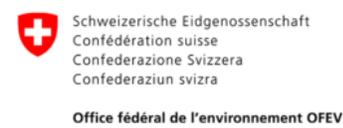
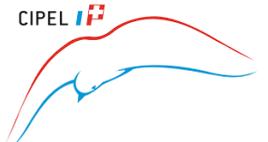


Jeudi 28 novembre 2024

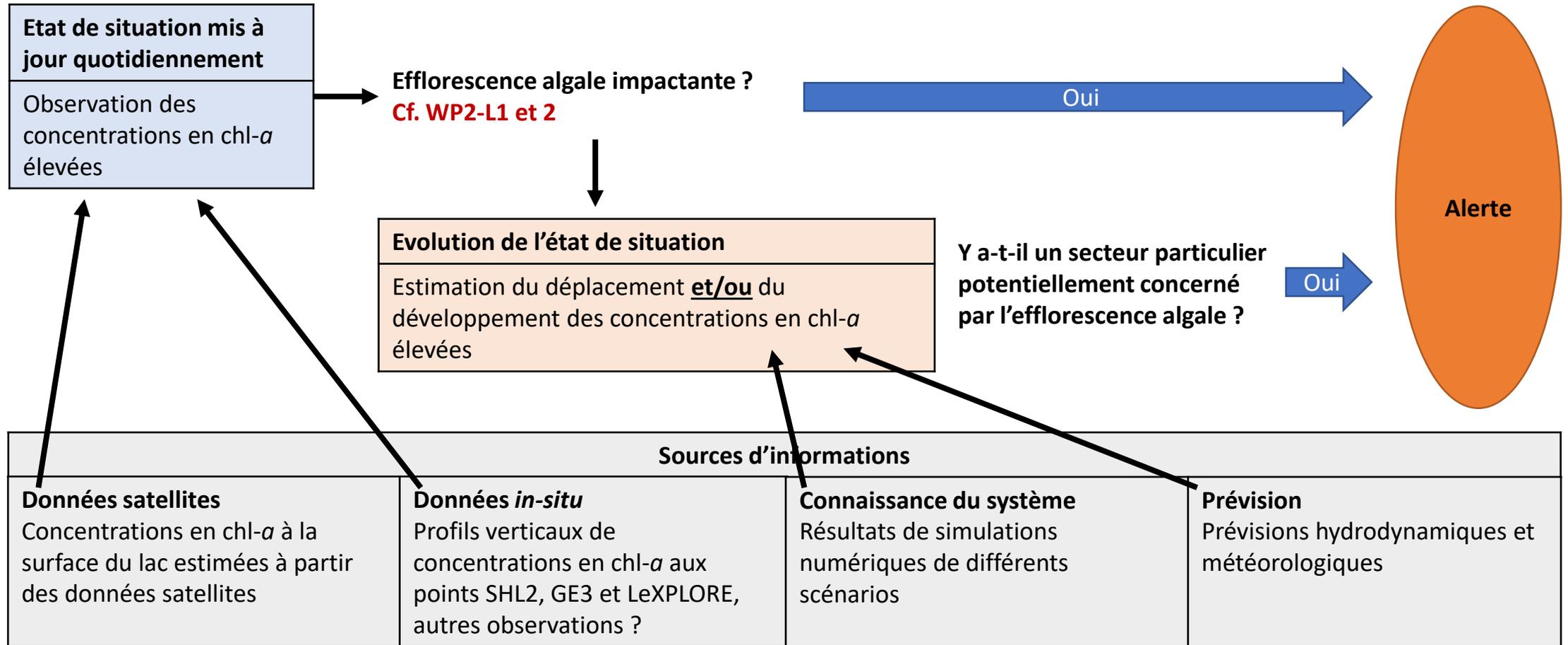
Réunion d'avancement du projet INTERREG FR-CH

ALGA



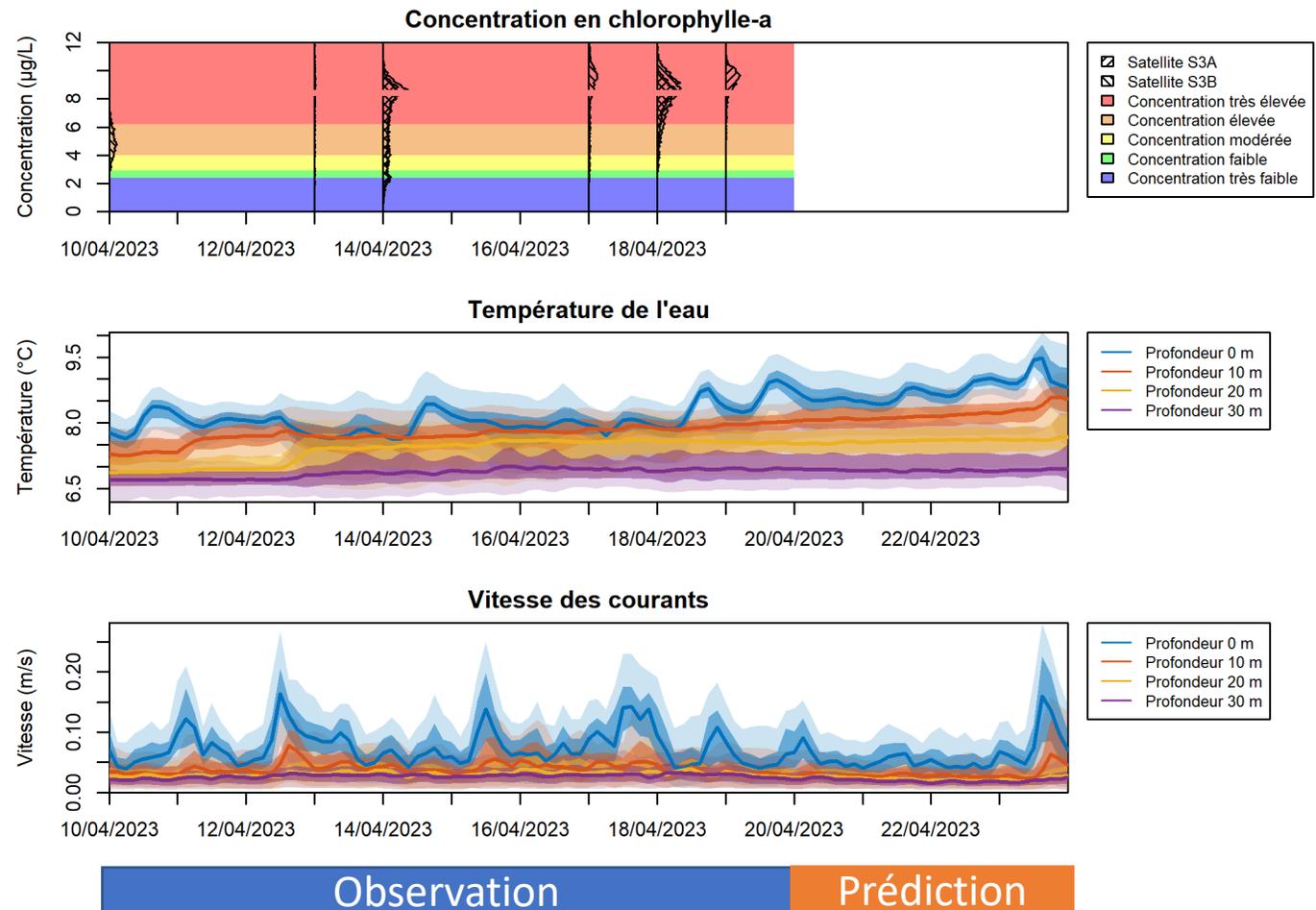
09:00	Starting	
09:05	Stéphan JACQUET	Short introduction
09:10	Frédéric SOULIGNAC <i>et al.</i>	A work on modelisation
09:20	Orlane ANNEVILLE <i>et al.</i>	Data analysis of chla peak
09:30	Orlane ANNEVILLE <i>et al.</i>	Side project : Modelisation around chla peak
09:40	Stéphan JACQUET <i>et al.</i>	Side project : VERTICYA (post-doc work)
09:50	Céline CASENAVE <i>et al.</i>	Side project : CYANOLEM (PhD work of AM)
10:00	Questions - Discussion part 1	
10:20	Nicolas TROMAS <i>et al.</i>	About benthic cyanobacteria
10:30	Mathilde DUGENNE <i>et al.</i>	Phytopk image analysis
10:40	Anna CARRATALA <i>et al.</i>	Gene and toxins
10:50	Bastiaan IBELINGS <i>et al.</i>	Side project: quagga
11:00	Laurene TO LAN GLASS HALER <i>et al.</i>	Side project: The LemnScope
11:10	Questions - Discussion part 2	
11:30	Frédéric SOULIGNAC <i>et al.</i>	Overview of the bibliography
11:40	Stéphan JACQUET <i>et al.</i>	Local documentation
11:50	Alexandre RICHARD <i>et al.</i>	Perception
12:10	Questions - Discussion part 3	
12:30	End of meeting	

Modèle conceptuel prédictif de l'impact des blooms et diagramme de décision

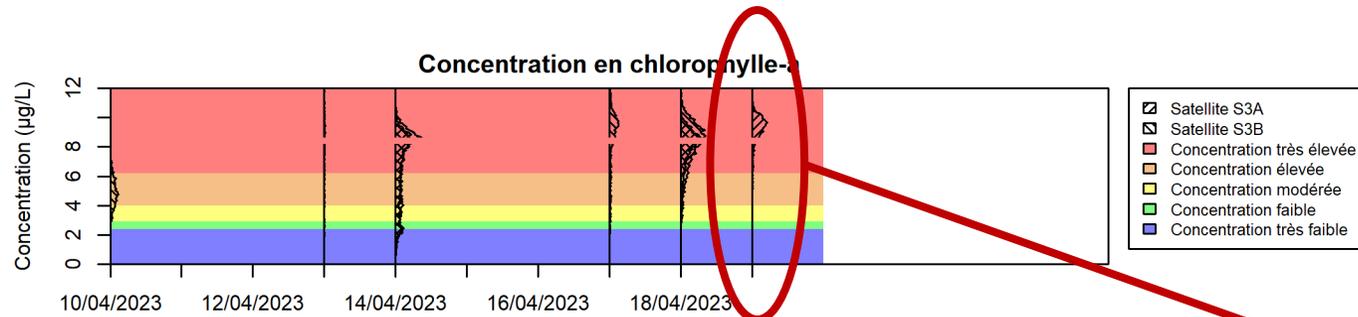


Etat de situation mis à jour quotidiennement

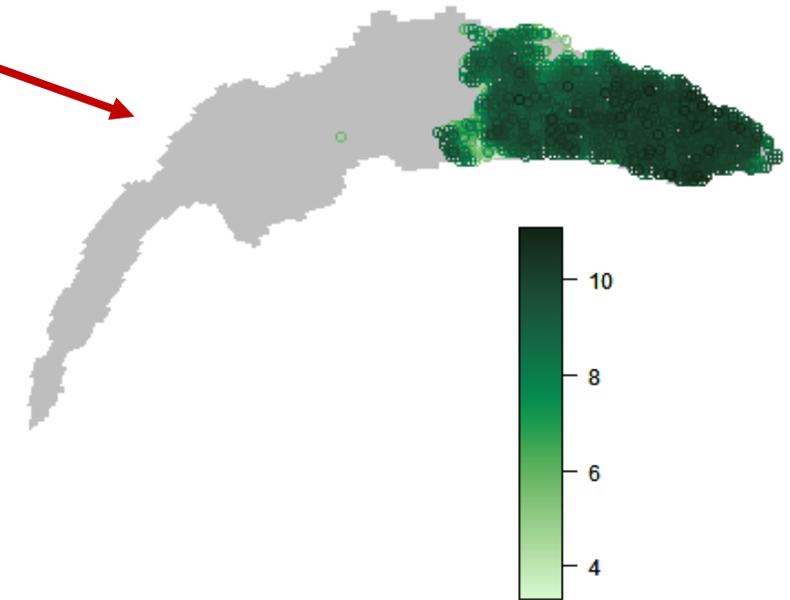
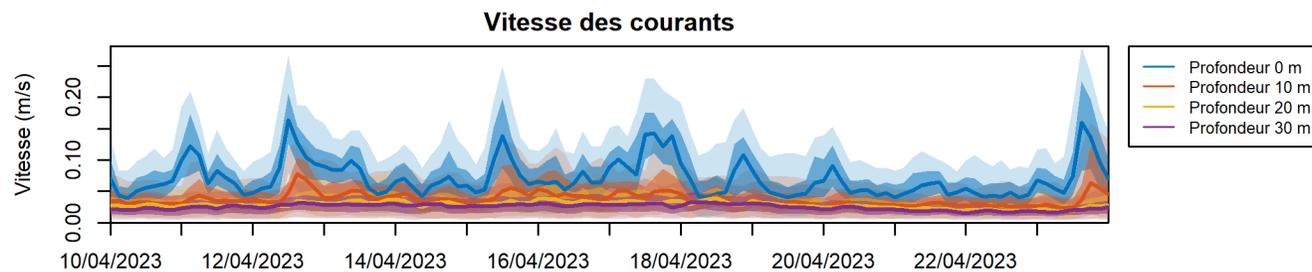
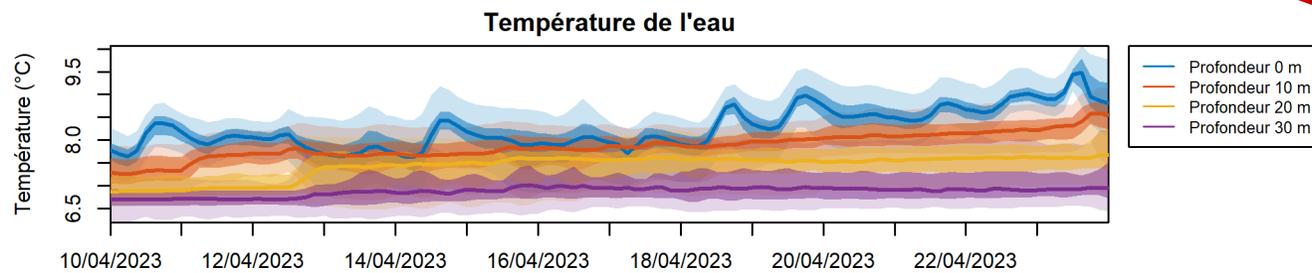
- Données [Alplakes](#)
 - Sentinel-3
 - Delft-3D
- 10 jours d'observation (Sentinel-3 et Delft-3D)
- 4 jours de prédiction (Delft-3D)



Etat de situation mis à jour quotidiennement



**Bloom en surface ou pic profond ?
Quid de l'évolution de la chlorophylle-a ?**



Bloom en surface vs. pic profond

#	Date	Bloom en surface ou pic profond ?	Concentration max.	Profondeur associée
1	Mars 2017	Bloom en surface	9 µg/L	Surface
2	Mai 2018	Pic profond	19 µg/L	10 m
3	Septembre 2018	Pic profond	37 µg/L	13 m
4	Juin 2020	Pic profond	26 µg/L	21 m
5	Novembre 2020	Bloom en surface	10 µg/L	Surface
6	Avril 2021	Pic profond	20 µg/L	12 m
7	Septembre 2021	Bloom en surface	?	Surface
8	Juin 2022	Pic profond	21 µg/L	21 m
9	Avril 2023	Bloom en surface	11 µg/L	Surface
10	Juin 2023	Pic profond	18 µg/L	13 m

Données issue de l'analyse des profils SHL2 entre décembre 2016 et aujourd'hui

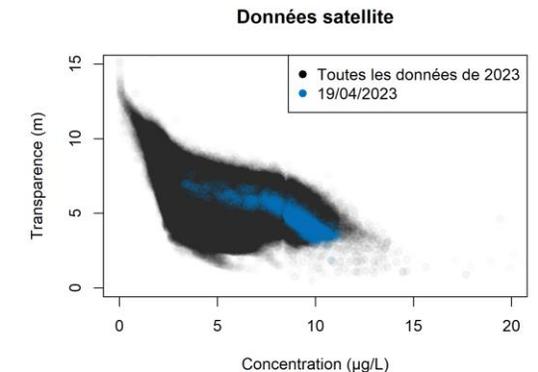
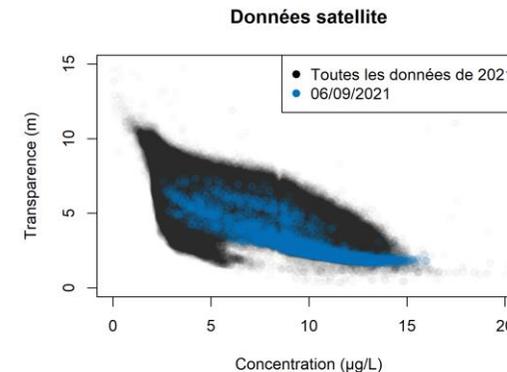
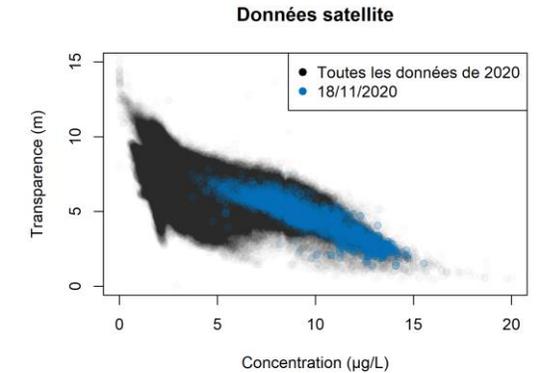
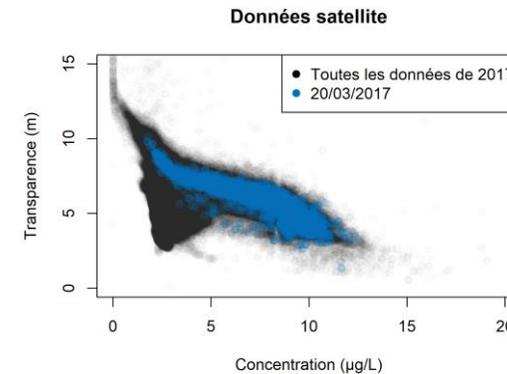
*Uroglena, 2021

Bloom en surface vs. pic profond

#	Date	Bloom en surface ou pic profond ?	Concentration max.	Profondeur associée
1	Mars 2017	Bloom en surface	9 µg/L	Surface
2	Mai 2018	Pic profond	19 µg/L	10 m
3	Septembre 2018	Pic profond	37 µg/L	13 m
4	Juin 2020	Pic profond	26 µg/L	21 m
5	Novembre 2020	Bloom en surface	10 µg/L	Surface
6	Avril 2021	Pic profond	20 µg/L	12 m
7	Septembre 2021	Bloom en surface	?	Surface
8	Juin 2022	Pic profond	21 µg/L	21 m
9	Avril 2023	Bloom en surface	11 µg/L	Surface
10	Juin 2023	Pic profond	18 µg/L	13 m

Données issue de l'analyse des profils SHL2 entre décembre 2016 et aujourd'hui

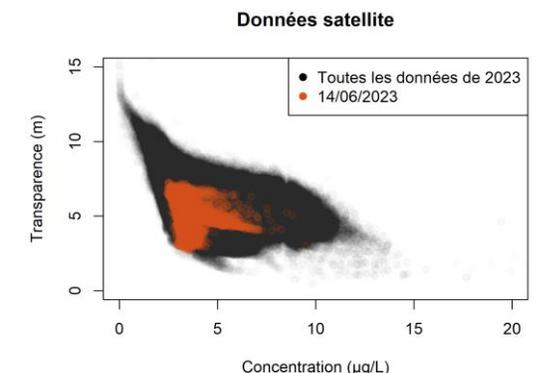
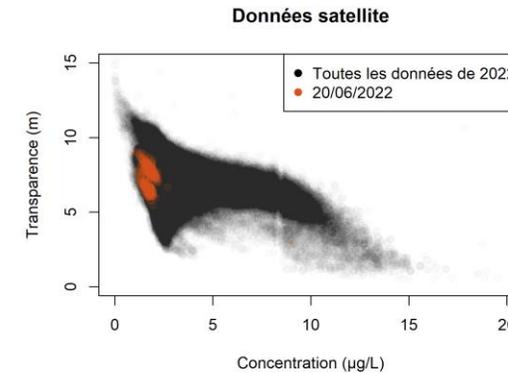
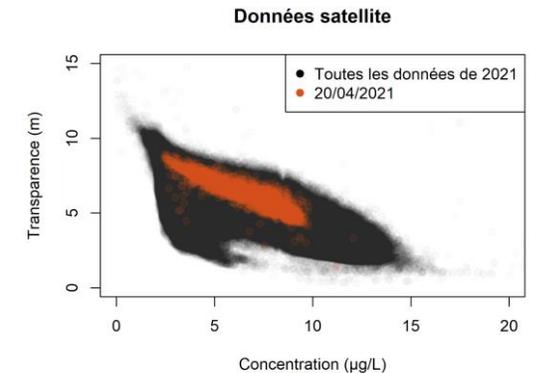
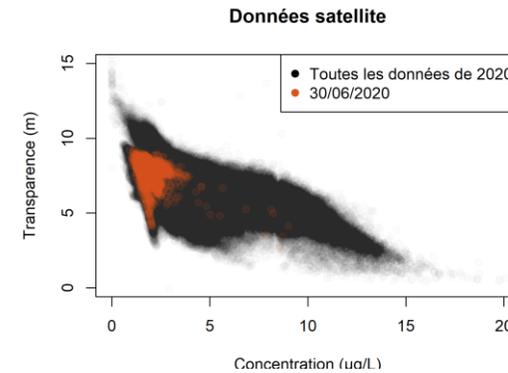
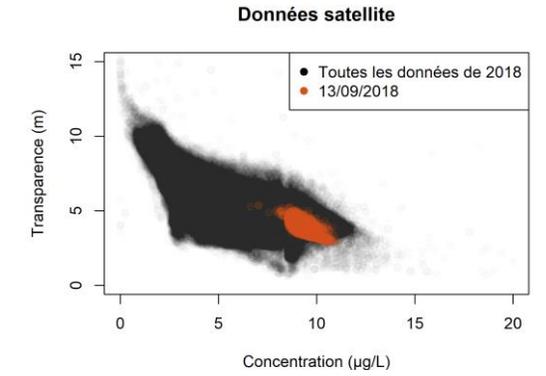
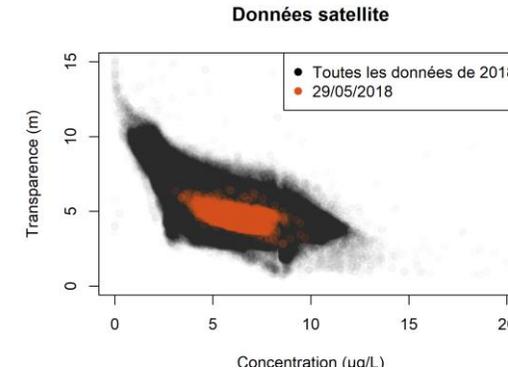
*Uroglena, 2021



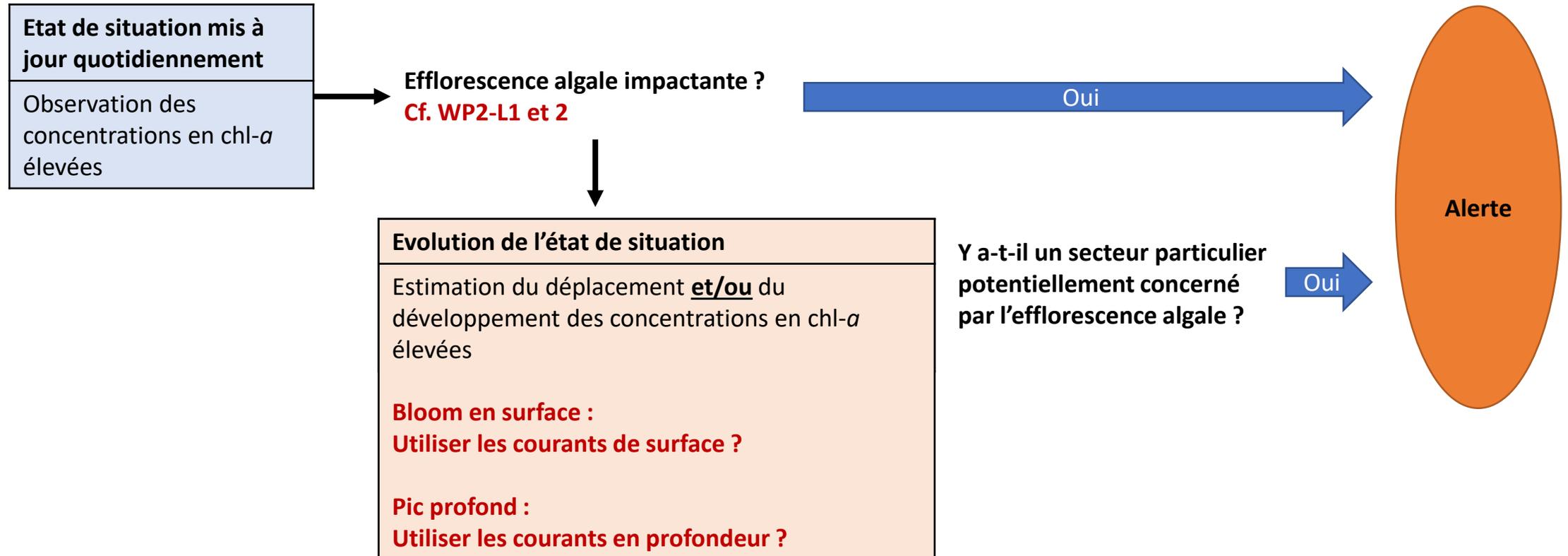
Bloom en surface vs. pic profond

#	Date	Bloom en surface ou pic profond ?	Concentration max.	Profondeur associée
1	Mars 2017	Bloom en surface	9 µg/L	Surface
2	Mai 2018	Pic profond	19 µg/L	10 m
3	Septembre 2018	Pic profond	37 µg/L	13 m
4	Juin 2020	Pic profond	26 µg/L	21 m
5	Novembre 2020	Bloom en surface	10 µg/L	Surface
6	Avril 2021	Pic profond	20 µg/L	12 m
7	Septembre 2021	Bloom en surface	?	Surface
8	Juin 2022	Pic profond	21 µg/L	21 m
9	Avril 2023	Bloom en surface	11 µg/L	Surface
10	Juin 2023	Pic profond	18 µg/L	13 m

Données issue de l'analyse des profils SHL2 entre décembre 2016 et aujourd'hui
 *Uroglena, 2021

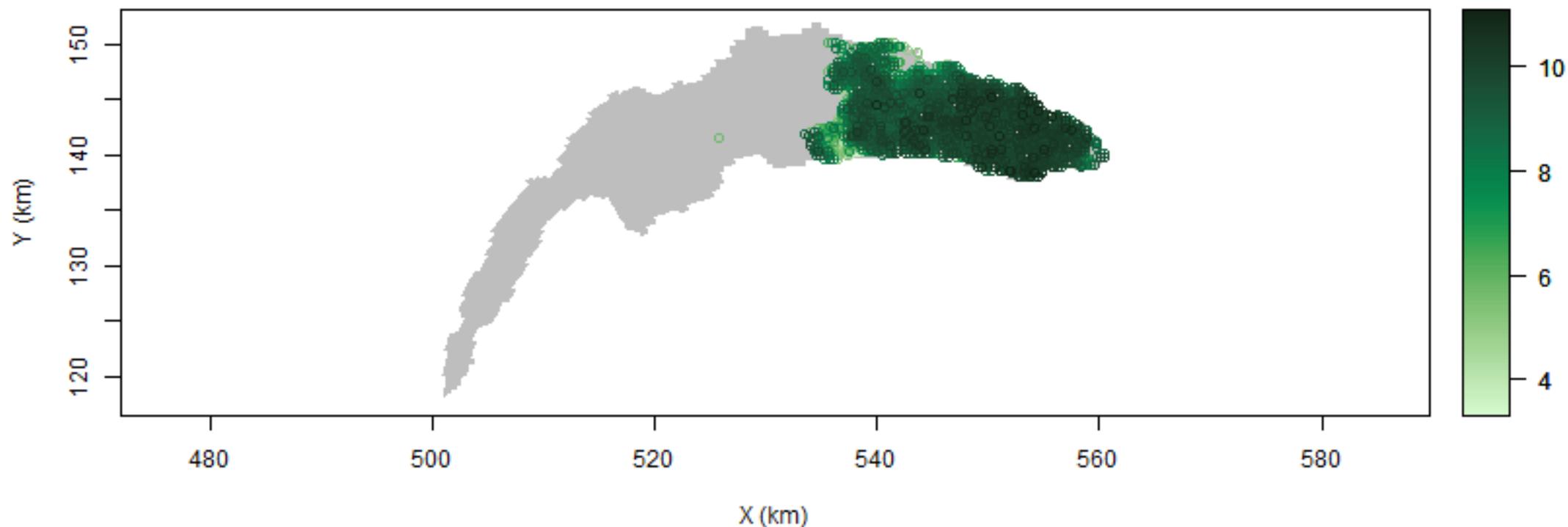


Evolution de l'état de situation



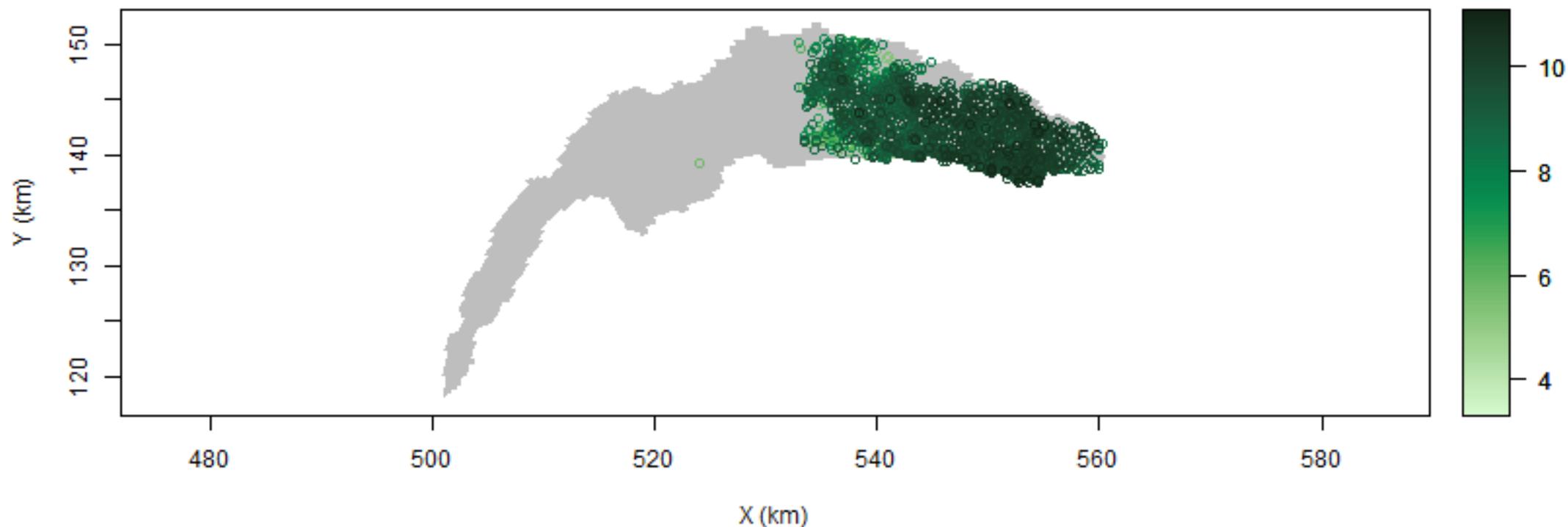
Evolution de l'état de situation

Estimation de la concentration en chlorophylle-a ($\mu\text{g/L}$)
19/04/2023 12:00



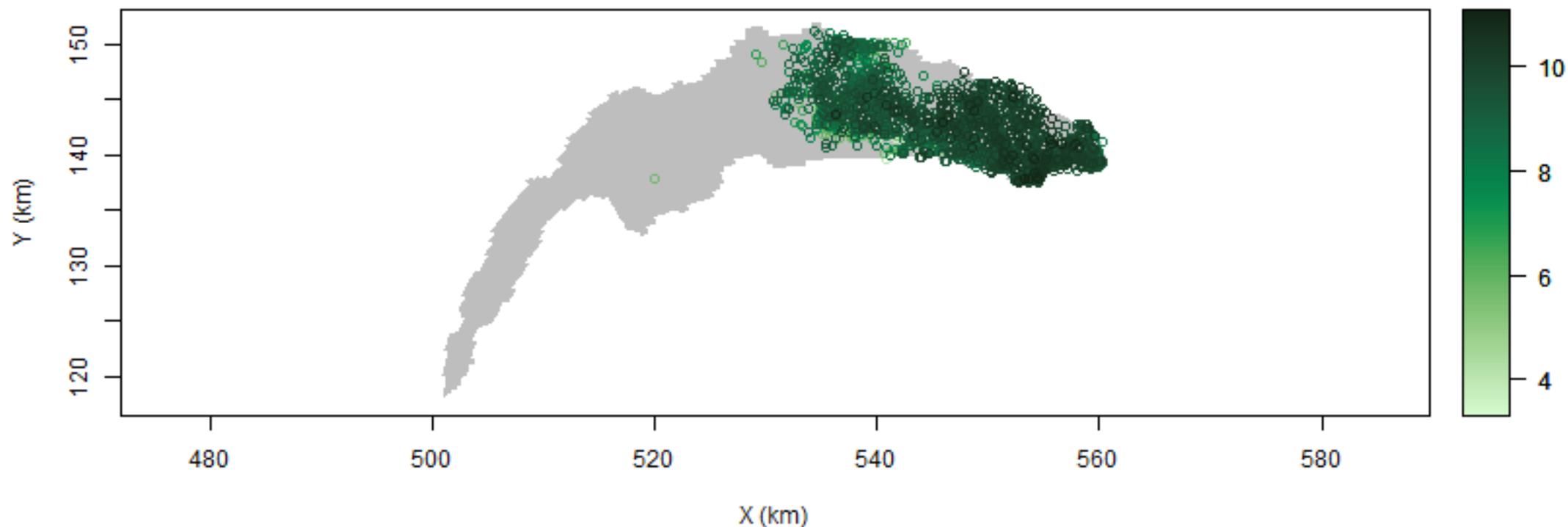
Evolution de l'état de situation

Estimation de la concentration en chlorophylle-a ($\mu\text{g/L}$)
20/04/2023 12:00



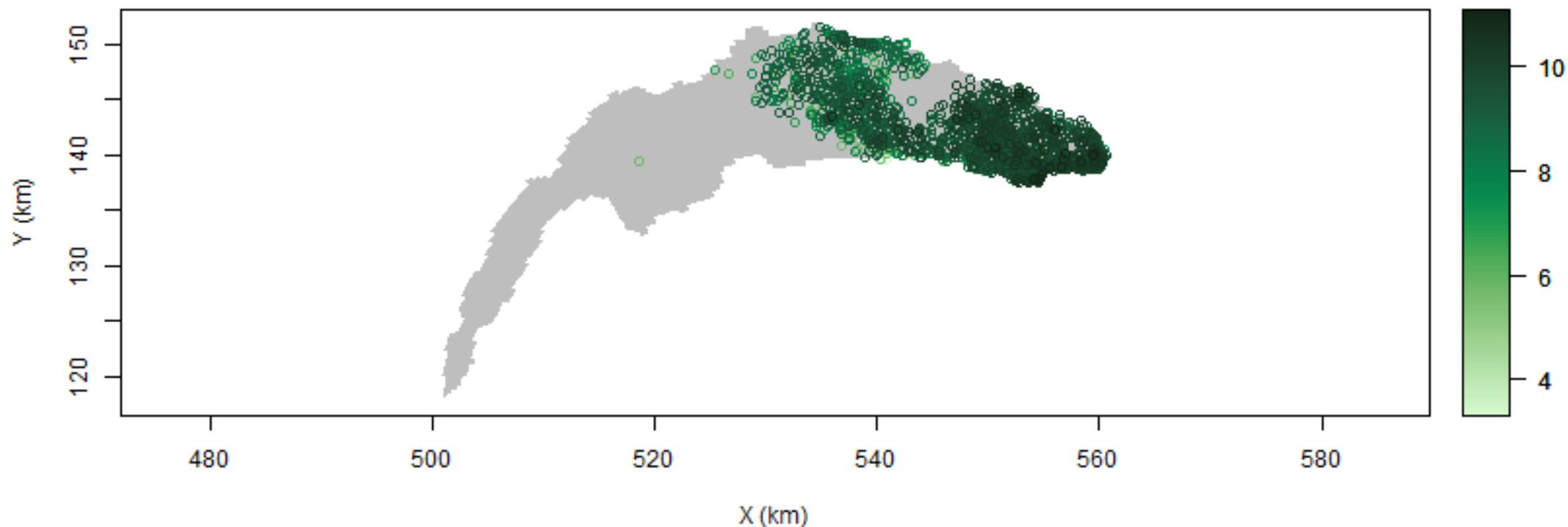
Evolution de l'état de situation

Estimation de la concentration en chlorophylle-a ($\mu\text{g/L}$)
21/04/2023 12:00



Evolution de l'état de situation

Estimation de la concentration en chlorophylle-a ($\mu\text{g/L}$)
22/04/2023 12:00

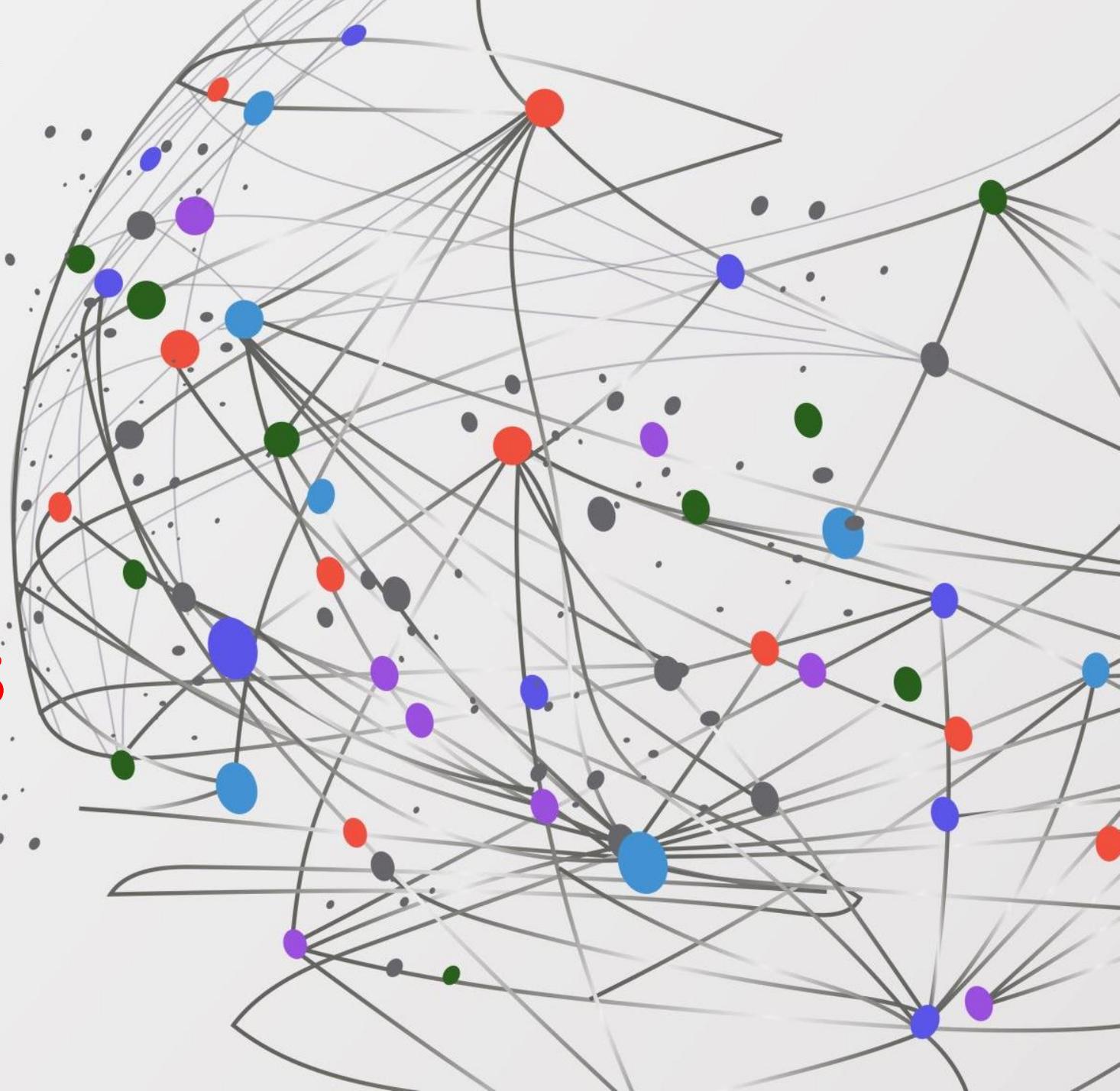


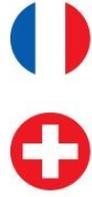
Perspectives

- Calibration/validation du modèle d'évolution de la situation
- Connaissances du système avec le modèle MITgcm

WP2:
Impacts des
efflorescences
algales et
cyanobactériennes

Taches et planification
S. Jacquet & O. Anneville





Interreg

France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne

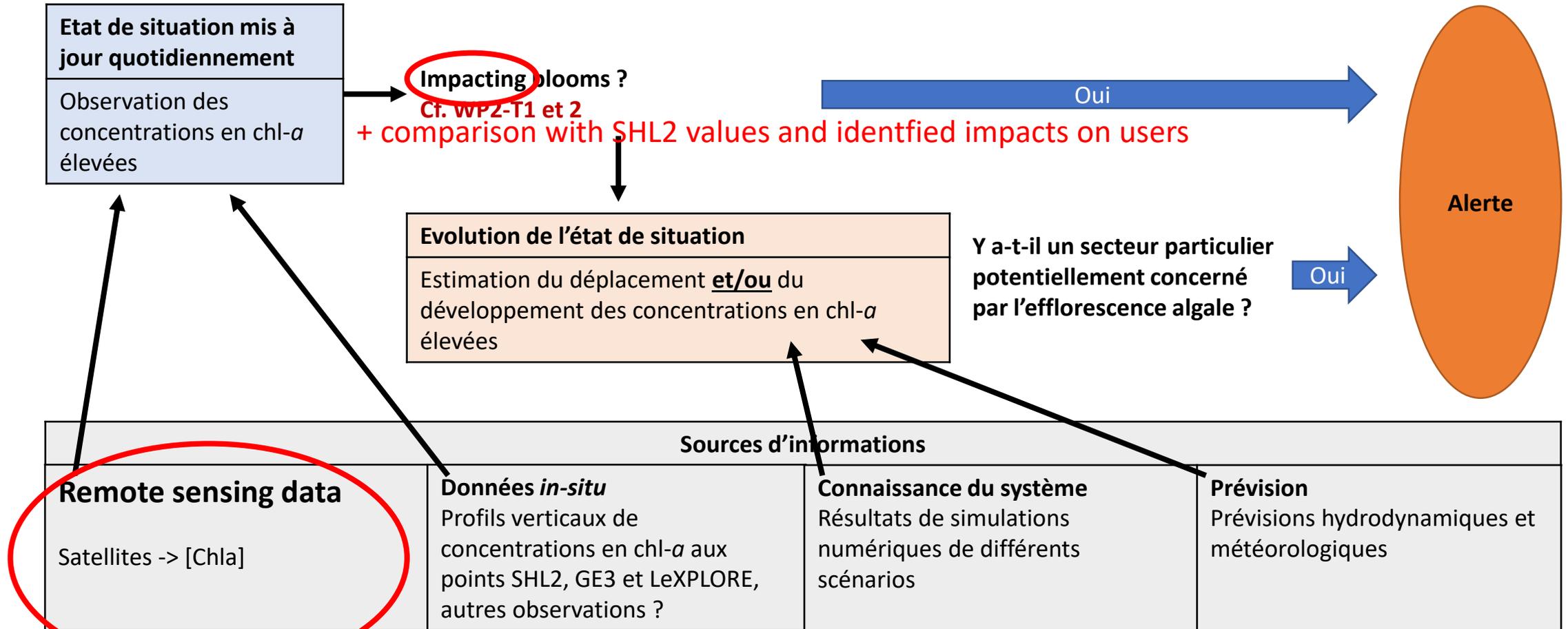


WP2

IMPACTS SUR LA QUALITE
DES EAUX ET LES
SERVICES ECOSYSTEMIQUES

- **Livrable n°1 (L1) : Synthesis about the impacts of blooms on ecosystem services**
 - Task n°1 (V1) : **Systematic review of the scientific literature** on the link between phytoplankton bloom and impact on lake services on a global scale
 - Task n°2 (V2) : **Literature review (reports, press, internet, etc.)** on phytoplankton blooms and their possible impact on the services provided by Lake Geneva
- **Livrable n°2 (L2) : A predictive conceptual model of the impact of blooms and a decision diagram for the CIPEL**

Conceptual model of the impact of blooms and a decision diagram for the CIPEL



We might have a poor estimate of phytoplankton abundance, because...

