

Voir, prévoir, agir : un système d'alerte dédié aux efflorescences algales dans le Léman

Frédéric Soullignac,
Orlane Anneville,
Jonathan Derot,
Thibault Malou,
Sayoob Vadakke-Chanat,
Stéphan Jacquet



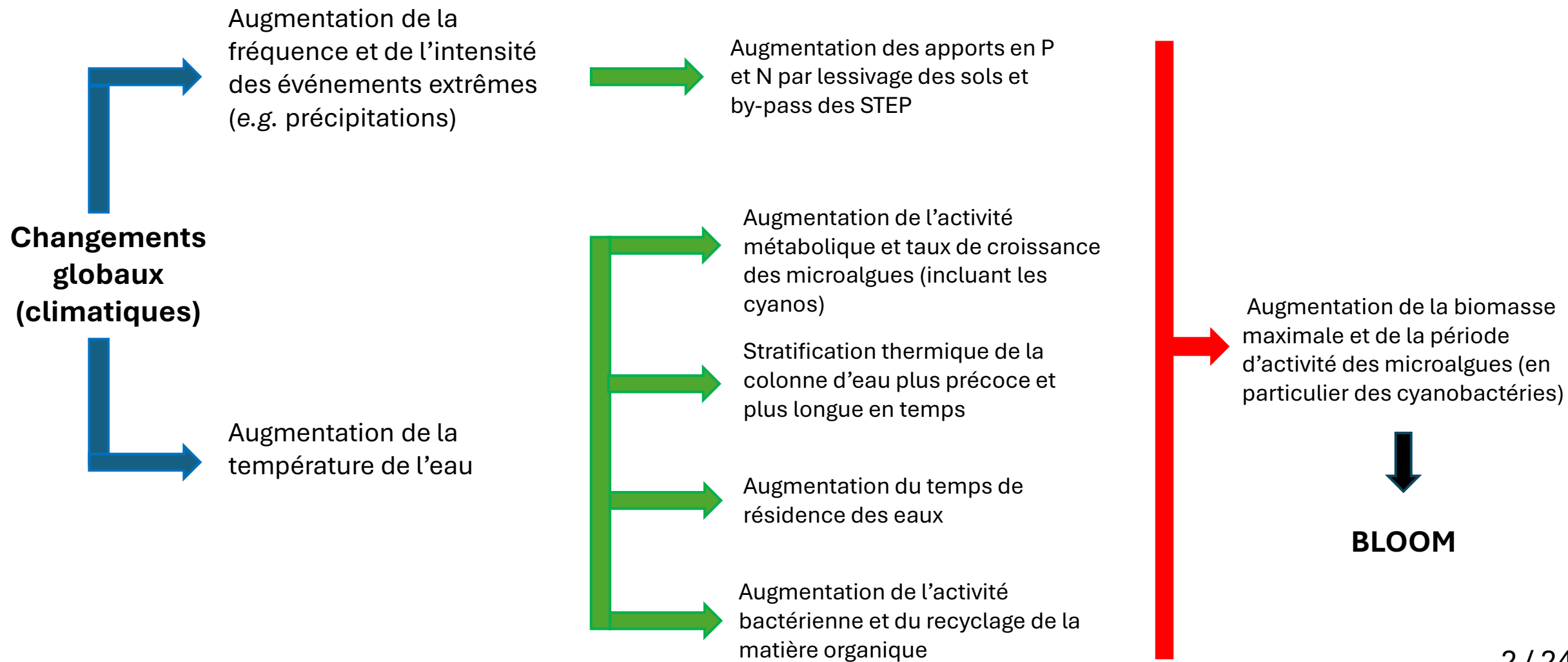
▶ Le contexte général



Interreg
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne





Le contexte général



Interreg

France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



BLOOM

Impacts sur la production d'eau potable

- Augmentation du coût 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

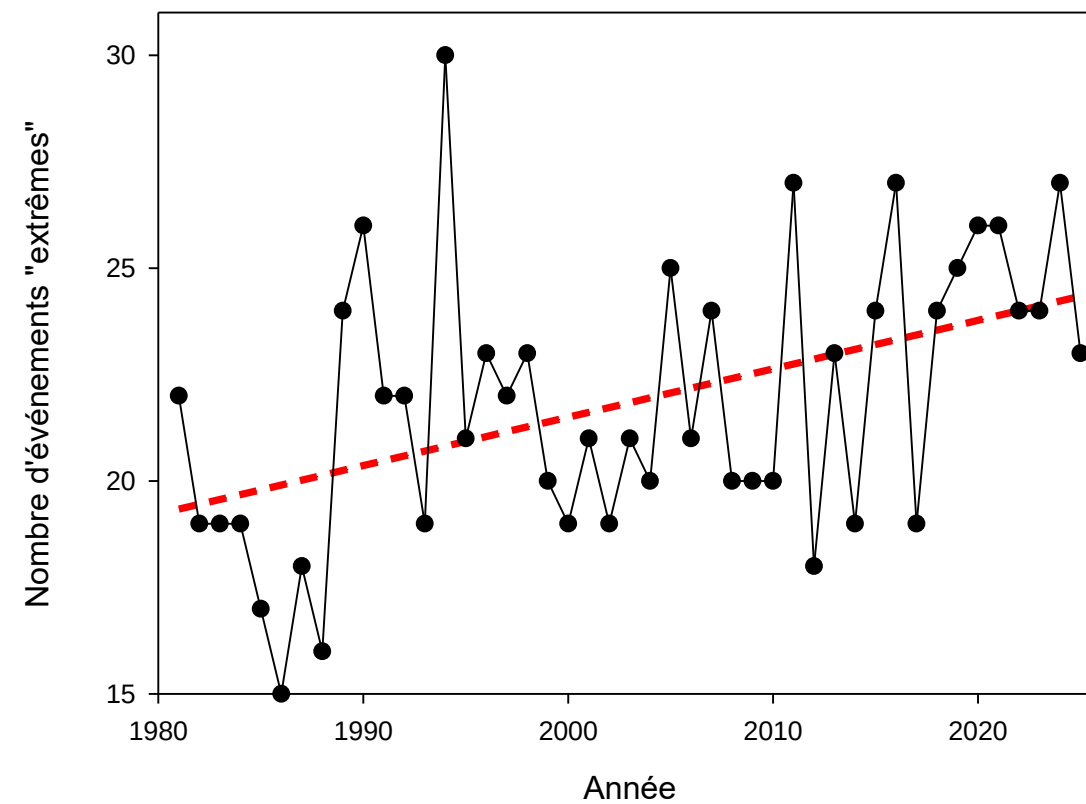
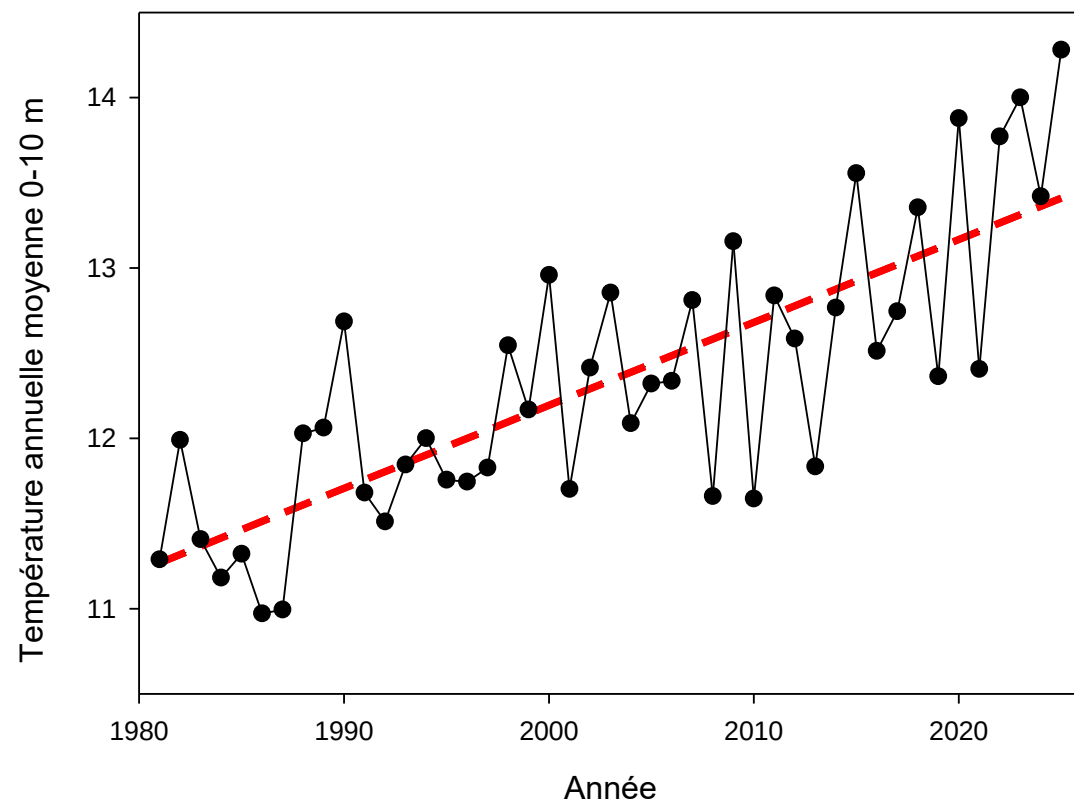
Dans le Léman



