

Mardi 2 décembre 2025

Réunion d'avancement du projet INTERREG FR-CH

ALGA

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'Aurélié *et al.* portant sur l'évaluation économique des principaux SE associés au Léman (Aurélié)
- 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

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

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](#)

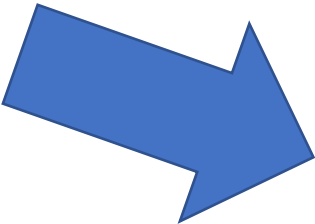
Key points

- Lake heatwaves have increased in average intensity, average duration and total duration globally, at rates of 0.15 ± 0.3 °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	160580	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	160582	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



Interreg
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



Jacquet *et al*

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, ...

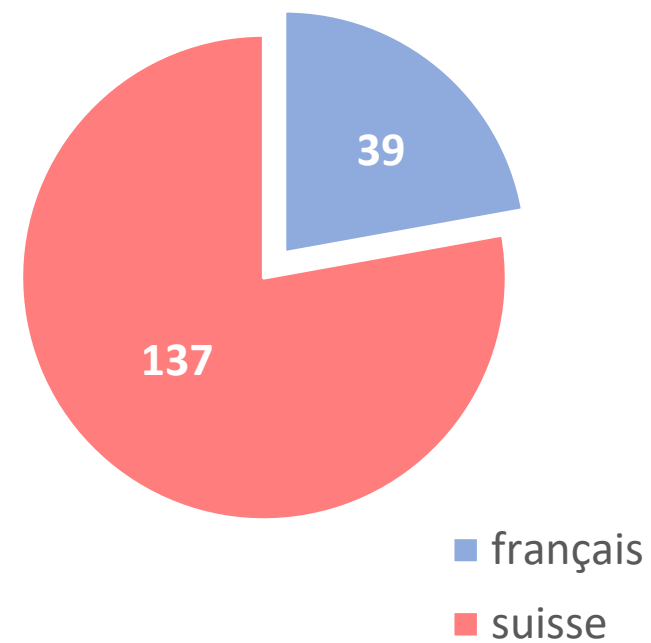
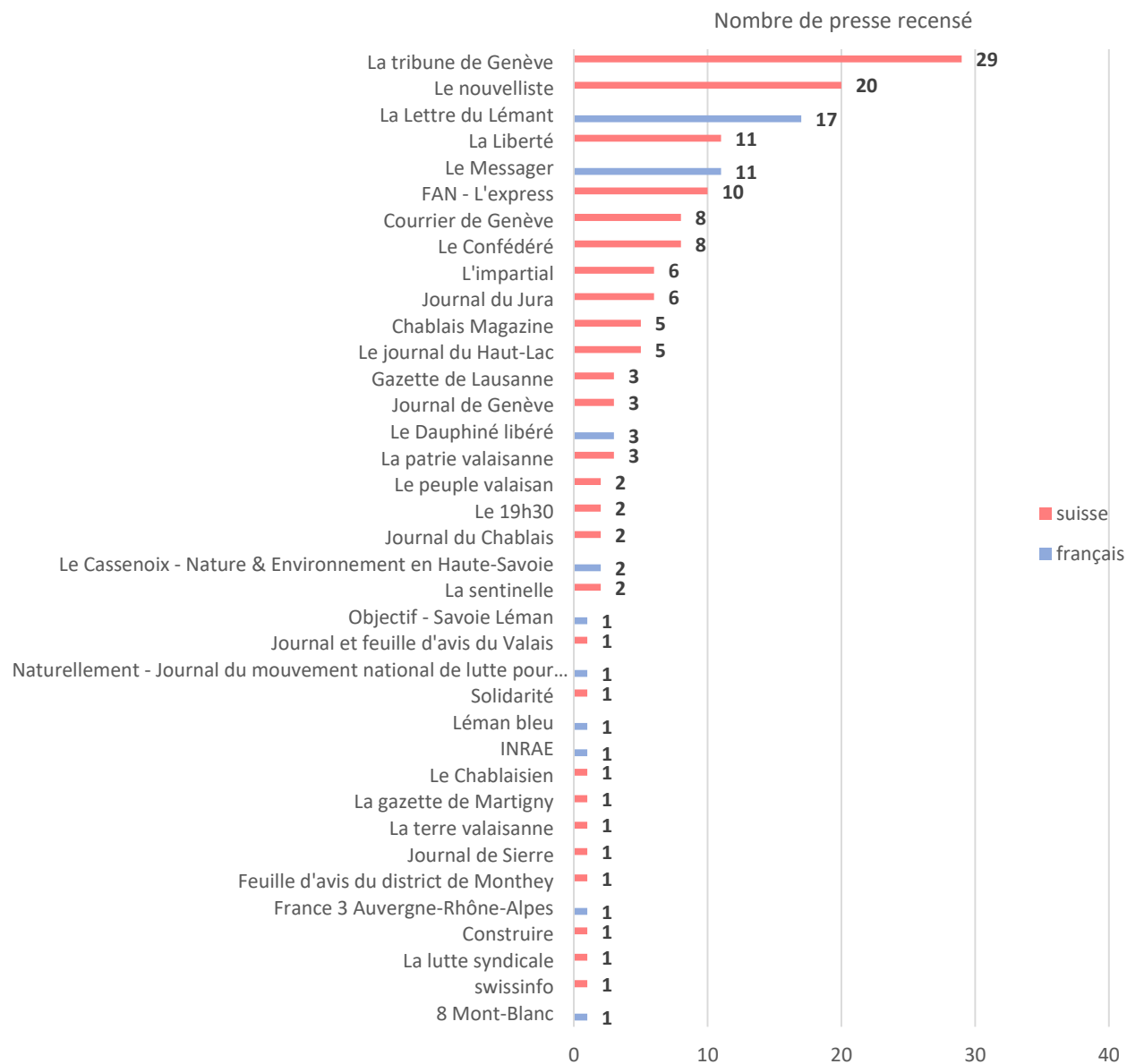
- Environ 38 côtes vérifiées = 38 cartons ou documents vérifiés

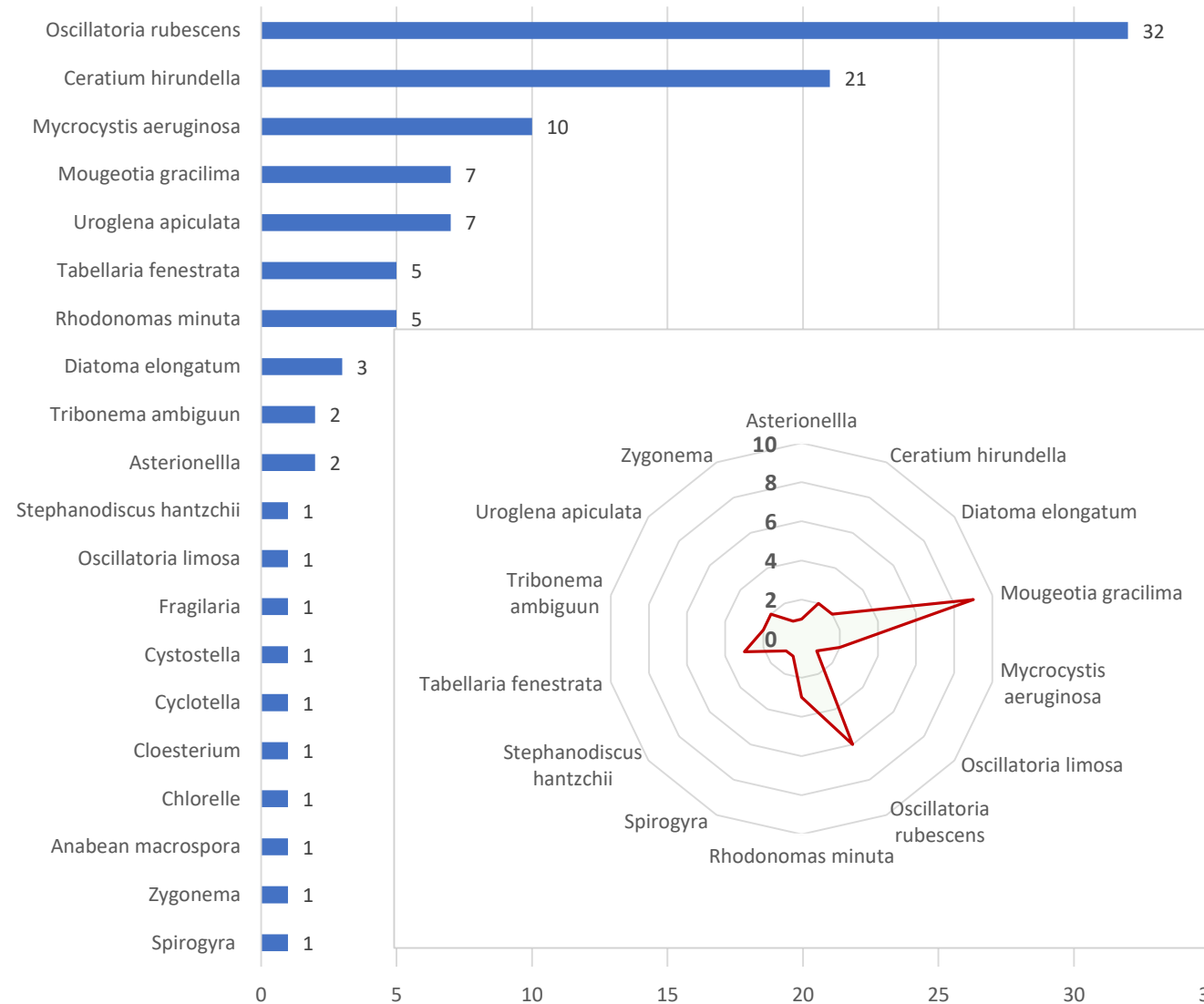
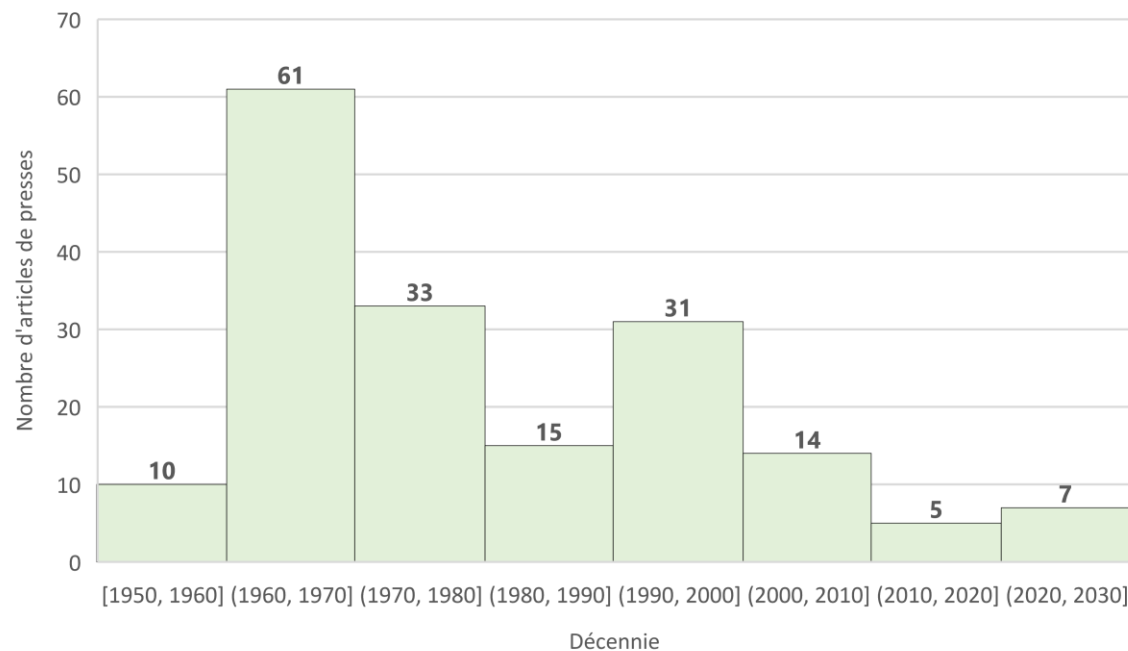
Recherches dans la presse hebdomadaire :

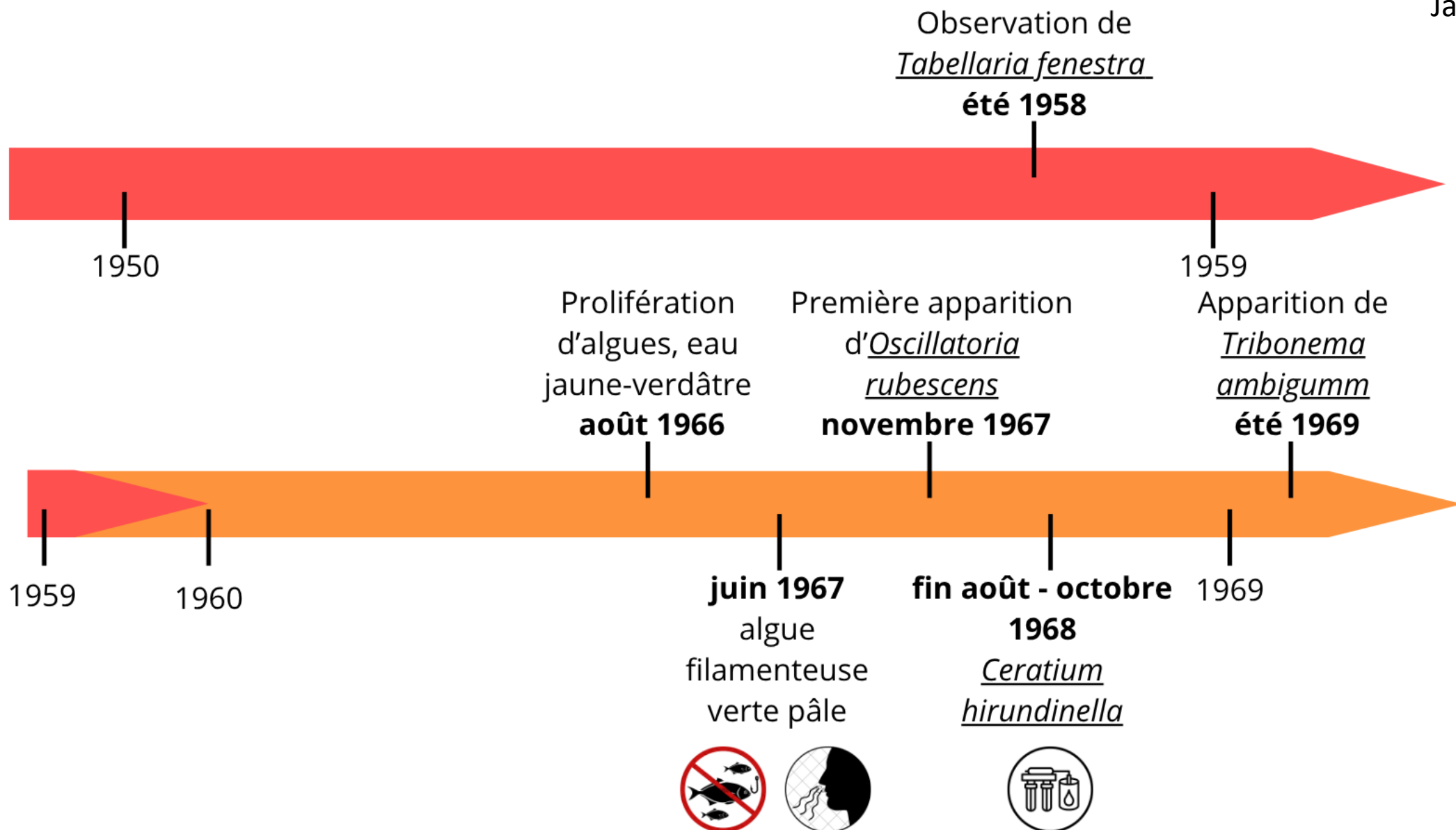
- *Le Messenger* de 1950 à 2023 (dates clés) = 57 cartons vérifiés

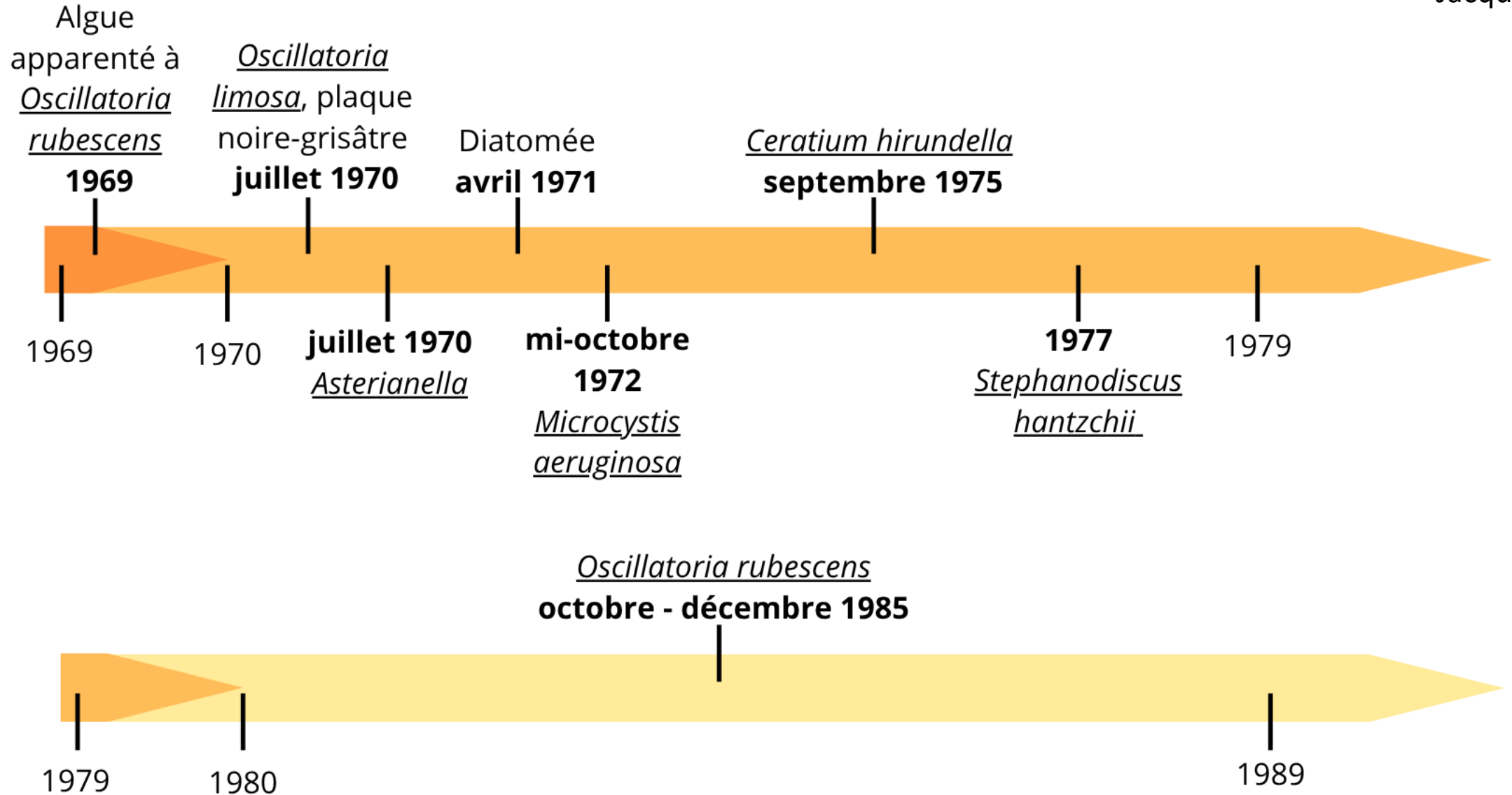
Recherches dans la presse quotidienne :

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











Interreg

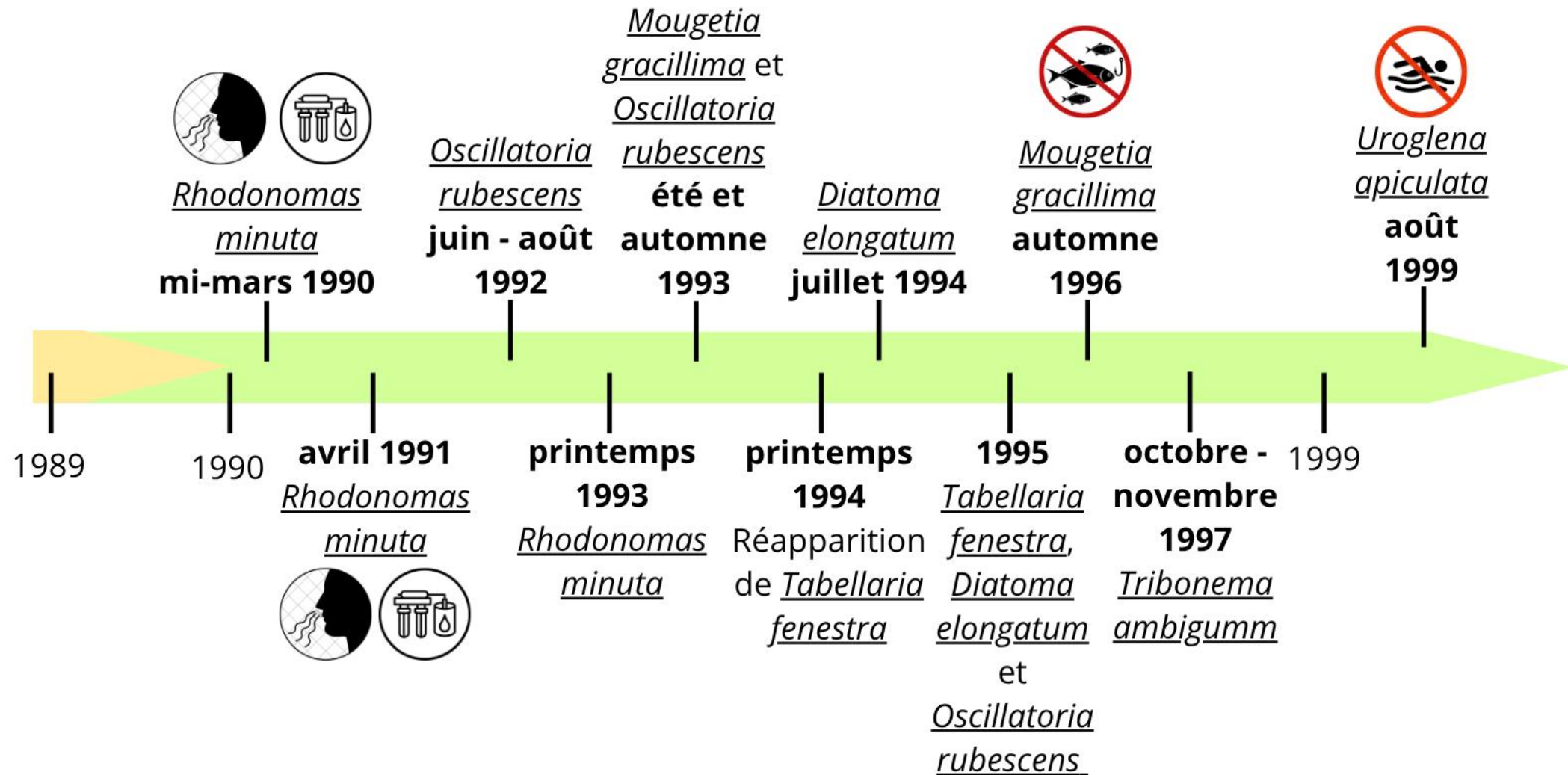
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



Jacquet et al





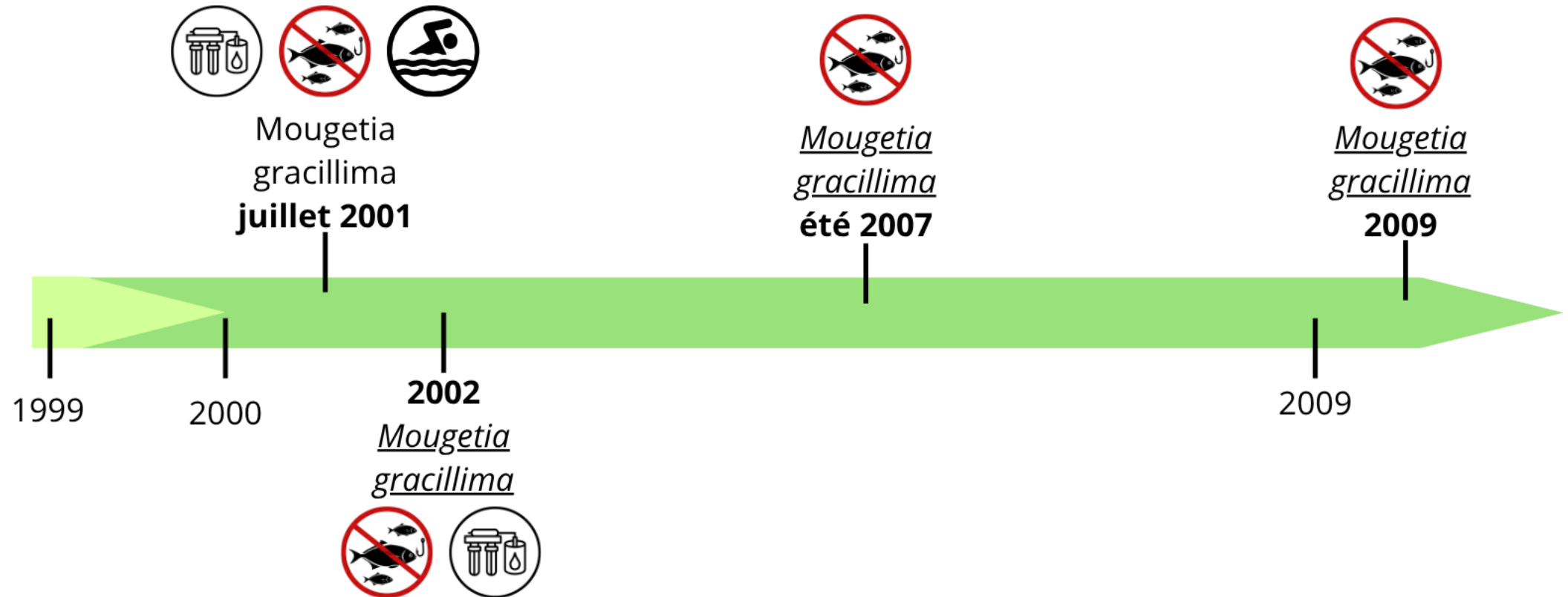
Interreg
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



Jacquet *et al*





Interreg

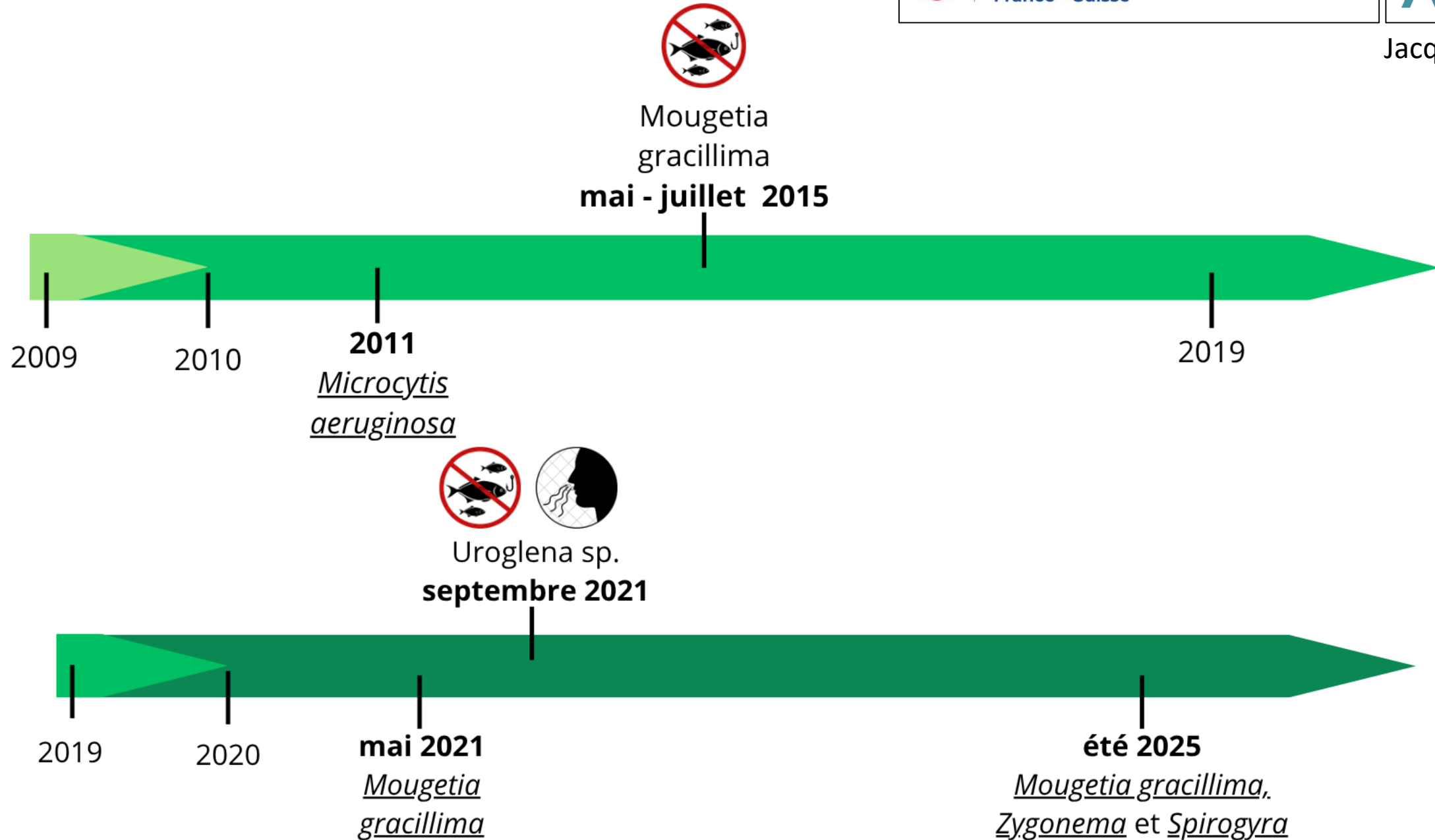
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



Jacquet *et al*







Interreg

France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



Jacquet *et al*

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

Aquatic Sciences

REVIEW



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

S. Jacquet¹ · F. Soullignac¹ · 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 CARTEL, 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/>



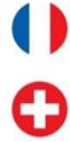
Interreg

France – Suisse



**Cofinancé par
l'Union Européenne**





Interreg
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne

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

Frédéric SOULIGNAC, Orlane ANNEVILLE, Stéphan JACQUET

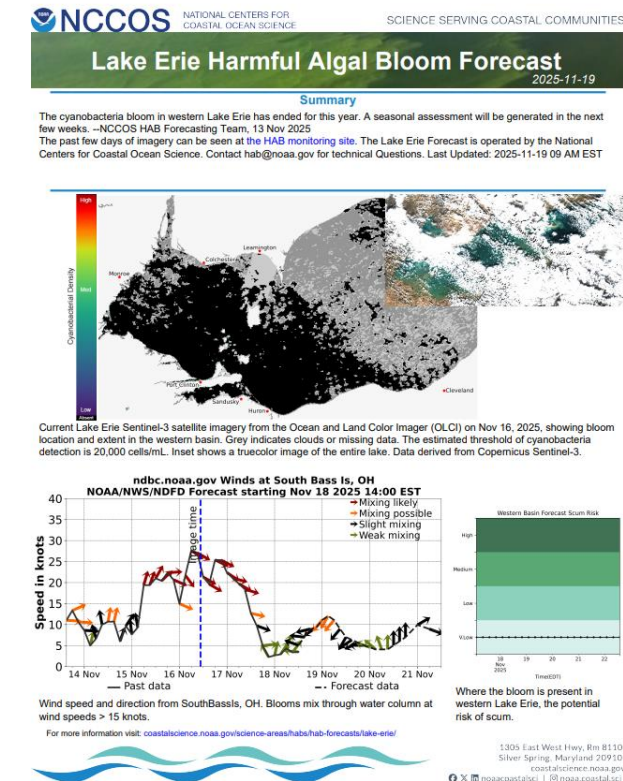
2 December 2025

Interreg ALGA meeting in ZOOM



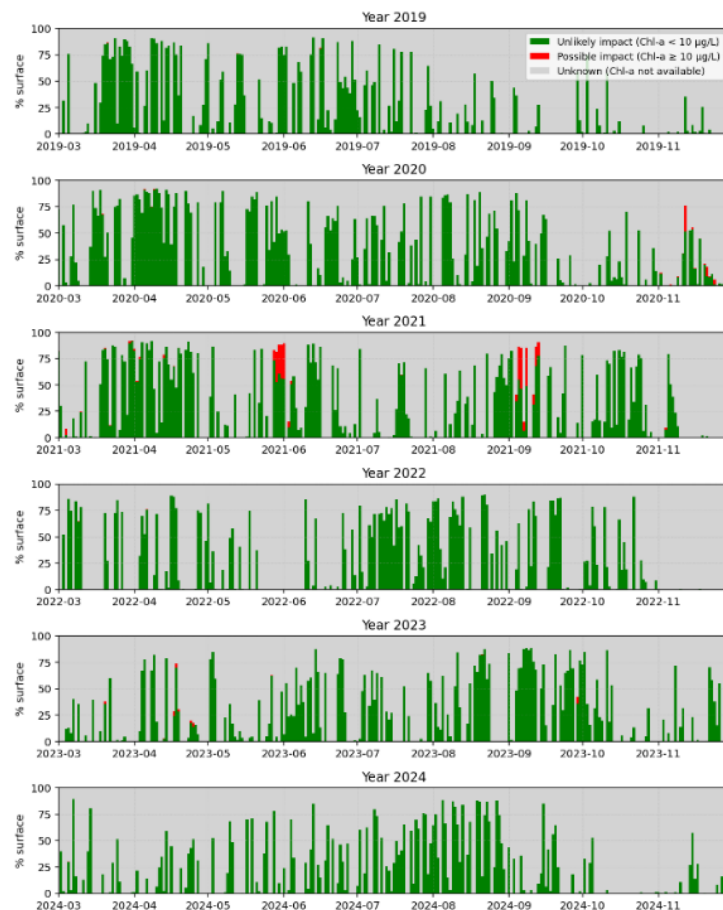
Context and objectives

- 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

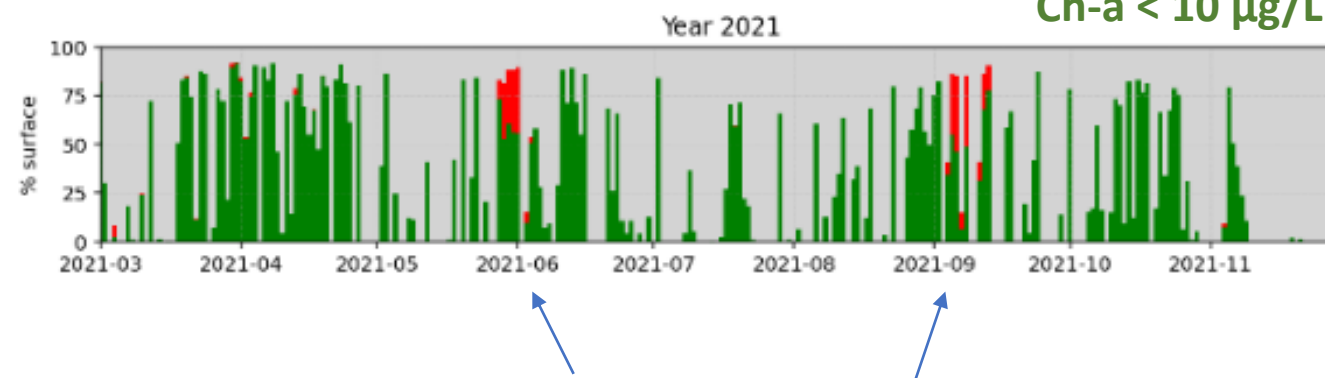


Source: [Lake Erie Harmful Algal Bloom Forecast](#)