In spite of recognised good estimate of in-situ Chla-concentrations within the 0-5m layer

Sentinel-3 _ DataLakes (<https://www.datalakes-eawag.ch/>)

Sentinel-3 – ESA_CCI

Université Gustave Eiffel
ENSIG
ÉCOLE NATIONALE DES SCIENCES GÉOMATIQUES
MASTER GEOMATIQUE
MENTION
Information géographique : analyse spatiale et télédétection
MONA BONNIER
Vers la prise en compte de la distribution verticale du phytoplancton pour le suivi des grands lacs par télédétection : investigation autour du Léman
eawag
CPILT
INRAE
cnes
CARTEL
ECLA
En collaboration avec F. Soullignac (CIPEL), D. Odermatt (EAWAG), T. Tormos (ECLA) et J. Woolway (ESA CCI)

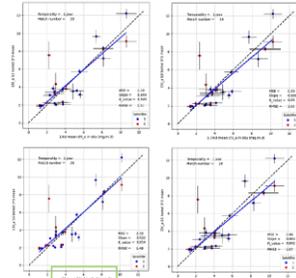


Figure 14. Résultats des match-ups

Journal of Great Lakes Research
Volume 50, Issue 4, August 2024, 102372
ELSEVIER

Assessing ESA Climate Change Initiative data for the monitoring of phytoplankton abundance and phenology in deep lakes: Investigation on Lake Geneva

Mona Bonnier ^a, Orlane Anneville ^{a,1}, R. Iestyn Woolway ^b, Stephen J. Thackeray ^c,
Guillaume P. Morin ^d, Nathalie Reynaud ^{e,f}, Frédéric Soullignac ^g, Thierry Tormos ^{h,g},
Tristan Harmel ^d

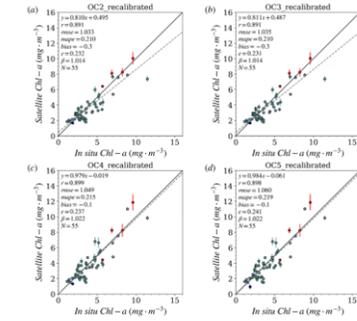


Figure 7. Matchup comparisons between in situ data and the satellite product computed after recalibration of the OCx relationships. The colors indicate the OVT retrieved for each date, see Figure 5.

The depth of visibility depends on water transparency

-> In lake Geneva, satellites can estimate chla concentrations over **the first 5 meters**

AND we know that blooms can develop deeper and more especially *Plankthotrix rubescens* or *Mougeotia* blooms that cause problem to users.

We need to know when satellites provides good estimates of total phytoplankton abundance

1) Data analysis of the Chla maximum at SHL2 and impacts on users

2) « DeepChla »:
Machine learning supporting aquatic ecosystems monitoring using an innovative approach based on satellite image integration

1) Data analysis of the Chla maximum at SHL2 and impacts on users

Laura Soares (post-doc)
August -> September 2024

Objectives:

- 1) To analysis of the historical evolution of the peak of chl-a in Lake Geneva in terms of chl-a concentration and depth.
- 2) Identify dates of « blooms » and investigate in grey litterature their impacts on water use and fisheries
- 3) Propose proxies (in terms of transparency, etc...) to quantify the quality of the service

1) Data analysis of the Chla maximum at SHL2 and impacts on users

Méthodologie

Data source: OLA Database

- “Chemical” data (spectrophotometry)
Chl-a: Strickland-Parsons ($\mu\text{g/L}$); 1976–2023; $n = 880$
- Discrete vertical measurements from 0 to 30 m depth
- Phytoplankton composition – Integrated 0-10m or 0-20m: 1976–2022; $n = 855$
- Every two weeks, except from December to February, when sampling is performed monthly

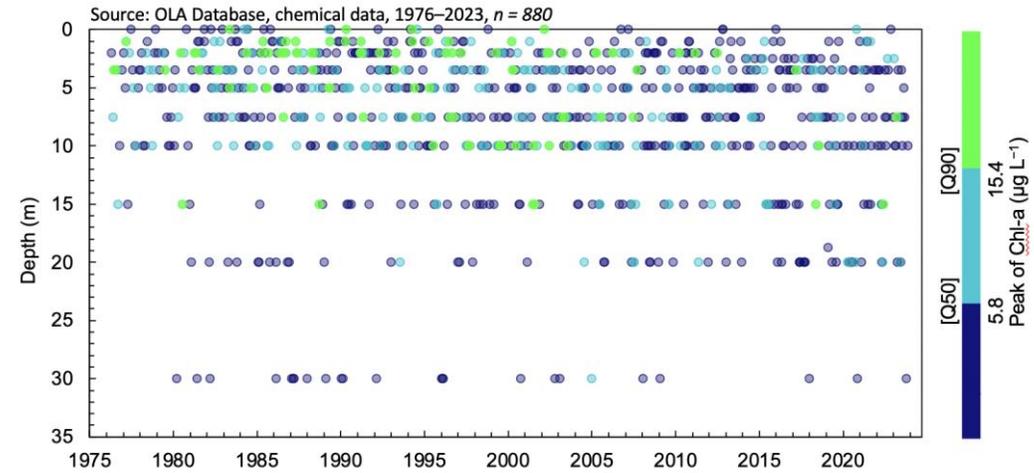
1) Data analysis of the Chl-a maximum at SHL2 and impacts on users

Chemical data Comparison:

1) Peak of chl-a

Maximum concentration for all events during
the whole year

$n = 880$



1) Data analysis of the Chl-a maximum at SHL2 and impacts on users

Chemical data

Comparison:

1) Peak of chl-a

Maximum concentration for all events during the whole year

$n = 880$

2) Deep chlorophyll-a maxima (DCM):

Peak of chl-a higher than $0.5 \mu\text{g L}^{-1}$

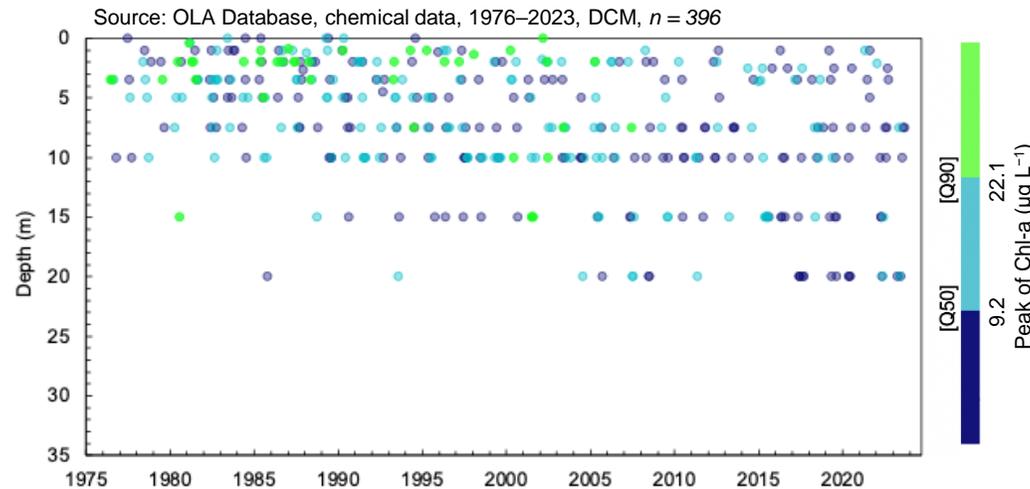
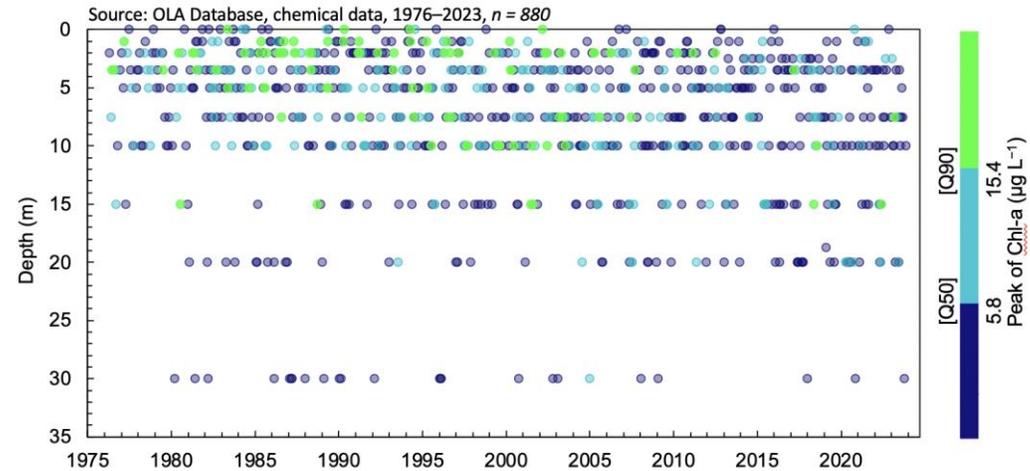
– 5 events

1.5 x the magnitude of mean concentration in the profile

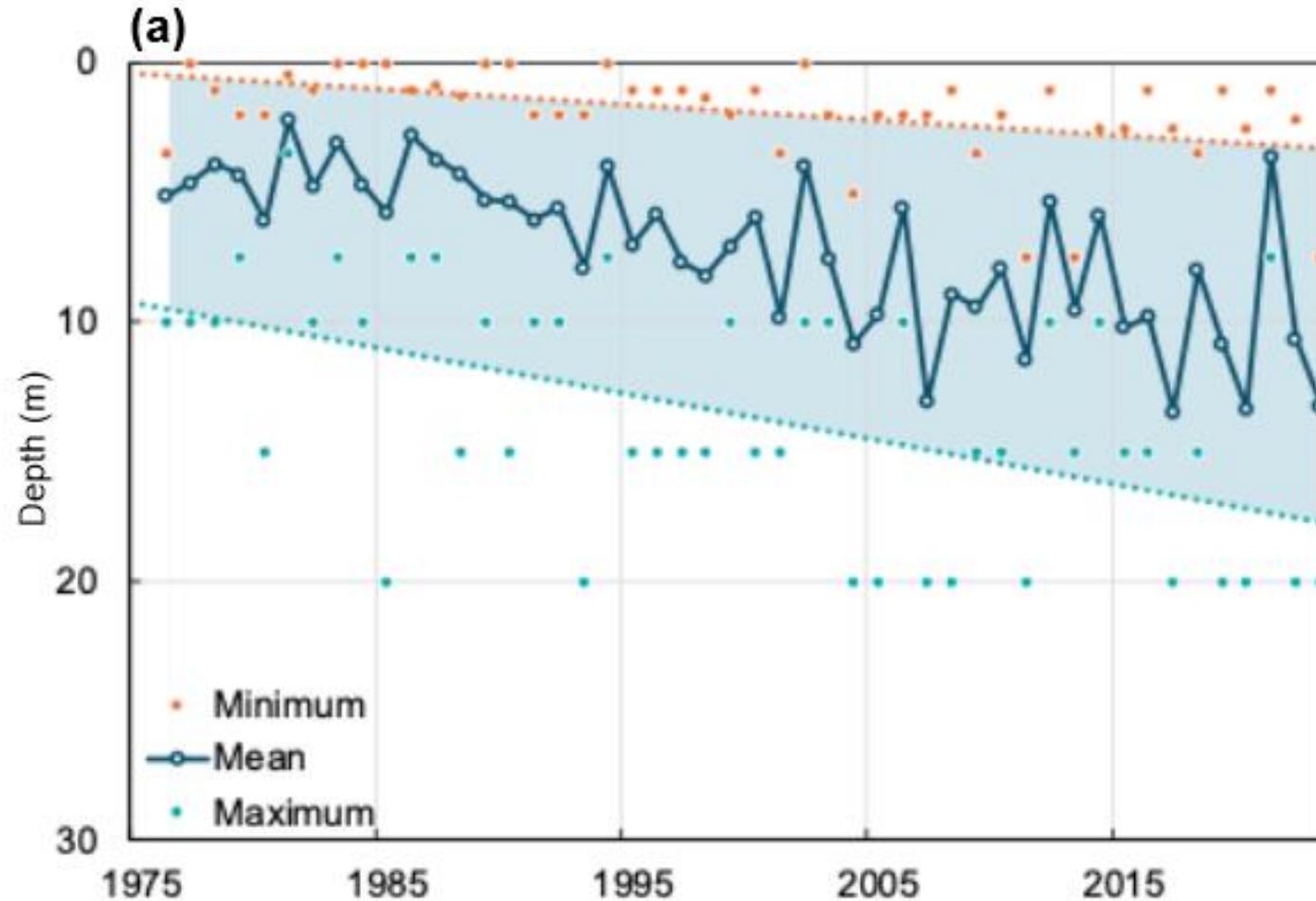
– 479 events

$n = 396$

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



1) Data analysis of the Chla maximum at SHL2 and impacts on users



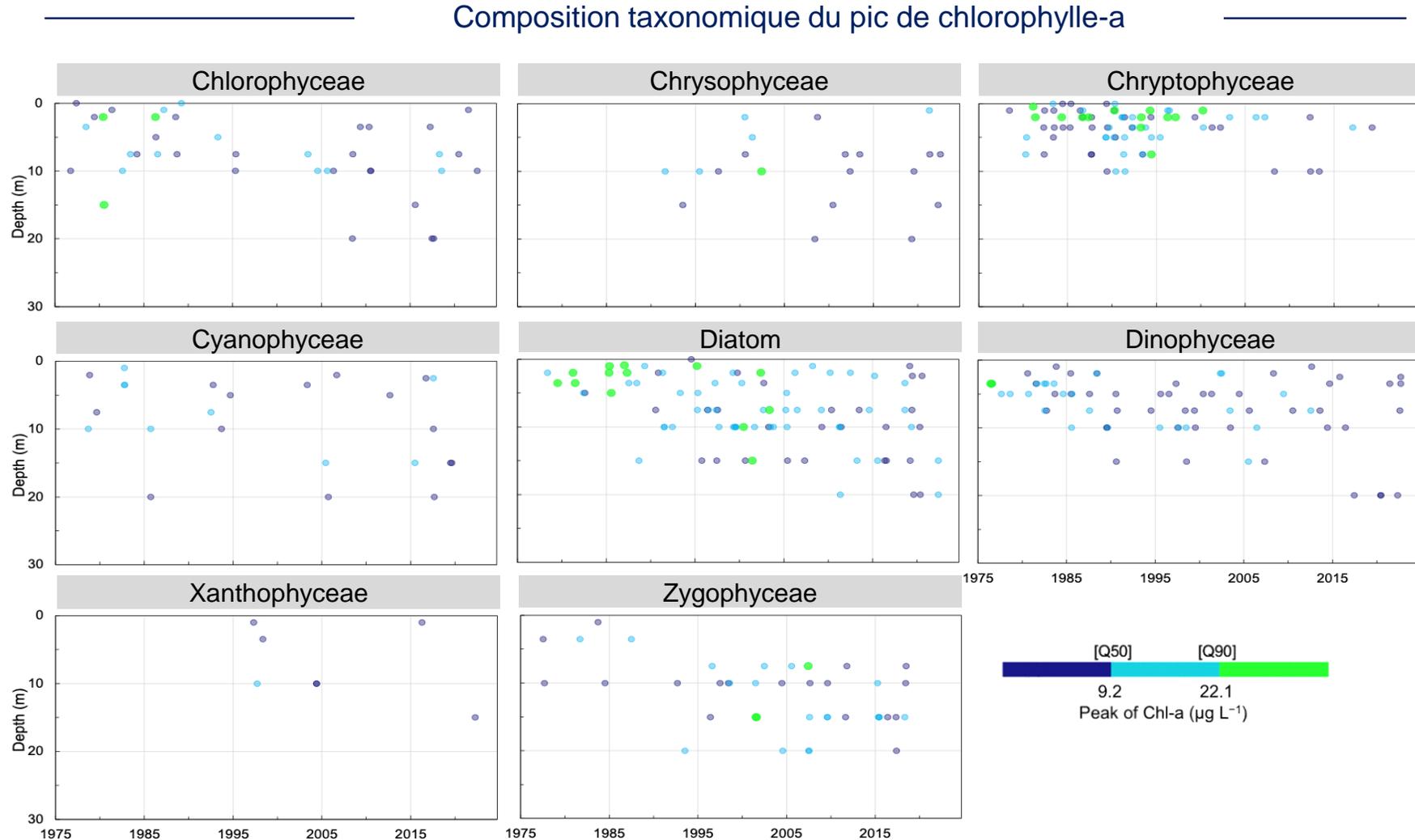
Derived data are on an excel files and we can select the dates of blooms based on the Chla values (just need to define what a « bloom »)

To be done: Compare with the blooms from grey literature and if those dates match, pick up the Chla, water transparency values which are associated with nuisance for users (compared with those obtained from the systematic review).

1) Data analysis of the Chla maximum at SHL2 and impacts on users

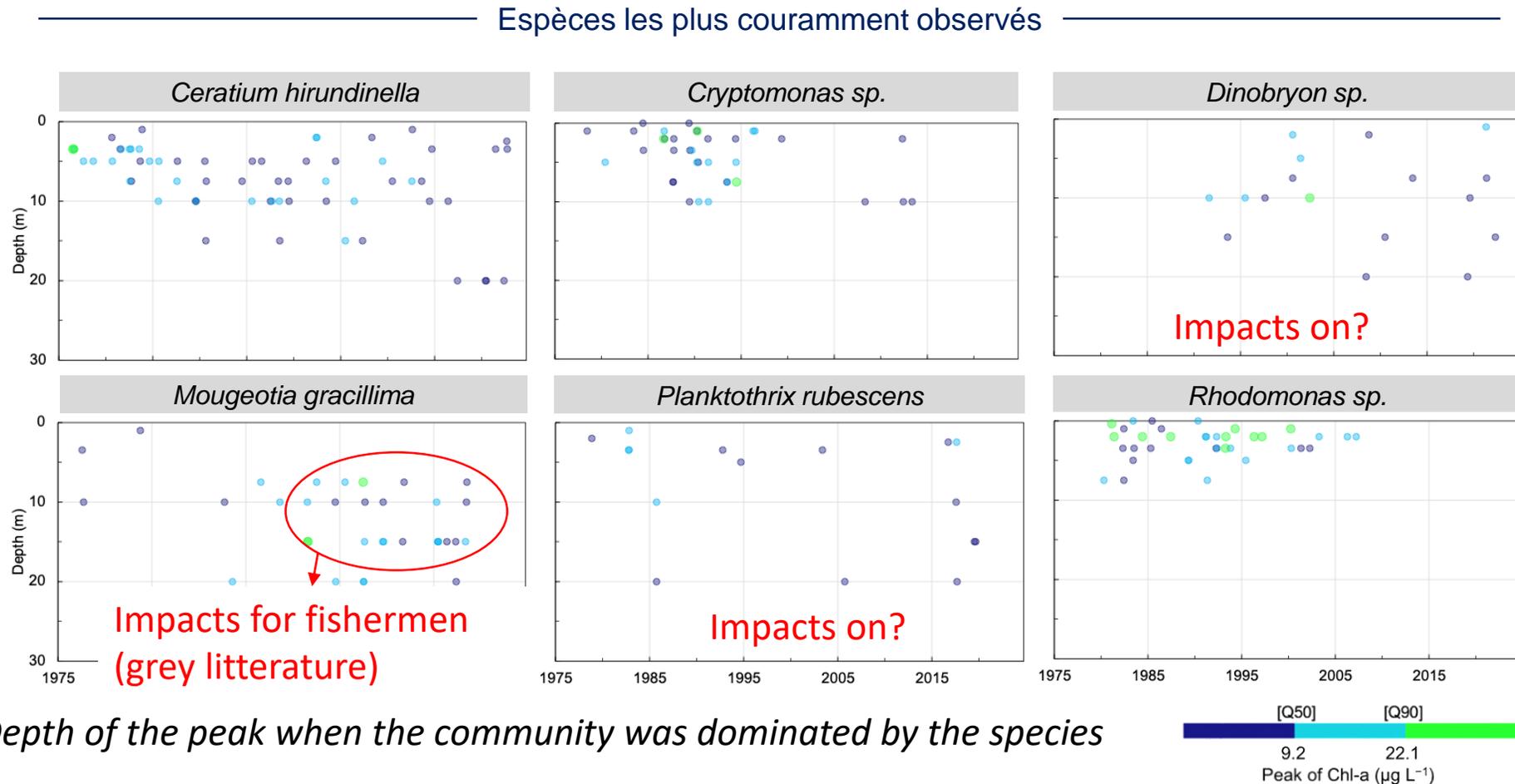
Temporal evolution of the peak of chl-a classified by taxon.

-> There is clear evidence of the deepening of the peak for different taxons, with special attention to the diatoms.



Depth of the peak when the community was dominated by the groups

1) Data analysis of the Chla maximum at SHL2 and impacts on users



The temporal evolution of the peak of chl-a for the most recurrent species (six species) reveals the deepening of the peak for *Ceratium hirundinella*.

Three of these species (*Dinobryon sp.*, *Mougeotia gracillima*, *Planktothrix rubescens*) are related to undesired effects on the lake.

Antonin Soulier & Galdwin Leduc (Students at Centrale Supélec)

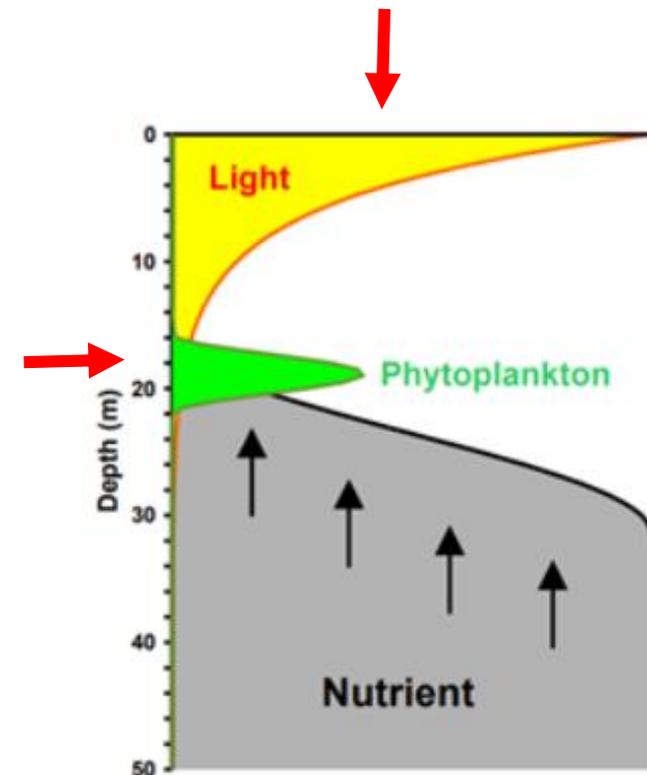
« Lab project »: 1st semester
Training in 2025

Myriam Tami (Centrale Supélec); Marianne Clausel (University of Lorraine); Jonathan Derot, Nozomi Sugiura and Shinya Kouketsu (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

Objectives:

Predict the depth and value of the maximum chla concentration

-> Determinism (WP1): Explanatory variables (depth of the thermocline, etc....)



DeepChla

1- Exploratory step using « simple » models: Random Forest and XGBoost

-> To check if the dataset present stable patterns

No: the model only explains 5% of the variability

-> Need to:

- Precise the response variable (ex. Focus on DCM instead of maximum Chla, or use concentrations to better distinguish between the shapes of profiles)
- Improve the estimates of explanatory variables (improve calculation, include more variables, etc...)

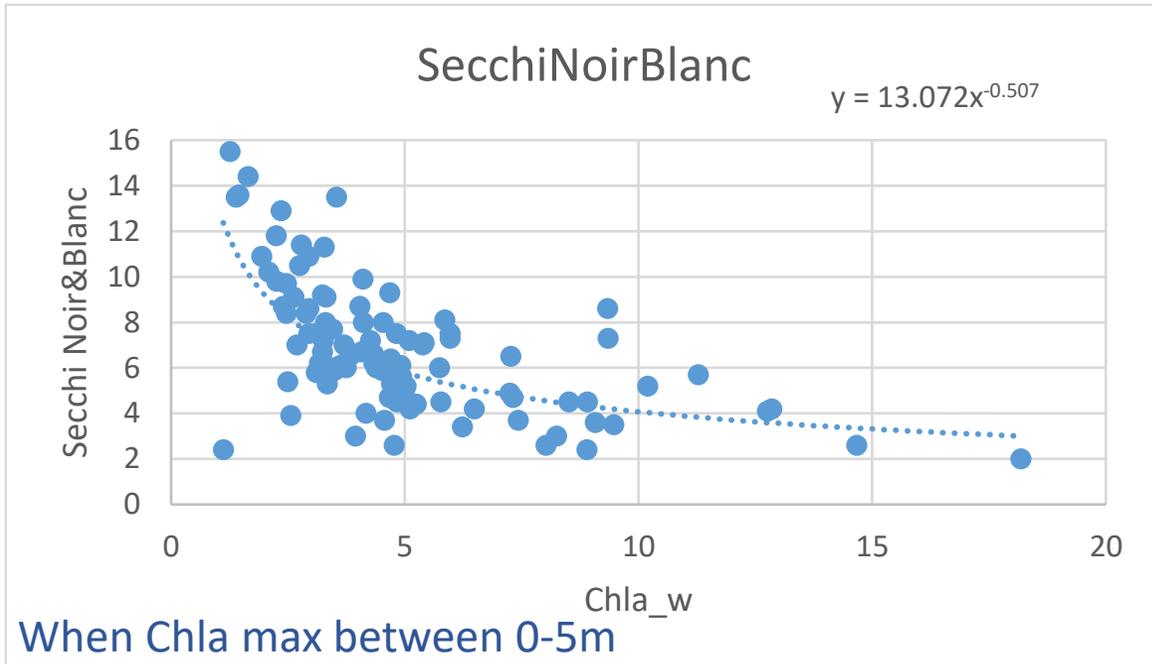
For exemple: Use « descriptive variables » which might indicate whether the Chla max is within or deeper 0-5m.

Relationship between Chla_{sat} and $\text{Transparency}_{\text{sat}}$ (Frédéric, Daniel, Damien) is not linear

DeepChla

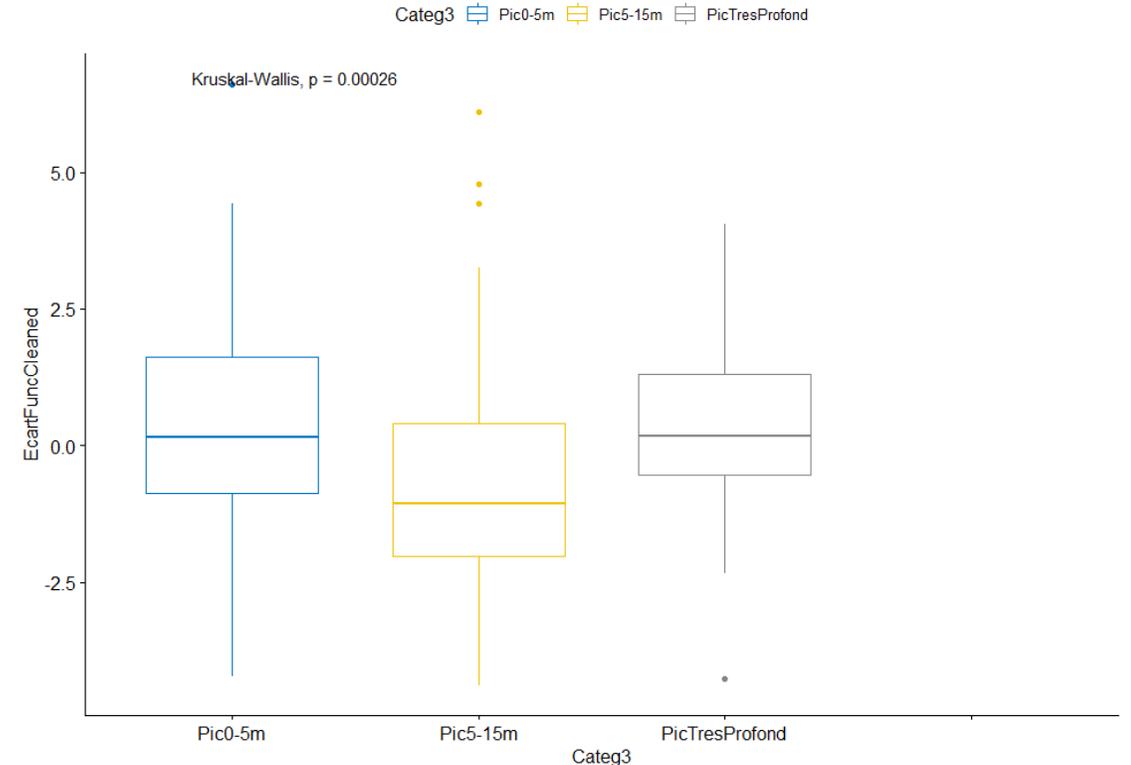
SHL2 data

- > Transparency (White and Black Secchi)
- > Average Chla within the satellite layer (data from Bonnier et al. 2024)



$$\text{Error} = \text{Observed}_{\text{Secchi}} - \text{Estimated}_{\text{Secchi}}$$

Plot **Error** by category of Chla_{Max}



↓ Chla_{Max} between 0-5m

↓ Chla_{Max} between 5-15m

↓ Chla_{Max} between 15-30m

DeepChla

- 1- Exploratory step using « simple » models: Random Forest and XGBoost
-> To check if the dataset present stable patterns

No: the model only explains 5% of the variability

-> Need to:

- Precise the response variable (ex. Focus on DCM instead of maximum Chla, or use concentrations to better distinguish between the shapes of profiles)
- Improve the estimates of explanatory variables (improve calculation, include more variables, etc...)

For exemple: Use « descriptive variables » which might be indicators whether the Chla max is within or deeper 0-5m.

Relationship between $Chla_{sat}$ and $Transparency_{sat}$ (Frédéric, Daniel, Damien)

- 2- Complex models that are more adapted to seasonality (LSTM « Long short term memory model ») and allow the use of images (CNN « Conventional neural network »)



VERTICYA



2025-2026



Modélisation de la distribution verticale du phytoplancton pour une meilleure connaissance et prévision des proliférations de cyanobactéries

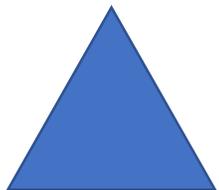


(i) être en mesure de reproduire via la modélisation la distribution verticale du phytoplancton



(i) obtenir une meilleure connaissance des facteurs environnementaux et des processus écologiques responsables des proliférations de cyanobactéries

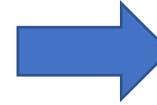
(i) proposer aux gestionnaires un nouvel outil d'aide à la décision



Complément de la thèse d'Alice Marquet (2024-2027)



VERTICYA



2025-2026



Modélisation de la distribution verticale du phytoplancton pour une meilleure connaissance et prévision des proliférations de cyanobactéries

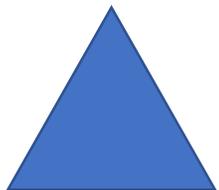


(i) Développer un modèle spécifique pour décrire la dynamique verticale des groupes phytoplanctoniques



(i) Utiliser des outils de calcul scientifique (Matlab) pour faciliter l'implémentation et l'exploration du modèle

(i) Insérer par la suite dans la librairie open source AED2 (Aquatic Ecodynamics Modelling Library) permettant de coupler des modèles de dynamique des populations avec les modèles multidimensionnels d'hydrodynamique les plus à la pointe (TELEMAC ou GLM)

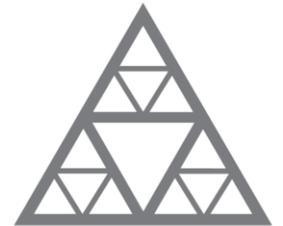


Première réunion de calage **demain!**

Efflorescences phytoplanctoniques dans le Léman:
vers une meilleure compréhension du déterminisme
de l'occurrence et de la prolifération des espèces
algales grâce à la modélisation déterministe

28 Novembre 2024

Alice MARQUET
Doctorante ENPC



ÉCOLE NATIONALE DES
PONTS
ET CHAUSSÉES



IP PARIS

Encadrement de la thèse



Brigitte VINÇON-LEITE – Directrice de thèse

Minh Hoang LE – Co-encadrant



Stéphan JACQUET – Co directeur de thèse^N

Céline CASENAVE – Co-encadrante

Orlane ANNEVILLE – Co-encadrante



laboratoire eau environnement systemes urbains

LABORATOIRE
D'HYDRAULIQUE



SAINT-VENANT



CARTEL
CENTRE ALPIN DE RECHERCHE
SUR LES RÉSEAUX TROPHIQUES
ET ÉCOSYSTÈMES LIMNIQUES



Mistea

Mathématiques, Informatique et Statistique
pour l'Environnement et l'Agronomie



CARTEL
CENTRE ALPIN DE RECHERCHE
SUR LES RÉSEAUX TROPHIQUES
ET ÉCOSYSTÈMES LIMNIQUES

Chronologie

- **Mars 2024** : Obtention du financement de la thèse par le Ministère de la Transition Écologique
- **Mai – Août 2024** : Travail de fin d'étude (ENTPE Lyon) au sein du LEESU, modélisation hydrodynamique et thermique du Léman
- **Novembre 2024** : Inscription à l'école doctorale SIE

Contexte et objectif

Léman: peu de modèles 3D couplés Hydrodynamique-Biogéochimie

- Delft3D FLOW et BLOOM (Soulignac, 2017; Soulignac *et al.*, 2018, 2019)
 - Problème d'interprétabilité du modèle biogéochimique
- Modèles 1DV par exemple GLM/AED (Desgués-Itier *et al.*, 2023; Soares *et al.*, 2024)
 - Simulations de long-terme

Modèle hydrodynamique TELEMAC 3D

- Développé par un consortium européen incluant l'école des ponts
- Couplé à AED
- TELEMAC3D/AED appliqué à un petit lac urbain (Piccioni, 2021; Piccioni *et al.*, 2020)
- ***Transposable à de grands lacs ?***

OBJECTIF

Développer et valider un modèle 3D couplé hydrodynamique-biogéochimie, basé sur Telemac3D-AED, permettant des simulations saisonnières fiables de la dynamique phytoplanctonique dans le Léman

Déroulement de la thèse

Application du modèle couplé pour la simulation de la dynamique phytoplancton

- Impact d'évènements hydro-météorologiques sur la dynamique du phytoplancton

Construction du modèle hydrodynamique et thermique

- Prise en main de Telemac 3D
- Maillage, conditions aux limites
- 1^{ères} simulations et comparaison avec Delft3D
- Calage des paramètres
- Validation des résultats

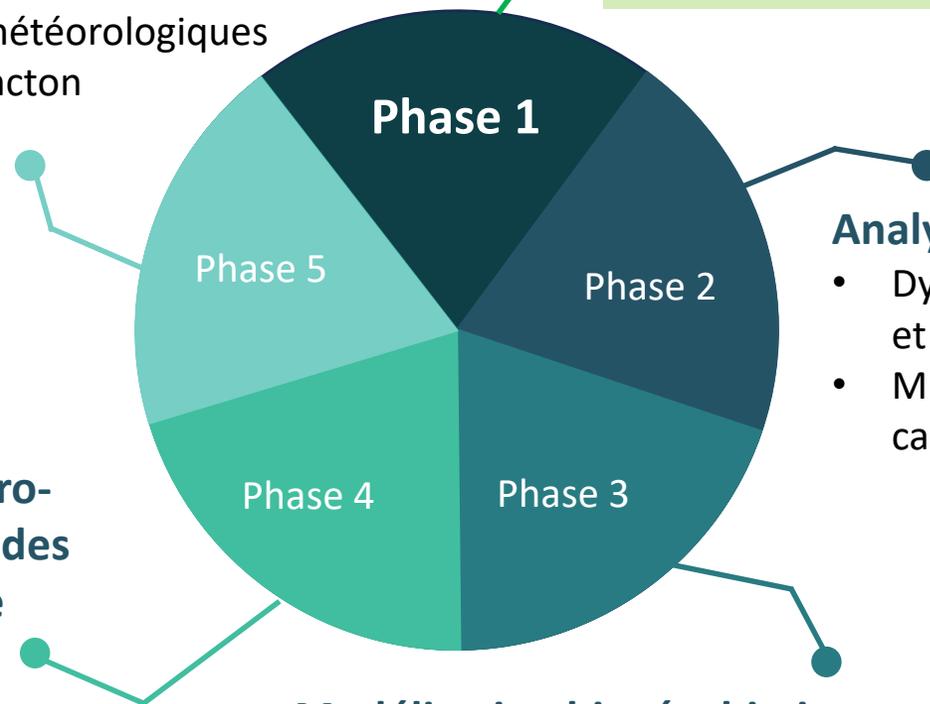
Couplage du modèle hydro-biogéochimique et calage des paramètres du module biogéochimique

Modélisation biogéochimique

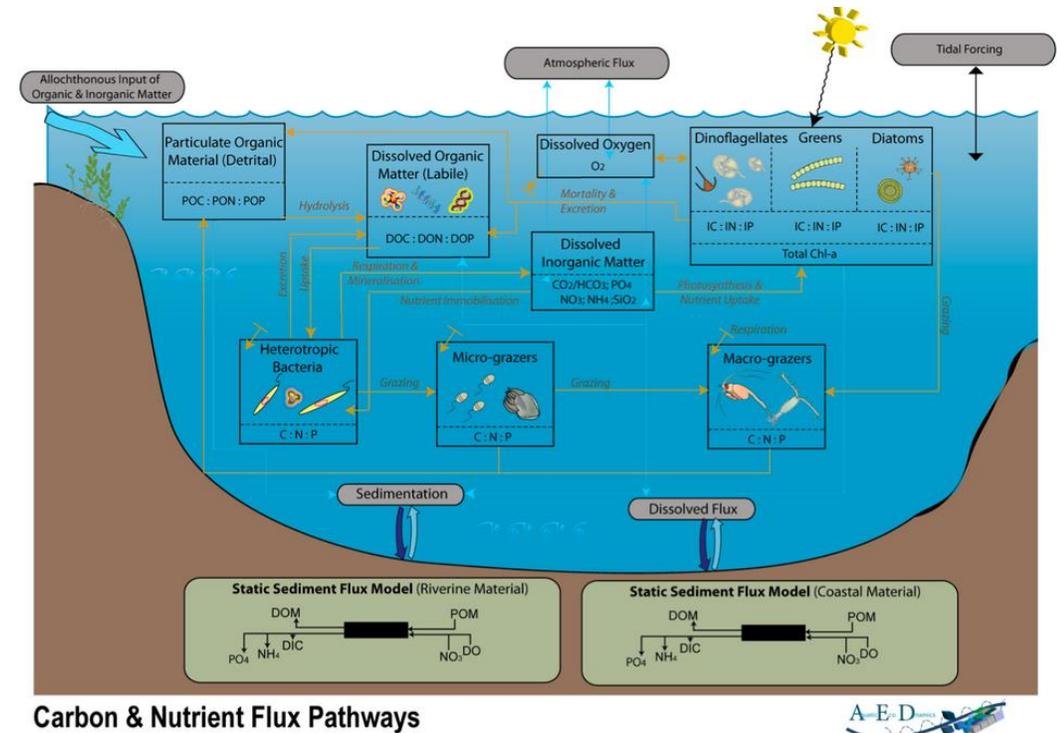
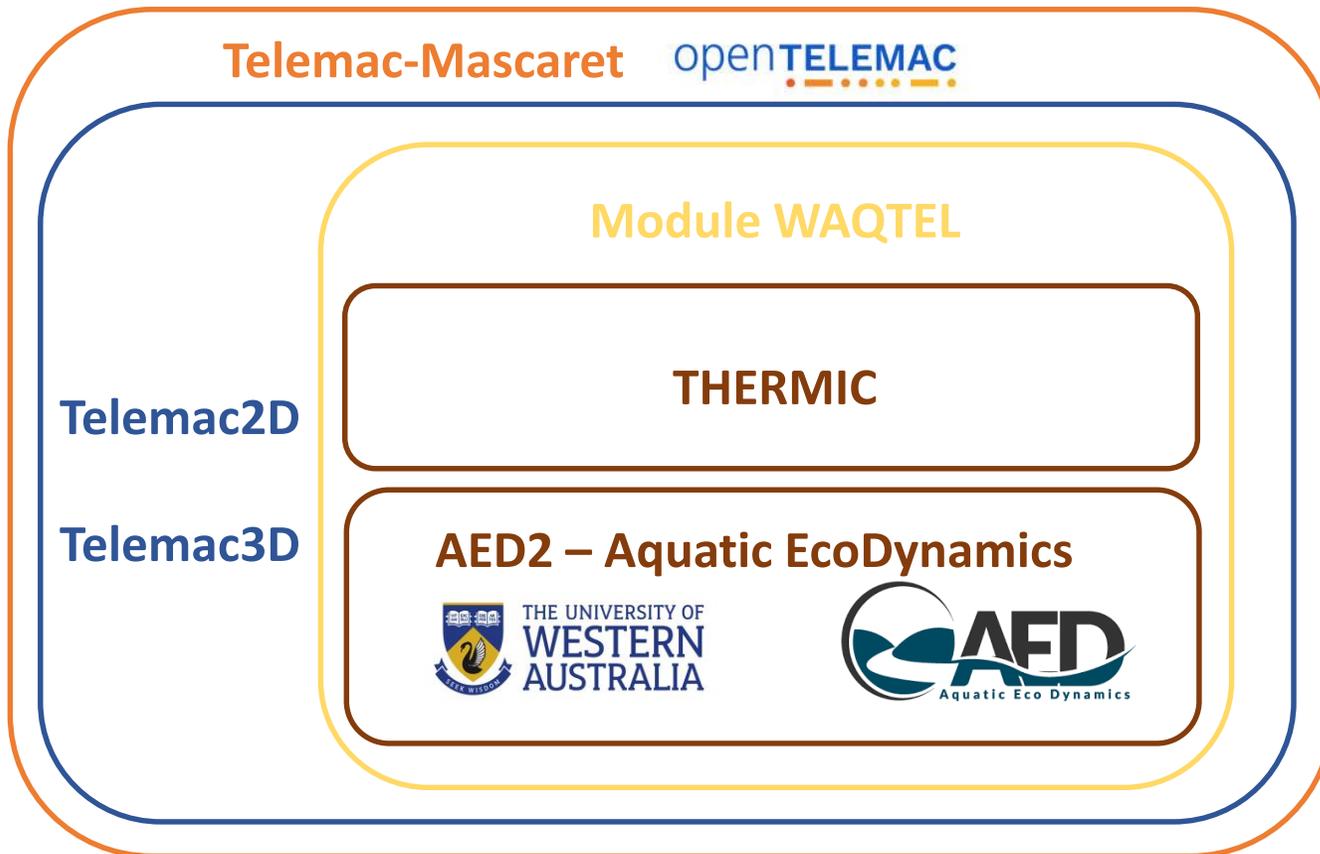
- Sélection des variables et processus à prendre en compte dans AED

