



Interreg
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



Compte rendu de la réunion d'avancement du projet ALGA du 18 mars 2025

La réunion s'est tenue mardi 18 mars en présence des membres impliqués dans les 4 workpackages (WP) ainsi que des personnes observatrices du projet. L'accueil des participant.es a été assuré par Stéphan JACQUET (chef de fil côté français qui anime l'ensemble du projet) et Bastiaan IBELING (chef de fil côté suisse). La réunion a commencé avec une présentation du programme de la journée et avec un rappel des origines et des objectifs du projet par SJ. Chaque personne impliquée dans les WP a ensuite pris la parole à tour de rôle pour exposer l'état d'avancement de ses tâches. Pour rappel, le projet comprend un total de 10 livrables qui sont répartis entre les 4 WP, et un rapport d'avancement devra être remis d'ici le 30 juin.

Présence	Absence excusée
Orlane ANNEVILLE (CARTEL) Thomas BOLOGNESI (EMG) Anna CARRATALA (EPFL) Pascal da COSTA (SUPELEC) Mathilde DUGENNE (UNIGE) Nicole GALLINA (CIPEL) Laurence GLASS-HALLER (EPFL) Jean GUILLARD (CARTEL) Bastiaan IBELINGS (UNIGE) Stéphan JACQUET (CARTEL) Fereidoun KHAJEHNOURI (Service de l'eau de la Ville de Lausanne) Nora SALMANI (Service de l'eau de la Ville de Lausanne) Alice MARQUET (LESSU) Daniel ODERMATT (EAWAG) Guillaume PIERREHUMBERT (OCEAU) Géraldine PFLIEGER (UNIGE) Alexandre RICHARD Frédéric SOULIGNAC (CARTEL) Mridul THOMAS (UNIGE) Brigitte VINCON-LEITE (LEESU) Judith de SAINT-LAURENT (Interreg) Elodie JOHNER (Interreg) Yiuro XIA (UNIGE)	Jean-Marcel DORIOZ (ASL) Nicolas TROMAS (CARTEL) Valentin VASSELON (SCIMABIO) Diane MAITRE (Caton de Genève) Elizabeth JANSSEN (EAWAG) Salomé BOUDET (UNIGE)

Table des matières

WP n°1 : Compréhension globale et connaissances locales des blooms au Léman	2
Suivi haute-fréquence du phytoplancton.....	2
Focus sur les cyanobactéries	2
Imagerie hyperspectrale et phytoplancton.....	3
Modélisation tridimensionnelle couplée hydrodynamique-écologique du phytoplancton	3
WP n°2 : Impact sur la qualité des eaux et les services écosystémiques.....	3
Revue systématique de la littérature scientifique	3
Chronologie des blooms au Léman	4
Outil d'aide à la décision en cas de bloom au Léman	4
Pics de phytoplancton profonds au Léman.....	4
WP n°3 : Perception des blooms par la population du bassin lémanique	4
WP n°4 : Gestion et gouvernance	5

WP n°1 : Compréhension globale et connaissances locales des blooms au Léman

Suivi haute-fréquence du phytoplancton

Participation : MD, MT, BI

Les données collectées de manière mensuelle ou bimensuelle depuis les années 1970 au point central du lac (SHL2) montrent que, malgré la diminution du phosphore, des blooms persistent. L'hypothèse principale est un changement dans la composition phytoplanctonique. Depuis les années 2000, *Mougeotia*, une zygnématophycée, a été la principale contributrice aux biomasses les plus importantes. Pour améliorer la fréquence des observations et constituer une base de données haute fréquence du phytoplancton au Léman (livrable 1.1.1), un système CytoSens/FlowCam a été installé sur la plateforme LeXPLORE. Ce système enregistre quotidiennement et à plusieurs profondeurs des images du phytoplancton, qui sont traitées et mises à disposition sur la plateforme EcoTaxa. Ces images sont ensuite annotées manuellement, ce qui permettra d'entraîner un modèle de machine learning afin de connaître en temps réel la composition du phytoplancton. Ces données pourront être utilisées dans l'étude des pics profonds de phytoplancton et contribuer ainsi au modèle conceptuel et au diagramme de décision (livrable 2.1.2).

Focus sur les cyanobactéries

Participation : AC + groupe dédié

Les cyanobactéries benthiques peuvent proliférer dans le Léman et poser des restrictions d'usage si leurs toxines atteignent des concentrations élevées. Afin de mieux comprendre leur distribution, un relevé cartographique des cyanobactéries benthiques doit être réalisé à l'aide d'une BenthosTorch (livrable 1.1.2). Les sites et périodes d'échantillonnage restent à définir, mais cela peut fortement

s'inspirer du projet SYNAQUA qui avait déjà fait cela en juin 2017. Comme pour les cyanobactéries planctoniques, les analyses incluront la mesure des toxines et des concentrations en nutriments.