Past bloom episodes used



- 2 episodes in 2021

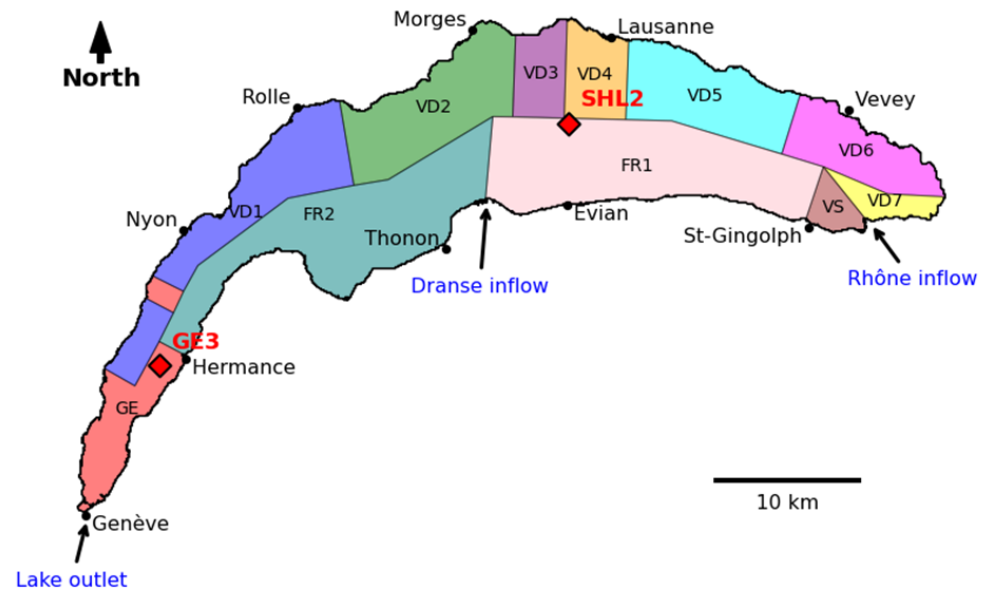


Ch-a ≥ 10 µg/L

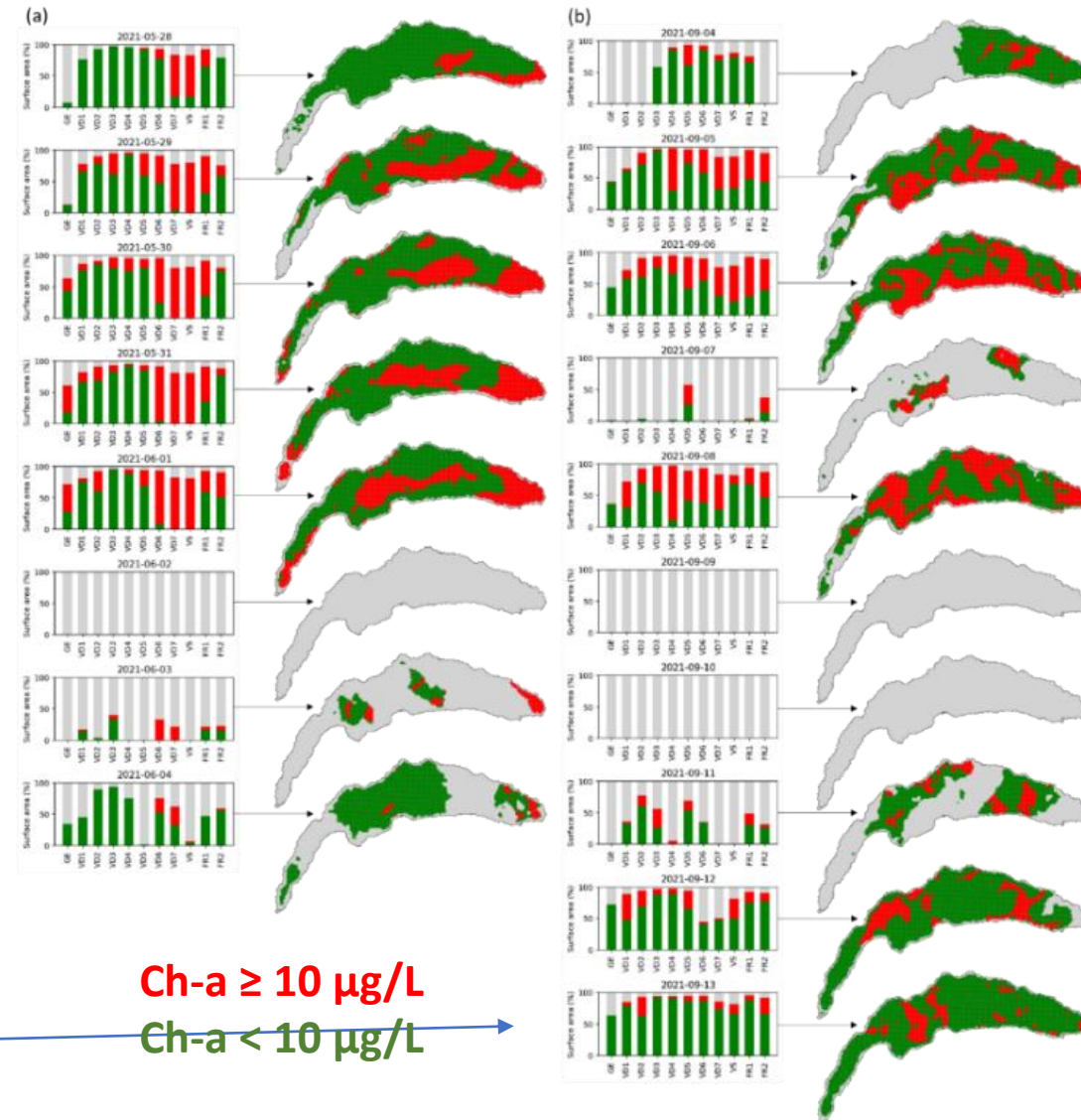
Ch-a < 10 µg/L

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%

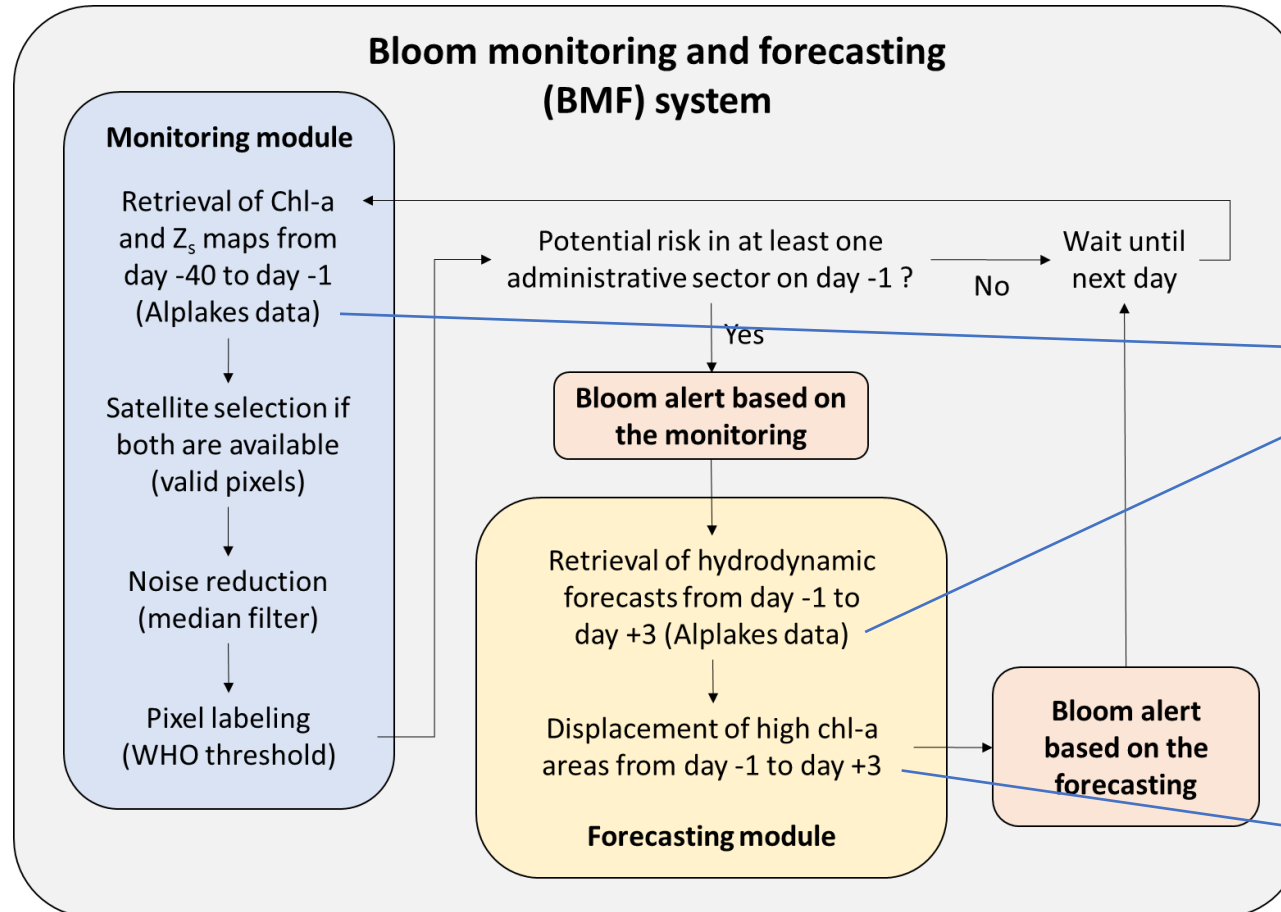
Past bloom episodes used



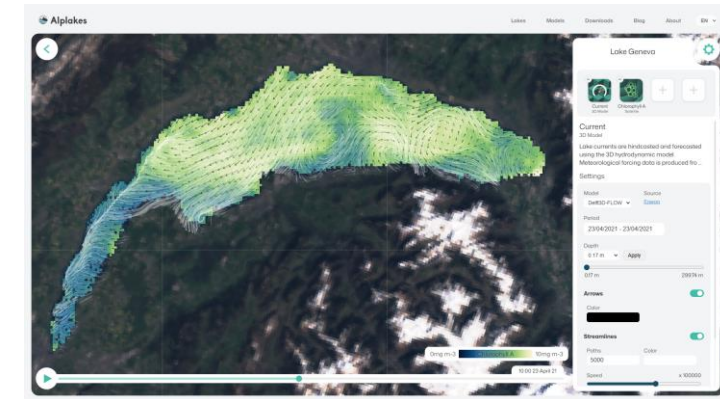
Episode	Most affected sectors
1	VD6-7, VS, FR1
2	VD4-7, VS, FR1-2



System operation



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



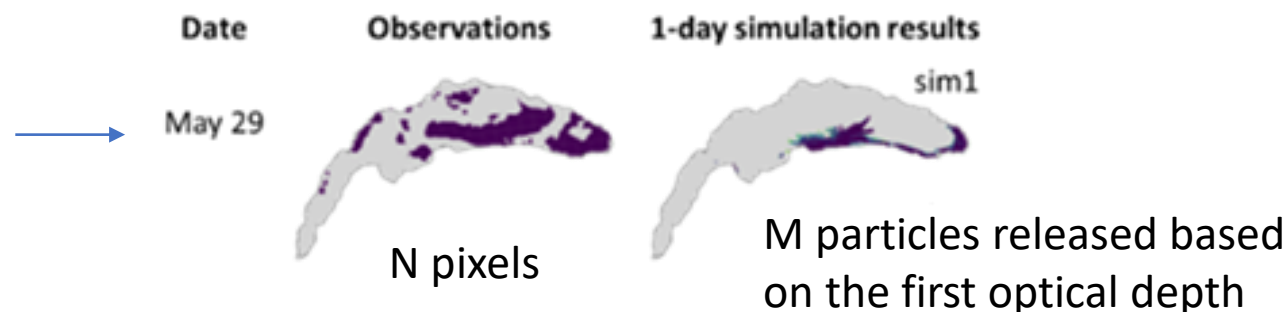
Source : [Alplakes](https://alplakes.com)

- 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

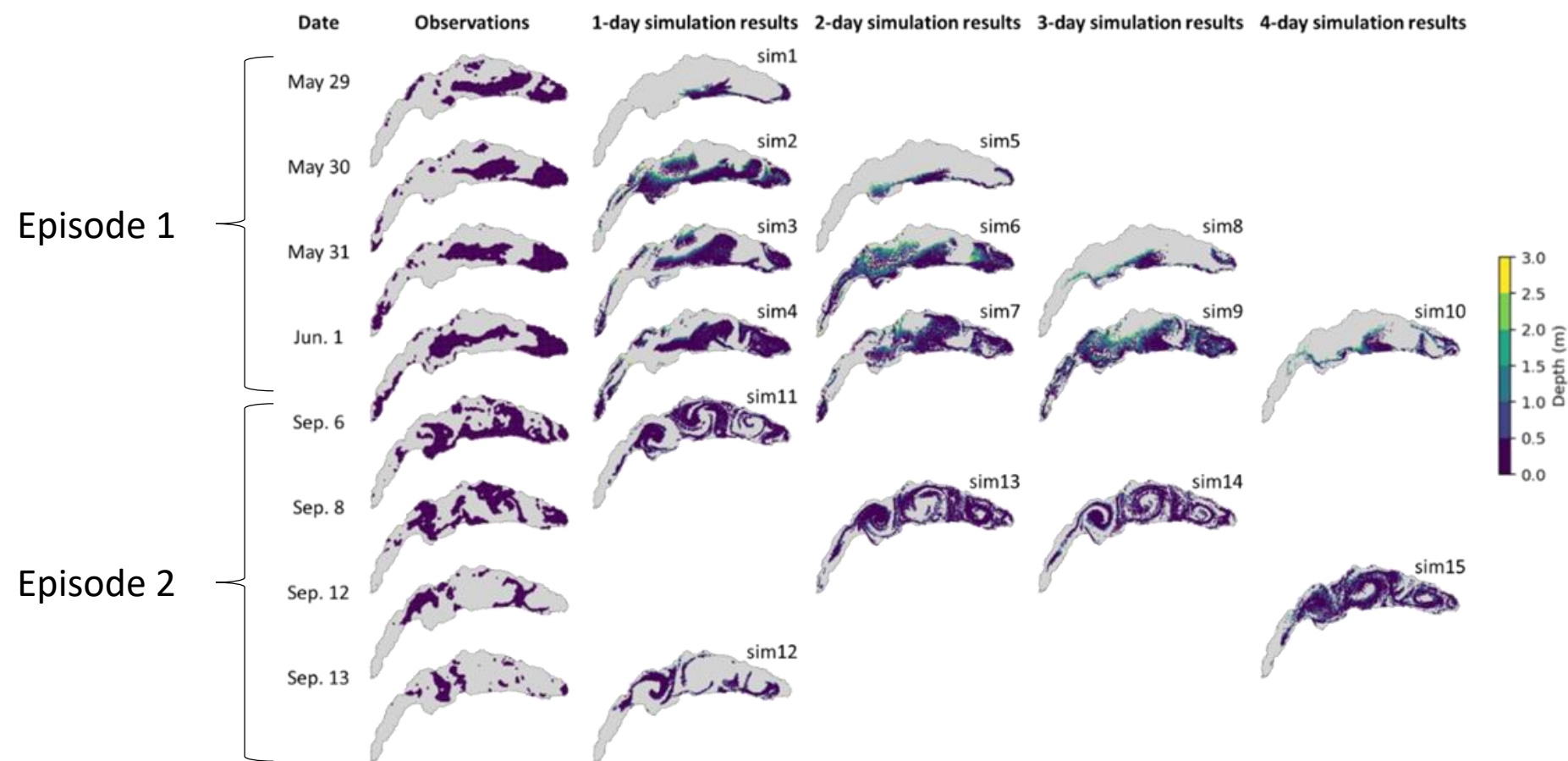


Comparison between the location of particle released and Chl-a pixels exceeding 10 µg/L :

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

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

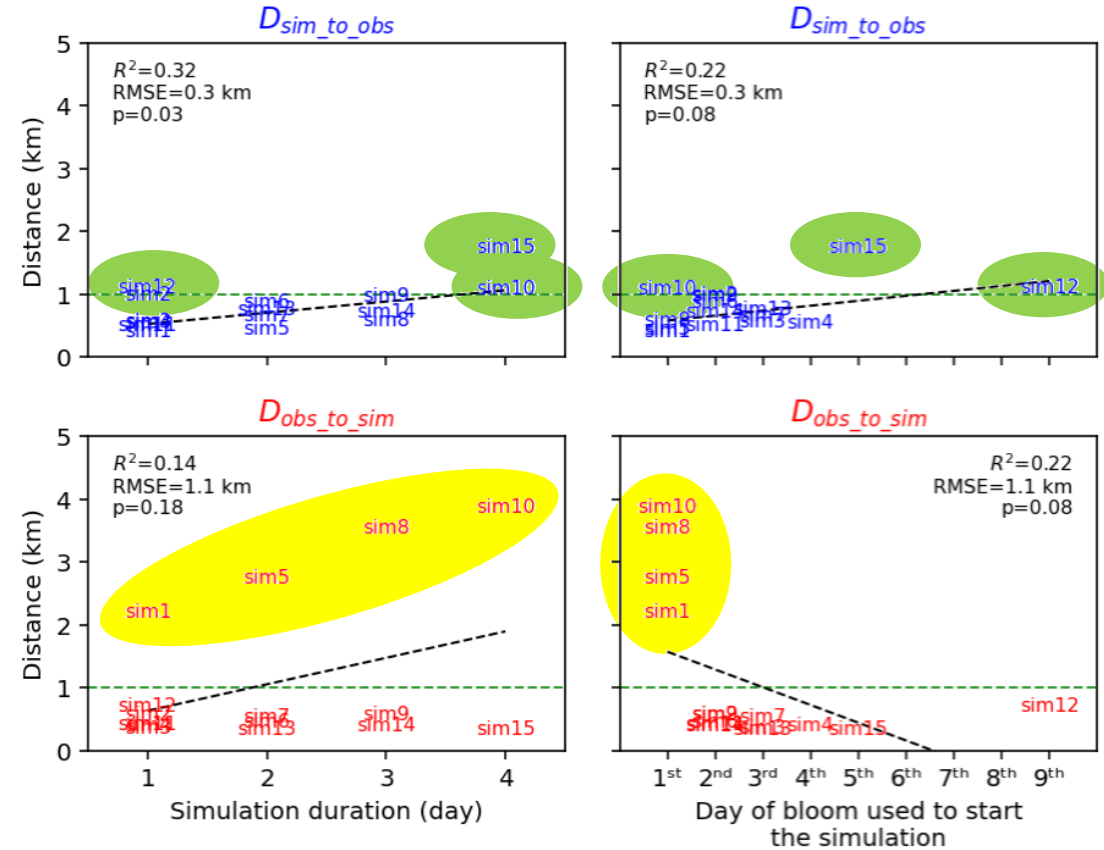
Simulation results



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

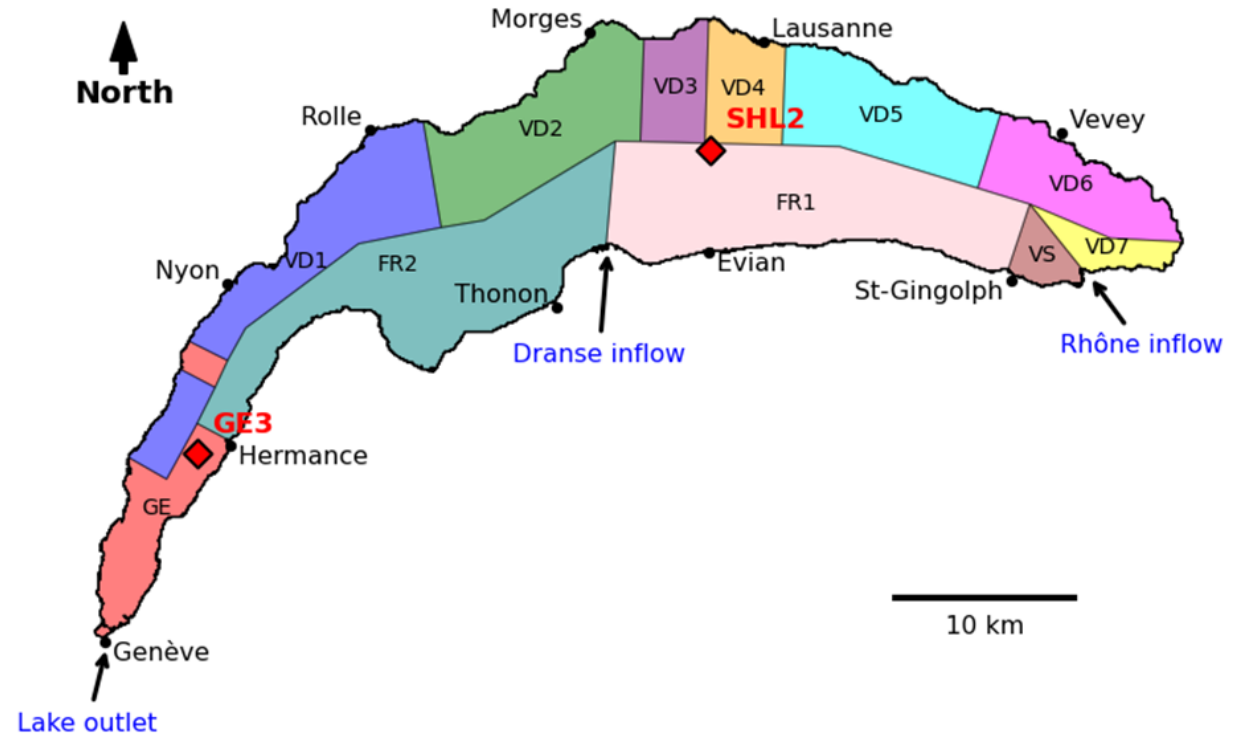
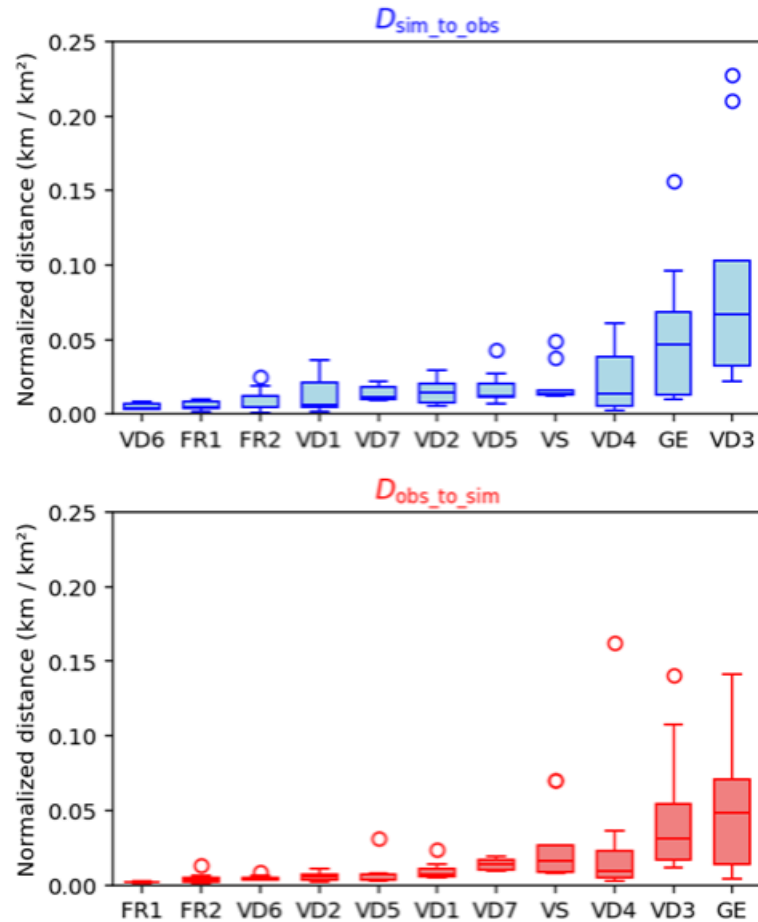
System performance (1/2)

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



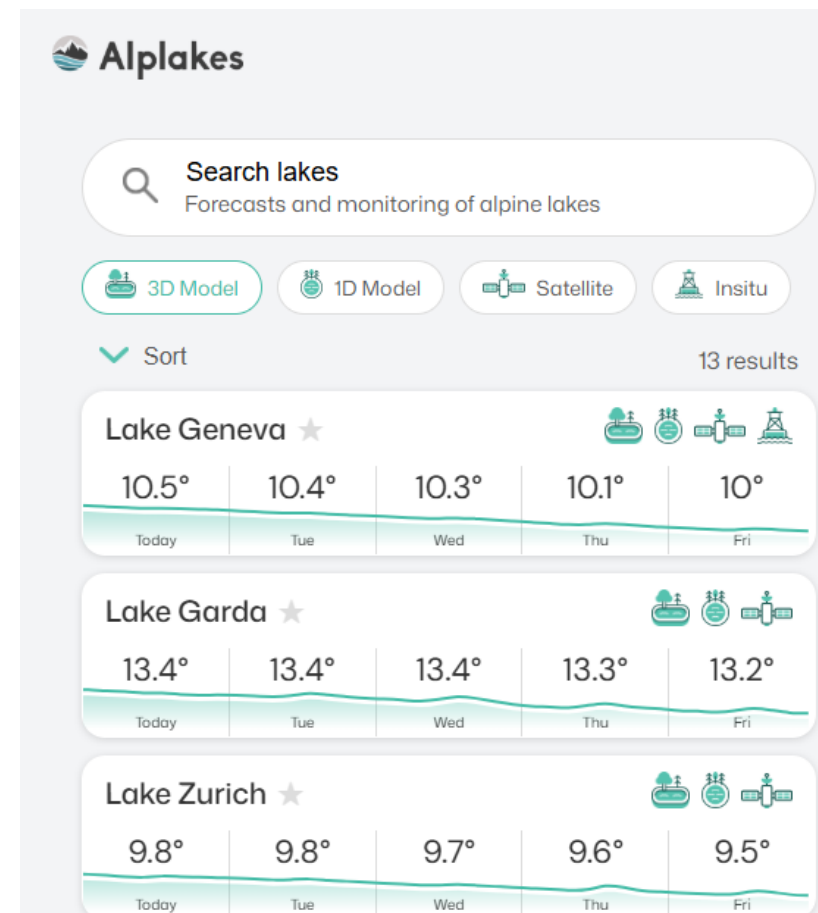
Lower performance at bloom onsets and >3-day forecasts

System performance (2/2)



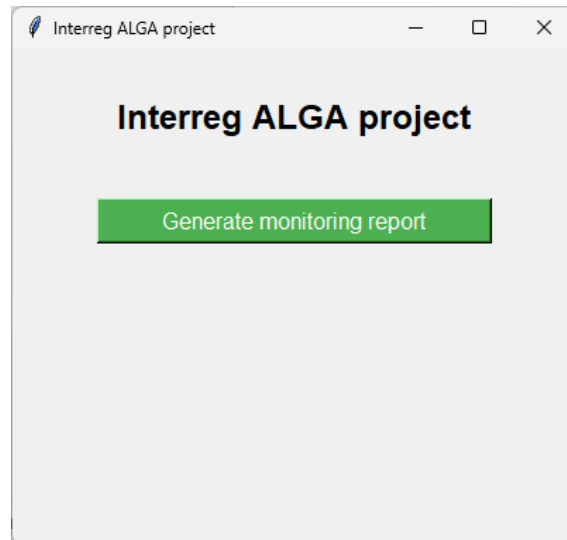
Conclusions

- 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) →

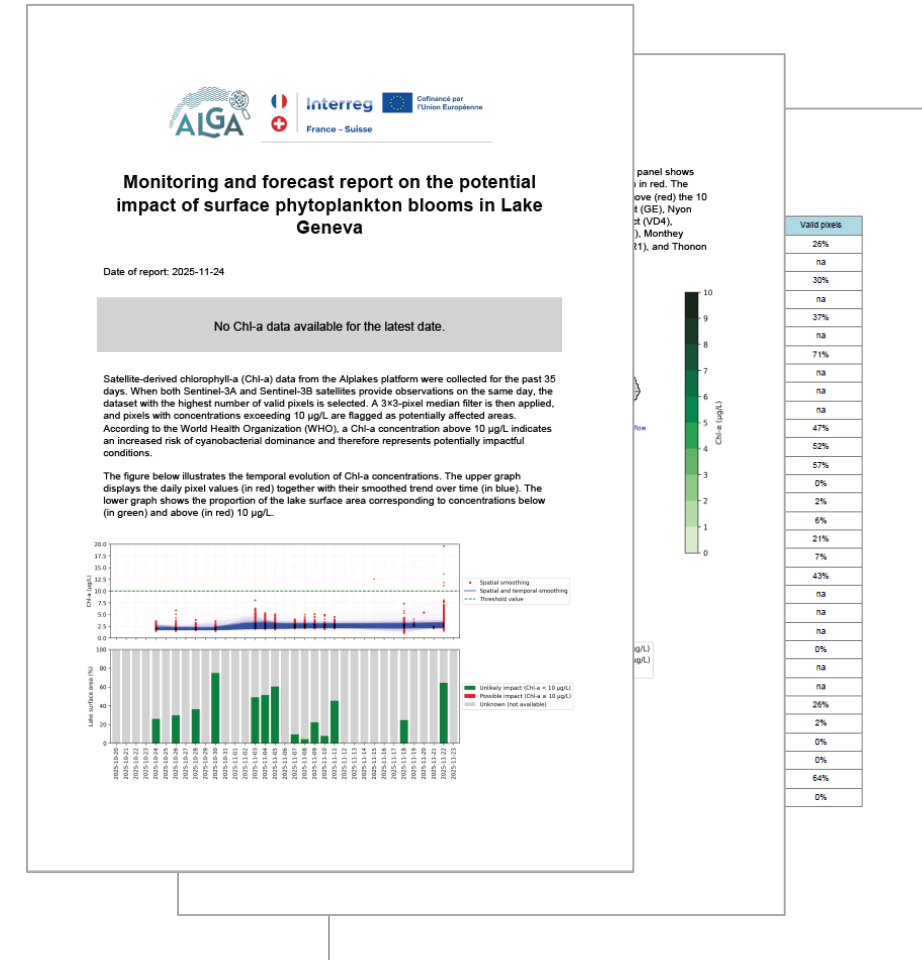


Dissemination

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

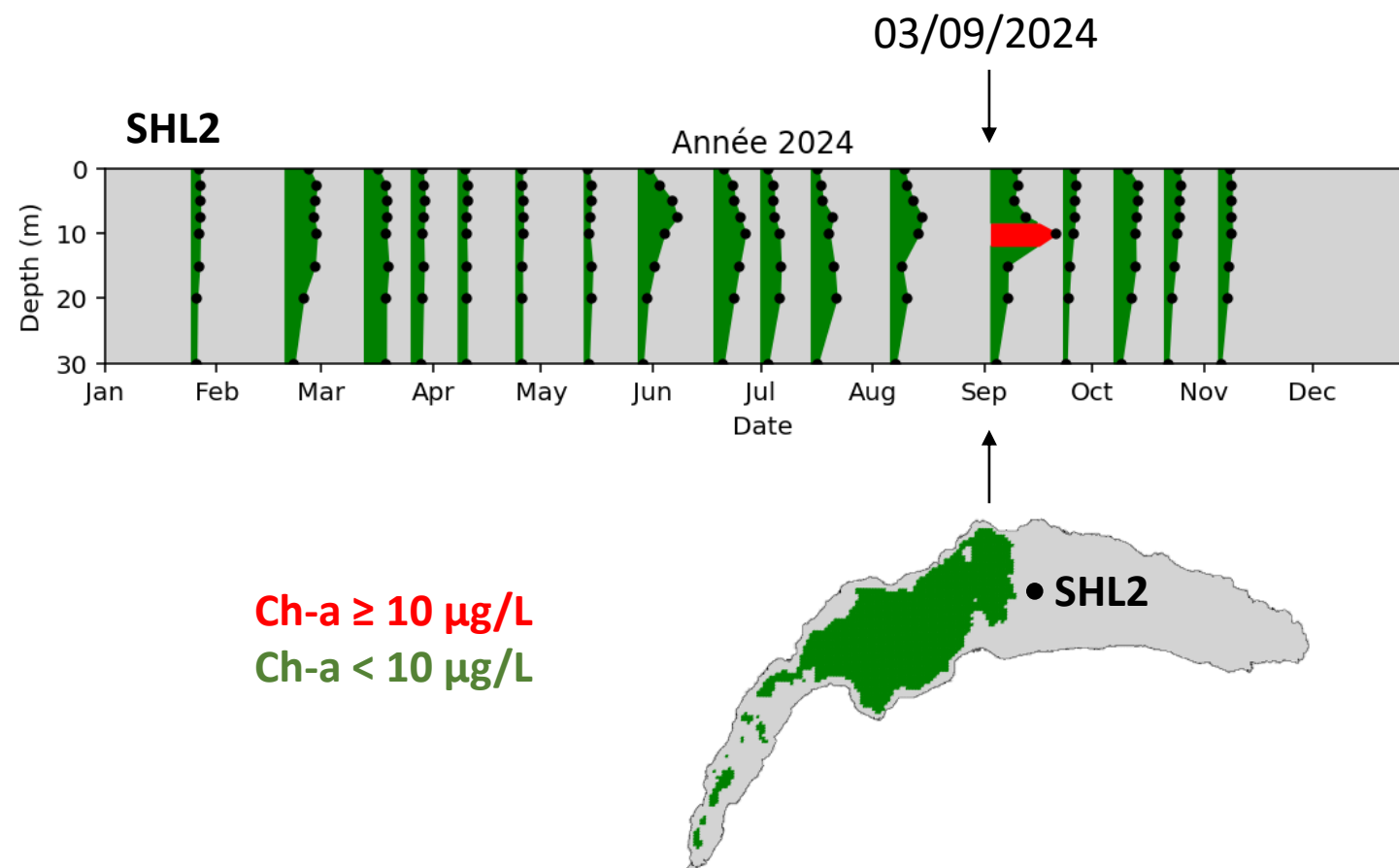


Monitoring report



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**



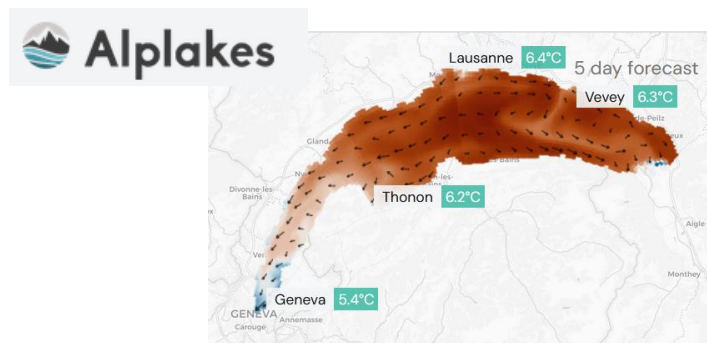
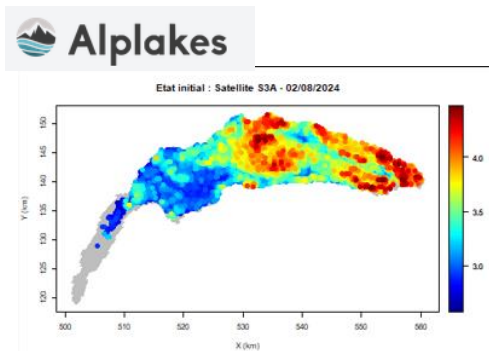


WP2- MODÈLE PREDICTIF DU DEPLACEMENT DES BLOOMS (Frédéric)

Cartes Chla
(données satellites)

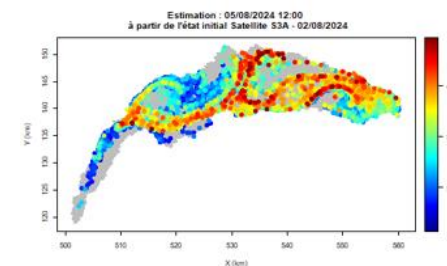
+

Prévisions hydrodynamiques
(AlpLakes modèle 3D hydrodynamique)



Temperature and Currents
3D Model

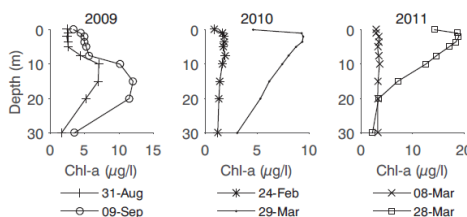
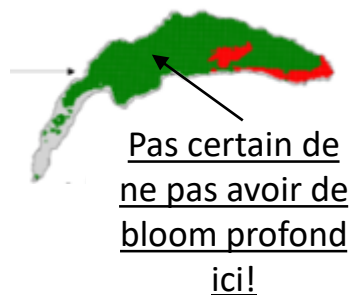
→ Prévisions des cartes Chla (1 à 5 jours)



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

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

Pics profonds de Chla sont communs dans le
Léman



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
 $n = 396$
(Lofton et al. 2020; Leach et al. 2018)

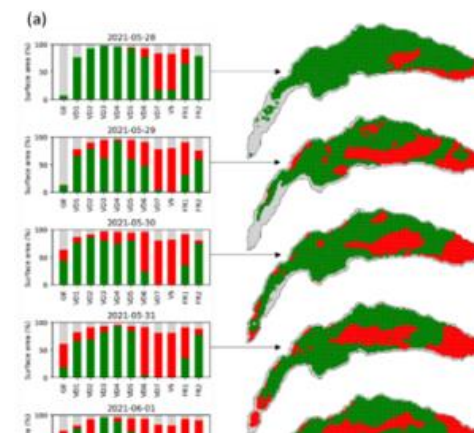
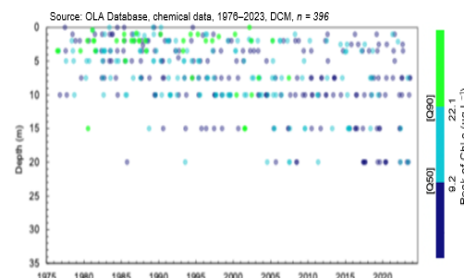


Fig. 10. In situ Chl-a measurements at SHL2 monitoring station.