Analyse des séries de données

- Dynamique des espèces phytoplanctoniques et fonctionnement de l'écosystème
- Mise en évidence de périodes caractéristiques



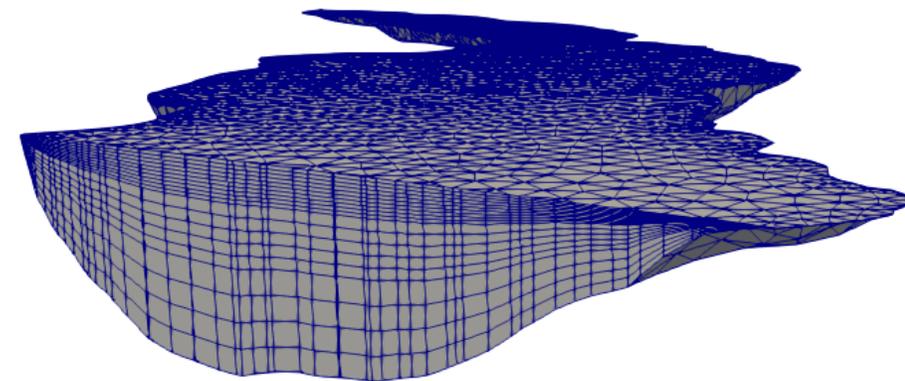
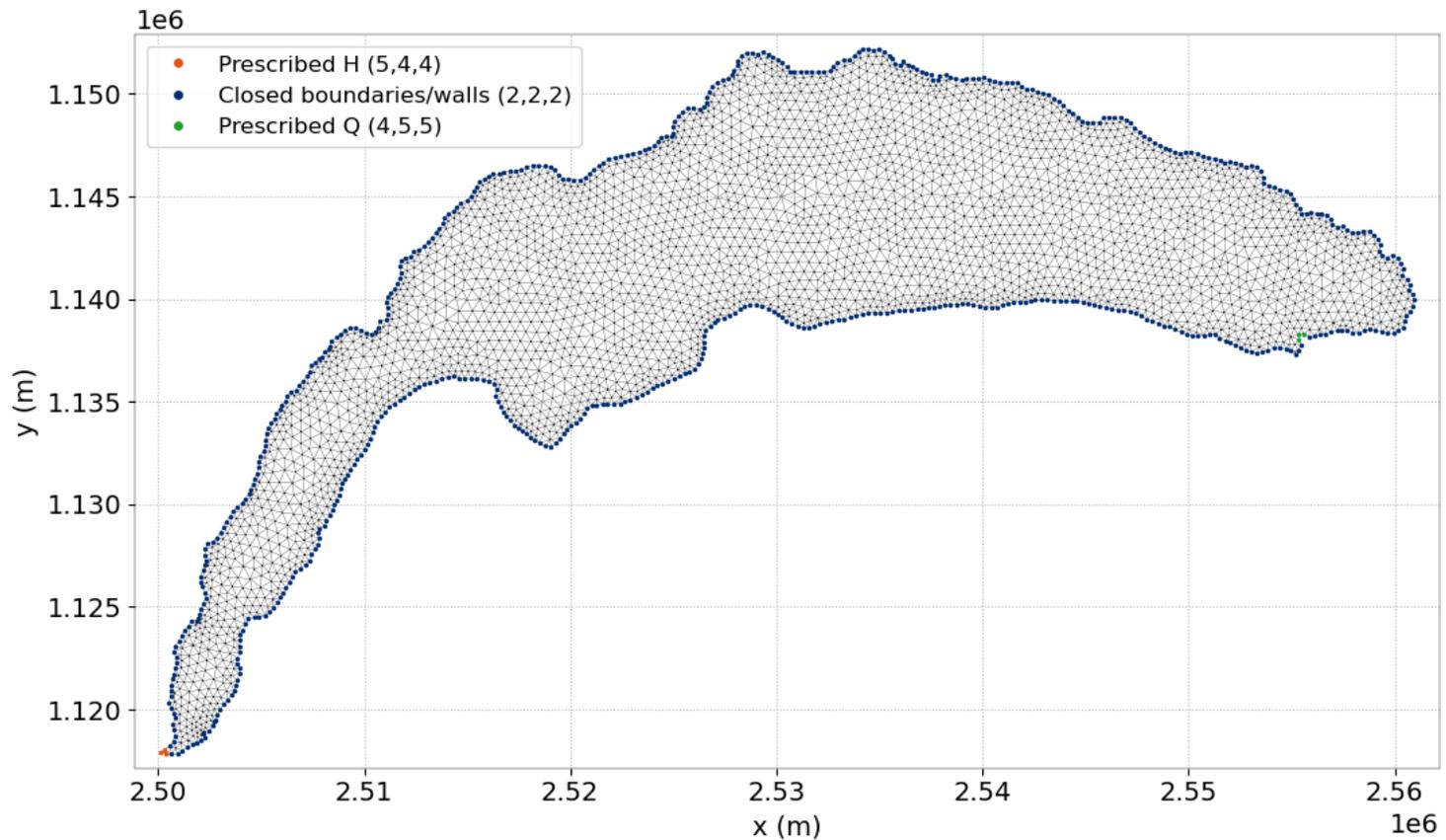
Telemac 3D – AED2



Carbon & Nutrient Flux Pathways

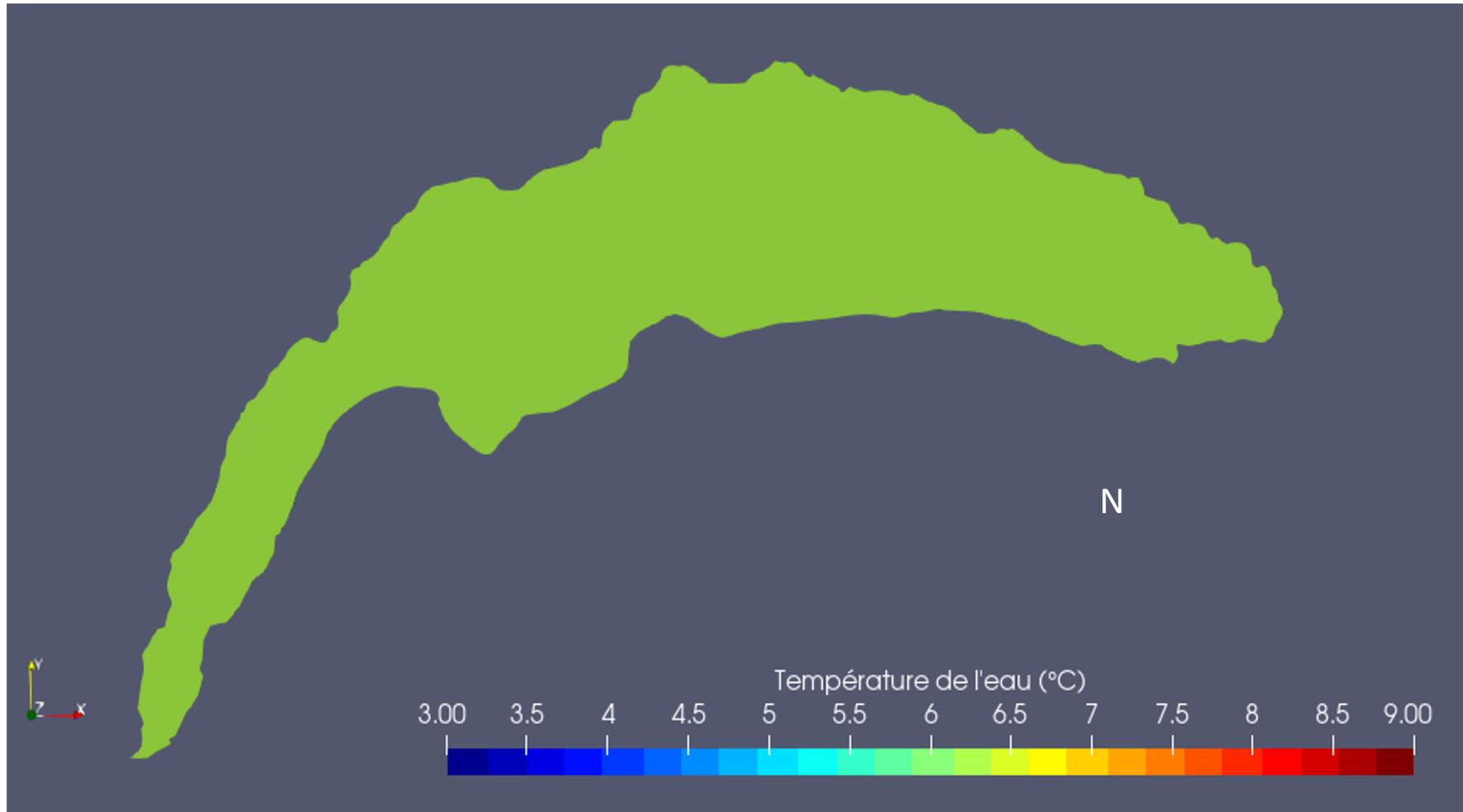
Éléments et processus pris en compte dans AED, source: Hipsey et al. 2013

Maillage du Léman

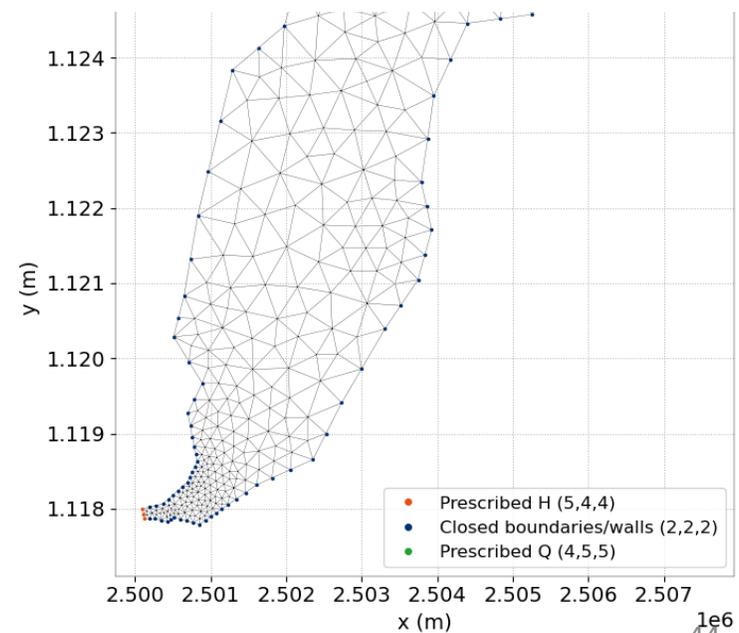
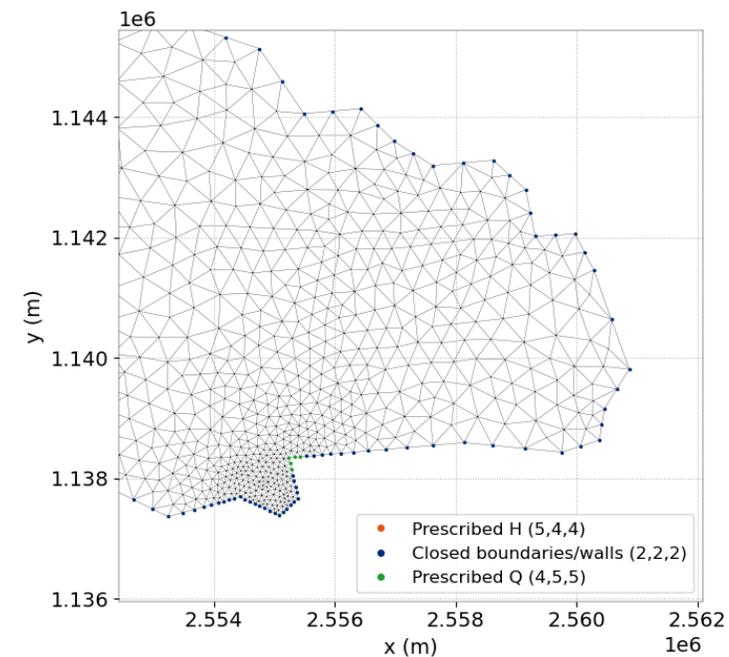
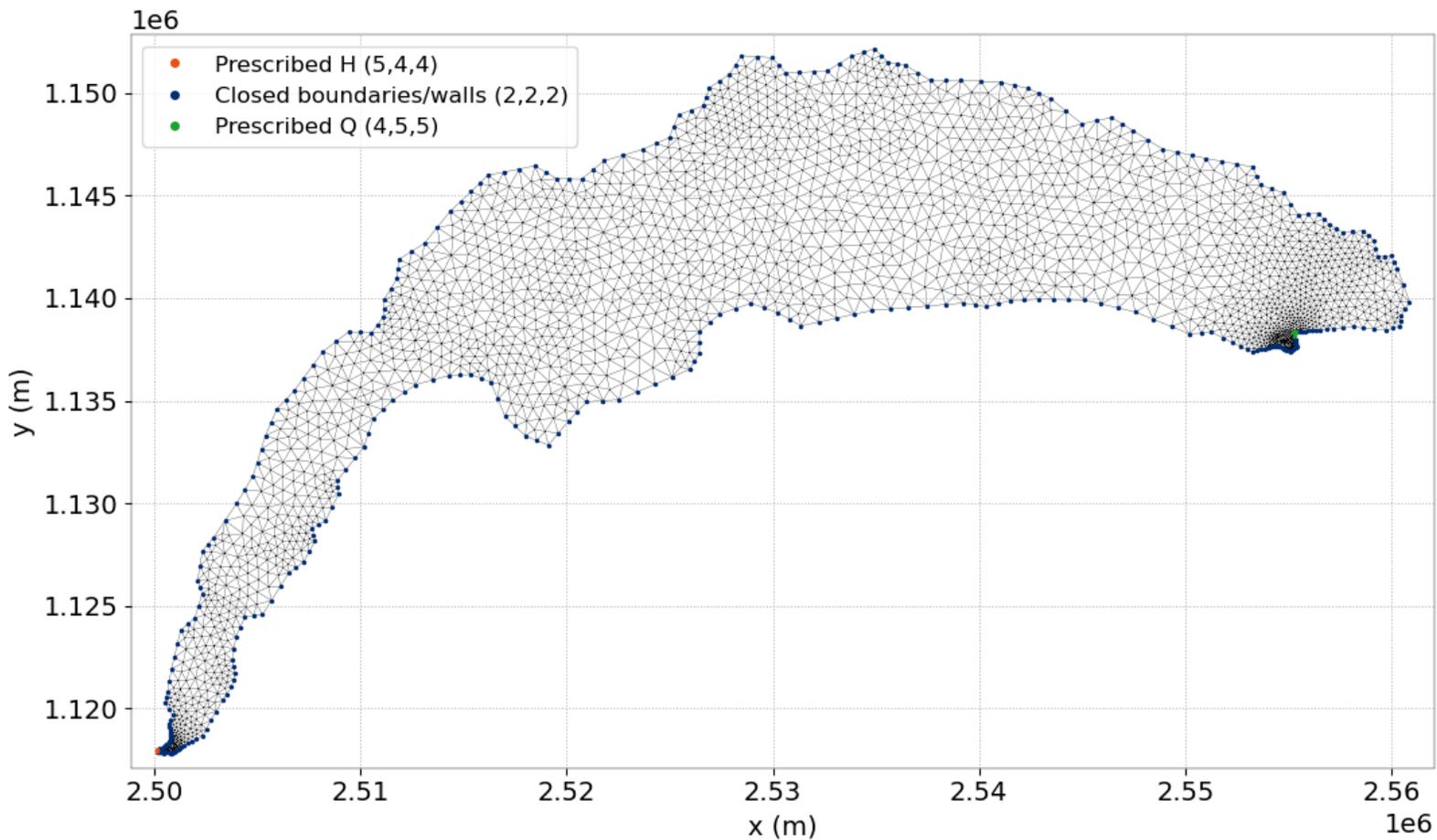


Maillage et interpolation avec la bathymétrie (Bluekenue)

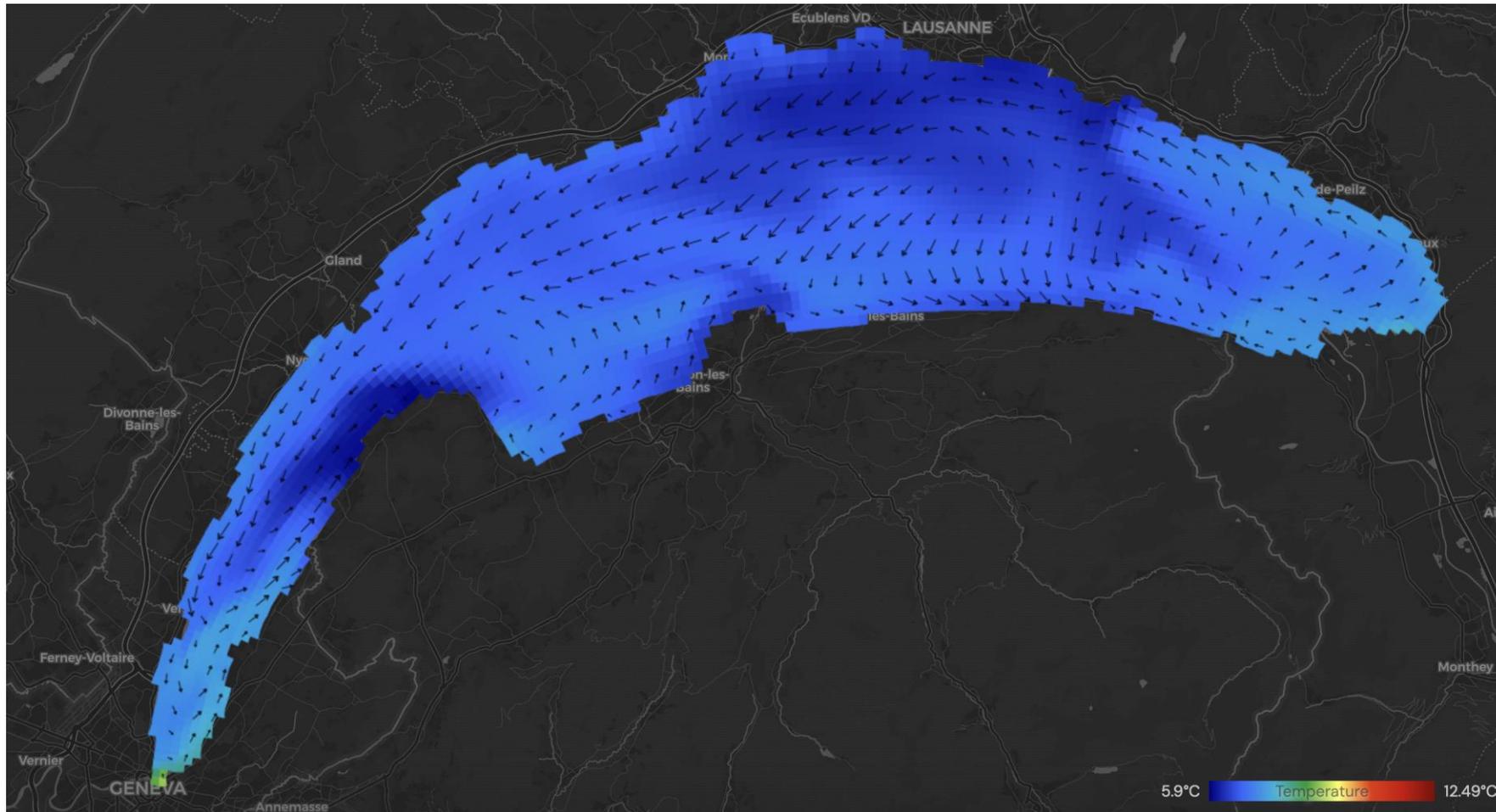
1^{er} test de simulation thermique



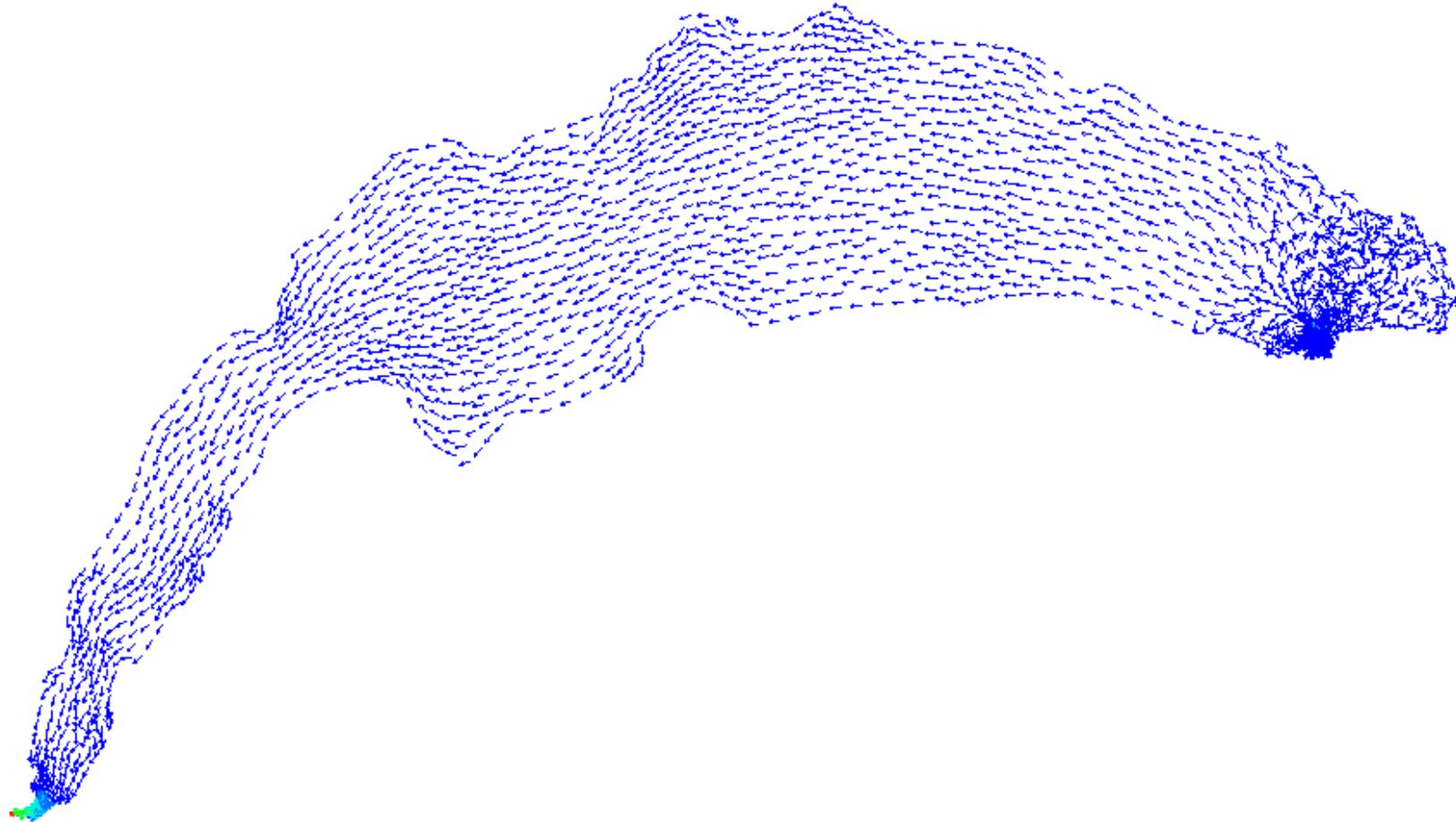
Amélioration du maillage



Simulation sur des périodes plus récentes – Comparaison avec des résultats de simulation de Delft3D (Alplakes)

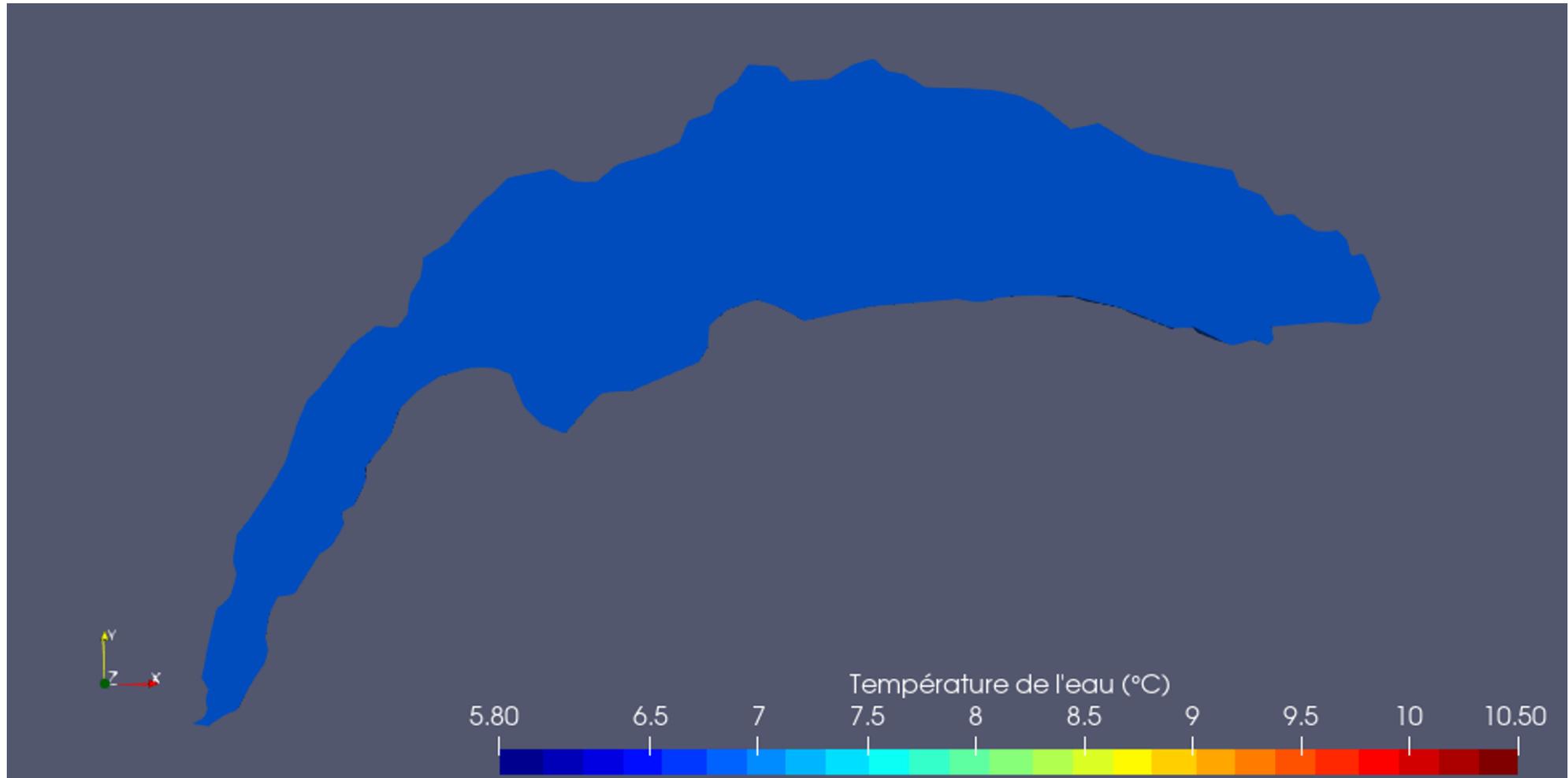


Simulation Telemac3D : Champs de vitesse en surface

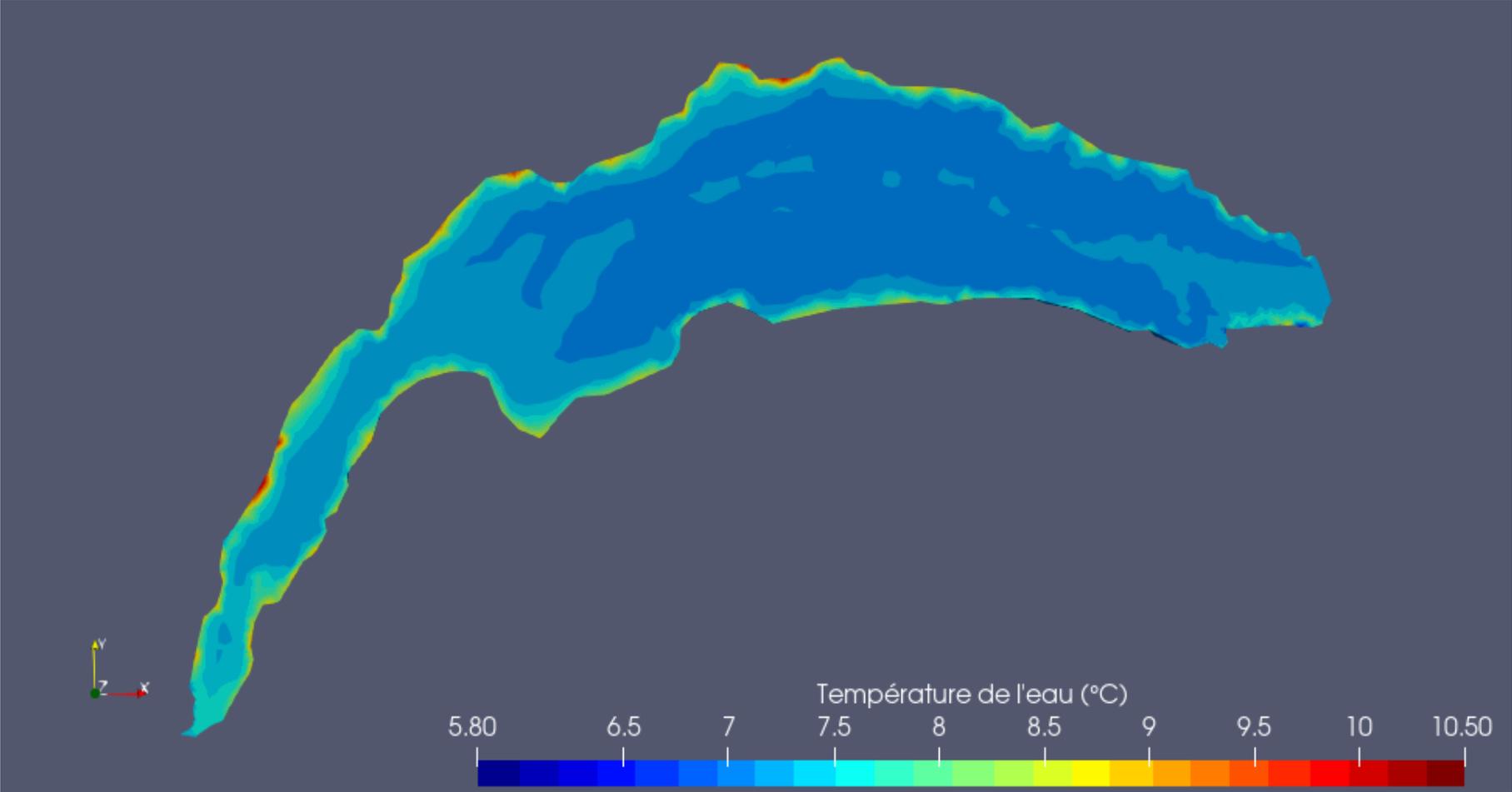


VELOCITY U/V/W	
	0.261
	0.232
	0.203
	0.174
	0.145
	0.116
	0.087
	0.058
	0.029
	0

Simulation thermique - 20-28 mars 2022



Température de surface – 27 mars 2022





CyanoBenToxOmic

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

Nicolas Tromas
Bastiaan Ibelings
Stephan Jacquet
Valentin Vasselon
Alexandre Richard
Joël Robin



ZABr – Agence de l'eau



Susie Wood & Rohan Wells



Background & Contexte

At least nine dogs dead after swimming in 'toxic' River Loire



The Local France - news@thelocal.fr

Published: 23 Aug, 2017 CET. Updated: Wed 23 Aug 2017 11:30 CET



Beaches closed in Neuchâtel after dogs die from poisoning

31/07/2020 BY LE NEWS

At least six dogs have died after being poisoning on the edge of Lake Neuchâtel in Switzerland, according to RTS.

Nova Scotia

New study examines origins of toxic bacteria that killed 2 dogs at Halifax-area lake

Deaths in June 2021 linked to Shubenacadie-Grand Lake led to public health warnings



Meghann Bruce

Une grande partie de la recherche s'est concentrée sur les blooms des cyanobactéries planctoniques !

Qu'en est il de l'impact des **cyanobactéries benthiques**, de leur structure et de leur toxicité?

Léman : risque de prolifération de cyanobactéries, la baignade temporairement interdite à l'embouchure de l'Eau-Froide

La semaine passée, un chien est décédé après s'être baigné dans le Léman. Des prélèvements et analyses ont confirmé la présence de cyanobactéries potentiellement toxiques, dans le secteur de l'Eau Froide. Le canton de Vaud recommande de ne pas s'y baigner.



Où les trouve-t-on?

**Lacs
Réservoirs,
Ruisseaux
Rivières
Étangs**

Sur quelle matrice?

**Sable
Galets
Roches
Bois
Plantes aquatiques**

Quels genres?

***Anabaena*
Nostoc
Oscillatoria
Phormidium
Microcoleus
*Microseira***

En France et proche du lac Léman:

La Loue River : *Phormidium* (Grugger et al., 2005)

Rivière du Tarn: *Oscillatoria*, *Phormidium* (Cadel-Six et al., 2007)

Rivière de l'Ain: *Lyngbya* sp., *Phormidium* sp., *Planktolyngbya* sp., *Oscillatoria* sp.

(Robichon et al., 2023)

Lac Neuchatel : *Microcoleus* (Junier et al., 2023)

CYCLE

Facteurs
hydrauliques

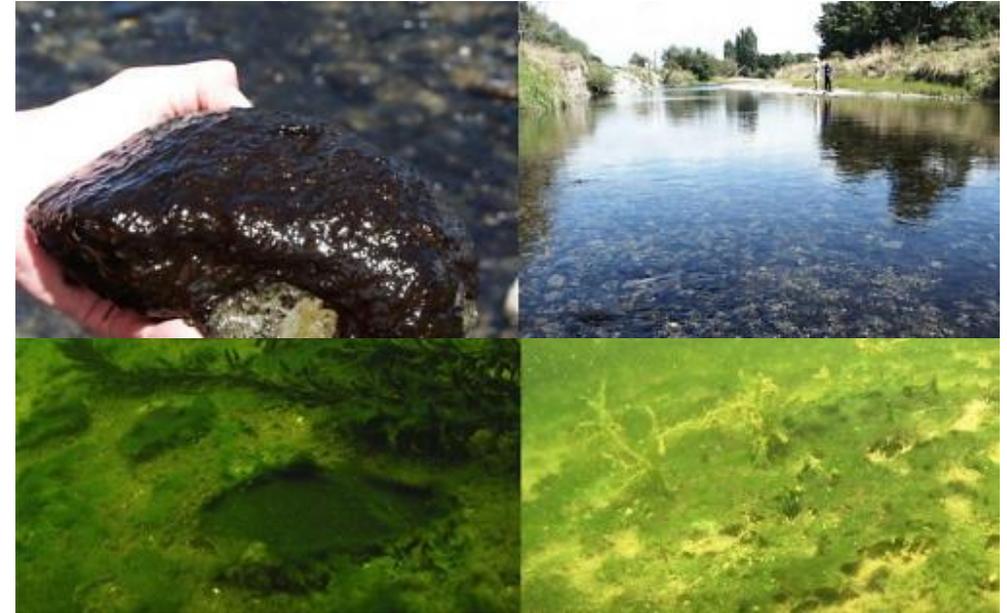
Initiation d'un tapis
(Re? colonization)

Détachement

Croissance-
expansion latérale

Température
Lumière
Nutriment (P, N, ...)

Wood et al., 2020
Robichon et al., 2023





Hypothèses & Objectifs

Questions

- Quelle est la distribution et la composition des cyanobactéries benthiques ?
- Quelle est leur capacité toxigénique ?
- Quelles sont les variables abiotiques et biotiques associées à la formation de ces biofilms cyanobactériens ?



Tychonema



Bauer et al., 2022

Hypothèses

- Autres genres présents
- Décrochage provenant des affluents et réinstallation aux embouchures
- Plus l'affluents est important et plus il y aura de Cyanobactéries
- Différence de population Affluents Vs. Embouchures



Obj1: Variables environnementales et hydrologiques –
Comparaisons études précédentes (e.g rivière Ain)

—————→ **Où? et comment?**

Obj2: Composition Cyanobactérienne et microbiome des
tapis – Évaluation du risque toxique

—————→ **Qui?**

Obj3: Quantification cyanotoxines – Association avec
variables abiotiques et biotiques

—————→ **Quel risque?**

Obj4: Identification de biomarqueurs génétiques

—————→ **Quel suivi?**

DUREE DU PROJET: 18 mois

Date de début : Janvier 2025

Date de fin : Juin 2026

Objectif 1

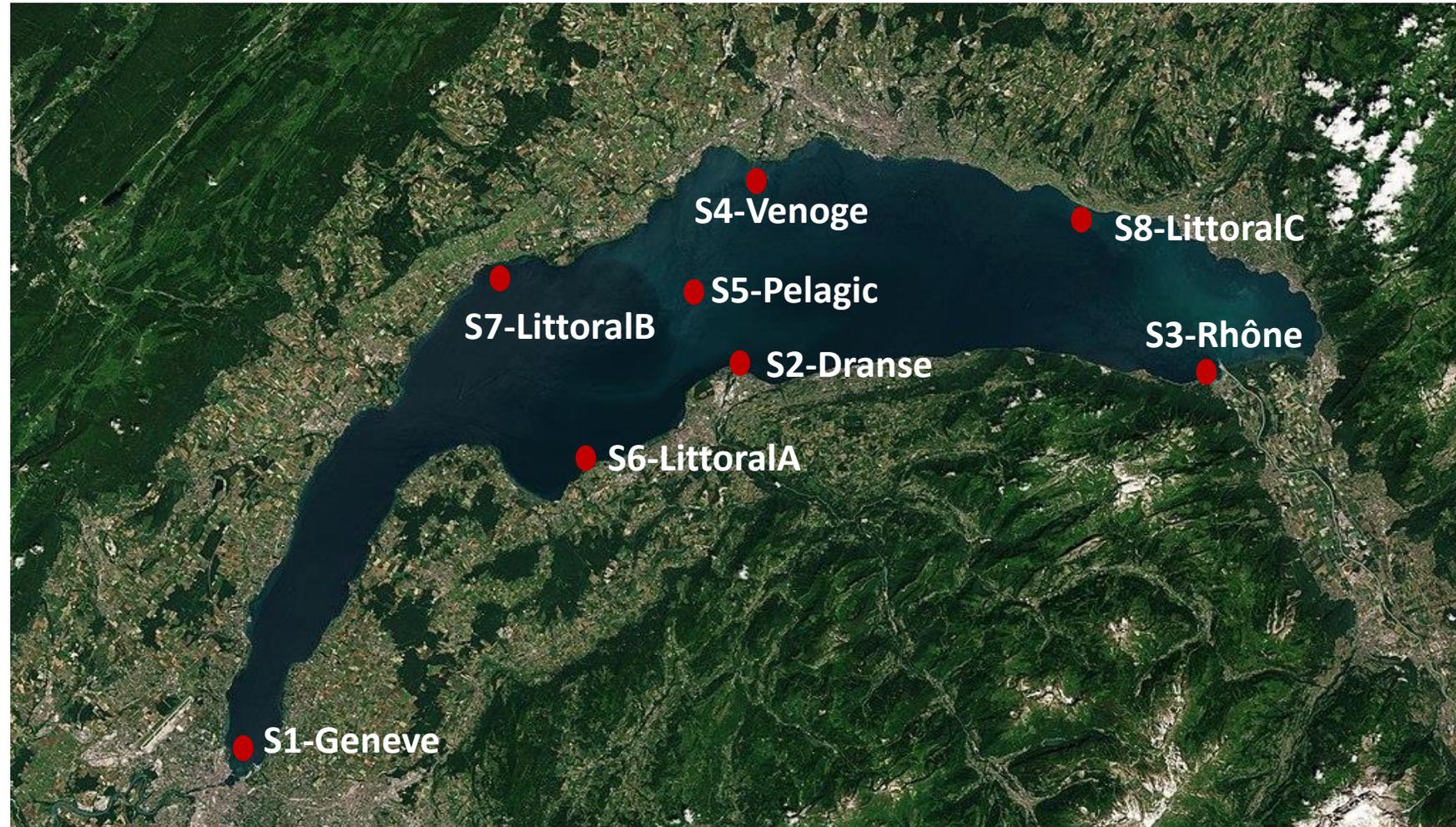
Quelles sont les variables environnementales associées au développement des tapis cyanobactériens ?

