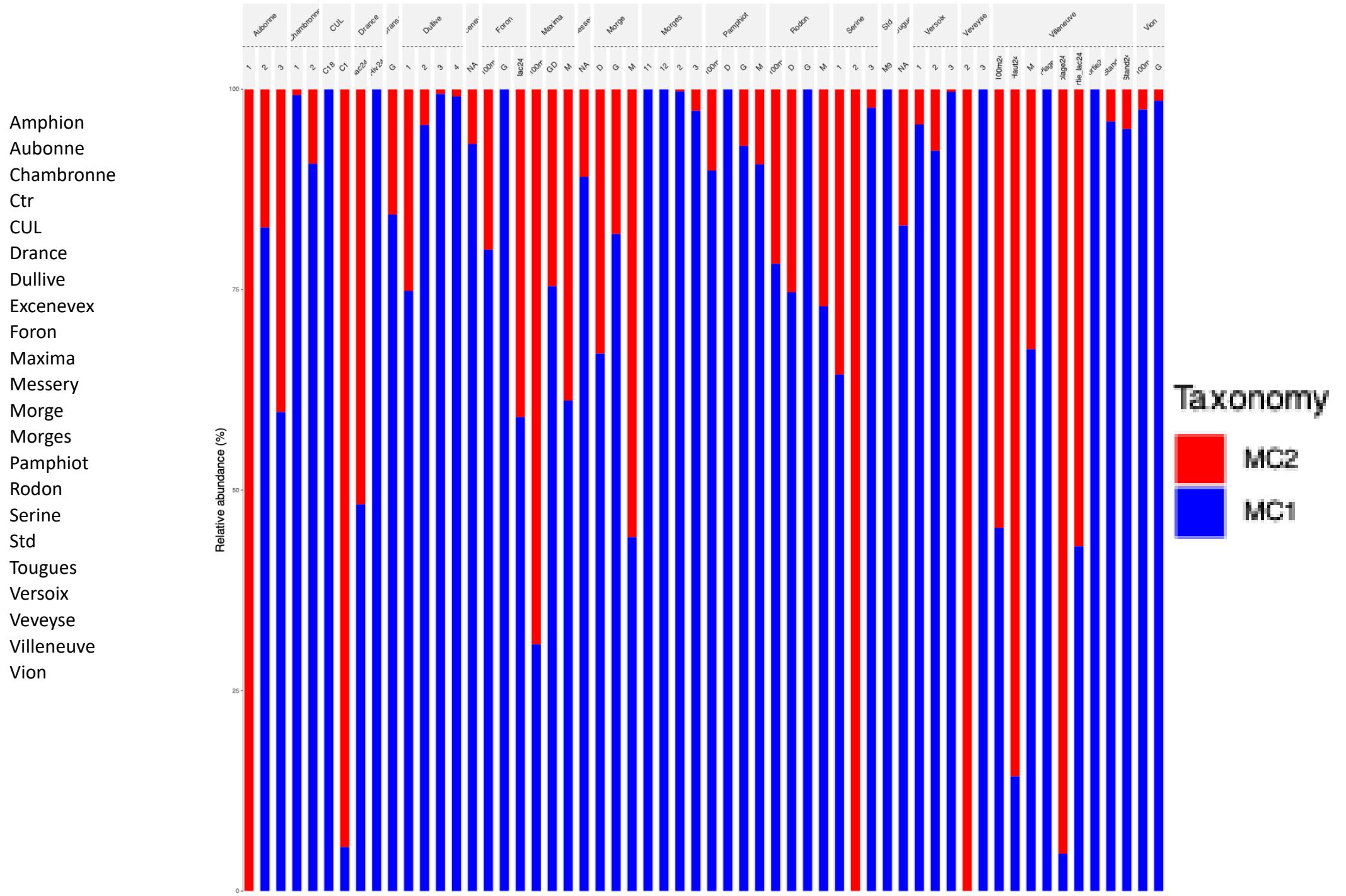


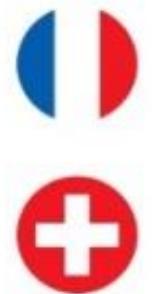




Amphion
 Aubonne
 Chambronne
 Ctr
 CUL
 Drance
 Dulle
 Excenevex
 Foron
 Maxima
 Messery
 Morge
 Morges
 Pamphiot
 Rodon
 Serine
 Std
 Touges
 Versoix
 Veveyse
 Villeneuve
 Vion







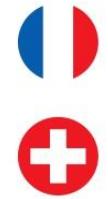
Interreg

France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne





Interreg
France - Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



WP3 : Perception des blooms par la population du bassin lémanique

Réunion ALGA 02.12.2025

Coordinateurs : A. Richard, P. da Costa

Participants : J. Cognard, A. Lacarrière

Groupe de suivi: S. Jacquet, T. Bolognesi, J. Guillard, O. Anneville, F. Soulignac, J-M. Dorioz

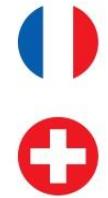


CentraleSupélec



SCIMABIO *Interface*
science-management interface for biodiversity conservation





Interreg
France - Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



WP3 - 3 phases :

Caractériser les **différents niveaux de perception des effets des blooms sur une sélection de services écosystémiques (SE)** par différents groupes représentatifs d'acteurs du territoire lémanique

2024

Estimer la **valeur économique de ces SE** aujourd'hui et les coûts présents et futurs associés aux proliférations algales

2025

Evaluer à l'aide d'une approche dite à préférence déclarée le **consentement à payer de la population (avec analyse spatiale et socio-économique) pour la conservation des SE du Léman**, en identifiant les scenarii « plébiscités » pour la « gestion future »

2025-
2026

L'évaluation économique des services écosystémiques au Léman

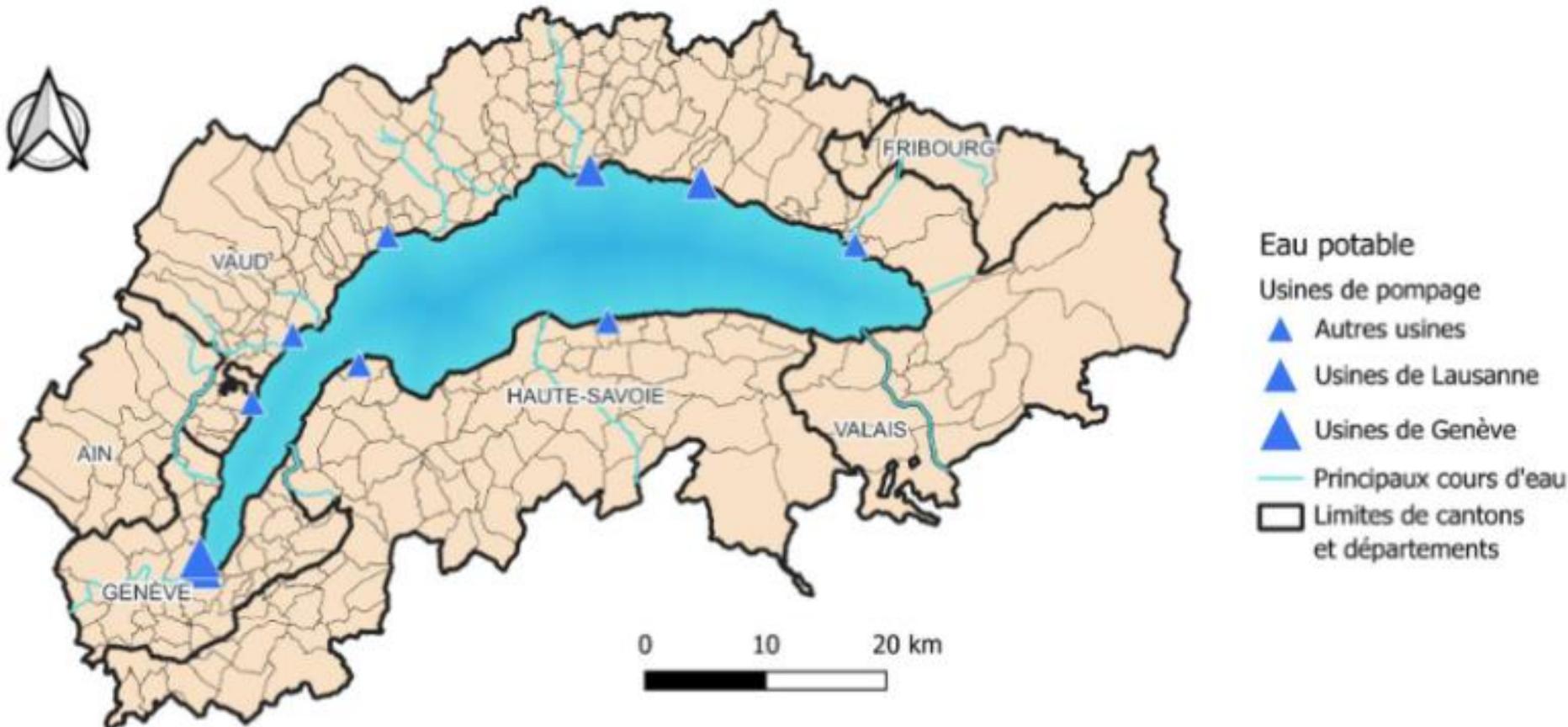
Table des matières

- 1) L'eau potable au Léman
- 2) La pêche professionnelle
- 3) Loisirs nautiques

L'eau potable - Présentation

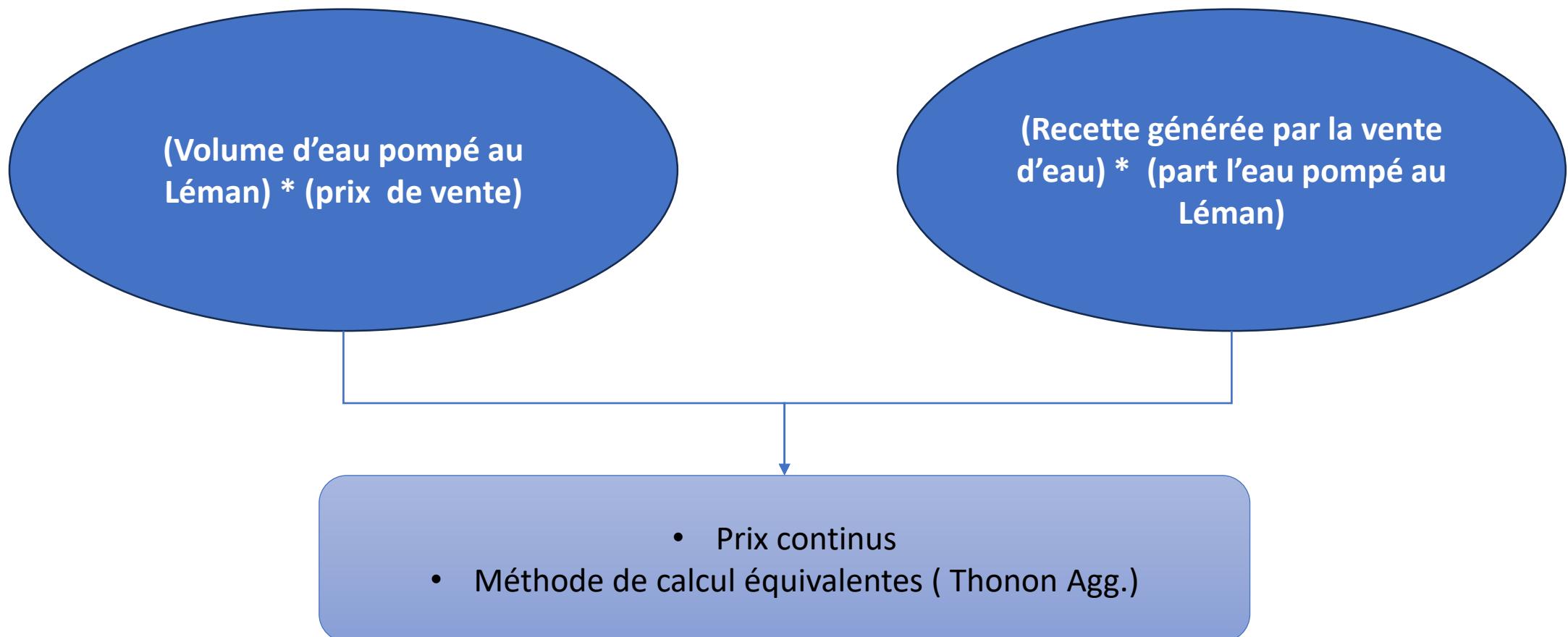
8 entreprises :