Interreg
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



Dans le Léman



Interreg
France – Suisse



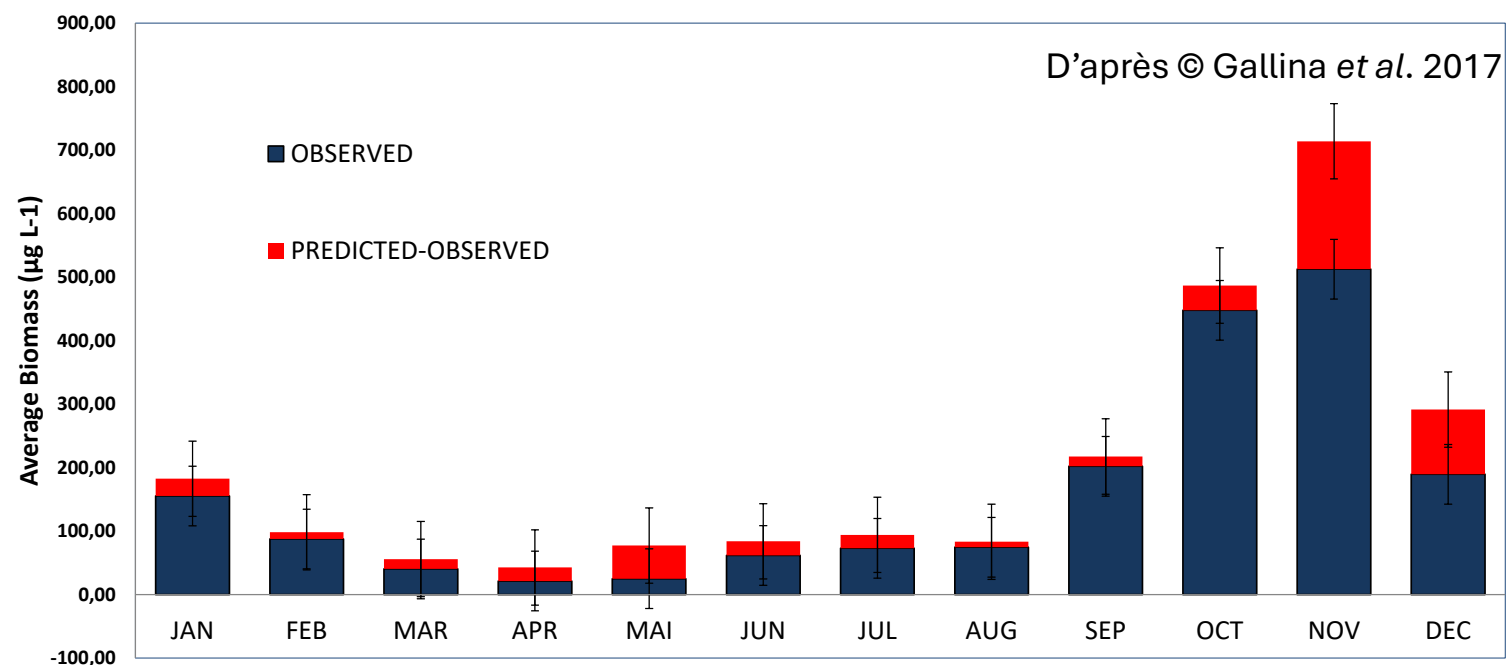
Cofinancé par
l'Union Européenne



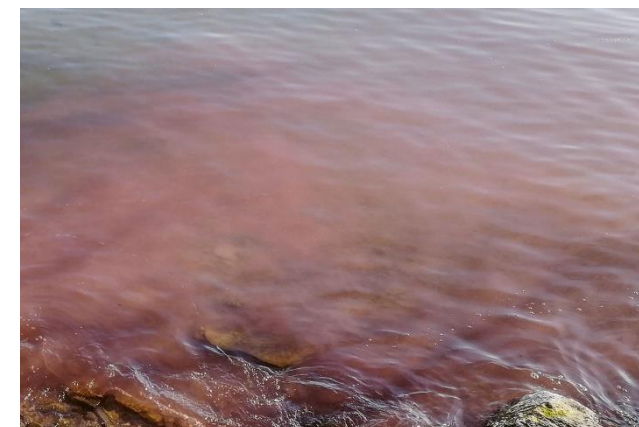
Irani Rahaghi *et al.* 2025



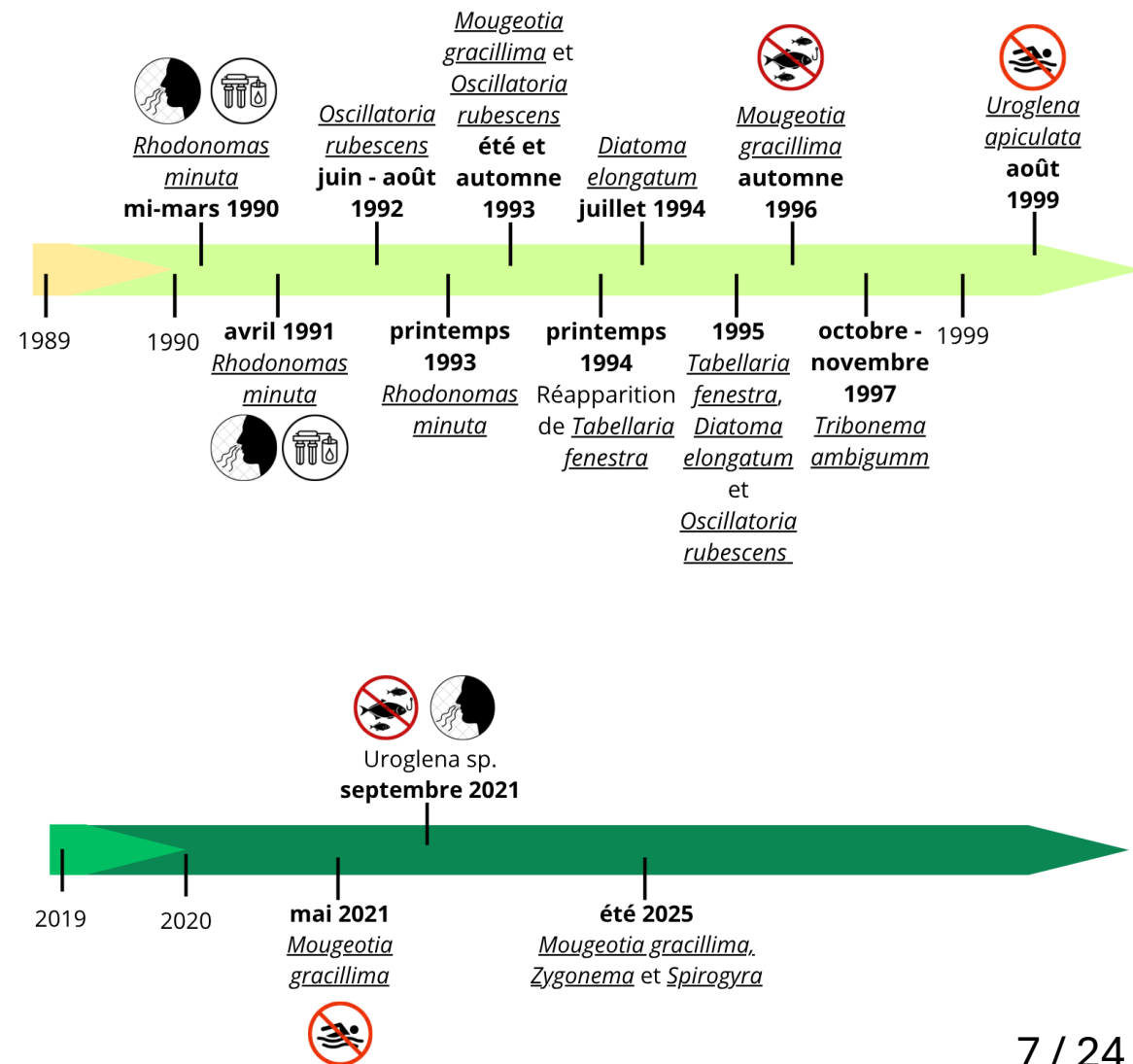
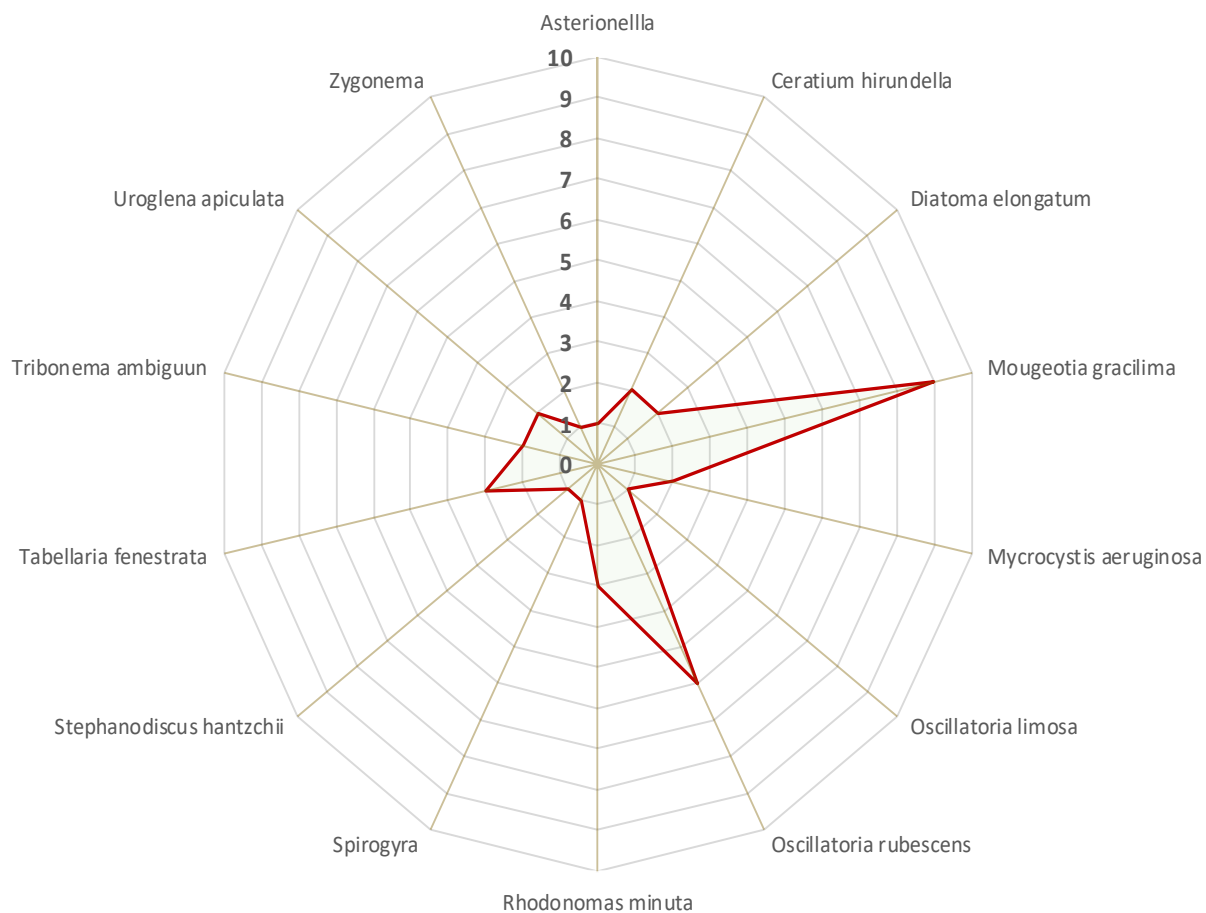
P. rubescens biomass changes under predicted water temperature (2082-2089)