Étape1

Snapshot – 8 sites
16S + *microscopie*

Étape2

2 sites sélectionnés
1x/mois sampling
(1 an)



Objectif 1

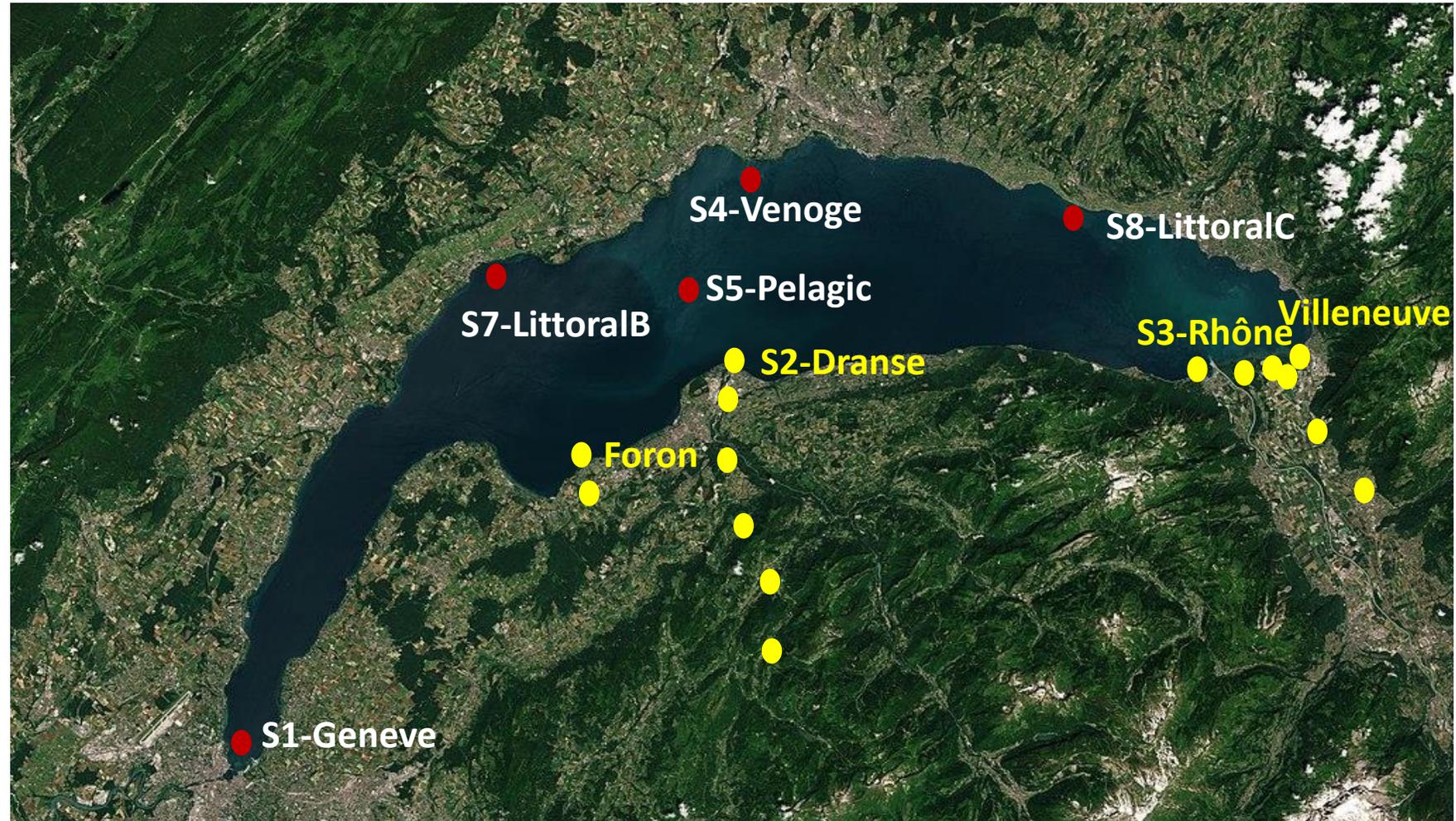
Quelles sont les variables environnementales associées au développement des tapis cyanobactériens ?

Étape1

Snapshot – 4 sites
done (yellow)
16S + *microscopie*

Étape2

Villeneuve + ?
1x/mois sampling
(1 an)



Objectif 2

Quelle est la composition microbienne des tapis cyanobactériens ?

Variables biotiques

Cyanobactéries
benthiques

Microbiome

Virome

Valadez-Cano et al., 2023

Autres

Variables environnementales

Facteurs hydrauliques

Robichon et al., 2023

Température

Robichon et al., 2023

Nutriment (P, N, ...)

Lumière



Objectif 3

Quelle est la capacité toxique de ces tapis cyanobactériens ?

Variables biotiques

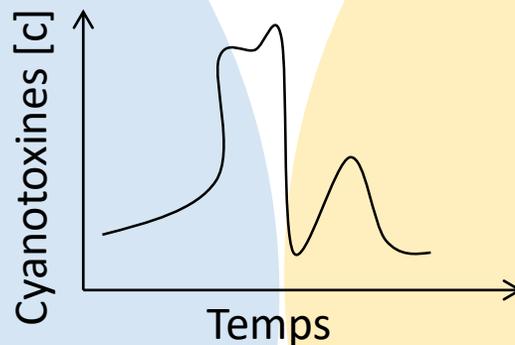
Cyanobactéries benthiques

Microbiome

Virome

Valadez-Cano et al., 2023

Autres



Variables environnementales

Facteurs hydrauliques

Robichon et al., 2023

Température

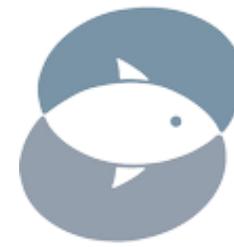
Robichon et al., 2023

Nutriment (P, N, ...)

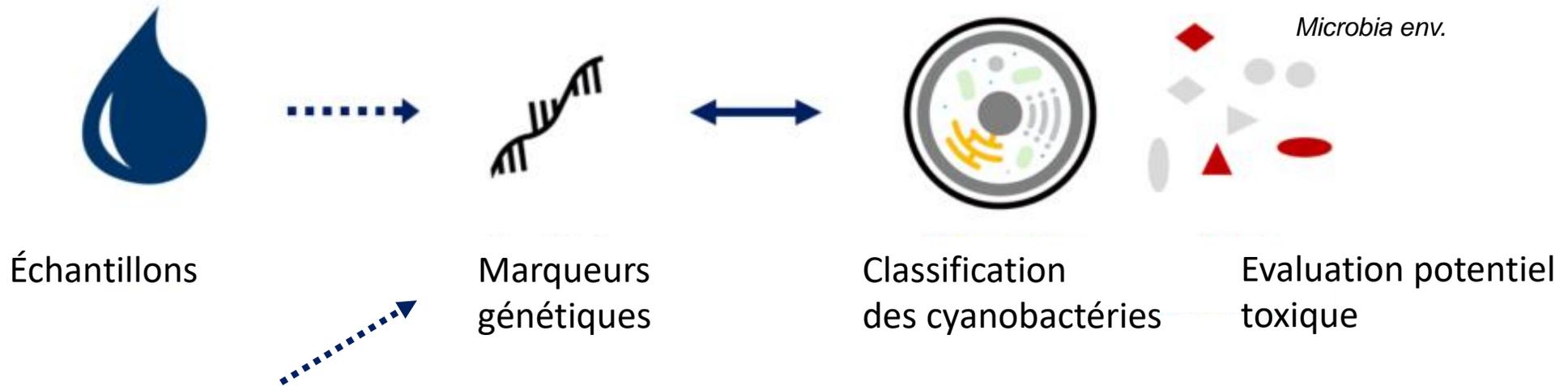
Lumière

Objectif 4

Comment mieux suivre ces tapis cyanobactériens ?



SCIMABIO *Interface*
science-management interface for biodiversity conservation



Résultat préliminaire

Site		Cyanobactérie dominante	Bactérie dominante	SILVA db	Autres Cyanobactéries
Villeneuve	<i>STANO</i>	Chondrocystis	Tabrizicola (Rhodobacteraceae)	Tychonema CCAP 1459-11B	Chamaesiphon Oscillatoria Leptolyngbya
Villeneuve	<i>Haut</i>	Chamaesiphon	Tabrizicola (Rhodobacteraceae)	Chamaesiphon	Leptolyngbya Aliterella Prochlorothrix
Villeneuve	<i>Plage</i>	Microcystis	Tabrizicola	Microcystis	Chamaesiphon Geitlerinema Leptolyngbya
Villeneuve	<i>Sortie</i>	Cyanobium	Tabrizicola	Cyanobium	Microcystis Geminocystis Geitlerinema
Villeneuve	<i>100m</i>	Chroococciopsis	Tabrizicola	Microseira Carmichael- Alabama	Cephalothrix Leptolyngbya
Foron	<i>Rivière BC</i>	Fail	Fail	Fail	Fail
Villeneuve	<i>Sortie Lac</i>	Leptolyngbya	Tabrizicola	Cyanobium	Cyanobium Chamaesiphon
Foron	<i>Lac 1</i>	Leptolyngbya	Porphyrobacter	Leptolyngbyaceae	Chamaesiphon Oscillatoria
Foron	<i>Rivière 1</i>	Fail	Fail	Fail	Fail
Drance	<i>Lac 1</i>			Pleurocapsa	
Drance	<i>Rivière 1</i>	Chamaesiphon	Sphingorhabdus		Chondrocystis Oscillatoria

Nicolas Tromas	• Carte présence des Cyanobactéries benthiques	1
	• Sélection des sites	1
	Collaborateurs:	
Stéphan Jacquet	• Identification de la communauté cyanobactérienne	2
Jöel Robin	• Identification des facteurs biotiques	2
	• Analyse du potentiel toxique	2
Bastiaan Ibelings EAWAG	• Dynamique écologique	1
	• Identification facteurs environnementaux	1
	• Validation présence des cyanotoxines	3
SCIMABIO + INRAE	• Développement de biomarqueurs génétiques de détection	4

*Approche ou outils generalisables

	Détails	Temporalité
Objectif 1	Snapshot – Création d'une carte de présence des Cyanobactéries benthiques. Sélection des sites les plus impactés *	Été-Automne 2024
Objectif 1	Échantillonnage sur sites sélectionnées et mesures des paramètres	Janvier 2025- Janvier 2026
Objectif 1	Recrutement étudiants master2	Hiver-Printemps 2025
Objectif 2	Séquençage et Identification des cyanobactéries benthiques	Hiver 2025-2026
Objectif 2	Identification des paramètres abiotiques et biotiques associés aux cyanob.	Hiver 2025-2026
Objectif 3	Analyse des risques toxiques (e.g présence de gènes de toxicité)	Hiver 2025 – Printemps 2026
Objectif 3	Validation de la présence de cyanotoxines (LC-MS/MS et/ou ELISA)	Janvier 2025- Janvier 2026
Objectif 4	Développement de biomarqueurs génétiques de détection *	Printemps 2026
Rapport/Articles	Rédaction des rapports et articles scientifiques.	Printemps - Été 2026

Project INTERREG-ALGA progress meeting:

Automated pipeline to monitor phytoplankton in Lake Léman

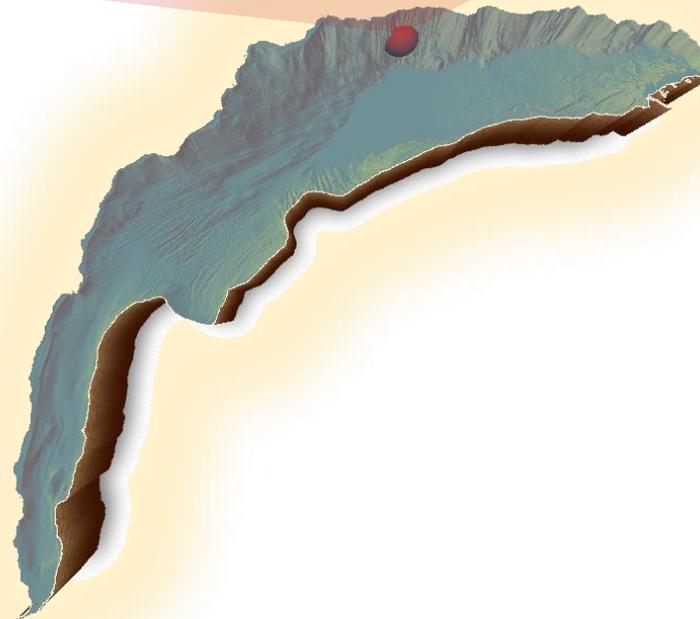
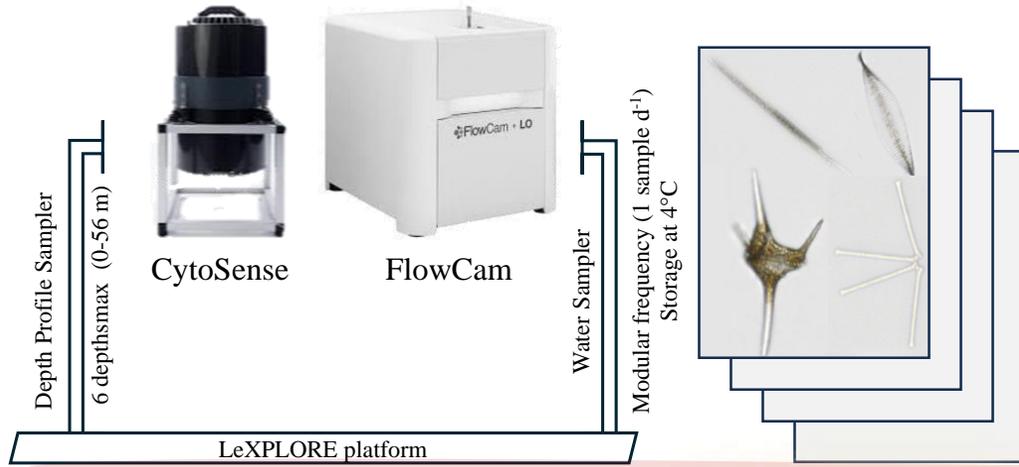
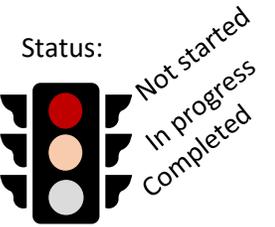
Mathilde Dugenne, Irene Muscas, Matteo Gios, Mridul K Thomas, Bastiaan Ibelings



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

Objective: Develop an automated AI-based image pipeline to monitor phytoplankton populations high frequency dynamics

1 Developing protocols

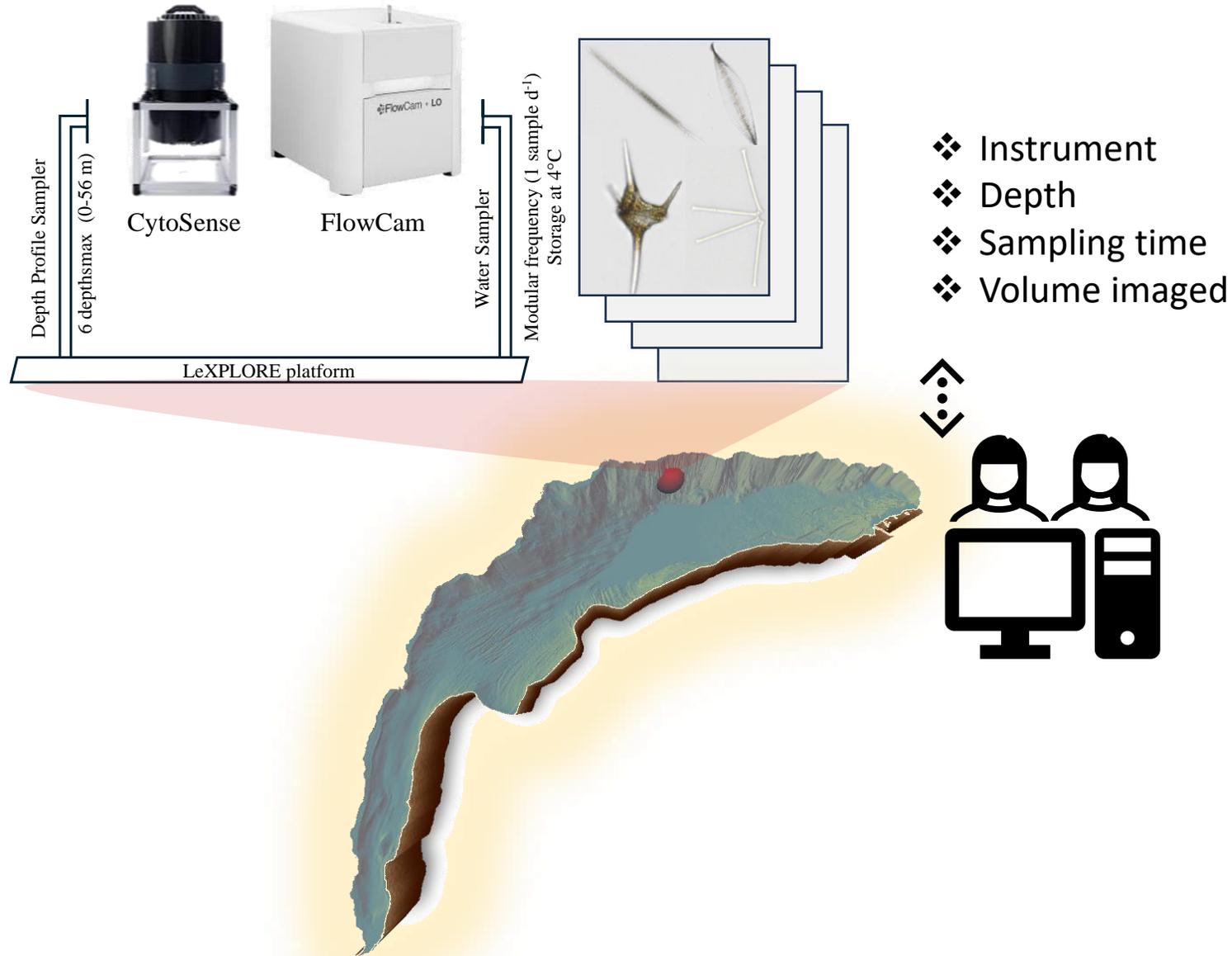
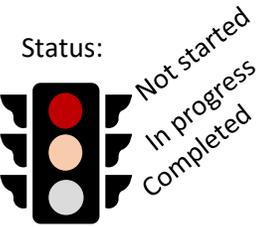


Objective: Develop an automated AI-based image pipeline to monitor phytoplankton populations high frequency dynamics

1 Developing protocols

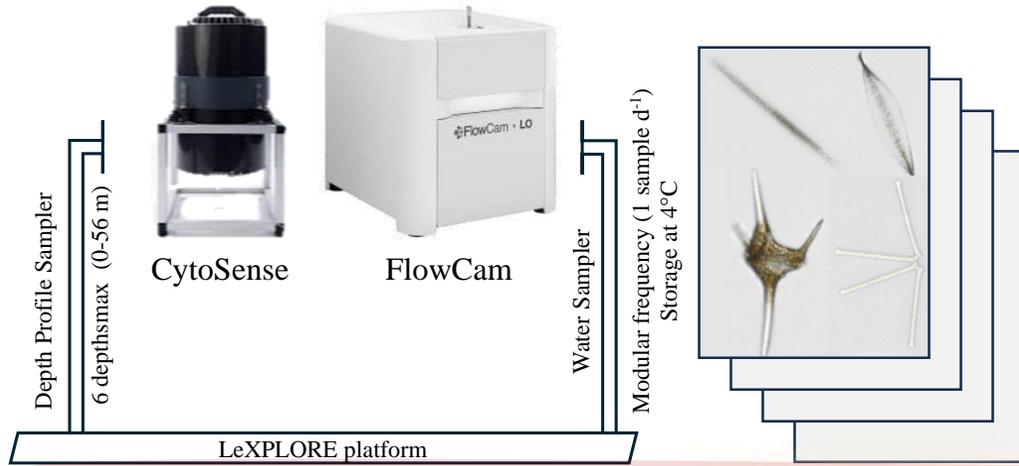


2 Daily / Hourly image acquisitions with metadata



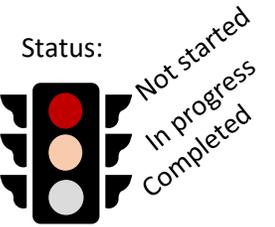
Objective: Develop an automated AI-based image pipeline to monitor phytoplankton populations high frequency dynamics

1 Developing protocols

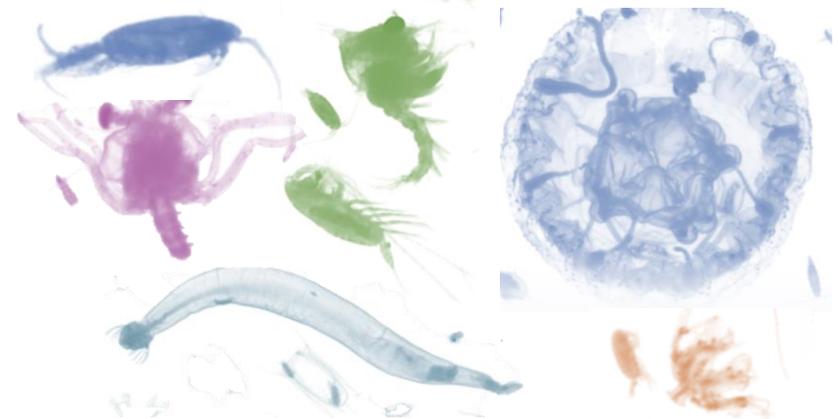
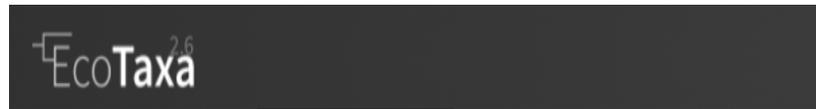


2 Daily / Hourly image acquisitions with metadata

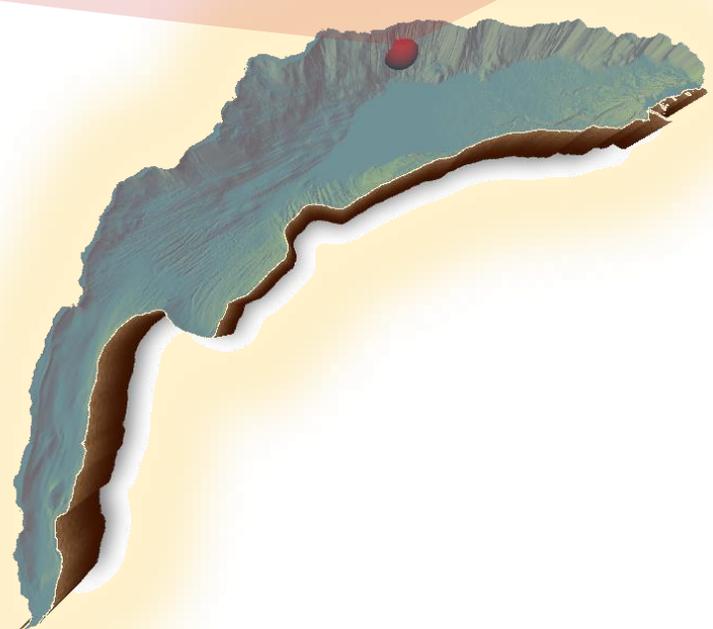
- ❖ Instrument
- ❖ Depth
- ❖ Sampling time
- ❖ Volume imaged



3 Images processing and manual annotations

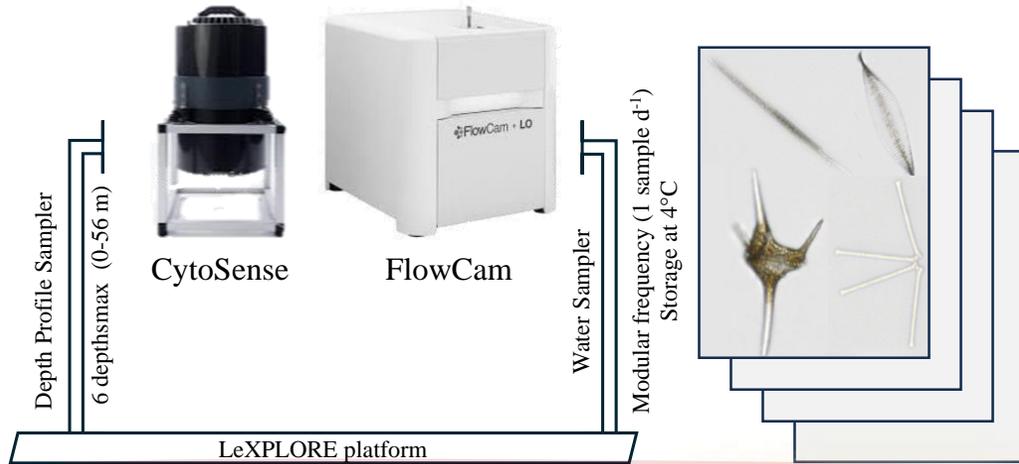


mdugenne / Lexplore_ALGA



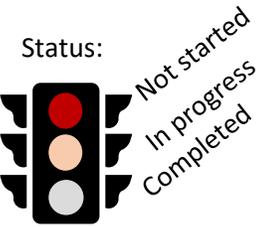
Objective: Develop an automated AI-based image pipeline to monitor phytoplankton populations high frequency dynamics

1 Developing protocols



2 Daily / Hourly image acquisitions with metadata

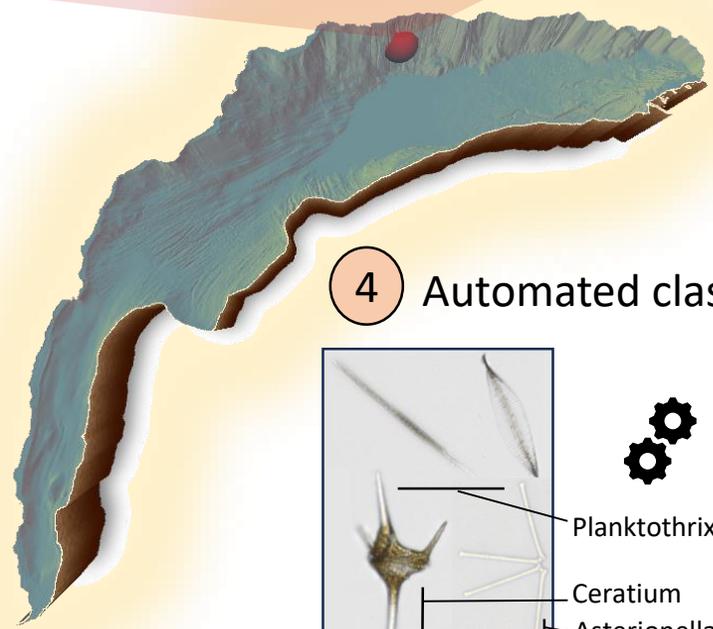
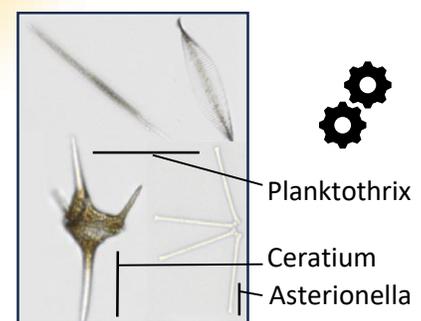
- ❖ Instrument
- ❖ Depth
- ❖ Sampling time
- ❖ Volume imaged



3 Images processing and manual annotations

This block contains the EcoTaxa logo, a collection of color-coded phytoplankton images (purple, green, blue, orange), and the GitHub repository name mdugenne / Lexplore_ALGA.

4 Automated classification

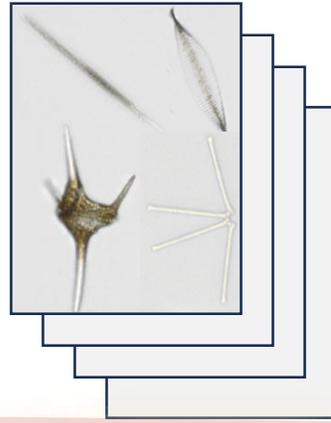


Objective: Develop an automated AI-based image pipeline to monitor phytoplankton populations high frequency dynamics

1 Developing protocols



2 Daily / Hourly image acquisitions with metadata



- ❖ Instrument
- ❖ Depth
- ❖ Sampling time
- ❖ Volume imaged

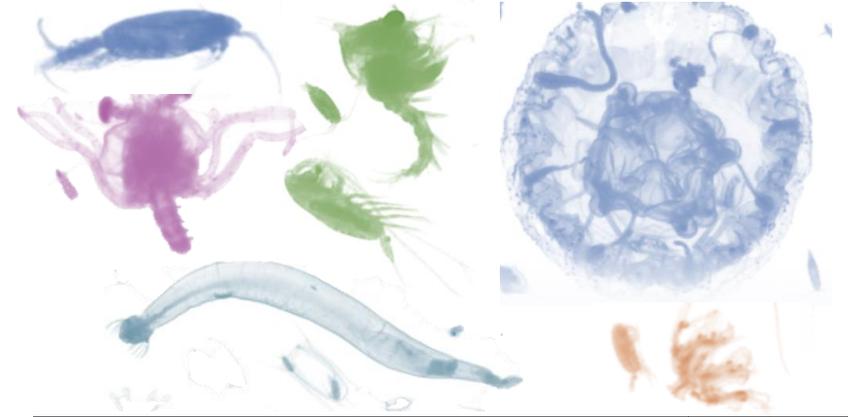
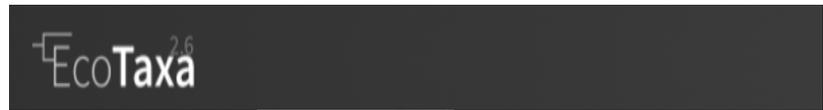
Status:



Not started
In progress
Completed

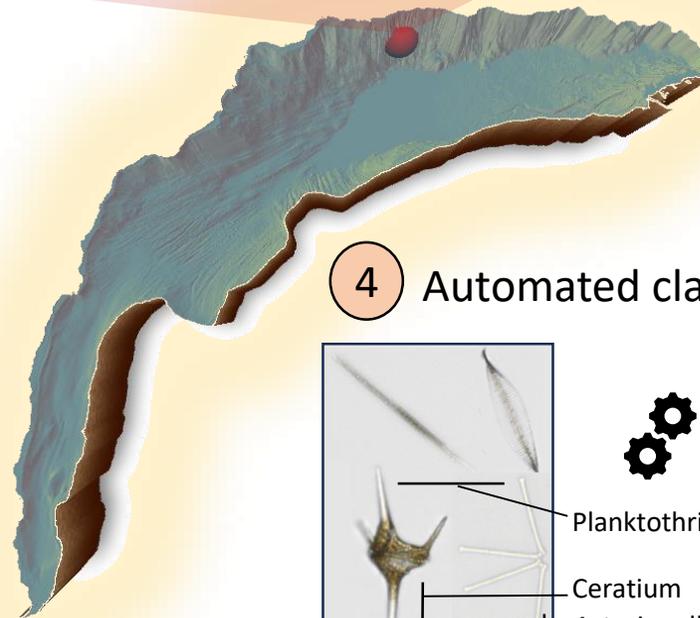
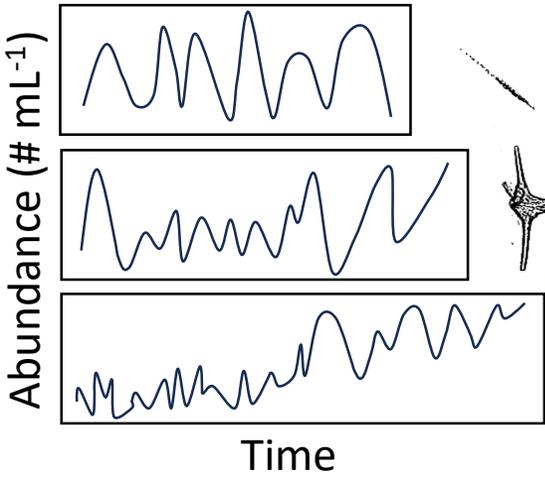


3 Images processing and manual annotations

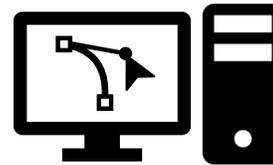
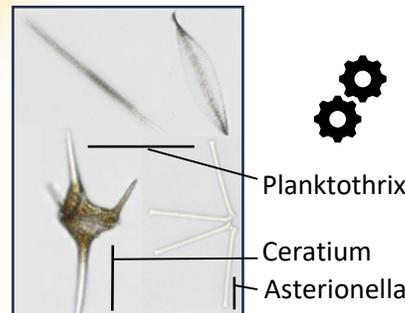


mdugenne / Lexplore_ALGA

5 Monitor key populations



4 Automated classification



Objective: Develop an automated AI-based image pipeline to monitor phytoplankton populations high frequency dynamics

1 Developing protocols:

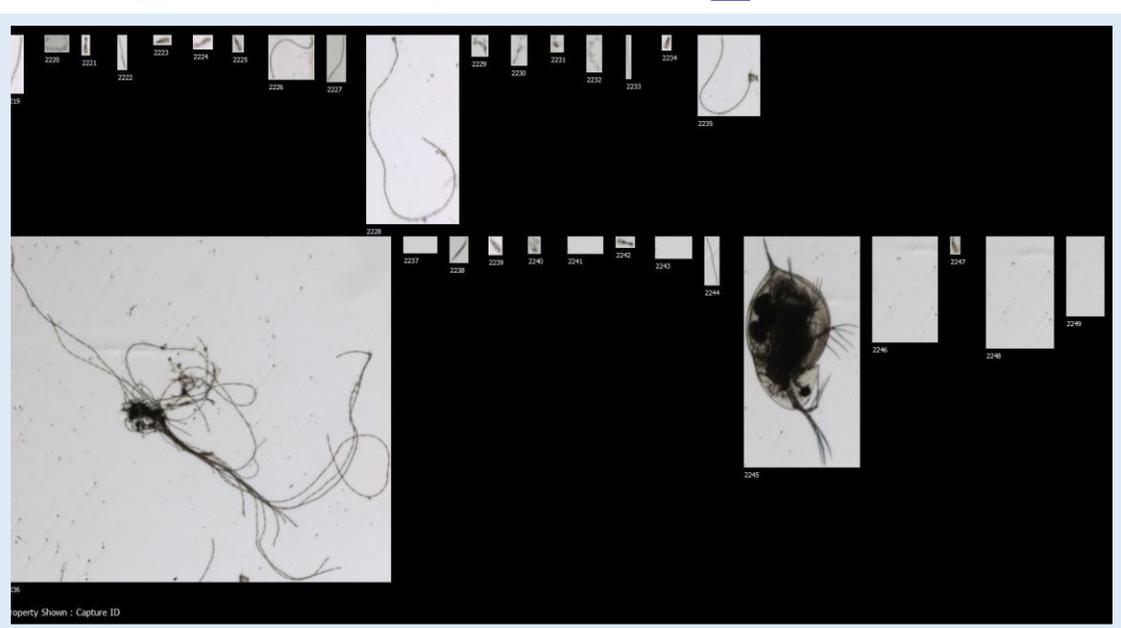
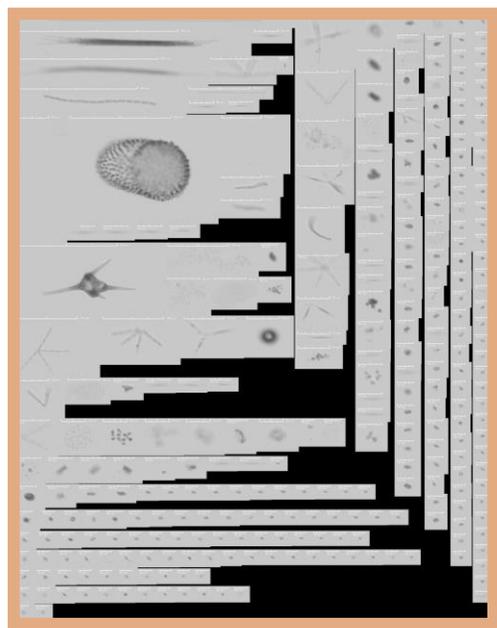
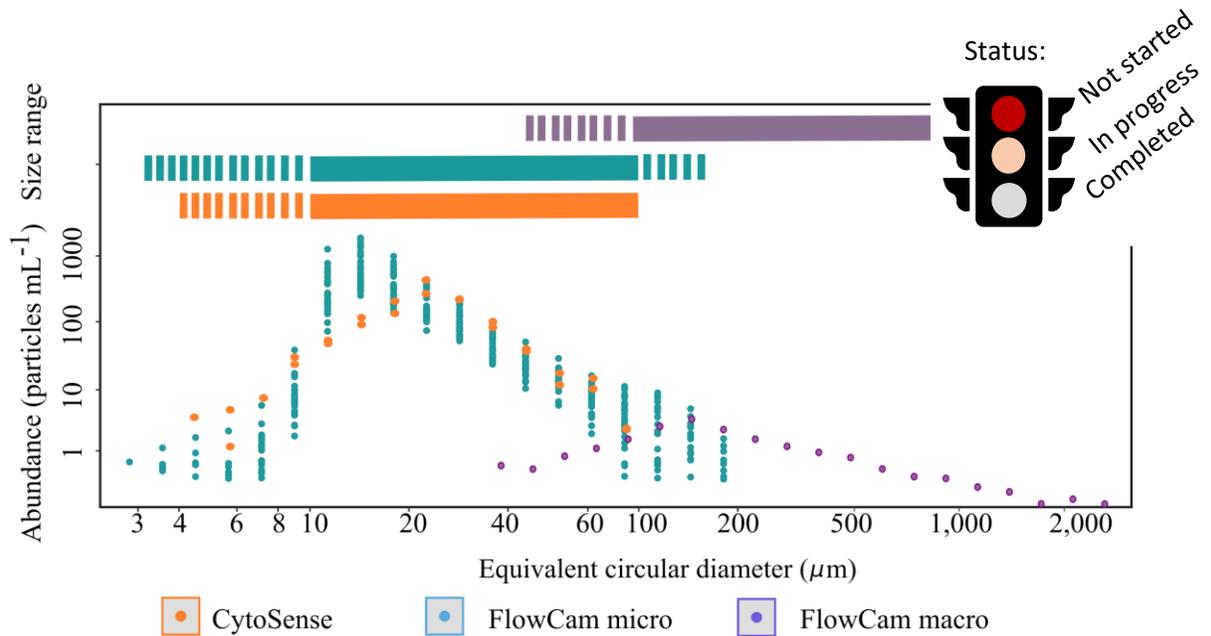
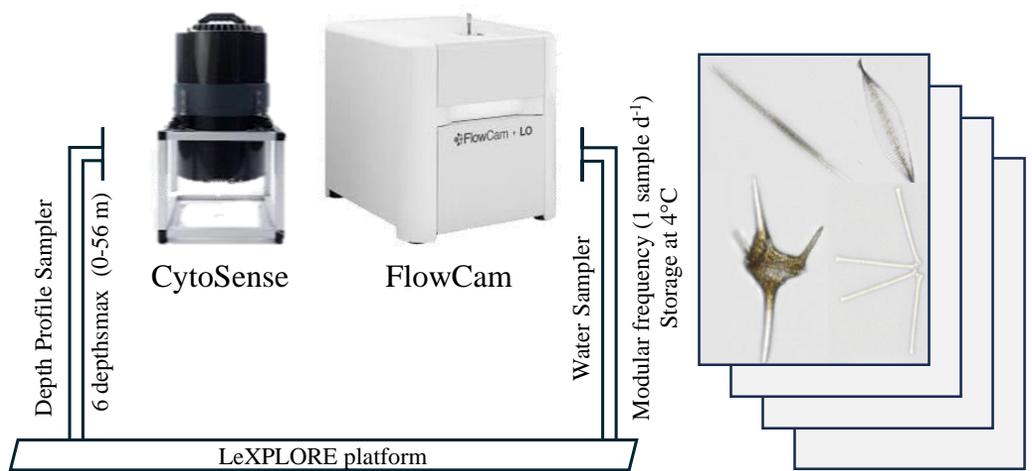


Illustration of lake sample images acquired by **CytoSense** (left) & **FlowCam micro** (center) & **FlowCam macro** (right)

Objective: Develop an automated AI-based image pipeline to monitor phytoplankton populations high frequency dynamics

