

L'Université Savoie Mont Blanc recrute :

**UNE OU UN CHERCHEUR POST-DOCTORANT
EN CONTRAT A DUREE DETERMINEE
A TEMPS PLEIN**

**DANS LE CADRE DU PROJET : SHINE VERTICYA
CONTRAT ANR-22-EXES-0017**

**POUR LA PERIODE DU
05/01/2026 AU 04/07/2027**

Référence emploi USMB : CARTELVERTICYA

Affectation :

Laboratoire d'affectation : CARTEL (composante d'affectation : UFR ScEM)
USMB - INRAE
75 bis av. de Corzent
74200 Thonon-les-Bains

Présentation de la structure :

Le CARTEL consiste en un collectif de recherche en limnologie qui a pour ambition d'avoir une approche holistique de l'écosystème lacustre. L'UMR (basée à Thonon les Bains et au Bourget du Lac) a développé des recherches en écologie fonctionnelle des milieux lacustres à des échelles spatiales et temporelles variées et a ainsi conforté sa reconnaissance nationale et internationale en limnologie. L'objectif général des recherches est d'apporter des connaissances sur la biodiversité, les processus et interactions orchestrant le fonctionnement lacustre, et la dynamique passée, actuelle et future des lacs, en intégrant l'étude du lac lui-même mais aussi des zones connexes aux lacs et des bassins versants. Les travaux de recherche centrés sur le lac visent, d'une part, à la caractérisation de la biodiversité lacustre, des assemblages biologiques et de leur organisation structurelle et fonctionnelle qui sous-tend les processus clés impliqués dans les fonctions et services écosystémiques, et, d'autre part, à la compréhension des impacts des perturbations affectant les lacs (polluants historiques ou émergents, niveau de ressources en nutriments, changements des conditions physiques en lien avec le réchauffement global, actions de gestion par l'homme et autres impacts anthropiques locaux). En mobilisant diverses disciplines et approches (expérimentation, observation, rétro-observation, modélisation, sciences participatives), les travaux ainsi menés contribuent à la compréhension des effets des changements anthropiques locaux et globaux sur les fonctions écologiques assurées par les lacs et leur biodiversité.

Pour ce projet, l'UMR CARTEL est associé au Laboratoire de Mathématiques (LAMA), une unité mixte de recherche CNRS / Université Savoie Mont Blanc, situé sur le campus scientifique du Bourget-du-Lac en Savoie. Il est organisé autour de trois équipes de recherche : EDPs2 (Equations aux Dérivées Partielles : Etudes Déterministes et Probabilistes), Géométrie, et LIMD (Logique, Informatique et Mathématiques Discrète). Cette diversité de thèmes de recherche dans un seul laboratoire est l'expression de l'unité des mathématiques dans ses trois composantes : mathématiques pures, mathématiques appliquées et informatique mathématique. Le dénominateur commun est d'une part, la qualité de la recherche fondamentale, et, d'autre part, le souci des applications. Il s'agit en effet des applications dans d'autres sciences (géophysique, physique, biologie, mécanique et informatique) ou dans d'autres domaines des mathématiques (géométrie appliquée en théorie du contrôle...) ou encore dans le domaine de la pédagogie.

CARTEL is a research collective in limnology that aims to adopt a holistic approach to lake ecosystems. The joint research unit (UMR), based in Thonon-les-Bains and Le Bourget-du-Lac, has developed research in the field of functional ecology of lake environments at various spatial and temporal scales, thereby strengthening its national and international recognition in limnology. The overall objective of the research is to provide knowledge on biodiversity, the processes and interactions that govern lake ecosystem functioning, and the past, present, and future dynamics of lakes. This involves studying the lake itself as well as connected zones and watershed areas. Research focused on lakes aims, on one hand, to characterize lake biodiversity, biological assemblages, and their structural and functional organization, which underpin the key processes involved in ecosystem functions and services. On the other hand, it seeks to understand the impacts of disturbances affecting lakes—such as historical or emerging pollutants, nutrient resource levels, changes in physical conditions related to global warming, human

management actions, and other local anthropogenic impacts. By employing a variety of disciplines and approaches (experimentation, observation, retrospective analysis, modeling, participatory science), this research contributes to a better understanding of the effects of both local and global anthropogenic changes on the ecological functions and biodiversity of lakes.

