

Interreg

France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne

2024 - 2026

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



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**



**GRENOBLE
ECOLE DE
MANAGEMENT**
BUSINESS LAB FOR SOCIETY

INRAE



SCIMABIO *interface*

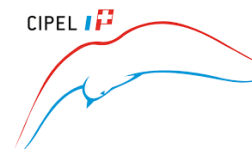
Leesu
Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains



CentraleSupélec



Service de l'eau
VILLE DE LAUSANNE



eawag
aquatic research ooo

EPFL



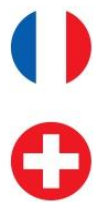
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV



**RÉPUBLIQUE
ET CANTON
DE GENÈVE**

Intitulé du projet



Interreg

France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



Efflorescences Algales dans le Léman face aux changements GlobAux

d'une meilleure connaissance et compréhension de l'écologie des espèces « nuisibles »
et potentiellement toxiques à la préservation d'une bonne qualité de l'eau et des services
écosystémiques via le développement d'outils d'aide à la décision



BLOOM

Impacts sur la production d'eau potable

- Augmentation du cout de production (investissement, traitement, fonctionnement)
- Diminution de la qualité et des quantités d'eau produite

Impacts sur les activités récréatives

- Aspects et odeurs de l'eau peu attractifs
- Limitation/interdiction de se baigner, plonger, jouer, pêcher, faire du paddle, de la voile, etc...

Impacts sur les activités agricoles, aquacoles ou industrielles

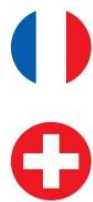
- limitation/interdiction d'utiliser l'eau pour irriguer, remplir des bassins, chauffer/refroidir
- Impacts sur la pêche

Autres impacts

- Perte de valeur immobilière
- Diminution du tourisme

Couts économiques
&
Risques sanitaires

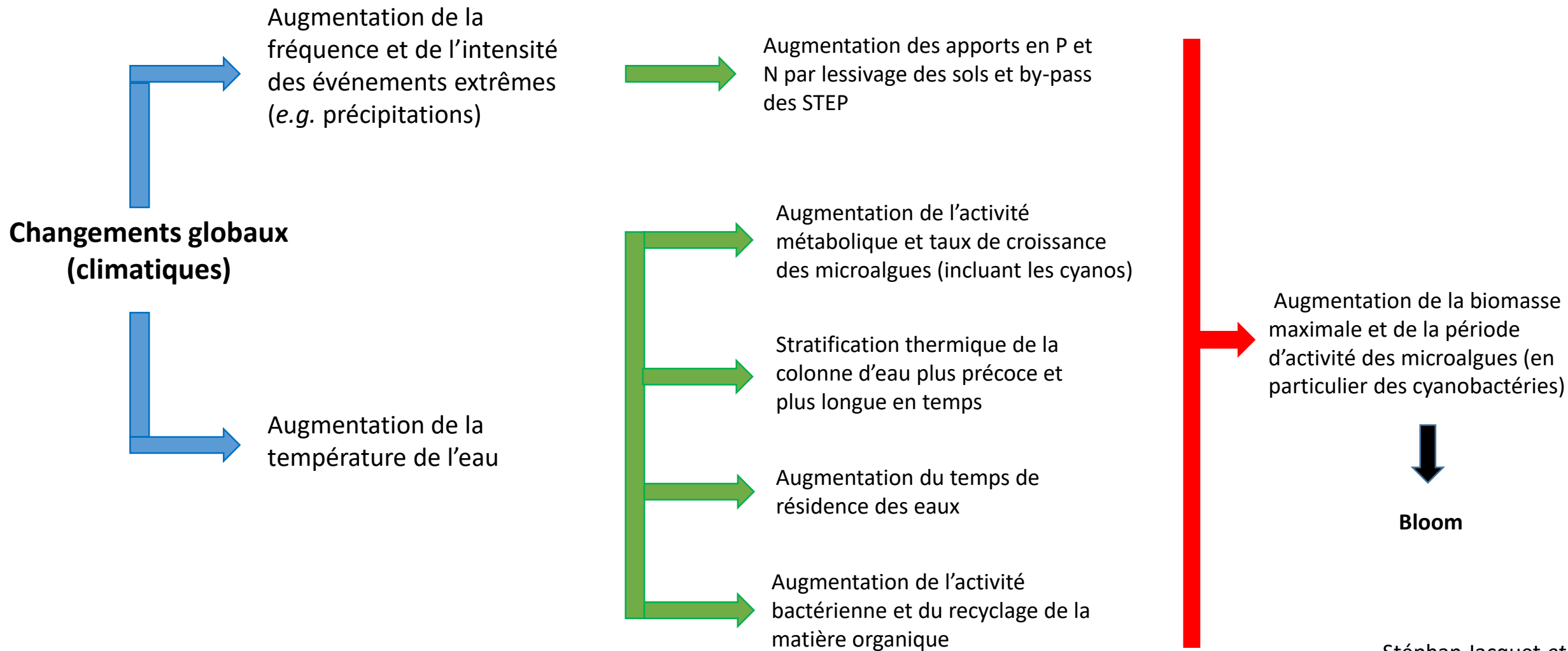
Origine du projet et objectifs



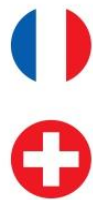
Interreg
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