L'ACTION « DEEPCHLA »

Interreg



Co-funded by
the European Union

DiMark

Alpine Space

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



INRAE



Interreg



Co-funded by
the European Union

DiMark

Alpine Space





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

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

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

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

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



Interreg

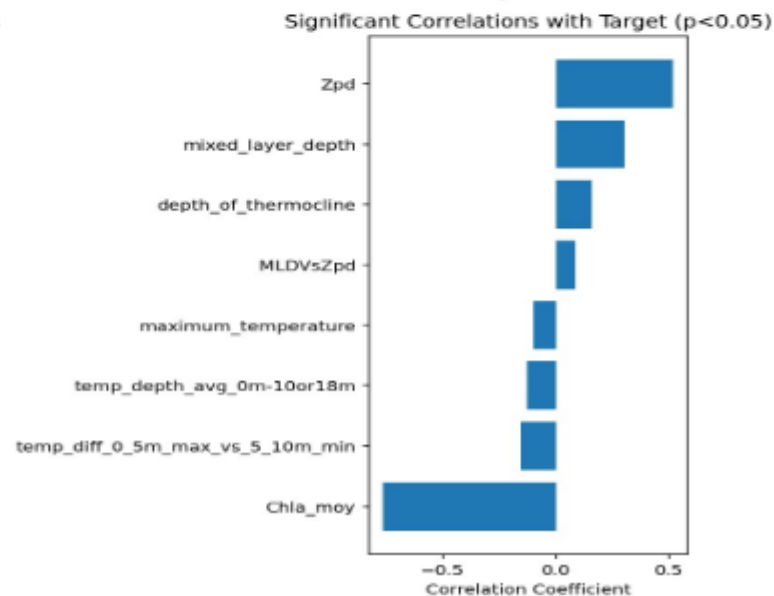
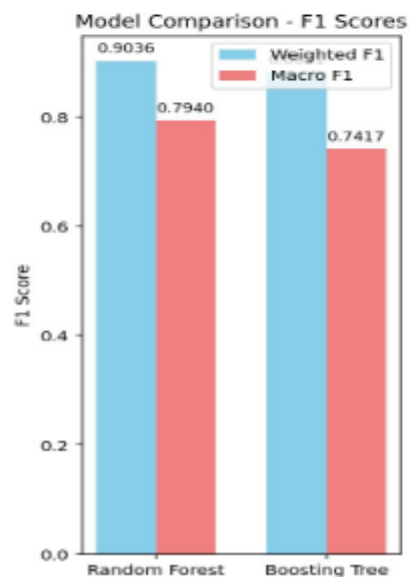
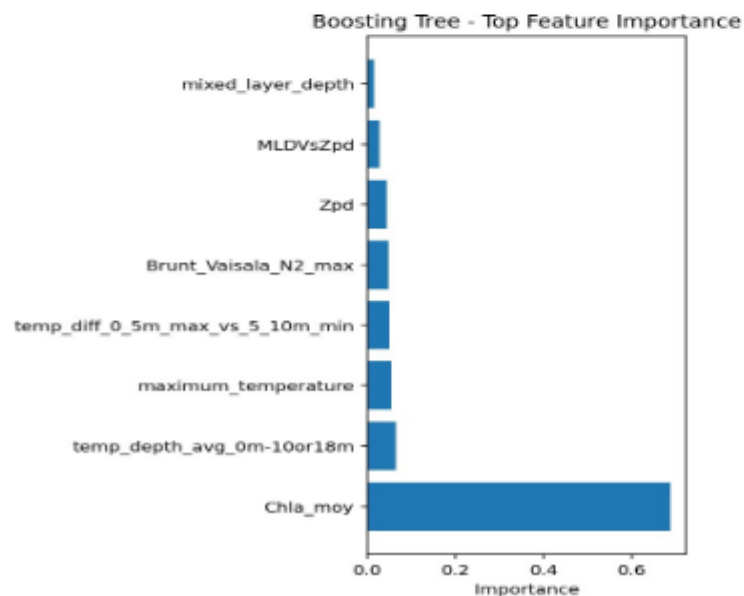
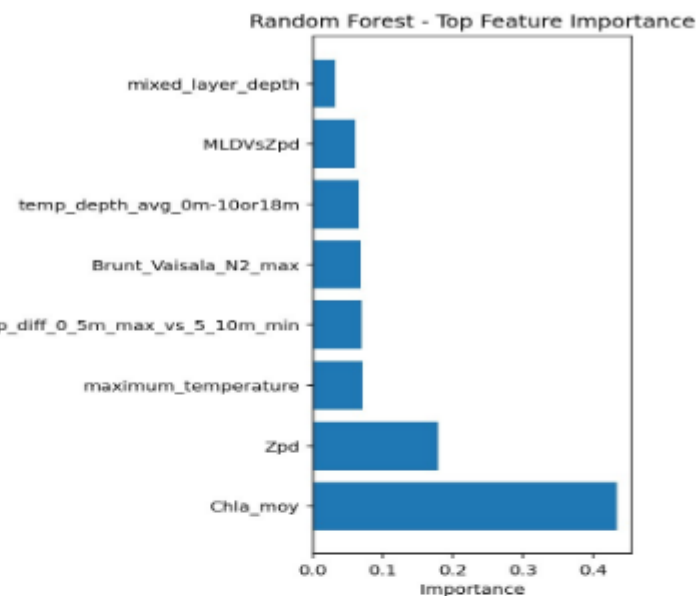
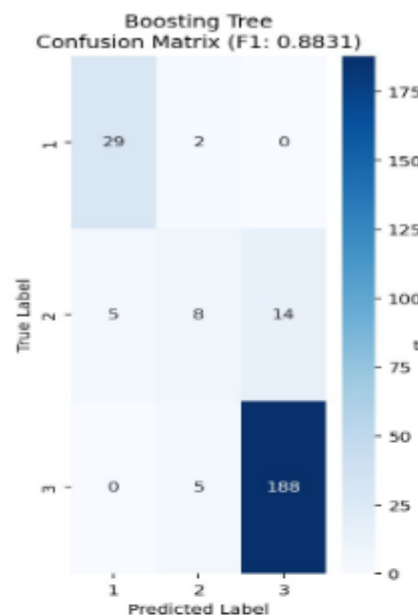
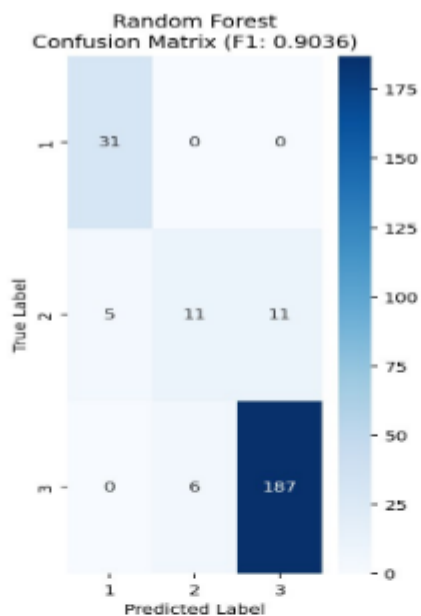


Co-funded by
the European Union

DiMark

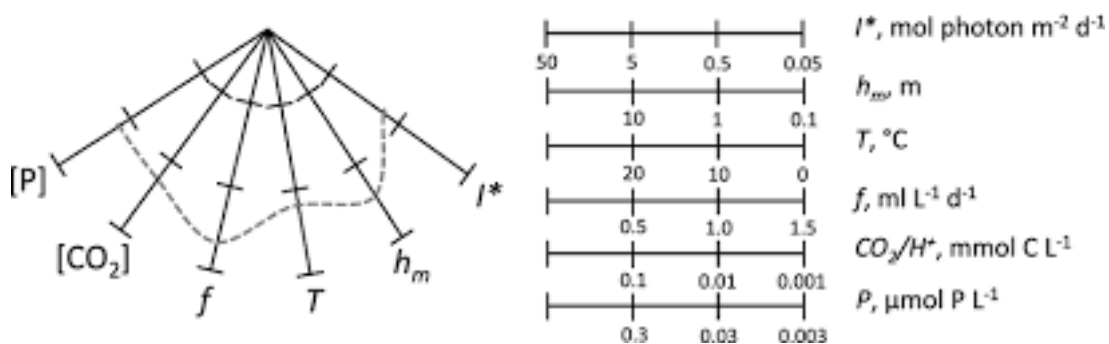
1 = Visible; 2=Pas Visible; 3= Pas de bloom

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

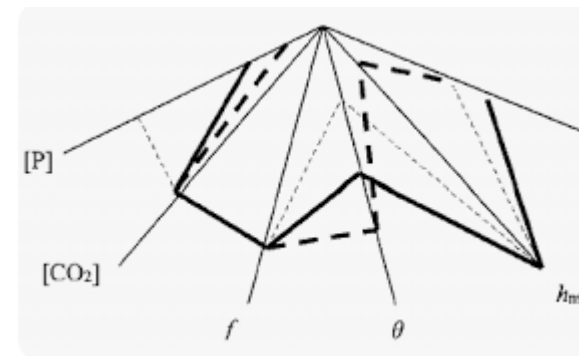


Exigences ou tolérances relatives à l'une des six variables distinctes de l'environnement



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

-> 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**

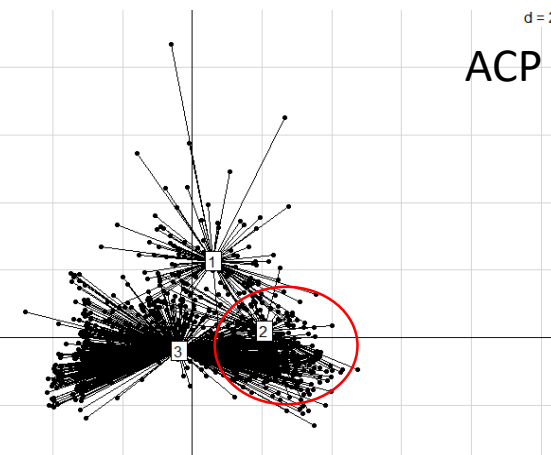
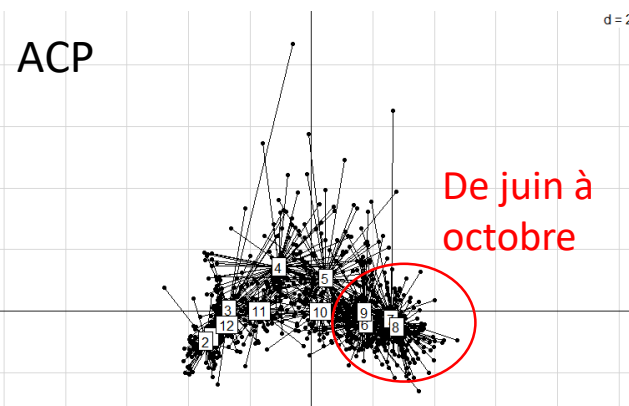
Date	Zpd	Categorie	Cat2
12/04/1976	3.1	4	3
17/05/1976	1.8	4	3
14/06/1976	1.5	1	1
19/07/1976	2.1	1	1
16/08/1976	2.2	3	2
13/09/1976	2.7	4	3
11/10/1976	4.4	4	3
13/12/1976	6.3	4	3
17/01/1977	7.8	4	3
14/02/1977	7.6	4	3
14/03/1977	1.8	1	1
12/04/1977	5.1	4	3
09/05/1977	1.3	1	1
13/06/1977	2.2	4	3
18/07/1977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

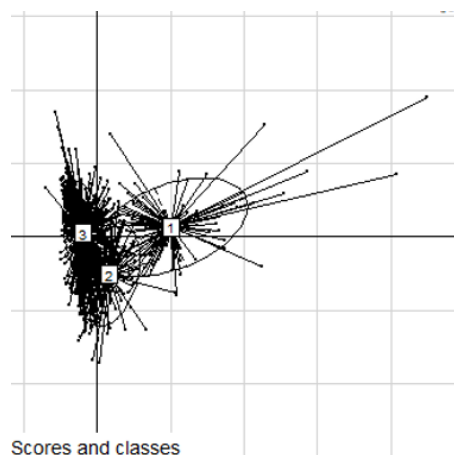
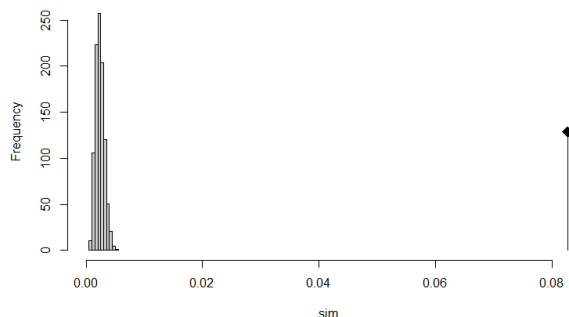
-> Analyse discriminante

Variables explicatives:

- Chla_moy 0-5m
- Zpd
- MLDVsZpd
- mixed_layer_depth
- depth_of_thermocline
- maximum_temperature temp_diff_0_5m_max
- Brunt_Väisälä_N2_max
- temp_depth_avg_0m-10or18m

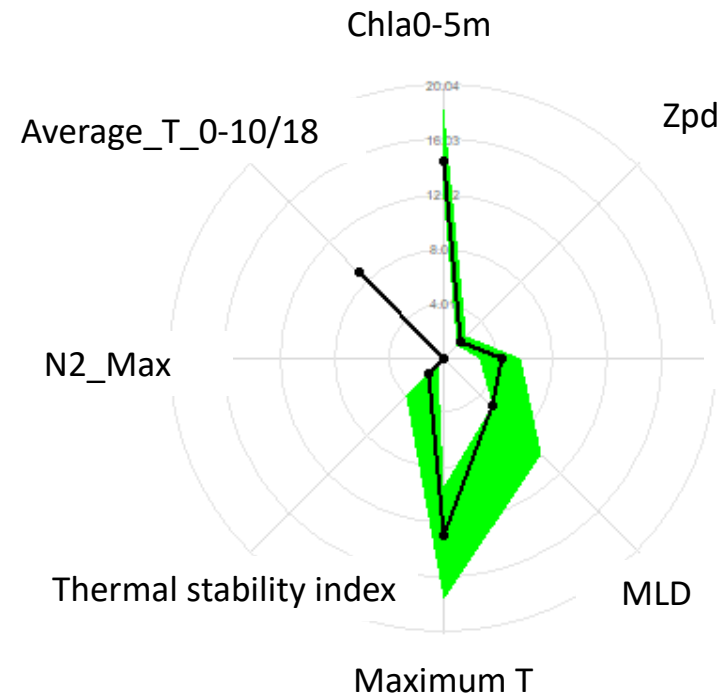


Histogram of sim

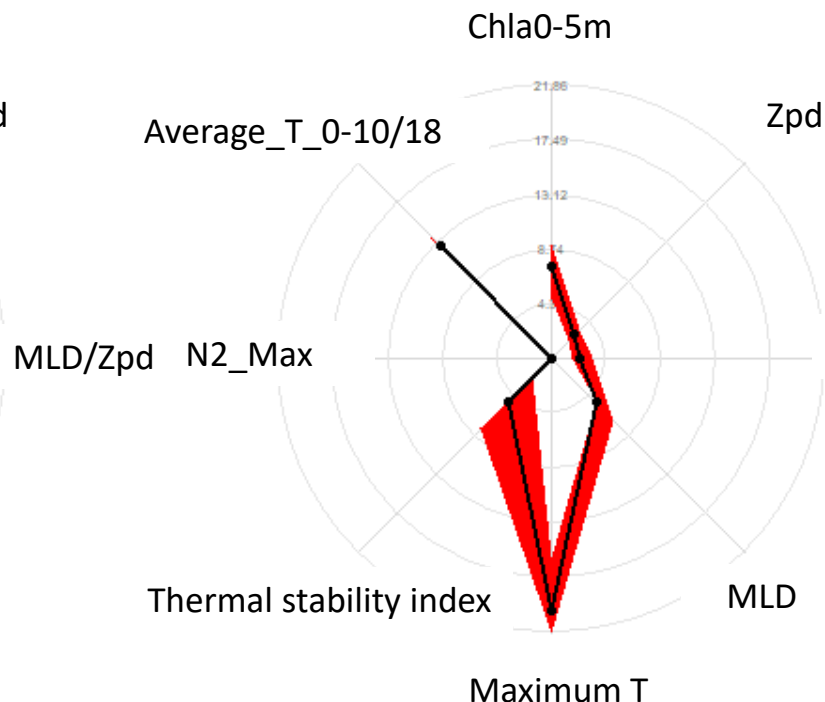


```
> print(coefficients)
               D51      D52
chla_moy      0.96888784  0.371242106
zpd            -0.12054541  1.001496392
MLDVsZpd      -0.20043533  0.764912599
mixed_layer_depth  0.20365255 -1.062478418
depth_of_thermocline -0.09701774  0.002989604
maximum_temperature -0.15506588  0.661828082
temp_diff_0_5m_max_vs_5_10m_min  0.06847180 -0.614539656
Brunt_vaisala_N2_max -0.03296317 -0.517028196
temp_depth_avg_0m.10or18m  0.04148021 -0.389527693
```

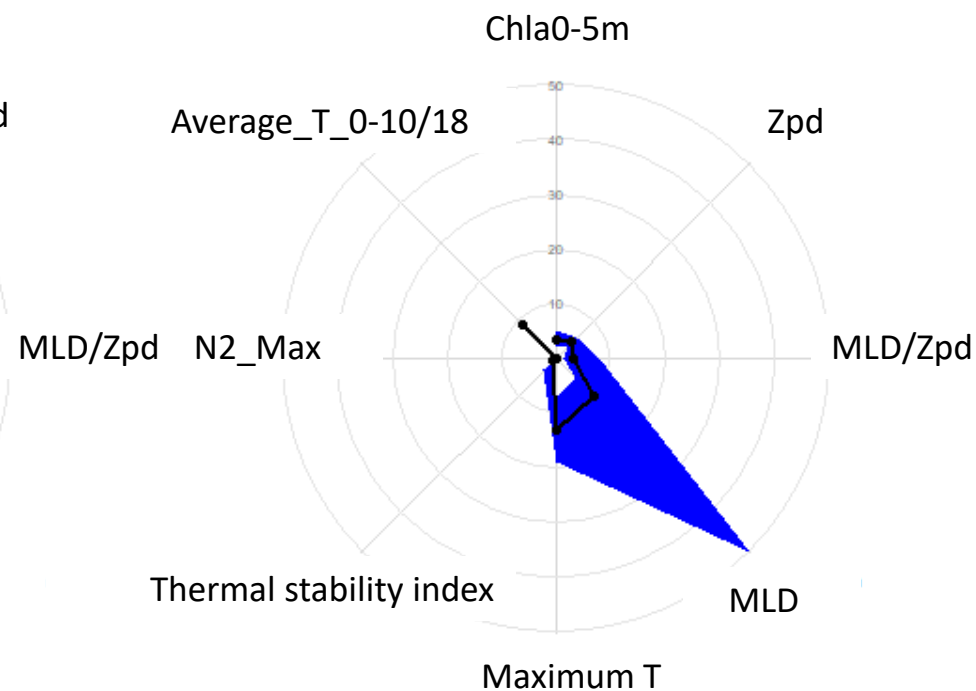
Etape 3: Dessiner l'Habitat Template pour chaque catégorie : 1er, 2e et 3e quartiles



Enveloppe_Env_Visible



Enveloppe_Env_NoVisible



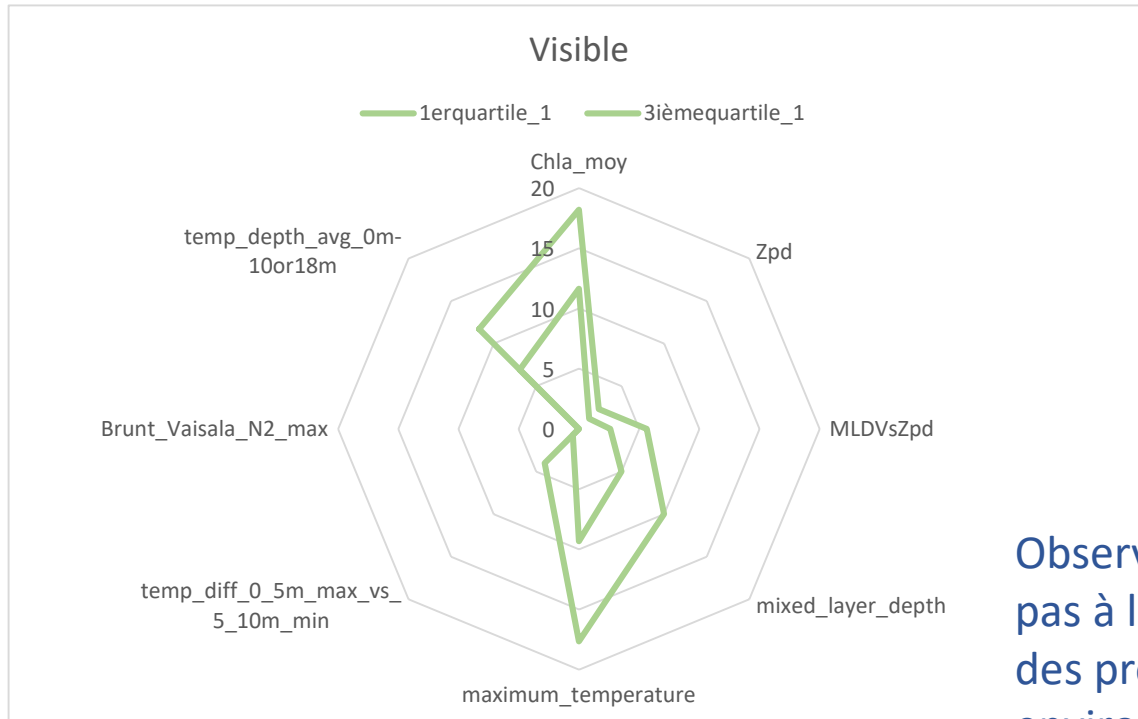
Enveloppe_Env_SansBloom

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

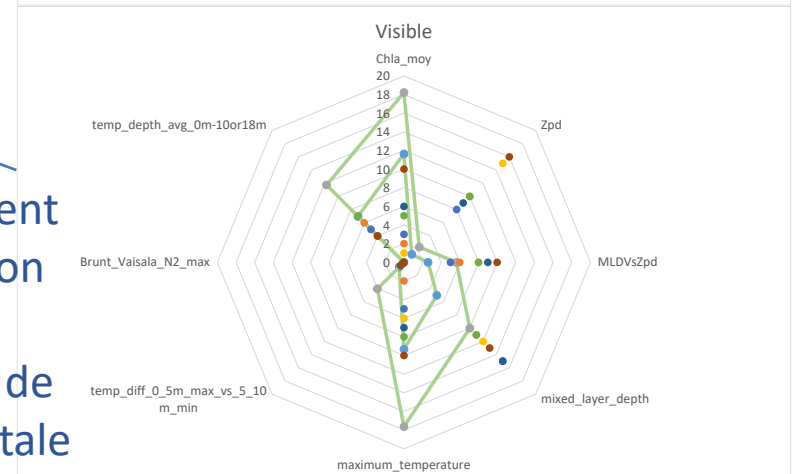
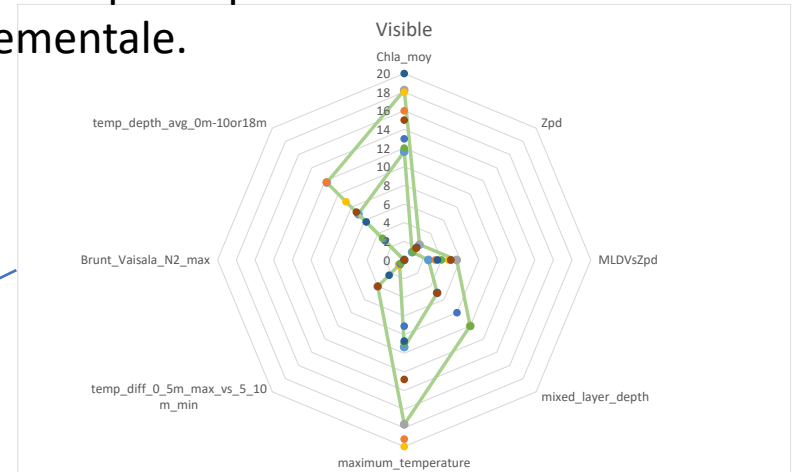
- > Attribution des catégories de blooms à l'aide de l'enveloppe environnementale
- > Comparer l'attribution avec la réalité des catégories de blooms

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

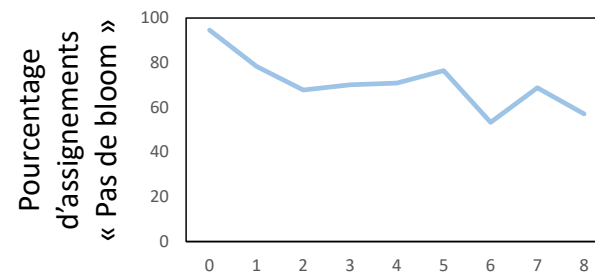
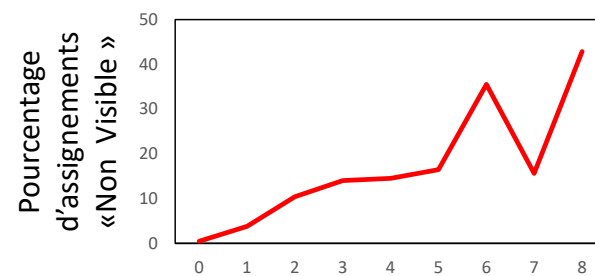
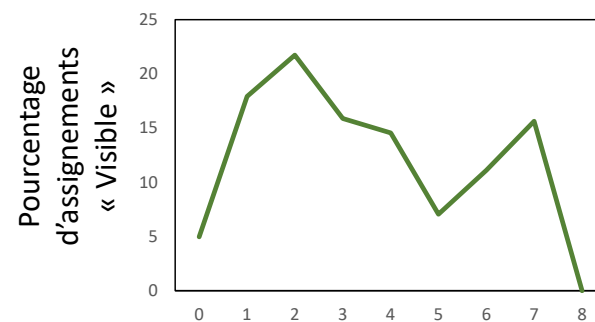
Observations n'appartiennent
pas à la cat1: La combinaison
des propriétés
environnementales diffère de
l'enveloppe environnementale
caractérisant les blooms visibles



Etape 4: Test de 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.

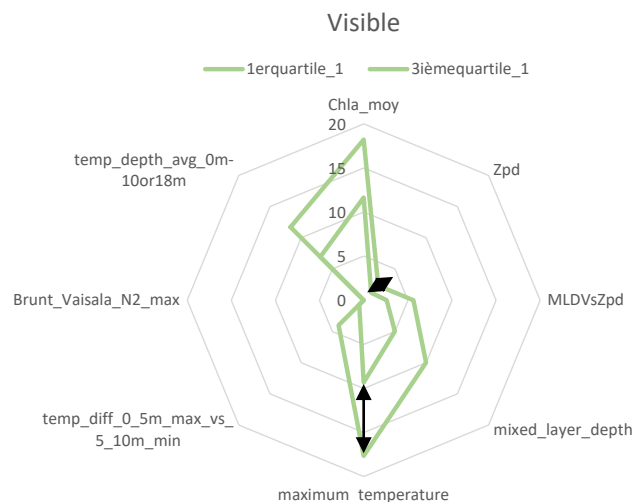


Pourcentage
d'assignments par
nombre d'observations
à l'intérieur de
l'enveloppe

Nombre observations dans l'enveloppe

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

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

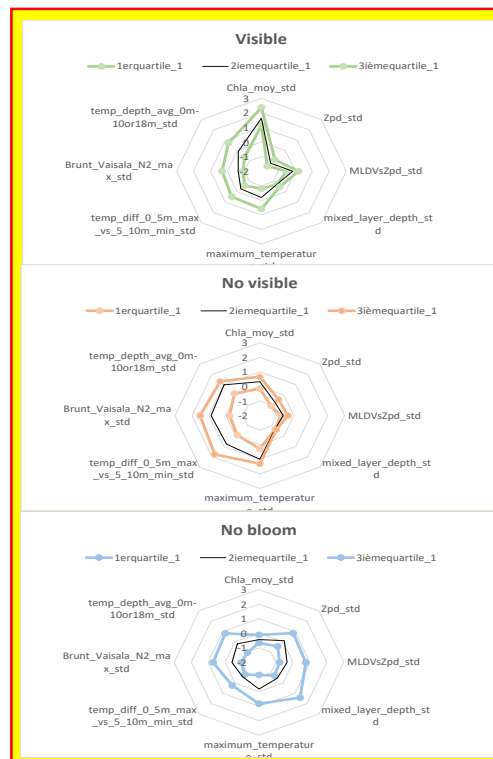


Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
12/04/1976	2	3	16	50	250	6	0	0
17/05/1976	7	2	3	5	4	16	8	0
14/06/1976	19	2	3	5	4	19	10	0
19/07/1976	23	2	5	10	13	22	1	0
16/08/1976	10	2	2	5	6	20	7	0
13/09/1976	7	3	7	20	250	16	0	0

Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
12/04/1976	2	3	16	50	250	6	0	0
17/05/1976	7	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

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	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

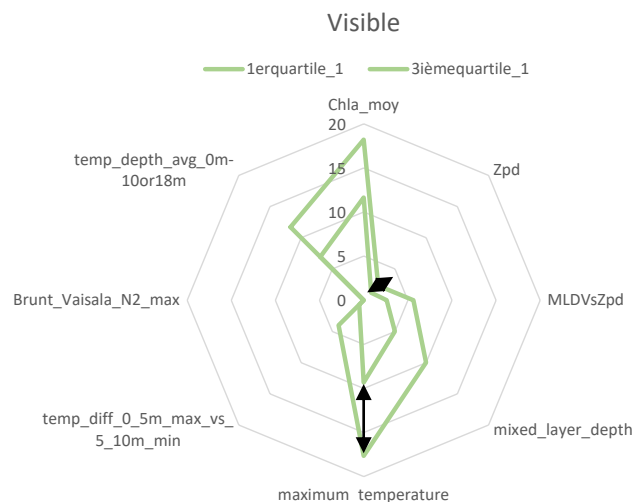
Cat3



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

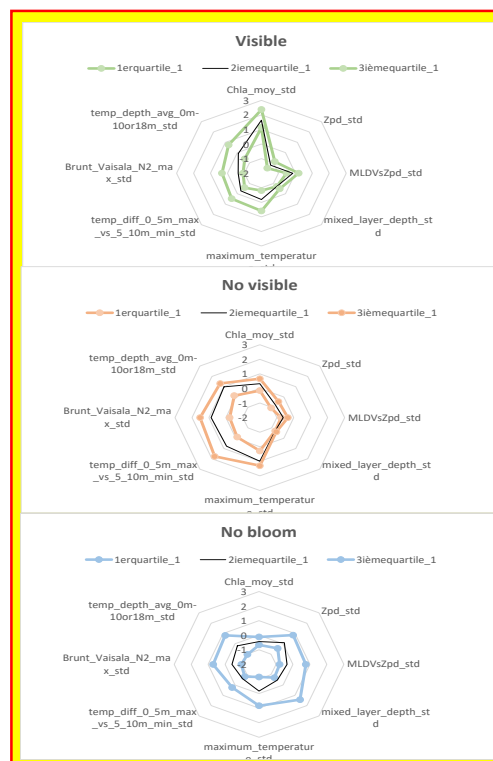


Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
12/04/1976	2	3	16	50	250	6	0	0
17/05/1976	7	2	3	5	4	16	8	0
14/06/1976	19	2	3	5	4	19	10	0
19/07/1976	23	2	5	10	13	22	1	0
16/08/1976	10	2	2	5	6	20	7	0
13/09/1976	7	3	7	20	250	16	0	0

Date	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
12/04/1976	2	3	16	50	250	6	0	0
17/05/1976	7	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

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	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



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	

Pondé-
ration



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	



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

ProbaMatriceonfusion			
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 strandardisées)

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



- 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 (LéXPLORE) ;
- 2) Analyse des **séries chronologiques de la base de données à long terme OLA / CIPEL** ;
- 3) **Analyse des toxines – hépto- 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 scénarii 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.