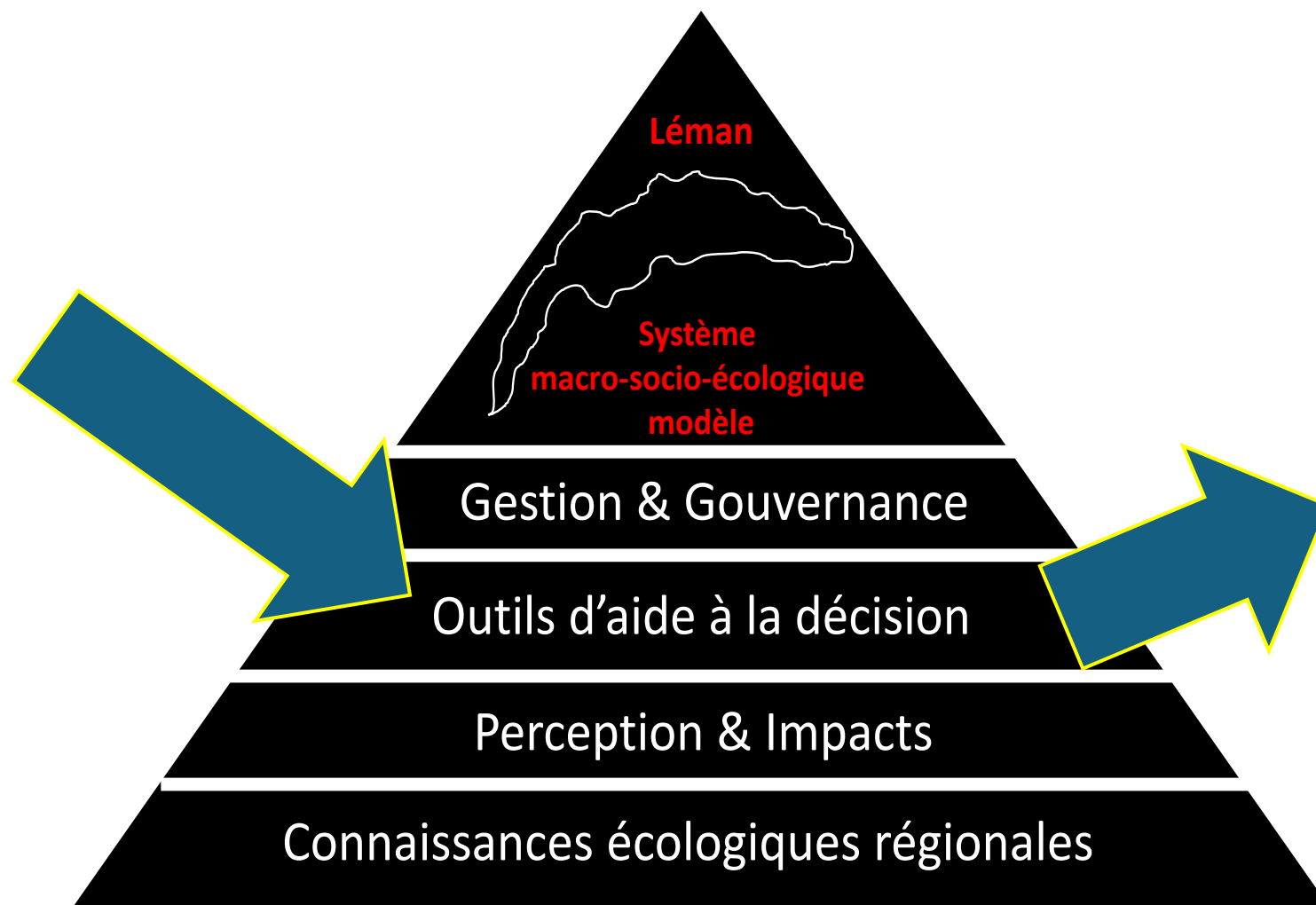


Pour une seule espèce de cyanobactérie, relativement bien connue, il est attendu une augmentation de >30% possible de sa biomasse



Dans le Léman





Répondre à un défi !

développer un outil permettant de
détecter et prévoir à l'échelle du lac

Pour qui ?

Gestionnaire du lac et usagers
qui, aujourd'hui, ont besoin d'informations
anticipées, pas seulement d'observations

Une approche intégrée structurée en 3 modules



Module 1 — Détection satellitaire

Images satellites, détection des efflorescences de surface, fréquence/couverture spatiale

Surveiller rapidement de vastes zones du lac



Module 2 — Prévoir la dynamique des blooms

Modélisation/prévision spatio-temporelle, déplacement des efflorescences, horizon de quelques jours

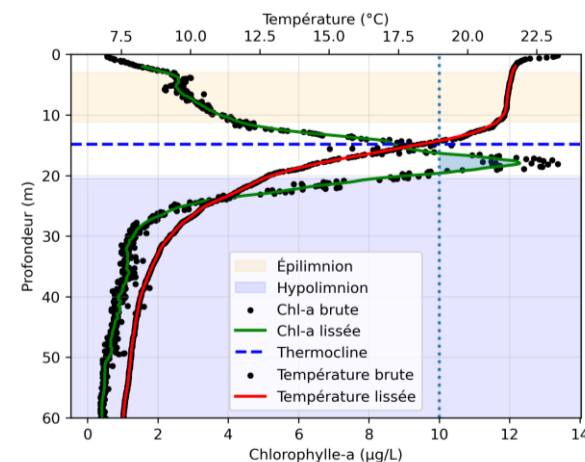
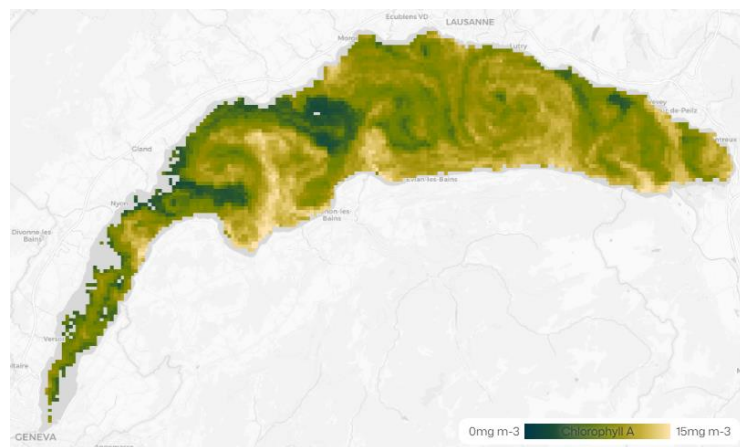
Passer de la surveillance à l'anticipation