- SIG
- SITSE
- SAPAN
- SIDERE
- **Service de l'eau**
- SIGE
- CCPEVA
- EPCI



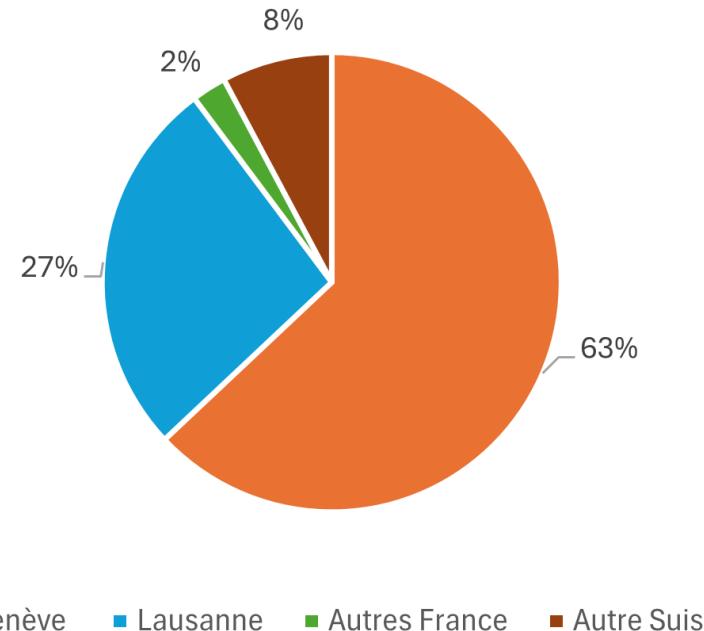
885 000 pers/an desservies

L'eau potable – 2 méthodes de calcul



L'eau potable – Répartition

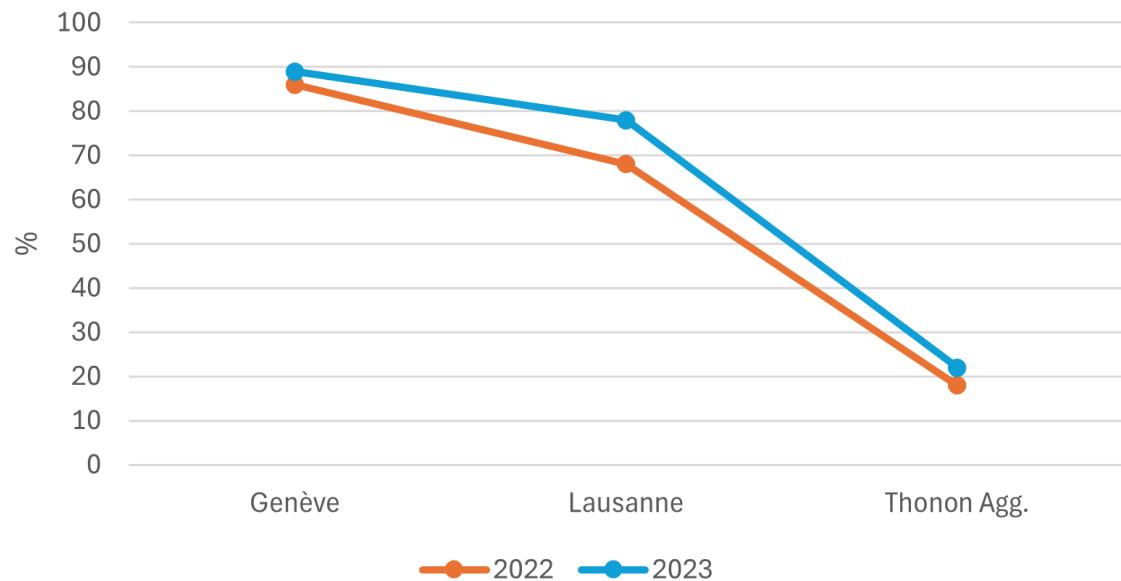
Part des stations dans le pompage total du Léman (2023)



Volume total pompé au Léman = 81,6 M m³

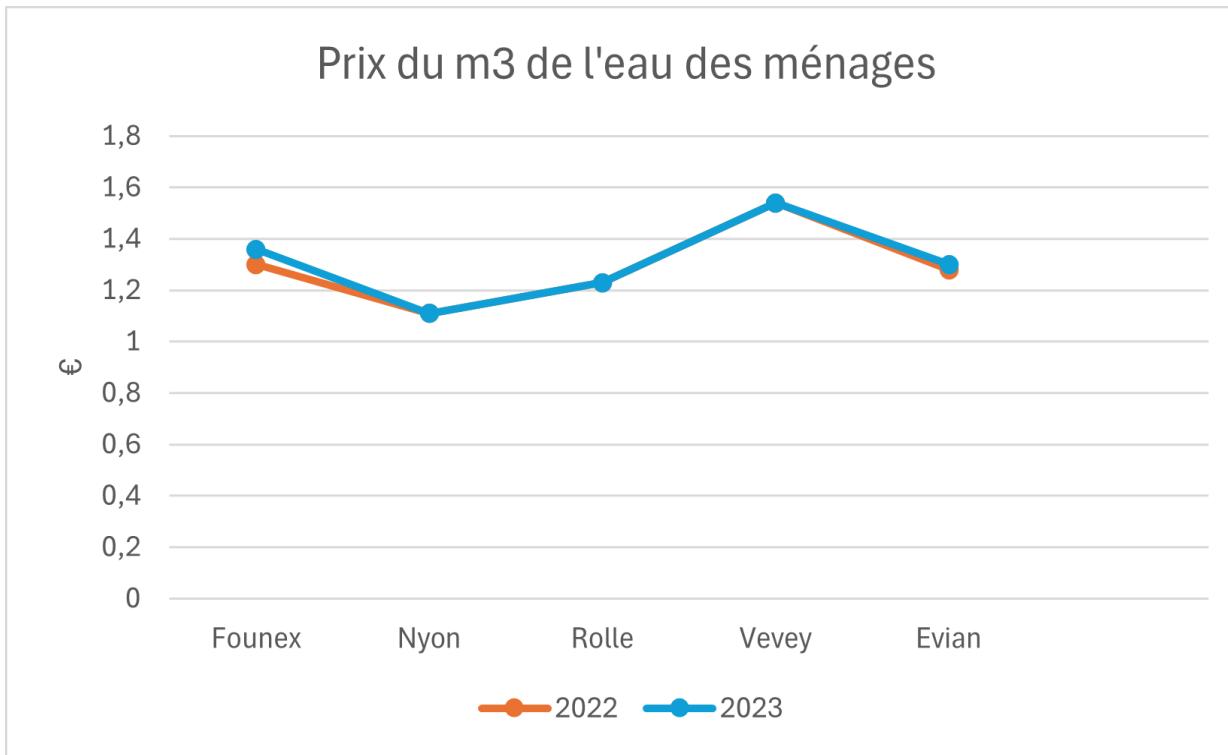
Source : Rapports annuels des stations de pompages et sites officiels

Part d'eau du Léman dans la consommation totale



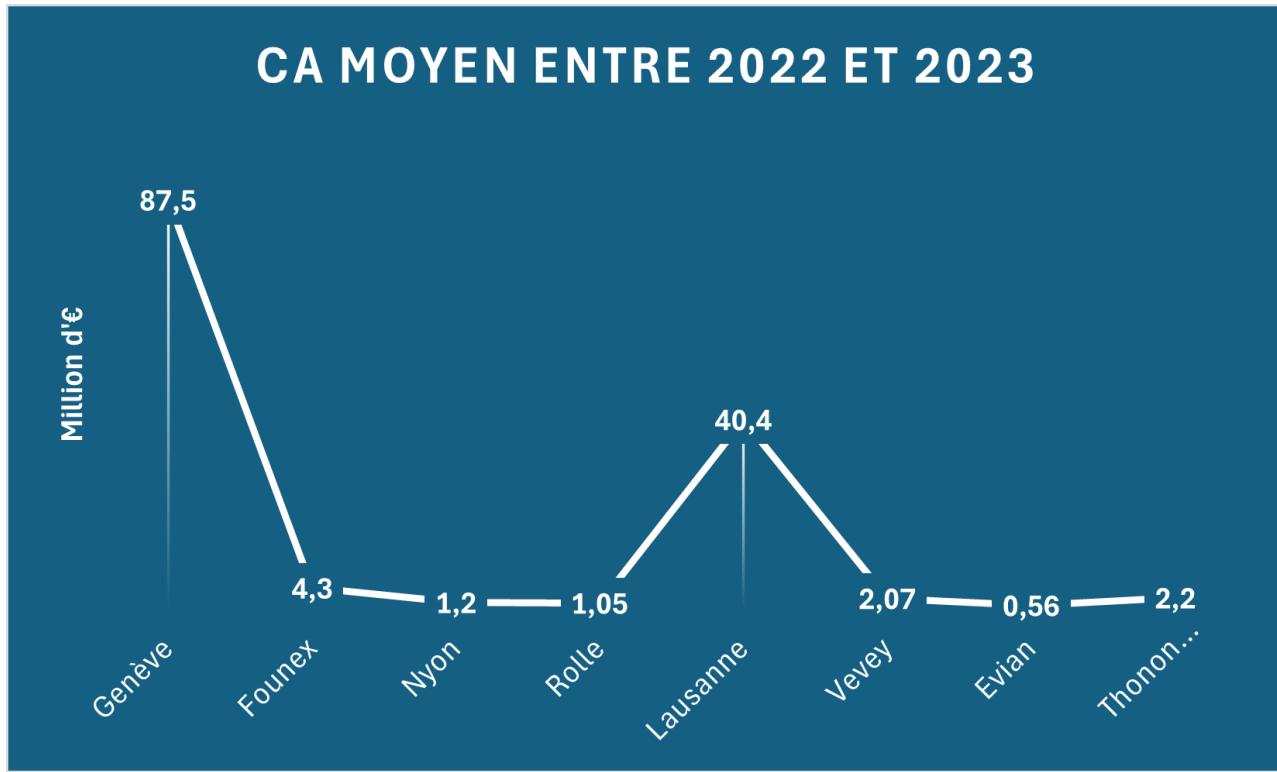
Davantage d'eau du Léman dans la consommation suisse

L'eau potable – Prix de vente



Prix moyen = 1,3 €/m³

L'eau potable – Estimation économique



CA moyen annuel de la production
d'eau potable du lac: **139 M€**

La pêche professionnelle

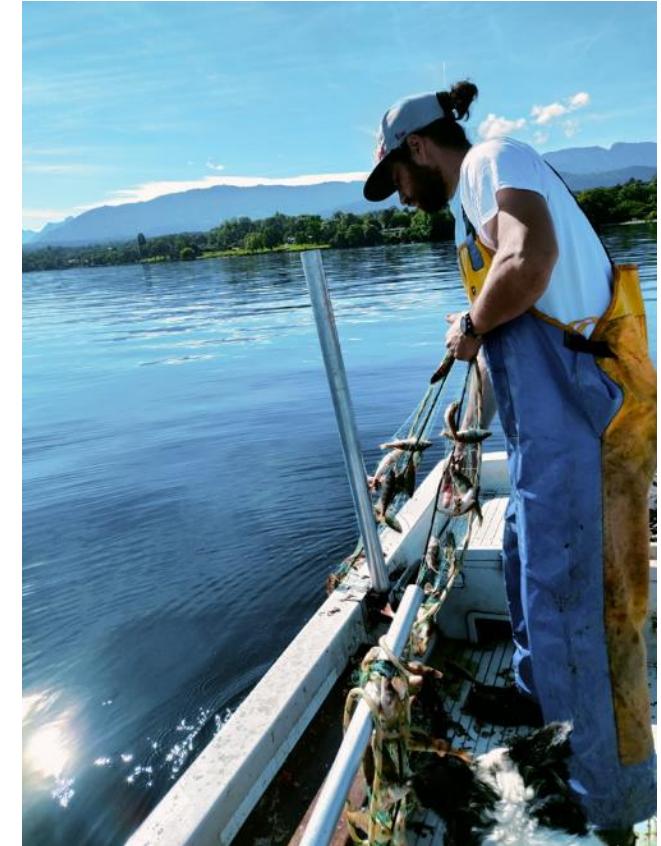
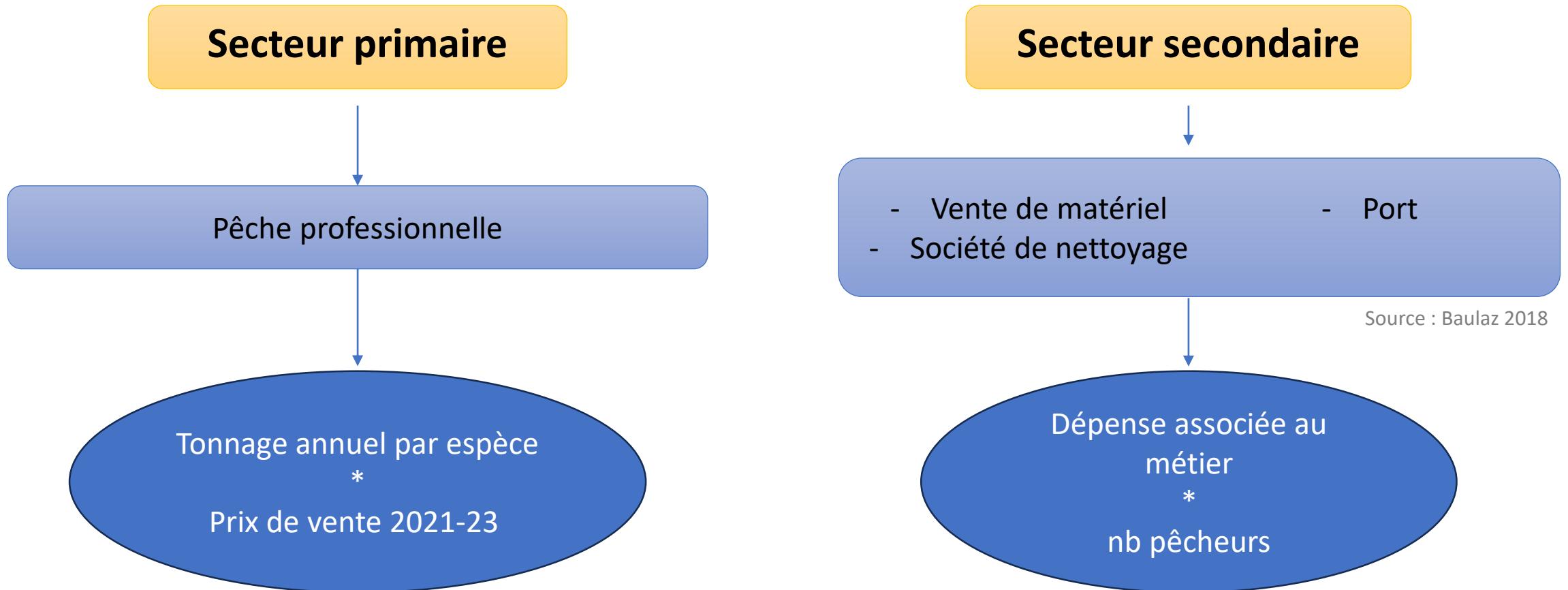