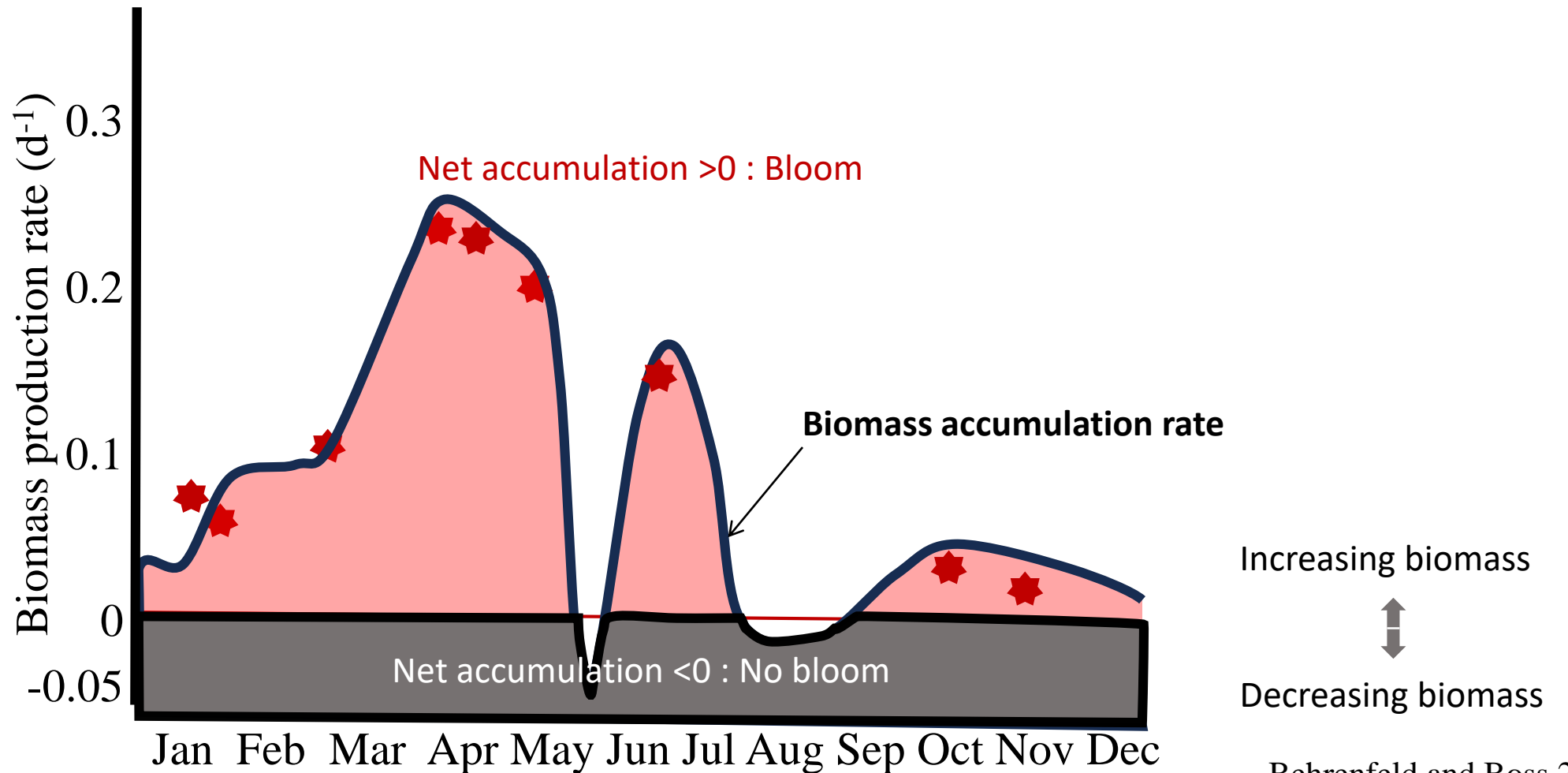
Monitoring haute fréquence du phytoplancton sur LéXPLORE

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

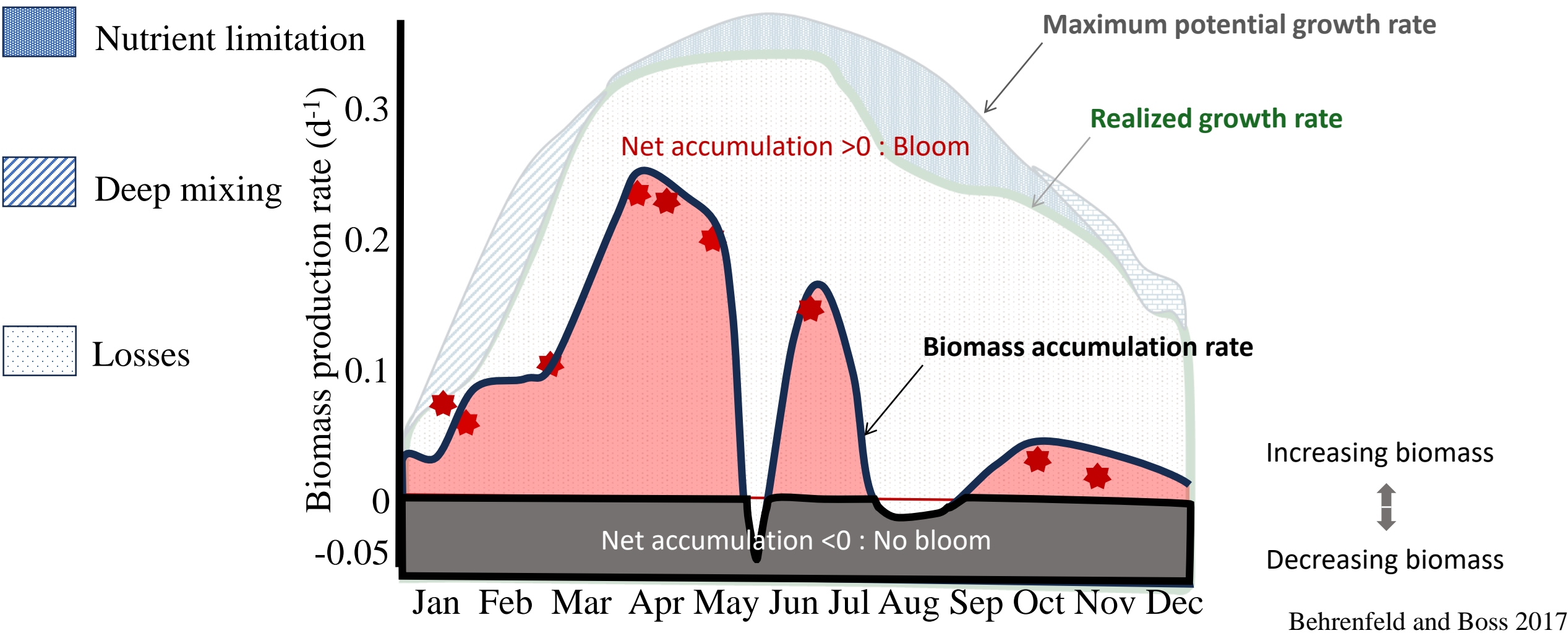


What's a Bloom ? In a system where displacement (d) is considered negligible, a bloom represents a net accumulation of phytoplankton biomass over time resulting from imbalanced growth (μ) and losses (l)

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



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



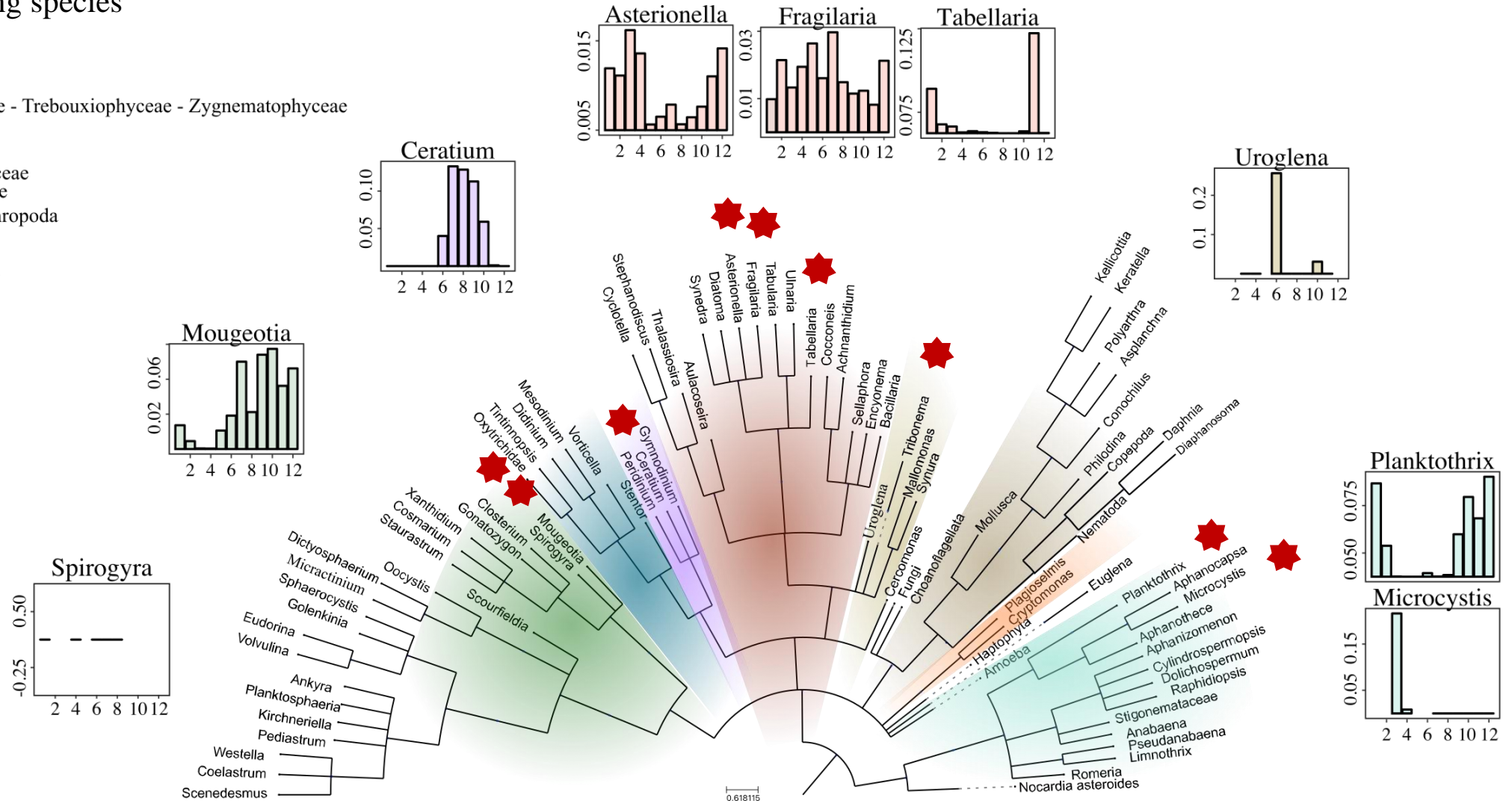
$$\frac{dC_i}{dt} = (\mu_{\max} \times f(\text{limitations})) \times C_i - (\text{sinking} + \text{predation}) \times C_i \pm (\text{migration} + \text{advection}) \times C_i$$

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

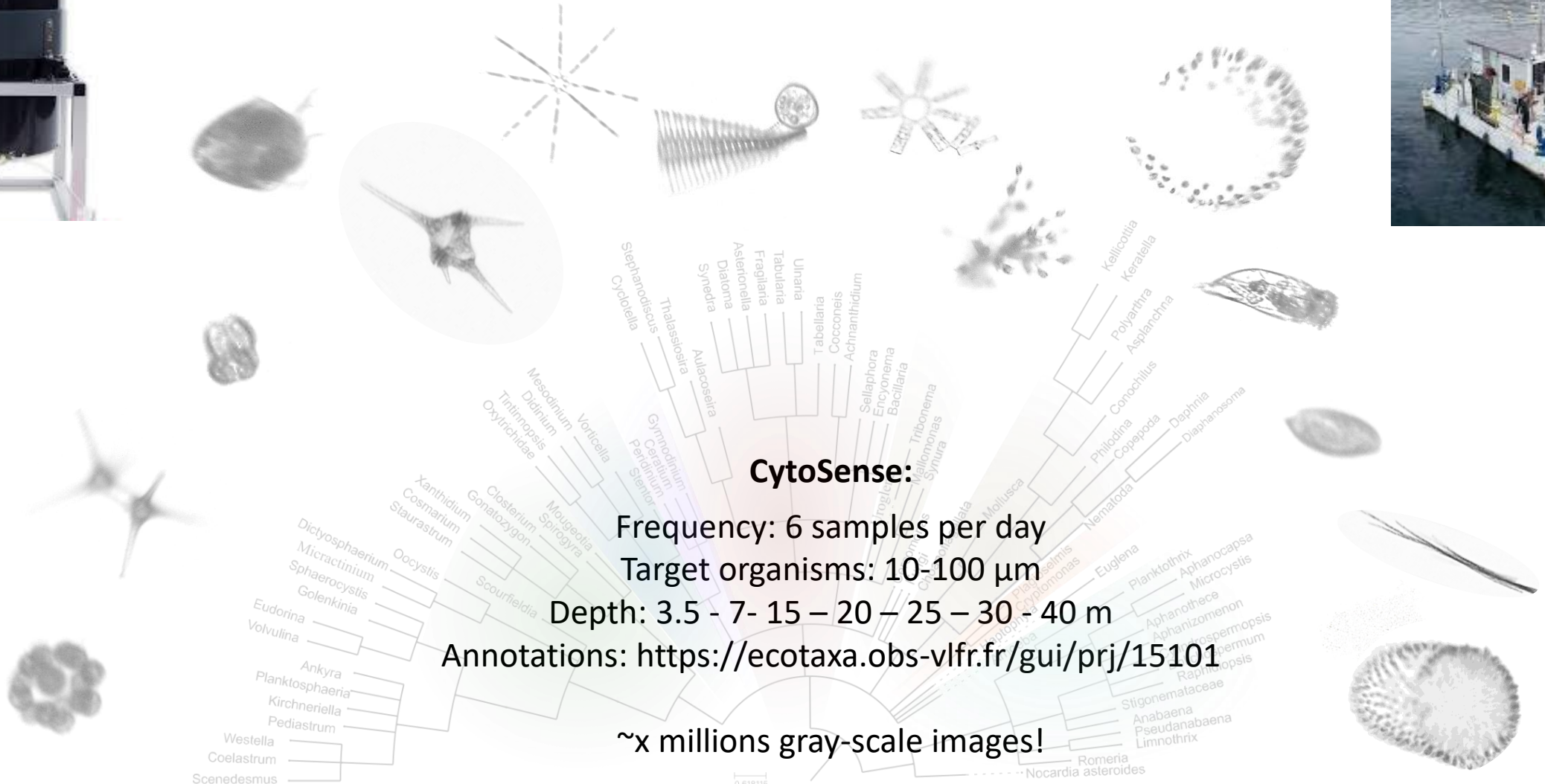
Relative biomass ↑



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

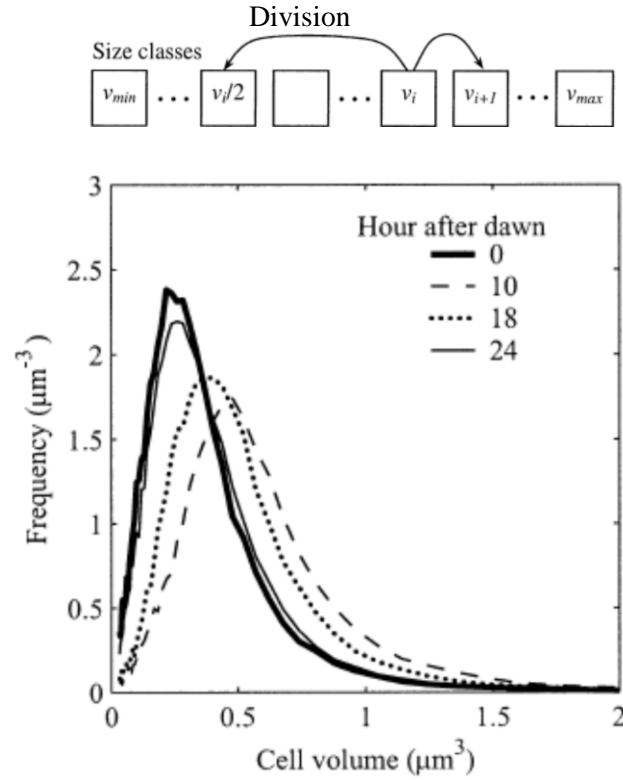
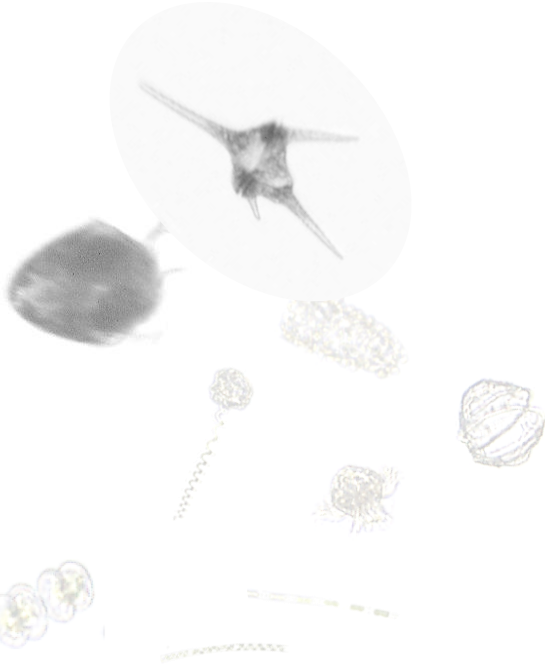
Approach: Specific populations are monitored (sub)daily via image acquisitions and cytometric analyses

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



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

Shift in size distribution explained by division and growth:



CytoSense:

Frequency: 6 samples per day

Target organisms: 10-100 μm

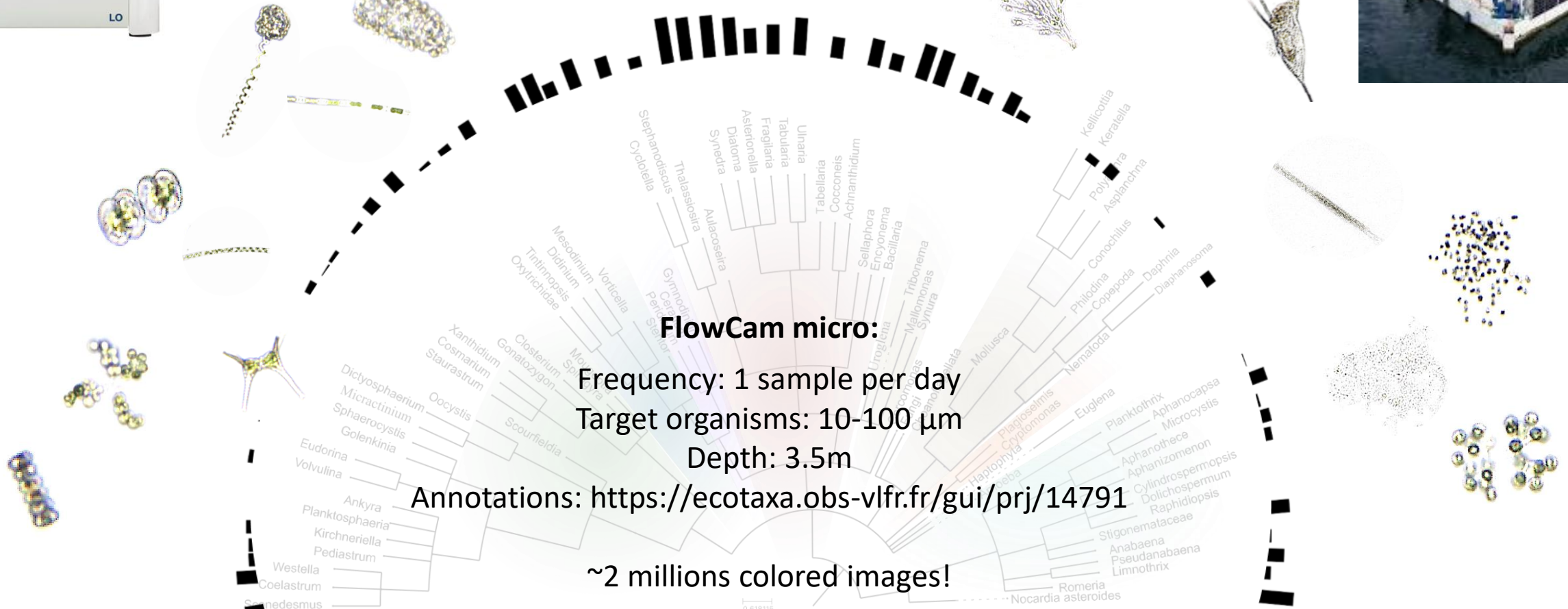
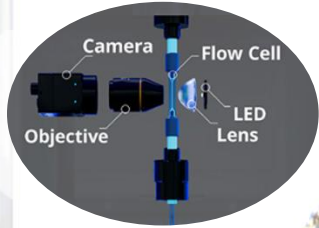
Depth: 3.5 - 7- 15 – 20 – 25 – 30 - 40 m

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

~x millions gray-scale images!

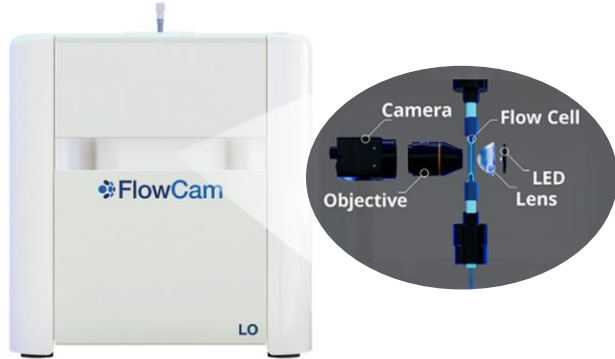


A white, rectangular flow cytometer with a blue cable at the top. The front panel features the FlowCam logo and the text 'LO' in the bottom right corner.

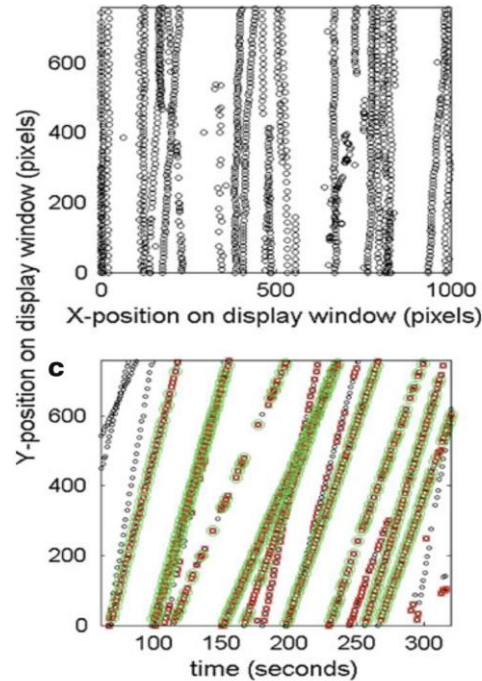


$$\frac{dC}{dt} = (\mu_{\max} \times f(\text{limitations})) \times C - (\text{sinking} + \text{predation}) \times C \pm (\text{migration} + \text{advection}) \times C$$

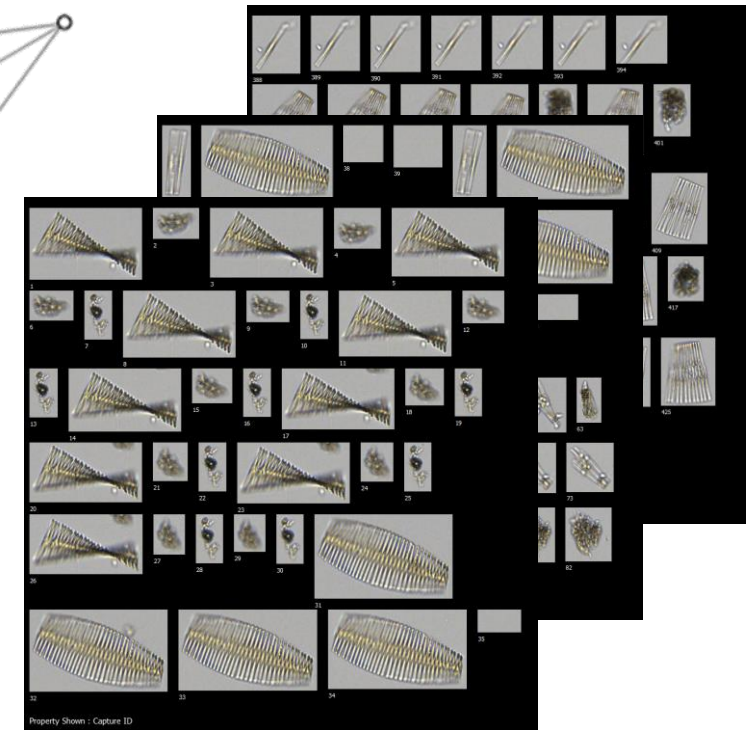
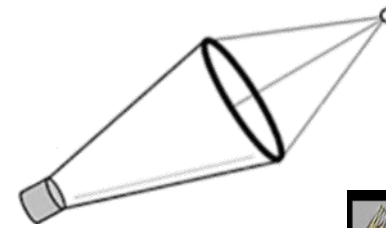
Approach: Specific populations are monitored (sub)daily via image acquisitions and cytometric analyses



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



Collaboration with Lisa Morales (PI: Ibelings)



Acquisition time

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

Lennart Thomas Bach • Ulf Riebesell • Scarlett Sett • Sarah Febiri • Paul Rzepka • Kai Georg Schulz

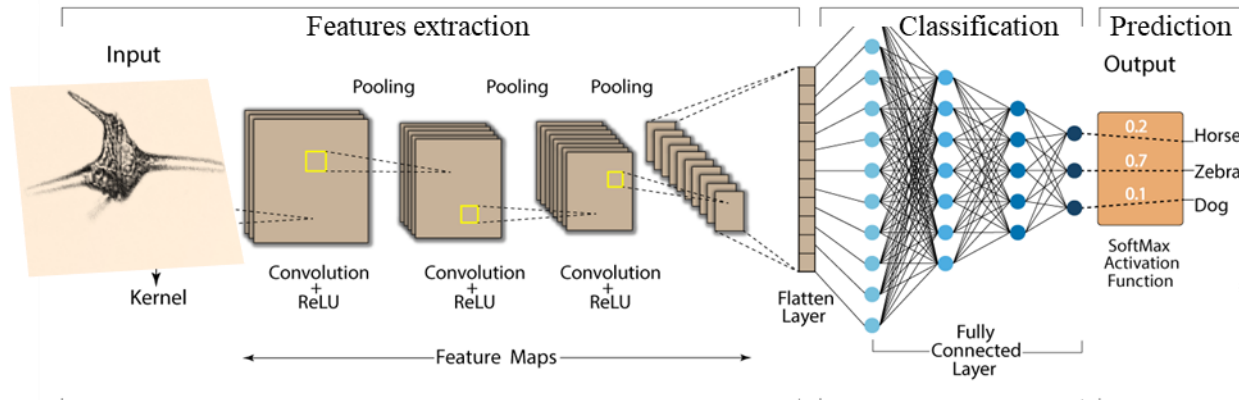
Plankton collected with a net and particles are imaged & tracked automatically

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

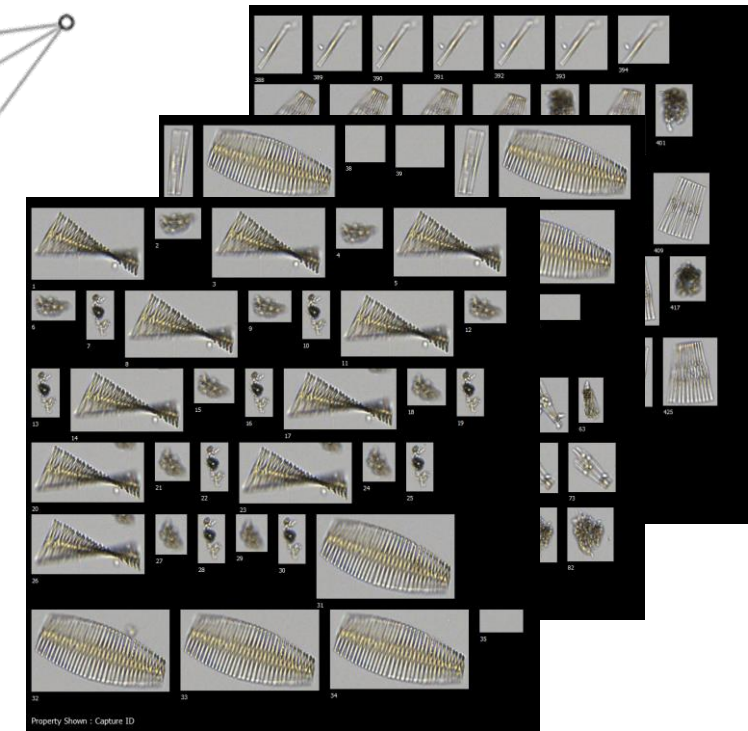
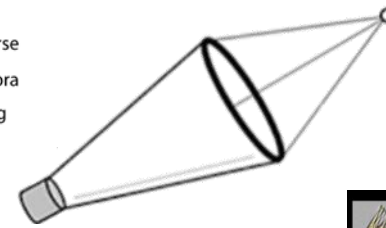
Approach: Specific populations are monitored (sub)daily via image acquisitions and cytometric analyses

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

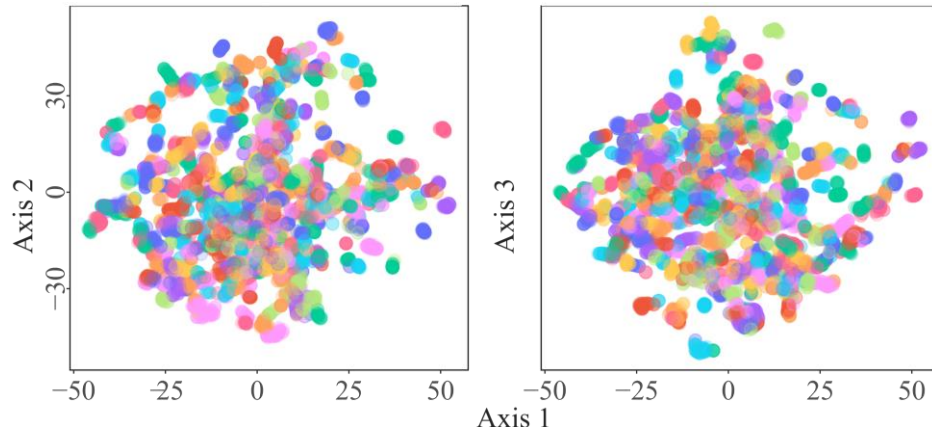
Convolution Neural Network (CNN)



Collaboration with Lisa Morales (PI: Ibelings)



Dimension reduction algorithm (t-SNE) and clustering



Deep feature
extraction &
projection

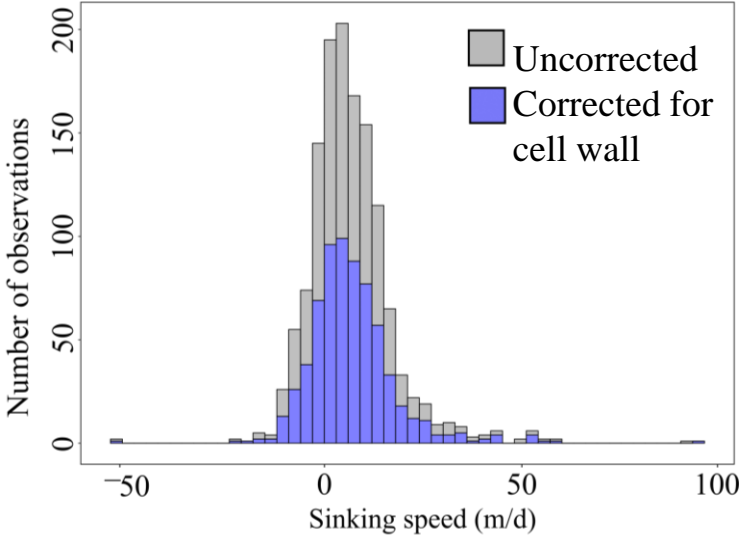
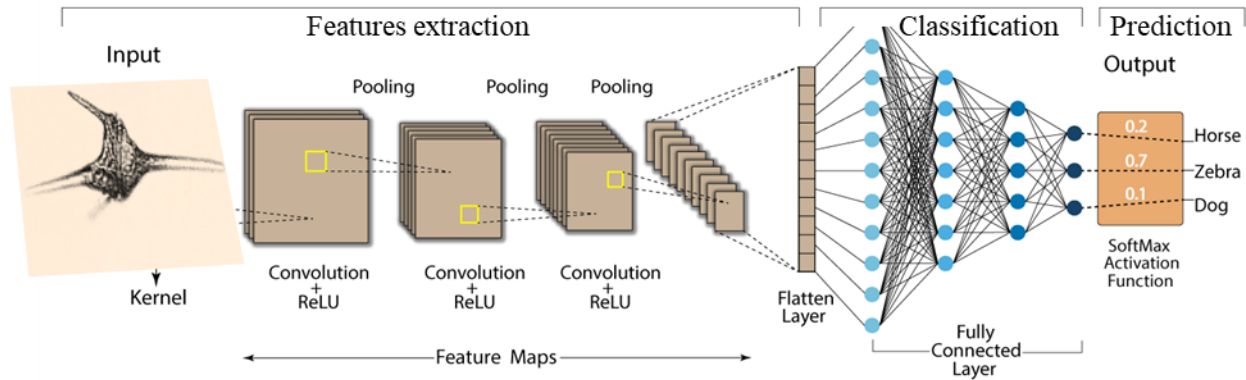
Plankton collected with a net and particles are imaged & tracked automatically

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

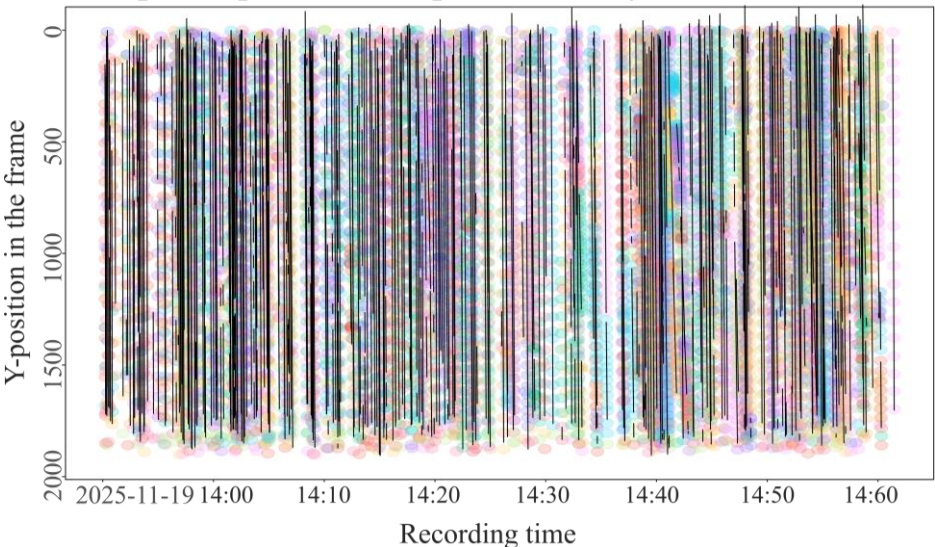
Approach: Specific populations are monitored (sub)daily via image acquisitions and cytometric analyses

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



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

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

Method: **Computer vision**

Convolution Neural Network (CNN)

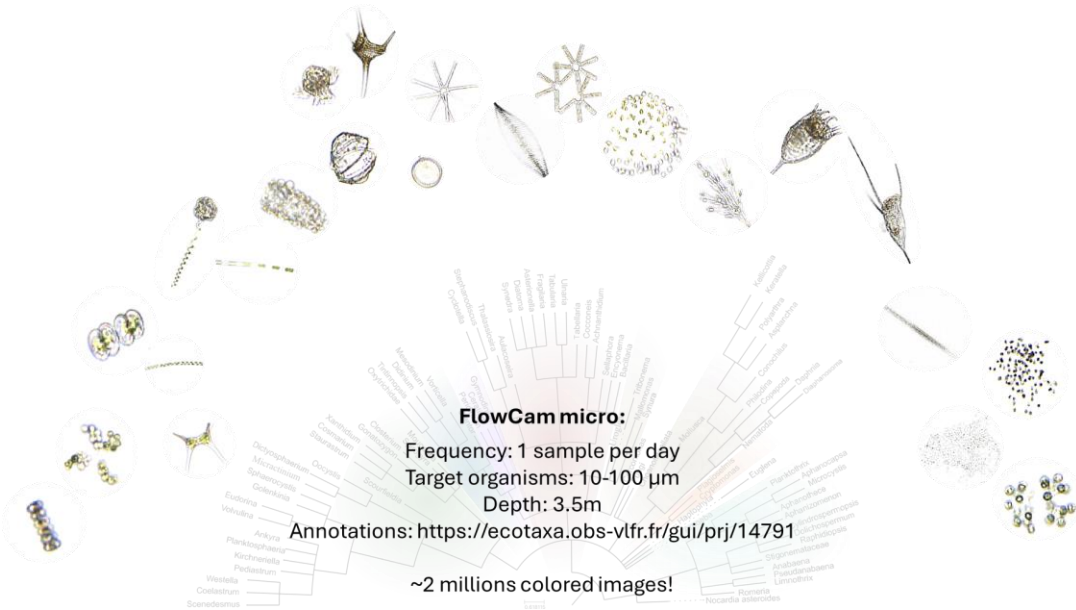
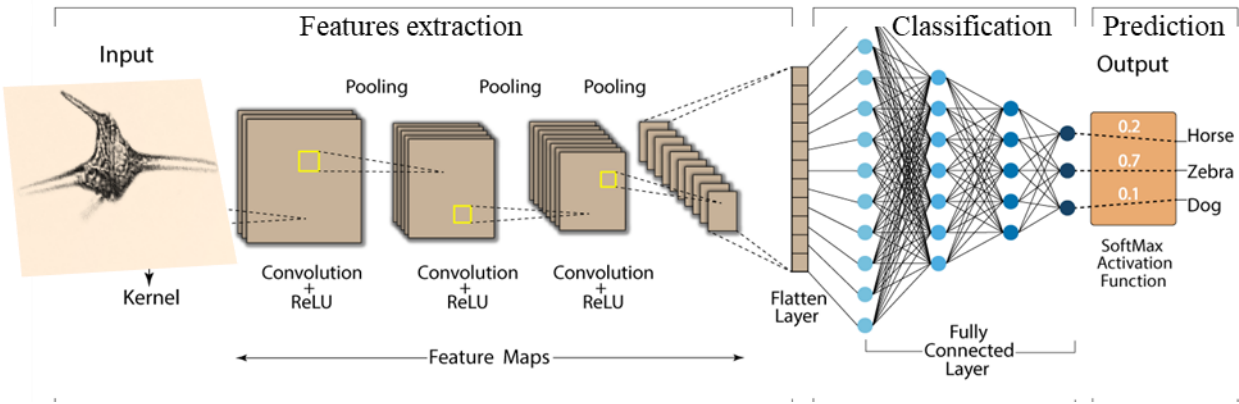


Table 2: Main characteristics of the plankton imaging instruments used to collect the datasets.