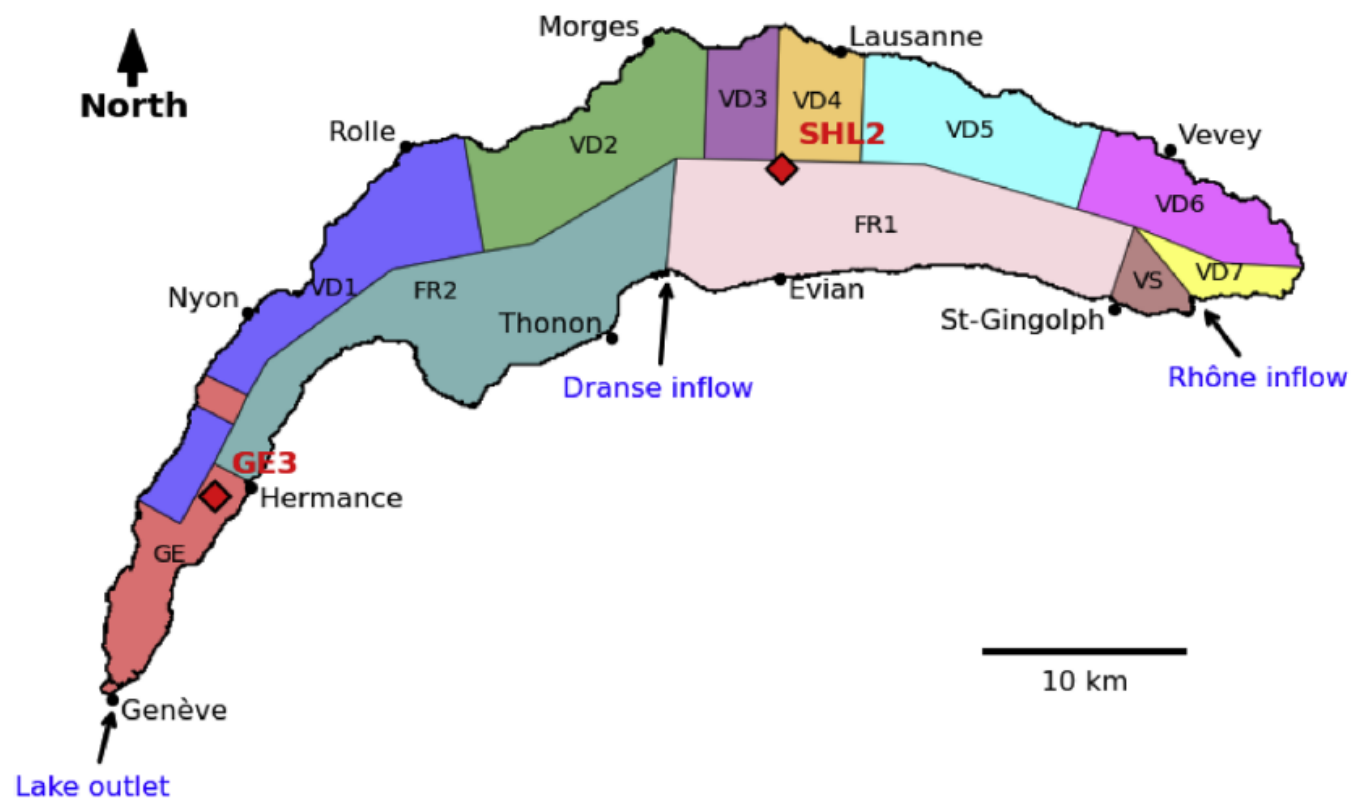
Module 3 — Détecter les blooms en profondeur

Pourquoi les satellites sont limités, observations in situ/capteurs, détection des proliférations sub-surface

Compléter l'information satellitaire par une surveillance de la colonne d'eau

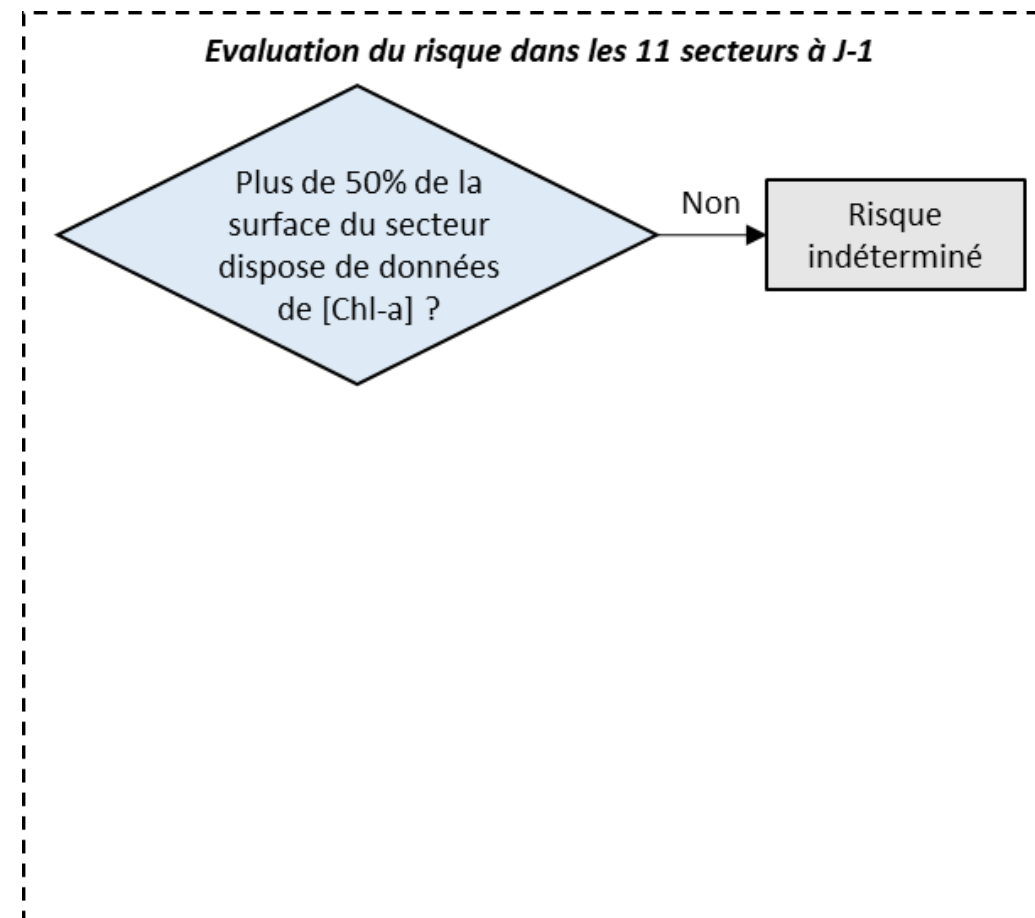


11 secteurs administratifs



11 secteurs administratifs

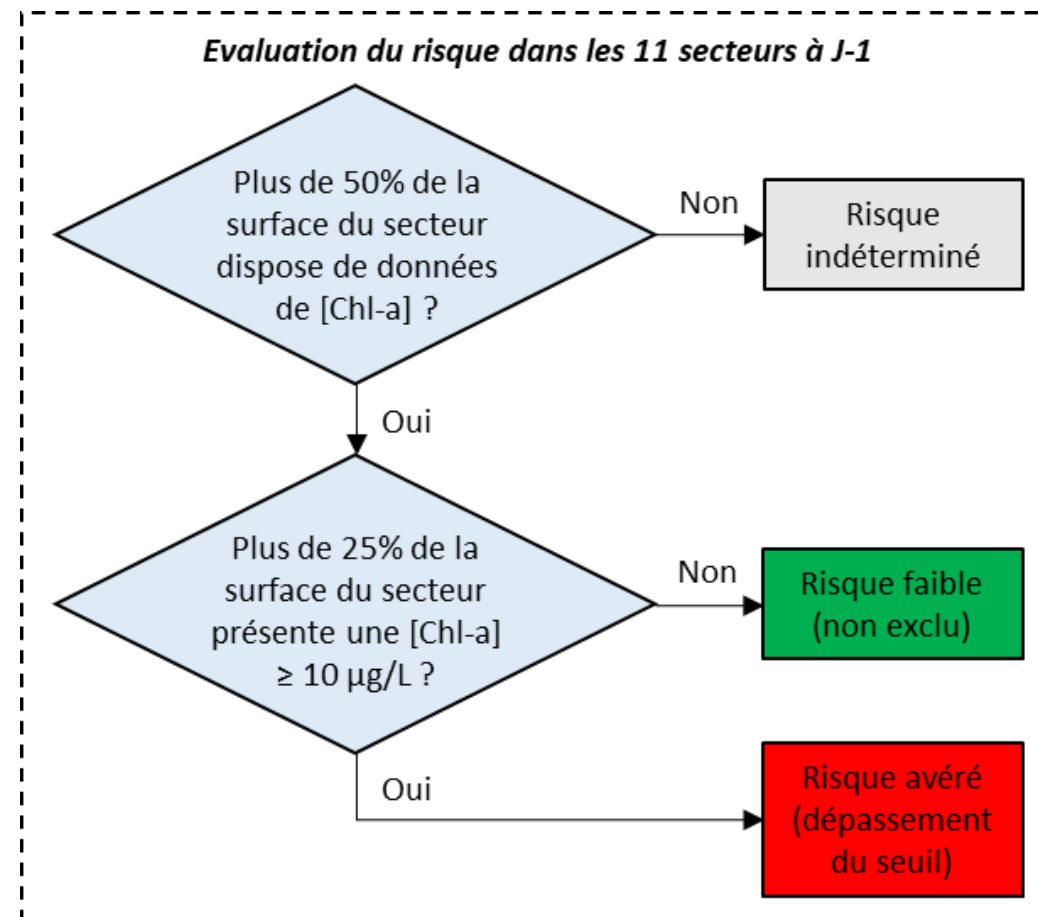
Evaluation du risque au jour J0 à partir
de la carte de concentration en Chl-a
au jour J-1 (Sentinel-3, Alplakes)