Par ailleurs, les cyanobactéries planctoniques sont surveillées en continu à la plateforme LeXPLORE, où elles sont mesurées à cinq profondeurs depuis le 1er janvier 2025 (livrable 1.1.3). En parallèle, des analyses de toxines et de concentrations en nutriments sont effectuées. Les microcystines, toxines les plus préoccupantes, sont probablement produites par la cyanobactérie *Planktothrix rubescens*. Leurs concentrations restent inférieures aux valeurs limites fixées par l'OMS (<1, 12 ou 24 µg/L), garantissant l'absence de risques pour les usages en lien avec ces cyanobactéries.

Imagerie hyperspectrale et phytoplancton

Participation : DO

Dans un lac productif comme Greifensee, la spectrométrie permet de mesurer l'abondance et la composition du phytoplancton, avec une bonne correspondance avec les données de caméra sous-lacustre. Toutefois, au Léman, où l'abondance du phytoplancton est plus faible, cette correspondance est moins nette. Les satellites fournissent des données en continu, mais avec une résolution spectrale inférieure aux instruments déployés à la surface des lacs, qui ne sont pas gênés par les nuages. En 2024, une campagne de mesures a été menée le long de plusieurs transects au-dessus du Léman avec un spectromètre à haute résolution spectrale. Cette campagne sera renouvelée en 2025. Les satellites de nouvelle génération, équipés de spectromètres à meilleure résolution, permettront une meilleure détection du phytoplancton dans le lac. Un travail sur la phénologie des blooms est en cours.

Modélisation tridimensionnelle couplée hydrodynamique-écologique du phytoplancton

Candidate AM ; Directrice de thèse : BVL ; Codirecteur de thèse : SJ

Une thèse a débuté en 2024 en parallèle au projet ALGA. Elle vise à améliorer la compréhension du déterminisme des blooms dans le Léman via le couplage TELEMAC-3D et AED. Le maillage du Léman a été réalisé et le modèle hydrodynamique fonctionne. Des forçages météorologiques spatialisés (type COSMO) seront intégrés ultérieurement. La base de données in situ (suivi SHL2 et projet TRANSALEM) destinée à valider le modèle a été analysée. La méthode de Morris est utilisée pour étudier la sensibilité des paramètres, d'abord sur un modèle unidimensionnel GLM-AED, puis appliquée aux simulations 3D avec TELEMAC.

WP n°2 : Impact sur la qualité des eaux et les services écosystémiques

Revue systématique de la littérature scientifique

Coordination : SJ, OA ; Participation : AR, BI, BVL, JMD, LS, OA, PdC, SJ, TB, FS

La revue systématique (livrable 2.1.1) est en cours. Un groupe de 10 personnes a participé à la sélection de 58 articles et à l'extraction des données qui ont servi à dresser une analyse des principaux services impactés par type de plan d'eau (lacs, réservoirs). Les impacts sur la pêche, l'approvisionnement en eau potable et les activités récréatives ont été rassemblés. Des exemples de pertes économiques associées à ces impacts ont aussi été intégrés. Les données extraites ont pour objectif de dresser une typologie des blooms en fonction des différents impacts et par plan d'eau. Cette typologie a débuté en incluant les genres de phytoplancton qui posent problème et devra être complétée, notamment avec l'intensité, la durée, la fréquence et la distribution des blooms. Le livrable prendra la forme d'un article scientifique, dont un premier draft est bien avancé et circulera bientôt parmi les membres du

groupe. Il est aussi envisagé d'élargir la revue à la littérature grise. Le groupe devra statuer sur son intégration, en particulier celle des études réalisées au Pays-Bas, où une compilation de rapports techniques est disponible.

Chronologie des blooms au Léman

Participation : SJ, FS

En complément de la revue systématique, une recherche dans les archives du musée du Léman à Nyon, des archives de l'ASL à Genève et des archives départementales de la Haute-Savoie à Annecy a permis de recenser les blooms impactant les usages du Léman depuis les années 1950. Une frise chronologique de ces impacts a été réalisée. Le bloom de 2021 confirme que, malgré la baisse du phosphore, le Léman reste vulnérable aux problèmes d'usage, notamment en raison des cyanobactéries benthiques qui prolifèrent dans la zone littorale et les affluents. Un stage est prévu en 2025 pour affiner la localisation et les impacts des blooms passés et analyser l'ensemble des archives. Les résultats seront publiés dans un article scientifique offrant une vue d'ensemble sur la prolifération des algues dans le Léman et sa signification pour l'avenir.