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) 175	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)

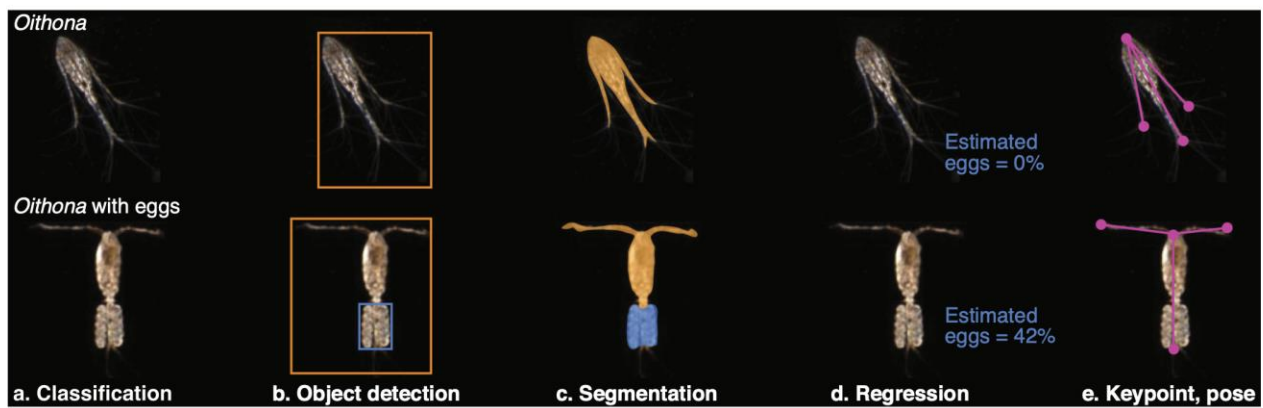
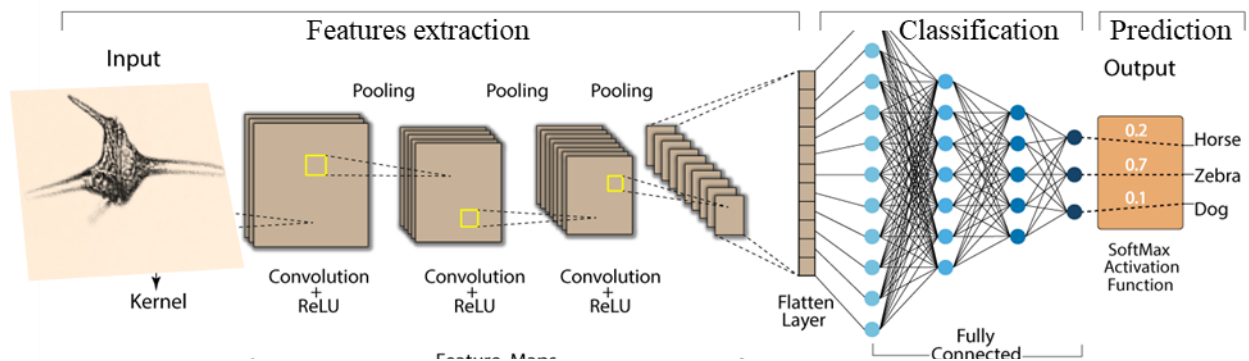
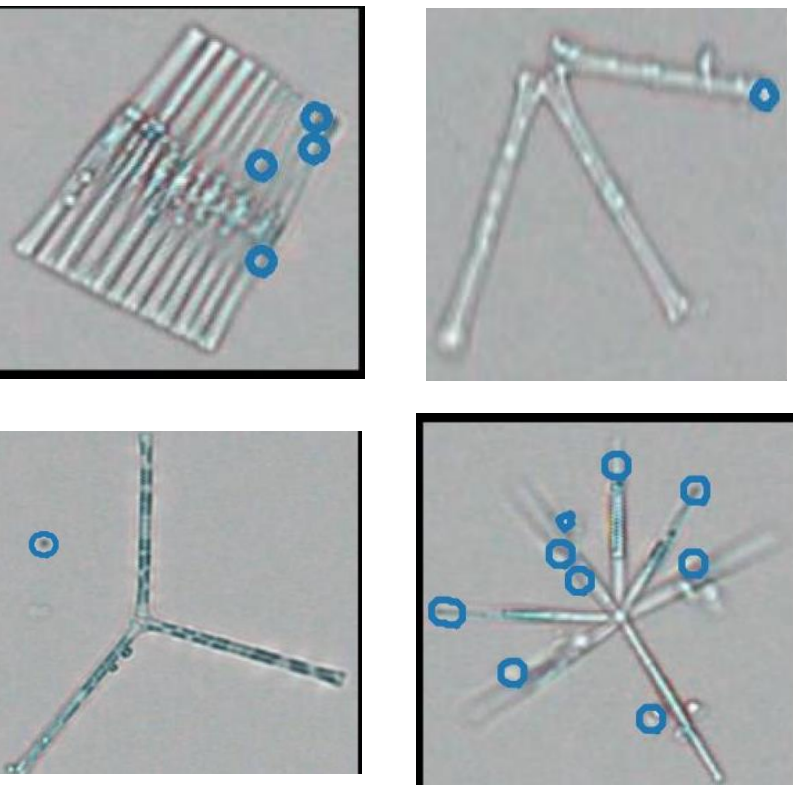


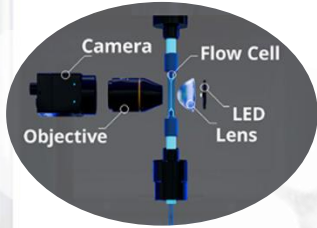
Fig. 4. Examples of several techniques for trait extraction from zooplankton images. The hypothetical use case is examining ovigerous copepods imaged by the Scripps Plankton Camera system. The top panel is a non-egg bearing copepod. The bottom panel is an individual carrying an egg-sac. **(a)** Automated 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.

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



$R^2:0.61$

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



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!

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

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

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

Convolution Neural Network (CNN)

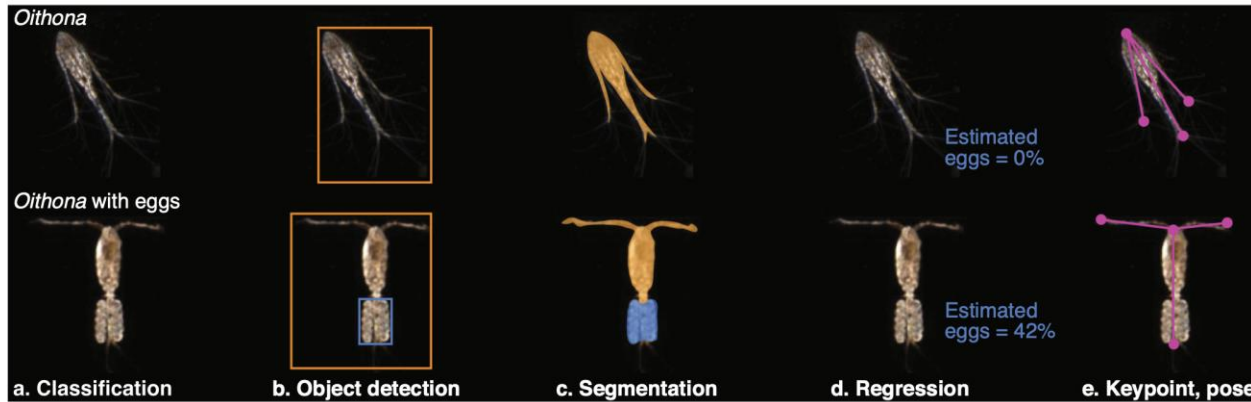
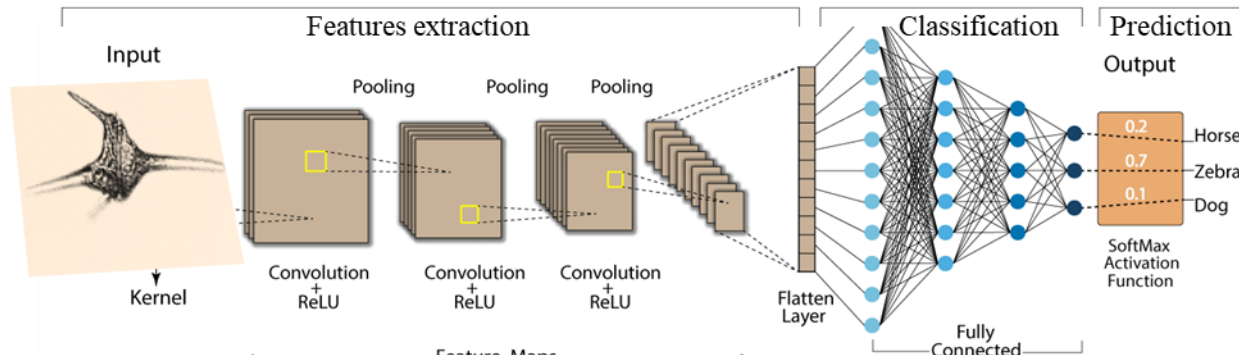
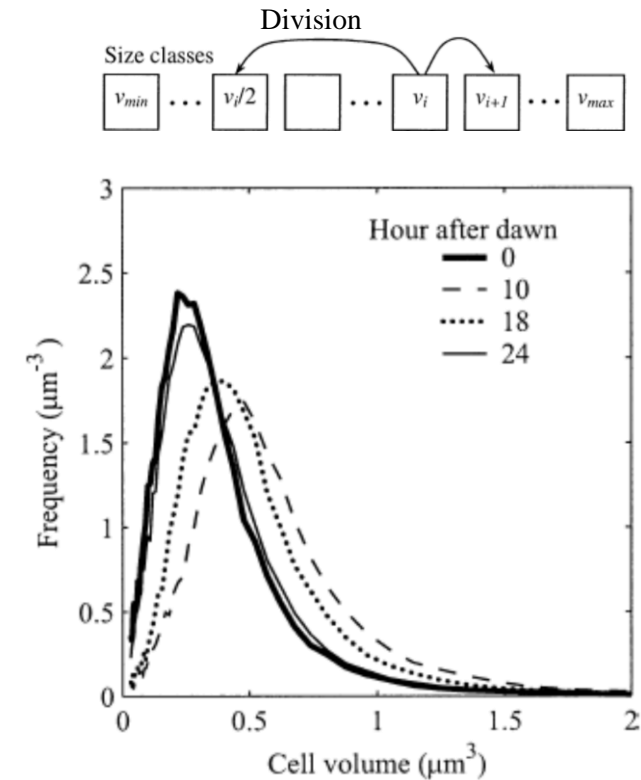


Fig. 4. Examples of several techniques for trait extraction from zooplankton images. The hypothetical use case is examining ovigerous copepods imaged by the Scripps Plankton Camera system. The top panel is a non-egg bearing copepod. The bottom panel is an individual carrying an egg-sac. **(a)** Automated 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**





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

- LÉXPLORE 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:

LéXPLORE vs drinking water sources in Lake Geneva

From January 2025



Depths

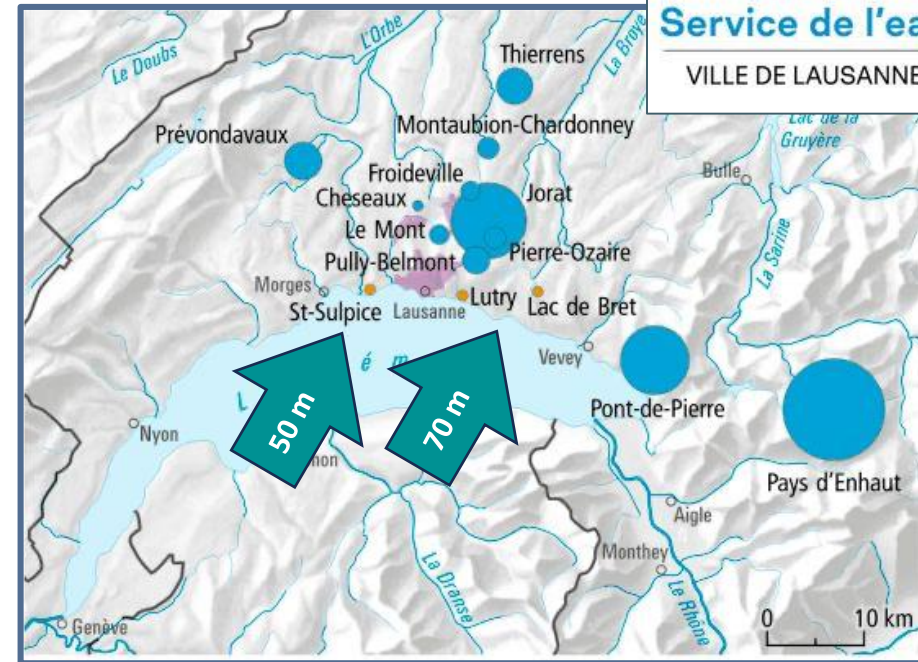
2 m

15 m

30 m

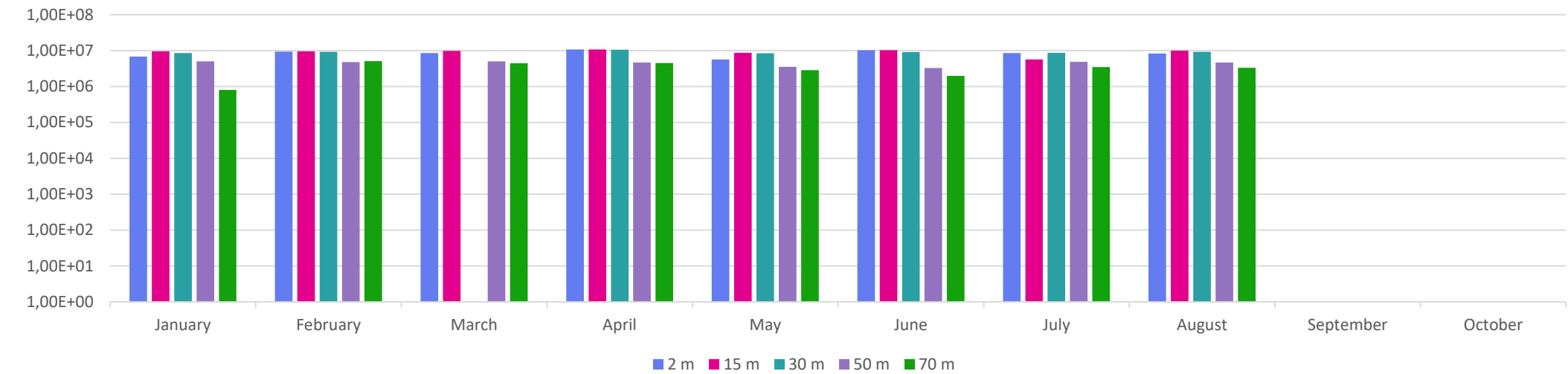
50 m

70 m

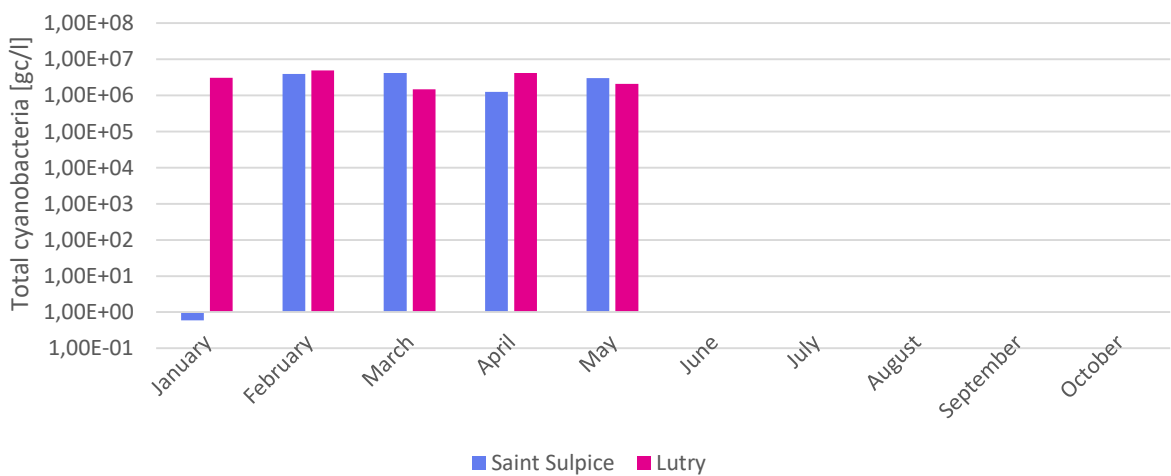


Biomass of Cyanobacteria determined by digital PCR (gc/l)

LéXPLORE Total Cyanobacteria



Service de l'eau stations



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

BOURDONNETTE

E23

1

1



Cathédrale de Lausanne



Lausanne

Plage de
Vidy-Bourget



La Chamberonne

Parc Bourget

Pyramides de Vidy



Vaudaire

Flon

Parc de Milan



Av. de Cour

Hôtel Royal
Savoy Lausanne



OUCHY

Av. de Rhodanie



Hôtel Beau-Rivage Palace
Les mieux notés

Quai d'Ouchy

Av. Gén

Hôtel Beau-Rivage

Musée Olympique

FIVB

Tour Haldimand

Bellerive

Jetée de la Compagnie

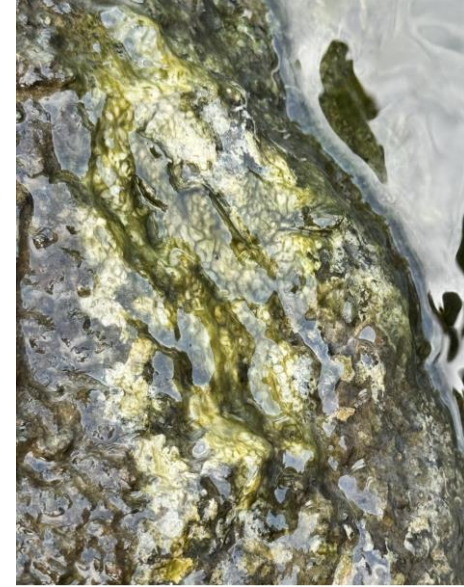
Sites échantillonnage

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.



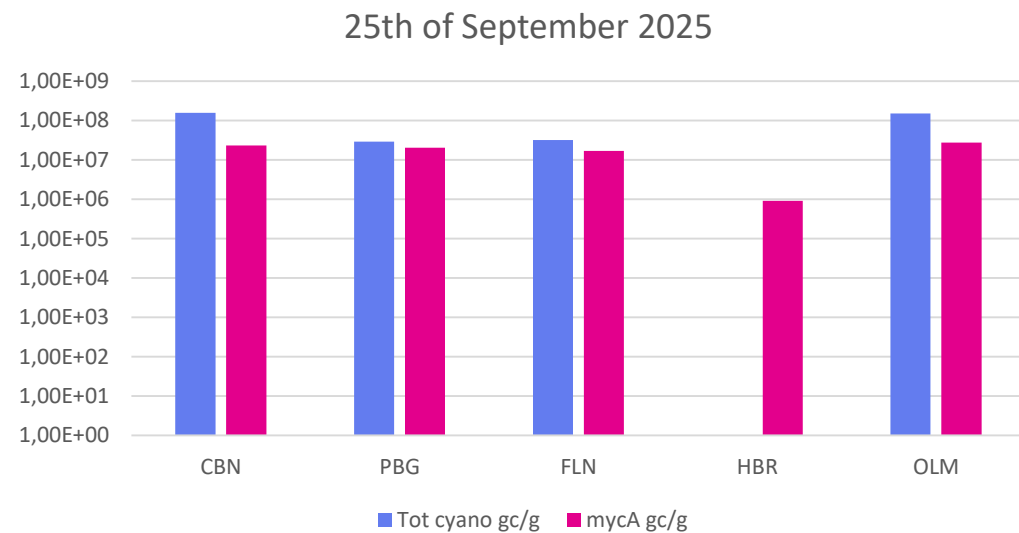
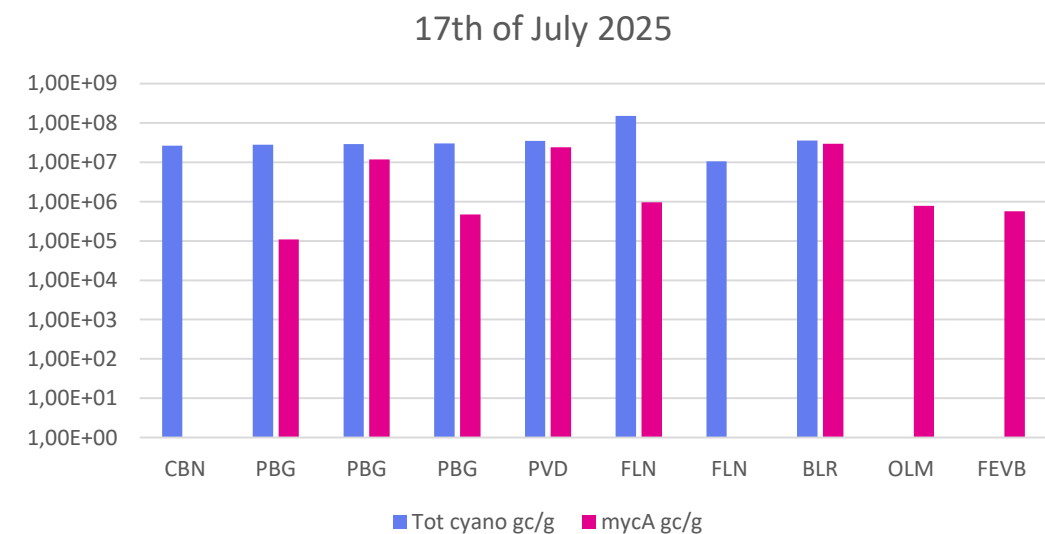
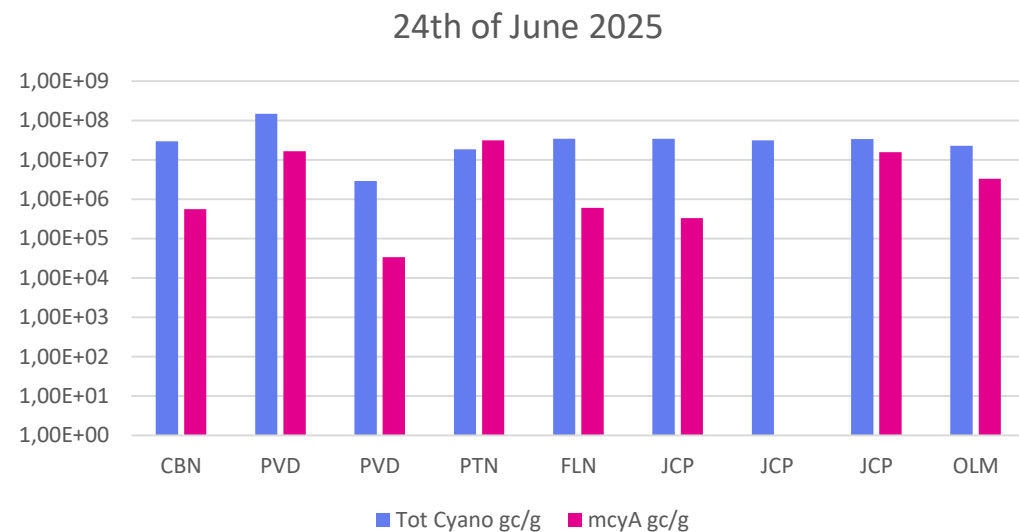
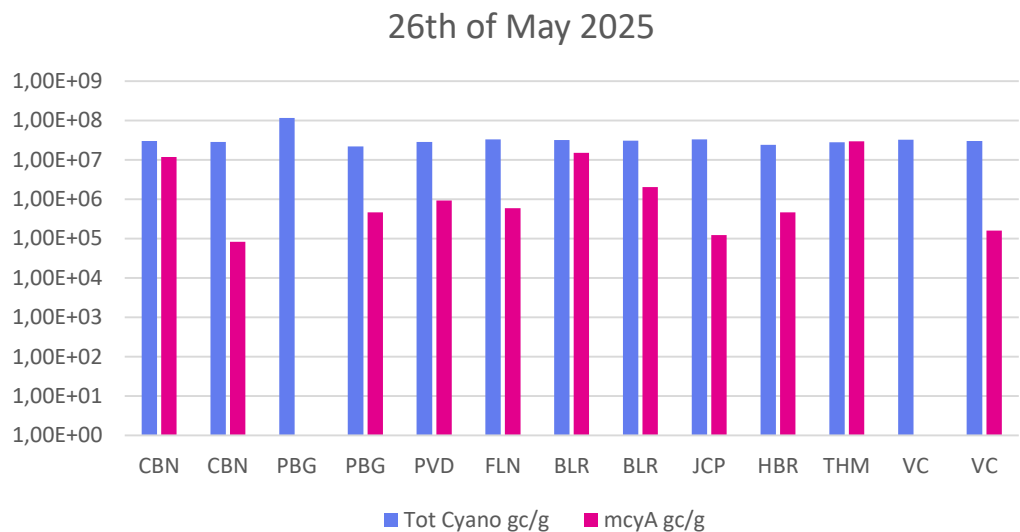
Preliminary results: visual inspections



- 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



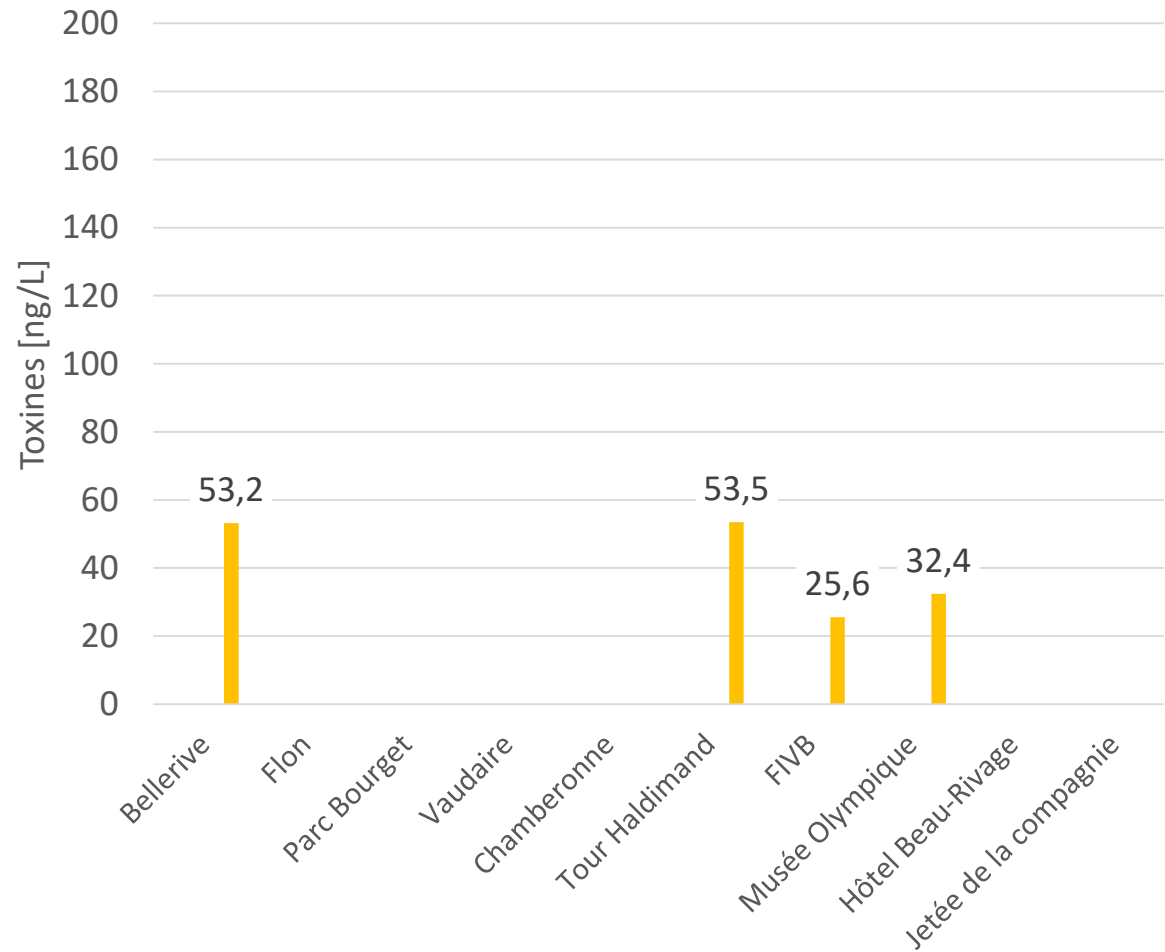
Preliminary results: cyanobacteria biomass and mcyA (gc/g)



Preliminary results: LC-MS microcystin and anatoxin

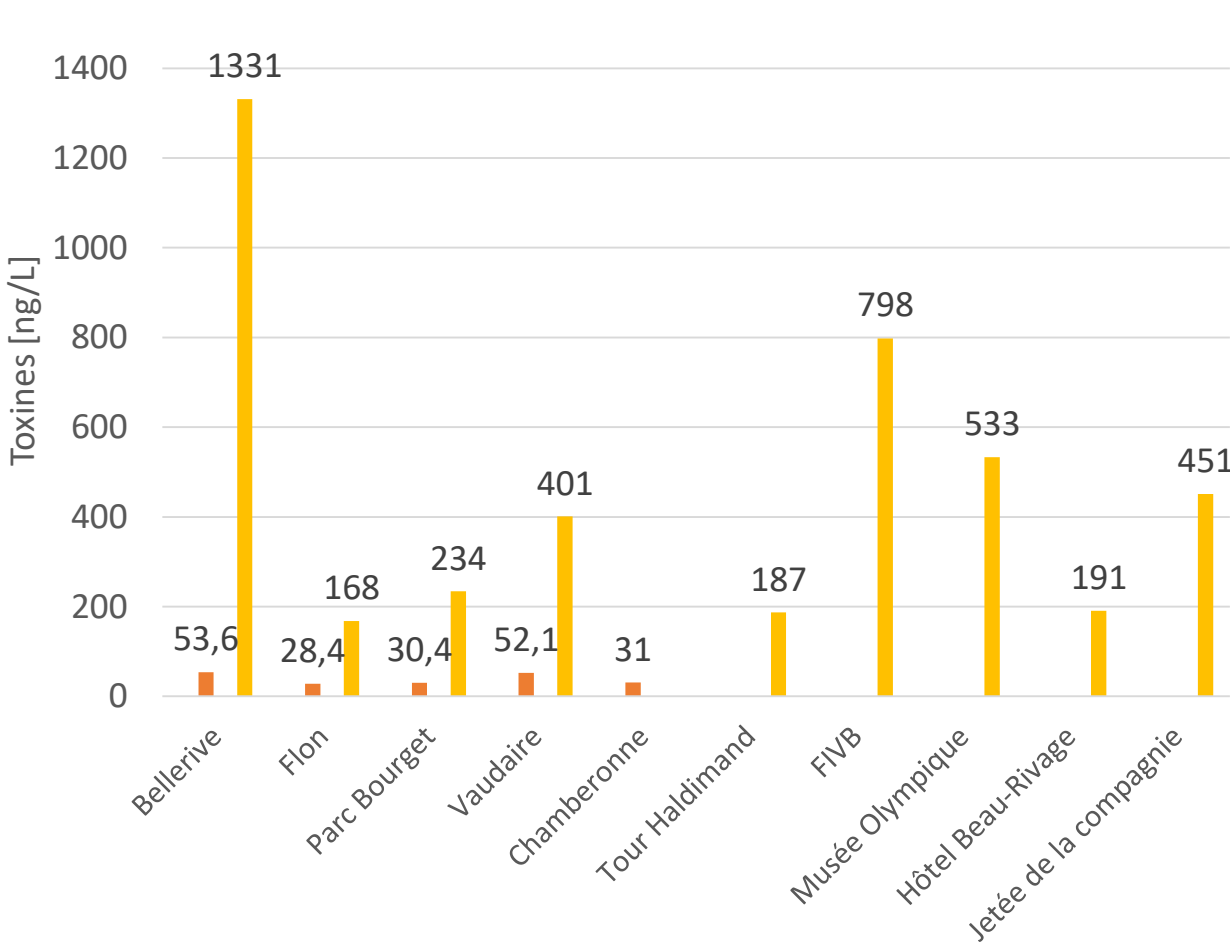
13.08.2025

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



13.08.2025

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

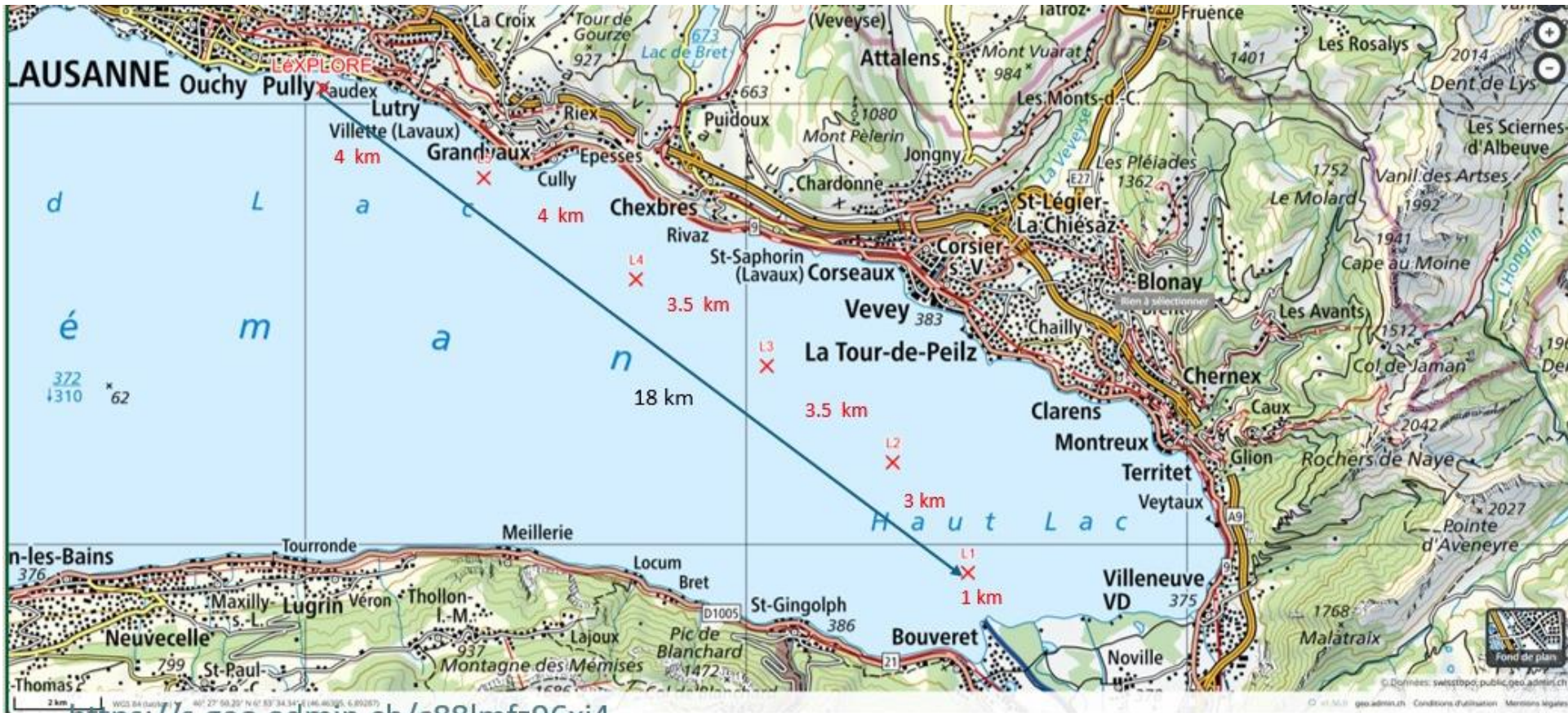


Next steps: benthic cyanobacteria monitoring

- **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.