1 Developing protocols

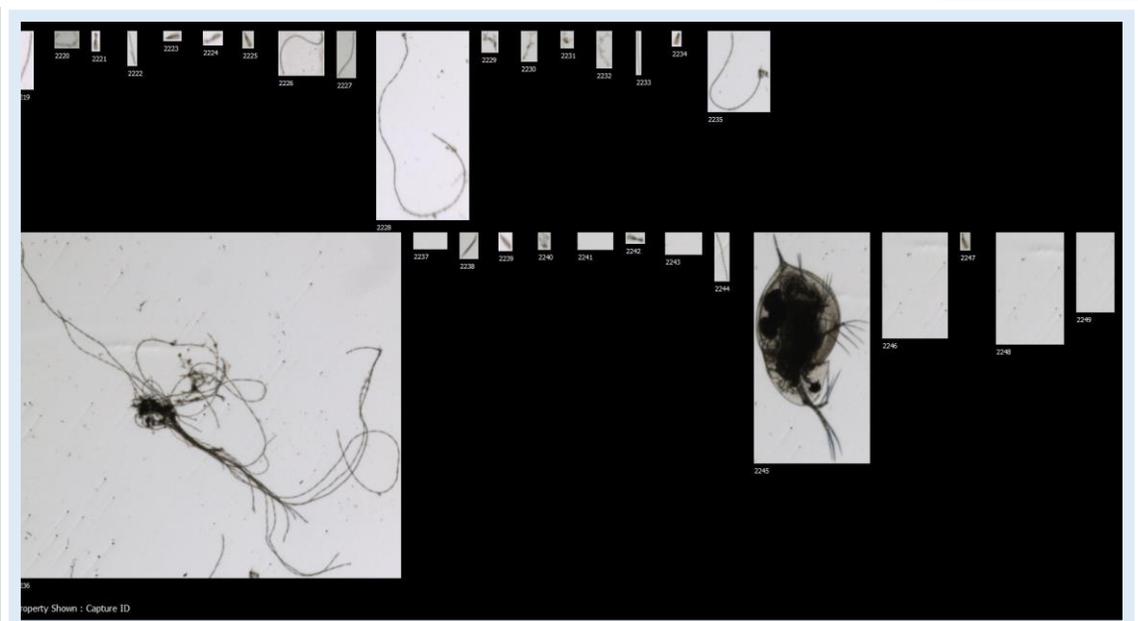
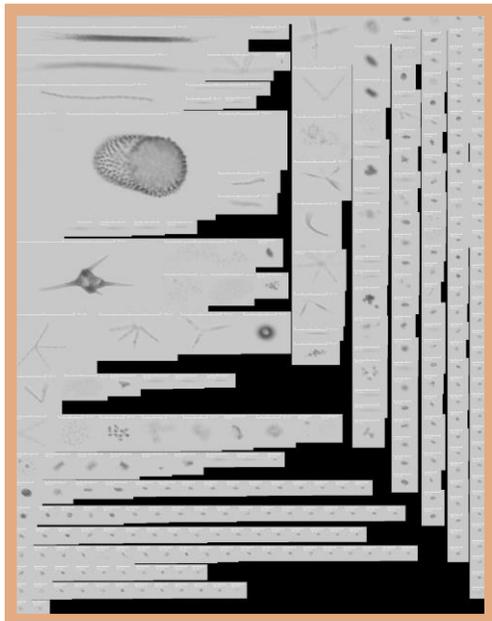
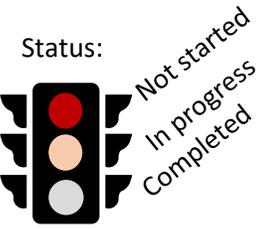
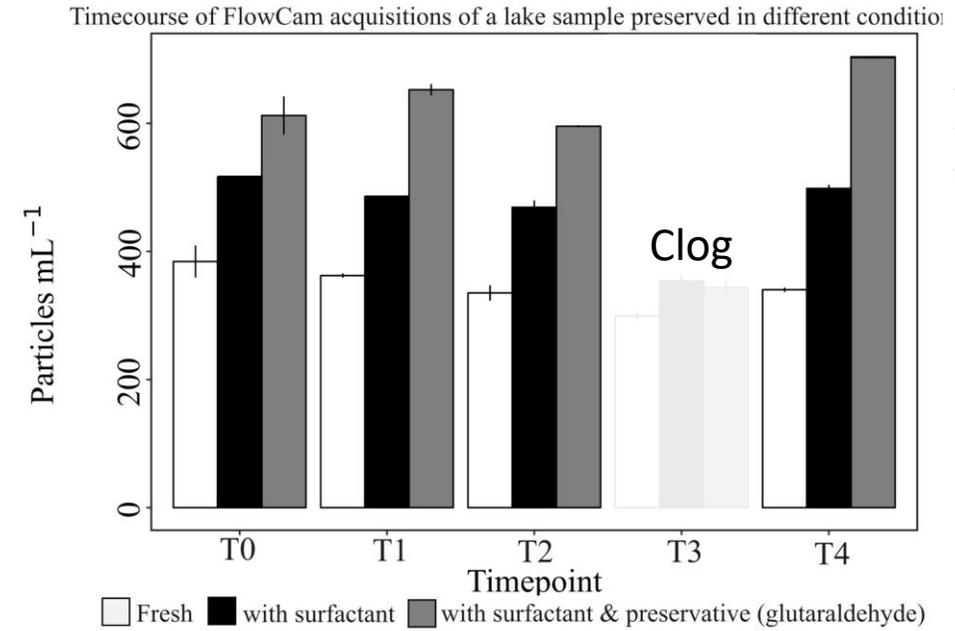
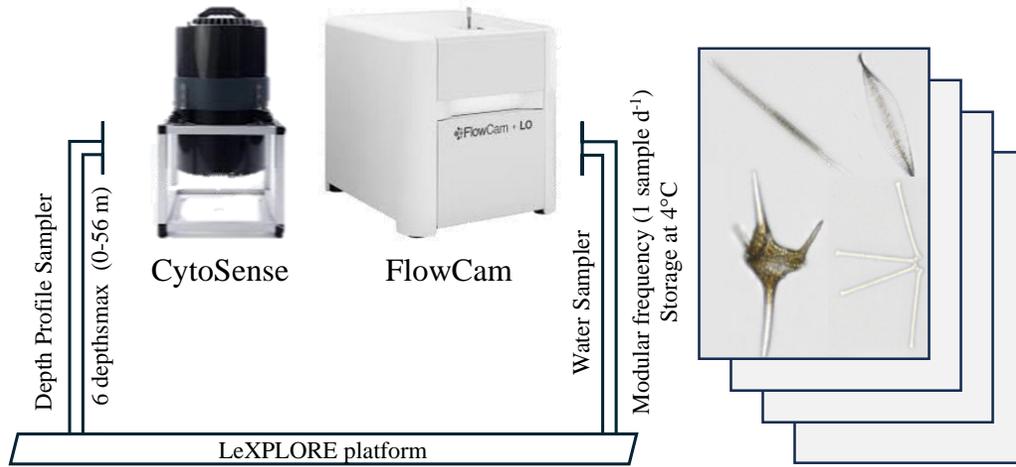


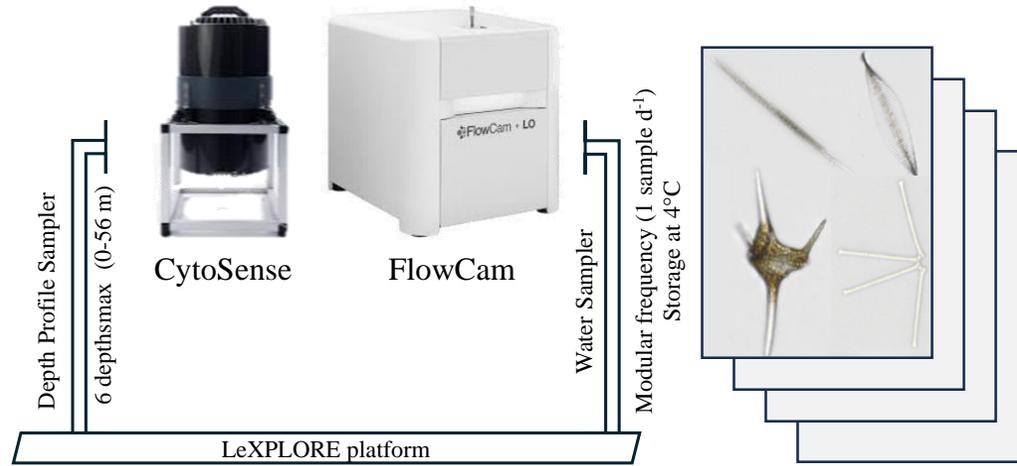
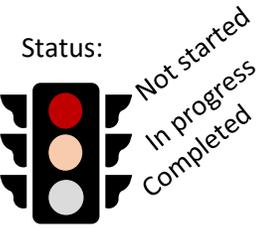
Illustration of lake sample images acquired by **CytoSense** (left) & **FlowCam micro** (center) & **FlowCam macro** (right)

Objective: Develop an automated AI-based image pipeline to monitor phytoplankton populations high frequency dynamics

1 Developing protocols



2 Daily / Hourly image acquisitions with metadata



- ❖ Instrument
- ❖ Depth
- ❖ Sampling time
- ❖ Volume imaged



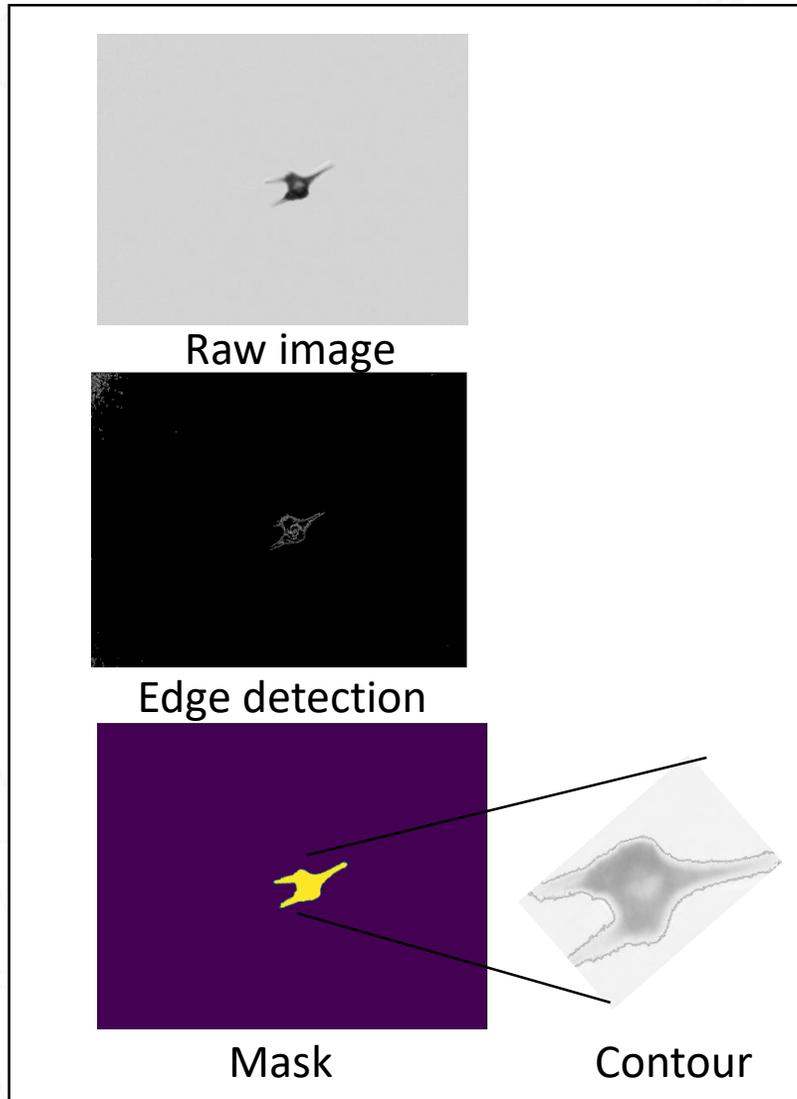
The Depth-Profile Sampler



The Water Sampler

	CytoSense	FlowCams
Acquisition mode:	Real-time	7-days delayed at most
Sampling mode:	Time x Depth Profiles	Time x single depth
Target depth(s) in m:	0, 10, 20, 30, 40, 56	5
Frequency:	1 depth profile every 3 hours Continuous	1 sample every day (09:00:00 LT) Continuous

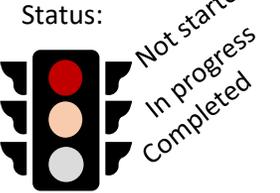
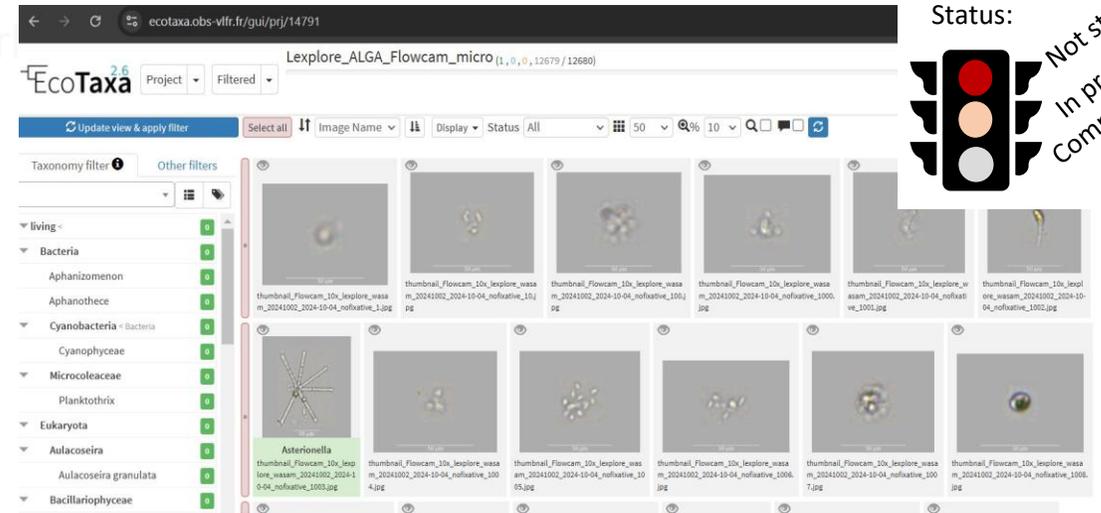
Objective: Develop an automated AI-based image pipeline to monitor phytoplankton populations high frequency dynamics



Automated upload



via Application Programmable Interface



3 Images processing and manual annotations



4 Automated classification

Illustration of the image processing steps:

- 1) Segmentation (identify the region of interest from the background)
- 2) Extract morphometric measurements from mask

Objective: Develop an automated AI-based image pipeline to monitor phytoplankton populations high frequency dynamics

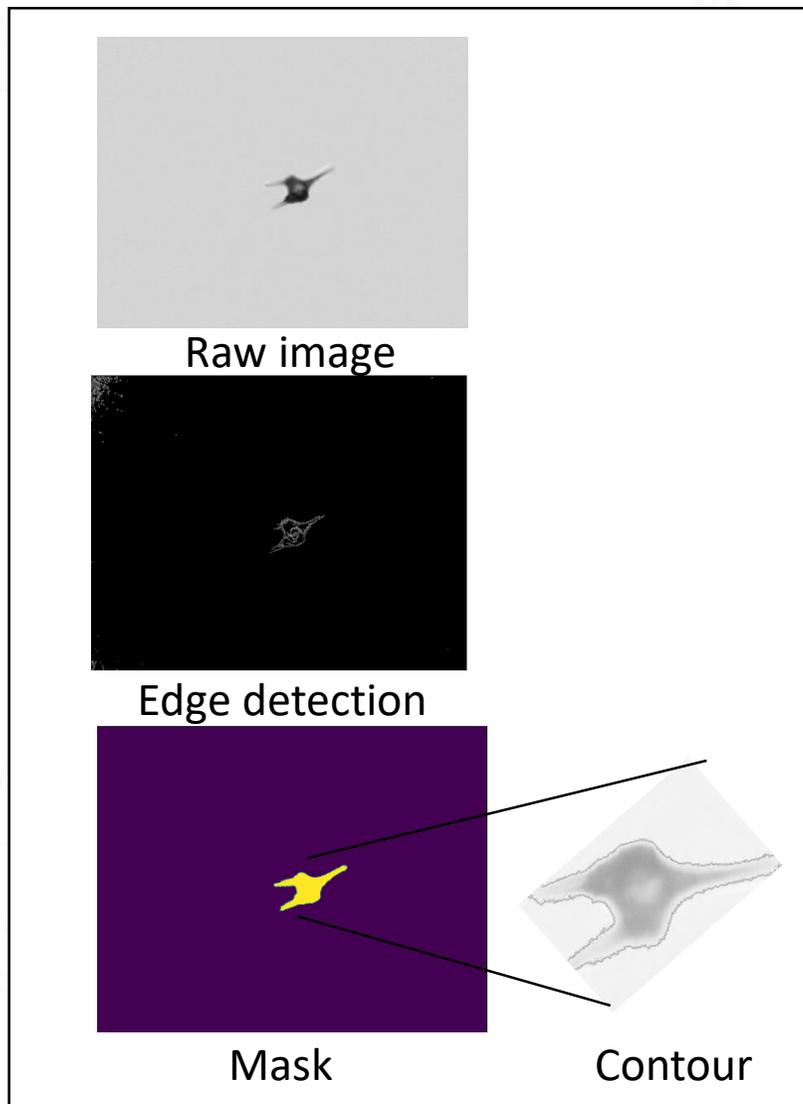
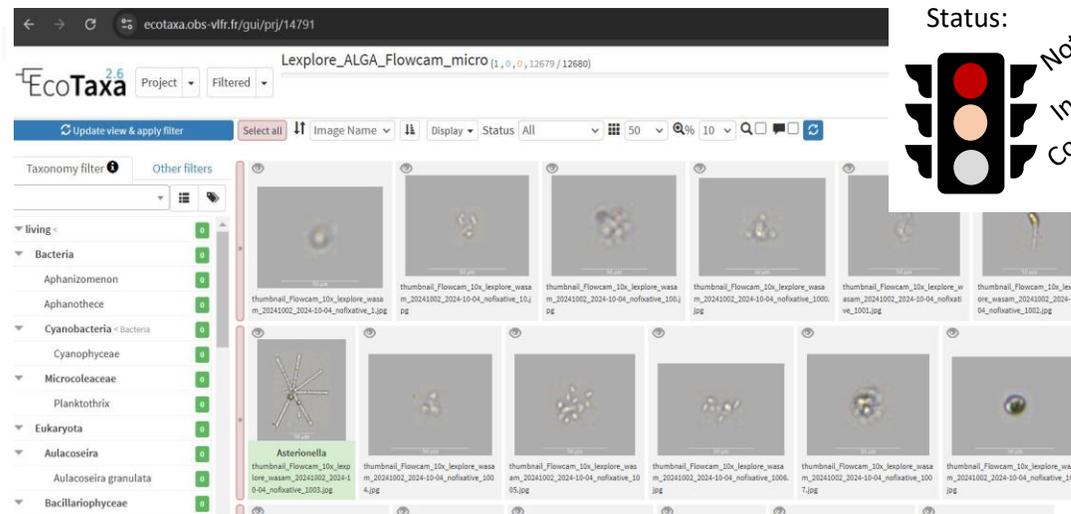


Illustration of the image processing steps

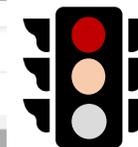
Automated upload



via Application Programmable Interface

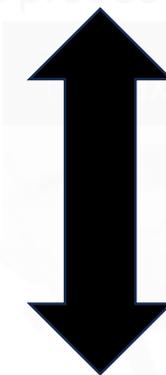
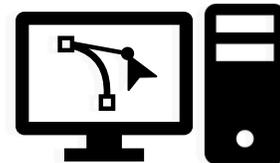
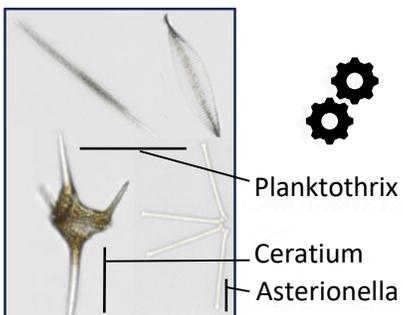


Status:



Not started
In progress
Completed

4 Automated classification

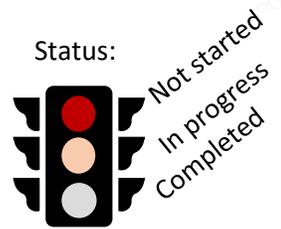
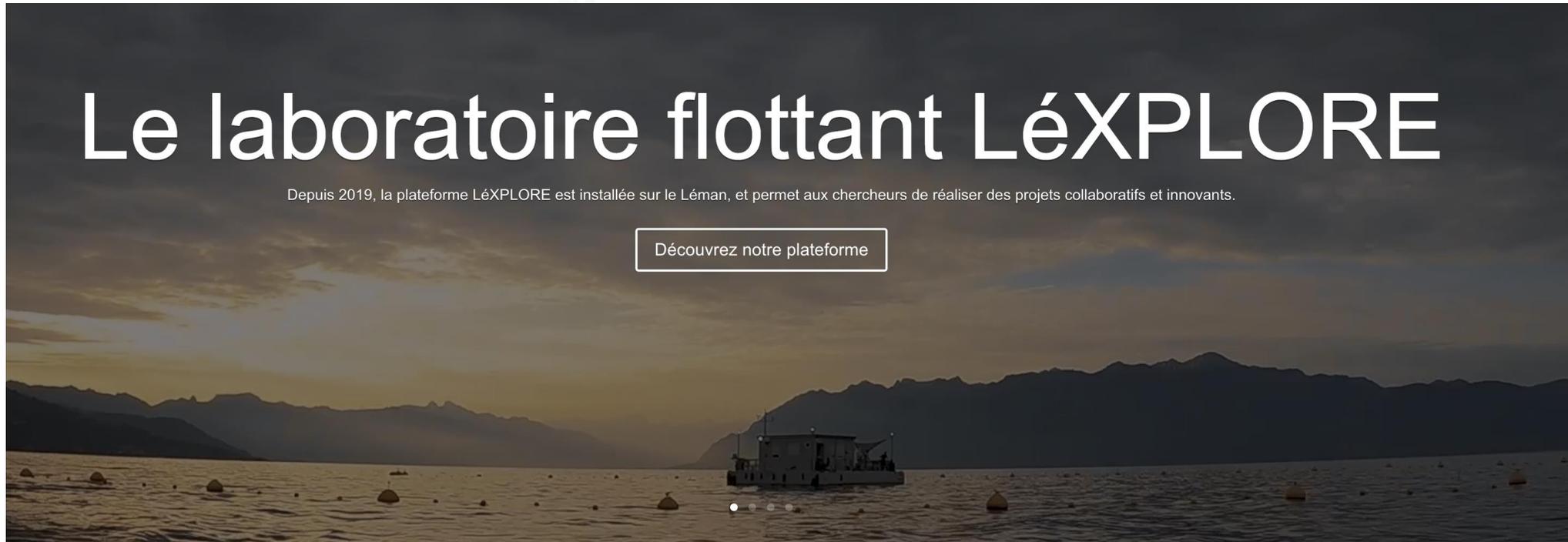


- 1) Automated classification by a trained AI algorithm
- 2) Manual validation by humans
- 3) Increased training sets
- 4) Tuning of the algorithm

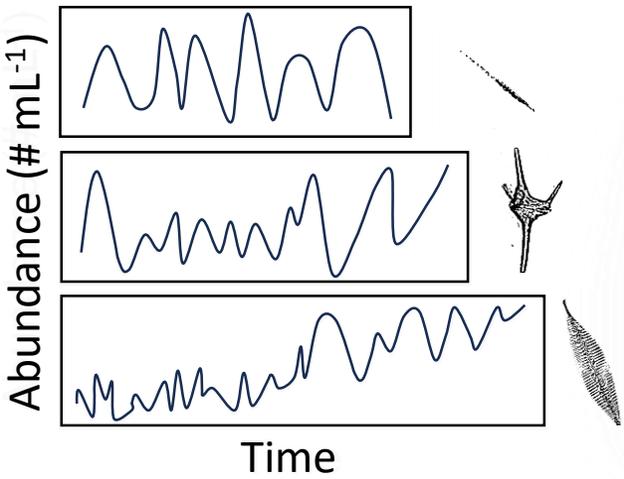


mdugenne / Lexplore_ALGA

Objective: Develop an automated AI-based image pipeline to monitor phytoplankton populations high frequency dynamics



5 Monitor key populations: **STARTING DEC 2024** (Tentative date for installation on the platform: next week)

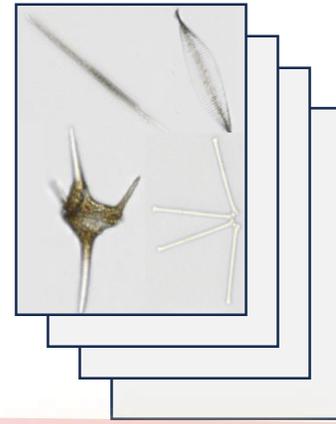


Objective: Develop an automated AI-based image pipeline to monitor phytoplankton populations high frequency dynamics

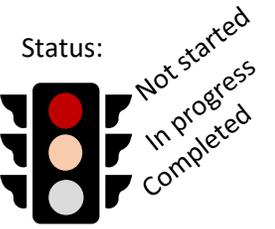
1 Developing protocols



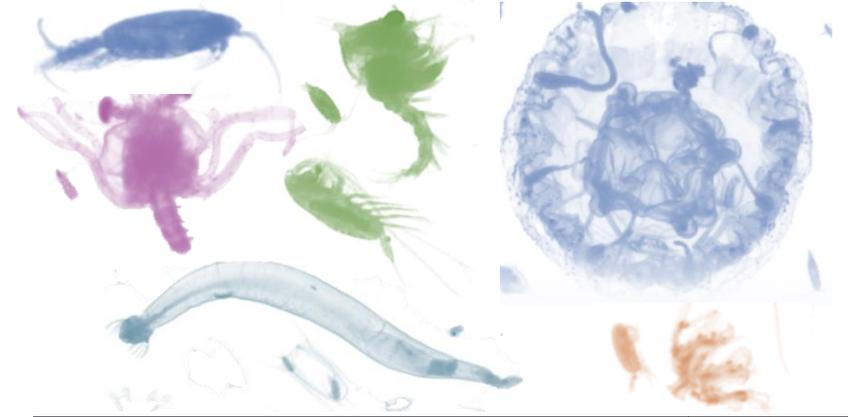
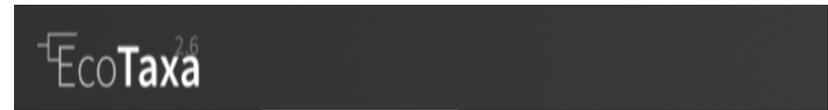
2 Daily / Hourly image acquisitions with metadata



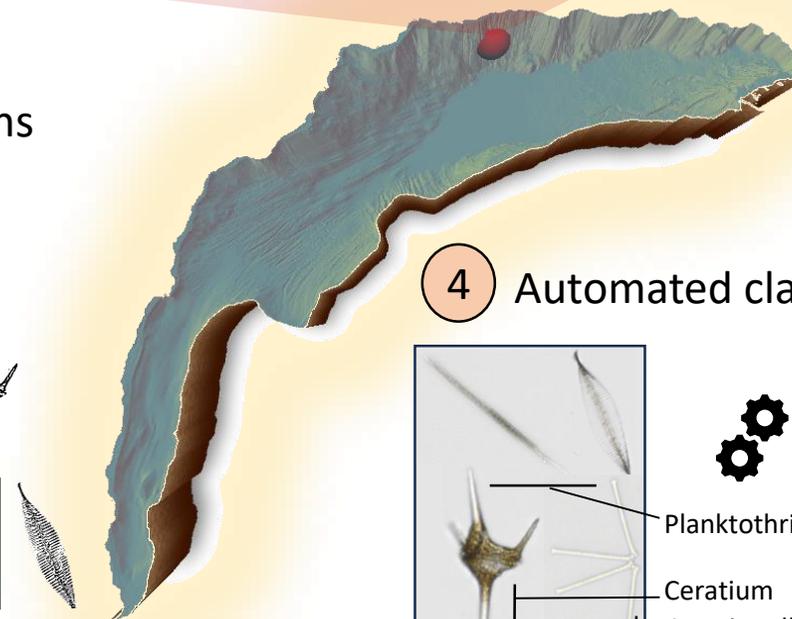
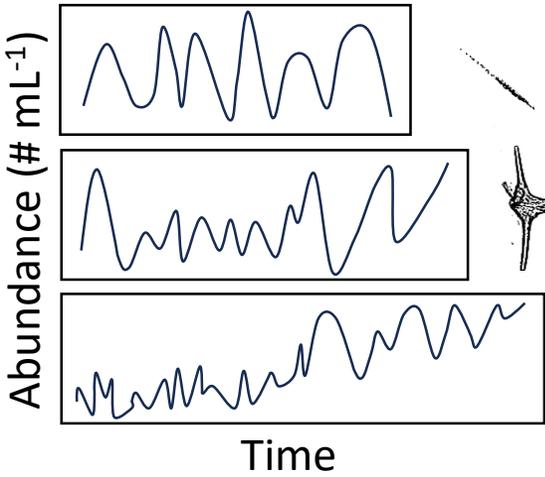
- ❖ Instrument
- ❖ Depth
- ❖ Sampling time
- ❖ Volume imaged



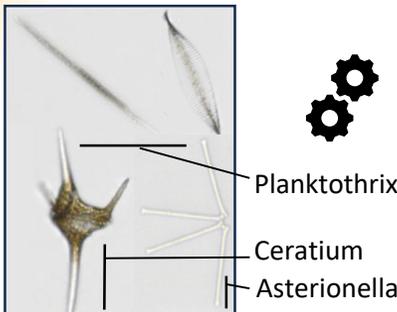
3 Images processing and manual annotations



5 Monitor key populations

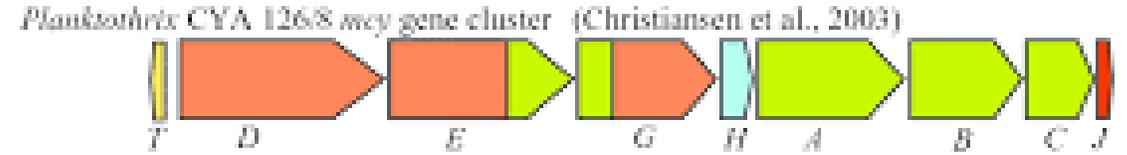


4 Automated classification

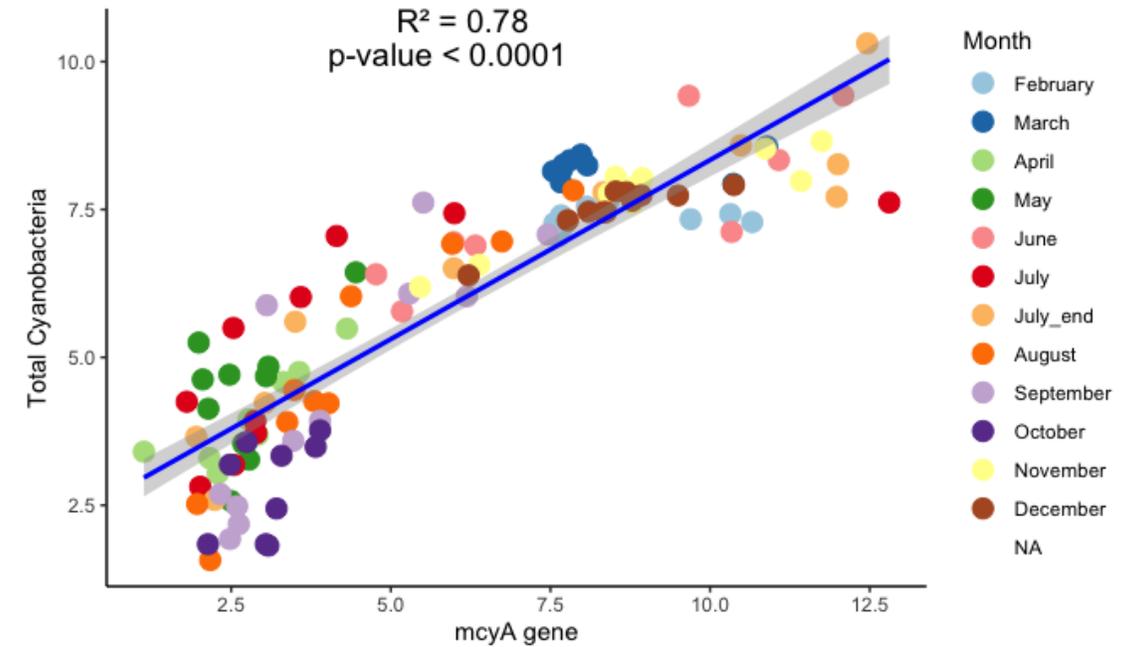
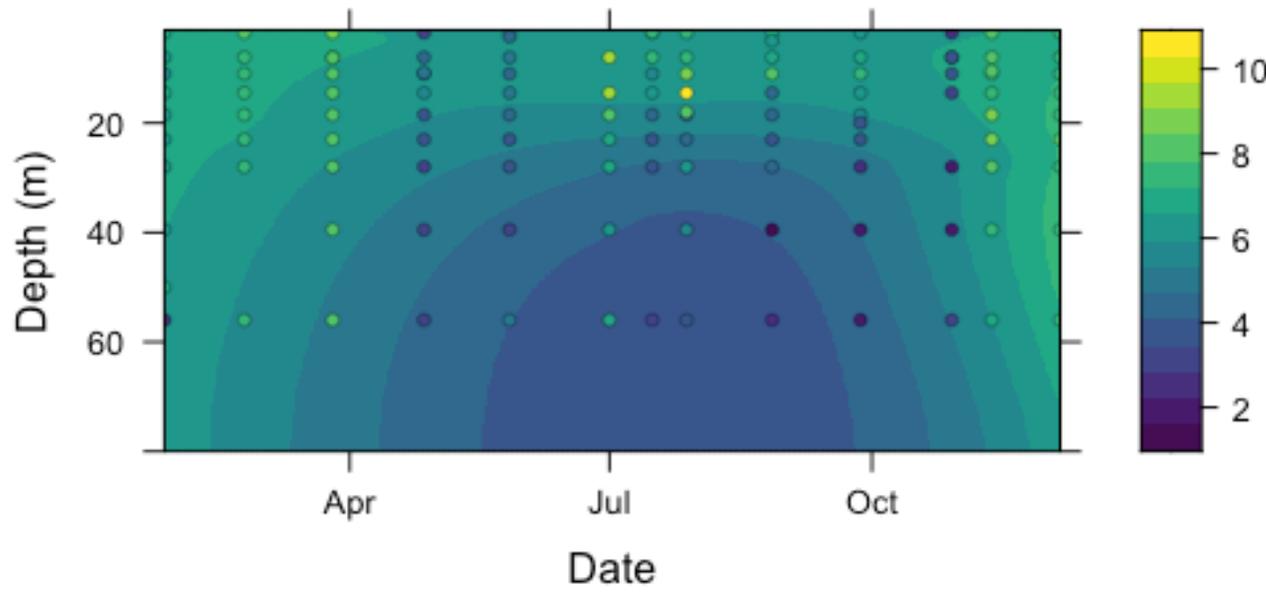


mcyA gene abundances (qPCR) are highly correlated to total cyanobacteria

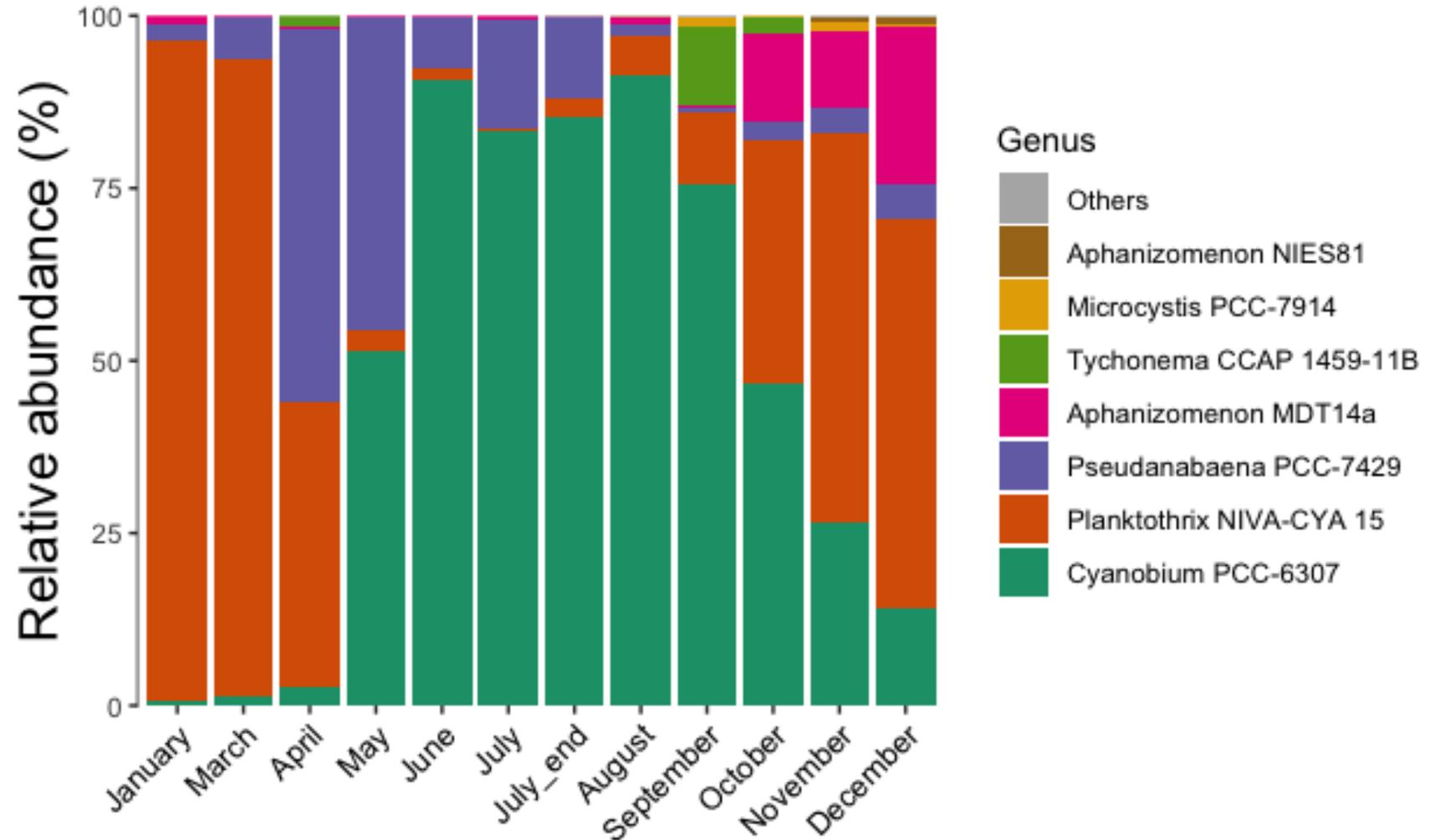
2021



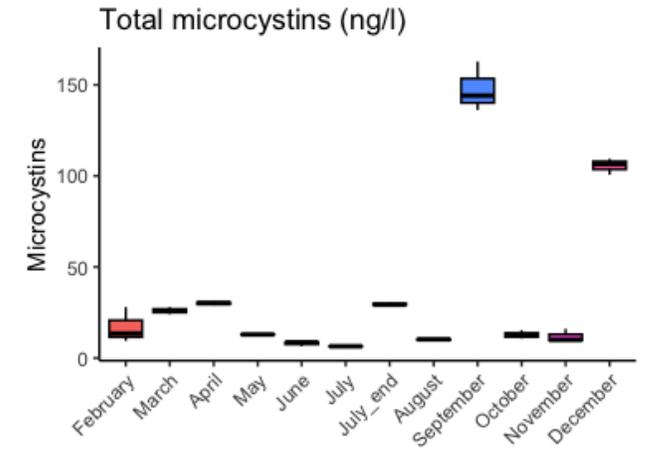
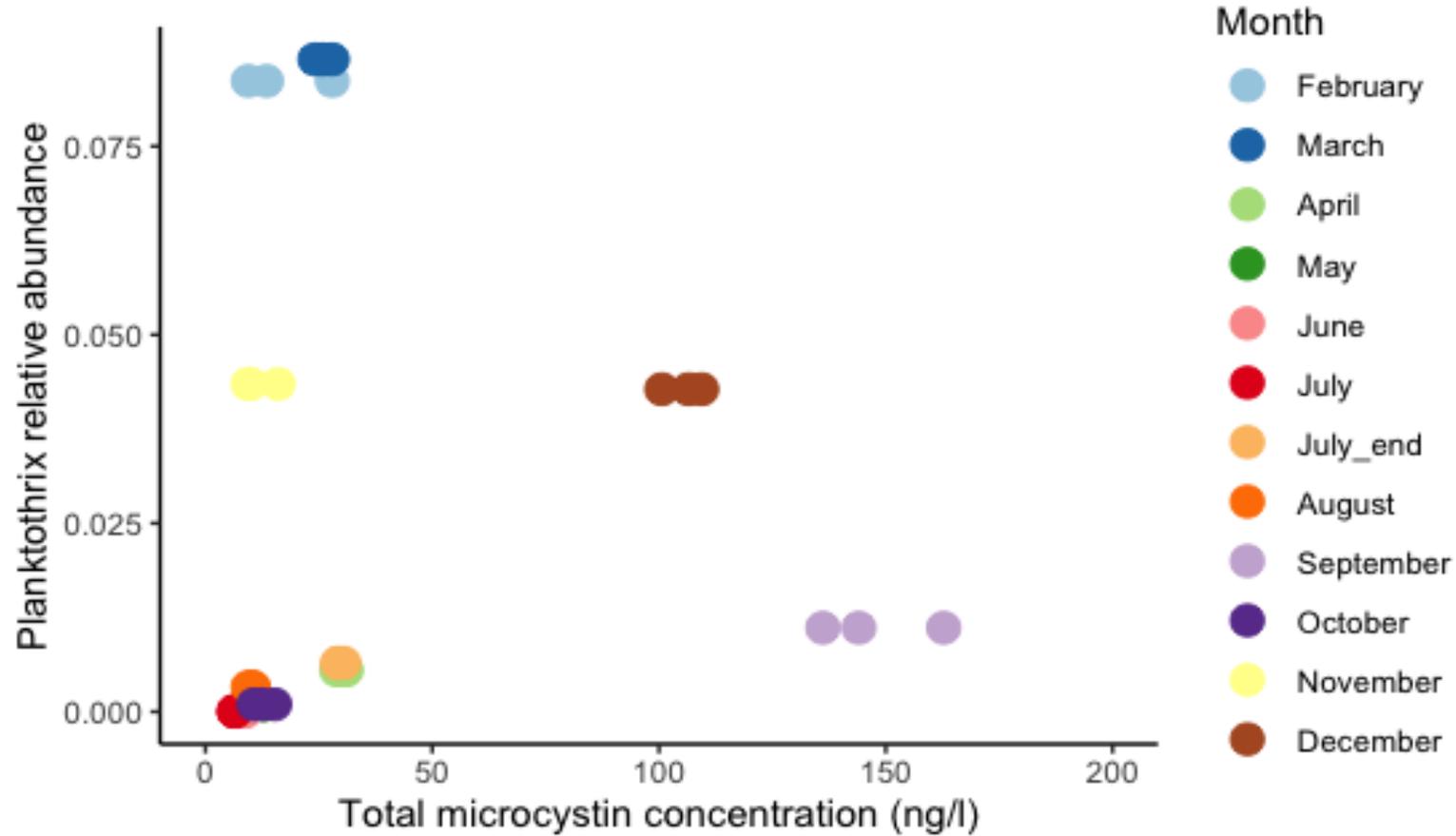
Total Cyanobacteria



16s rRNA seq shows genus *Planktothrix* “dominating” from November to April and picocyanobacteria *Cyanobium* from May to September

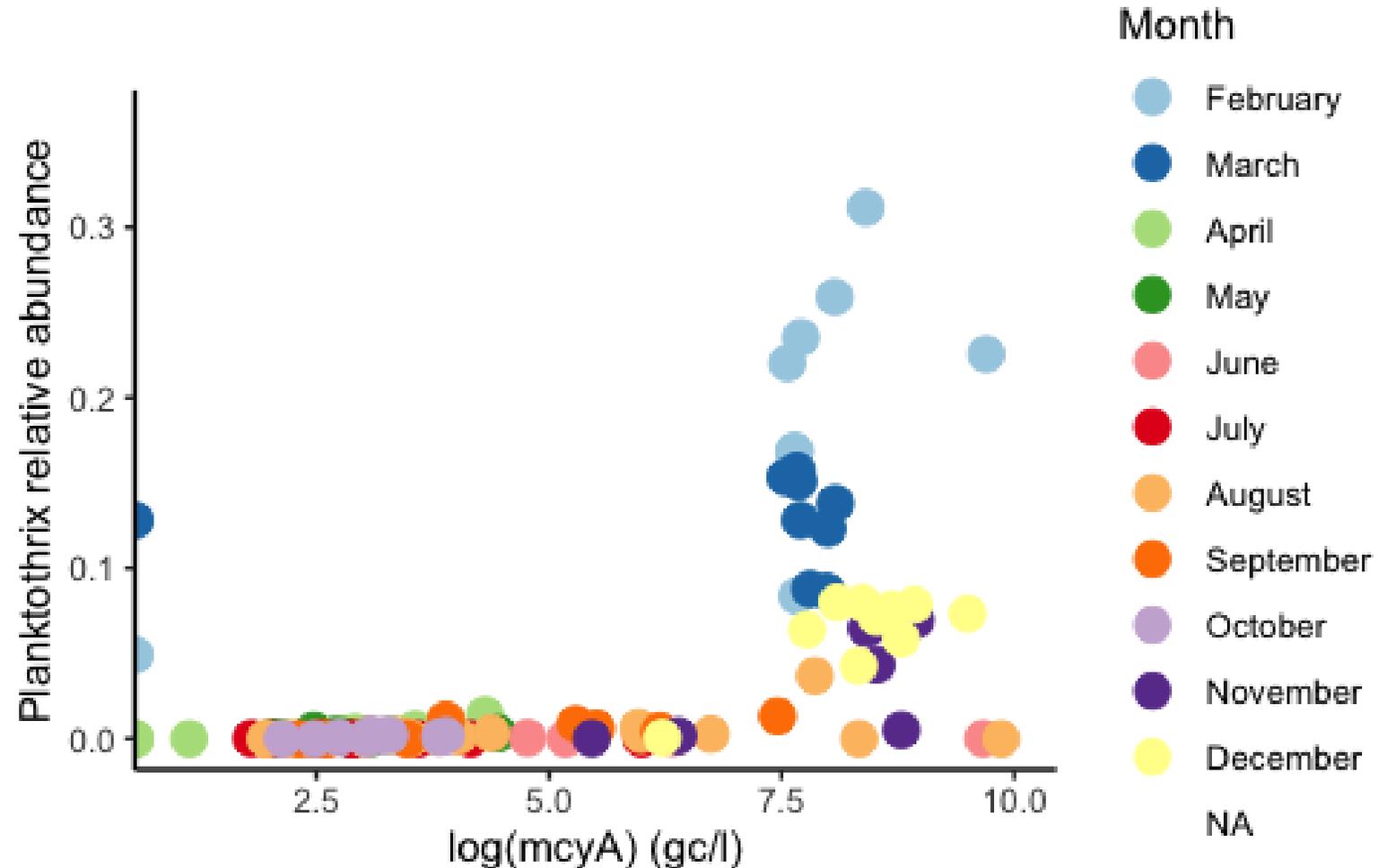


Peaks of microcystins detected in DCM biomass in September and December, not solely explained by *Planktothrix* relative abundance

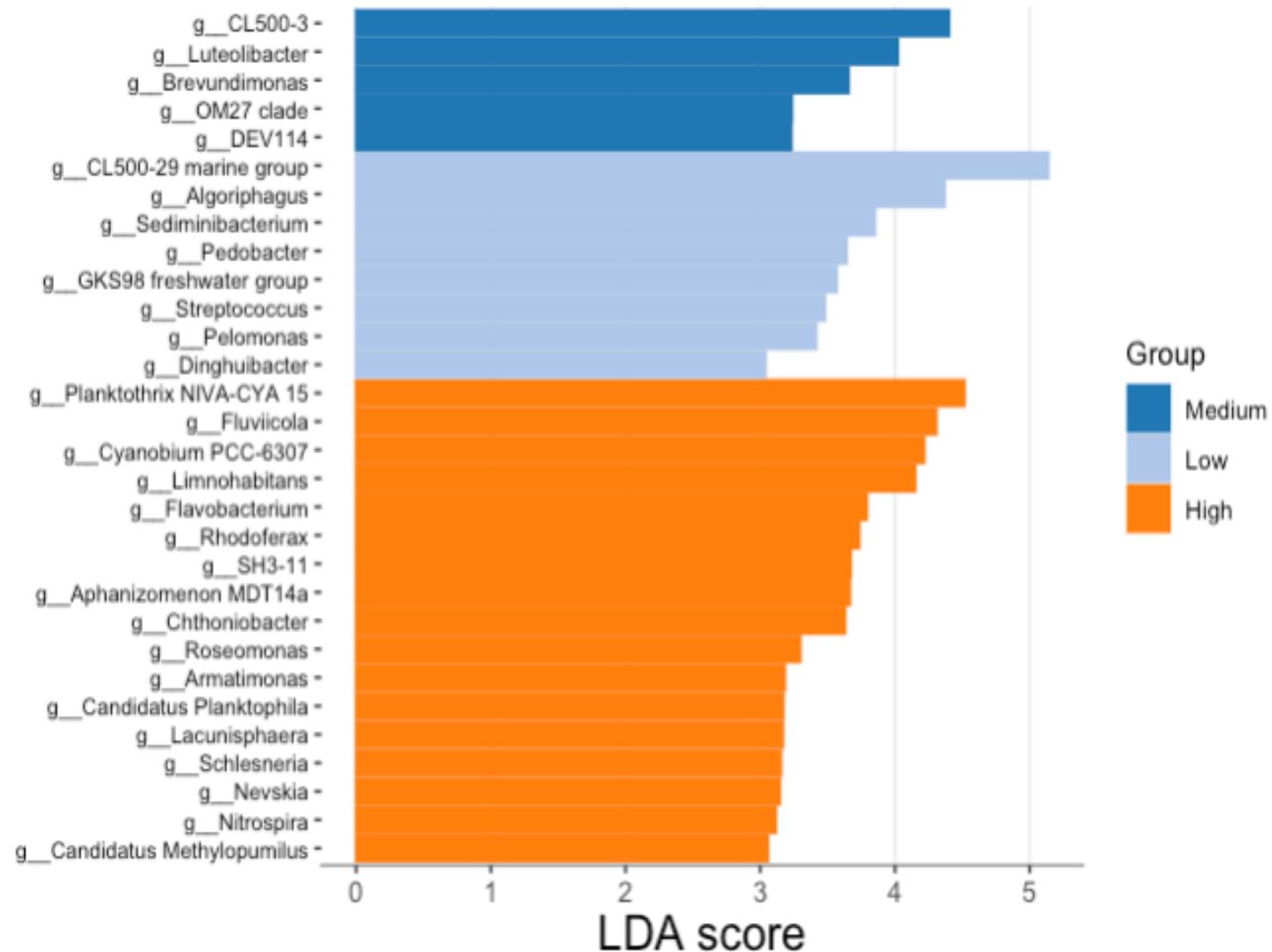


mcyA gene abundances also show same trend and suggest the implication of other factors than *Planktothrix* in toxin presence

(other cyanobacteria or environmental factors in water column?)