Outil d'aide à la décision en cas de bloom au Léman

Participation : OA, SJ, FS

Le développement de cet outil (livrable 2.1.2) est en cours. Un modèle conceptuel associé à un diagramme de décision a été proposé pour suivre et anticiper l'impact des blooms de phytoplancton sur les usages du lac. Cet outil repose sur un indicateur d'état simple, l'estimation de la concentration en chlorophylle-a à partir d'images satellites. Une catégorisation arbitraire des impacts potentiels sur les usages a été définie, appliquée à 11 secteurs délimités par les frontières administratives. Selon l'état détecté, une vigilance globale ou locale est recommandée, avec une anticipation des impacts potentiels. Cette anticipation repose sur des prévisions hydrodynamiques et une modélisation lagrangienne du transport de particules fictives. Une justification des catégories d'impact potentiel reste à réaliser. La validation des prévisions et l'intégration des usages dans le bulletin de vigilance sont aussi en réflexion. L'outil présente certaines limitations, notamment la présence de pics profonds dans le Léman.

Pics de phytoplancton profonds au Léman

Participation : SJ, OA, FS, Jonathan DEROT (chercheur au JAMSTEC)

Une étude sur les pics profonds dans le Léman a été entreprise afin d'améliorer l'outil d'aide à la décision. Ces pics profonds, invisibles par les satellites, pourraient être prédits à partir de certaines conditions environnementales. L'objectif est d'intégrer cette information au bulletin de vigilance afin de signaler un éventuel risque même lorsque les observations satellitaires ne détectent rien.

WP n°3 : Perception des blooms par la population du bassin lémanique

Coordination : AR, PdC ; Participation : SJ, TB, JG, OA, FS, JMD

Les principaux services écosystémiques du Léman affectés par les blooms, tels que la pêche professionnelle, l'approvisionnement en eau potable et les activités récréatives, ont été identifiés et décrits en collaboration avec le WP n°2. Ces éléments feront l'objet d'une publication (livrable 3.1.1).

Dans le cadre du stage de Chloé DUYME en 2024, une première identification des groupes socio-professionnels du bassin lémanique a été réalisée. Une pré-enquête a permis d'analyser la perception des blooms et leurs conséquences pour 8 catégories d'usagers du Léman. Cette enquête sera approfondie en 2025 grâce au stage d'Aurélié LACARRIERE (avril-septembre), qui finalisera la base de données socio-économiques, réalisera une enquête économique et préparera le questionnaire final. Ces résultats constitueront le livrable 3.1.2.

L'enquête finale, prévue pour 2025-2026, consistera à interroger un échantillon représentatif des groupes socio-professionnels identifiés afin d'évaluer leur consentement à payer dans différents scénarios d'augmentation des blooms. La réflexion sur ces scénarios (solutions envisagées, adaptation, financement) a commencé et sera intégrée dans le questionnaire final. La liste définitive des scénarios sera incluse dans le livrable 3.1.3, sous forme de publication.

Par ailleurs, une étude menée par l'Office cantonal de l'eau est en cours afin d'évaluer l'impact des blooms sur les usages du lac dans une optique d'arbitrage des usages dans le canton de Genève. Cette étude devra être prise en compte dans les analyses à venir.

WP n°4 : Gestion et gouvernance

Coordination et participation : TB, GF

Le WP n°4 va commencer au 2^{ème} semestre 2025 avec une série d'interviews des acteurs impliqués dans la gestion du Léman. L'objectif est de cartographier les réseaux réglementaires et les parties prenantes participant à la gestion du lac (livrable 4.1.1, sous forme de cartographie). Par ailleurs, le WP n°1 fournira une liste des paramètres physico-chimiques identifiés comme facteurs de prolifération des algues, afin d'analyser comment ces paramètres sont actuellement surveillés par les gestionnaires du lac.

Dans un second temps, ce WP se concentrera sur l'identification et l'évaluation des mécanismes de gestion de crise en réponse aux épisodes de prolifération d'algues. Ces éléments seront compilés sous forme d'une base de données ou d'un inventaire (livrable 4.1.2).

Enfin, une analyse approfondie des relations et des dynamiques de coopération entre les acteurs sera menée afin d'évaluer leur capacité à gérer le problème des blooms. Cette étude permettra d'identifier les coalitions existantes, ainsi que d'éventuelles lacunes dans la gouvernance. À terme, des recommandations seront formulées pour améliorer la gestion des blooms au Léman.