<https://s.geo.admin.ch/c88lmfz96xj4>

- 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

- LÉXPLORE 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

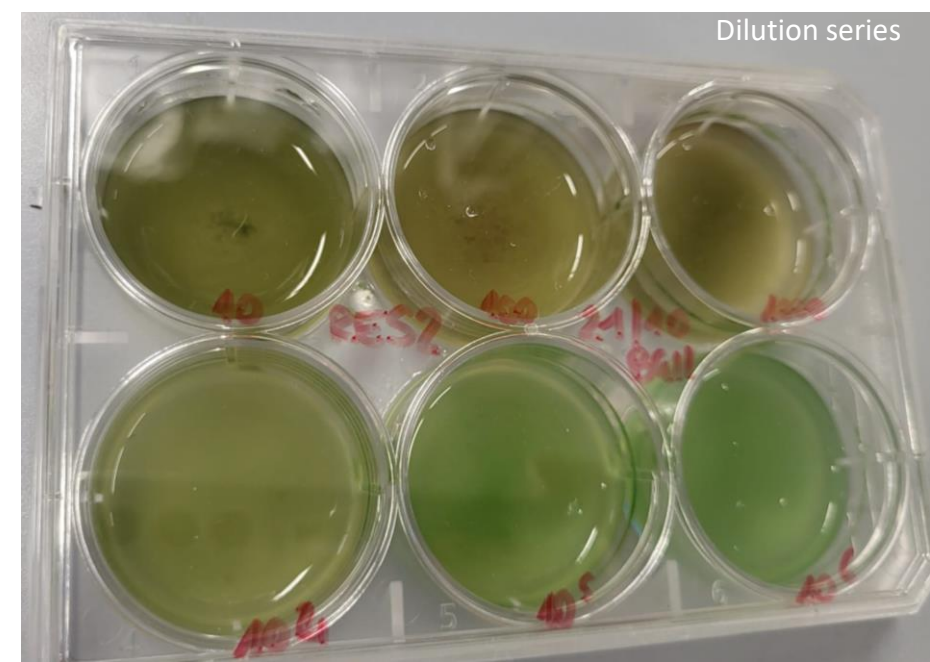
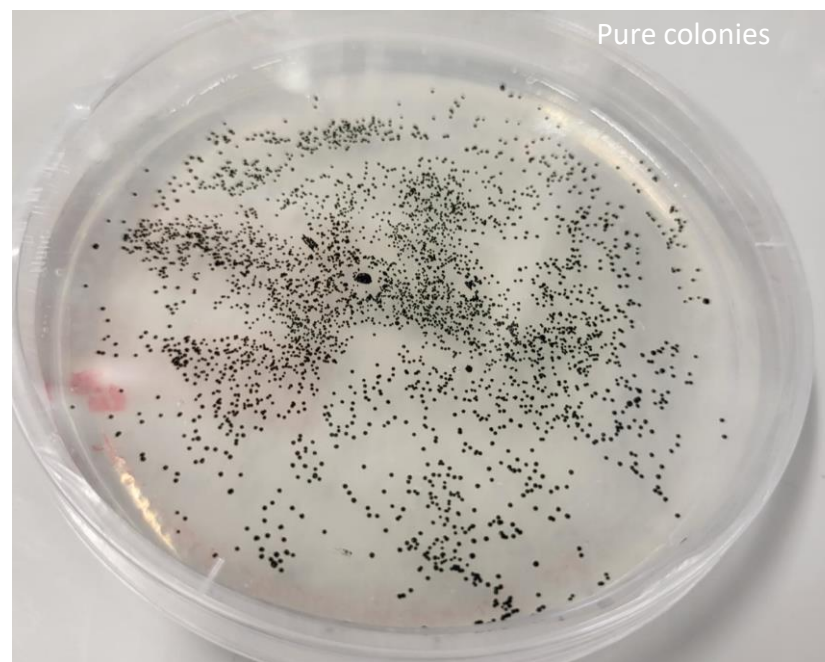
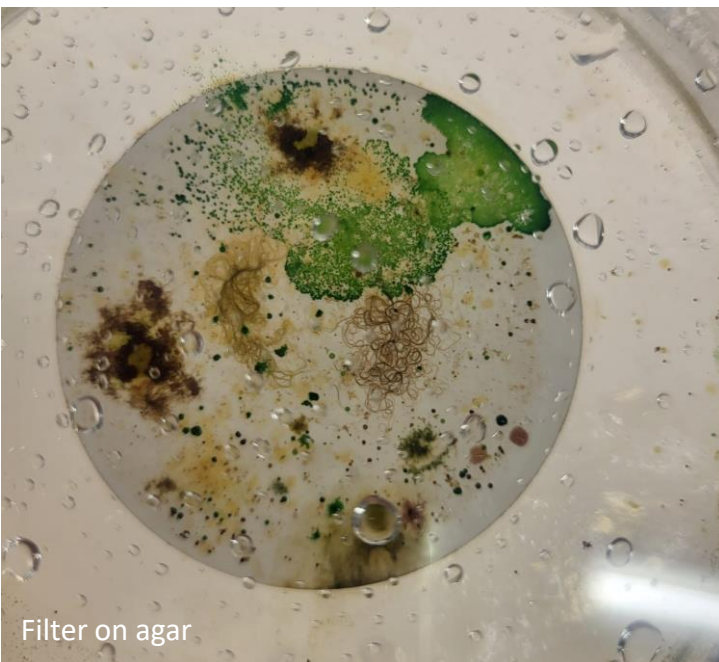
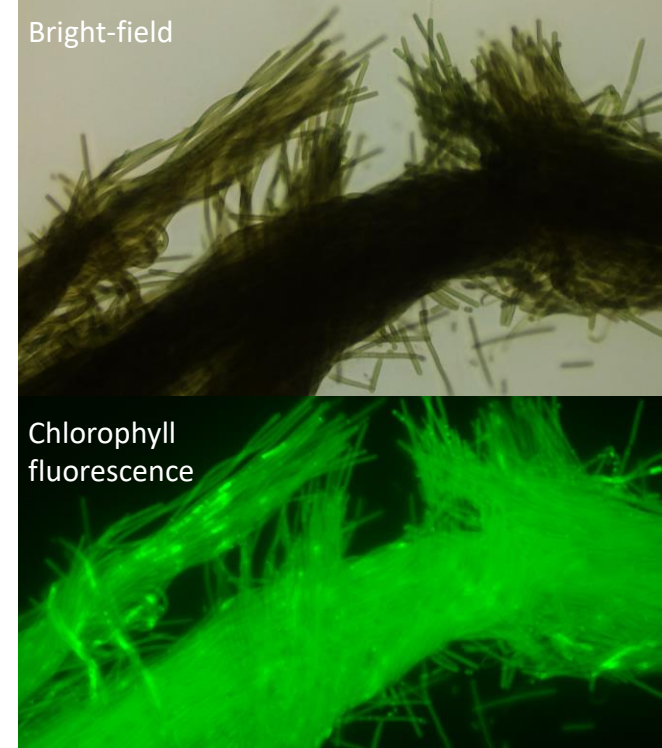
Cyanobacteria culture and isolation (Irene Muscas, UNIGE)

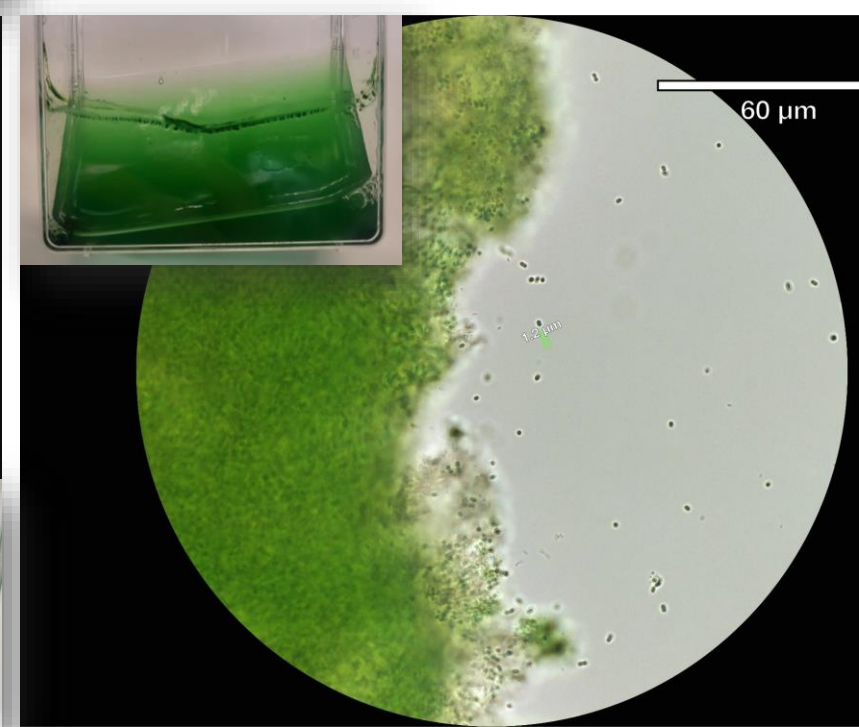
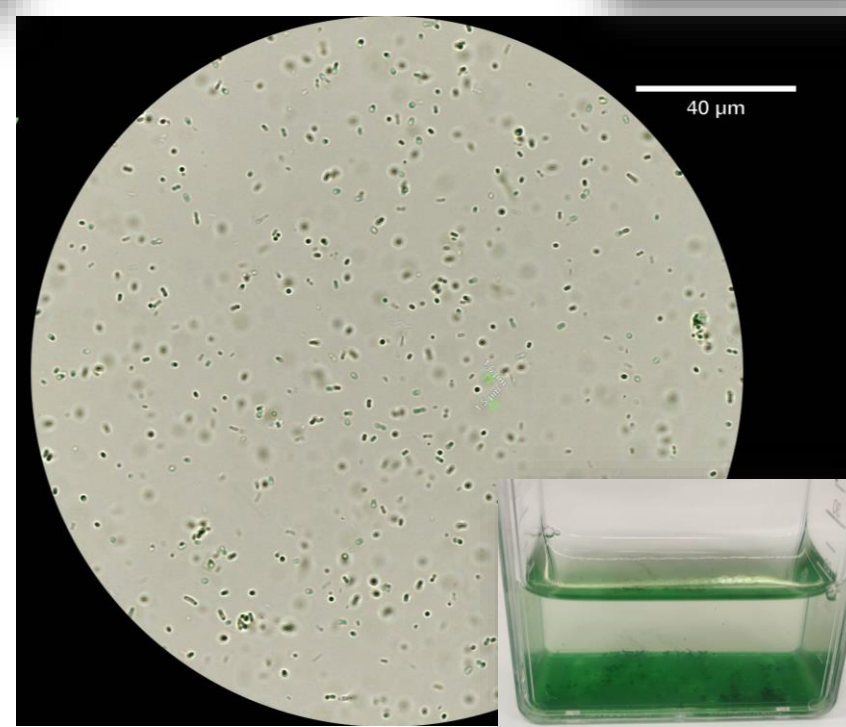
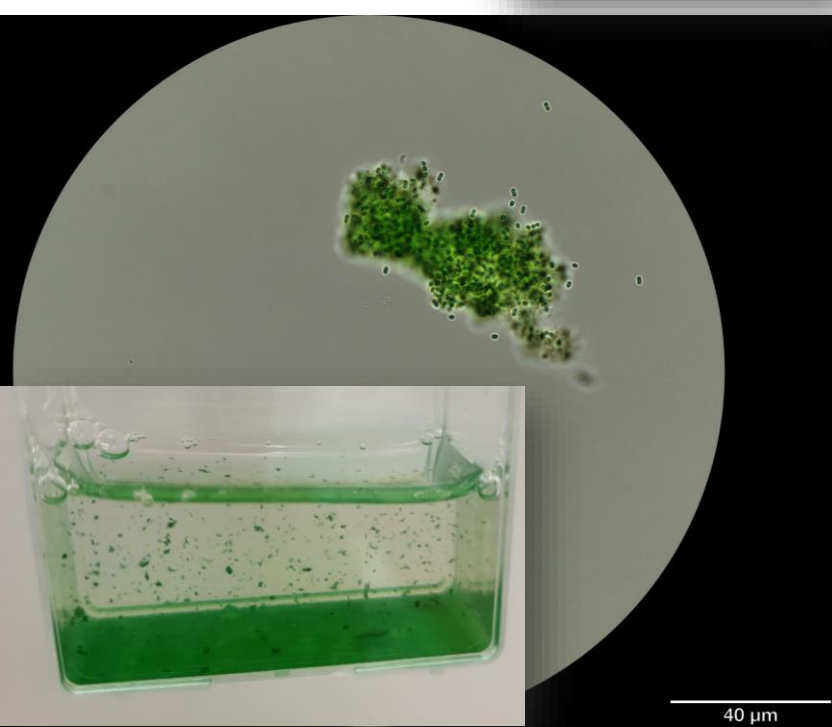
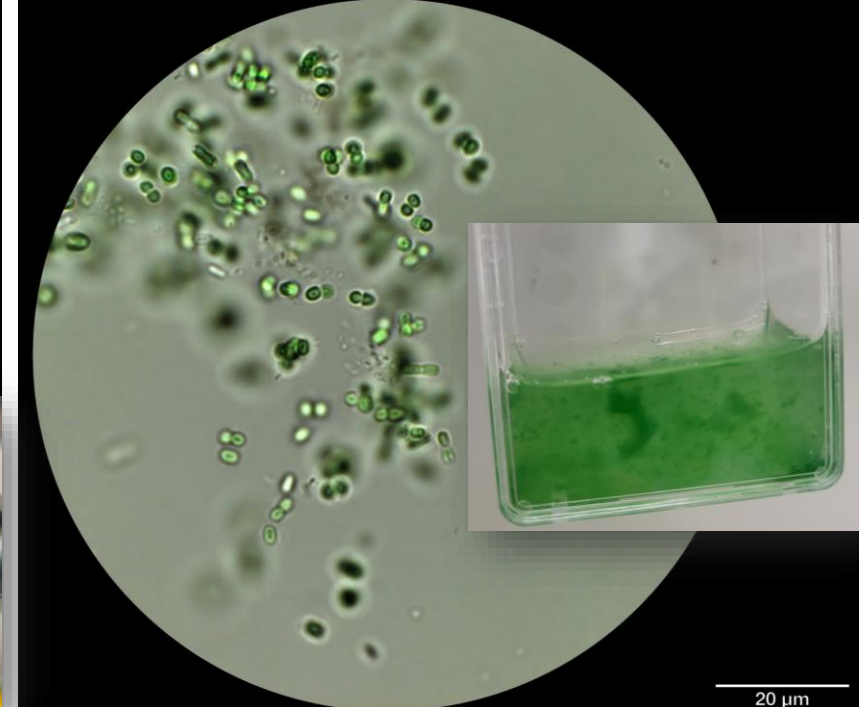
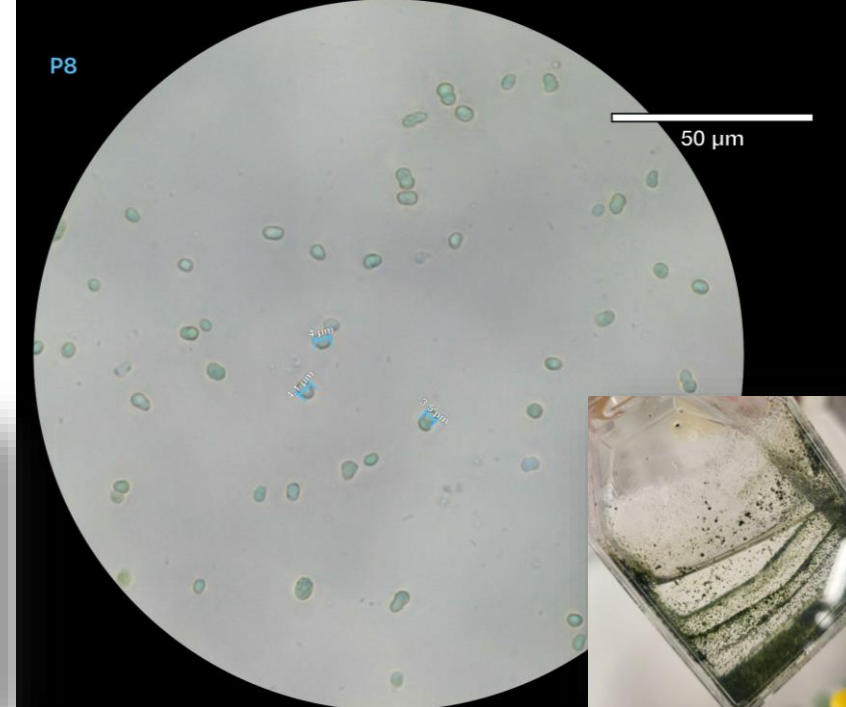
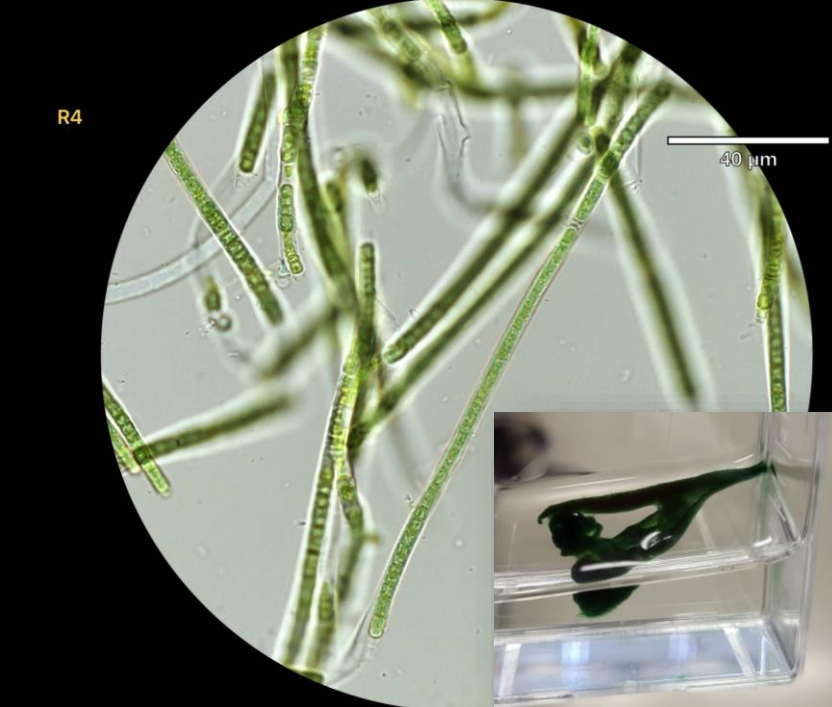
Method 1

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

Method 2

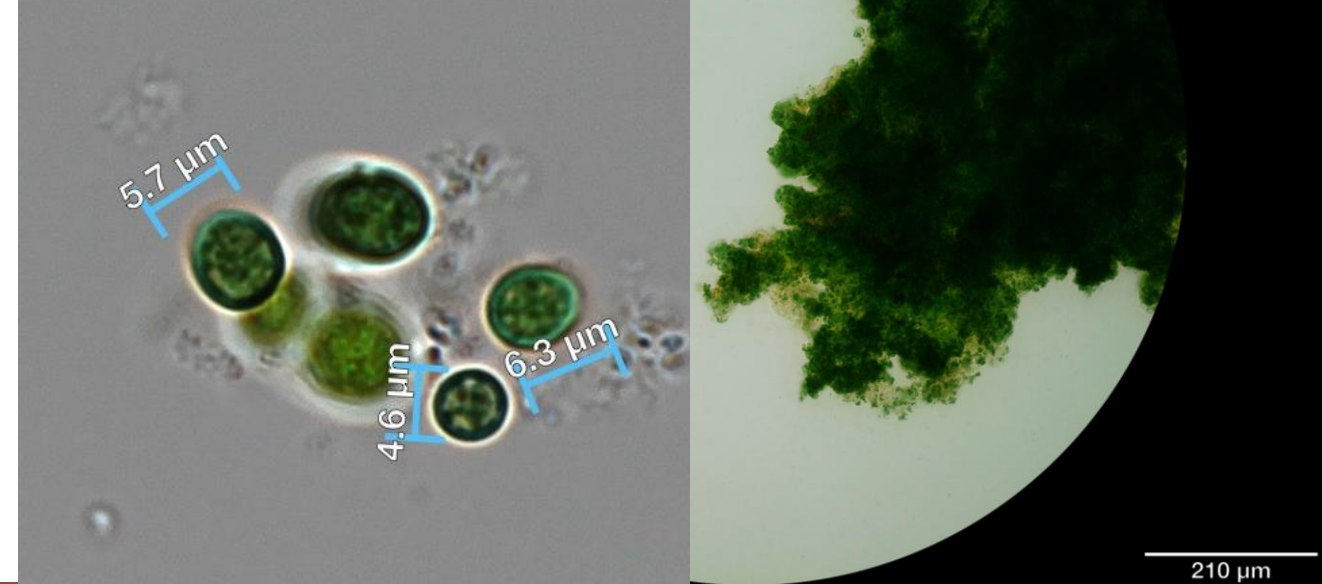
- Phytoplankton net concentrate inoculated into cyanobacteria selective media
- Dilution series
- Final purification on solid medium





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

- LÉXPLORE 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**





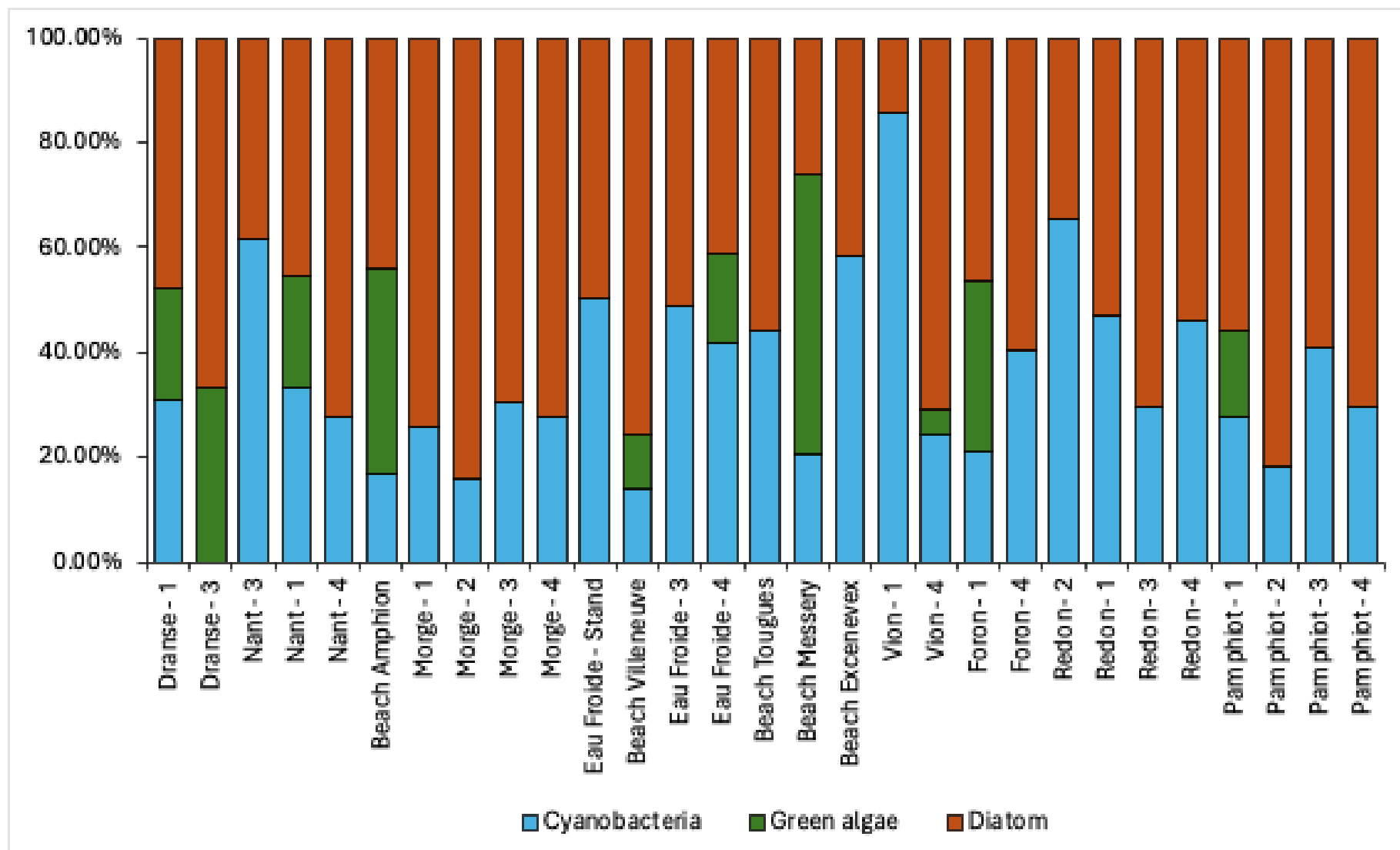
Diversité, distribution et potentiel toxique des cyanobactéries benthiques dans le Léman