Photo J. Berod

Pêche professionnelle – Méthode de calcul

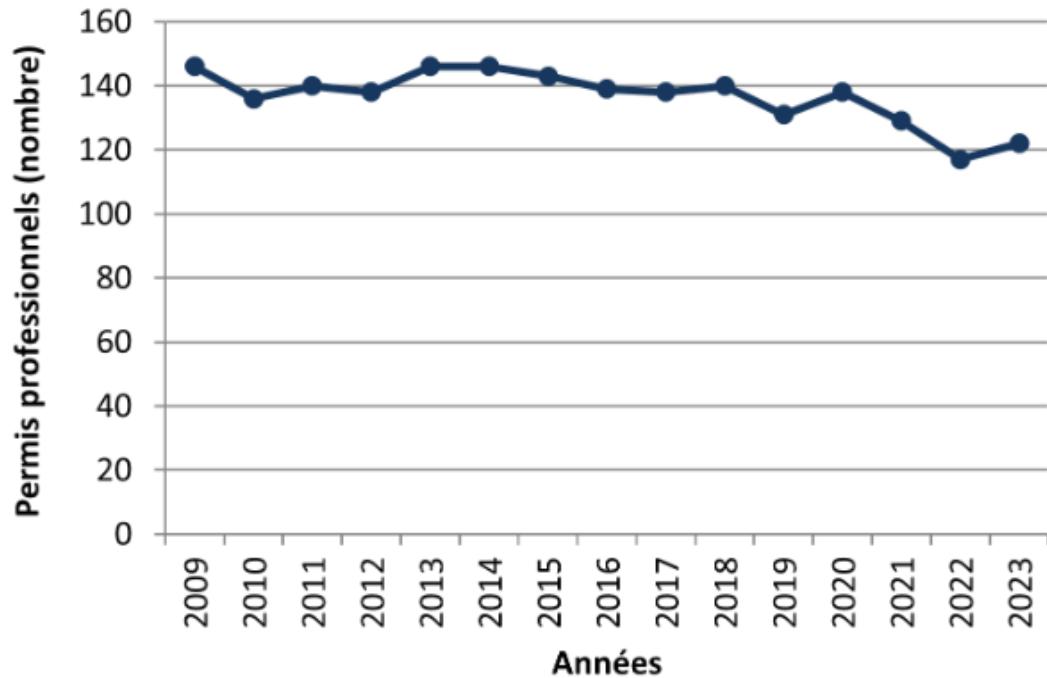


Pêche professionnelle - pêcheurs

Secteur primaire

- Diminution du nombre de pêcheurs professionnels
- 121 en 2023 contre 146 en 2009 :
-17%
- En 2023, 68 pêcheurs suisses et 53 français

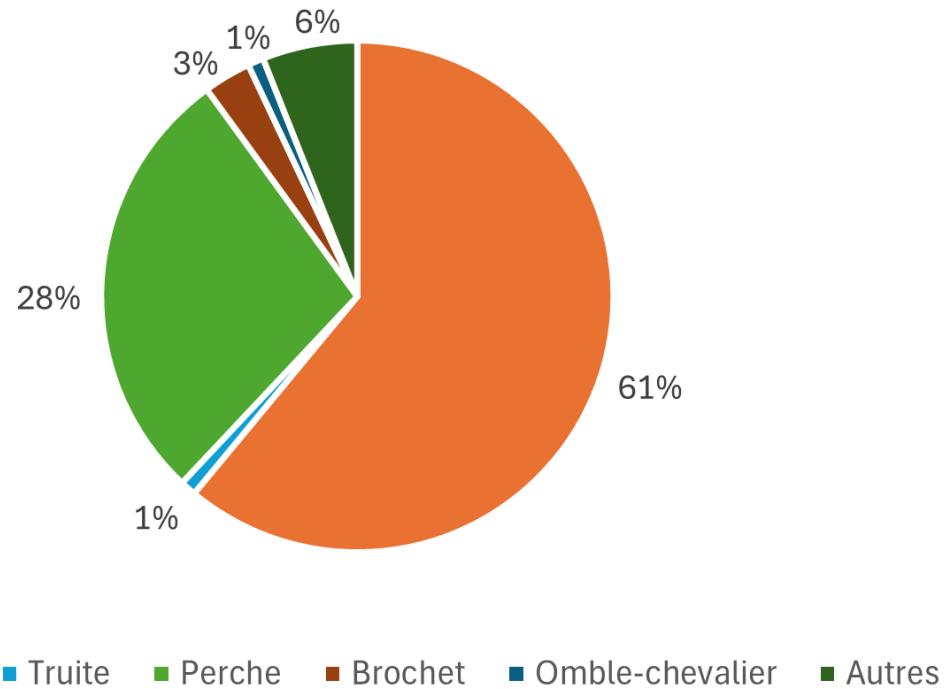
**Evolution du nombre total
de permis professionnels - Lac Léman**



Pêche professionnelle - Captures

Secteur primaire

Tonnage pêche professionnelle 2023

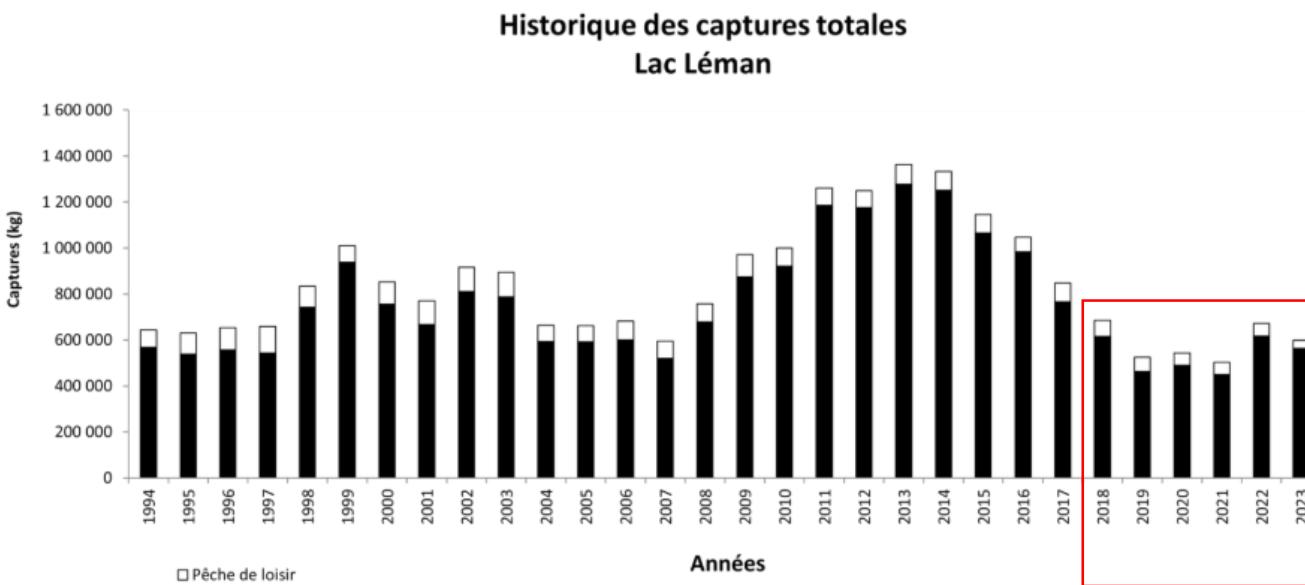


➤ Perche et féra (=corégone) dominantes

Pêche professionnelle - Captures

Secteur primaire

- Les captures totales dépendent fortement des captures de corégone
- Fluctuations temporelles importantes des captures
- Tendance à la diminution des captures de corégones depuis 2017-18



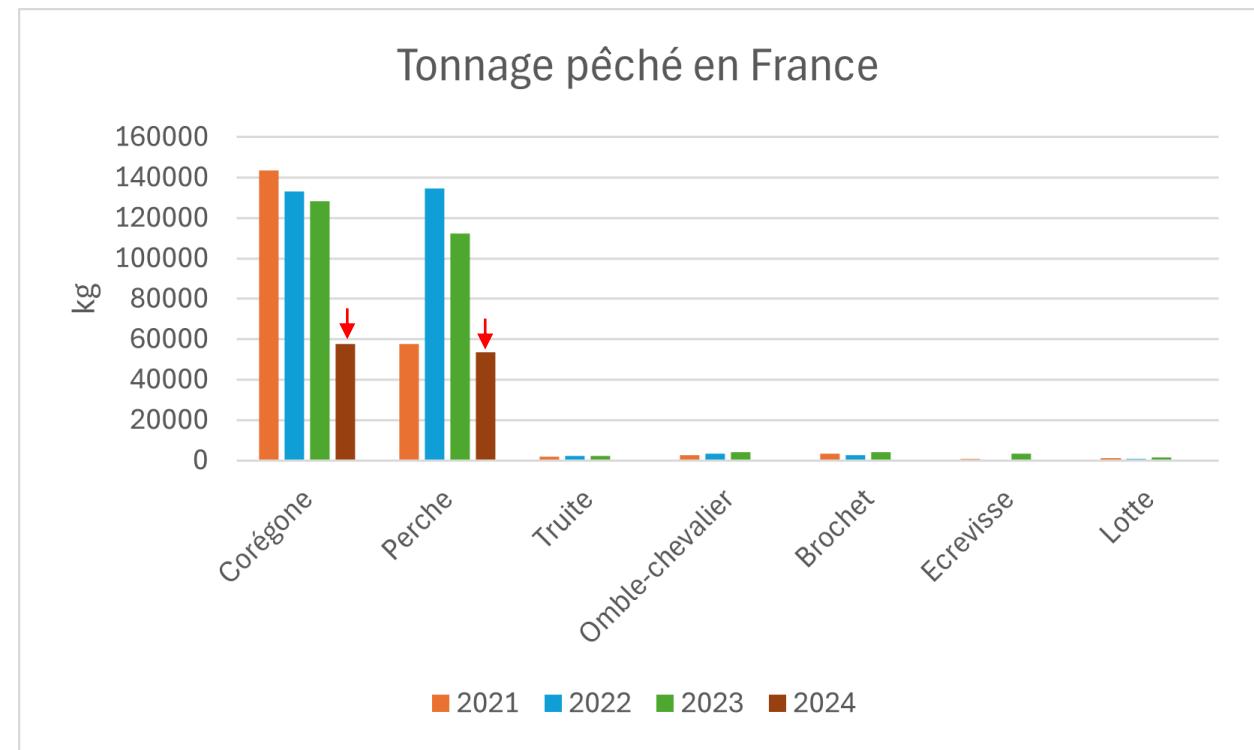
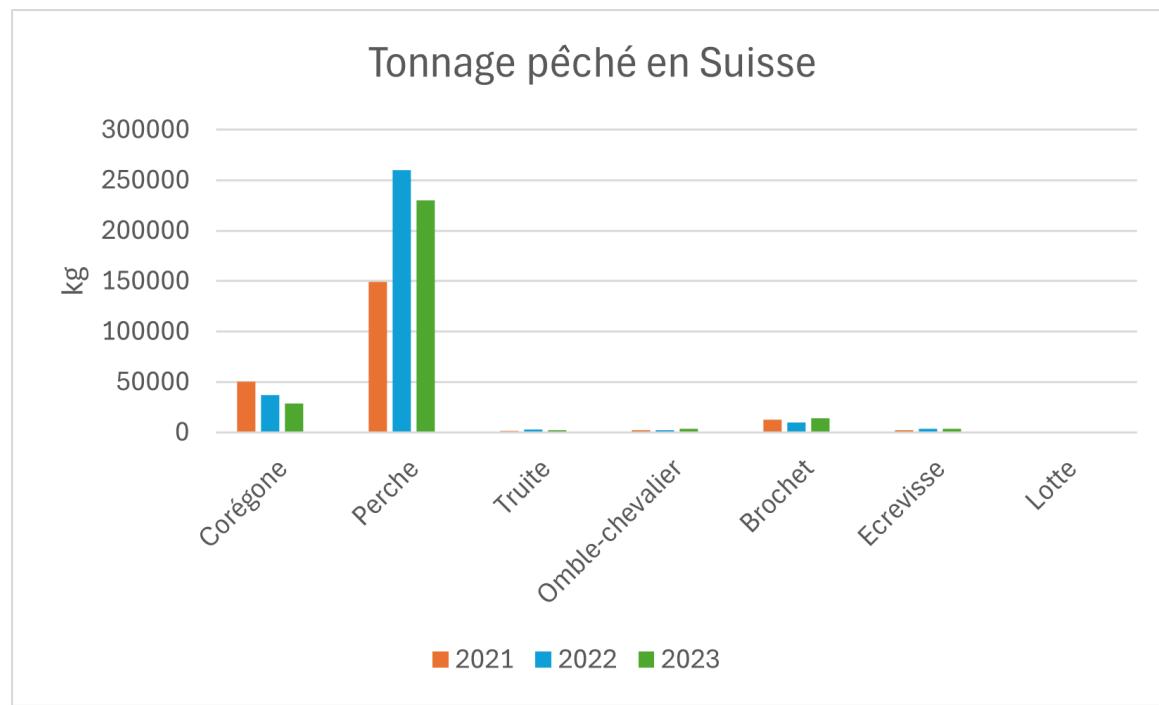
Historique des captures de corégones Lac Léman