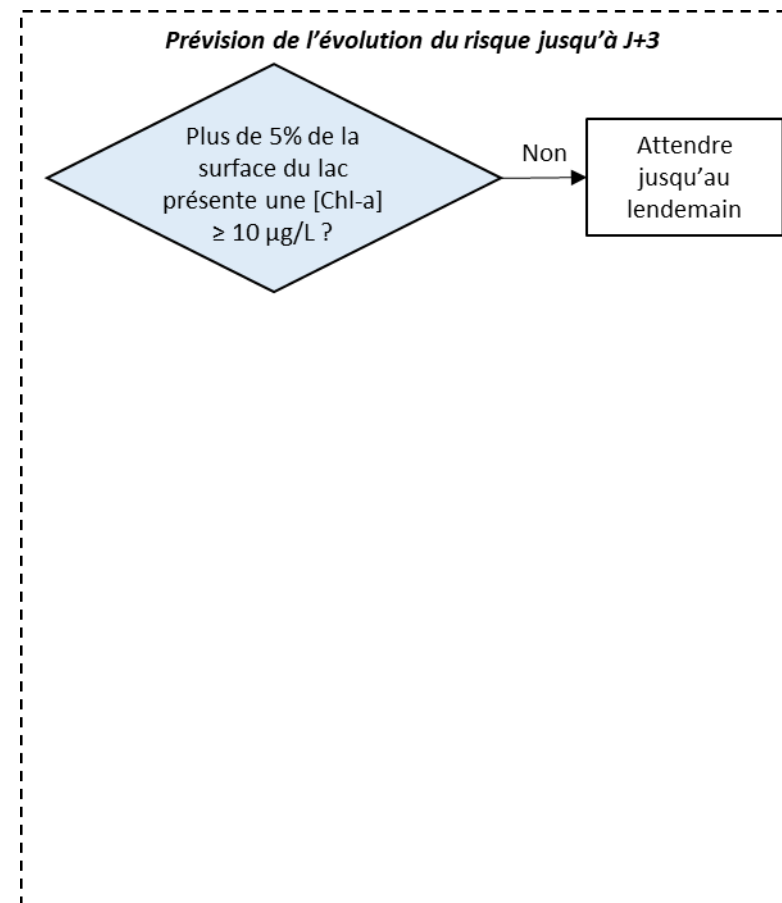
11 secteurs administratifs

Evaluation du risque au jour J0 à partir
de la carte de concentration en Chl-a
au jour J-1 (Sentinel-3, Alplakes)

Risque avéré si $[\text{Chl-a}] \geq 10 \mu\text{g/L}$ (seuil
OMS + résultats revue)

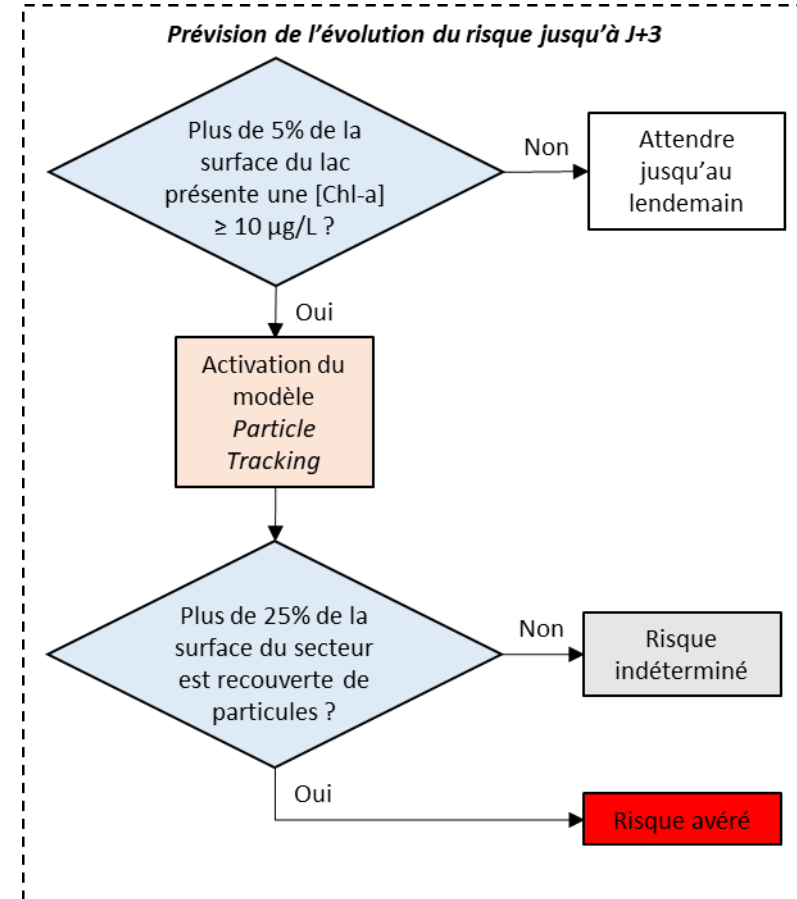
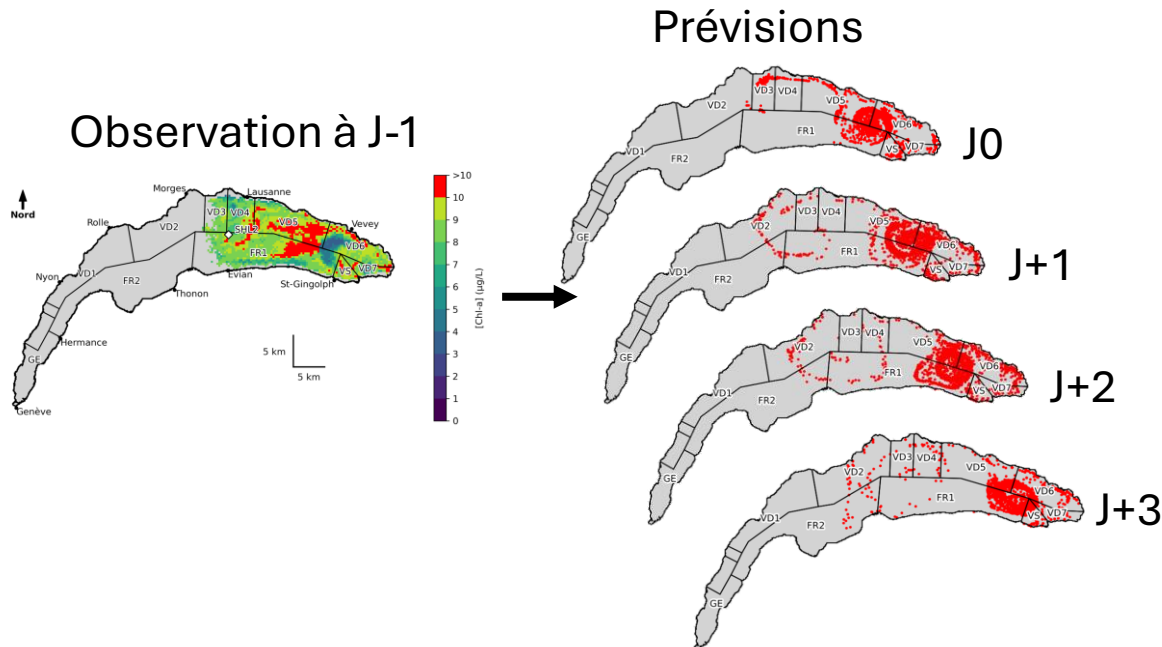