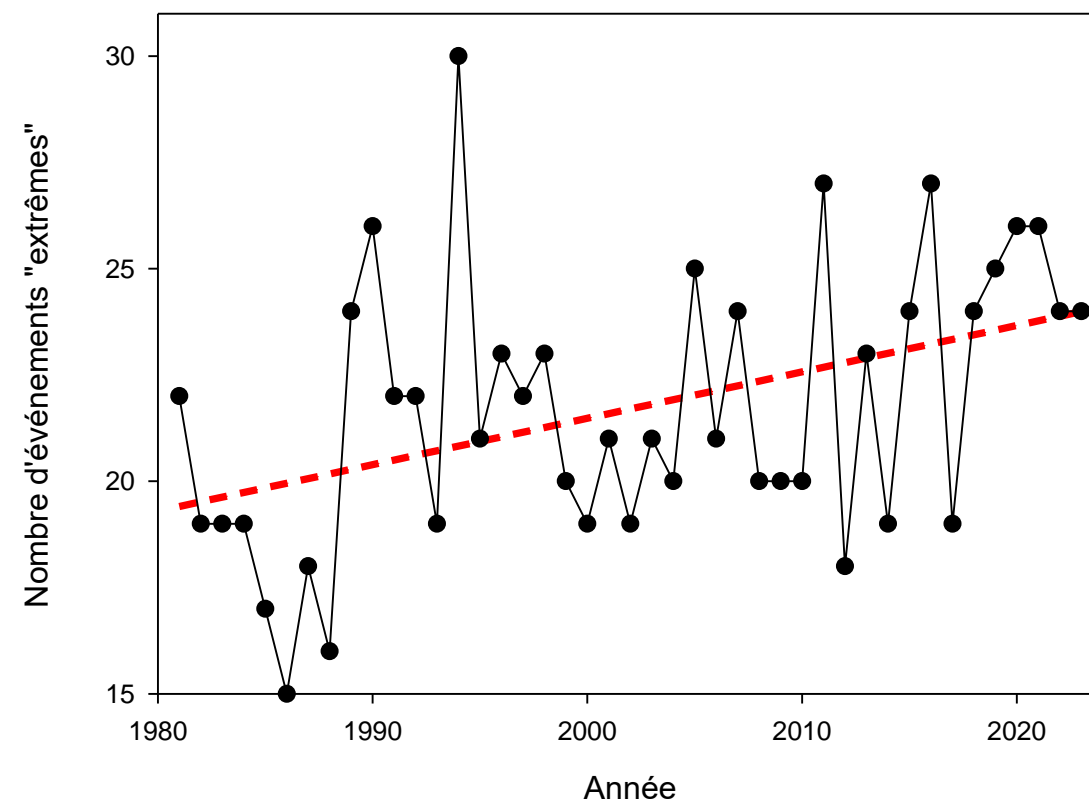
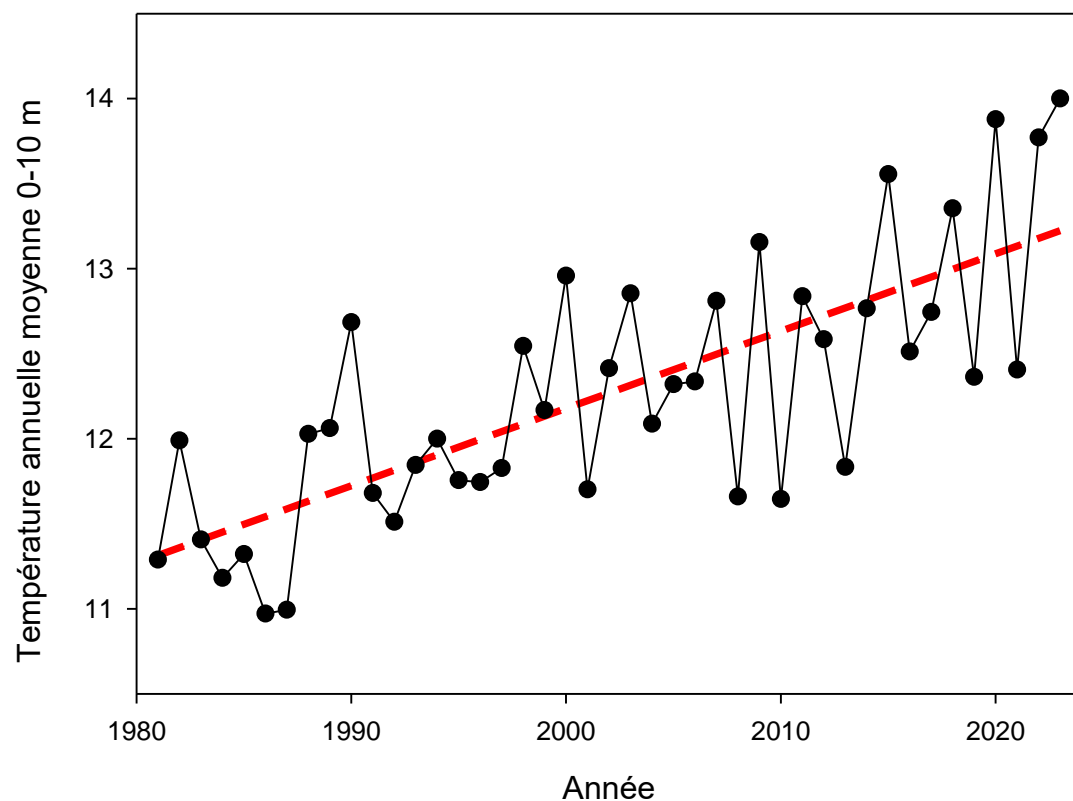
Origine du projet et objectifs



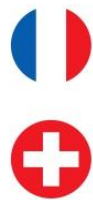
Interreg
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



Origine du projet et objectifs



Interreg

France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



Origine du projet et objectifs

07:37 Mer. 8 sept.

Phénomène insolite

Le lac brunit à cause d'une algue

La prolifération d'une chrysophycée donne à certaines zones du Léman un aspect peu attirant mais sans danger. La météo a sans doute joué un rôle.