Source : INRAe, Canton de Vaud

Pêche professionnelle – Pêcheries FR/CH

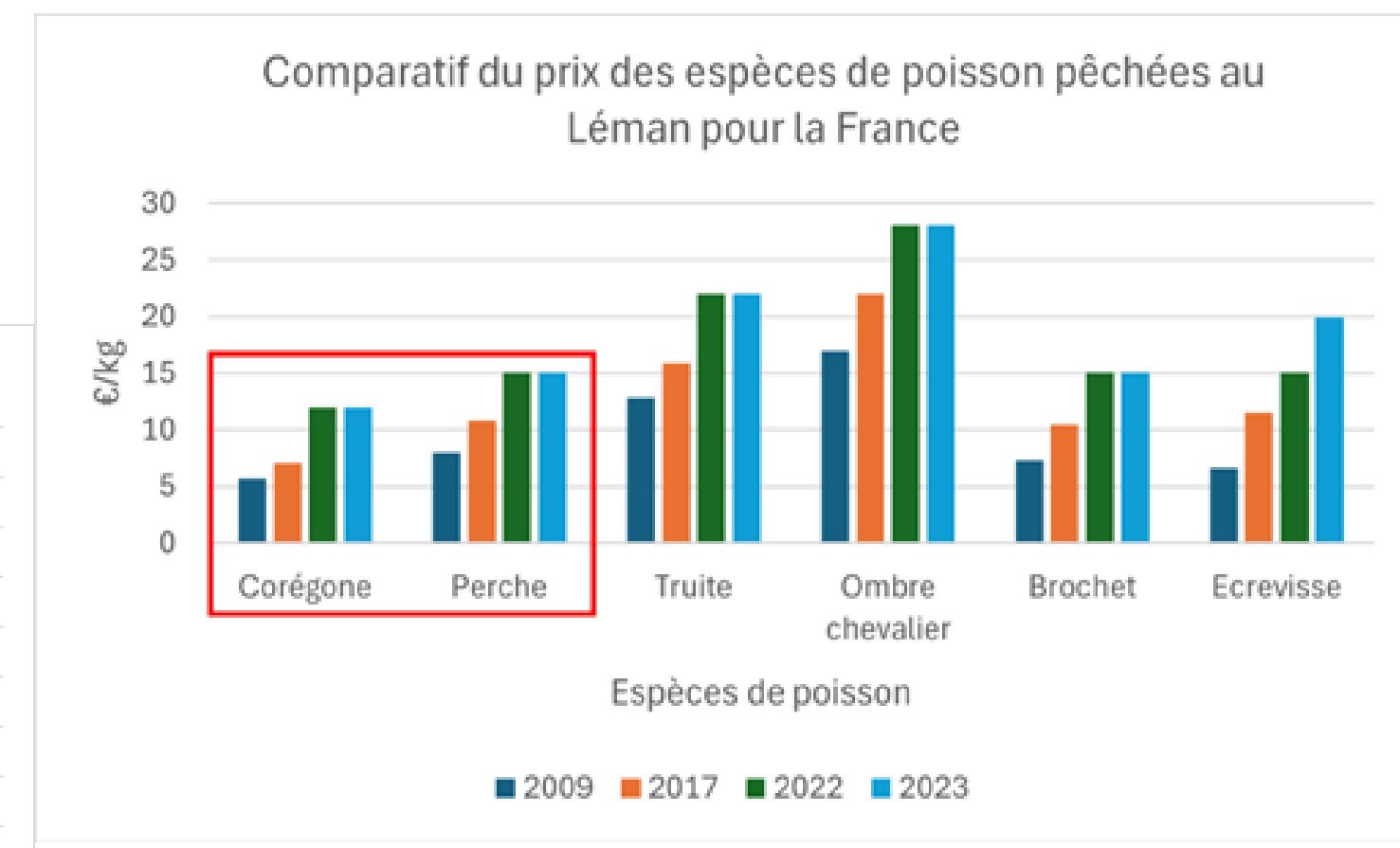
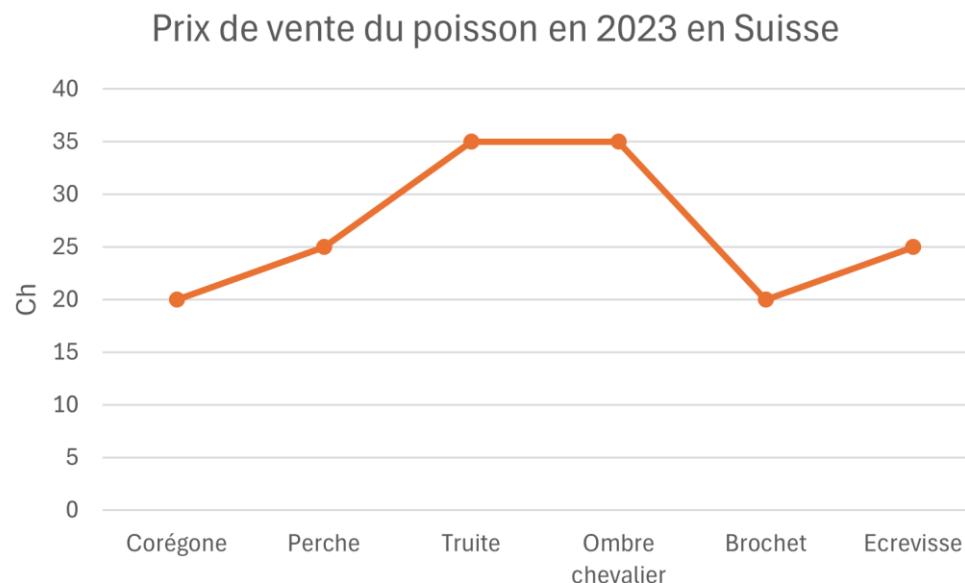
Secteur primaire



Sources : Canton de Vaud et INRAE

Pêche professionnelle - Prix

Secteur primaire

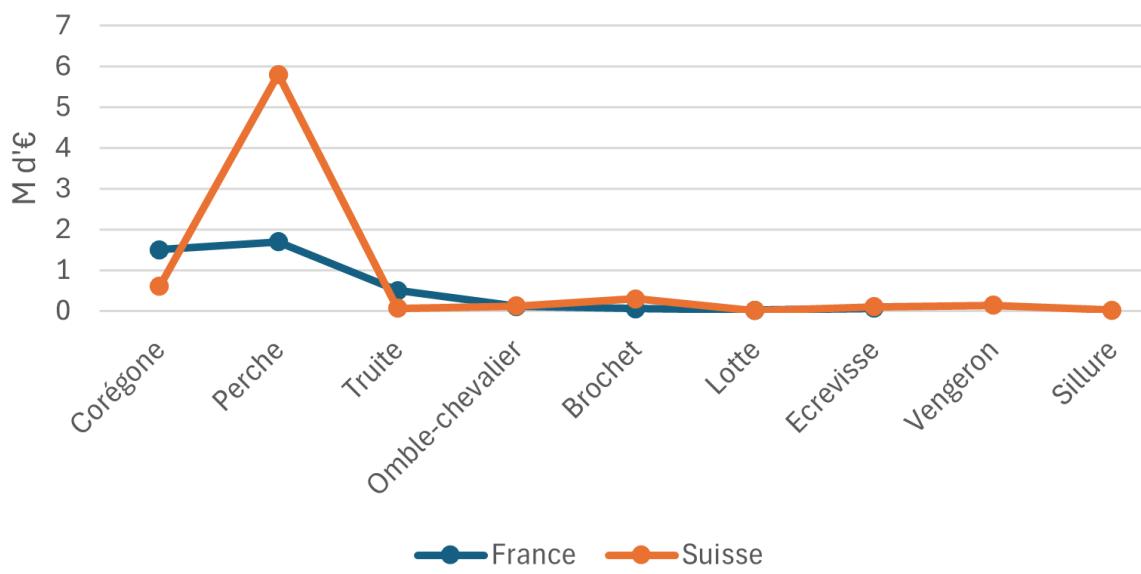


Source : ANDinternational 2009 et 2017, pêcheur professionnel

Pêche professionnelle - Résultats

Secteur primaire

Chiffre d'affaire généré par la vente de poisson en 2023



Le chiffre d'affaires total sur l'année 2023 est **10,8 millions d'euros**

Pêche professionnelle

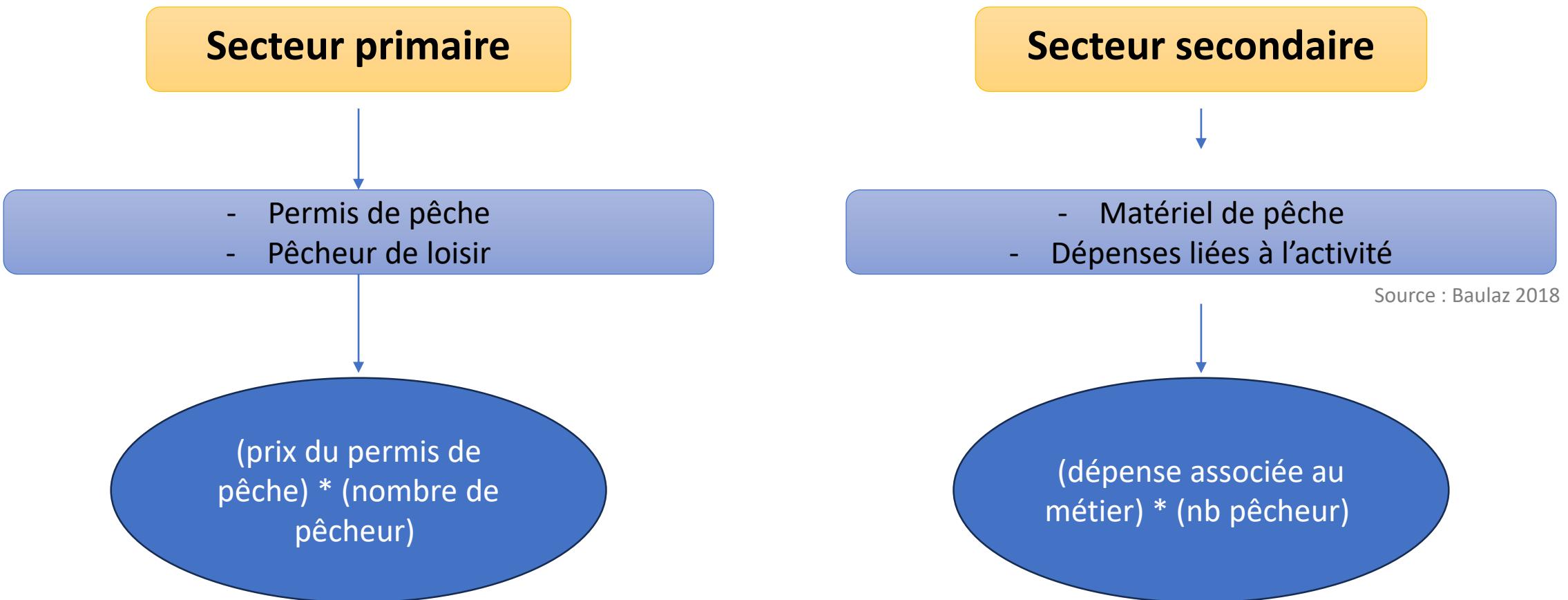
Secteur secondaire

Etape à venir :

- Traitement des réponses du questionnaire pour obtenir le montant moyen dépensé dans l'achat du matériel, du bateau et de l'entretien.