LefSe- LDA analysis suggest that genera *Cyanobium* and *Aphanizomenon* could also be implicated in the production of microcystin in Lake Geneva





UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

INSTITUT DES SCIENCES
DE L'ENVIRONNEMENT

Lake ecosystem effects of invasive quagga mussels through enhanced underwaterlight availability and complex feedbacks with climate change and re-oligotrophication

Bastiaan Ibelings

Daniel McGinnis

Salomé Boudet

Department FA Forel for Environmental and Aquatic sciences

L'INFO

TV • RADIO • GAZA • UKRAÏNE • SUISSE • MONDE • SOCIÉTÉ • ENVIRONNEMENT • ÉCO • SCIENCES-TECH • PLUS

Vault Publié le 10 avril 2021 à 13:17



Dans le Léman, la moule quagga est un casse-tête pour les services des eaux



La moule quagga est un casse-tête pour les services des eaux et les opérateurs de centrales thermiques. / La Matrière / S. Noh / le 9 avril 2021

Actualités Suisse romande Tous les jours

Actualités Suisse | Suisse romande | Environnement | L'invasion de moules quagga va coûter des millions aux collectivités

Environnement

L'invasion de moules quagga va coûter des millions aux collectivités

Lausanne vient de chiffrer les mesures qui seront nécessaires pour lutter contre ce mollusque qui prolifère à grande vitesse dans le Léman.

Par Denis
Publié le 10 avril 2021



La moule quagga, si elle des années de latence, infesté aussi les centrales de barrage dans le lac, qui vont nécessiter des travaux importants.





MAITRISE UNIVERSITAIRE EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

Quagga mussels in Lake Geneva

Mémoire présenté par

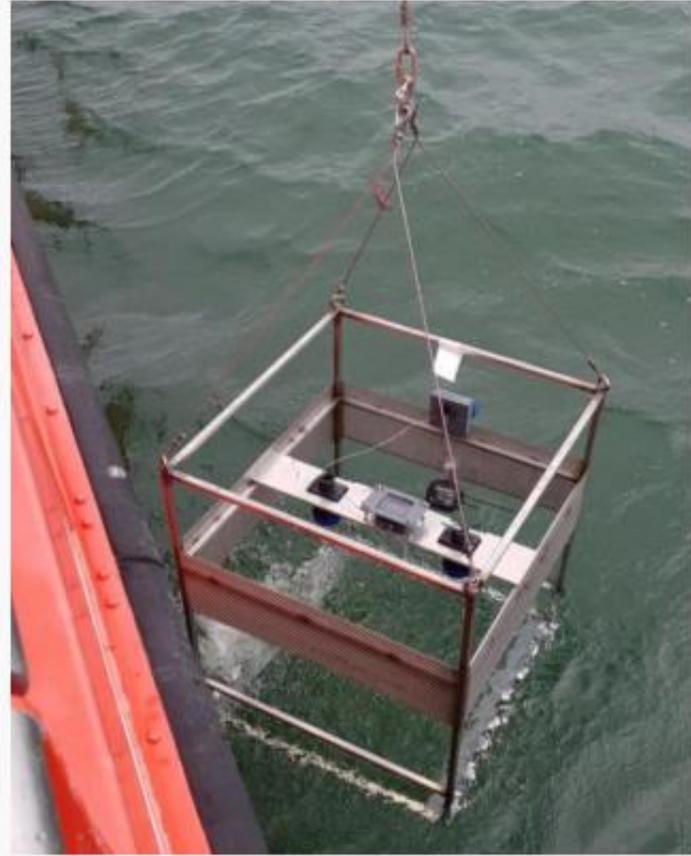
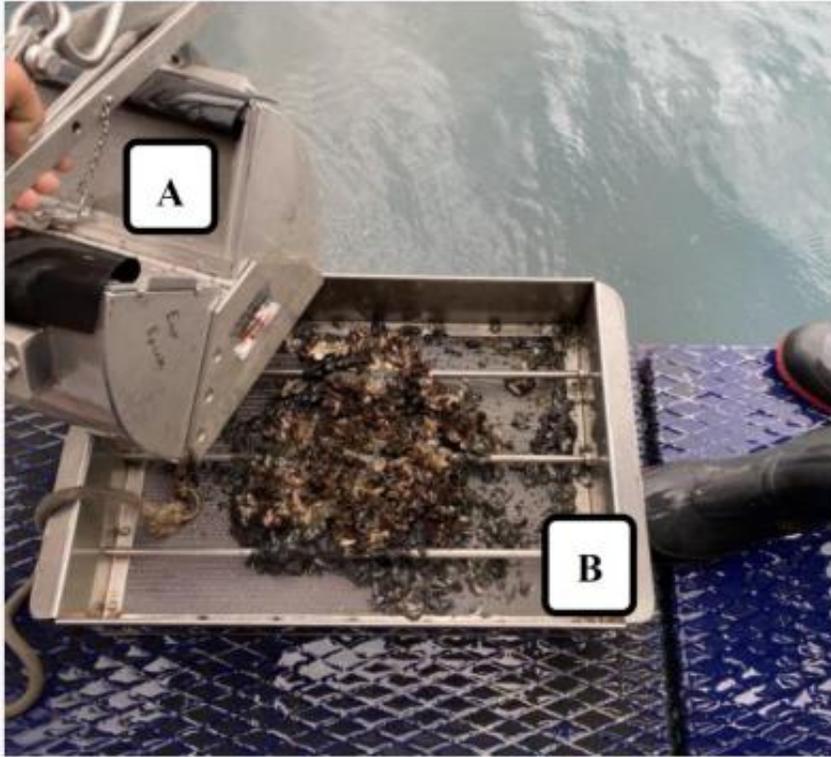
Salomé Boudet

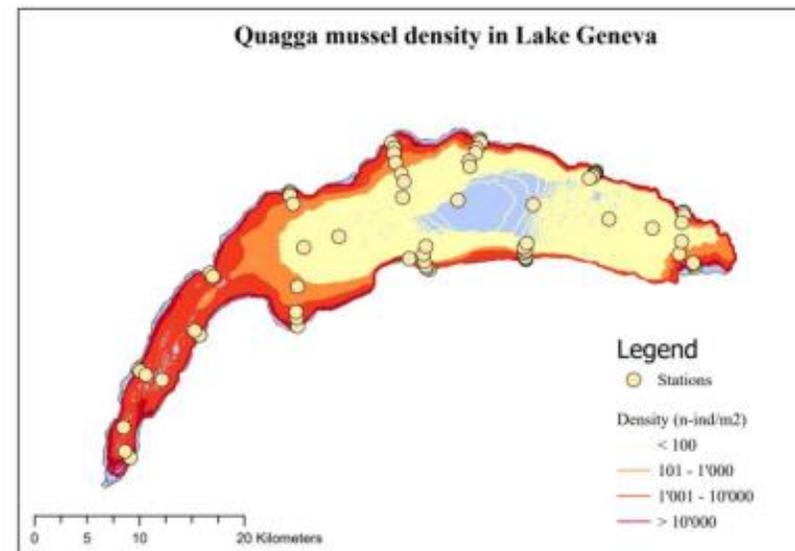
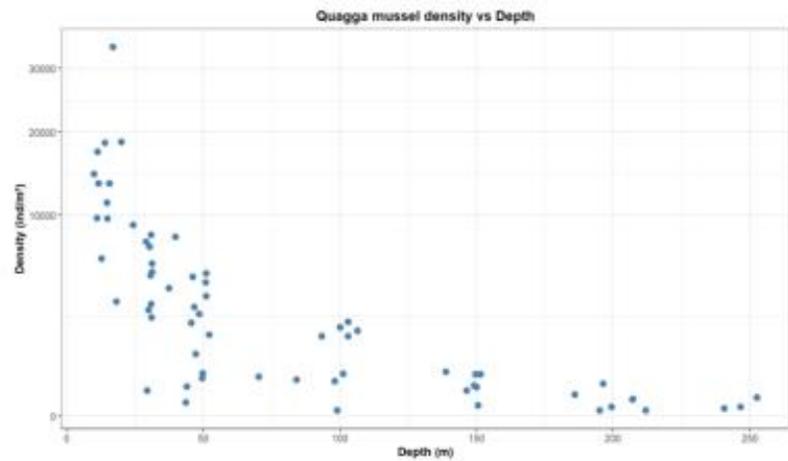
Bachelière en études européennes et internationales, parcours anglophone

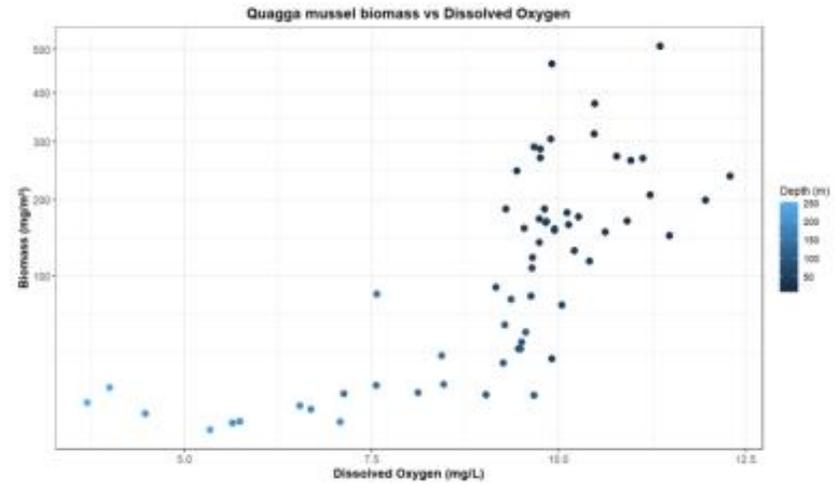
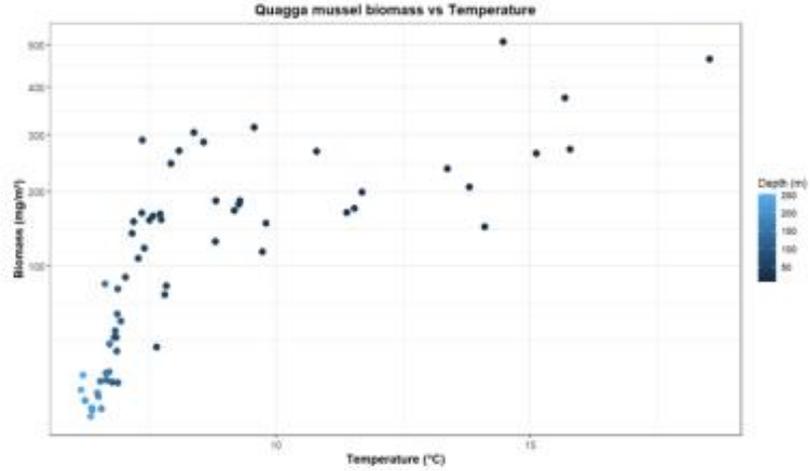
Sous la direction du Dr. Bastiaan Ibelings

Sous la co-direction du Dr. Mridul Thomas

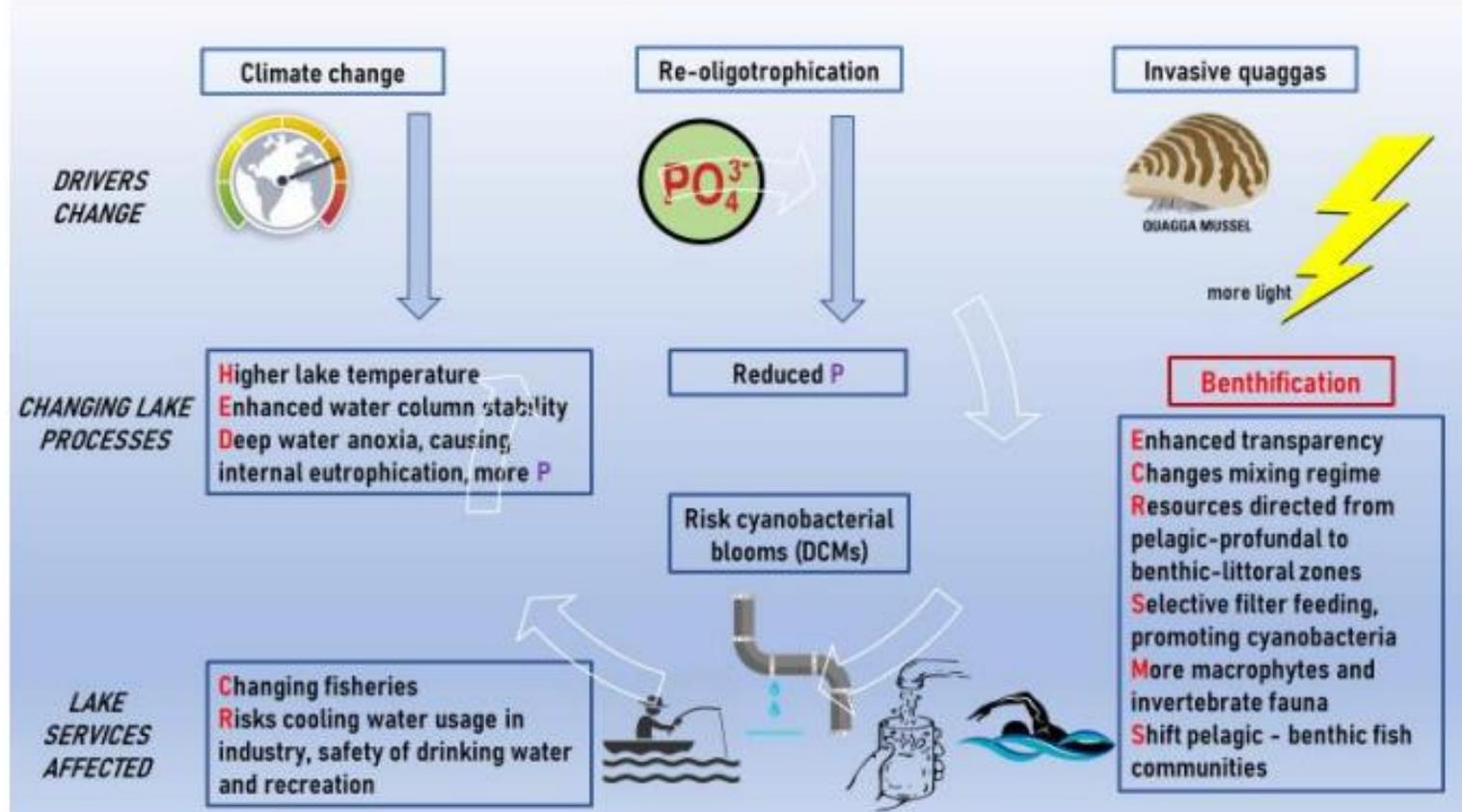








Velux foundation PhD project

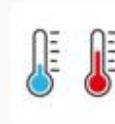


Controlled experiments in lab and field



Quagga mussel grazing experiments

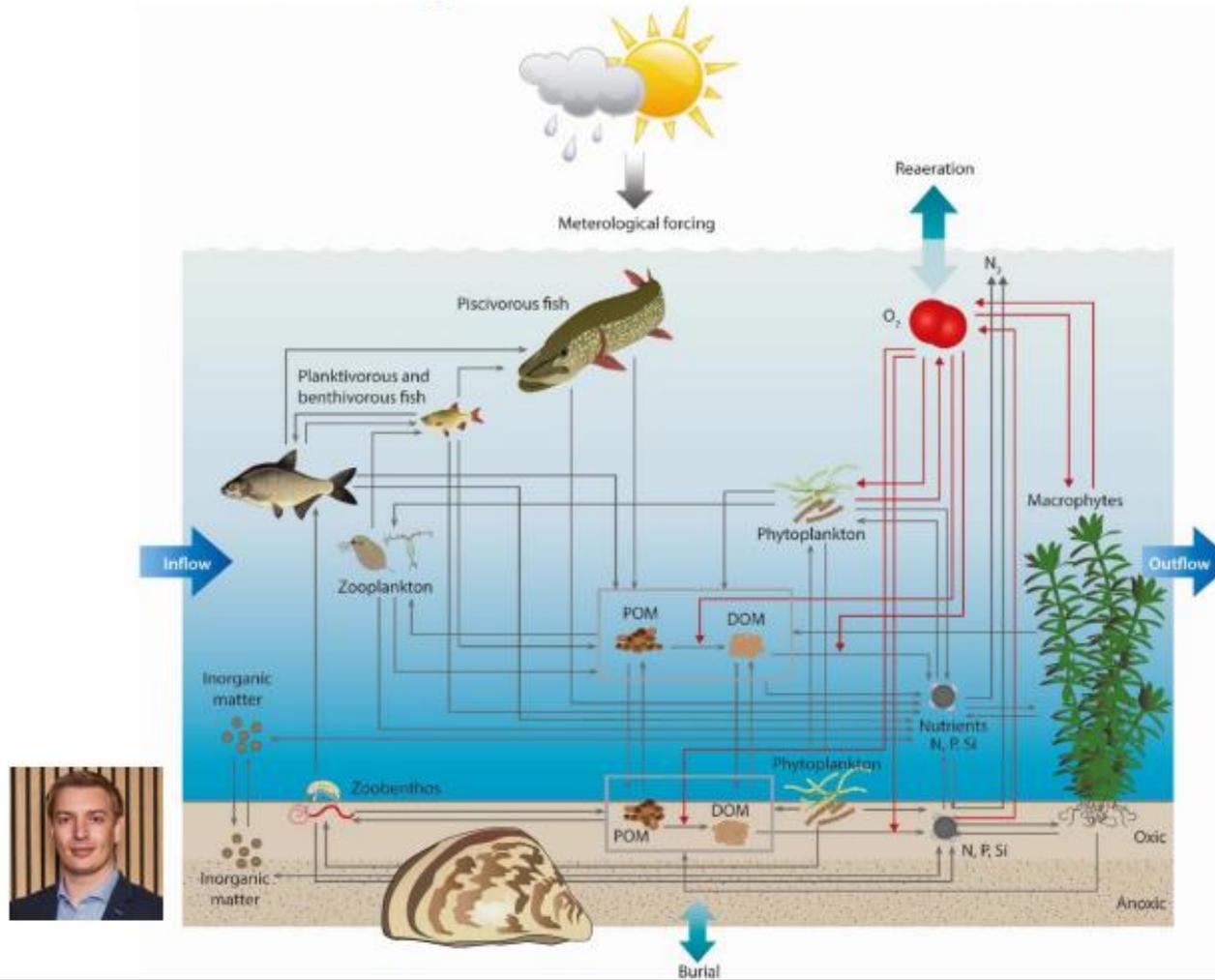
- Selective feeding for toxic and non toxic cyanobacteria + filamentous cyanobacteria
- Selective feeding with natural seston
- Functional response while grazing on different algae food types



Survival and growth experiments

- Experimental design with temperature, food and oxygen

WET Ecosystem model of Lake Geneva



Schnedler-Meyer et al (2022)

Lémanscope

La science citoyenne au service de la qualité de l'eau du Léman

Laurence Glass-Haller
Centre de Limnologie, EPFL



eawag
aquatic research

ASL | Le Léman
association pour la sauvegarde
du Léman | source de vie
www.asleman.org

Télédétection

Protection du Léman

EPFL

Analyses des données

Engagement des co-chercheur(e)s

Unil

UNIL | Université de Lausanne

Qualité de l'eau

Recherche participative

Plateforme LÉXPLORE

Soutien méthodologique

Les co-chercheur(e)s

Dialogues
interactions
écoutes mutuelles

Expériences du Léman

Dialogues
interactions
écoutes mutuelles

Collecte des données

Les partenaires du Lémanoscope

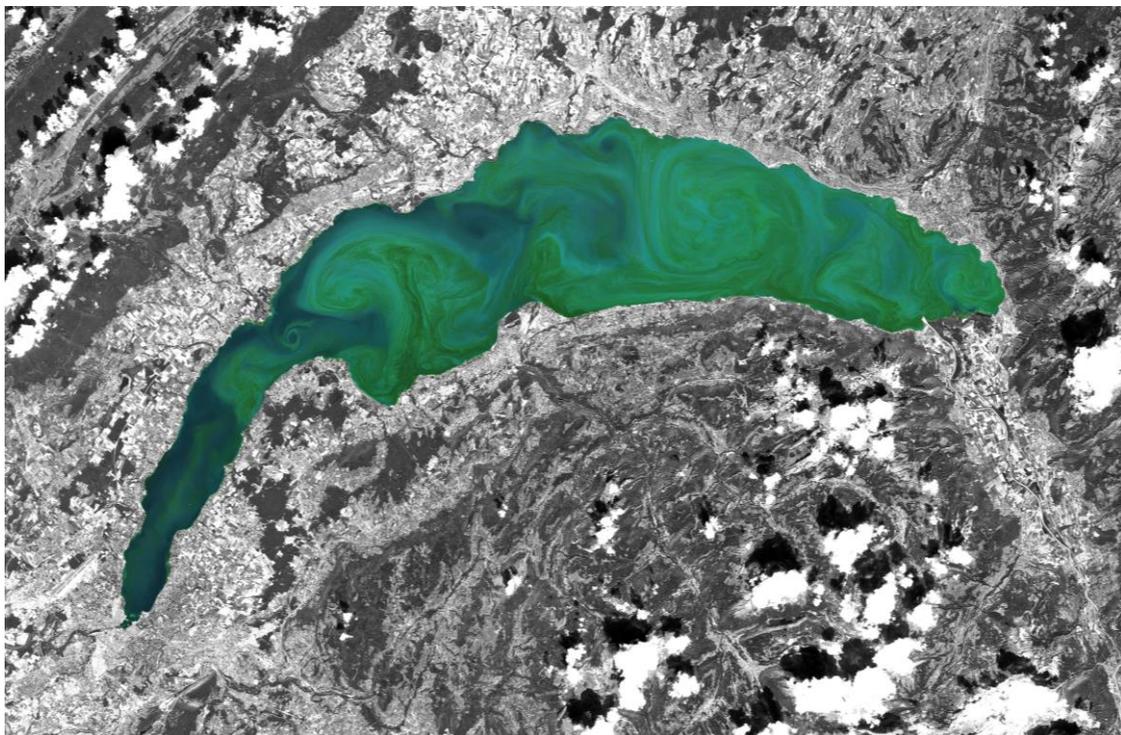
Objectifs

- Sensibilisation du public sur les enjeux liés à la santé du Léman
- Récolte de données in-situ par les citoyen(ne)s
- Calibration et validation des images satellites
- Développement d'un modèle adapté au Léman

Contexte du projet

- Les paramètres comme **la transparence** et **la couleur** de l'eau sont des indicateurs simples mais informatifs de la qualité de l'eau d'un lac.
- La couleur et la transparence de l'eau, influencées par la diffusion et l'absorption de la lumière, permettent de déduire des informations comme par exemple la turbidité, la concentration en phytoplancton et même la matière organique dissoute.

Contexte du projet



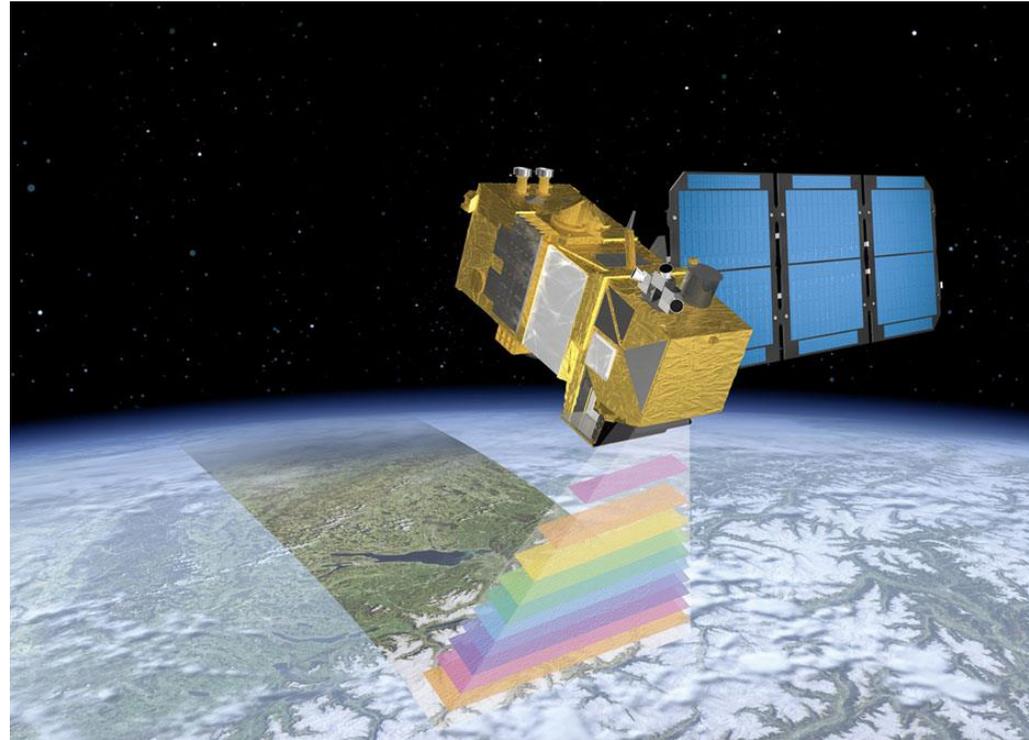
*Uroglena, 6 septembre
2021*



*Blanchissement sur le Léman du 29 Juin 2019 (Sentinel-2A,
image de l'ESA)*

Mesures des radiations réfléchies par l'eau du Léman grâce aux satellites Sentinel-2 and Sentinel-3

- Instrument optique à haute résolution
- Tous les jours sur le Léman
- Permet d'estimer la concentration des différents composants et la transparence de l'eau.

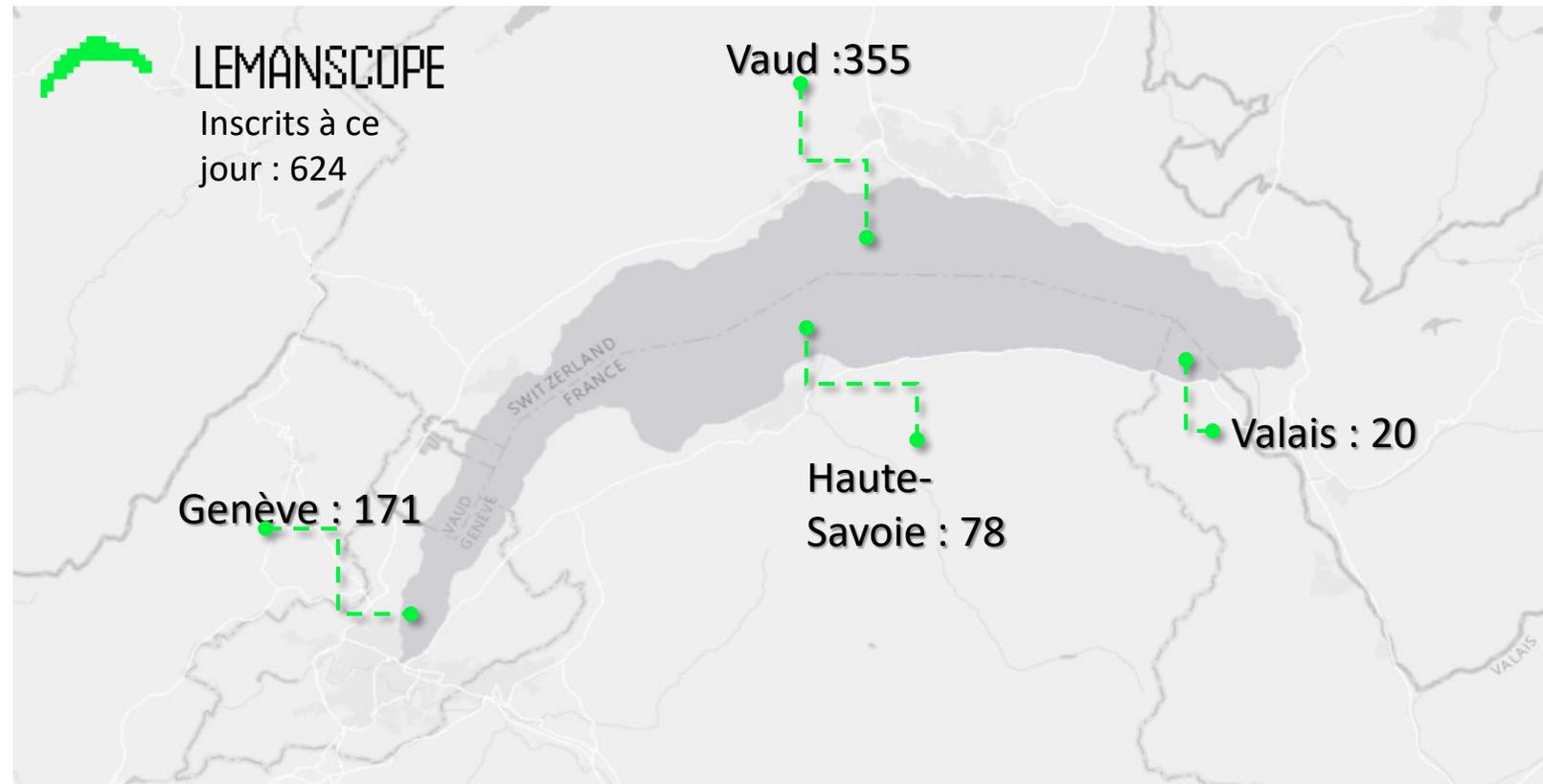


Vue d'artiste du satellite Sentinel-2 en orbite. Crédit image: Airbus Defence and Space

Méthodes utilisées

Recrutement des participant(e)s au projet

- Le 30 avril 2024, l'événement de lancement du projet a réuni 130 participants à l'EPFL.
- L'ASL a également mobilisé ses membres et assuré la promotion du projet.
- Plus de 600 personnes se sont inscrites, dont 238 ont reçu un disque de Secchi imprimé en 3D.

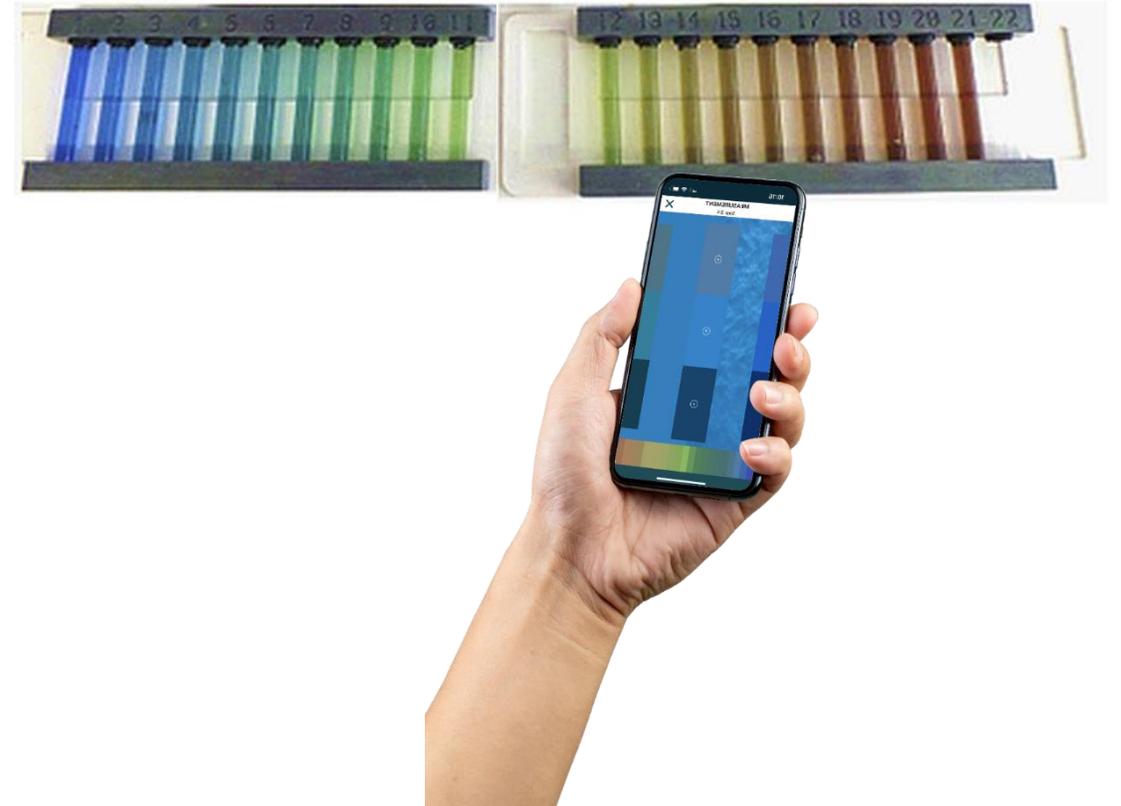


Méthodes utilisées

Comment mesurer la couleur de l'eau du lac?

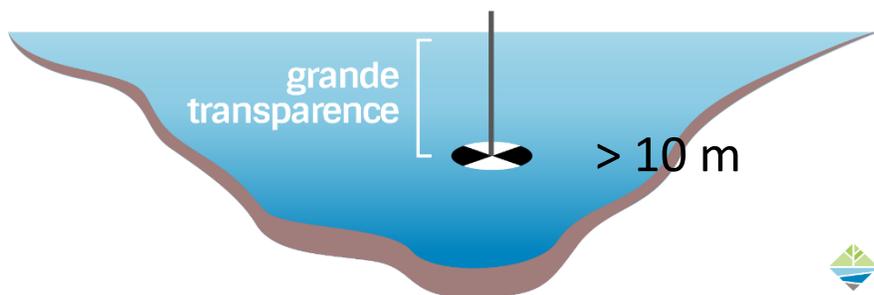
- La couleur de l'eau peut être mesurée grâce à l'application **Eye On Water**. Cette application permet d'enregistrer les mesures de couleur et de transparence de l'eau, avec un flux de données en temps réel.
- L'application **Eye On Water** se base sur l'échelle des 21 couleurs de Forel-Ule.

Echelle des 21 couleurs de Forel-Ule

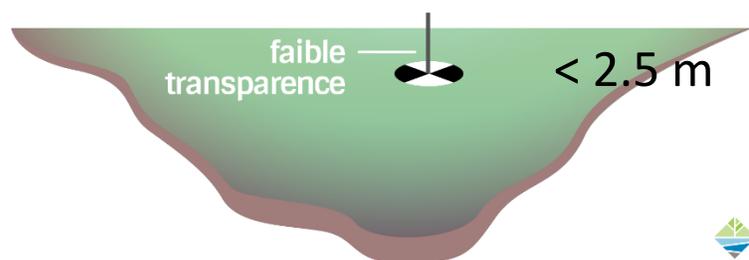


Méthodes utilisées

Le Léman en hiver



Le Léman en été



Disque de Secchi



Comment mesurer la transparence de l'eau?

La **transparence** mesure la pureté de l'eau en fonction de la profondeur de pénétration de la lumière.

Utilisation du disque de Secchi : Le disque de Secchi évalue la transparence en indiquant la profondeur de disparition du disque sous l'eau.