For this project, CARTEL is associated to the Mathematics Laboratory (LAMA), a research unit funded by CNRS and Savoie Mont Blanc University, located on the scientific campus of Bourget-du-Lac, Savoy. The lab is organised in three research teams: EDPs2 (partial differential equations: deterministic and probabilistic studies), Géométrie (Geometry), and LIMD (Logic, Computer science, and Discrete Mathematics). This thematic diversity in one laboratory expresses the unity of mathematics in its three components: pure mathematics, applied mathematics, and mathematical computer science. The three teams share the excellence of foundational research on the one hand, and, on the other hand, the care devoted to applications. The latter cover for instance applications to other sciences (geophysics, physics, biology, mechanics, and computer science), to other areas of mathematics (e.g., geometry applied to control theory), or to pedagogy.

Description du projet et activités de recherche associées :

Les efflorescences algales et/ou cyanobactériennes récurrentes constituent des perturbations environnementales susceptibles de modifier, voire de menacer les écosystèmes lacustres entiers jusqu'à la santé humaine (Amorim & Moura 2021, Dorioz et al. 2023). Ces proliférations rapides et massives de certains taxons du phytoplancton peuvent nuire à l'environnement, la santé humaine, et aux différents usages écosystémiques (typiquement l'approvisionnement en eau potable, les activités récréatives ou encore la pêche professionnelle). Si leur dynamique et les facteurs contribuant à leur occurrence sont bien connus, leur détection, point clé de la prévention des risques, reste difficile dans certains cas. En outre leurs effets sur l'environnement, leur écosystème et par conséquent les futures proliférations, sont encore mal connus.

En effet, si certains genres phytoplanctoniques prolifèrent en surface et sont donc facilement détectables avec les outils satellitaires (Rahaghi et al. 2024), d'autres taxons, parfois toxiques, se développent en profondeur. La cyanobactérie filamenteuse toxique *Planktothrix rubescens* est un exemple probant dans les grands lacs européens (Jacquet et al. 2005, Knapp et al. 2021). Par ailleurs, les perturbations environnementales récentes induites par le changement climatique et l'activité humaine confèrent aux cyanobactéries une meilleure compétitivité (Anneville et al. 2015, Paerl & Huisman 2008). Ainsi, l'efflorescence devient possible même dans des conditions environnementales supposées défavorables (milieu régulé à faible teneur en phosphore), comme en témoigne l'occurrence de certains blooms ces dernières décennies dans plusieurs milieux oligotrophes ou en cours de réoligotrophisation (Jacquet et al. 2014, Reinl et al. 2021, Suarez et al. 2023).

Afin de limiter les impacts sur les services écosystémiques et protéger la santé publique face à ces efflorescences, les scientifiques et les gestionnaires de lacs doivent enrichir leurs connaissances jusqu'à présent essentiellement basées sur la surveillance et divers types de prélèvements et analyses. Ce projet propose une nouvelle approche basée sur la **modélisation mathématique** offrant une nouvelle capacité de compréhension et de prévision à la fois qualitative et quantitative. Il a été imaginé et construit autour du laboratoire CARTEL et de l'équipe Équations aux Dérivées Partielles du Laboratoire de Mathématiques (LAMA). L'objectif est de mieux comprendre l'apparition de ces **phénomènes d'efflorescences phytoplanctoniques dans des conditions environnementales changeantes**, pour pouvoir les détecter plus rapidement et efficacement, voire de les anticiper et les prévenir. En outre, il nous semble important de comprendre l'impact de telles perturbations sur les écosystèmes afin de proposer des outils d'aide à la prévention de ces risques naturels.