Les loisirs nautiques

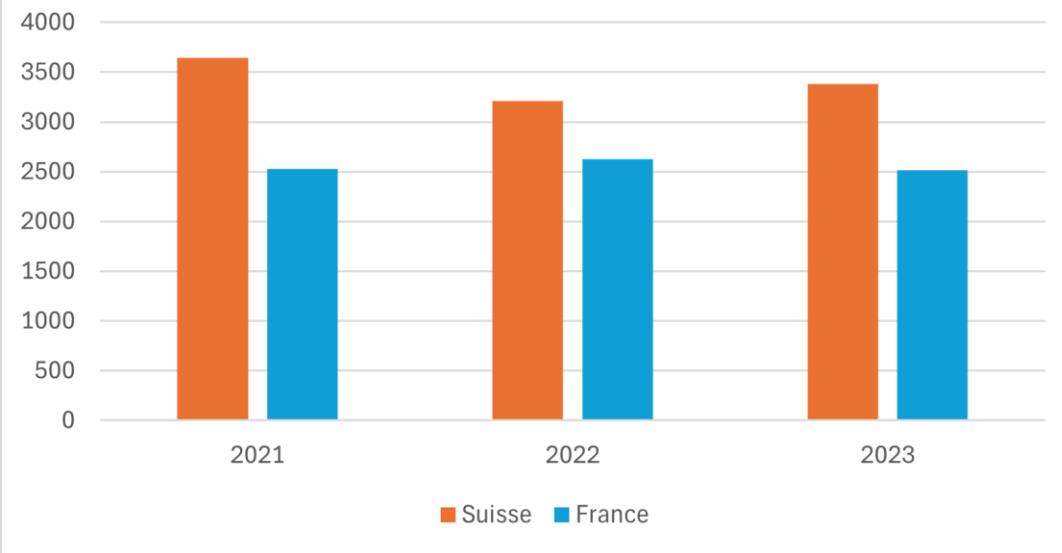
Loisirs nautiques – Pêche de loisir



Loisirs nautiques – Pêche de loisir

Secteur primaire

Permis de pêche de loisir vendus



Adhérent	Avec CPMA	Option traîne
Annuel adulte	105	140
Annuel enfant (12-18)	25	60
Découverte femme	41	
Découverte - 12	7	
Carte Touristique		
Hebdomadaire	36	71
Journalière	18	

Exemple de grille tarifaire (France, 2025)

Valeur estimée à **745 000€**

Source : DDT, INRAe, Canton de Vaud

➤ 5 900 permis de pêche vendus en 2023 (tous permis confondus)

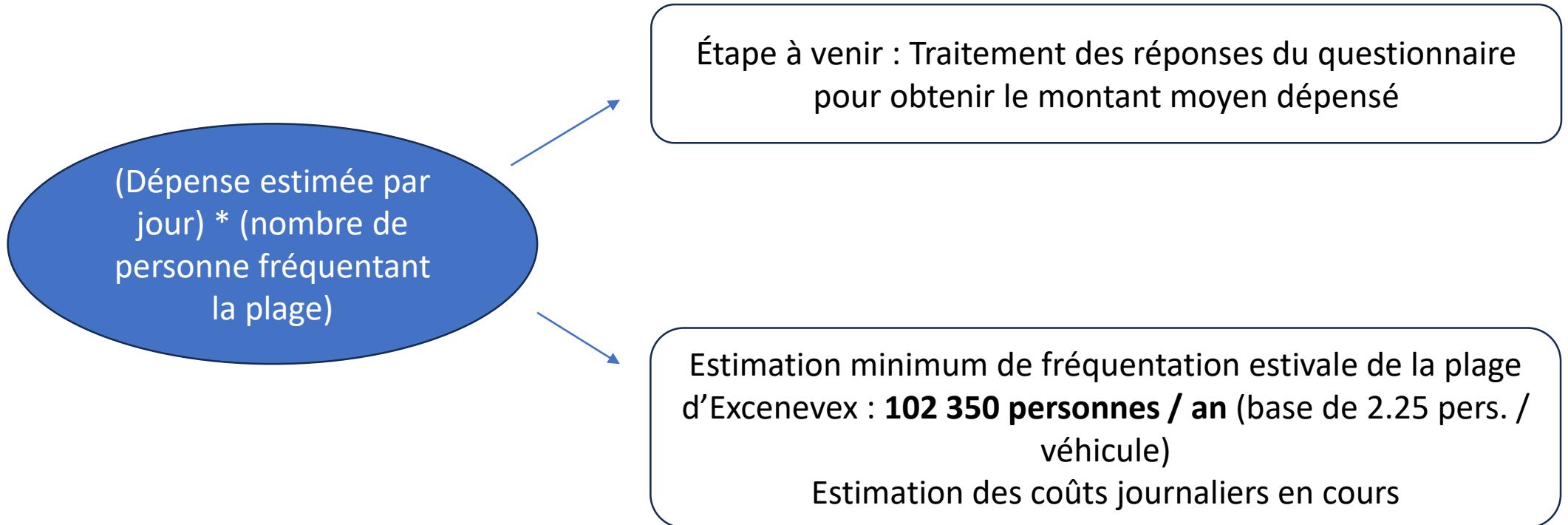
Loisirs nautiques – Pêche de loisir

Secteur secondaire

Etape à venir :

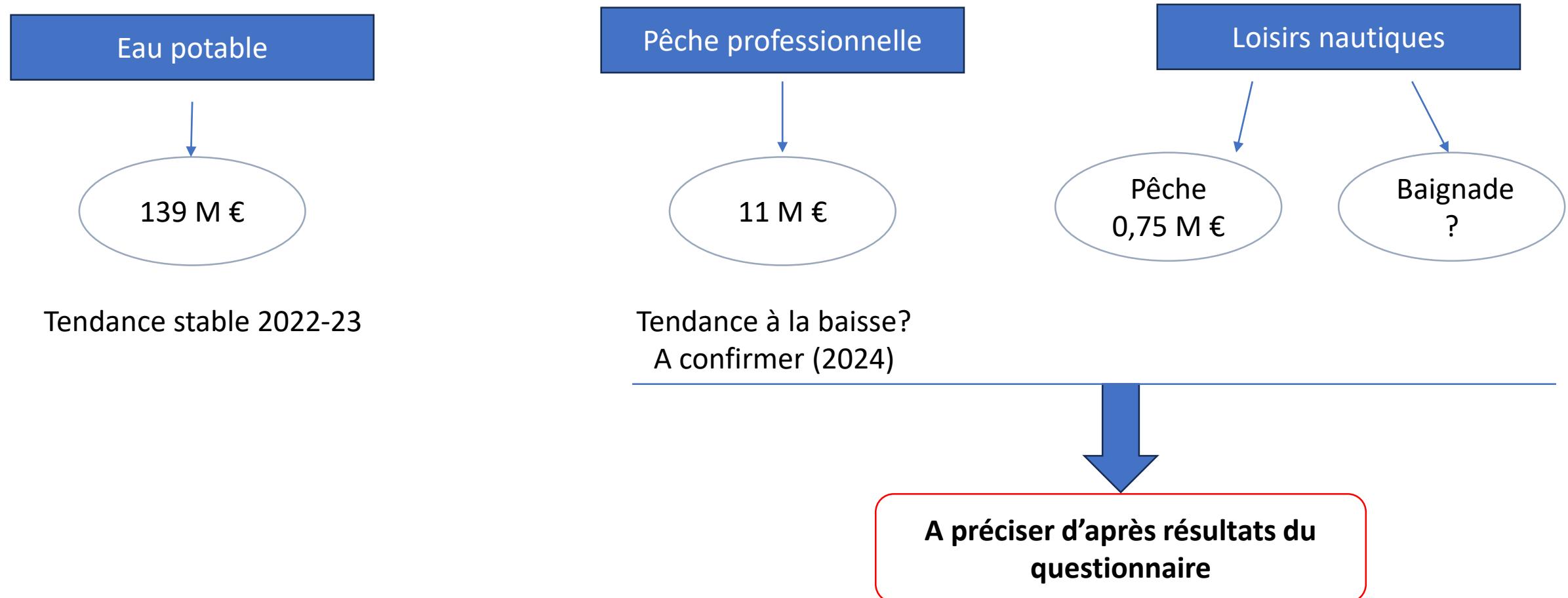
- Traitement des réponses du questionnaire pour obtenir le montant moyen dépensé dans l'achat du matériel, etc.

Loisirs nautiques - Baignade



- Rivage aménagé et urbanisé à plus de 60 % (Association "Pour sauver le Léman")
- Trois plages payantes
- Données de fréquentation très difficiles d'accès

Conclusion



Questionnaire 2025

PEUT-ON CONCILIER LES ACTIVITÉS NAUTIQUES ET LA PÊCHE PROFESSIONNELLE DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE ?



SCAN ME



Cofinancé par l'Union Européenne

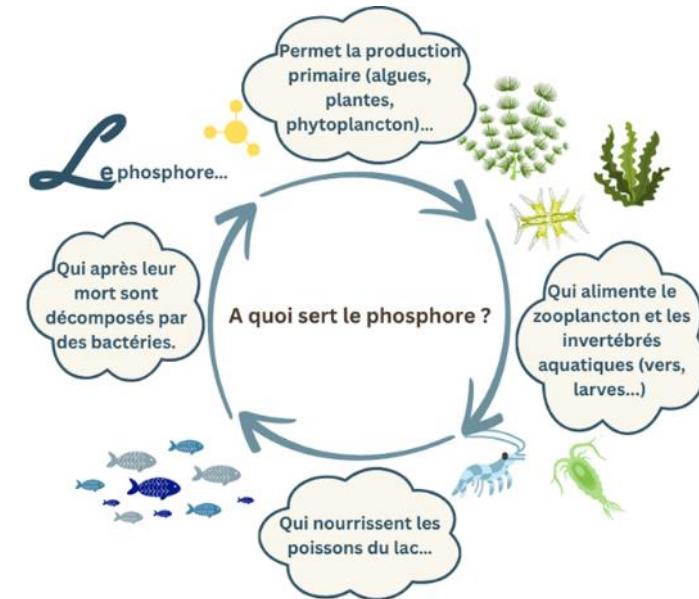
Interreg France - Suisse

CARRTEL CENTRE ALP/AQUA DE RECHERCHE SUR LES PECHEURS ET LEUR ENVIRONNEMENT EN ALPES ET EN AQUITAINE

INRAE

SCIMABIO Interreg

CentraleSupélec



Objectif

Evaluer le consentement à payer de la population pour le maintien de 2 SEs (loisirs aquatiques / pêche) dans un contexte de risque de proliférations algales

3 modalités de gestion du phosphore:

Maintien de la concentration en Ptot autour de 15 µg/L	Objectif CIPEL : 10-15 µg/L (plan d'action 2021-2030)	Moins de rétention du phosphore au niveau des STEPs : retour à la situation 2010 (20µg/L)
--	--	---

3 modalités d'aide aux pêcheurs professionnels:

Pas d'aide	Aides partielles (charges fixes)	Aides majeures (manque à gagner)
------------	-------------------------------------	-------------------------------------

Action sur le phosphore: conséquences sur la baignade et la pêche (hypothèses)

[P] = 15-16 µg/L

[P] < 15 µg/L

[P] = 20 µg/L

Action sur le phosphore	Pas de traitements supplémentaires des eaux usées	Traitements supplémentaires	Traitements en baisse
Conséquence sur la baignade	Risque modéré d'augmentation du nombre de jours de fermeture de plage (6-8j selon les plages par été)	Probable diminution du nombre de jours de fermeture de plage avoisinant le 0	Risque accru d'augmentaion du nombre de jours de fermeture de plage (12-15j selon les plages par été)
Conséquence sur la pêche	Risque de baisse du nombre de pêcheurs professionnels	Risque d'arrêt de la pêche professionnelle	Probable augmentation du nombre de pêcheurs professionnels