Dans le cas d'un risque avéré

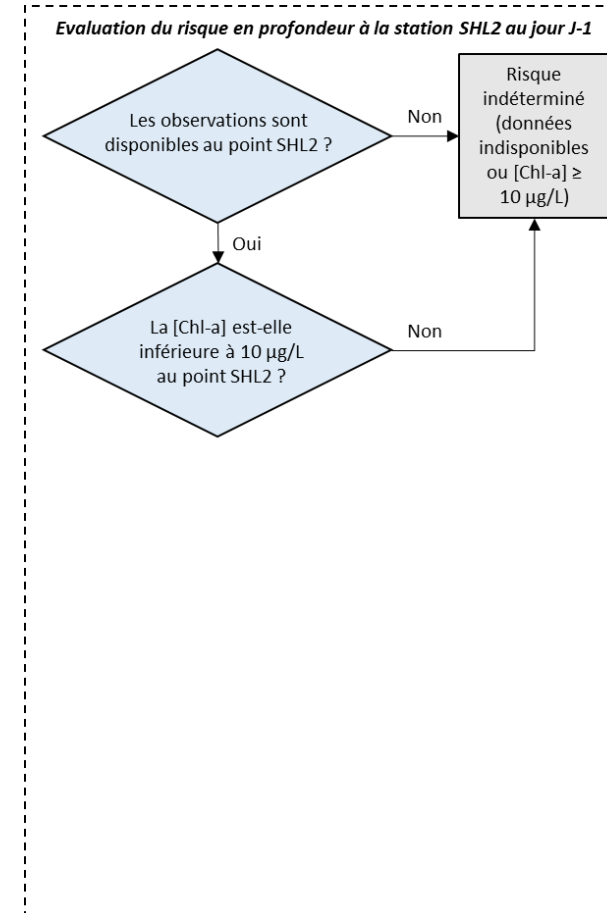


Dans le cas d'un risque avéré

Simulation de la trajectoire jusqu'à J+3
des zones où $[Chl-a] \geq 10 \mu g/L$ (modèle
de *Particle Tracking* + Delft3D [*Alplakes*])



Dans le cas d'un risque faible à la station SHL2

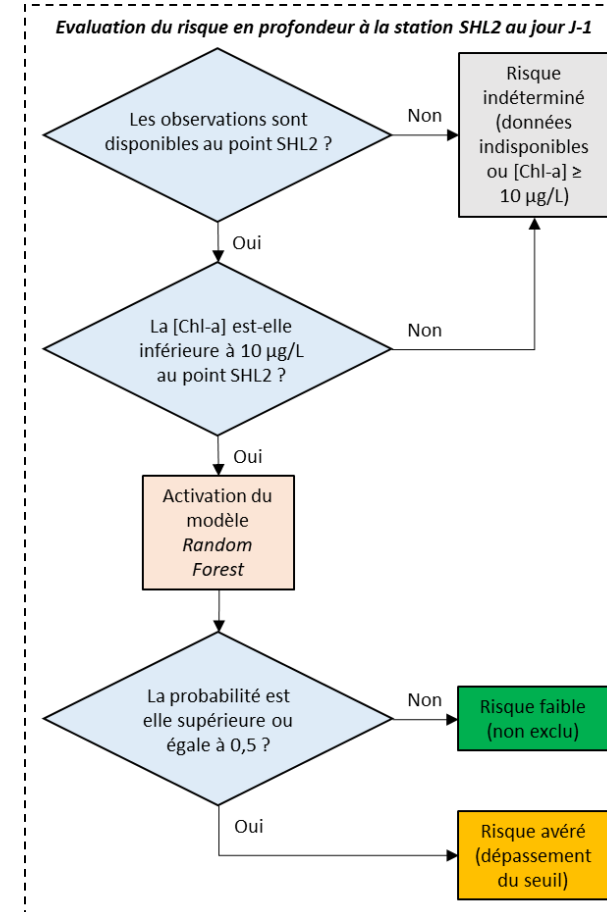


Dans le cas d'un risque faible à la
station SHL2

Prédiction de la classe (modèle
Random forest)

Classe 1 : $[\text{Chl-a}] < 10 \mu\text{g/L}$

Classe 2 : $[\text{Chl-a}] \geq 10 \mu\text{g/L}$ non détectée
par satellite

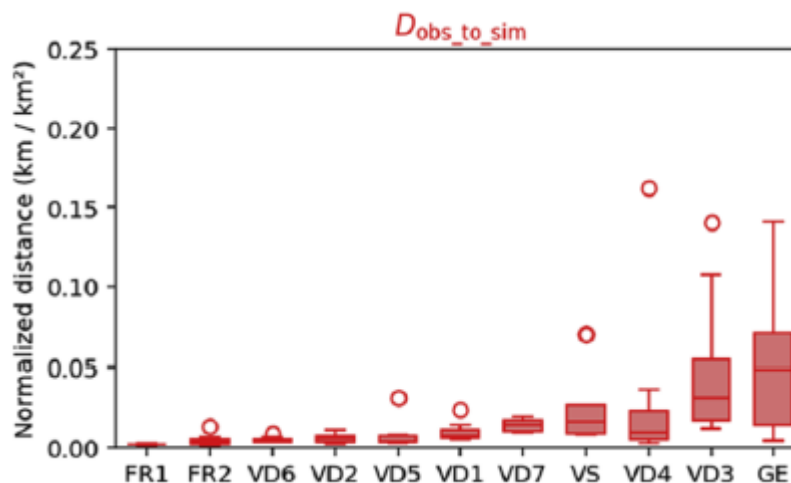
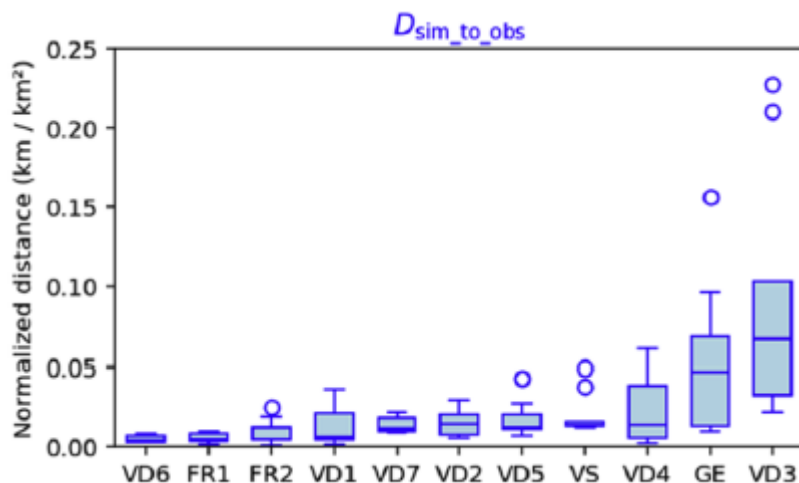


2016-2024

➔ Evaluation des performances du modèle *Particle Tracking*

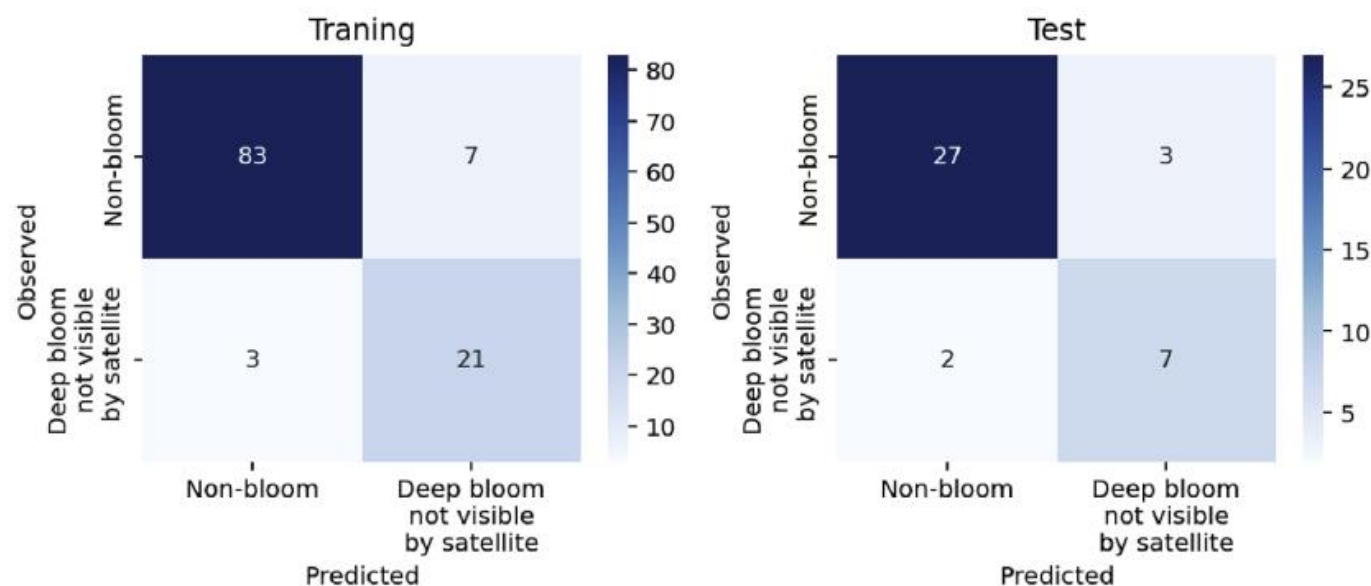
Erreur moyenne inférieure à 1,5 km

Performances inférieures pour les simulations de 4 jours et en début et fin de prolifération