Méthodes utilisées

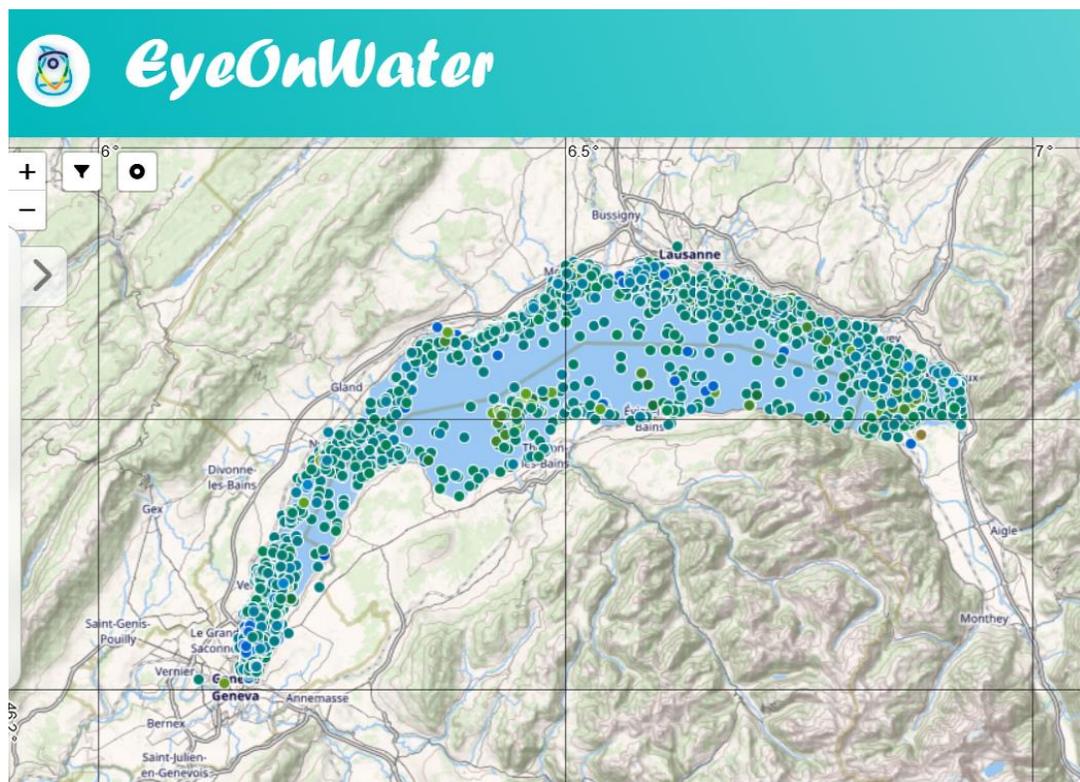
Moyens de communication avec les participant(e)s au projet

- Exposition sur la plateforme LÉXPLORE
- Site web et réseaux sociaux
- Ateliers
- Webinaires
- Événement de clôture

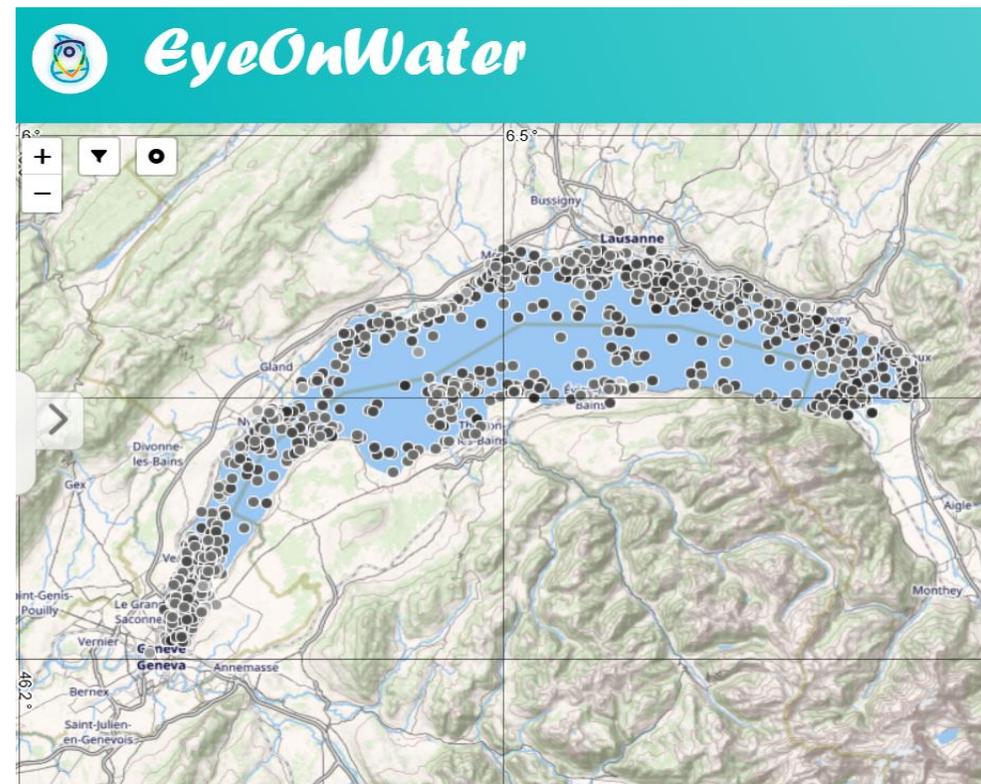
Résultats

2247 mesures prises sur le Léman depuis le début du projet

Couleur de l'eau



Transparence de l'eau

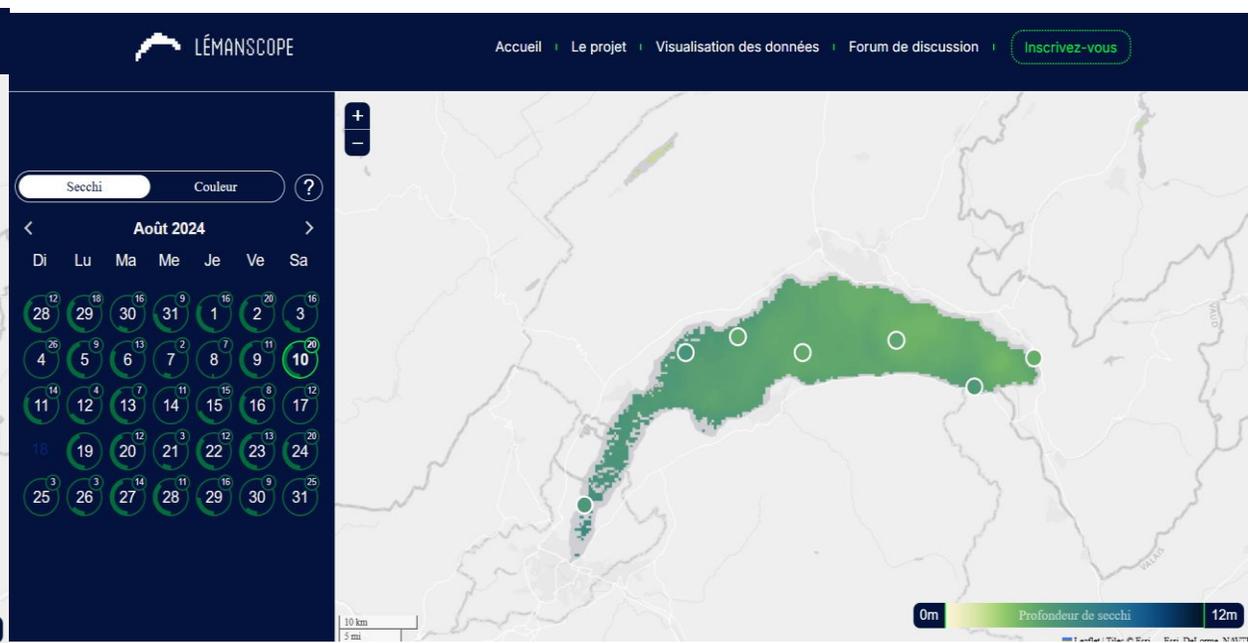
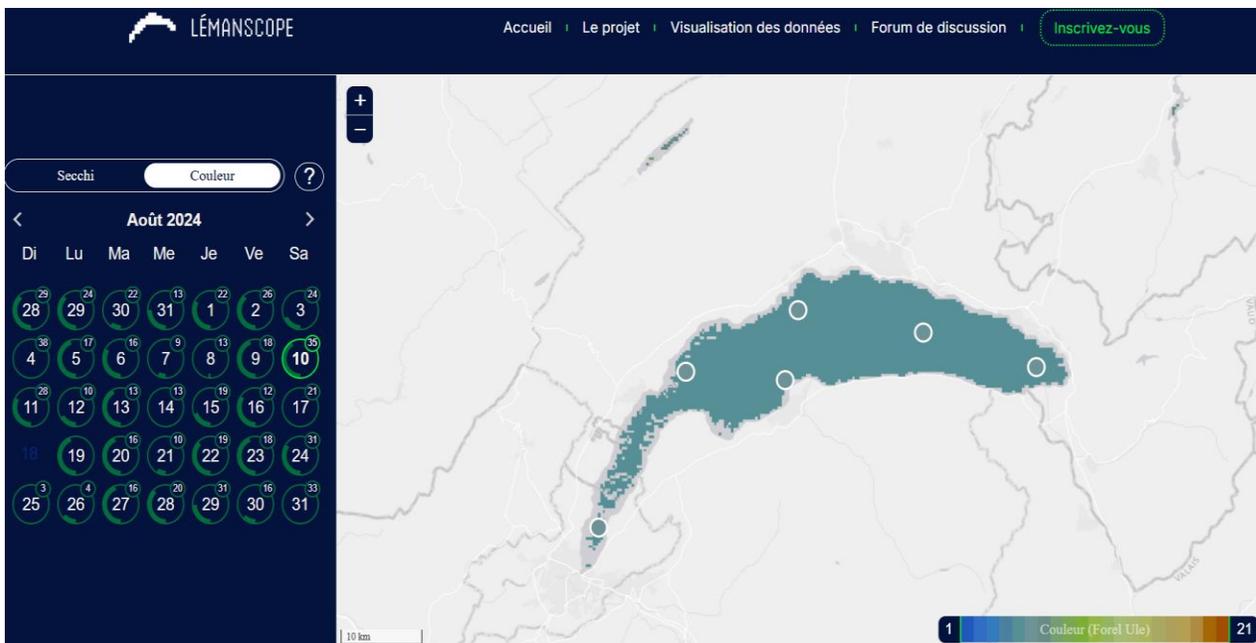


Résultats

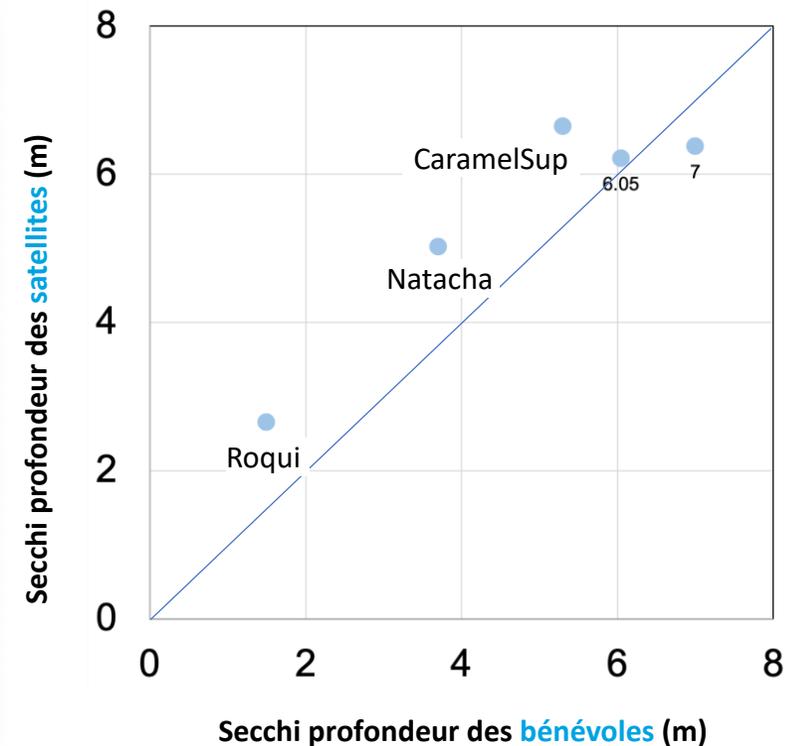
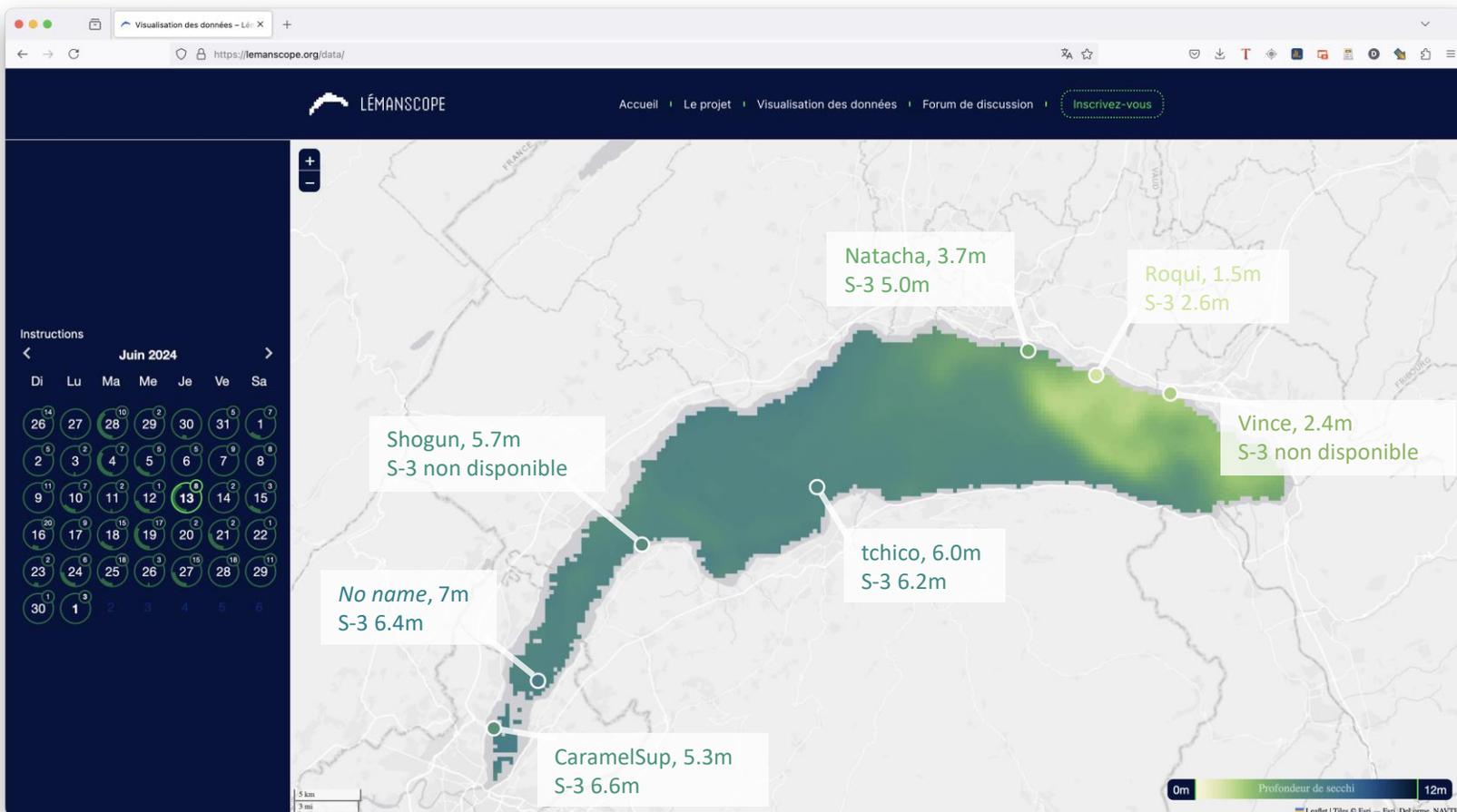
Visualisation des données sur lemanscope.org

Couleur de l'eau

Transparence de l'eau

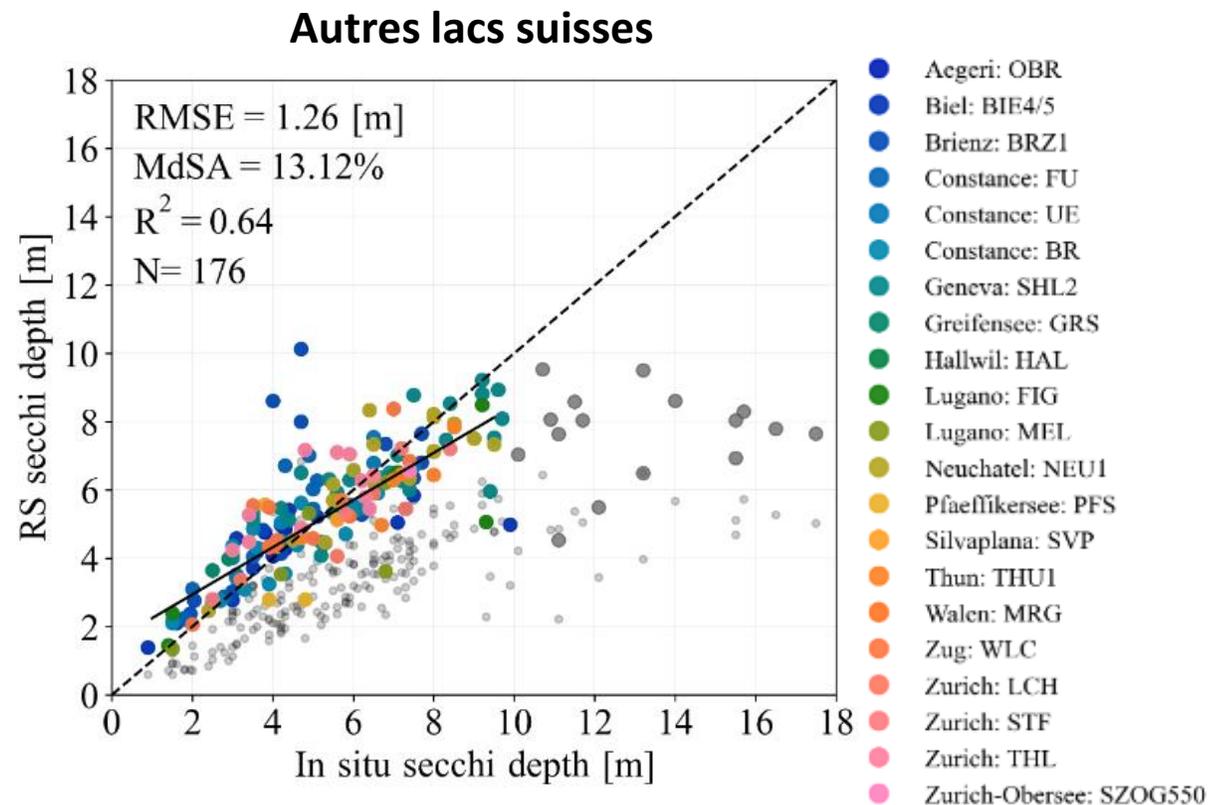
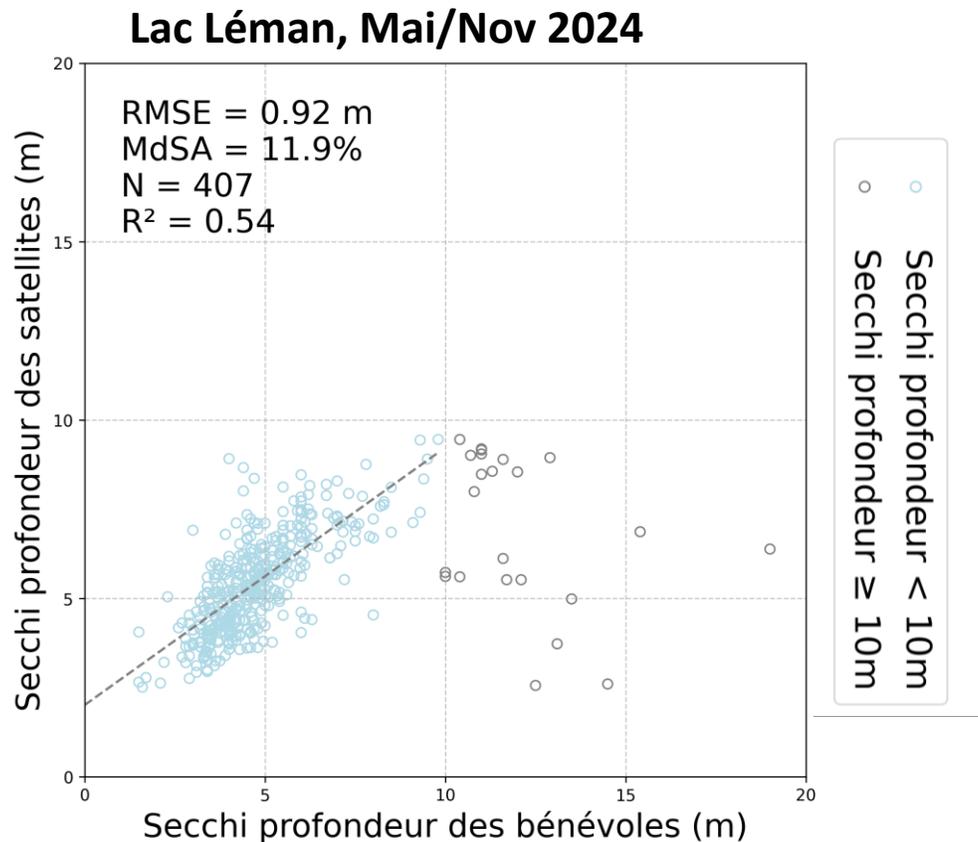


Résultats



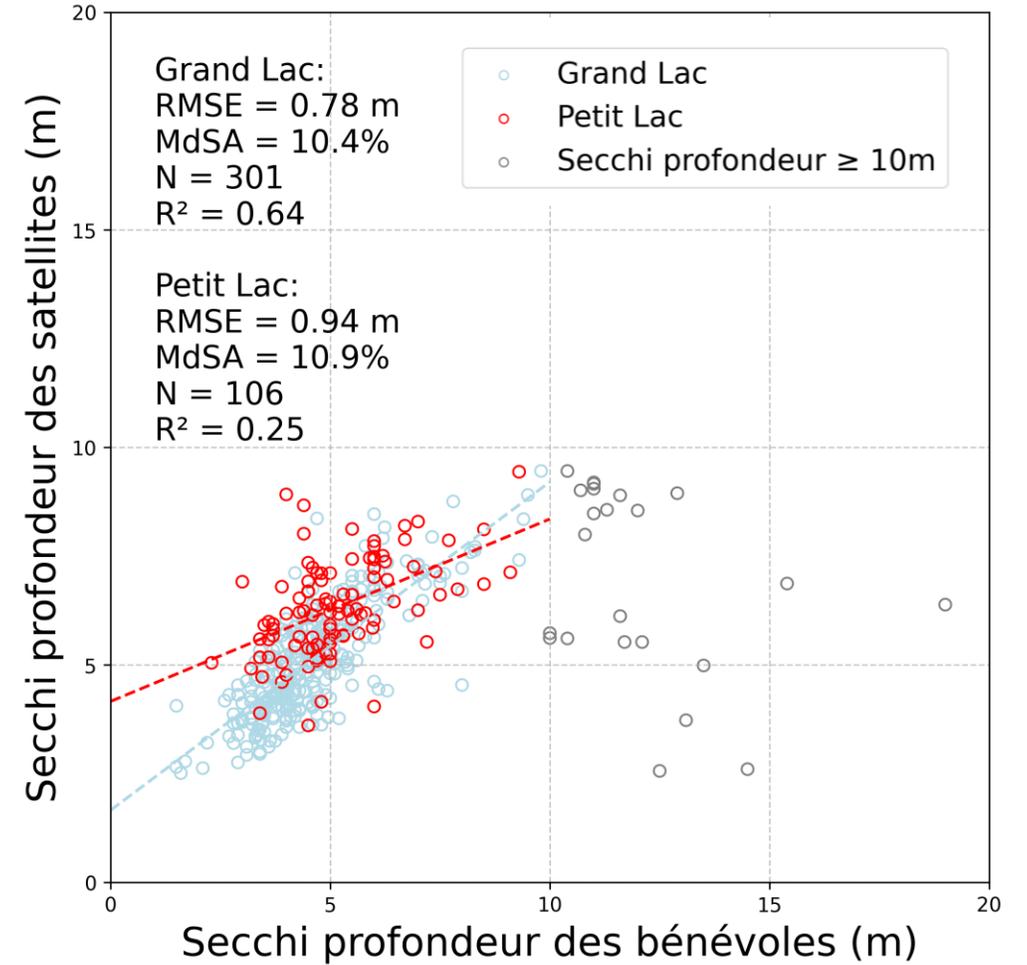
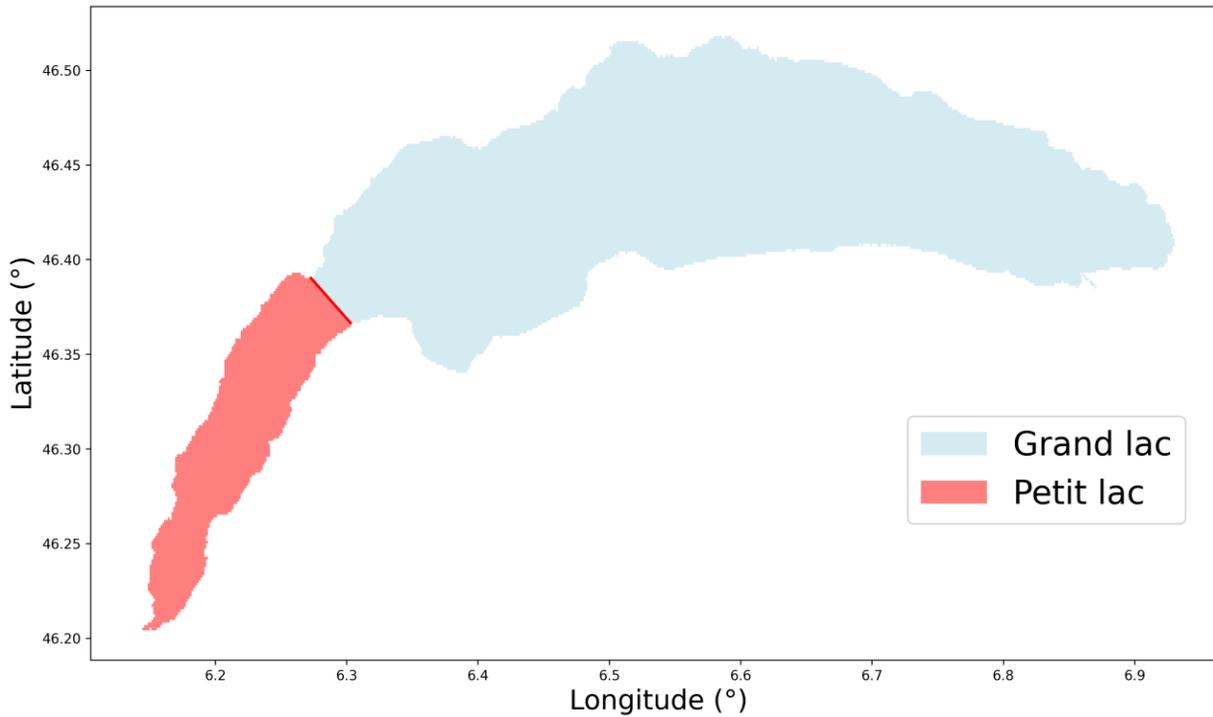
Erreur moyenne: 92cm

Validation des données satellites de Sentinel-3

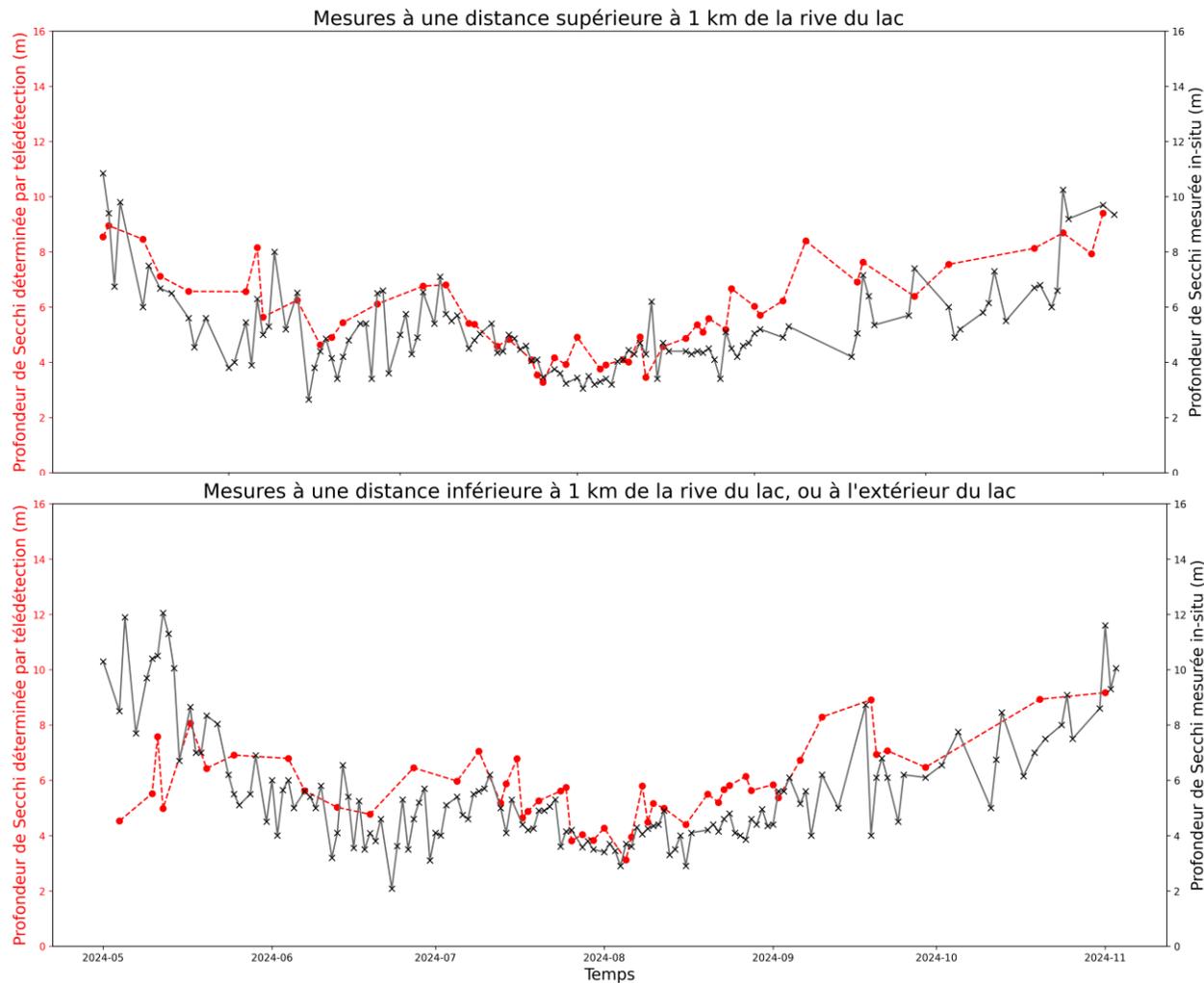
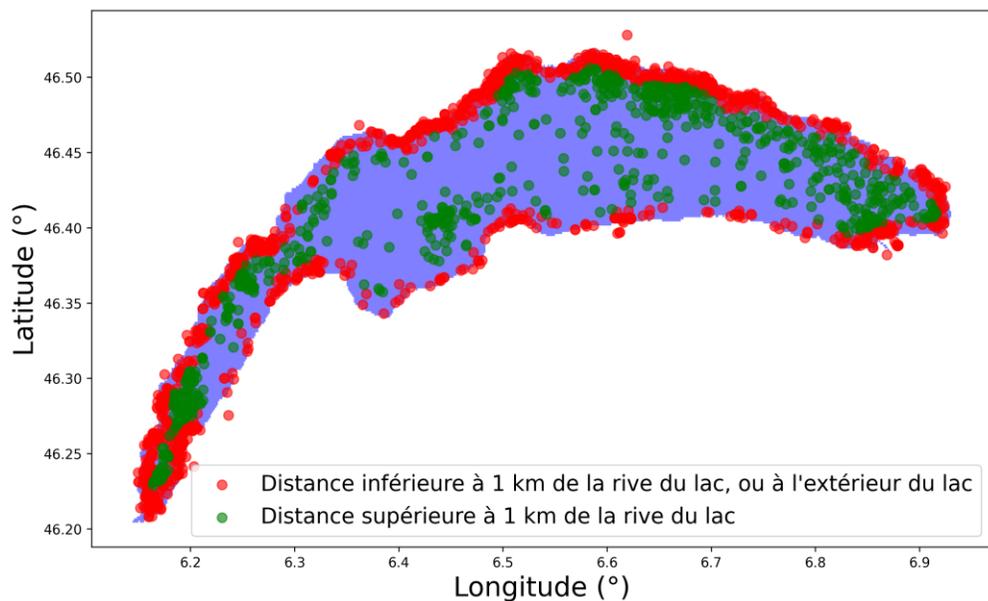


Résultats

Grand lac vs. Petit lac



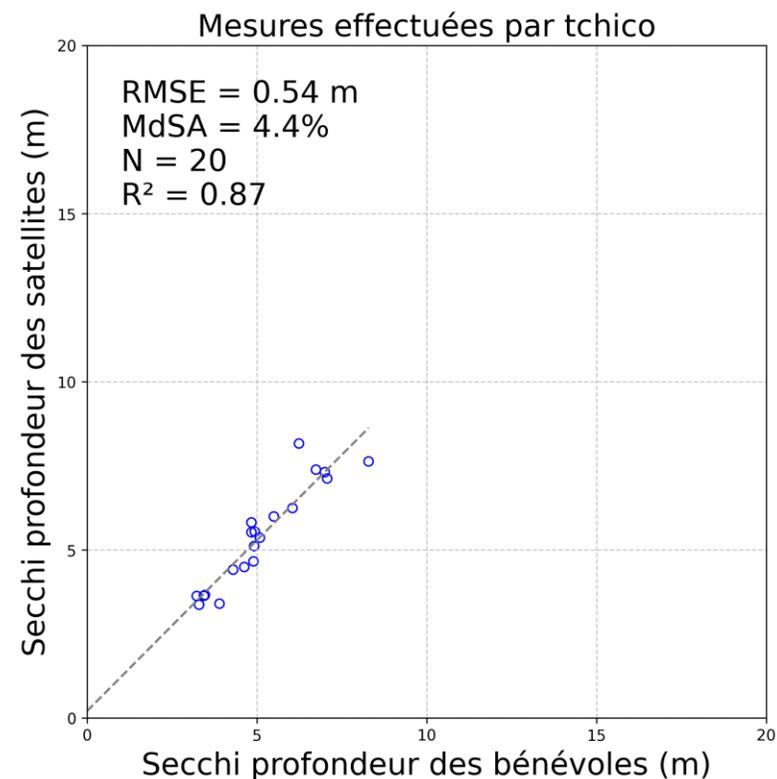
Comparaison de la transparence de l'eau mesurée avec le disque et celle estimée avec Sentinel-3



Résultats

Participants les plus actifs

Participant	RMSE (m)	Mesures	Valable	Non valable
jimP	1.209013	96	92	4
hb9hfd	1.702162	93	72	21
Linotte	1.059999	64	53	11
Aquaphil	0.961622	58	53	5
Shogun	0.960568	55	49	6
Gérald	0.964491	49	46	3
chris	1.512674	47	44	3
tchico	0.606061	46	43	3



Résultats

La valeur ajoutée du Lémanoscope

Mesures du monitoring actuel

- Seulement 2 localisations:
 - deux fois par mois (SHL2)
 - tous les quelques jours (LÉXPLORE)
- Très longue série de données historiques (SHL2)
- Mesures précises, sans estimation de l'incertitude

Mesures par les participant(e)s du Lémanoscope

- Idéalement au moins une mesure par jour
- Couverture totale du lac, surtout proche des rives
- Sur une période de 2 ans - ou aussi longtemps que les disques résistent
- Mesures moins précises
- Quantité suffisante de mesures pout permettre une estimation statistique de l'incertitude

Conclusion et perspectives

- Plus de 2000 mesures prises entre mai et octobre 2024.
- Les comparaisons préliminaires entre les mesures in-situ et les produits de télédétection sont similaires aux comparaisons antérieures.
- Les citoyen(ne)s peuvent jouer un rôle clé en contribuant à la collecte d'observations scientifiques pertinentes pour le suivi des changements environnementaux.
- Les futurs échanges entre citoyens et scientifiques permettront d'explorer les perceptions de la qualité de l'eau et de discuter des différents facteurs influençant cette qualité.

Merci pour votre attention

Contact:

Centre de limnologie, EPFL

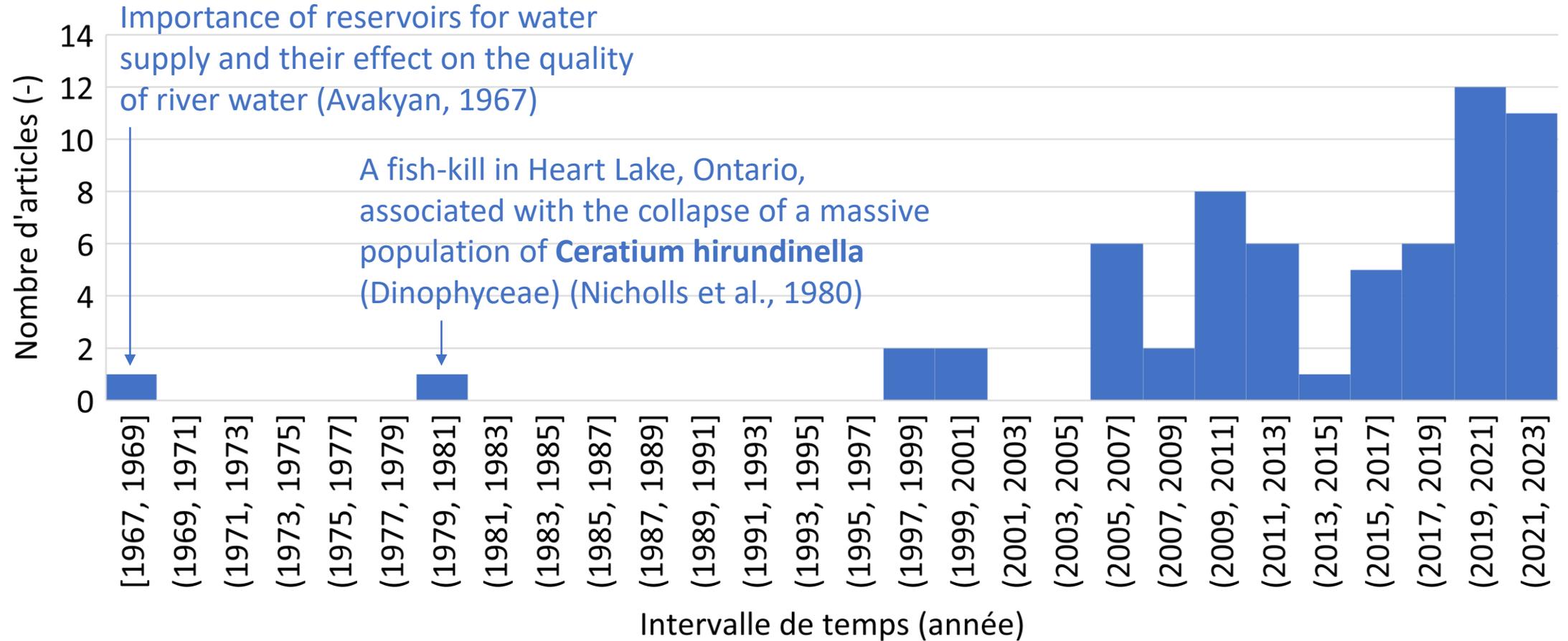
Laurence.glass-haller@epfl.ch

Calendrier



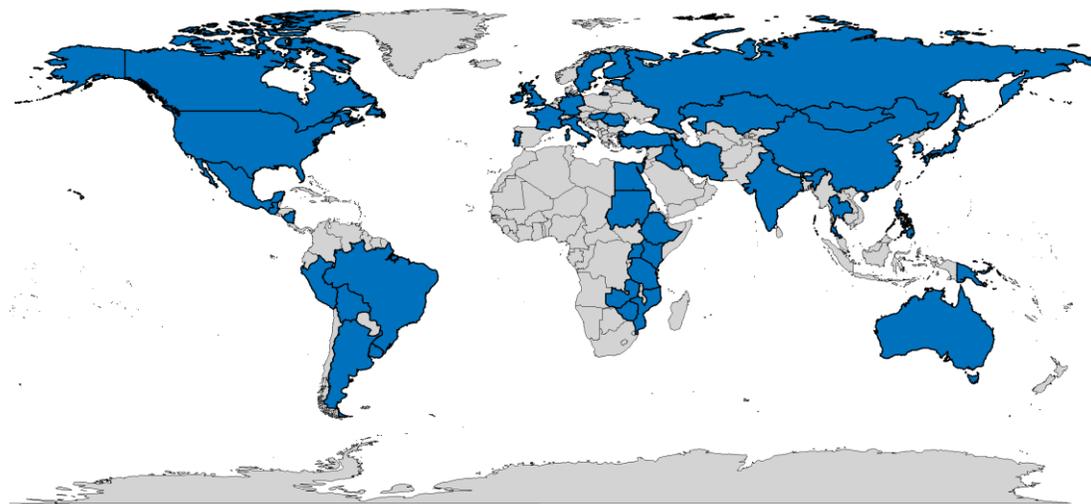
- Sélection et lecture des articles :
 - 966 articles sélectionnés avec les mots-clés dans WoS et Scopus
 - 129 articles jugés pertinents en lisant le titre et le résumé
 - **63 articles** jugés pertinents en lisant l'article
 - Une vingtaine d'articles supplémentaires

Années de publication



Lacs/réservoirs

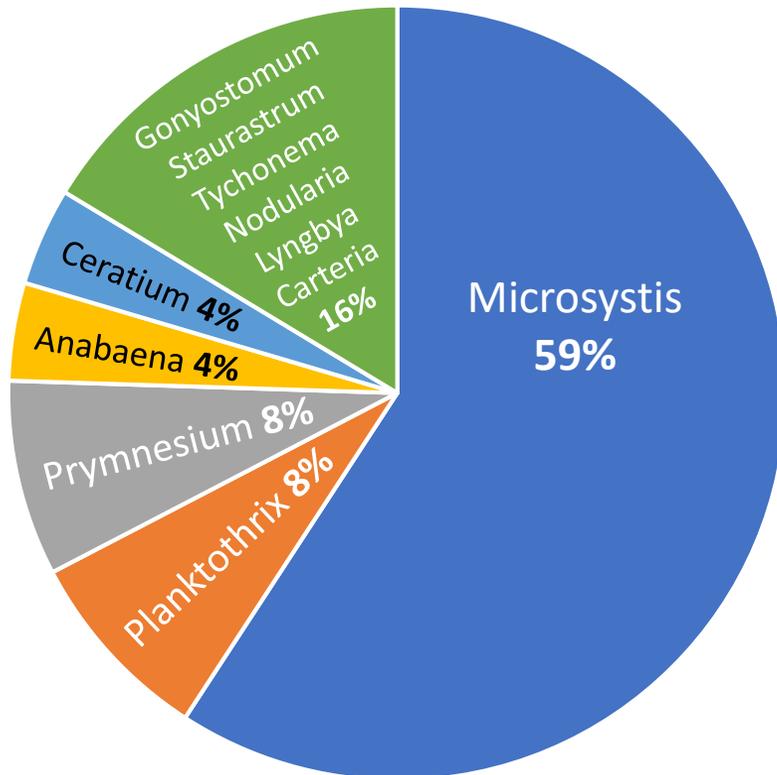
- 43 études sur un seul lac/réservoir vs. 19 études multi-lacs/réservoirs
- 46 pays



- Acquisition des caractéristiques des lacs et réservoirs en cours (sources : les articles, [World Lake Database](#), [Wikipedia](#), [Carte topographique du monde](#))

Genres de microalgues

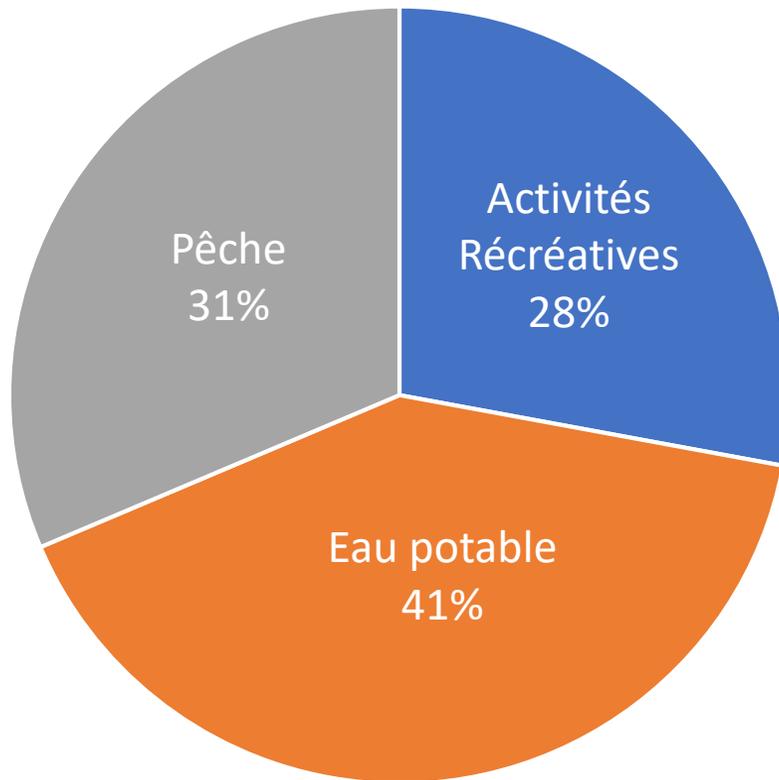
- Etudes sur un seul lac/réservoir



- Etudes multi-lacs/réservoirs
 - Aphanizomenon
 - Chroococcus
 - Geitlerinema
 - Nostoc
 - Pseudanabaena
- Principalement cyanobactéries, mais pas que
- Valeurs de chlorophylle-a, biomasse phytoplanctonique, toxine, transparence

Impacts sur les usages et coûts

- Impacts sur les usages



- Coûts (10 articles)

- Santé publique
- Baisse de la consommation d'eau
- Purification de l'eau
- Pertes de jours de loisir
- Pertes de ventes de pêche
- Nettoyage

Impacts positifs des blooms (4 articles)

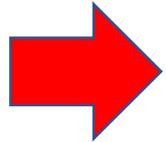
- [Réduction du mercure dans le phytoplancton \(Li et al., 2022\)](#)
- [Bonus alimentaire important pour les poissons juvéniles \(Perga et al., 2013\)](#)
- [Production d'huile biologique par pyrolyse \(Zeng et al, 2013\)](#)
- [Renforcement de la volatilisation des HAP dans les lacs peu profonds \(Tao et al., 2017\)](#)

Livrables du WP2: Impacts des efflorescences algales et cyanobactériennes

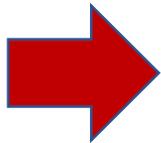
Synthèse bibliographique

Un document de synthèse sur les impacts

Un outil mathématique sous forme d'un modèle



Sources : *Le messenger, Le Dauphiné, Le temps, La Tribune, etc.*, les archives départementales 74, les archives A
Consultation des archives du Léman à Nyon (2 jours)



Lémaniques (ASL)
La lettre du Léman (CIPEL)
Le Dauphiné libéré
Le Messenger
La tribune de Genève





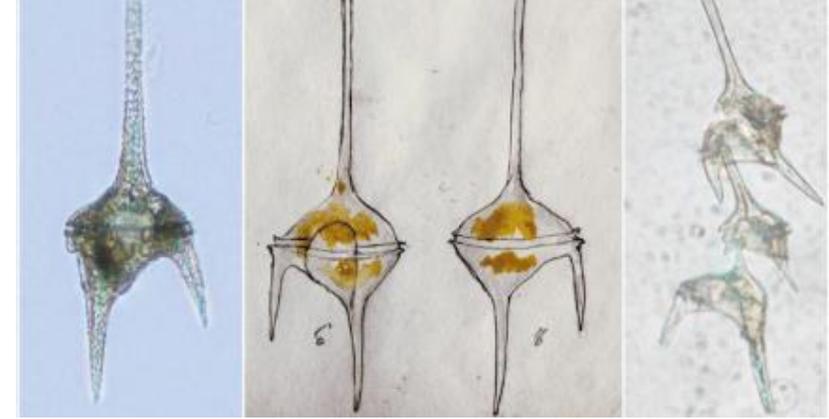
Impact sur l'alimentation en eau potable



Impact sur la pêche



Impact sur la baignade



Poissons?