Proposition de scénarios: action sur le phosphore * action sur la pêche

Etat de référence = situation actuelle (phosphore 15 µg/L, pas d'aide aux pêcheurs)

Coût associé = 0

En théorie 9 scénarios (= 3*3), dont 1 non pertinent

8 scénarios retenus comparés dans 5 tableaux

Chaque scénario est chiffré (coût / an et / ménage)

Exemple de tableau à choix:

	Scénario A : Maintien du phosphore	Scénario B : Diminution du phosphore	Scénario C : Augmentation du phosphore
Action sur le phosphore	Pas de traitements supplémentaires des eaux usées = Risque modéré d'augmentation du nombre de jours de fermeture de plage (6-8j selon les plages par été)	Traitements supplémentaires = Risque de diminution du nombre de jours de fermeture de plage avoisinant le 0	Traitements en baisse = Risque accru d'augmentaion du nombre de jours de fermeture de plage (12-15j selon les plages par été)
Action en faveur de la pêche professionnelle	Pas d'aide financière = perte de 5 pêcheurs pro par an	Aide financière majeure = Perte de 2 à 3 pêcheurs pro par an	Pas d'aide financière = maintien des 122 pêcheurs pro
Coût associé (€ ou CHF)	0	35	4

Informations complémentaires sur le répondant:

- Âge
- Résidence (FR/CH, commune)
- Profession, CSP
- Salaire
- Usages du lac: pratique des loisirs aquatiques et fréquence (baignade, voile, paddle, pêche, plongée,...)
- Dépenses liées à ces activités

Si pêcheur pro: questions sur le montant des dépenses d'achat de matériel et d'entretien

Questionnaire : la communication



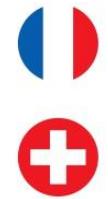
Objectif : min 500 répondants directs cumulés sur l'été, avec les réponses en ligne

Enquête plage	Réseaux sociaux	Flyer + poster	JPO INRAE
15 jours de terrain, avec un stand portatif	Posts LinkedIn, facebook, etc.	Dépôt dans des endroits stratégiques : Office de tourisme, animations estivales, restaurant, etc	Journées portes ouvertes

Plages :

FR : Corzent, Anthy-sur-Léman, Excenevex , Amphion

CH : Villeneuve, Lausanne, Bain des Pâquis, Savonnière.



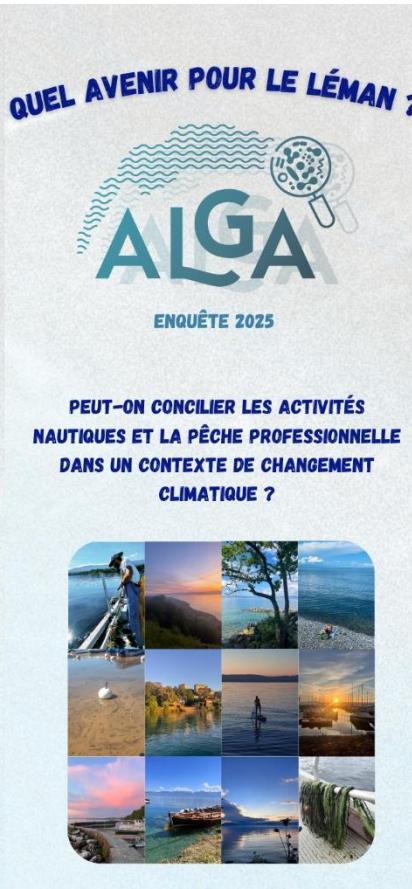
Interreg
France - Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



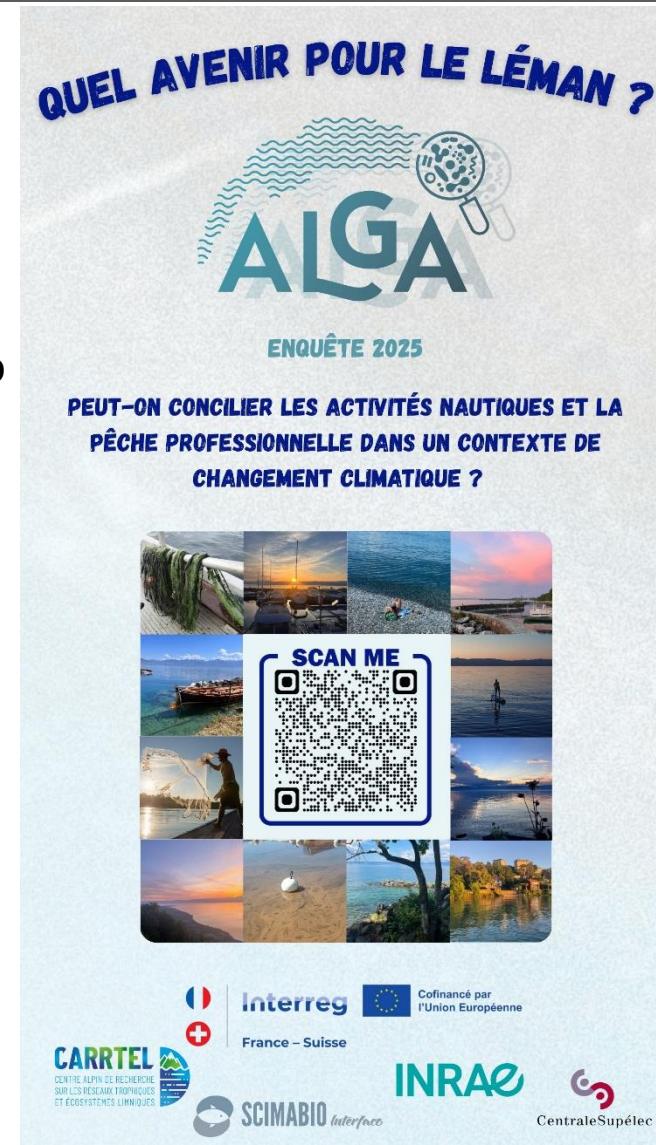
Questionnaire : supports de communication



Flyer

Kakémono

<https://forms.gle/mCXQEdva8FTryeBeA>



Questionnaire : relais presse

3 articles de presse (2 en FR, 1 en CH)
1 émission radio (Radio Plus)

Thonon-les-Bains

Un sondage pour l'avenir du lac sur la prolifération des algues

Cet été, tout autour du lac Léman, un sondage est proposé par le projet franco-suisse Alga pour comprendre l'impact de la prolifération des algues sur l'avenir du lac. Explication de cette initiative.

Tout l'été, sur les plages ou tout au long des rives du lac Léman, Aurélie Laccarrière, étudiante à la Toulouse school of economics propose de donner un avis écrit sur une prolifération des algues ou cyanobactéries - dits bloom en anglais -, possible ou probable dans le lac Léman.

L'objectif du questionnaire consiste à choisir entre différents scénarios de gestion des eaux lémaliennes menacées par le réchauffement climatique. La question posée : faut-il gérer le taux de phosphore dans les eaux ? Car le développement des algues dépend de ce taux. « Il s'agit de s'interroger sur les impacts de ces algues sur les bénéfices et services fournis par le lac », détaille Stéphan Jacquet, le directeur de recherche à l'institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE).



Les premières enquêtes ont débuté à Corzent. Photo Le DL/G.B.

permettra de mieux comprendre la préférence sociétale face aux risques de blooms et ses impacts sur les activités aquatiques (baignade et tourisme, biodiversité), tout cela dans le contexte alarmant du réchauffement climatique. »

Finalement, que peuvent souhaiter, attendre les populations riveraines, quelles seront les propositions pour une meilleure gouvernance transfrontalière du lac ? Cette enquête a été élaborée par des biologistes, des économistes de diverses institutions.

« L'avis de tous compte et les riveraines sont les premiers acteurs de ce vaste projet, ses résultats piseront sur les futures décisions des politiques publiques qui peuvent financer les solutions souhaitées : plus d'algues, donc plus de phosphore ou moins de phosphore, en donnant une eau claire », déclare Stéphan Jacquet.

Plus la participation de la population sera importante, plus les résultats seront représentatifs pour de futurs financeurs. Aurélie Laccarrière a commencé à faire son

8 LE MESSAGER
Jeudi 31 juillet 2025

Chablais

Prêts à payer pour préserver le Léman ? Des scientifiques vous posent la question

Phénomène courant, la prolifération d'algues dans le Léman peut nuire à certaines activités. Des chercheurs se penchent sur le consentement de la population à payer pour mieux gérer ces épisodes.

LEMAN

Source d'eau potable, tourisme, pêche... le Léman rend de multiples services à un large bassin de population. Des compromis doivent être trouvés pour que chacun en tire parti sans que les différentes pratiques ne se fassent au détriment des unes des autres, tout en maintenant l'équilibre de cet immense écosystème.

Comment agir en cas de prolifération d'algues ? Dans ce cadre, à quel point seriez-vous prêts à contribuer financièrement à la maîtrise de la prolifération d'algues ? C'est dans les grandes lignes, la question que se posent des scientifiques dans un des volets du projet ALGA (voir contre).

Directeur de recherche INRAE au CARRTEL (Centre alpin de recherche sur les réseaux trophiques et les écosystèmes limniques) à Thonon-les-Bains, Stéphan Jacquet est en charge de son pilotage. Il rappelle que des épisodes de prolifération d'algues, aussi appelées effluves ou blooms algues, peuvent se multiplier au gré des activités humaines et du réchauffement climatique. De tels événements avaient par exemple provoqué la mort d'un chien à Villeneuve en



Sur les plages du Léman, des chercheurs questionnent la population sur leur consentement à payer pour la gestion de la prolifération des algues.

Une vaste étude sur la prolifération d'algues

Derrière l'acronyme Alga, pour « efflorescences Algues dans le Léman face aux changements GlobAux » se cache un programme européen de coopération entre territoires frontaliers (INTERREG). Avec un financement autour d'un million d'euros, près de 25 personnes travaillent au projet jusqu'en 2027 au sein d'INRAE, les universités de Lausanne et de Genève, l'école polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), l'école de management de Grenoble, Centrale Supélec, la Cipell, l'ASL, Scimabio interface.

Pour participer au volet enquête sur le consentement à payer de la population, il est possible de répondre en ligne en une dizaine de minutes : <https://forms.gle/mCXQEdva8FTryBeA>

WP3 Review / questionnaire: Next Steps

A date :

- **546** répondants au total, dont :
 - 235 Suisses résidents sur le BV : soit 43%
 - 216 Français résidents : 39,5 %
 - 95 autres : 17,5 %
- Des répondants protestataires ? Opposés à l'enquête même / la méthodologie :
 - 48 contre les actions pour la pêche : 8,7%
 - 88 contre les actions pour la baignade : 16%
 - 11 contre les deux actions : 2%

A venir :

- **Recomposer l'échantillon :**
 - Tire aléatoire ou sélection pour aboutir à **50% de répondants suisses et 50% français**
 - Vérifier qu'on ne s'éloigne pas des **stat. socio-économiques** de la population :
âge moyen, % femmes-hommes, niveaux d'études,
% retraités et % cadres, etc.
 - Quid des **non-résidents** sur le BV ? Les retirer ?

A venir :

- Vérifier que la taille finale de l'échantillon donne un **niveau de confiance** de 95 %, avec une **marge d'erreur** d'environ 5 % (les seuils conventionnels)
- Tester plusieurs modèles statistiques : **conditional logit model** ou **multinomial logit model** ?

Thus, from Equations (1) and (3):

$$U_{ijm} = (\beta_{jm} + \omega_i)s_{ijm} + \gamma_i z_i + v_{ijm} = \beta_{jm}s_{ijm} + \gamma_i z_i + \omega_i s_{ijm} + v_{ijm} \quad (4)$$

Here β_{jm} is a vector of population-mean coefficients and ω_i is the stochastic deviation representing individual tastes relative to β_{jm} . It follows from $\omega_i s_{ijm}$ in Equation (4) that the error term is correlated with the alternative attributes.