Romarc Haddou

Des baigneurs et des promeneurs s'en étonnent depuis ce week-end. Dans certains secteurs, l'eau du lac Léman n'invite pas au grand plongeon. Étrangement colorée - verdâtre, voire marron -, elle peut aussi dégager des odeurs désagréables. Le phénomène a été observé à Cully, Lutry, Pully, Clarens, La Tour-de-Peilz mais aussi sur une partie de la rive française. Par endroits, la baignade a même été temporairement interdite.

«Le phénomène est répandu mais pas généralisé. Du côté de Nyon il n'y a rien pour l'instant», observe Audrey Klein, secrétaire générale de la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman (Cipel).

Face à ce développement brusque, des prélèvements et des analyses ont été effectués par les scientifiques français de l'Institut national de la recherche agronomique.



À Pully, ce mardi, la présence de l'algue était bien visible. VANESSA CARDOSO

Résultat: tout va bien. «La prolifération d'une algue, une chrysophycée nommée *Uroglena sp.*, est responsable de cette teinte particulière et des possibles odeurs. Elle est non toxique, rapporte Audrey Klein. Nous savons que cette algue est présente dans le lac, mais un tel développement n'est pas commun. Le dernier pic remonte à 1999.»

Les causes de cette prolifération ne sont pas encore officiellement identifiées, mais une hypothèse do-

mine, en lien avec la météo de l'été écoulé. «Nous savons qu'il y a tout un cortège d'algues et de plantes aquatiques qui se développent plus ou moins en fonction des conditions climatiques. Dans le cas présent, la météo capricieuse a sûrement eu un impact. Les fortes pluies ont d'abord amené beaucoup de matières minérales et organiques depuis le bassin versant. Ce sont des apports que nous ne rencontrons pas toujours. Ce para-

mètre, combiné aux belles journées ensoleillées que nous venons de connaître, a pu favoriser la croissance d'*Uroglena sp.*», explique Audrey Klein.

Depuis les années 1960, c'est la Cipel qui coordonne le suivi de la qualité des eaux du Léman. Des analyses sont effectuées une fois par mois pour les algues et une fois tous les dix ans pour les plantes aquatiques (macrophytes). Ces dernières années, la qualité de

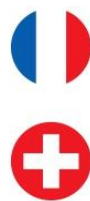
l'eau s'améliore, faisant apparaître de nouvelles espèces.

«Par exemple, des macroalgues, les characées, sont de nouveau observées dans la zone littorale en grande quantité depuis le milieu des années 1990, indique Denis Rychner, conseiller en communication à la Direction générale de l'environnement. Nous observons aussi l'apparition de nouvelles plantes aquatiques invasives, comme le lagarosiphon. Originaire d'Afrique du Sud, elle est employée par les aquariophiles. Introduite dans le Léman, elle prolifère en certains endroits. Dans le même temps, des espèces liées à des milieux plus riches en nutriment disparaissent.»

Des algues moins sympas

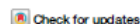
Alors qu'*Uroglena sp.* n'est pas néfaste, des espèces plus gênantes prennent parfois leurs aises. «*Planktothrix rubescens* est une cyanobactérie potentiellement toxique qui est observée depuis quelques années sur le Léman. Sa biomasse algale est parfois importante mais sur une courte période, surtout en automne, explique Denis Rychner. Une autre algue filamenteuse non toxique, *Mougeotia gracillima* montre ces dernières années des développements massifs en automne et dérange notamment les pêcheurs professionnels, car elle colmate les filets. Sa prolifération est liée à des températures annuelles plus clémentes.»





<https://doi.org/10.1038/s43247-024-01351-5>

Combined Earth observations reveal the sequence of conditions leading to a large algal bloom in Lake Geneva



Abolfazl Irani Rahaghi^{1,2}✉, Daniel Odermatt^{1,2}, Orlane Anneville³, Oscar Sepúlveda Steiner^{4,5}, Rafael Sebastian Reiss⁶, Marina Amadori⁷, Marco Toffolon⁸, Stéphan Jacquet⁹, Tristan Harmel⁹, Mortimer Werther⁹, Frédéric Soullignac¹⁰, Etienne Dambrine⁹, Didier Jézéquel¹¹, Christine Hatté^{12,13}, Viet Tran-Khac⁹, Serena Rasconi⁹, Frédéric Rimet⁹ & Damien Bouffard^{4,14}