Nicolas Tromas
Bastiaan Ibelings
Yiruo Xia
Stéphan Jacquet
Valentin Vasselon

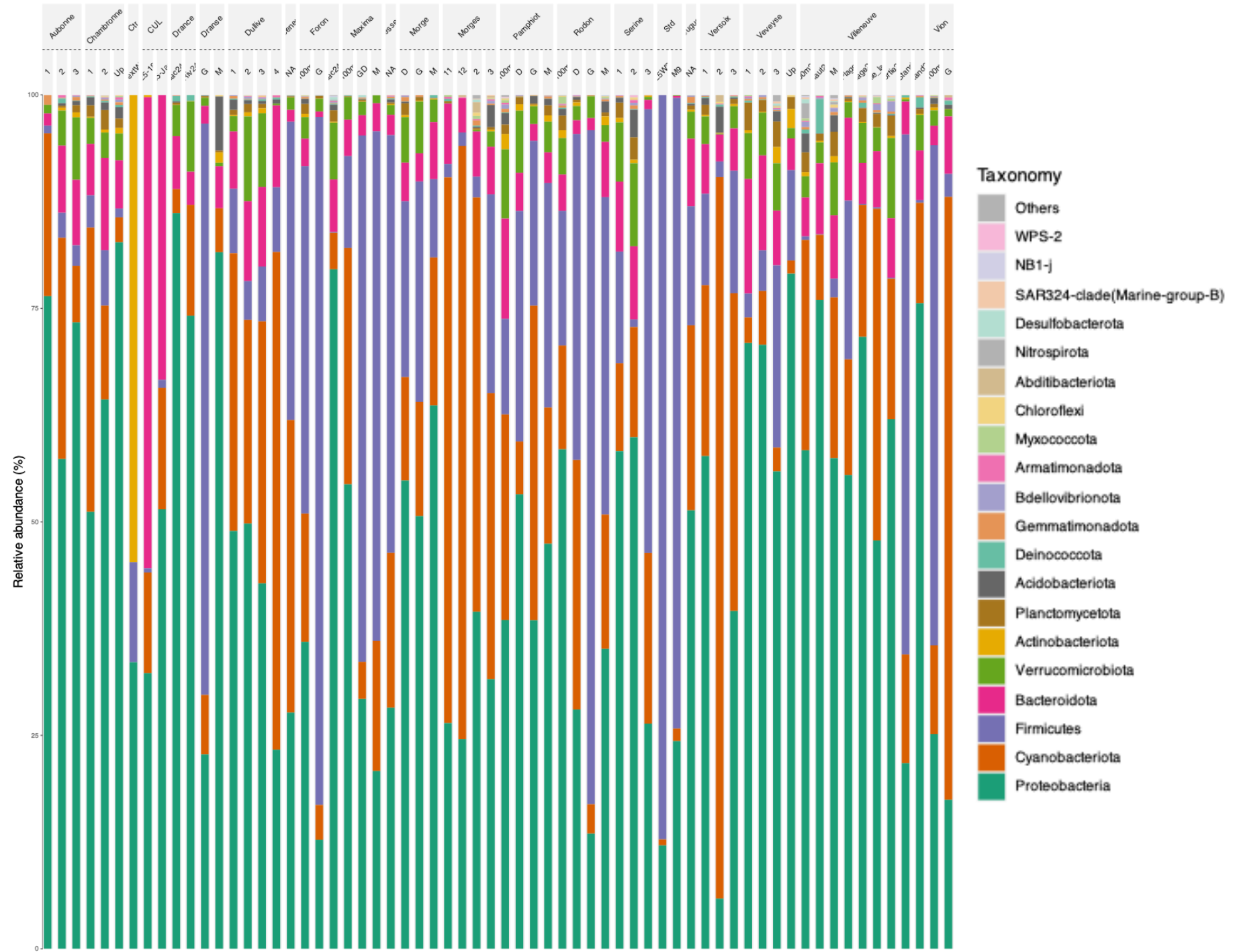


Susie Wood & Rohan Wells

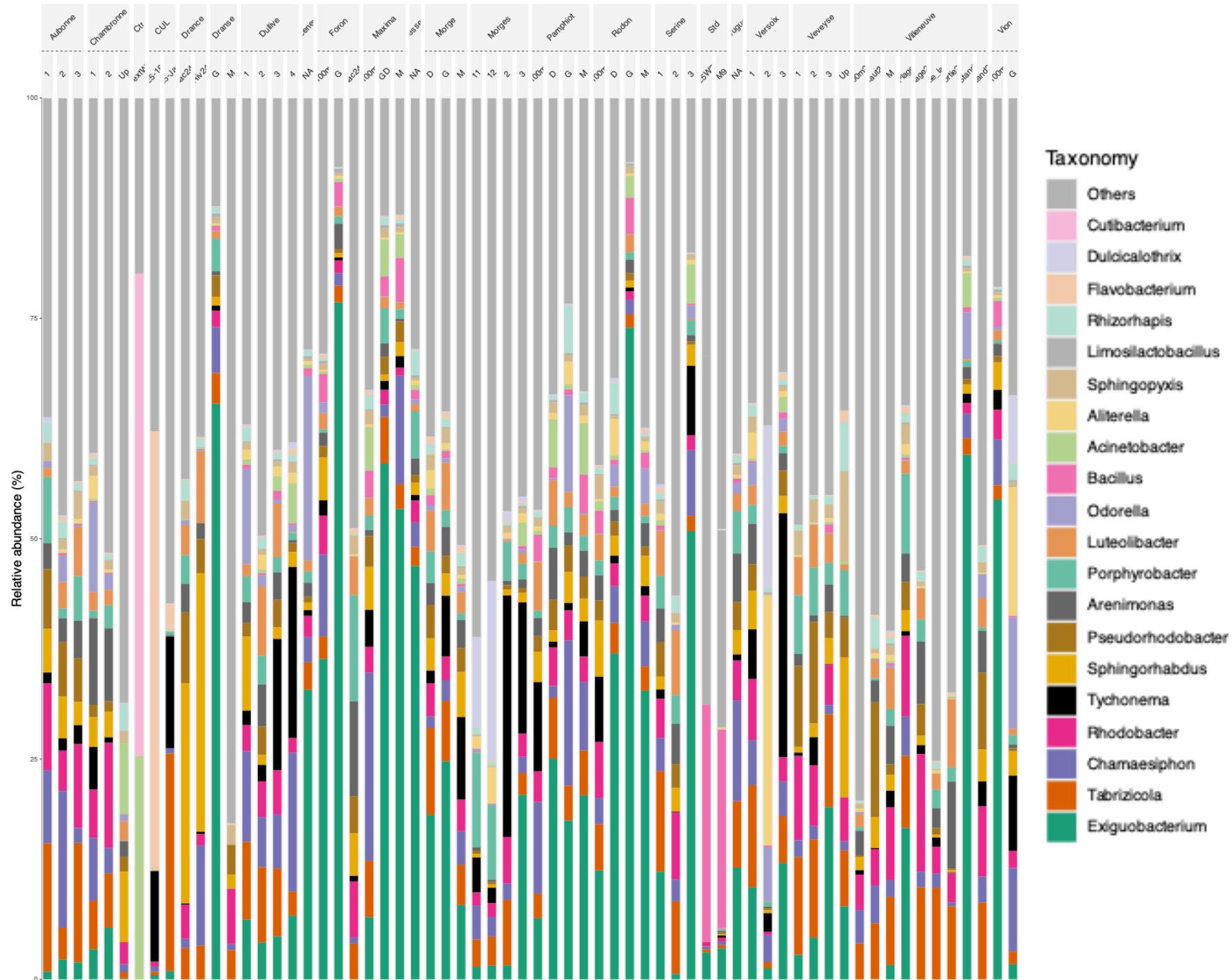




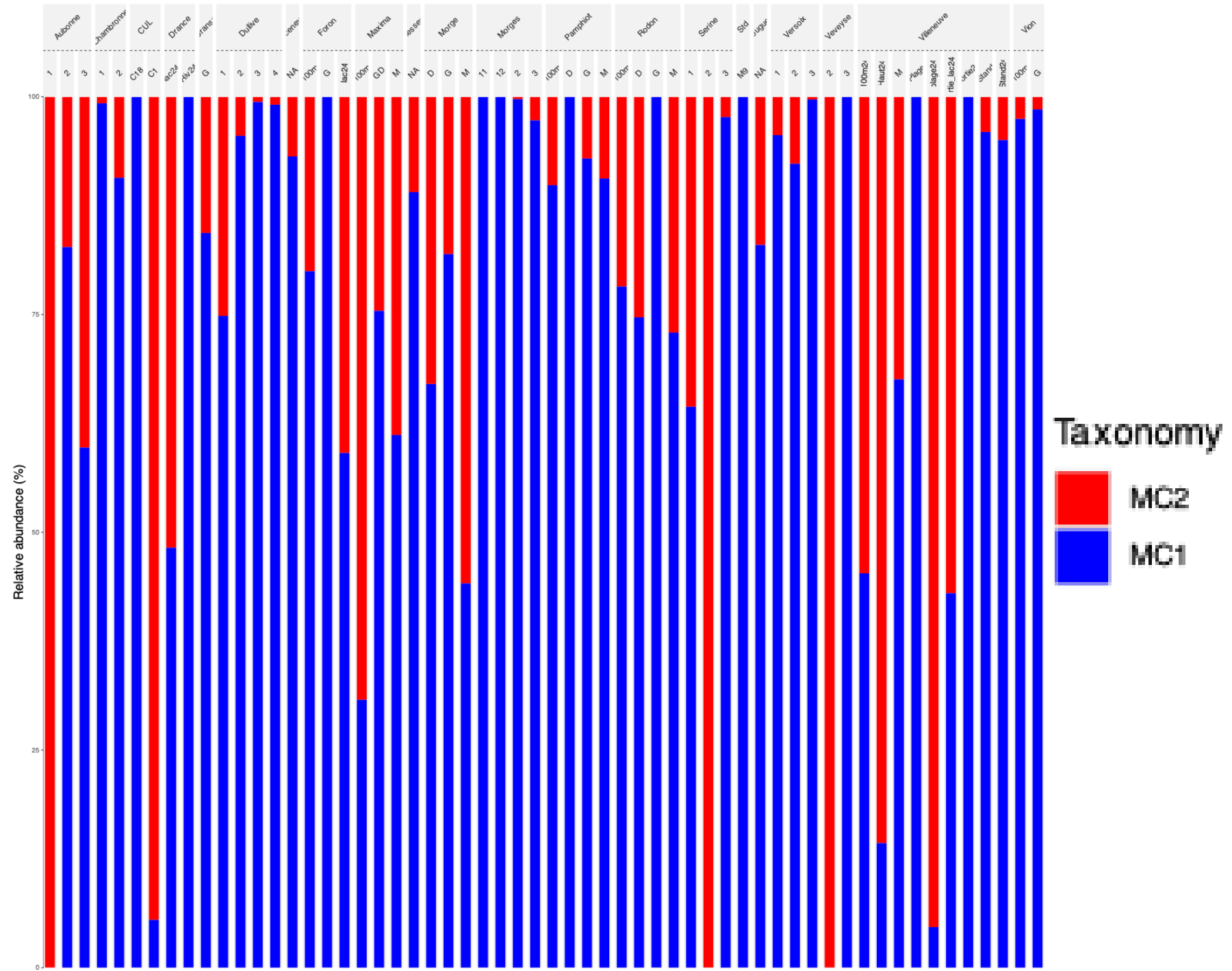
Amphion
Aubonne
Chambronne
Ctr
CUL
Drance
Dullive
Excenevex
Foron
Maxima
Messery
Morge
Morges
Pamphiot
Rodon
Serine
Std
Tougues
Versoix
Veveyse
Villeneuve
Vion



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



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





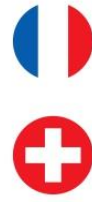
Interreg

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

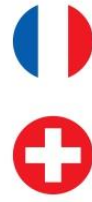
Réunion ALGA 02.12.2025

Coordinateurs : A. Richard, P. da Costa

Participants : J. Cognard, A. Lacarrière

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





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

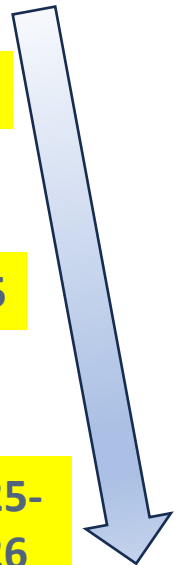
Estimer la **valeur économique de ces SE** aujourd'hui et les coûts présents et futurs associés aux proliférations algales

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 scénarii « plébiscités » pour la « gestion future »

2024

2025

2025-
2026



L'évaluation économique des services écosystémiques au Léman

Table des matières

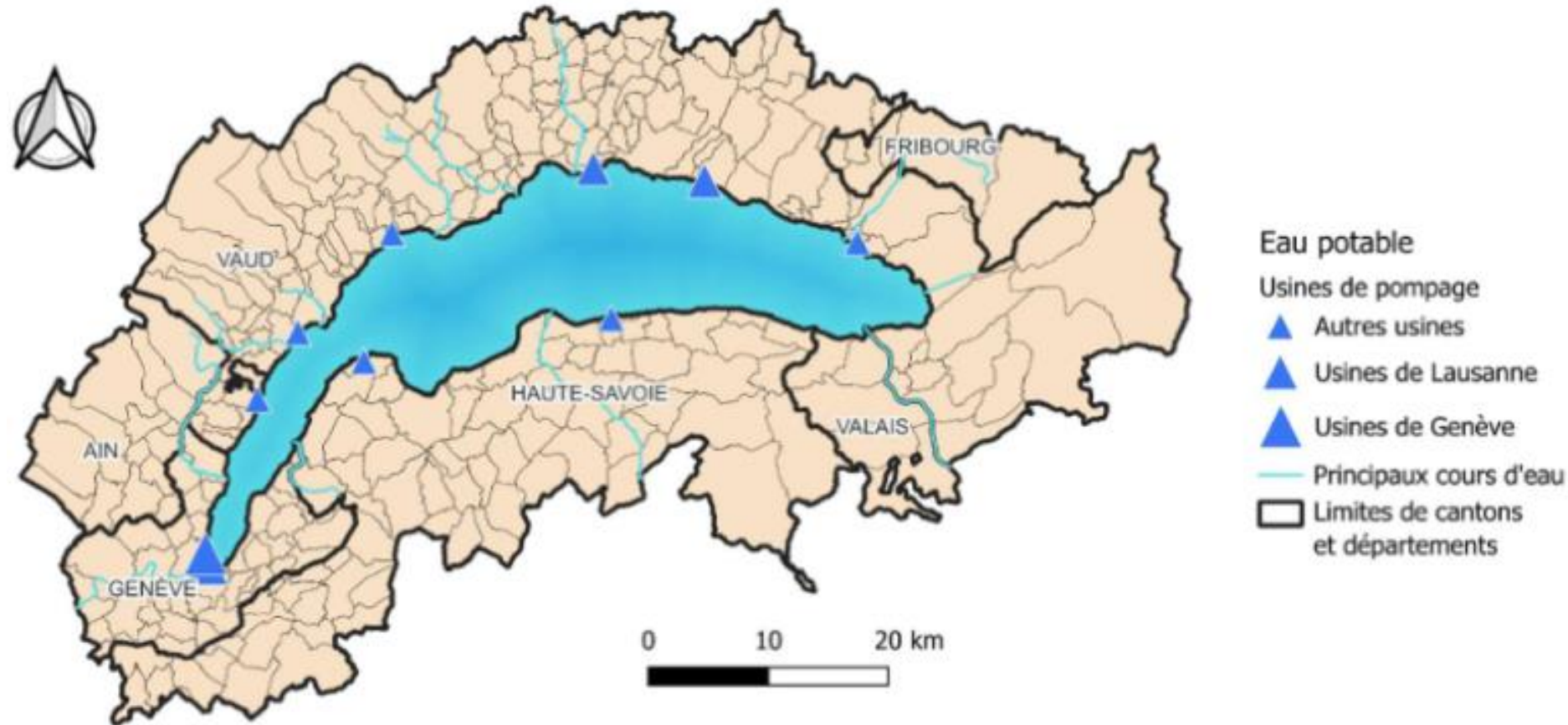
- 1) L'eau potable au Léman
- 2) La pêche professionnelle
- 3) Loisirs nautiques

L'eau potable - Présentation

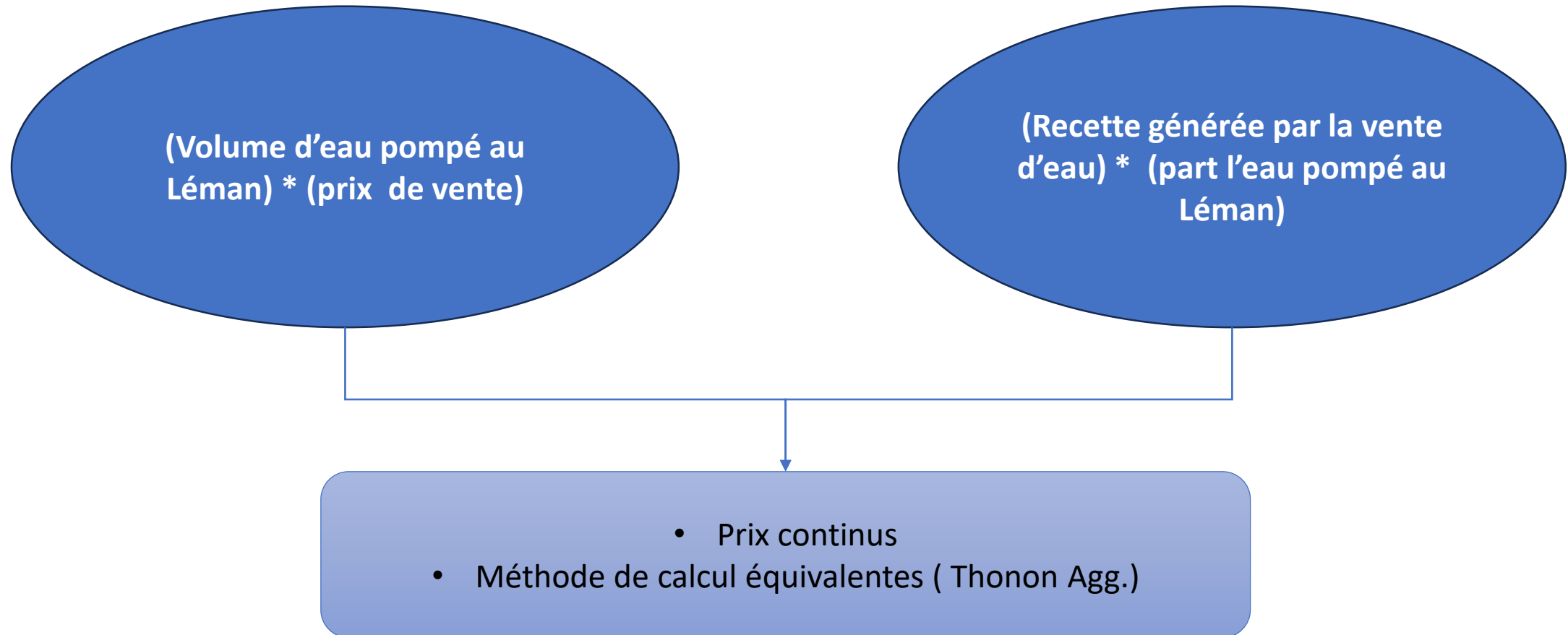
8 entreprises :

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

885 000 pers/an desservies

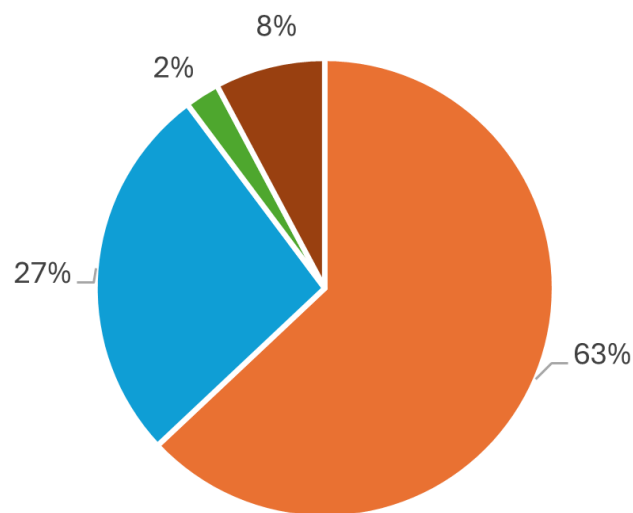


L'eau potable – 2 méthodes de calcul



L'eau potable – Répartition

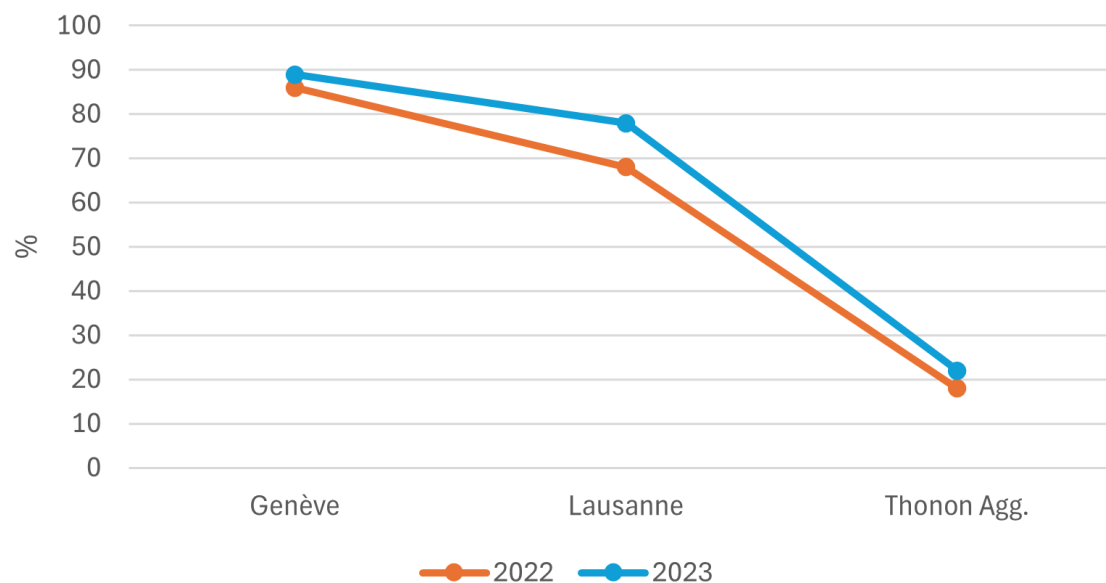
Part des stations dans le pompage total du Léman (2023)



■ Genève ■ Lausanne ■ Autres France ■ Autre Suisse

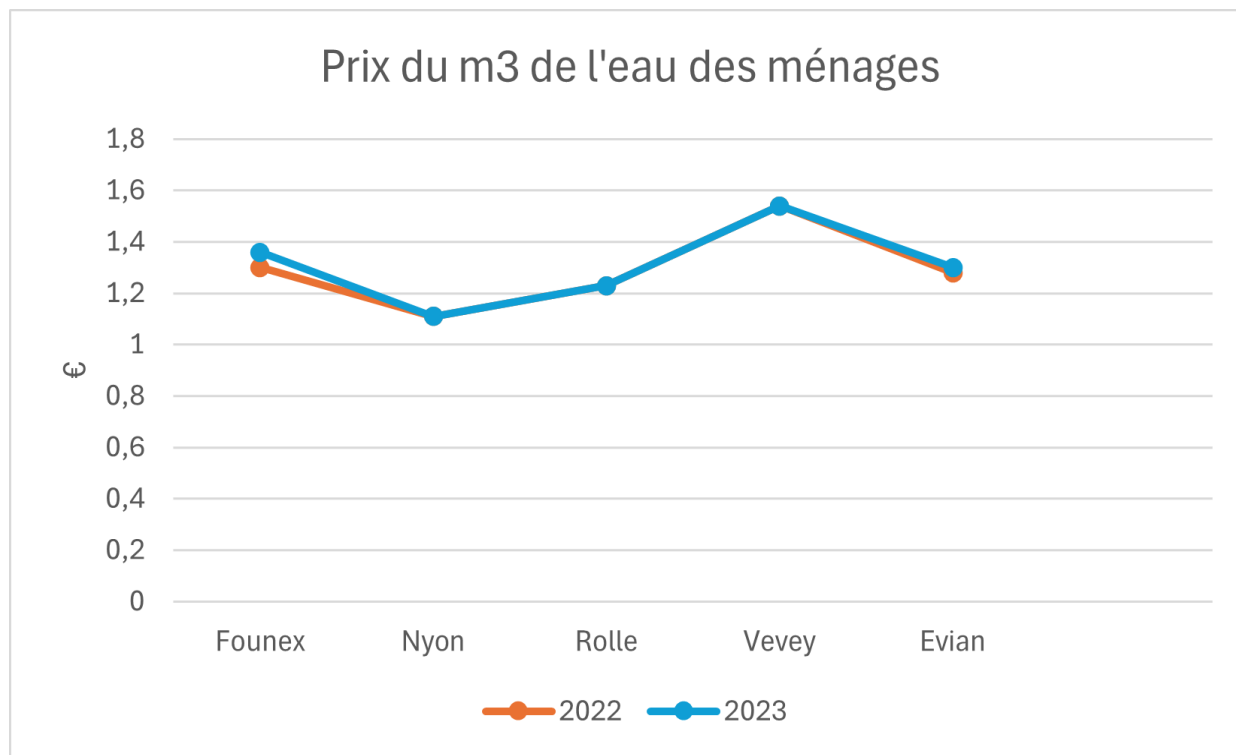
Volume total pompé au Léman = 81,6 M m³

Part d'eau du Léman dans la consommation totale



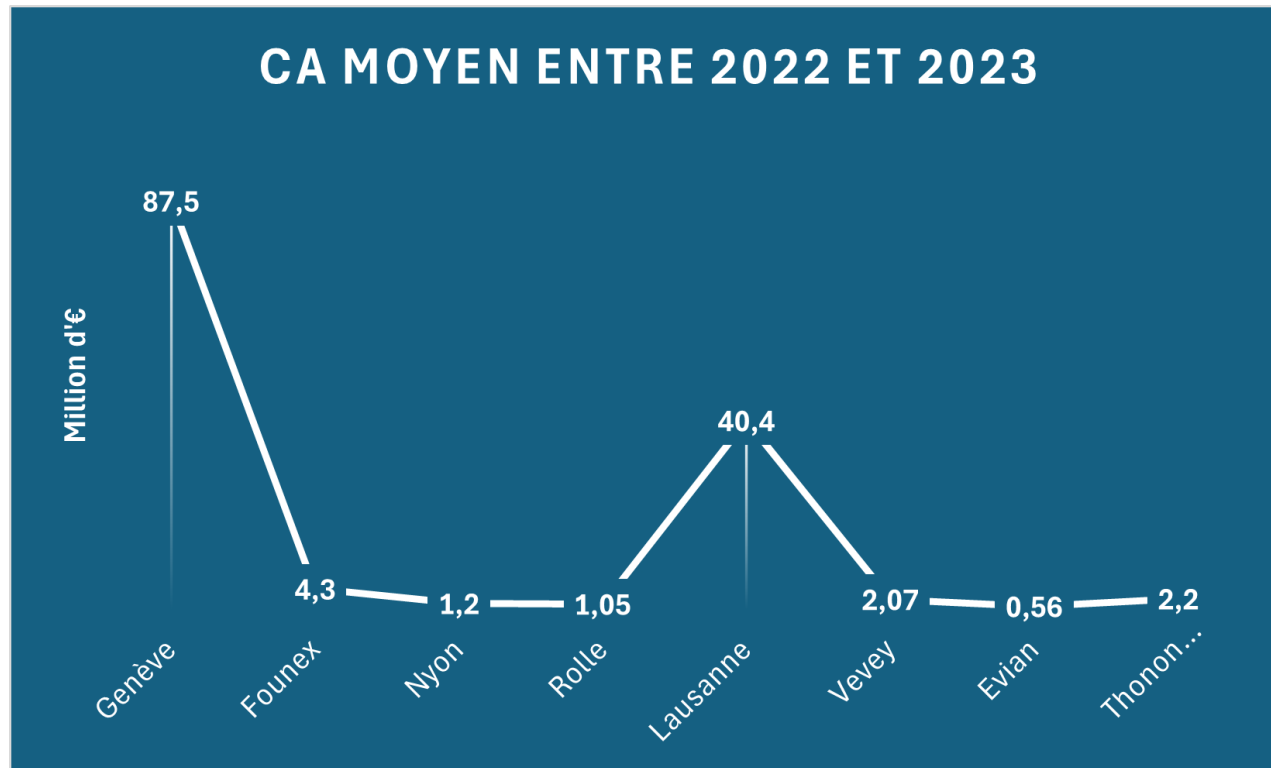
Davantage d'eau du Léman dans la consommation suisse

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

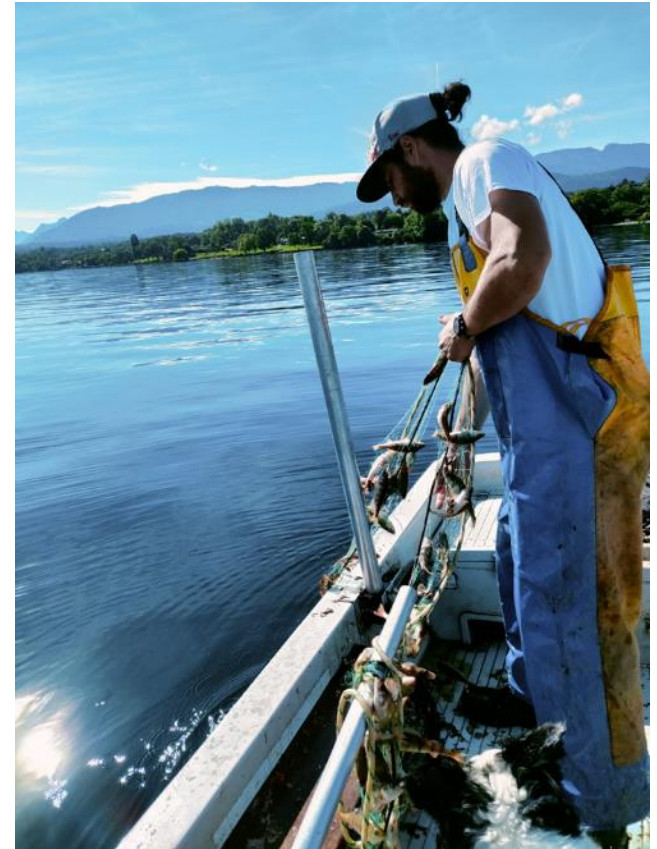


Photo J. Berod

Pêche professionnelle – Méthode de calcul

Secteur primaire

Pêche professionnelle

Tonnage annuel par espèce
*
Prix de vente 2021-23

Secteur secondaire

- Vente de matériel
- Société de nettoyage
- Port

Dépense associée au
métier
*
nb pêcheurs

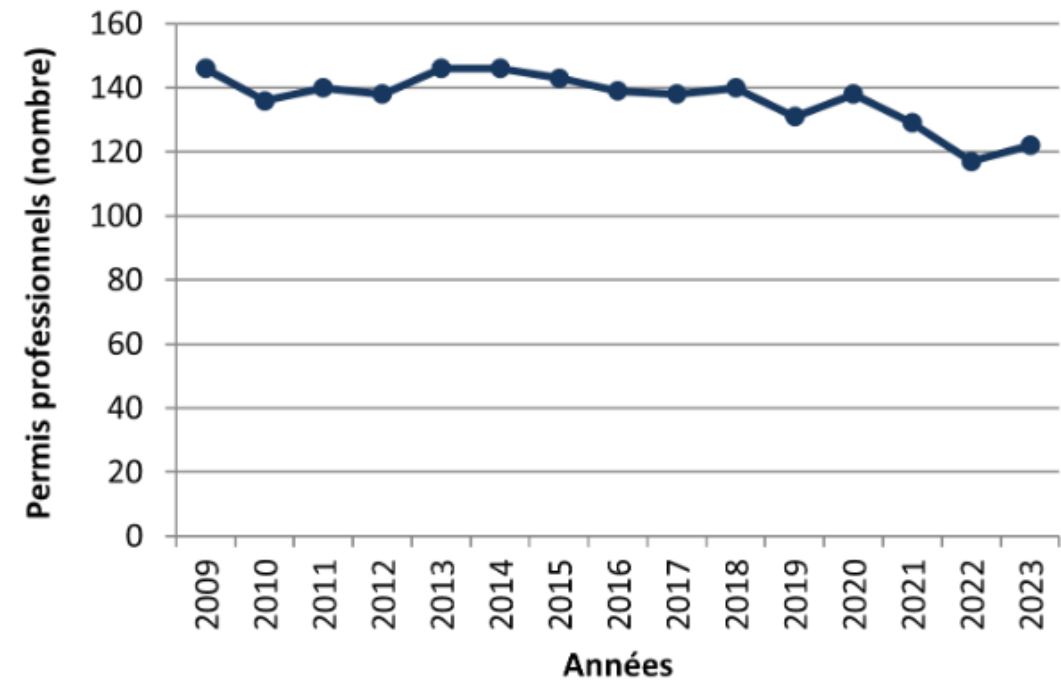
Source : Baulaz 2018

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

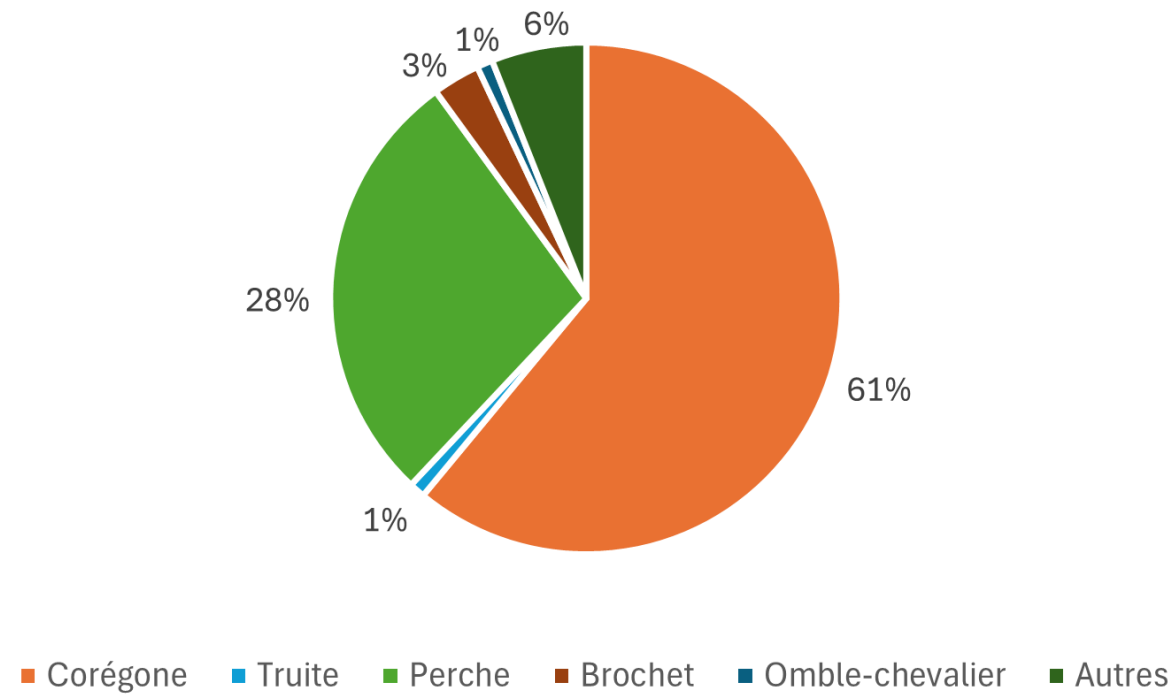
Evolution du nombre total
de permis professionnels - Lac Léman



Pêche professionnelle - Captures

Secteur primaire

Tonnage pêche professionnelle 2023



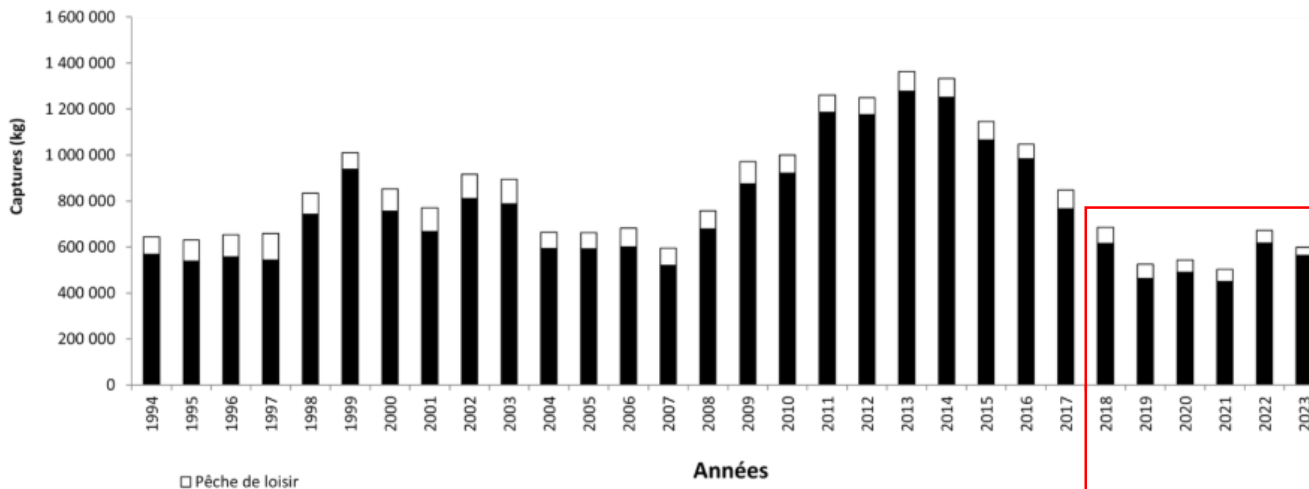
➤ Perche et féra (=corégone) dominantes

Pêche professionnelle - Captures

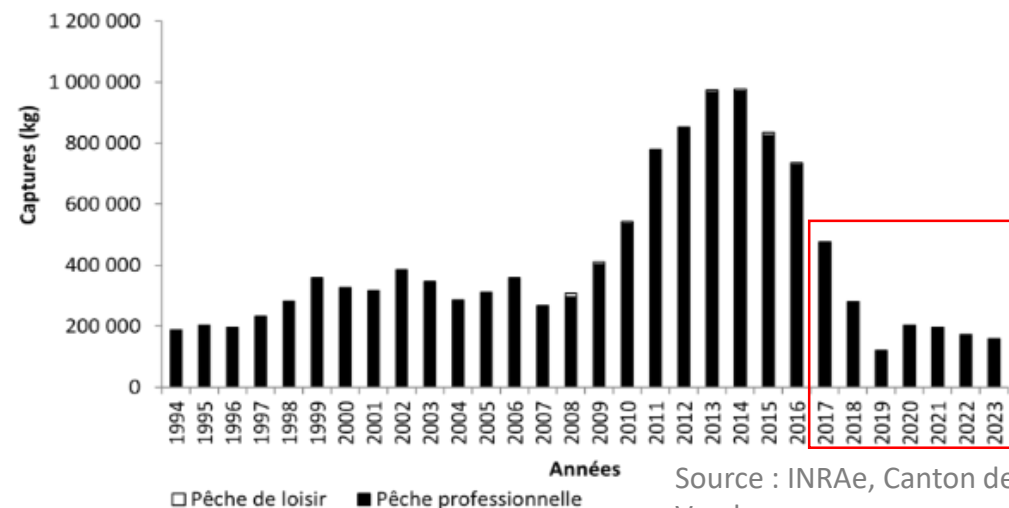
Secteur primaire

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

Historique des captures totales
Lac Léman



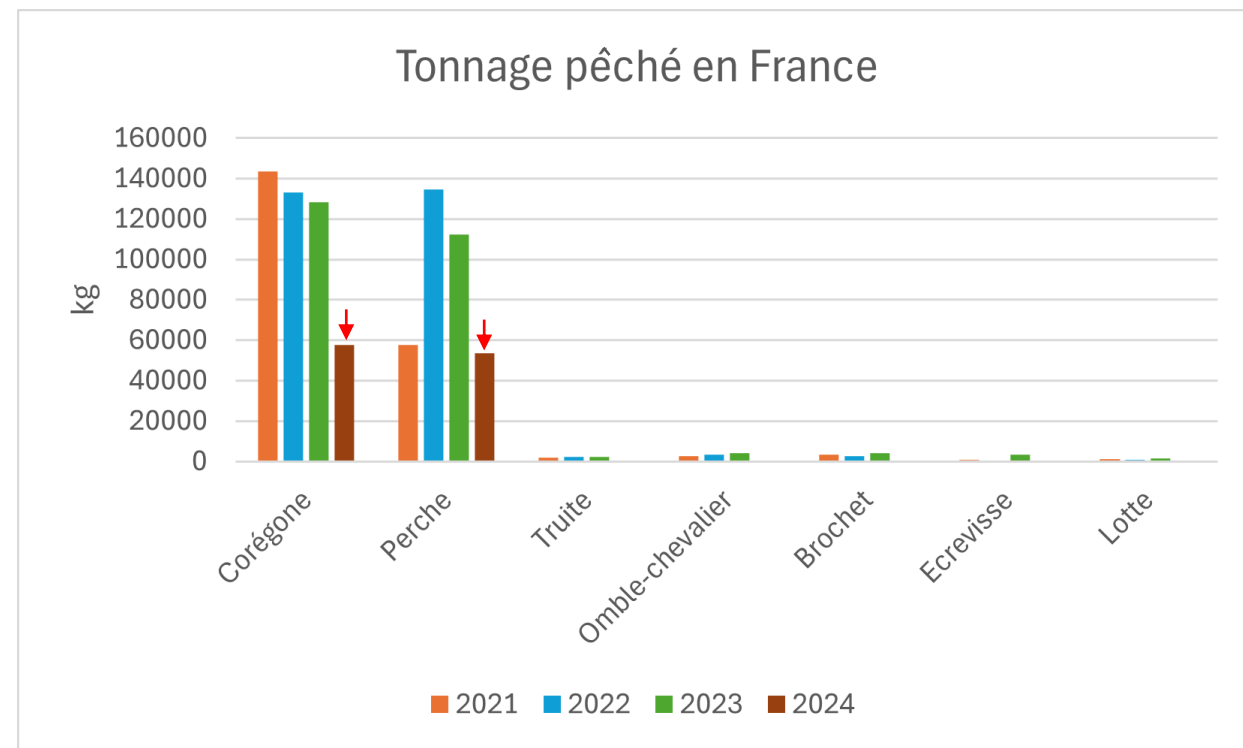
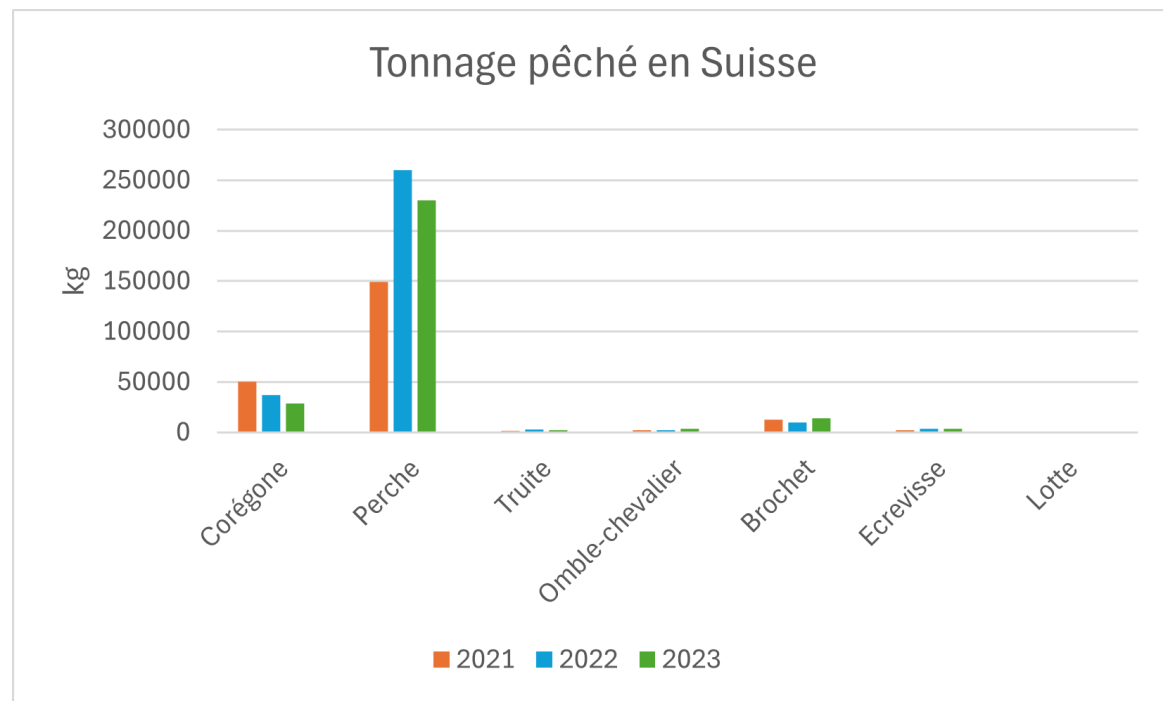
Historique des captures de corégones
Lac Léman



