

# Ice&Life

Connaître et protéger les glaciers et les écosystèmes qui leur succèdent

## Rapport d'activité 2022 - 2024



mars 2024

Un projet réalisé en partenariat scientifique, technique et financier avec :

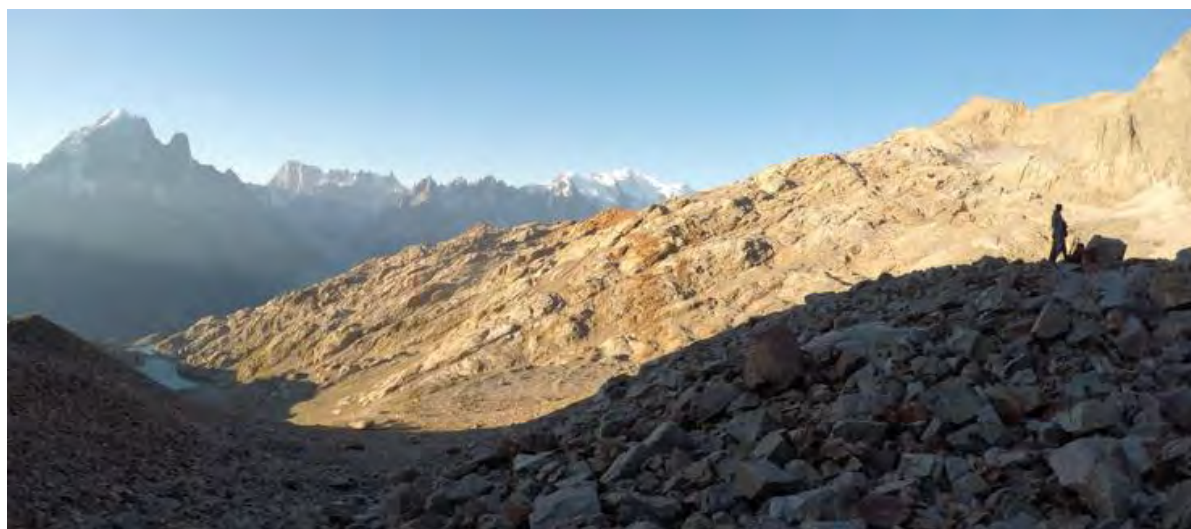




# RAPPORT D'ACTIVITÉ 2022-2024

## Table des matières

<b>Synopsis et éléments clés 2022-2023</b>	<b>p.3</b>
<b>1. Structuration du projet</b>	<b>p.7</b>
<b>2. Avancées scientifiques</b>	<b>p.10</b>
<b>3. Actions de communication</b>	<b>p.33</b>
<b>4. Actions en faveur de la protection</b>	<b>p.40</b>
<b>Glossaire</b>	<b>p.43</b>
<b>Annexes</b>	<b>p.44</b>



Campagne de terrain 2022 dans la zone désenglacée du Belvédère (Chamonix, Réserve naturelle nationale des Aiguilles Rouges, Haute-Savoie).

En couverture: campagne de terrain 2023 au front du glacier du Tour (Chamonix) où cohabitent surfaces minérales, végétation pionnière et zones humides en devenir.

## Rédaction

Jean-Baptiste Bosson, Kenzo Héas et Manon Salerno, Asters-CEN74

Crédit photos et figures : Asters-CEN74

Contacts : [jeanbaptiste.bosson@gmail.com](mailto:jeanbaptiste.bosson@gmail.com)  
[marie.heuret@cen-haute-savoie.org](mailto:marie.heuret@cen-haute-savoie.org)  
[manon.salerno@cen-haute-savoie.org](mailto:manon.salerno@cen-haute-savoie.org)