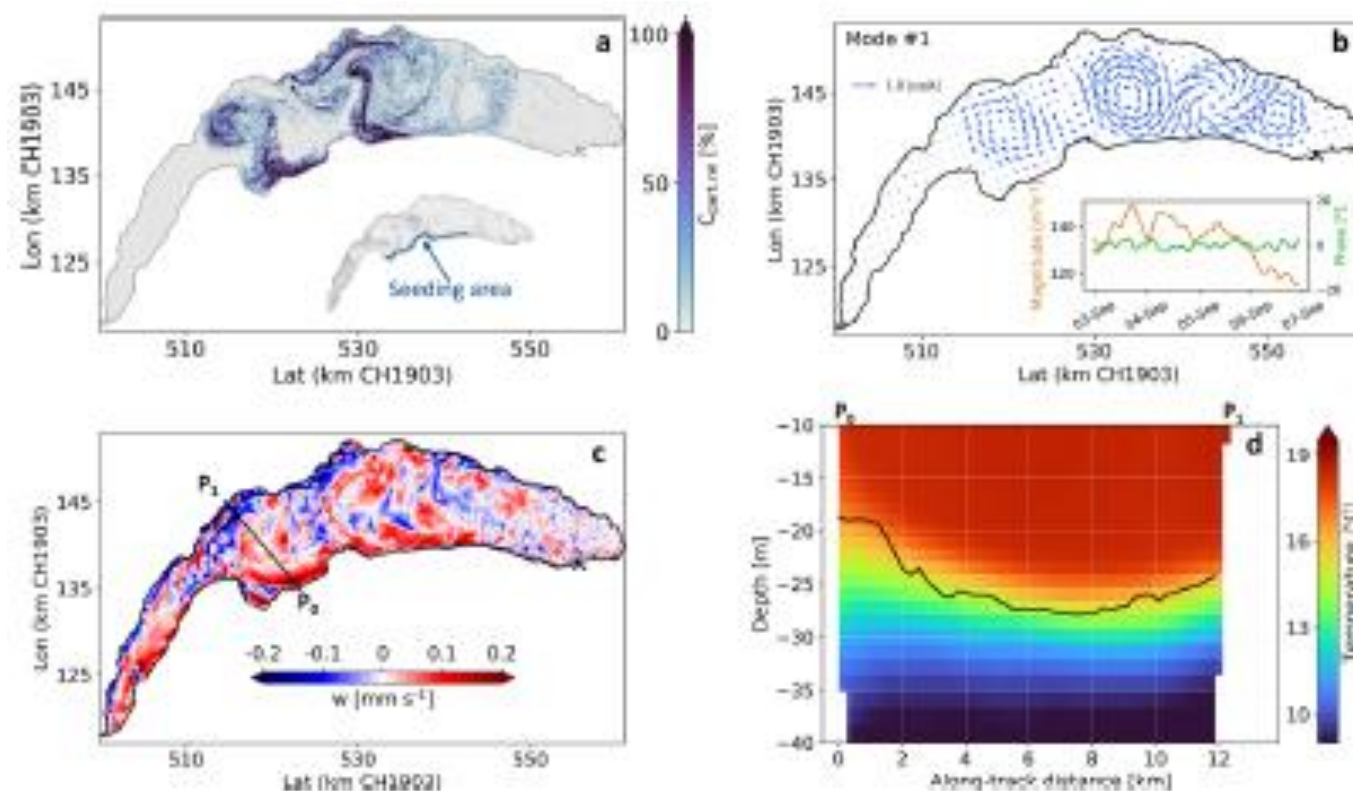
Freshwater algae exhibit complex dynamics, particularly in meso-oligotrophic lakes with sudden and dramatic increases in algal biomass following long periods of low background concentration. While the fundamental prerequisites for algal blooms, namely light and nutrient availability, are well-known, their specific causation involves an intricate chain of conditions. Here we examine a recent massive *Urologena* bloom in Lake Geneva (Switzerland/France). We show that a certain sequence of meteorological conditions triggered this specific algal bloom event: heavy rainfall promoting excessive organic matter and nutrients loading, followed by wind-induced coastal upwelling, and a prolonged period of warm, calm weather. The combination of satellite remote sensing, in-situ measurements, ad-hoc biogeochemical analyses, and three-dimensional modeling proved invaluable in unraveling the complex dynamics of algal blooms highlighting the substantial role of littoral-pelagic connectivities in large low-nutrient lakes. These findings underscore the advantages of state-of-the-art multidisciplinary approaches for an improved understanding of dynamic systems as a whole.

Phytoplankton blooms in low-nutrient (meso-oligotrophic) water bodies are short-lived and difficult to predict. While promoting and inhibiting conditions for long-term changes in phytoplankton phenology and bloom frequency are known^{1,2}, the specific triggers of phytoplankton blooms remain enigmatic for most individual events^{3,4}. Climate change has been identified as one of the main drivers^{5,6}, yet without compelling correlation between air temperature or precipitation and algal blooms. Such concealed responses highlight the complexity of the system's dynamics and underscores the need to consider a variety of factors when trying to predict short-lived algal blooms.

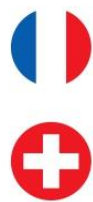
In September 2021, a massive *Urologena* sp. bloom was observed in Lake Geneva (Switzerland/France), a large and deep low-nutrient freshwater lake. Such a massive bloom has been, to the best of our knowledge, unprecedented since end-1900s when phosphorus concentration drastically decreased following the recommendations of the Commission Internationale pour la Protection des Eaux du Léman (CIPEL). This rare, eye-catching event attracted public attention and was widely covered in regional newspapers and social media, with the urge to explain in near real-time the

blooms' source and fate, challenging the traditionally longer study time scale of scientists.

A comprehensive causal understanding of algal blooms necessitates a multidisciplinary approach^{7,8} that combines bio-geophysical, ecological, and atmospheric data^{9,10}. Recent advances in automated workflows for remote sensing data and hydrodynamic models allow reconstruction of driving factors behind short-term algal blooms^{11–13} and the underlying mechanisms, including their build-up and dispersion¹⁴. Here, we integrate an array of Earth observation approaches and tools (in-situ measurements, satellite remote sensing, 3D hydrodynamic and Lagrangian particle tracking) to investigate the formation and spatial dynamics of the exceptional 2021 algal bloom in Lake Geneva. Our multidisciplinary approach provided insightful perspectives into the causation of this exceptional bloom in Lake Geneva, highlighting the role of the "right" timing of the atmospheric forcing and the subsequent hydrodynamic processes. This was supported with statistical analysis of the frequency of the appropriate temporal combination of these forcing conditions in Lake Geneva during 1998–2022.