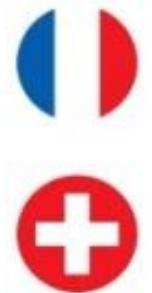
Issue	Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst. Number 423, 2022 Ecosystem services and economics
Article Number	16
Number of page(s)	13
DOI	https://doi.org/10.1051/kmae/2022008
Published online	29 July 2022

The economic value of ecosystem conservation: a discrete-choice experiment at the Taravo Wild River in Corsica, France

Daniel Hernandez^{1,2} and Pascal da Costa^{1*}

Présentation Jonathan Cognard

- **PhD en sciences économiques**
- **Profil** : interdisciplinarité ; intérêt pour les enjeux économiques et écologiques liés à l'eau dans le contexte du changement climatique
- **Statut** : post-doc à 60 % ; télétravail (Chartreuse)
- **Période** : du 1er déc. 2025 au 31 déc. 2026 (13 mois)
- **Activités principales** : analyse des données d'enquête ; rédaction d'un article scientifique
- **Revue ciblée** : *Ecological Economics* (Q1 en sciences de l'environnement et en économie)



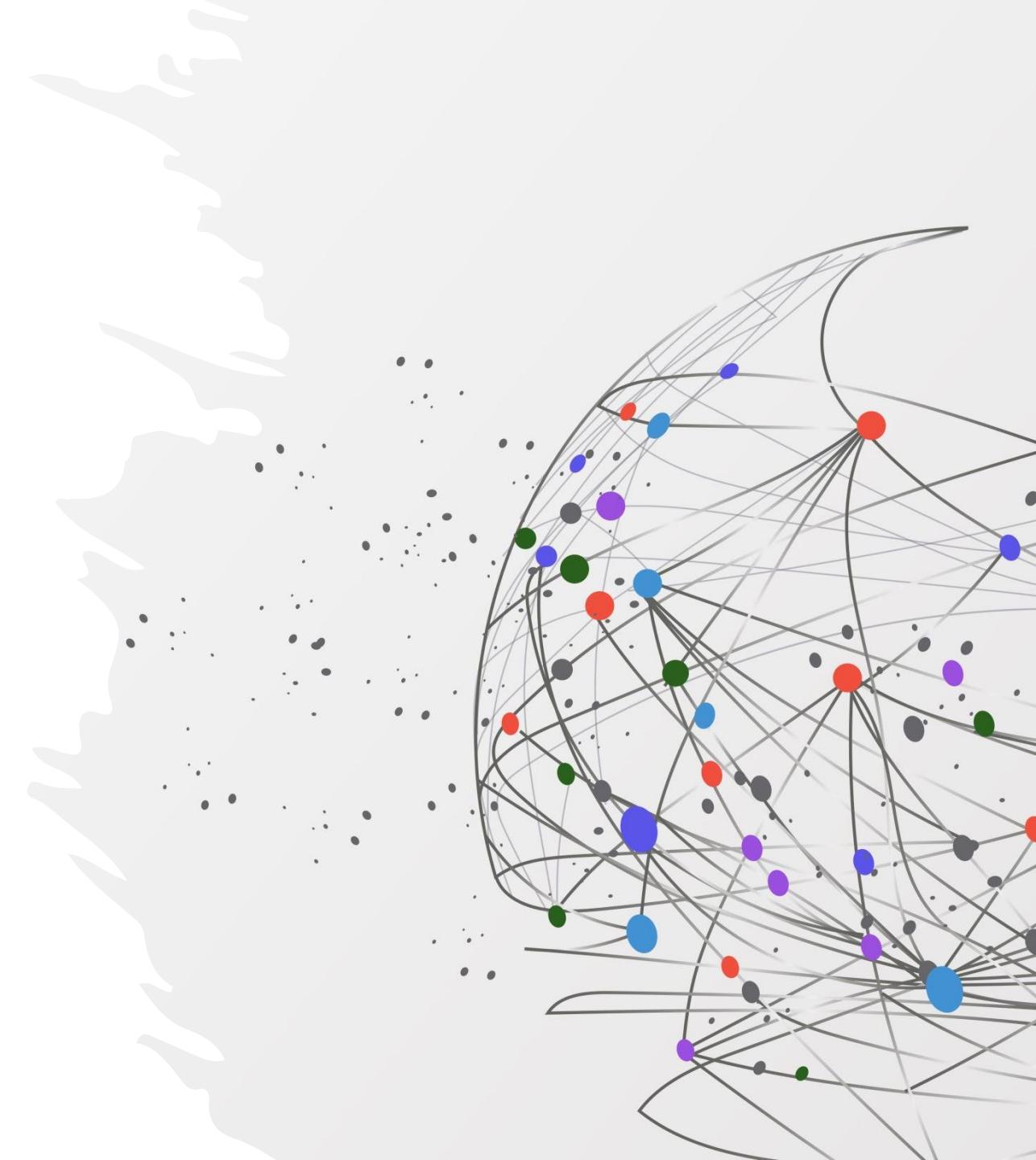
Interreg

France – Suisse

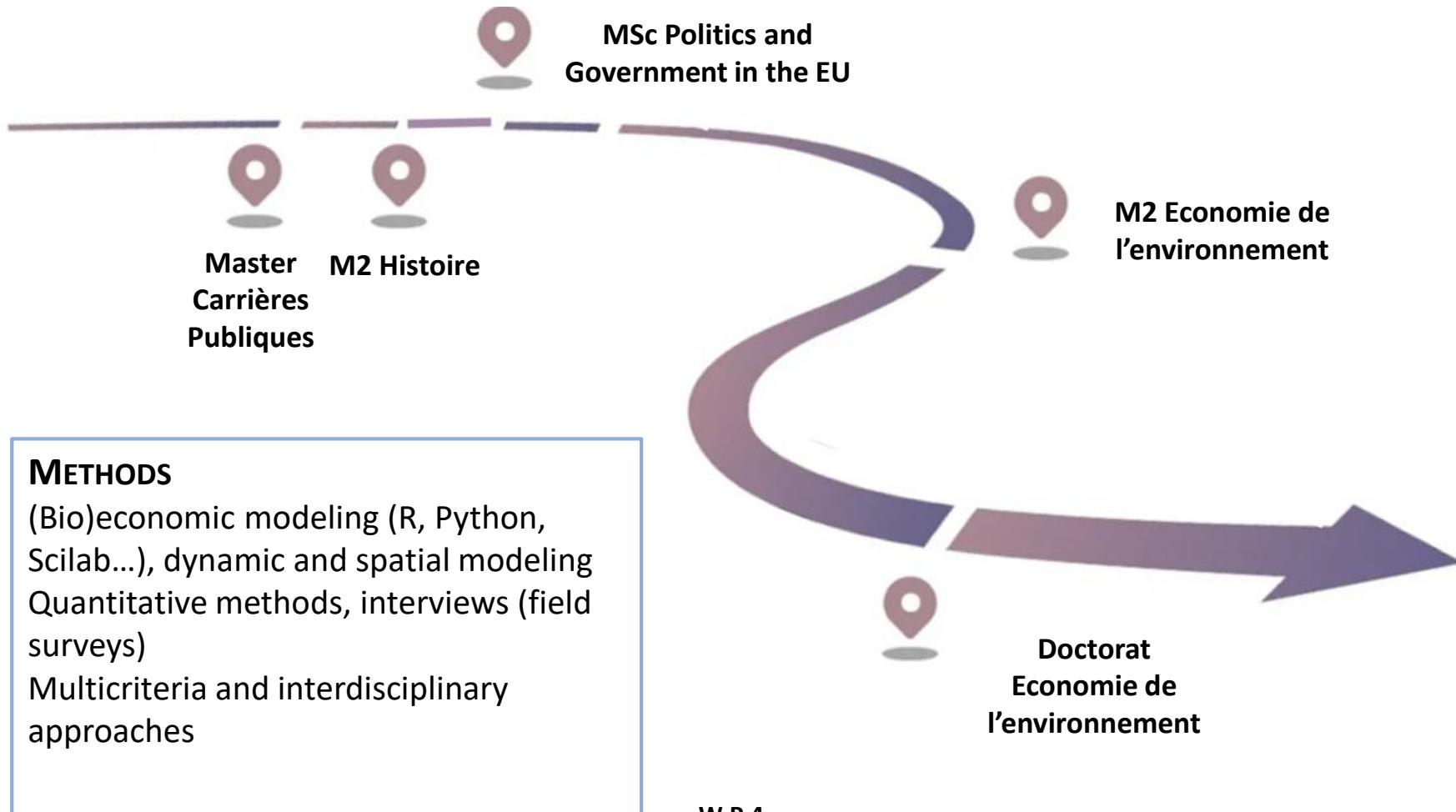


Cofinancé par
l'Union Européenne





Céline Huber - Postdoc



Céline Huber - Postdoc

Démarche: soutenabilité forte, modélisation bioéconomique, approche qualitative



Collaborations : LEEISA (CNRS), Ifremer (Guyane française), Centre d'Etude du Développement, U. Antananarivo

- **1. Biodiversity offsetting: pricing development**

When profitability meets with conservation objectives through biodiversity offsets, Natural Resource Modeling, 2022.

- **2. Environmental justice: mangrove management in Madagascar**

Environmental justice of biodiversity conservation, an application to mangrove management in Madagascar.

- **3. Well-being and land use trade-offs**

Capability, sustainability and viability for socioecological systems.

Objectifs et livrables du WP4

WP4

GESTION & GOUVERNANCE

Géraldine PFLIEGER, Thomas BOLOGNESI

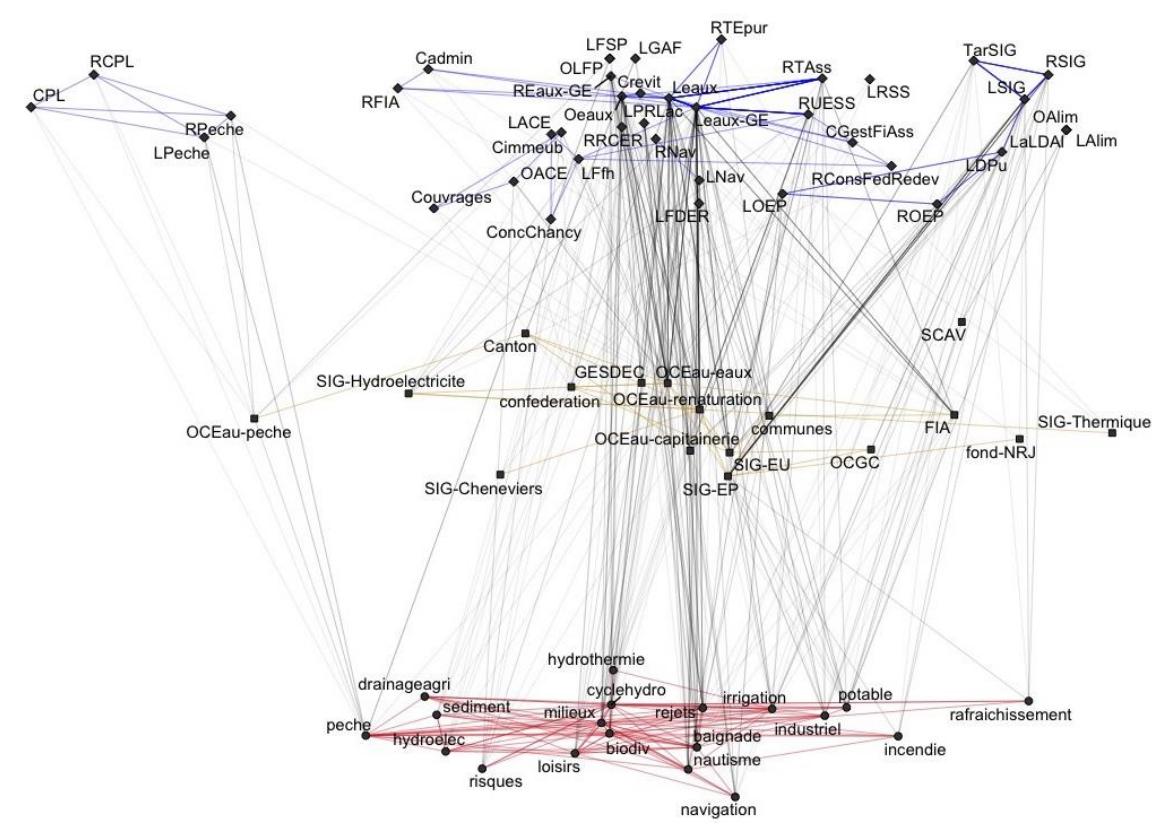
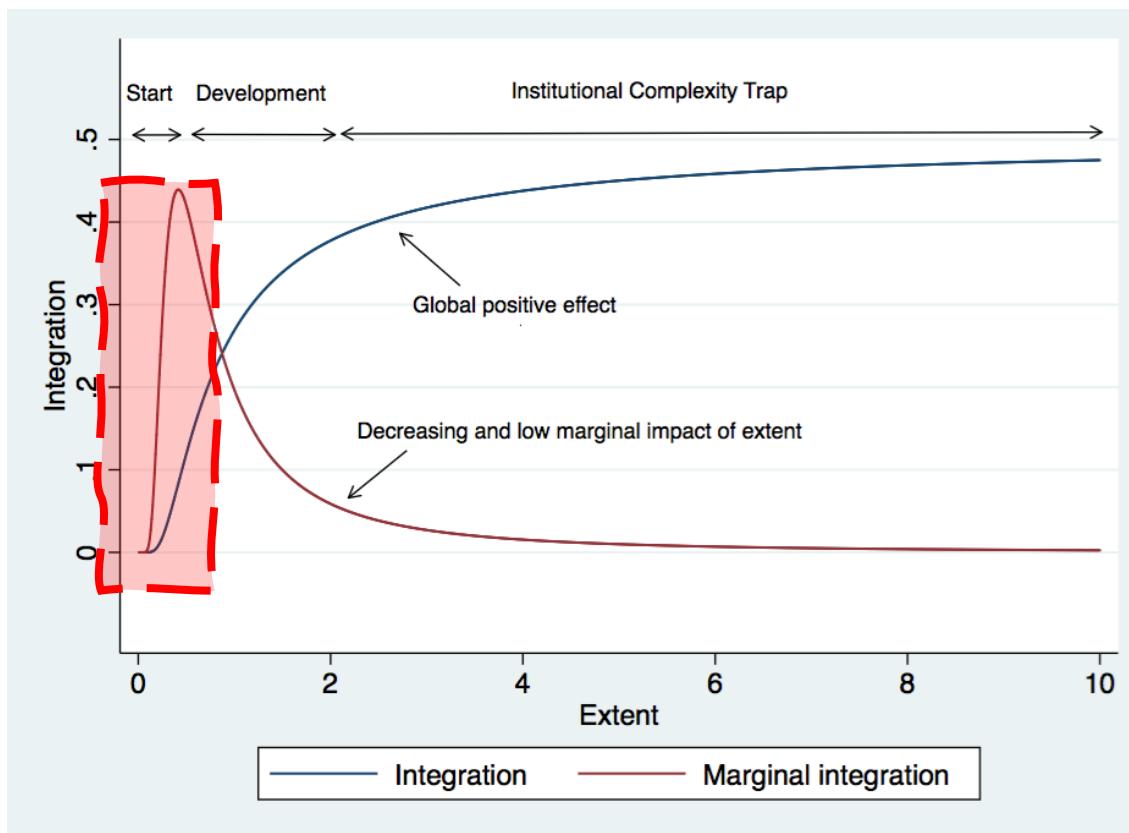
Céline HUBER