Ce projet interdisciplinaire entre **écologie lacustre** et **modélisation mathématique**, s'insère pleinement dans l'un des axes scientifiques prioritaires de l'université Savoie Mont-Blanc : les interactions homme-environnement. Il s'appuiera d'une part sur (i) l'expertise des milieux lacustres du CARTEL (en particulier de chercheurs spécialistes de l'écologie des microalgues et cyanobactéries, et des suivis lacustres) et d'autre part sur (ii) les compétences de simulation numérique et de modélisation mathématique du LAMA (en particulier de chercheurs spécialistes en dynamique des populations et hydrodynamique).

In fine, l'objectif est de **construire et d'implémenter numériquement** un modèle mécaniste unidimensionnel vertical (1DV), basée sur des équations aux dérivées partielles et permettant de représenter/trouver la niche écologique d'espèces représentatives des trois principales stratégies (C, S ou R) avec des valeurs seuil en nutriments ou facteurs abiotiques. Le modèle se concentrera sur les mécanismes clefs et devra tenir compte des compétitions directes ou indirectes entre espèces pour les nutriments, la lumière, la température, de l'influence du zooplancton ou plus généralement des niveaux trophiques supérieurs ainsi que d'autres paramètres comme le parasitisme et l'allélopathie. Il pourra s'appuyer sur des modèles préexistants [Awada et al. 2020, Heggerud et al. 2024] et s'inspirer de modèles type chemostat pour comprendre les assemblages et les boucles de rétroactions entre les paramètres [Rapaport et al., 2011]. Il permettra notamment de tester différents scénarios (gradient de température, intensité lumineuse de surface, mouvement vertical des masses d'eau, composition des communautés phytoplanctoniques) et extraire des valeurs seuil, par exemple de N et P, qui vont favoriser ou pas un type de bloom.

Recurrent algal and/or cyanobacterial blooms constitute environmental disturbances that can alter—or even threaten—entire lake ecosystems, including human health (Amorim & Moura 2021, Dorioz et al. 2023). These rapid and massive proliferations of certain phytoplankton taxa can negatively impact the environment, human health, and various ecosystem services (typically drinking water supply, recreational activities, or professional fishing). Although their dynamics and contributing factors are well known, their detection—a key element in risk prevention—remains challenging in some cases. Moreover, their effects on the environment, ecosystems, and consequently on future blooms, are still poorly understood.

*Indeed, while some phytoplankton genera bloom at the surface and are thus easily detectable via satellite tools (Rahaghi et al. 2024), other taxa, sometimes toxic, develop at depth. The toxic filamentous cyanobacterium *Planktothrix rubescens* is a notable example in large European lakes (Jacquet et al. 2005, Knapp et al. 2021). Furthermore, recent environmental disturbances*

induced by climate change and human activity have increased the competitive advantage of cyanobacteria (Anneville et al. 2015, Paerl & Huisman 2008). As a result, blooms can now occur even in seemingly unfavorable environmental conditions (i.e., low-phosphorus regulated environments), as evidenced by the occurrence of blooms in recent decades in several oligotrophic or re-oligotrophicated lakes (Jacquet et al. 2014, Reinl et al. 2021, Suarez et al. 2023).

To limit impacts on ecosystem services and protect public health from these blooms, scientists and lake managers must deepen their knowledge, which has so far relied mostly on monitoring and various types of sampling and analysis. In this project, we propose a new approach based on mathematical modeling, offering new capabilities for both qualitative and quantitative understanding and forecasting. The objective of this project—designed and built around our two laboratories (CARTEL and LAMA)—is to better understand the emergence of these phytoplankton blooms under changing environmental conditions, so that they can be detected more rapidly and effectively, and ideally anticipated and prevented. Furthermore, we believe it is important to understand the impact of such disturbances on ecosystems in order to develop tools that support the prevention of these natural risks.

This interdisciplinary project, bridging lake ecology and mathematical modeling, is fully aligned with one of the scientific priorities of the University of Savoie Mont-Blanc: human–environment interactions. It will rely on (i) CARTEL's expertise in lake environments (particularly researchers specializing in the ecology of microalgae and cyanobacteria, and in lake monitoring), and on (ii) LAMA's skills in numerical simulation and mathematical modeling (especially researchers specializing in population dynamics and hydrodynamics).