Origine du projet et objectifs



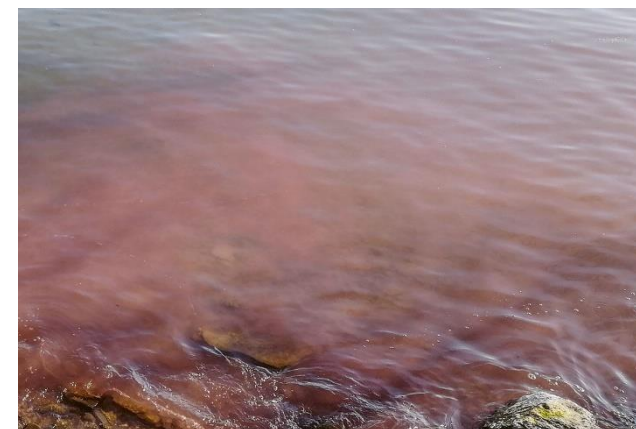
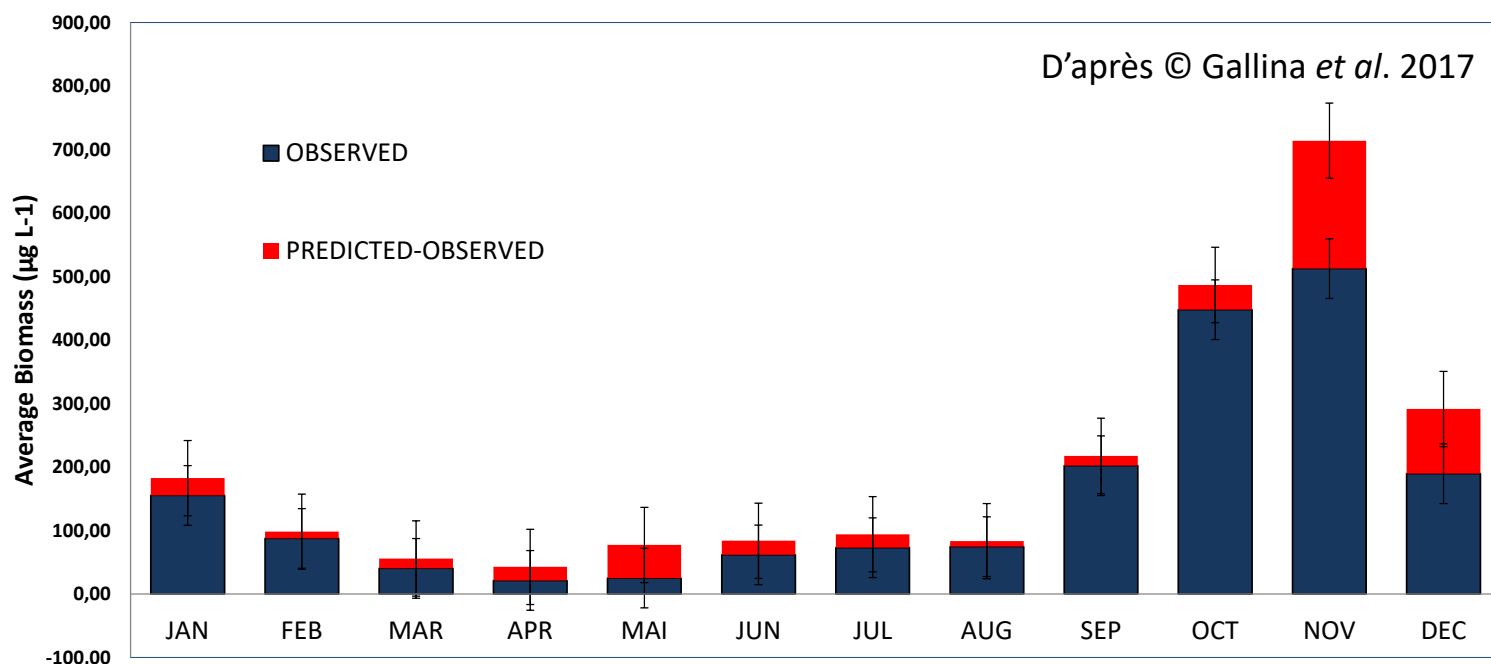
Interreg
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne

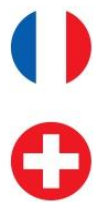


P. rubescens biomass changes under predicted water temperature (2082-2089)



Pour une seule espèce de cyanobactérie, relativement bien connue, il est attendu une augmentation de >30% possible de sa biomasse