Tabellaria fenestrata
Années 50

Mougeotia gracillima
Années 60

Ceratium hirundella
Aou 1968

Asterionella
Juil 1970

Microcystis
Oct 1972

Hiv 1965-66

Oscillatoria rubescens

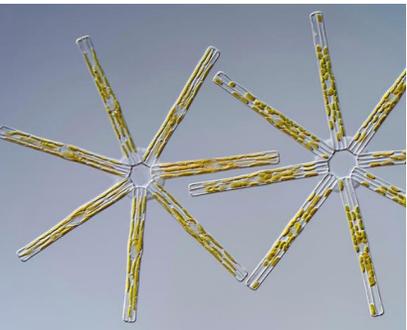
Nov 1967

Oscillatoria rubescens

Avr 1971

Algues vertes et brunes

L'*Oscillatoria rubescens* n'est ni toxique, ni dangereuse pour la santé, et sa présence ne signifie pas que l'eau sera moins potable. Mais elle indique que l'état d'un lac s'est aggravé subitement et va encore se détériorer. Des mesures s'imposent donc pour éviter le pire. Hélas ! tout permet de prévoir que le bleu Léman rougira cet été.
A. M.





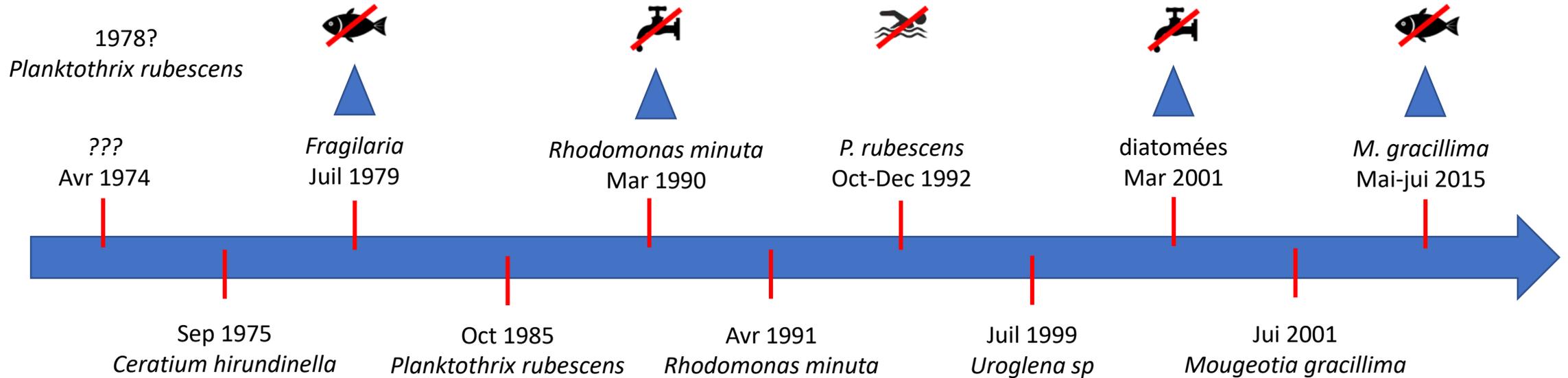
Impact sur l'alimentation en eau potable



Impact sur la pêche



Impact sur la baignade





Impact sur l'alimentation en eau potable



Impact sur la pêche



Uroglena sp
Sept 2021



(crédits Sentinel-2, EU, Copernicus, EO Browser)

Bilan canton de Genève

Captages en eau dans le Léman

Service « arrosage » : entre 27 et 30 captages

Service « hydrothermique » : 5 captages

Service « eau potable » : 2 captages

Service « arrosage + hydrothermique + eau potable » : 1 captage

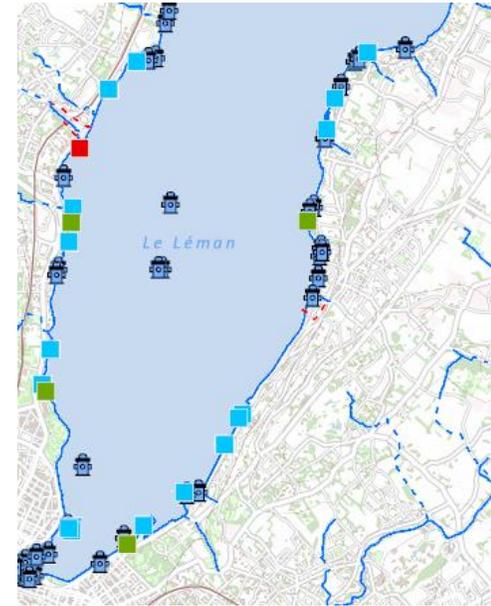
Service « arrosage + hydrothermique » : 1 captage

C'est donc beaucoup pour l'arrosage avec des captages des eaux superficielles au bord

Pour l'hydrothermique, c'est beaucoup à la fin du lac à la frontière avec le Rhône

Pour l'eau potable ce sont les deux au milieu du petit lac à des profondeurs d'environ 40 m

Attention, la donnée de profondeur n'est pas accessible directement, elle est obtenue de manière approximative mais elle est à peu près bonne



Bilan canton de Vaud

Captages en eau dans le Léman

Service « arrosage » : entre 70 et 80 captages

Service « pompe à chaleur » : 22 captages

Service « autre » (lavage/entretien dans les ports, fontaine/bassin) : 20 captages

Service « agricole » : 8 captages

Service « eau potable » : 7 captages

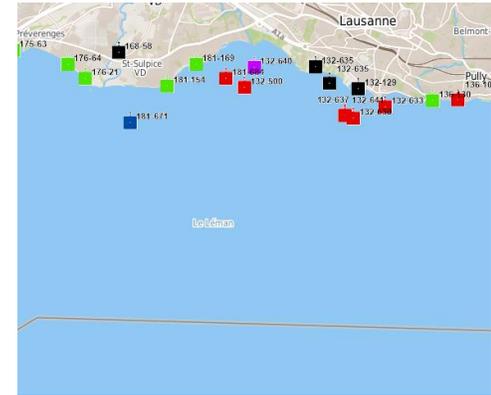
Service « industriel » : 3 captages

En ce qui concerne les profondeurs de captage

Eau potable : loin du bord donc relativement profond pour la plupart sauf peut-être vers Lutry/Grandvaux et clairement pour Veytaux

Tout ce qui est associé à l'arrosage, à l'entretien, à l'agricole, aux fontaines est près du bord

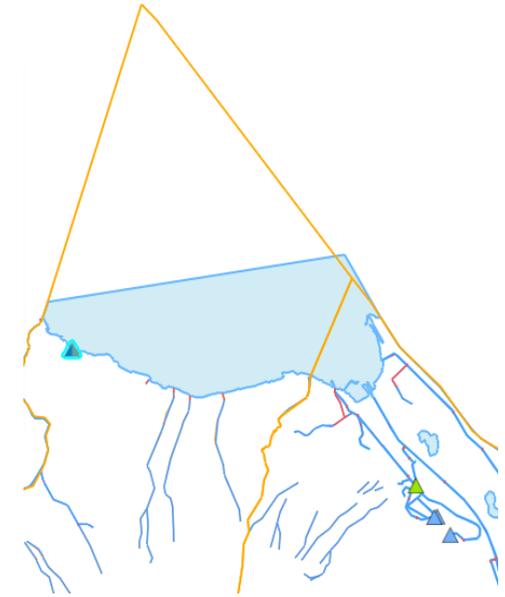
Je n'ai pas trouvé l'info de la profondeur



Bilan canton du Valais

Captages en eau dans le Léman

1 seul captage « hydrothermique » à 12 m de profondeur à Saint-Gingolph

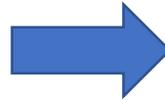


Bilan Haute Savoie

Captages en eau dans le Léman

Pas de carte comme en Suisse ?

Informations / Documents trouvés ici et là



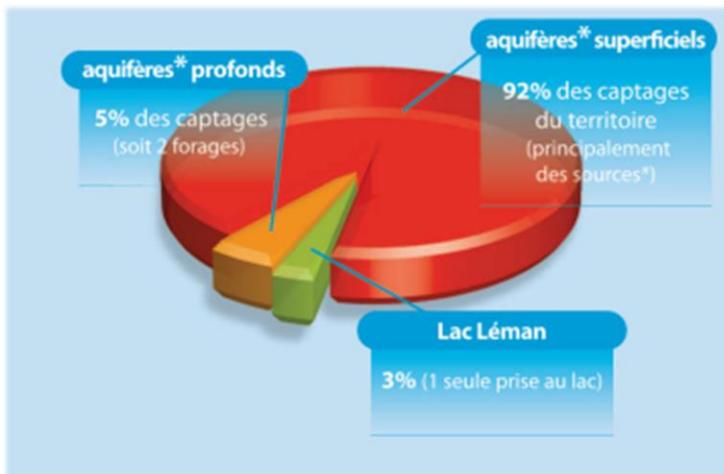
Plusieurs relances aux services de l'état

Autorité Environnementale
Préfet de région

**Décision de l'Autorité environnementale
après examen au cas par cas sur le projet dénommé
« mise en service d'un captage
destiné à l'alimentation en eau potable »
sur la commune d'Anthy-sur-Léman
(département de la Haute-Savoie)**

Décision n° 2020-ARA-KKP-2811

2021



Pompage du Lac Léman (Yvoire)	Surface	12000 m ³ /j
-------------------------------	---------	-------------------------

à 800 m au nord du Port et à 40 m de profondeur alimente les zones littorales des communes de Sciez, Excenevex, Yvoire, Nernier, Messery et Chens/Léman

WP3: Quelle perception avons-nous des efflorescences algales ?

3 phases :



Caractériser les différents niveaux de **perception des effets des blooms sur les SE pour différents groupes d'acteurs** du territoire lémanique



Estimer la **valeur économique des SE touchés** par les proliférations algales et comparer au coût de cet impact



Evaluer à l'aide d'une approche à préférence déclarée le **consentement à payer de la population pour la conservation des SE du Léman**, et identifier les scénarii plébiscités pour la gestion future

Avancement WP3

1. **Structure de la base de données sur la population du bassin lémanique**
2. **Enquête exploratoire**
3. **Suite des étapes**

Stage C. Duyme (juil.oct. 2024)
Supervision AR et PDC

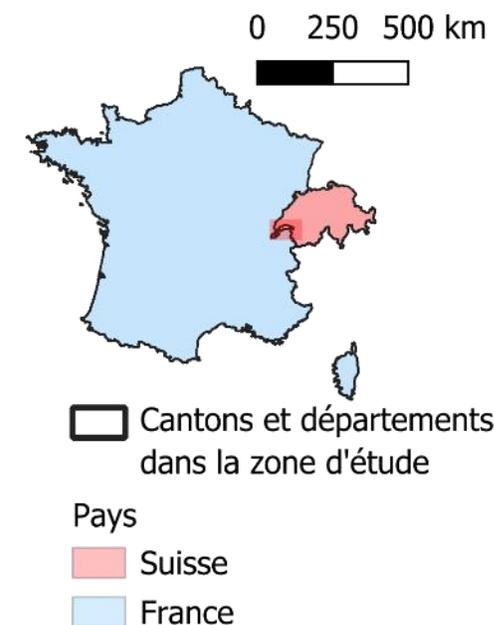
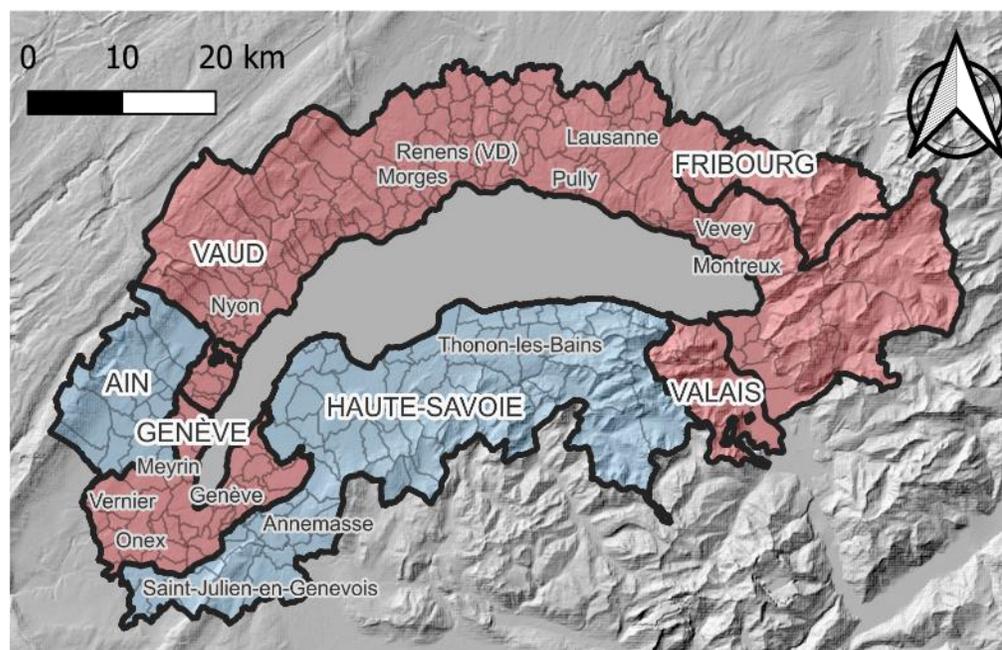


Partie I: Base de données

Objectif : regroupements de communes pour construction de l'échantillon

10 km autour du lac :
Notre étude se concentre sur les **perceptions locales**.
Prise en compte du **critère de faisabilité**.

Topographie et découpage administratif et villes de plus de 15000 habitants



1 534 777 personnes (**1 180 438 CH** et **354 339 FR**)

Base de données : paramètres

recherche → compilation → mise en forme → interprétation



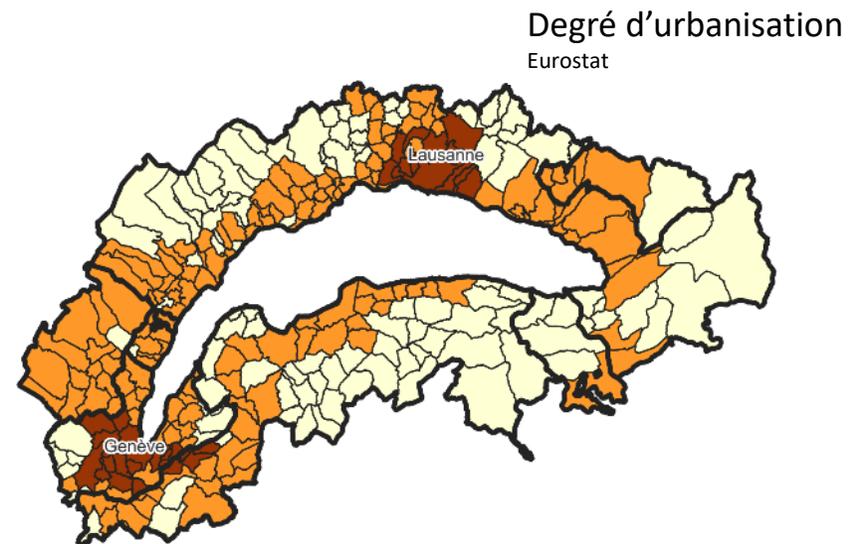
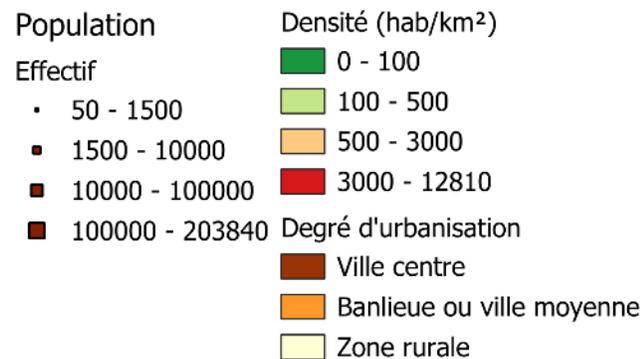
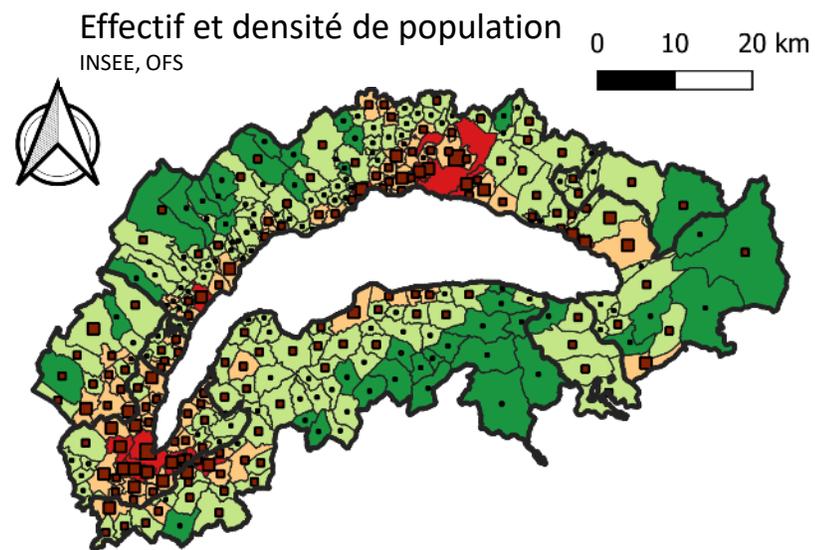
- Nom et code des communes
- Code du regroupement de communes et du canton suisse ou du département français
- Coordonnées du centroïde des communes
- Effectif de la population
- Part de chaque tranche d'âge dans la population : 0-14 ans, 15-24 ans, 25-54 ans, 55-64 ans, 65-74 ans et + de 75 ans
- Nombre de logements et part de résidences secondaires
- Taux d'actifs et taux de chômage
- Salaire moyen (modulé par l'indice des niveaux de prix)
- Part d'électeurs de droite, du centre, écologistes et de gauche
- Superficie et Surface Agricole Utile (SAU)
- Degré d'urbanisation
- Groupements de catégories d'activité des établissements (NAF)

+ 10 paramètres secondaires : issus de calculs entre les paramètres primaires (effectif dans chaque tranche d'âge, nombre de résidences secondaires, nombre d'actifs, nombre de chômeurs et densité de population).

Base de données : paramètres

Paramètres	Sources France	Sources Suisse
Nom et code des communes	INSEE	OFS
Code du regroupement de communes	INSEE	OFS
Nom et code du canton suisse ou du département français	INSEE	OFS
Indicatif du pays : FR ou CH	Ajout manuel	
Coordonnées du centroïde de la commune	Extraction QGIS	
Effectif de la population	INSEE (2021)	OFS (2021)
Part de chaque tranche d'âge dans la population	INSEE (2021)	OFS (2021)
Nombre de logements et part de résidences secondaires	INSEE (2021)	OFS (2024)
Taux d'actifs et taux de chômage	INSEE (2021)	Guichets cantonaux (2021 ou moyenne sur 3 ou 5 ans)
Nombre de transfrontaliers au lieu d'habitation et de travail	INSEE (2020)	OFS (2021)
Part d'électeurs de droite, du centre, écologistes et de gauche	Data.gouv.fr (2024)	OFS (2023)
Superficie	INSEE (2021)	Extraction QGIS
Surface Agricole Utile	Agreste (2020)	OFS (2023)
Degré d'urbanisation	Eurostat (2021)	

Exemples de rendus cartographiques



Densité et urbanisation

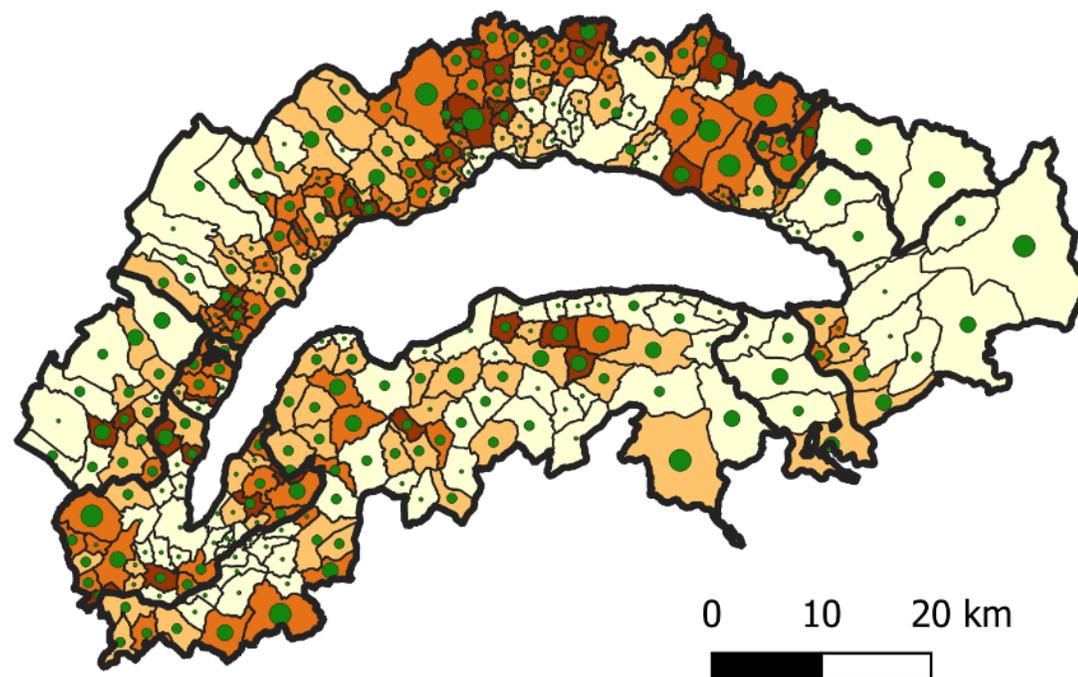
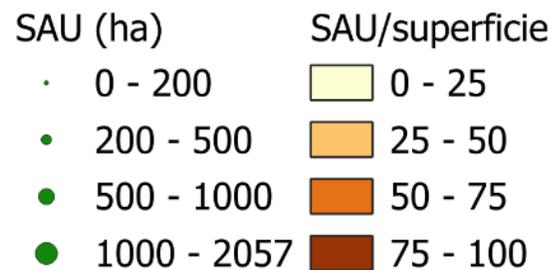
Les agglomérations de Genève et Lausanne concentrent une grande partie de la population.

Le littoral est urbanisé sauf à proximité de St Gingolph à cause du relief, et à l'embouchure du Rhône

Exemples de rendus cartographiques

Surfaces agricoles

Surface Agricole Utile et part de la SAU dans la superficie de la commune

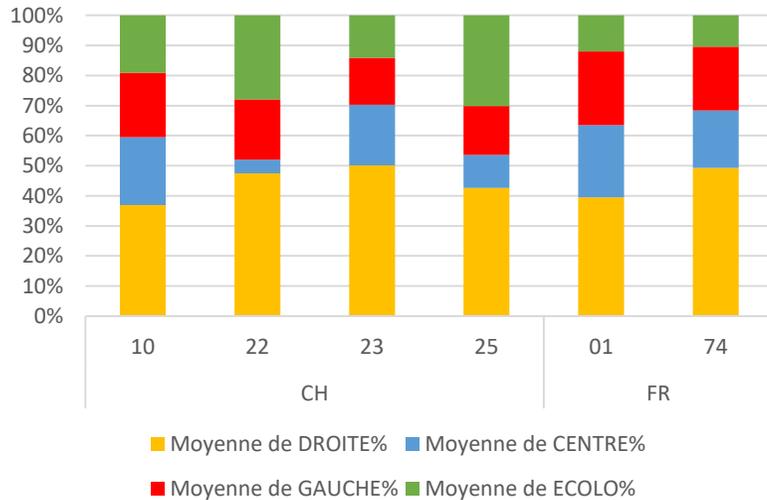


Exemples de rendus cartographiques

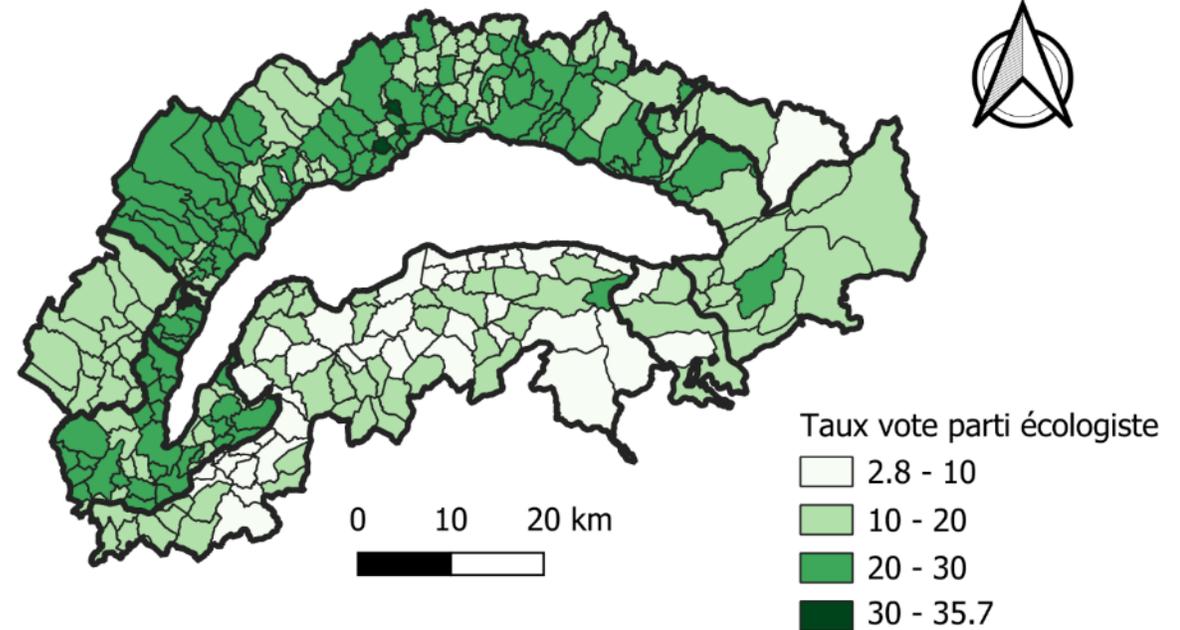
Couleur politique

Agreste, INSEE, OFS

Couleur politique dans les différents cantons et départements



Pourcentage de vote pour un parti à dominance écologiste :
Suisse : élection pour le Conseil National (2023)
France : élections européennes (2024)



Plus de vote écologiste en Suisse : cela a-t-il un effet sur la perception des solutions contre les blooms (SFN) ?

Catégories socio-professionnelles

La population active occupée de la zone d'étude compte **775 547 personnes** dont **587 018 en Suisse** et **188 529 en France**.

	Suisse	France	Total	
	Proportion	Proportion	Zone 10km	Proportion
Indépendants	17,45%	6,31%	114333	14,74%
Cadres et professions intellectuelles	21,20%	18,05%	158462	20,43%
Professions intermédiaires	28,23%	27,33%	217276	28,02%
Employés et ouvriers	33,12%	48,31%	285476	36,81%
Total	100%	100%	775547	100%

OFS, INSEE

Difficulté: relier les classes suisses et françaises.

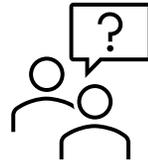
Les valeurs correspondent à l'ensemble des communes suisses d'une part, et françaises d'autre part. Davantage d'indépendants et chefs d'entreprises en Suisse et plus d'employés et ouvriers en France.

Partie II: Enquête 2024

L'enquête préparatoire

Automne 2024

Experts ou personnes ayant un **lien particulier** avec les services écosystémiques du lac



L'enquête finale

2025

Groupes de population : consentement à payer (expérience à choix discret)



1. Présentation de l'étude et des modalités de l'entretien

Identité de l'enquêteur, projet ALGA, anonymat

2. Questions sur "la relation avec le territoire"

1. Présentation professionnelle

Fonction, rôle de l'enquêteur dans sa structure

2. Attachement au Léman

3. Compréhension des enjeux du Léman

3. Présentation des défis soulevés par les blooms dans le Léman

4. Questions sur "les solutions envisagées"

5. Questions relatives à "l'identité personnelle"

Questions fermées de type socio-économiques, démographiques et géographiques



Entretiens: 21 structures

Catégorie d'utilisateur	France	Suisse
Service public	OFB, DDT74, France Marine Energie	OCEau, DGE Canton de Vaud (section Biologie des eaux + section Chasse, pêche et espèces)
Commune (élu)	Neuvecelle, Lugrin	
Loisirs	Emotions Plongée	Amicale des Pêcheurs
Eau potable	CCPEVA	SIG, service de l'eau à Lausanne*
Assainissement	SAUR	service de l'eau à Lausanne*
Association, fondation	Cluster Eau Lémanique	ASL, Maison de la Rivière
Pêcheur professionnel	AAIPPLA, pêcheur indépendant	SIPPL
Industrie	Papeteries du Léman	

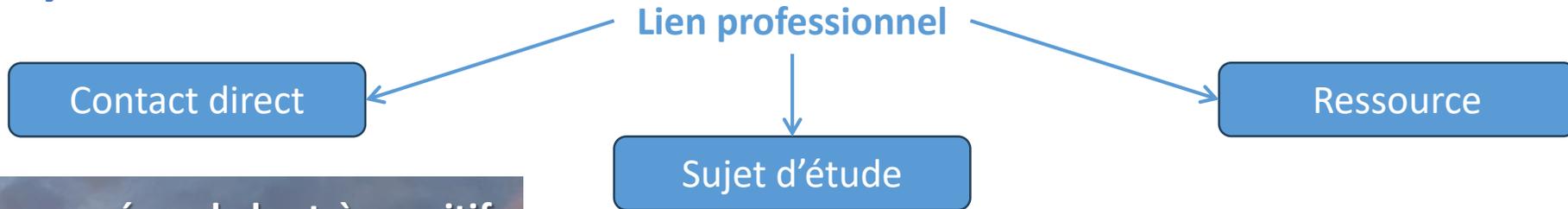
12

+

9

= 21

Analyse : lien au lac



Sentiment procuré par le lac très positif :

- Apaisement, bien-être ;
- Grandeur, immensité ;
- Beauté, changeant.

Besoin physique

Attache sentimentale (lien générationnel)

Activités de loisir :

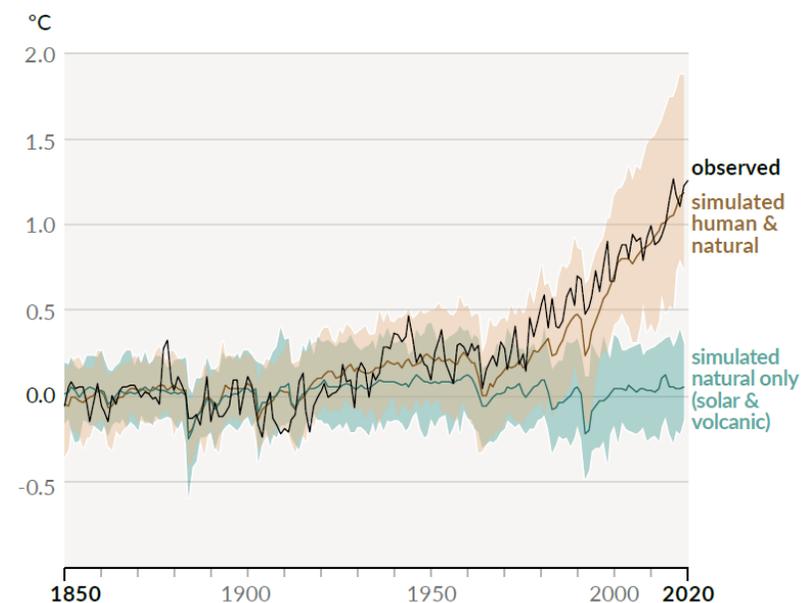
1. Baignade et promenade ;
2. Voile, plongée, paddle ;
3. Navigation, art, activité naturaliste.

Mélange vie professionnelle et vie personnelle

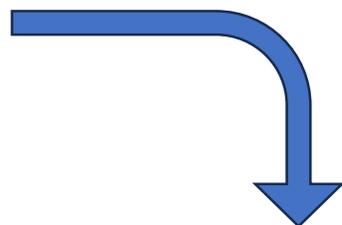


Analyse : enjeux du lac

Dérèglement climatique



GIEC



- Augmentation de la température de l'eau
- Absence de brassage
- Quantité d'eau
- Manque d'oxygénation

Micropolluants



Analyse : principaux services impactés

Pêche professionnelle (117 pêcheurs pro.) 

Activités de loisirs        

Approvisionnement en eau potable (au moins 70 millions m³ / an) 

Analyse : conséquences des proliférations algales

Sur l'écosystème

Avis variés : Effet faible si ce sont des épisodes ponctuels et courts

Perturbation du milieu

L'écosystème saura s'adapter, équilibre entre les différentes espèces qui se régulent



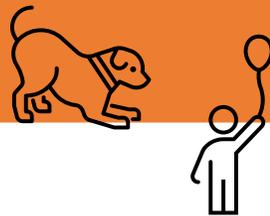
les algues (le phytoplancton à la base du réseau trophique)



Effet négatif : zones sensibles (zones de fraie)

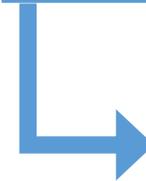
Sur la santé

Risque pour les chiens et pour les enfants



Sur les activités

- Report d'une semaine de cours de plongée 
- Filets moins pêchants (quelques mois) 
- Plus de traitements et de nettoyage dans une station d'épuration 
- Plus d'analyse, de surveillance et de communication 



Absence ou peu de conséquences actuellement

Réflexions sur un scénario d'augmentation des blooms

Scénario basé sur des projections volontairement pessimistes:

= **augmentation de la fréquence et l'intensité des blooms algaux sur le Léman en lien avec le dérèglement climatique:**

- Épisodes plus fréquents de **proliférations locales de cyanobactéries** en particulier au niveau des embouchures (ex: plage Villeneuve août 2024), avec présence de taxons toxiques ;
- Episodes plus fréquents de **proliférations algales non toxiques à l'échelle du lac** (cf *Uroglena* en 2021);
- Périodes de **proliférations d'algues *Mougeotia* plus fréquentes** et épisodes plus longs (ex: 4-6 semaines / an au printemps?)

Réflexion sur les impacts / solutions / adaptations possibles sur les 3 SEs principaux

3. Suite des étapes

Phase	Activité	2024_T1	2024_T2	2024_T3	2024_T4	2025_T1	2025_T2	2025_T3	2025_T4	2026_T1	2026_T2	2026_T3	2026_T4
1	1. Identification des principaux services écosystémiques attachés au Léman (lien WP2)	Workshop WP2-3		biblio + enquête									
	2. Identification des groupes socio-professionnels et de leur niveau de perception de ces services (pré-enquête)			enquête		Livrable 1							
	3. Impacts des blooms sur les SEs (collab. WP2)		synthèse WP2										
	4. Fiches de postes M2 / Postdoc												
2	5. Analyse économique des SEs touchés						avec M2						
	6. Conception de l'enquête sur la perception des blooms sur les SEs, élaboration des scénarios						avec M2						
3	7. Réalisation de l'enquête et analyse							M2?					
	8. Analyse socio-économique approfondie							Post-doc - 1 an?					
	9. Propositions / perspectives pour la gouvernance (liens WP4)												



Mieux connaître le phytoplancton grâce à vos observations

Rechercher   

Suivez-nous sur  



[Phenomer](#) • [Participer](#) • [Mieux connaître les microalgues](#) • [Actualités](#)

Une nouvelle application Phenomer 2.0 pour Android et IOS

Grâce à la nouvelle application
Phenomer, il est encore plus simple de
signaler votre observation !



<https://www.phenomer.org/>

Phenomer

Devenez structure-relais

Phenomer !

Vous êtes une structure située ou ayant des activités en lien avec le littoral (sports et loisirs nautiques, lieu recevant du public, éducation à l'environnement, associations, professionnels de la mer et de l'environnement...)?

Rejoignez le réseau de structures-relais Phenomer !

Votre aide est précieuse! Devenez structure-relais en complétant [le formulaire d'adhésion](#).

Participer



02 98 22 44 99 accès formulaire

Actualités +

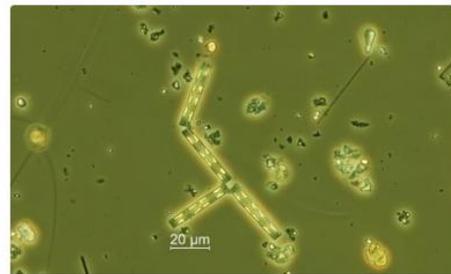
Publié le 26/09/2024
Participation aux Journées nationales Géonumériques, Nantes, 20 septembre 2024
vendredi 20 septembre 14h00 - 14h45

Publié le 19/08/2024
Article : An unprecedented bloom of *Lingulodinium polyedra* on the French Atlantic coast during summer 2021. Harmful Algae. 125. 102426 (19p.)
Mertens Kenneth, Retho Michael, Manach Soazig, Zoffoli Maria Laura, Doner Anne, Schapira Mathilde, Bilien Gwenael, Séchet Veronique, Lacour Thomas, Robert Elise, Duval Audrey, Terre Terrillon Aouregan, Derrien Amélie, Gemez Pierre (2023). An unprecedented bloom of *Lingulodinium polyedra* on the French Atlantic coast during summer 2021. Harmful Algae. 125. 102426 (19p.). <https://doi.org/10.1016/j.hal.2023.102426>, <https://archimer.ifremer.fr/doc/00829/94095/>

Publié le 04/07/2024
Communiqué de presse du 04/07/24

Publié le 18/02/2021
Téléchargez la nouvelle application Phenomer
L'eau de mer est colorée? Quelque chose d'inhabituel à la surface de l'eau?
Signalez votre observation grâce à l'application Phenomer disponible sur Android et iOS.

Le phytoplancton +



Thalassionema

Observations 2024 +



Structures Relais +



Création de PHENOLAC?

Science contributive
Signalement d'eau colorée

Science plus participative
Signalement (détection) + échantillonnage (flacon)
Reconnaissance visuelle possible (formation?)

Public ciblé
Citoyen sur le bord
Régatiers et autres utilisateurs du lac en bateau
(lien avec LemnScope)
Plongeurs
Pêcheurs professionnelles et amateurs

Apports / compléments à
OLA
Imagerie satellitaire

Meeting on Geneva

March 18, 2025

Summary of year 2024 and work in progress