2016-2024

➔ Evaluation des performances du modèle *Random Forest*
78% des dépassements non détectés par satellite sont correctement prédits par le modèle





L'alerte (avec génération d'un rapport)



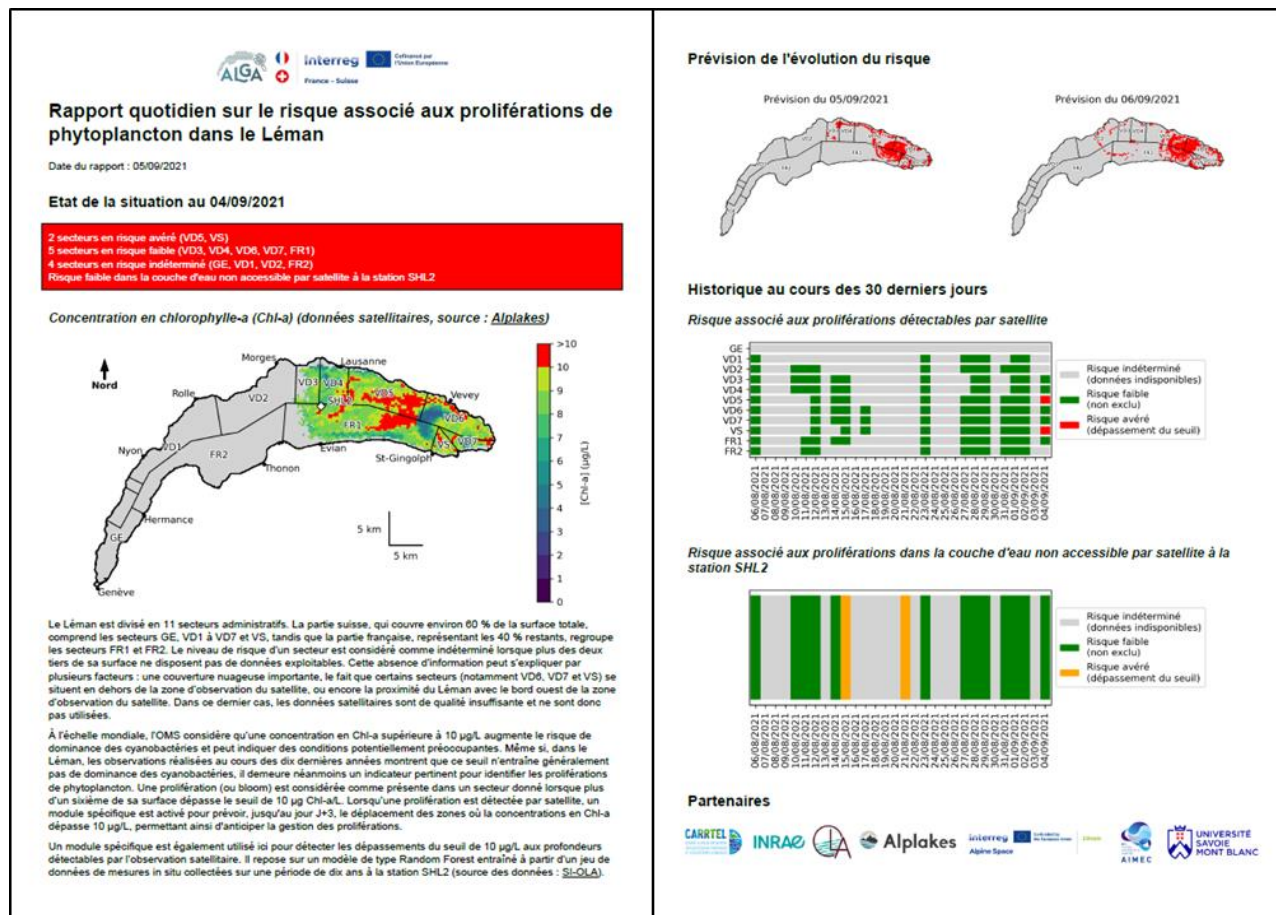
Interreg
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



1. Risque avéré dans au moins 1 secteur





L'alerte (avec génération d'un rapport)



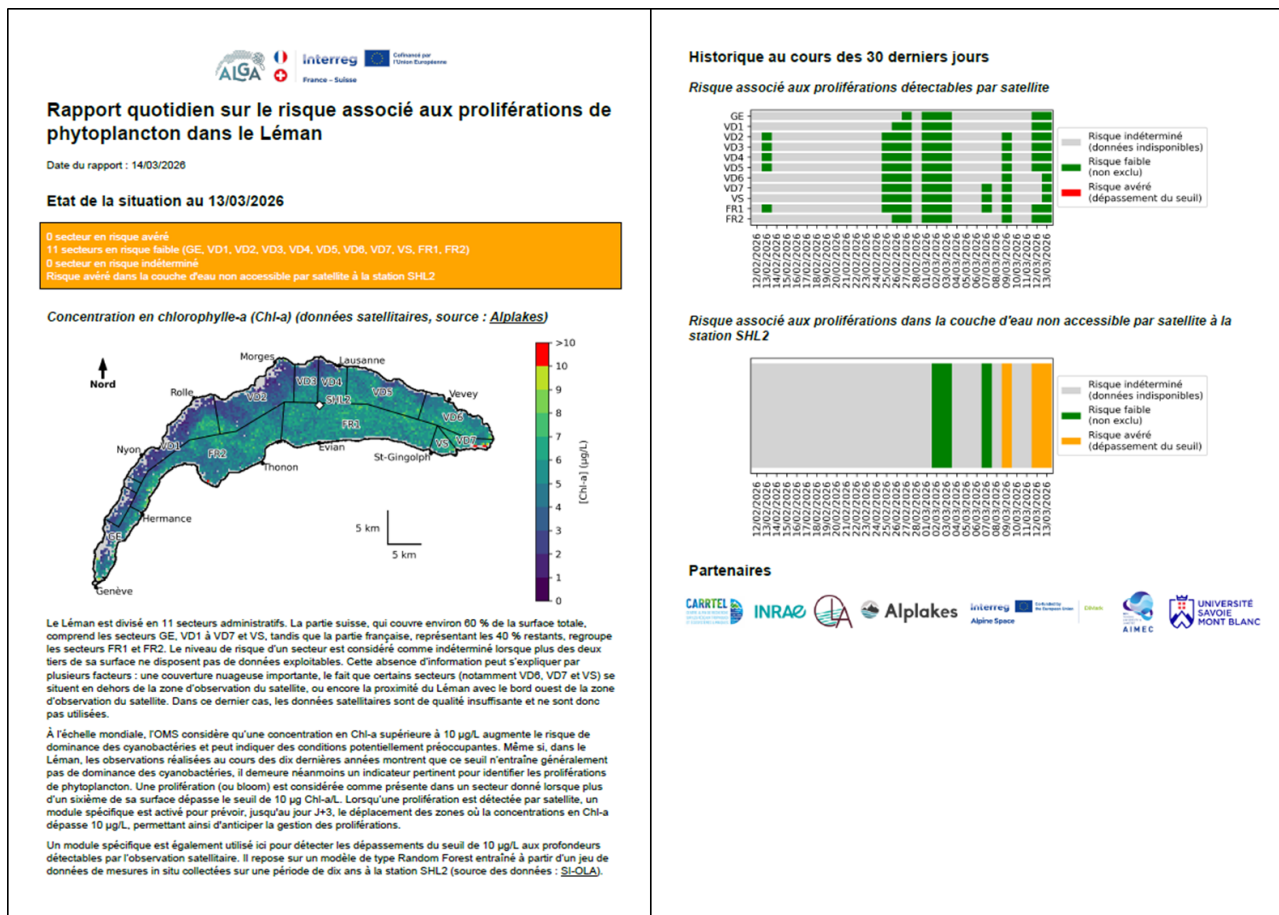
Interreg
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



1. Risque avéré dans au moins 1 secteur
2. Risque avéré non détectable par satellite à la station SHL2





L'alerte (avec génération d'un rapport)