Origine du projet et objectifs



Interreg
France – Suisse

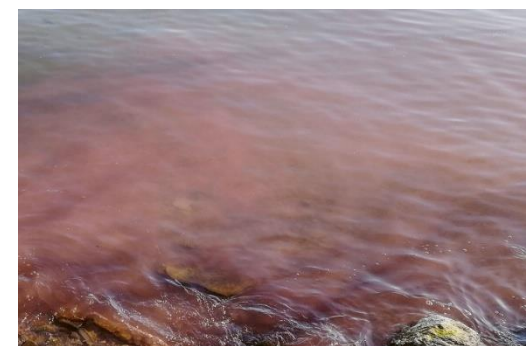


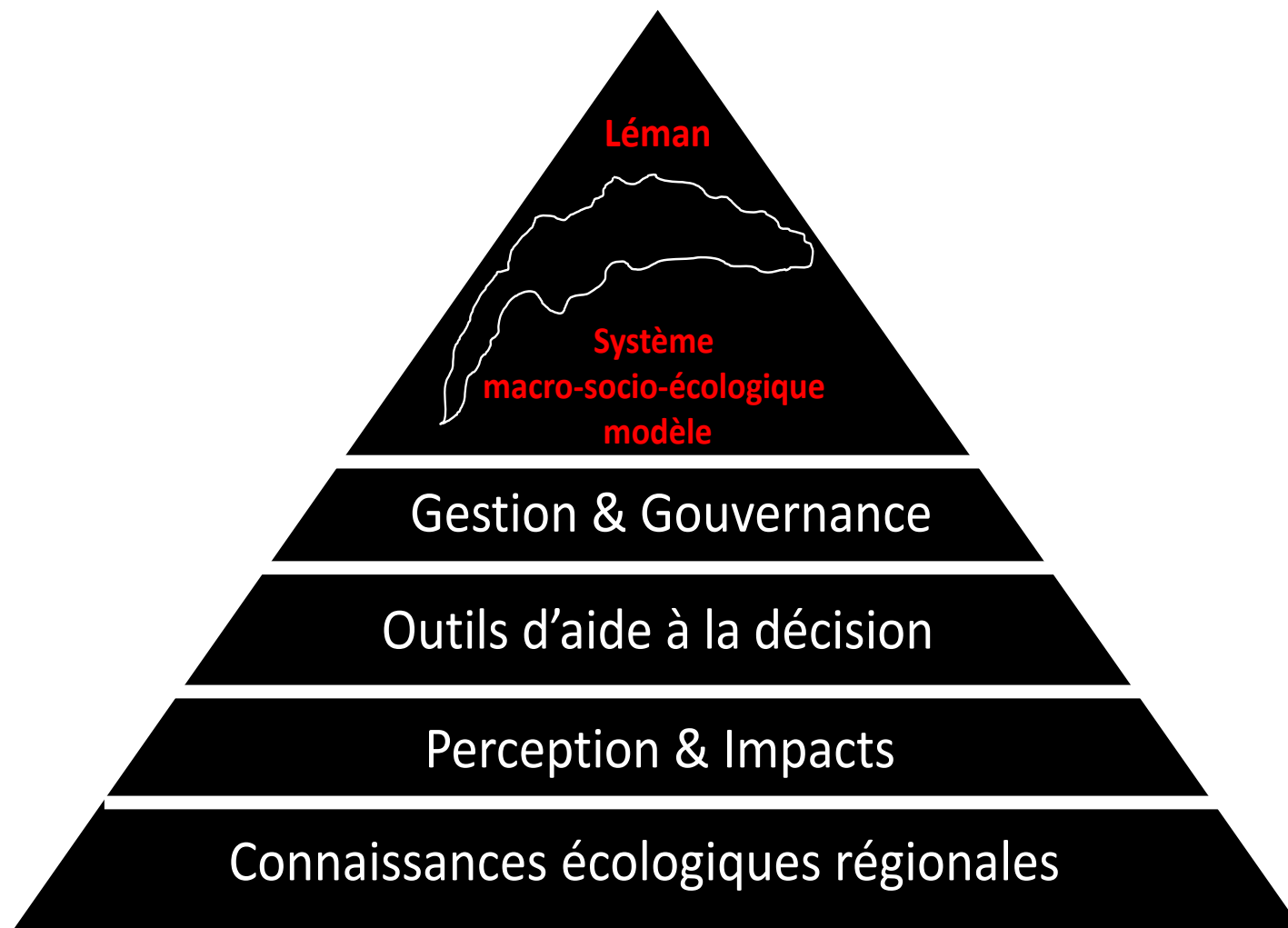
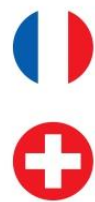
Cofinancé par
l'Union Européenne



In fine, les objectifs du projet visent principalement à :

- (i) comprendre comment les blooms algaux impacteront dans l'avenir la qualité des eaux du Léman et les différents services qui en découlent (approvisionnement en eau potable, pêche et activités récréatives) dans un contexte de changement climatique
- (i) proposer de nouveaux outils d'aide à la décision, des protocoles pleinement opérationnels, pour l'évaluation des risques (exposition aux toxines par l'eau potable, les loisirs ou la nourriture pour les humains et séparément pour les animaux comme les chiens) adaptés à la situation locale du Léman et les étapes à suivre pour une gestion appropriée des risques