Cartographier les **réseaux réglementaires et d'acteurs qui contribuent à la gestion du lac**, d'une part, et à la **gestion de drivers de paramètres physico-chimiques** identifiés comme source de prolifération des algues.

Identifier et évaluer les **mécanismes de gestion de crise** permettant de faire face à des épisodes de prolifération d'algues.

Mesurer les **relations et la nature de la coopération entre les acteurs** pour apprécier la capacité à traiter le problème de prolifération des algues et la structure des coalitions d'acteurs sur ce thème.

Perspective - domaine politique naissant



Hypothèses- les conditions d'émergence

1) Croyances partagées

- Homophilie
- Partenaires historiques
- Acteurs leader

(Ingold et al. 2017, Garic et Leifeld 2025)

2) Stratégie politique

- Demande politiques de citoyens
- Opportunité

(Aghion et al. 2010, Lubell et al. 2020)

Mécanismes explicatifs

- Attitude face à l'incertitude (Castaldi-Garcia et al. 2023)
- Confiance (Boukaert 2005, Lee et Dodge 2025)
- Risques, coûts et gains coopération (Feiock, 2013, Kim et al. 2022)

Méthode

- **Observation:**

- sondage (2?) : choix de coopération
- mapping institutionnel: les instruments politiques
- interview : triangulation, gestion de crise

- **Analyse:**

- statistiques de réseaux → test structure de réseaux
- expérimentation → test effet de l'information



Liens avec les autres WP

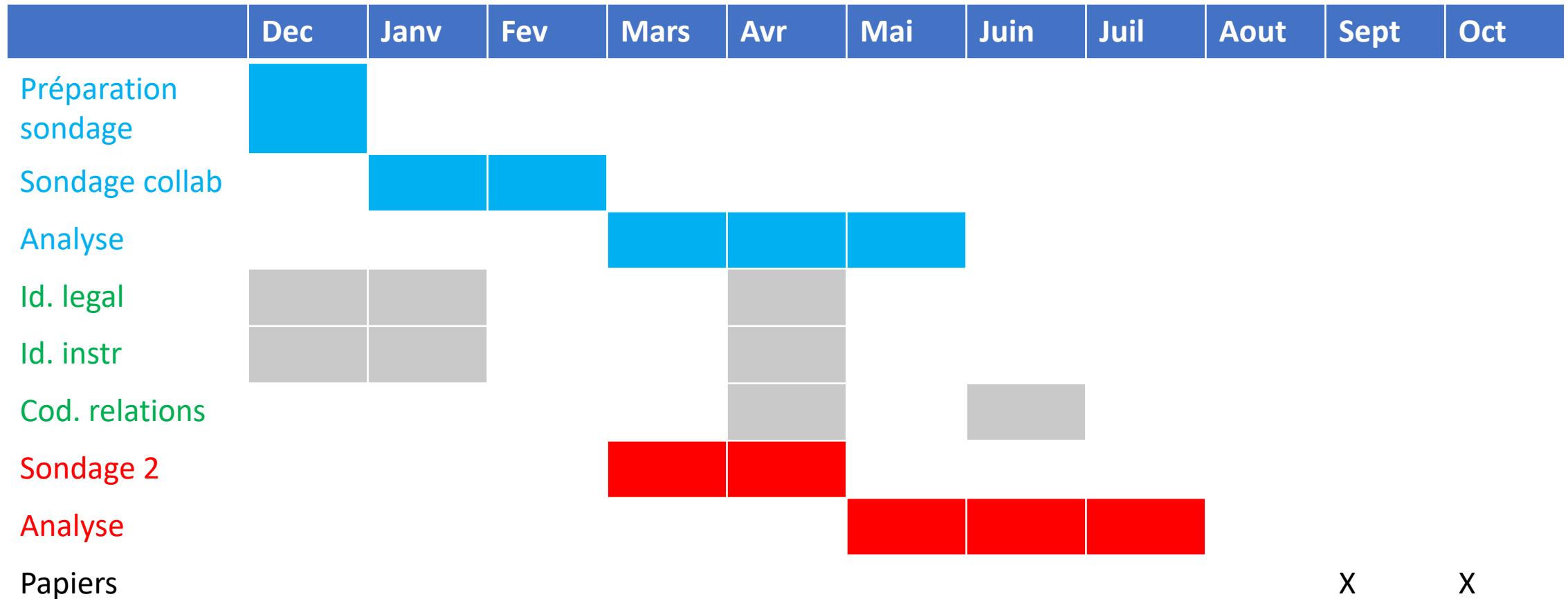
WP3: traitement stratégies politiques (expé)

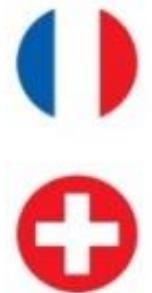
- Hyp. intérêt : via mesure préférences des concitoyens
- Hyp risque: coûts évènements
- Base de données sondés & méthode

WP1&2: traitement information scientifique (expé)

- Hyp. acteurs leaders
- Hyp. incertitude

Plan de recherche





Interreg

France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



Groupe d'activités (WP)	Activité	ID	Type d'unité	Unité	Nom du livrable	Description	Valeur prévisionnelle totale
1 WP1: Caractérisation des mécanismes intervenant dans les proliférations algales du Léman	1.1 WP1: Caractérisation des mécanismes intervenant dans les proliférations algales du Léman	160583	Base de donnée / Inventaire	Nombre	1.1.1 des données (WP1)	Données à haute fréquence (quotidiennes - hebdomadaires) de variables environnementales et d'algues (LéXPLORÉ) ;	2
1 WP1: Caractérisation des mécanismes intervenant dans les proliférations algales du Léman	1.1 WP1: Caractérisation des mécanismes intervenant dans les proliférations algales du Léman	160585	Cartographie	Nombre	1.1.2 Premier relevé des cyanobactéries benthiques (WP1)	Premier relevé des cyanobactéries benthiques autour du lac Léman en utilisant la Benthotorch et des méthodes basées sur l'ADN ainsi que des drones hyperspectraux.	2
1 WP1: Caractérisation des mécanismes intervenant dans les proliférations algales du Léman	1.1 WP1: Caractérisation des mécanismes intervenant dans les proliférations algales du Léman	160587	Etudes / analyse	Nombre	1.1.3 analyses de données et toxines (WP1)	Analyse des séries chronologiques de la base de données à long terme OLA / CIPEL + Analyse des toxines – hépato- et neuro-toxines dans des échantillons hebdomadaires (si possible) en utilisant les méthodes en place à l'Eawag	1

2 WP2: Impacts des efflorescences algales et cyanobactériennes	2.1 WP2: Impacts des efflorescences algales et cyanobactériennes	16058 0	Publication	Nombre	2.1.1 synthèse bibliographique (WP2)	Une synthèse bibliographique mettant en lumière les relations entre blooms algaux et services écosystémiques en milieu lacustre ;	1
2 WP2: Impacts des efflorescences algales et cyanobactériennes	2.1 WP2: Impacts des efflorescences algales et cyanobactériennes	16058 2	Logiciel	Nombre	2.1.2 un outil mathématique sous forme d'un modèle (WP2)	Un outil (modèle) à destination des gestionnaires et décideurs, basé sur l'identification d'indicateurs simples d'état de l'écosystème (par exemple la transparence) pour quantifier la qualité de services spécifiques	1
3 WP3 : La perception des blooms par la population du bassin lémanique	3.1 La perception des blooms par la population du bassin lémanique	16061 0	Publication	Nombre	3.1.1 Synthèse des services écosystémiques marchands et non marchands (WP3)	Une synthèse des services écosystémiques marchands / non marchands associés au Léman (lien avec WP2)	1
3 WP3 : La perception des blooms par la population du bassin lémanique	3.1 La perception des blooms par la population du bassin lémanique	16061 1	Etudes / analyse	Nombre	3.1.2 Analyse de la perception des blooms (WP3)	L'analyse de l'enquête réalisée auprès d'un panel représentatif de la population sur la perception des blooms ;	1
3 WP3 : La perception des blooms par la population du bassin lémanique	3.1 La perception des blooms par la population du bassin lémanique	16061 2	Publication	Nombre	3.1.3 Liste de scenarii pour la gestion future des proliférations algales (lien avec WP4)	La liste de scenarii pour la gestion future des proliférations algales (lien avec WP4)	1

4 WP4 : Gestion et gouvernance	4.1 WP4 : Gestion et gouvernance	16058 8	Cartographie	Nombre	4.1.1 Une cartographie des acteurs impliqués dans la gestion du lac et de drivers (WP4)	Une cartographie des acteurs impliqués dans (i) la gestion du lac montrant les relations et responsabilités des principaux acteurs de la gouvernance, (ii) la gestion des « drivers » physico-chimiques de la prolifération des algues.	1
4 WP4 : Gestion et gouvernance	4.1 WP4 : Gestion et gouvernance	16058 9	Base de donnée / Inventaire	Nombre	4.1.2 L'identification des principales bases légales et instruments politiques (WP4)	L'identification des principales bases légales et instruments politiques sous forme d'une liste avec leurs attributs (permettant de mettre en avant les leviers de gouvernance à activer pour traiter les impacts et agir sur les perceptions).	1

Planning de réalisation

Groupe d'activités (WP) / Activité	2024	2025	2026			2027
1 WP1: Caractérisation des mécanismes intervenant dans les proliférations algales du Léman			L.160587	L.160583	L.160585	
1.1 WP1: Caractérisation des mécanismes intervenant dans les proliférations algales du Léman			1.1.3 L.160587	1.1.1 L.160583	1.1.2 L.160585	
2 WP2: Impacts des efflorescences algales et cyanobactériennes		L.160580			L.160582	
2.1 WP2: Impacts des efflorescences algales et cyanobactériennes		2.1.1 L.160580			2.1.2 L.160582	
3 WP3 : La perception des blooms par la population du bassin lémanique	L.160610	L.160611	L.160612			
3.1 La perception des blooms par la population du bassin lémanique	3.1.1 L.160610	3.1.2 L.160611	3.1.3 L.160612			
4 WP4 : Gestion et gouvernance			L.160588 L.160589			
4.1 WP4 : Gestion et gouvernance			4.1.1 L.160588 4.1.2 L.160589			

	Nom du livrable	Type de livrable	Unité de mesure	2024	2025	2026
	synthèse bibliographique (WP2)	Publication	Nombre			
	un outil mathématique sous forme d'un modèle (WP2)	Logiciel	Nombre			
	1.1.1 des données (WP1)	Base de donnée / Inventaire	Nombre	1	1	
	1.1.2 Premier relevé des cyanobactéries benthiques (WP1)	Cartographie	Nombre	1	1	
	1.1.3 analyses de données et toxines (WP1)	Etudes / analyse	Nombre		1	