Ultimately, the goal is to build a one-dimensional vertical mechanistic model (1DV) to represent or identify the ecological niche of representative species based on C, S, or R strategies, with threshold values for nutrients or abiotic factors. The model will focus on key mechanisms and must account for direct or indirect competition between species for nutrients, light, temperature, the influence of zooplankton or more generally higher trophic levels, as well as other parameters such as parasitism and allelopathy, if possible. The model can build on existing models [Awada et al., 2020] (see example of biological parameters for 4 phytoplankton species in the appendices) and draw inspiration from chemostat-type models to understand species assemblages and feedback loops between parameters [Rapaport et al., 2011]. We aim to test various scenarios (temperature gradients, surface light intensity, vertical water mass movement, phytoplankton community composition) and extract threshold values—e.g., for nitrogen and phosphorus—that will either favor or inhibit certain types of blooms.

Missions et activités du poste :

Les missions du projet sont multiples : (i) être en mesure de reproduire via la modélisation la distribution verticale du phytoplancton ; (ii) obtenir une meilleure connaissance des facteurs environnementaux et des processus écologiques responsables des proliférations de cyanobactéries ; (iii) proposer aux gestionnaires un nouvel outil d'aide à la décision. Les hypothèses sous-jacentes à ces objectifs sont également multiples mais peuvent être résumées comme suit : (i) la dynamique et la structuration verticale du phytoplancton sont fortement liées aux hétérogénéités environnementales et aux interactions entre espèces (allélopathie, prédation, parasitisme) et niveaux trophiques ; (ii) les conditions environnementales évoluent en fonction des conditions climatiques et de l'activité humaine.

La personne recrutée aura pour activités de :

- développer un modèle mathématique simple intégrant les mécanismes importants, pour décrire la position du pic phytoplanctonique en fonction de divers paramètres d'entrée ;
- implémenter ce modèle numériquement à l'aide d'outils informatiques (Python) afin de l'intégrer et d'améliorer des modèles numériques complexes existants (AED ou BLOOM) ;
- décrire le comportement d'espèces d'intérêt (cryptophycées, Uroglena, Mougeotia, Planktothrix) appartenant aux trois principales stratégies planctoniques : C (autotrophe-lumière et phosphore disponibles), S (mixotrophe-lumière forte mais phosphore limitant) et R (auto-hétérotrophe- lumière déclinant et Phosphore un peu plus disponible)

The objectives of the project are multiple: (i) To be able to reproduce, through modeling, the vertical distribution of phytoplankton; (ii) To gain a better understanding of the environmental factors and ecological processes responsible for cyanobacterial blooms; (iii) To provide lake managers with a new decision-support tool. The underlying hypotheses for these objectives are also multiple but can be summarized as follows: (i) The dynamics and vertical structuring of phytoplankton are strongly linked to environmental heterogeneities and species interactions (allelopathy, predation, parasitism) as well as trophic levels; (ii) Environmental conditions evolve according to climatic conditions and human activity.

The recruited person will be responsible for the following tasks:

- *Propose a simple model that incorporates the key mechanisms determining the position of the phytoplankton peak based on various input parameters;*
- *Develop this model, based on differential equations, potentially drawing from and improving existing models such as AED or BLOOM, with the goal of achieving methodological synergy between them;*
- *Explore the possibility of working from planktonic strategic types: C (autotrophic – with light and phosphorus available), S (mixotrophic – strong light but phosphorus-limited), R (auto-heterotrophic – declining light and slightly more available phosphorus), along with representative species for each: cryptophytes, Uroglena, Mougeotia, and Planktothrix. The postdoctoral researcher will be responsible for designing, developing, and evaluating a non-invasive biomedical device for the acquisition and exploration of gastric activity.*

Conditions d'exercice :

La personne recrutée sera préférentiellement basée à Thonon-les-Bains au sein de l'UMR CARRTEL.