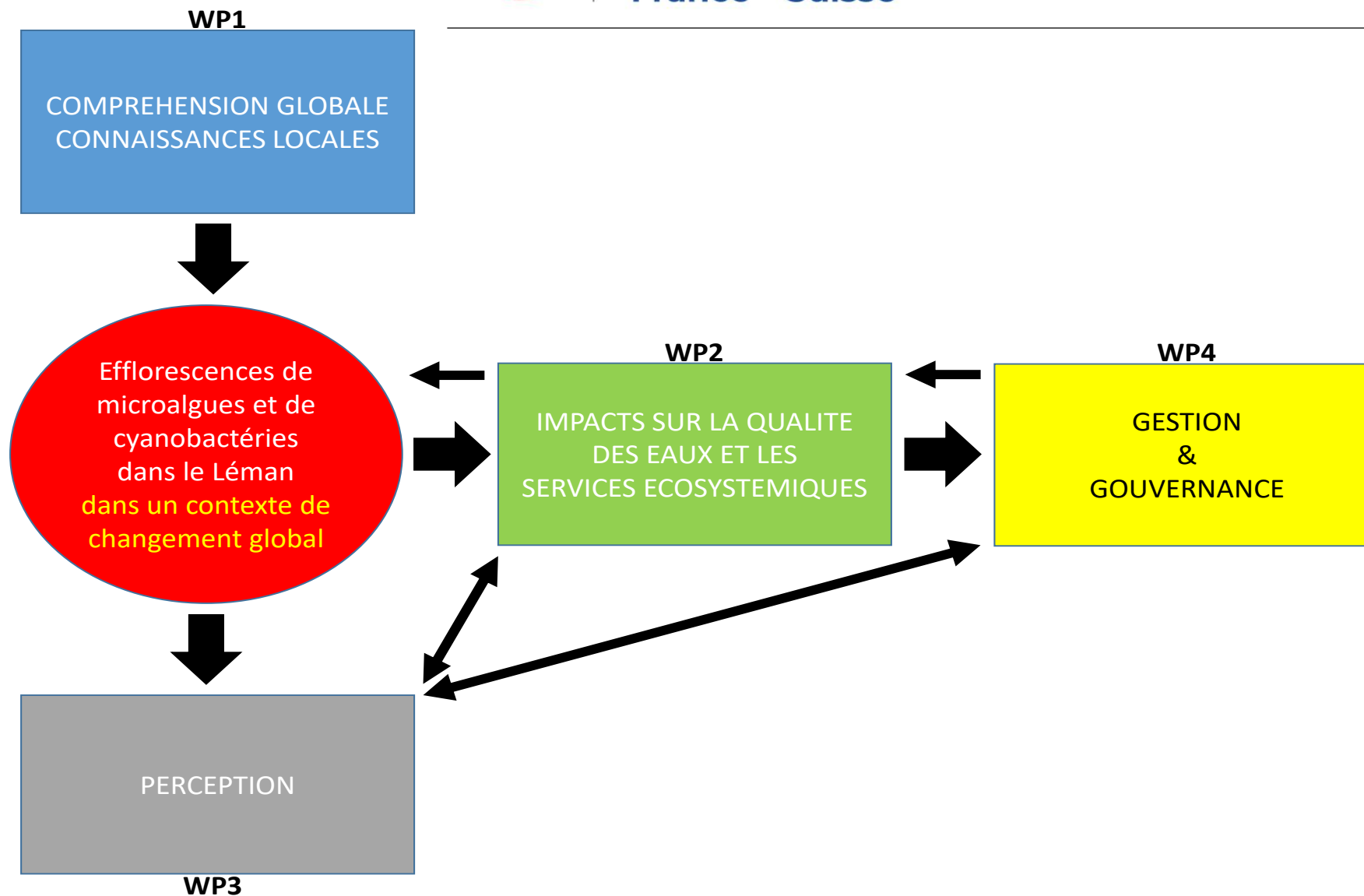
Organisation du projet



Interreg
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



Organisation du projet

<https://alga.hub.inrae.fr/>



Interreg

France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



INRAE



Interreg

France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



Dans la Presse

Projet Interreg ALGA

Site d'étude

Avancement

Partenaires

Livrables

Toutes les rubriques



Projet Interreg ALGA : Efflorescences Algales dans le Léman face aux changements GlobAux

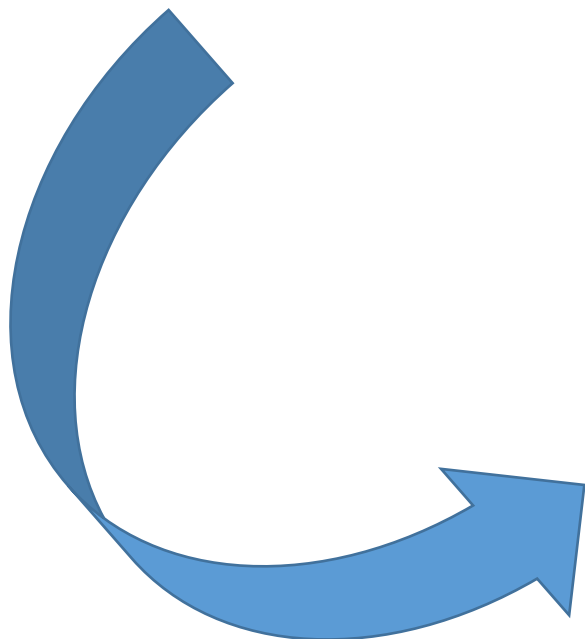
Bienvenue sur le site du projet Interreg ALGA

Présentation du projet Interreg ALGA

Stéphan Jacquet *et al.*

Organisation du projet

<https://alga.hub.inrae.fr/>




Interreg
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



Dans la Presse **Projet Interreg ALGA** **Site d'étude** **Avancement** **Partenaires** **Livrables**



ARTICLE | 02 avril 2024 | Rédaction : Stéphane Jacquet

Arrivée de Frédéric SOULIGNAC

Frédéric SOULIGNAC a rejoint le projet ALGA


En Savoir Plus ➤

ARTICLE | 17 avril 2024 | Rédaction : Stéphane Jacquet

Le premier bulletin limnologique de la CIPEL 2024

Le premier bulletin limnologique de la CIPEL 2024

En Savoir Plus ➤




ARTICLE | 17 juin 2024 | Rédaction : Stéphane Jacquet

Réunion Cluster Eau + Water Family

Quand ALGA s'invite à la réunion Cluster Eau + Water Family

En Savoir Plus ➤




ARTICLE | 28 juin 2024 | Rédaction : Stéphane Jacquet

Le Léman, frontière naturelle entre la Suisse et la France, mais limnosystème avant tout !

Le Léman, un limnosystème avant tout !

En Savoir Plus ➤

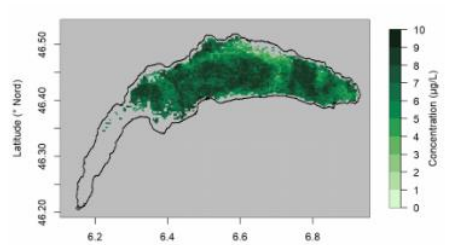


ARTICLE | 26 mars 2024 | Rédaction : Stéphane Jacquet

Le projet Lémanoscope

Le projet Lémanoscope

En Savoir Plus ➤



ARTICLE | 28 mai 2024 | Rédaction : Stéphane Jacquet

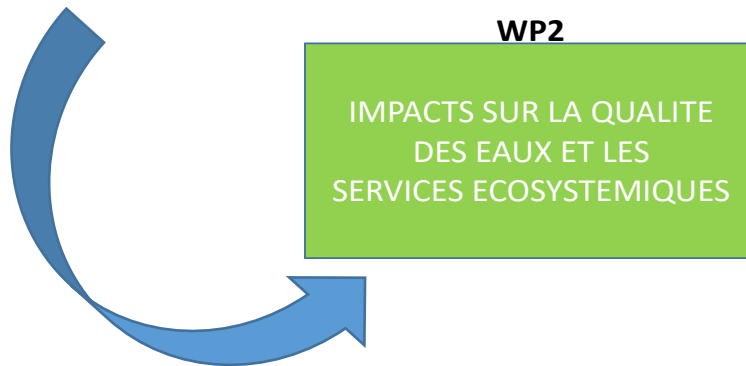
Vers une possible efflorescence algale?