Source : INRAe, Canton de Vaud

Pêche professionnelle – Pêcheries FR/CH

Secteur primaire

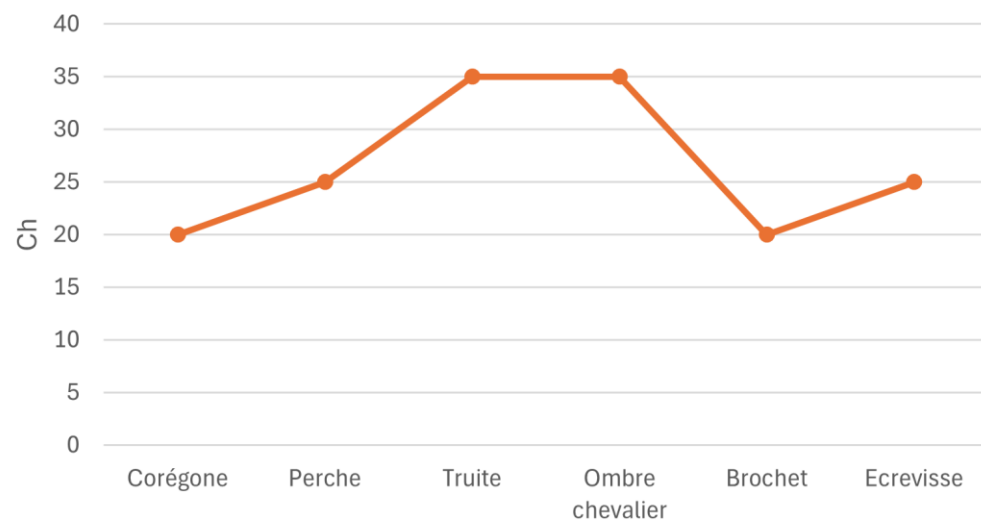


Sources : Canton de Vaud et INRAe

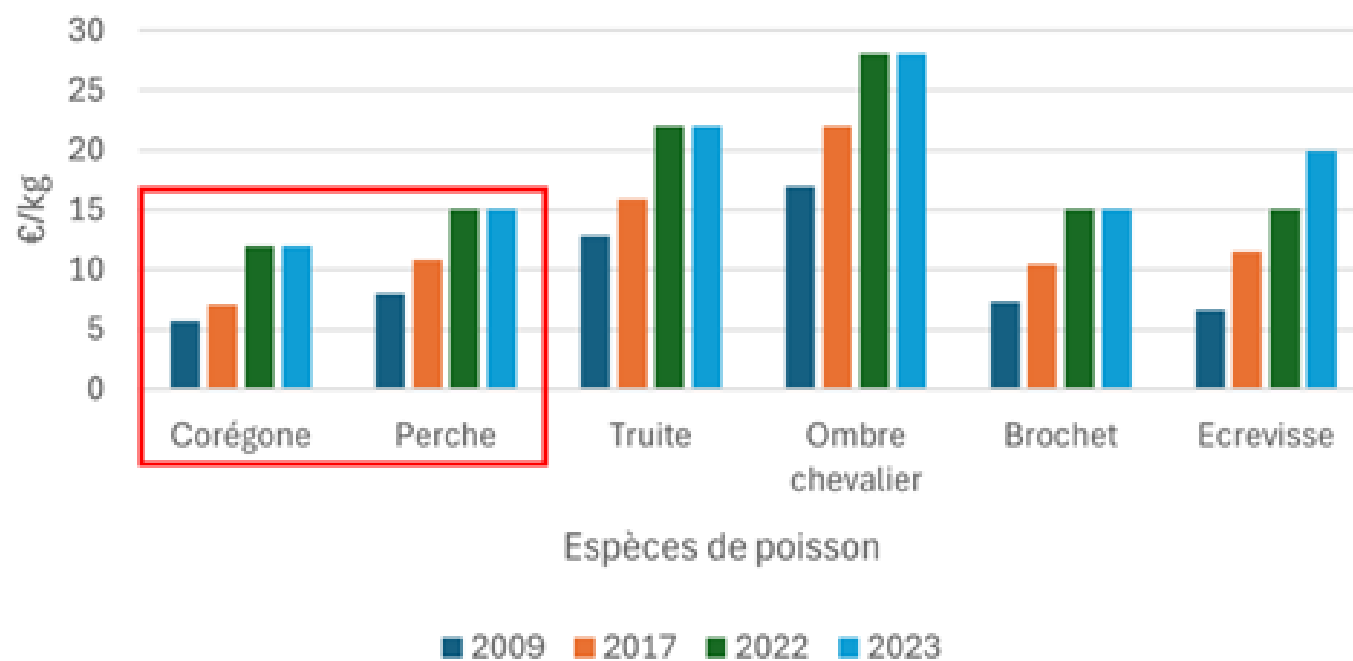
Pêche professionnelle - Prix

Secteur primaire

Prix de vente du poisson en 2023 en Suisse



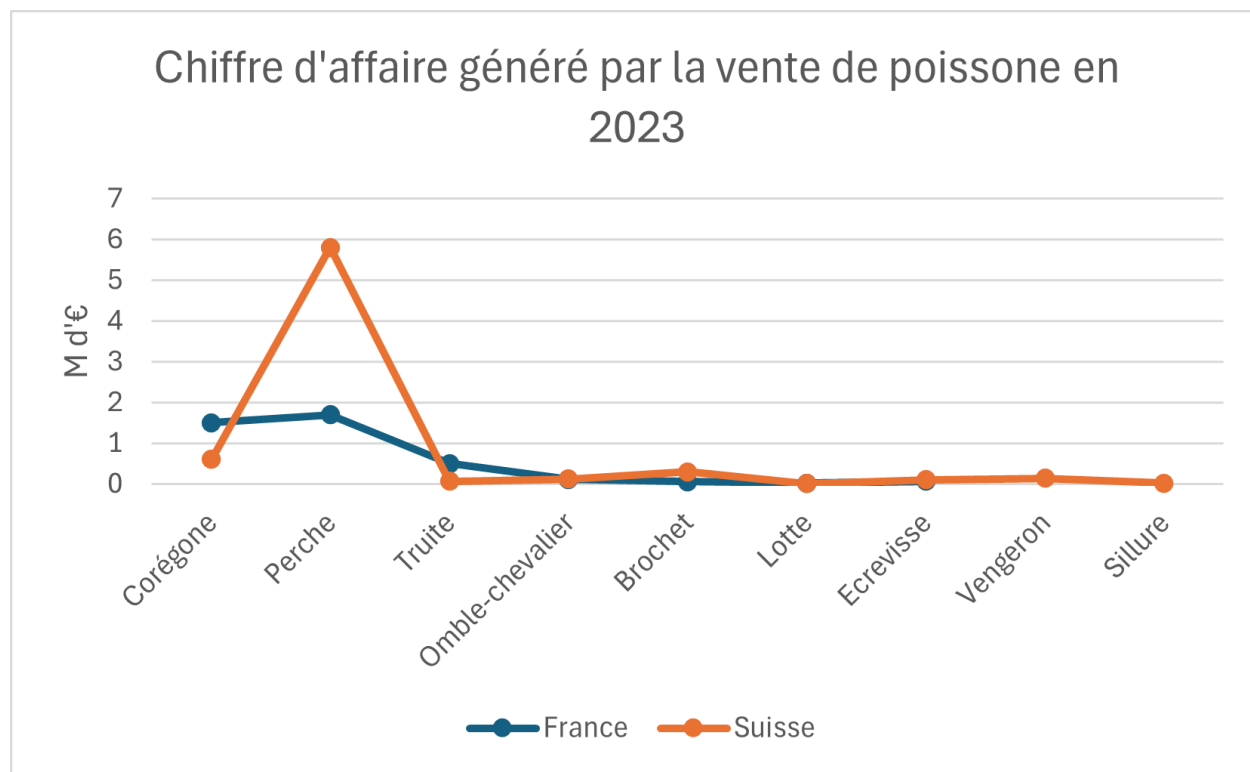
Comparatif du prix des espèces de poisson pêchées au Léman pour la France



Source : ANDinternational 2009 et 2017, pêcheur professionnel

Pêche professionnelle - Résultats

Secteur primaire



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

Secteur primaire

- Permis de pêche
- Pêcheur de loisir

$(\text{prix du permis de pêche}) * (\text{nombre de pêcheur})$

Secteur secondaire

- Matériel de pêche
- Dépenses liées à l'activité

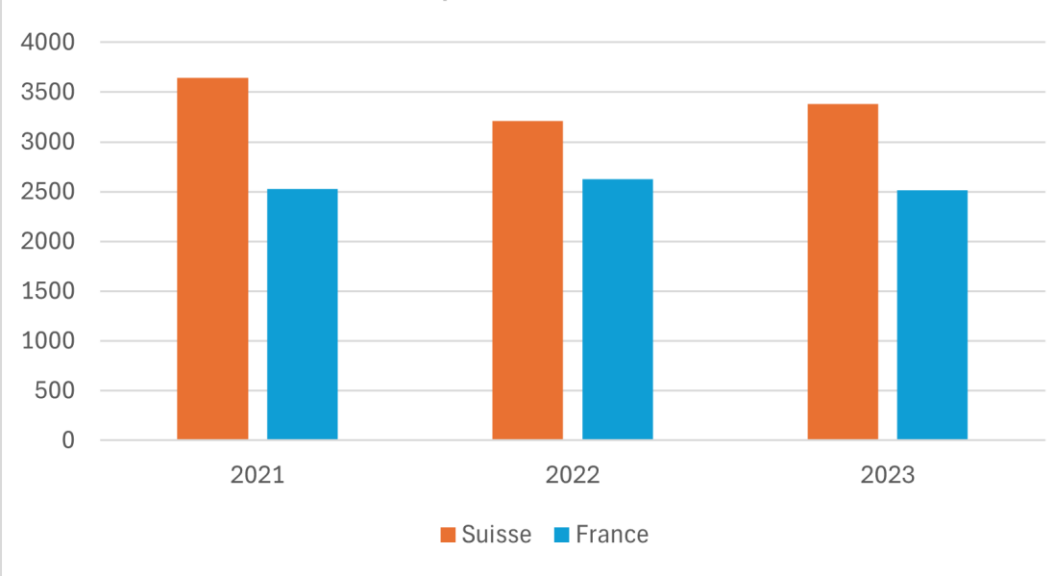
$(\text{dépense associée au métier}) * (\text{nb pêcheur})$

Source : Baulaz 2018

Loisirs nautiques – Pêche de loisir

Secteur primaire

Permis de pêche de loisir vendus



Source : DDT, INRAe, Canton de Vaud

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€**

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

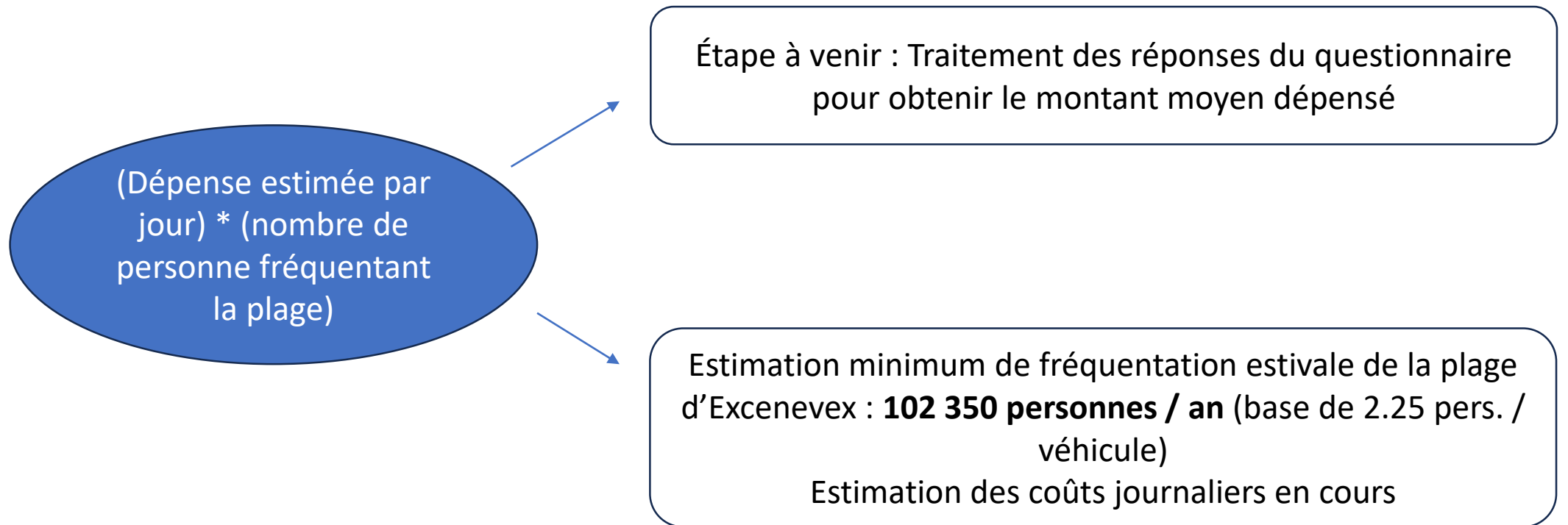
Loisirs nautiques – Pêche de loisir

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

Eau potable



139 M €

Tendance stable 2022-23

Pêche professionnelle



11 M €

Tendance à la baisse?
A confirmer (2024)

Loisirs nautiques



Pêche
0,75 M €



Baignade
?



**A préciser d'après résultats du
questionnaire**

Questionnaire 2025

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



SCAN ME



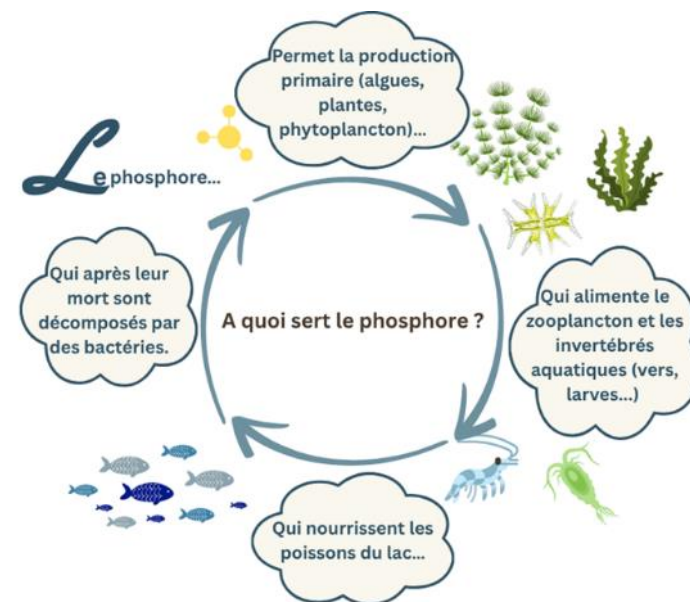
Interreg Cofinancé par l'Union Européenne
France – Suisse

CARRTEL
CENTRE ALPIN DE RECHERCHE
SUR LES PÊCHES TRADITIONNELLES
ET ÉCOPÉCHES LOCALES

SCIMABIO *Interface*

INRAE

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 P _{tot} autour de 15 µg/L	Objectif CIPEL : 10-15 µg/L (plan d'action 2021-2030)	Moins de rétention du phosphore au niveau des STEP _s : 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 fermeture 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 (6-8) selon les plages par été)	Traitements supplémentaires = Risque de diminution du nombre de jours de fermeture de plage fermeture avoisinant le 0	Traitements en baisse = Risque accru d'augmentaion du nombre de jours de fermeture de plage (12-15) 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



  Cofinancé par l'Union Européenne

VOTRE AVIS COMPTE POUR NOUS!



QUEL AVENIR POUR LE LÉMAN ?



ENQUÊTE 2025

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



Kakémono

<https://forms.gle/mCXQEdva8FTryeBeA>

Flyer

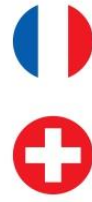
QUEL AVENIR POUR LE LÉMAN ?



ENQUÊTE 2025

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





Interreg
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



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 Laccarrié, 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 scénarii de gestion des eaux lémaniques 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 Stéphane Jacquet, directeur de recherche à l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (IN-



Les premières enquêtes ont débuté à Corzent. Photo Le D.L.G.B.

permettra de mieux comprendre la préférence sociale face aux risques de blooms et ses impacts sur les activités aquatiques (baignades 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 riverains sont les premiers acteurs de ce vaste projet, ses résultats pèseront 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 Stéphane Jacquet.

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

8

LE MESSAGE
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.

LÉMAN

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 les 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 ci-contre).

Directeur de recherche INRAE au CARTEL (Centre alpin de recherche sur les réseaux trophiques et les écosystèmes limniques) à Thonon-les-Bains, Stéphane Jacquet est en charge de son pilotage. Il rappelle que des épisodes de prolifération d'algues, aussi appelés efflorescences ou blooms algaux, 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

Dernière l'acronyme Alga, pour « efflorescences Algales dans le Léman face aux changements Climatiques » 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 sur le 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 Cgpe, l'IASL 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/mCXQEdva87Frye8A>

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)



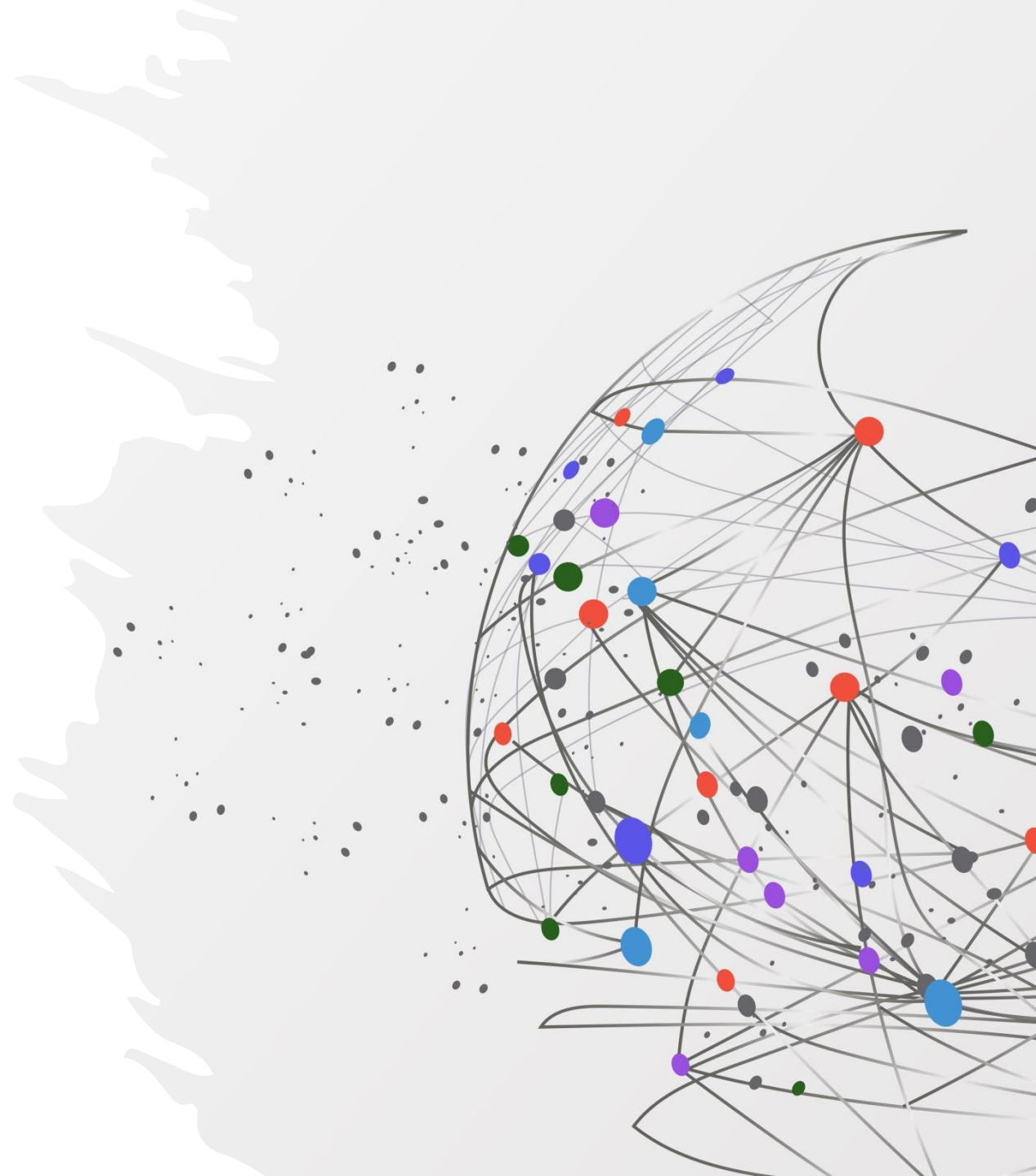
Interreg

France – Suisse

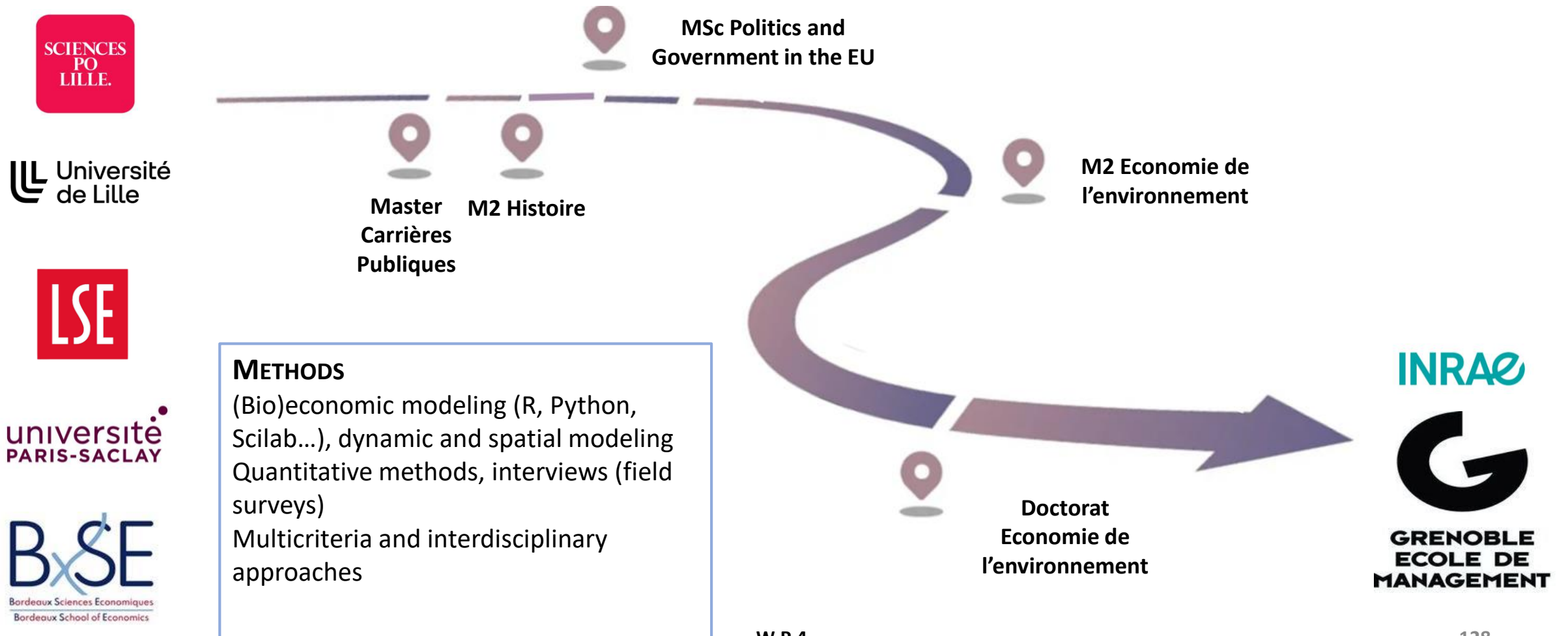


**Cofinancé par
l'Union Européenne**





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

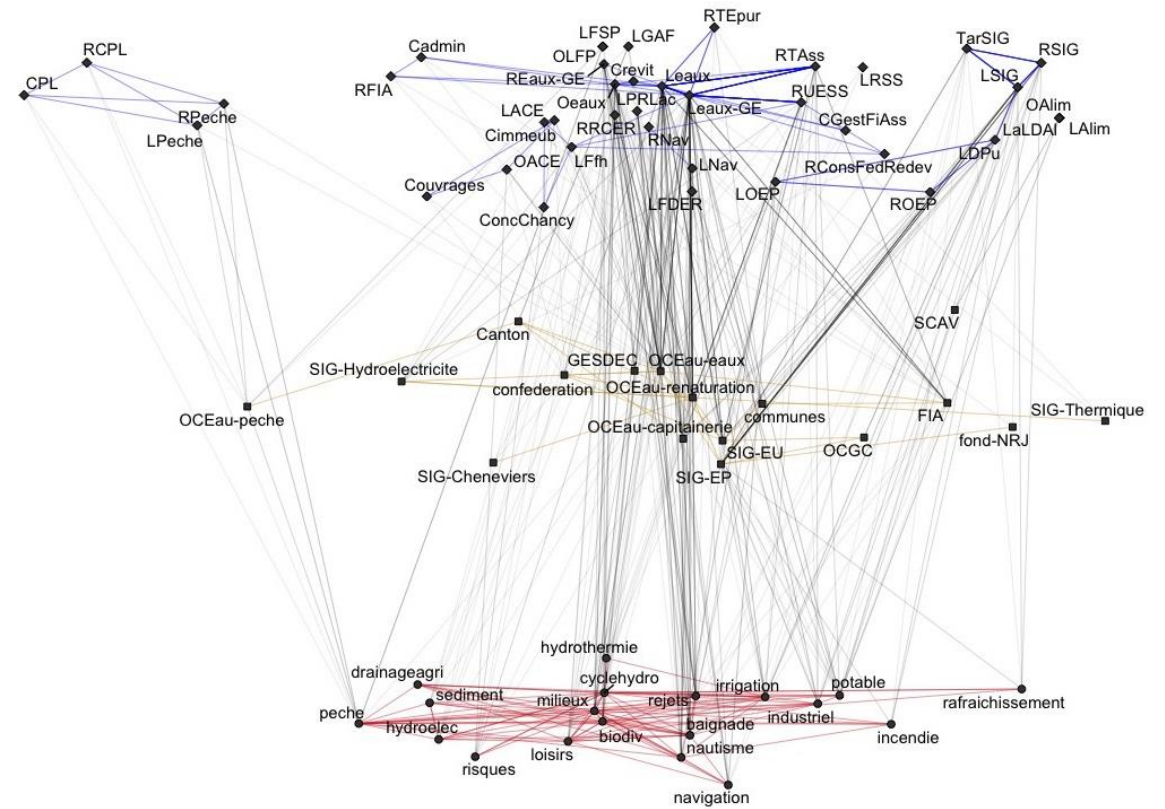
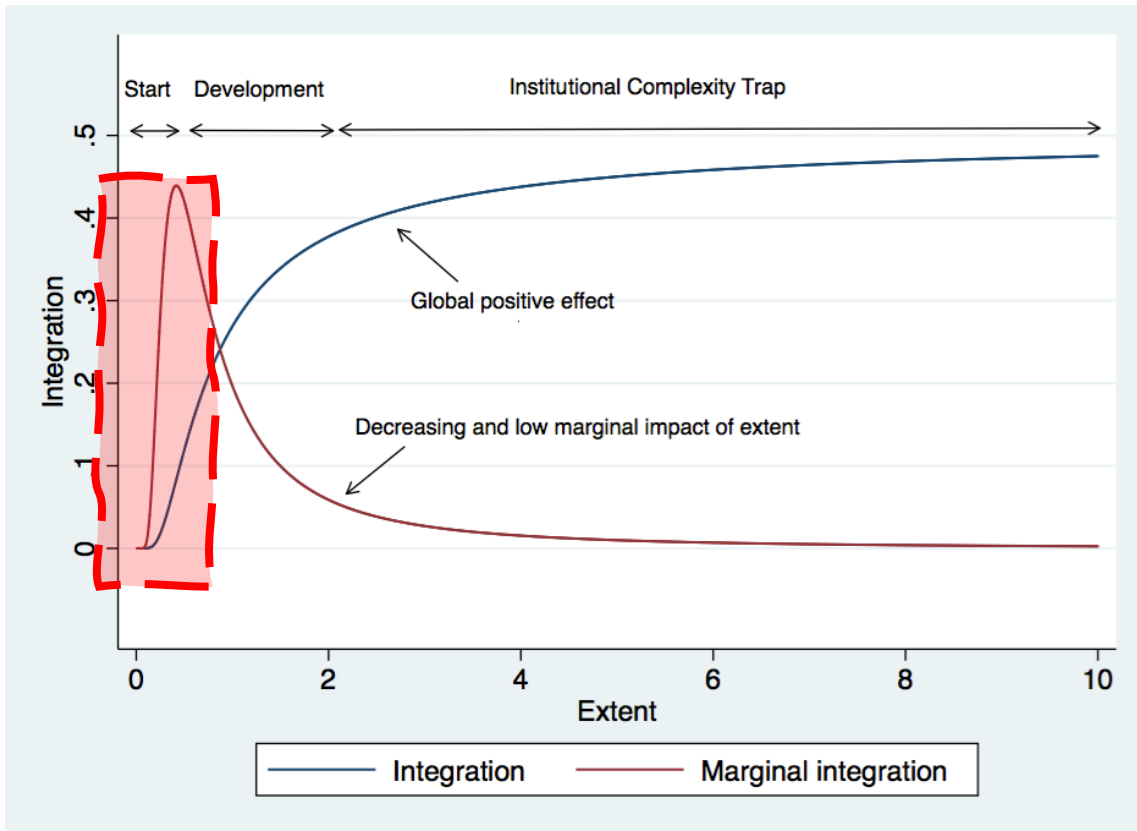
Céline HUBER

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 événements
- Base de données sondés & méthode

WP1&2: traitement information scientifique (expé)

- Hyp. acteurs leaders
- Hyp. incertitude

Plan de recherche

	Dec	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct
Préparation sondage											
Sondage collab											
Analyse											
Id. legal											
Id. instr											
Cod. relations											
Sondage 2											
Analyse											
Papiers											

X

X



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 (LÉXPLORE) ;	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 – hépto- 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	160580	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	160582	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	160610	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	160611	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	160612	Publication	Nombre	3.1.3 Liste de scénarii pour la gestion (WP3)	La liste de scénarii 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	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	un outil mathématique sous forme d'un modèle (WP2)	Logiciel	Nombre	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	1.1.1 des données (WP1)	Base de donnée / Inventaire	Nombre	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>
	1.1.2 Premier relevé des cyanobactéries benthiques (WP1)	Cartographie	Nombre	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>
	1.1.3 analyses de données et toxines (WP1)	Etudes / analyse	Nombre	<input type="text"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>