Elle sera amenée à se déplacer régulièrement à l'USMB pour discuter et travailler avec les collègues du LAMA. La fréquence de ses visites sera déterminée en fonction des besoins mais elle sera *a minima* d'une fois par mois. Un bureau et un ordinateur seront fournis à la personne recrutée. Elle aura aussi accès à distance aux machines de calculs du LAMA.

Il est tout à fait envisageable que la personne soit plutôt basée à l'USMB au Bourget du lac -

The recruited person will be based in Thonon-les-Bains at the CARRTEL joint research unit (UMR CARRTEL). He/she will be required to travel regularly to USMB to discuss and work with colleagues from LAMA. The frequency of these visits will be determined based on needs, but will be at least once a month. An office and a computer will be provided to the recruited person. It is quite possible that the person is based at the USMB in Le Bourget du lac.

Compétences attendues :

Modélisation mathématique appliquée à l'écologie et l'environnement

Connaissance des modèles déterministes basées sur des équations aux dérivées partielles souhaitée

Expérience post- thèse, idéalement en dynamique des populations

Connaissances « planctoniques » souhaitées

Des connaissances en mécanique des fluides seraient un plus

Maîtrise de Python ou d'un langage de calcul scientifique ou statistique (Julia, Matlab, R, ...)

Connaissances en Fortran (ou C)

Maîtrise des outils de versionnage et de partage de codes (git)

Être familier avec les enjeux de reproductibilité et de science ouverte (ex: principes FAIR)

Être familier avec l'utilisation de Linux

Mathematical Modeling Applied to the Environment

Postdoctoral experience, ideally in population dynamics

Knowledge of planktonic systems is desired.

Knowledge in fluid mechanics would be a plus

Proficiency in Python (at least, one among: Julia, Matlab, or R)

Knowledge in Fortran (or C)

Being comfortable with version control and code sharing tools (git)

Familiarity with reproducibility and open science practices (ex: FAIR principles)

Being comfortable working in a Linux environment

Conditions de recrutement :

Le recrutement est ouvert aux personnes titulaires d'un doctorat délivré par une université française, ou d'un diplôme reconnu équivalent par l'université, notamment un doctorat ou PhD délivré par une université étrangère.

Pièces à fournir pour la candidature :

- lettre de motivation,
- curriculum vitae détaillé,
- copie(s) du ou des diplômes,
- rapport de soutenance de thèse,

Durée du contrat :

- Contrat de niveau A à durée déterminée du 05/01/2026 au 04/07/2027 à temps plein
- Les 2 premiers mois du contrat seront considérés comme période d'essai.

Rémunération :

Rémunération brute mensuelle en référence à la grille de rémunération des maîtres de conférences de classe normale au 1er janvier 2024 : pour le temps plein proposé à partir de 2 638,61 euros (en référence à l'échelon 2) et jusqu'à 3 189,96 euros (en référence à l'échelon 4) - fourchette de rémunération proposée pour tenir compte de l'expérience professionnelle.

Renseignements relatifs à la fonction et aux missions du poste :

M Stéphan JACQUET

stephan.jacquet@inrae.fr

04.50.26.78.12

<https://fr-carrtel.lyon-grenoble.hub.inrae.fr/>

Renseignements administratifs :

Mme Violette DEAN

recrutement-postdoctorant.rh@univ-smb.fr

04.79.75.84.99

**Le dossier de candidature devra être envoyé exclusivement par courriel
à l'adresse électronique suivante :**

job-ref-mclm06a0ne@emploi.beetween.com

**Les pièces du dossier devront être contenues dans un fichier PDF unique.
Le fichier ne devra pas excéder 10 Mo. Ce dernier sera nommé selon le format suivant :
CARTELVERTICYA_NOM_PRENOM.pdf.**

Le candidat recevra en retour un courriel de confirmation de dépôt.

Réception des candidatures jusqu'au jeudi 06/11/2025 –12h00.

Aucune candidature par courrier ne sera recevable.