Vers une possible efflorescence algale?

En Savoir Plus ➤

2024

- Réunion officielle de lancement du projet (janvier)
- Réunion d'avancement (juin)
- Recrutement de CDD (FR & CH)
- 10 réunions de travail et CR associés
- Création de 5 groupes de travaux dédiés
- Exemples de travail en cours (le reste avançant aussi!)



- **Livrable n°1 (L1) : Synthèse bibliographique**

- Volet n°1 (V1) : Revue systématique de la littérature scientifique sur le lien entre bloom de phytoplancton et impact sur les services rendus par les lacs à l'échelle mondiale
- Volet n°2 (V2) : Synthèse bibliographique (rapports, presse, internet, etc.) sur les blooms de phytoplancton et leurs éventuels impacts sur les services rendus par le Léman

- **Livrable n°2 (L2) : Un modèle conceptuel prédictif de l'impact des blooms et un diagramme de décision pour la CIPEL**

- Prises de décision méthodologiques
 - L1-V1 : Méthode de sélection des articles scientifiques (WoS & Scopus)
 - L2 : Définition du livrable et choix du modèle associé
- L1-V1 : Revue systématique de la littérature scientifique
 - Sélection des articles sur la base de mots-clés
 - Réalisation d'un premier tri sur la base des titres et résumés
 - Création d'un questionnaire pour récupérer les informations lors de la lecture des articles
- L1-V2 : Synthèse de la littérature « grise »
 - Recherche et retour de partenariats (ASL, CIPEL, média)
 - Création d'un questionnaire pour la lecture des articles
- L2 : Diagramme de décision + modélisation
 - Mise en place d'un suivi de la concentration en chlorophylle a disponible sur **Datalakes** (Eawag, CIPEL)
 - Synthèse des différentes approches de modélisation possibles et choix du modèle



- L1-V1 : Revue systématique de la littérature scientifique

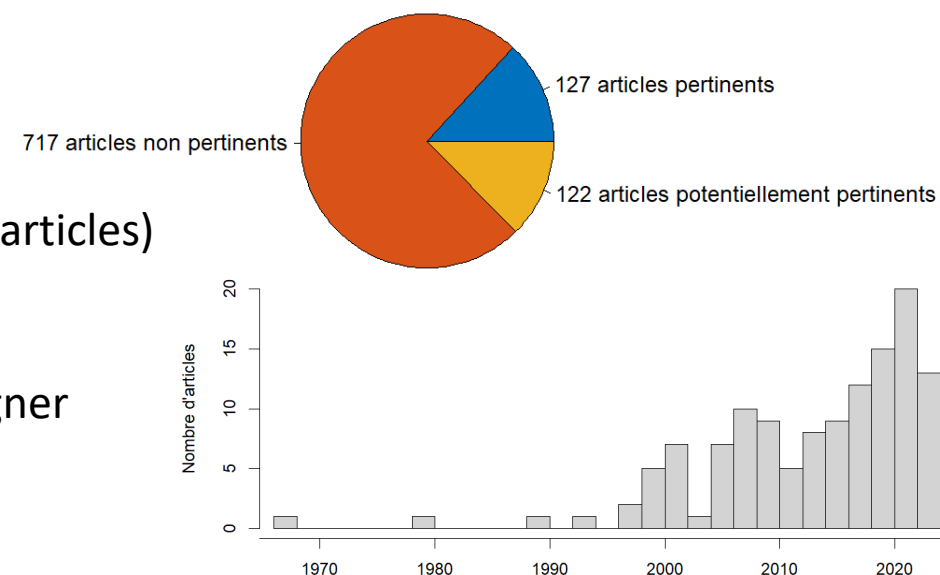
- Sélection d'articles scientifique sur la base de mots-clés (> 900 articles)
- 10 relecteurs des titres et résumés
- *In fine* 249 articles retenus
 - Lecture détaillée à venir avec questionnaire à renseigner

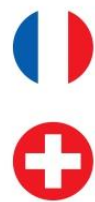
- L1-V2 : Synthèse de la littérature grise

- RDV pris pour l'accès aux archives des articles de presse (*Le Messenger, Le Dauphiné, Le temps, etc.*)
- Analyse des archives ASL débutée

- L2 : Diagramme de décision + modélisation

- Installation et prise en main du modèle MITgcm en collaboration avec l'Eawag (en cours)





WPs

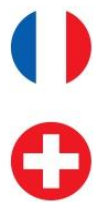
- Travaux en cours & recrutements
- Réunions ZOOM & échanges email de manière régulière
- Préparation des premiers livrables

Réunions générales

- Réunion avec Interreg sur la gestion administrative, la nécessité d'avenants, etc. (octobre 2024)
- Réunion d'avancement des partenaires ALGA sous format ZOOM (novembre 2024)
- Réunion bilan de l'année 2024 et perspectives à l'Université de Genève (février 2025)

Valorisation

- Site internet (au fil de l'eau)
- Poster aux Journées Internationales de Limnologie et d'Océanographie (octobre 2024)
- Article grand public dans le journal *Lémaniques* édité par l'ASL (novembre 2024)
- Synthèse scientifique (décembre 2024)



- Communiquer sur le projet (= travail à anticiper et à faire régulièrement)
- Savoir déléguer les tâches
- Discuter très souvent avec le chef de file CH
- Réaliser la gestion administrative au fil de l'eau
- Communiquer régulièrement avec le secrétariat conjoint Interreg
- Prendre du plaisir à réaliser son projet