Interreg

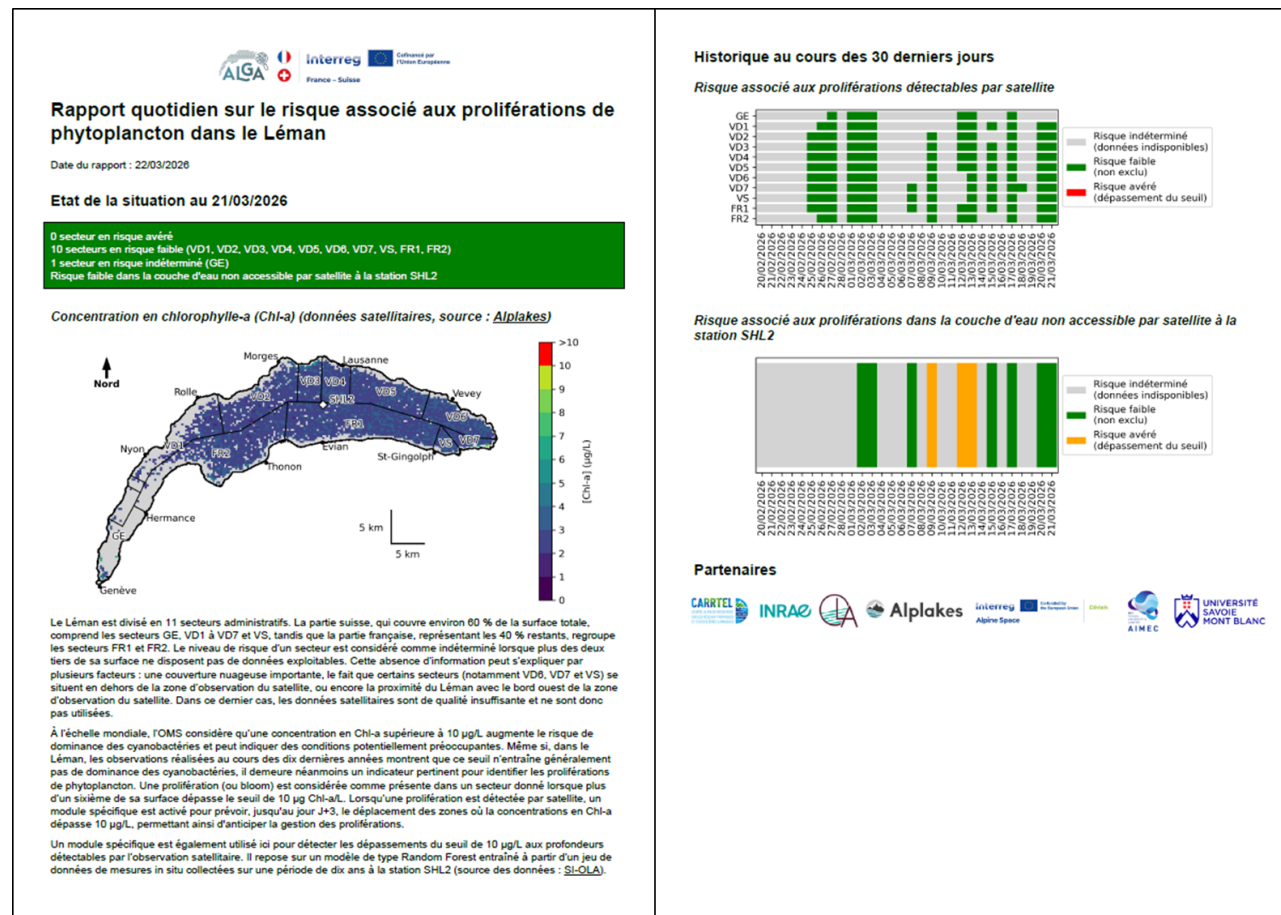
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



1. Risque avéré dans au moins 1 secteur
2. Risque avéré non détectable par satellite à la station SHL2
3. Risque faible





L'alerte (avec génération d'un rapport)



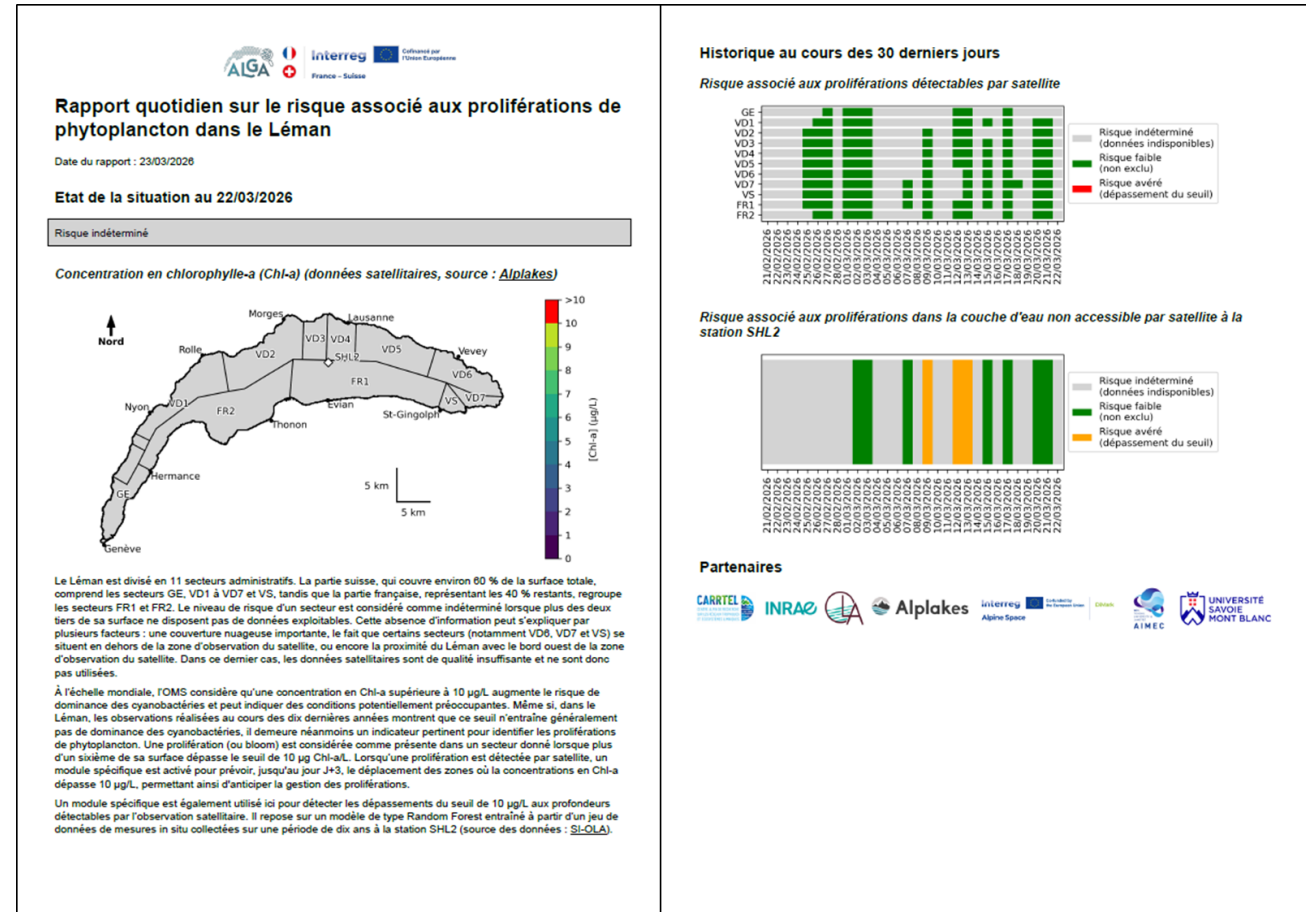
Interreg
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



1. Risque avéré dans au moins 1 secteur
2. Risque avéré non détectable par satellite à la station SHL2
3. Risque faible
4. Situation indéterminée



L'alerte (avec génération d'un rapport)



Interreg
France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



Script Python



Liste de >150 destinataires

Interface graphique sous Windows
(sans installation de Python requise)





Valorisation & Informations

Interreg
Alpine Space



Co-funded by
the European Union

DiMark



Interreg



Cofinancé par
l'Union Européenne

France – Suisse



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

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

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

Le projet INTERREG franco-suisse ALGA a lieu sur la période 2024-2026. Il se positionne dans (i) la priorité 1 du programme visant à « placer le territoire de coopération sur une trajectoire de neutralité carbone et de transition écologique », et dans (ii) l'objectif de « renforcer l'adaptation au changement climatique, la prévention des risques et la résilience face aux catastrophes ».



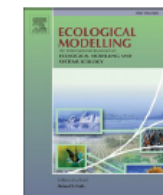
Ecological Modelling 521 (2026) 111786



Contents lists available at ScienceDirect

Ecological Modelling

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecolmodel



Towards an operational phytoplankton bloom monitoring and forecasting system for the large deep Lake Geneva (France/Switzerland)

Frédéric Soullignac^{a,*}, Orlane Anneville^a, Jonathan Derot^b, Thibault Malou^a,
Alexandre Mayer^a, Sayoob Vadakke-Chanat^a, Stéphan Jacquet^a

^a Université Savoie Mont Blanc, INRAE, UMR CARRTEL, Thonon-les-Bains, France

^b Advanced Institute for Marine Ecosystem Change (WPI AIMEC), Japan Agency for Marine Earth Science and Technology (JAMSTEC), Yokohama, Japan

Remerciements



Interreg

France – Suisse



Cofinancé par
l'Union Européenne



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

CARTEL

CENTRE ALPIN DE RECHERCHE
SUR LES RÉSEAUX TROPHIQUES
ET ÉCOSYSTÈMES LIMNIQUES



INRAE



SCIMABIO *Interface*

Leesu
Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains



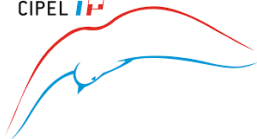
CentraleSupélec



GRENOBLE
ECOLE DE
MANAGEMENT
BUSINESS LAB FOR SOCIETY



CIPEL



eawag
aquatic research

EPFL



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV



RÉPUBLIQUE
ET CANTON
DE GENÈVE



Service de l'eau
VILLE DE LAUSANNE