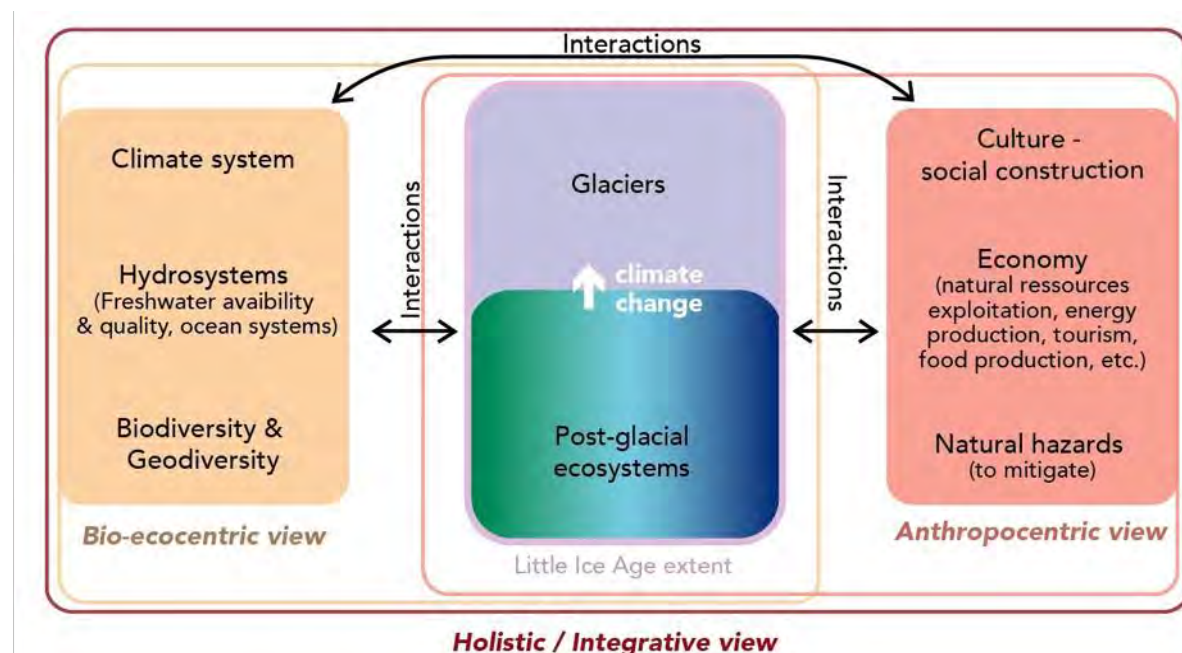
## Remerciements

Ce rapport est centré sur les actions menées par l'équipe d'Ice&Life à Asters-CEN74 en 2022 et 2023 mais, en plus de l'équipe de 20 personnes présentée page 8, de nombreuses autres personnes ont contribué aux réalisations et nous tenons à les remercier chaleureusement. En particulier et sans ordre spécifique d'importance: Christian Schwoehrer, Pascale Tranchant, Christèle Doro, Sandrine Duclos, Marilyne Langlois, Séverine Berthet, Anne-Laurence Mazon, Clara Heritier, Christèle Bakhache, Patrick Peret, Juliette Buret, Lisa Wirtz, Bernard, Bal, Raphaëlle Napoleoni, Carole Birk, Laurent Delomez, Mailys Cochard, Caroline Géhant, Marion Guitteny, Jean-José Richard Pomet, Aurore Sterckeman, Marie Gourbesville, Olivier Billant, Sophie Vallée, Jean-François Desmet, Philippe Zaouati, Anne-Claire Roux, Juliette Lacroix, Louise Fontaine, Cécile Deschand, Kilian Jornet, Serge Martinot, Marie Ferré, Armelle Courtois, Martin Thomas, Aurélie Pontal, Véronique Andrieux, Yann Laurans, Grégoire Domenach, Thomas Domenach, Romain Millet, Pierre Desmottes, Madeleine Jay, Fabien Marescaux, Jérôme Delmas, Anne-Laure Hoegeli, Ulysse Robach, Calypso Sottovia, Mathieu Crétet, Guillaume Desrues, Jacques Dubochet, Laurent Stipal, Kimberley Fernand, Florian Palluel, Lionel Gruffat, Ghislain Pipers, Michel-François Delannoy, Juliette Auricoste, Pascale Boyer, Hélène Colas, Maxence Forcelini, Bertrand Launay, Juliette Becquet, Yannick Duprat, Arnaud Gauffier, Julien Tricard, Bertrand Delapierre, Florian Legrand, ...

## Synopsis et éléments clés 2022–2023

**Ice&Life est un projet qui vise à améliorer la connaissance, la considération et la protection des glaciers et des écosystèmes qui leur succèdent.** De la science à la conservation de la nature, de la société civile et du monde académique à l'accompagnement des acteurs publics et privés dans les territoires, Ice&Life cherche à créer, proposer et partager un nouveau regard sur les glaciers, leur dramatique disparition et le développement d'écosystèmes post-glaciaires terrestres et aquatiques. Ce nouveau regard se veut le plus systémique possible et, à partir de données scientifiques, cherche à montrer l'importance de ces écosystèmes *intacts*, iconiques et fragiles pour faire face aux défis environnementaux sans précédents de l'Anthropocène. Ice&Life s'attelle ainsi à développer, co-construire et diffuser un récit positif porteur de solutions, où protéger les glaciers et les écosystèmes post-glaciaires contribue à rendre les territoires et plus largement notre planète plus résilients, vivables et durables à l'heure du dérèglement climatique, de la raréfaction de la ressource en eau douce et de la sixième extinction de masse.

Ice&Life est né en 2020, initié et développé par Jean-Baptiste Bosson en partenariat avec de nombreux acteurs, dans le prolongement de ses travaux au service scientifique et technique d'Asters, le Conservatoire d'Espaces Naturels de Haute-Savoie (Asters-CEN74) sur les écosystèmes de montagne et sur la protection des glaciers en Haute-Savoie et avec l'Union Internationale de la Conservation de la Nature (IUCN) sur la protection des glaciers du Patrimoine Mondial de l'Humanité (article scientifique de 2019 dans la revue *Earth's Future* et conférence TED *Make the glaciers great again* en 2020). La période entre janvier 2022 et décembre 2023 - objet de ce rapport d'activité - marque une avancée décisive dans la structuration, la capacité d'action et les productions du projet. La mobilisation et le soutien financier de nombreux partenaires et mécènes expliquent cette montée en charge et cette dynamique positive. Parmi les nombreux soutiens, la signature d'un partenariat conséquent entre WWF-France, Mirova Foundation et Asters-CEN74 pour une durée de trois ans entre juillet 2022 et juin 2025 a permis de mobiliser plus largement l'équipe d'Asters-CEN74, d'impliquer le WWF-France et d'inscrire le projet dans une perspective à moyen terme. Nous profitons de ces lignes pour remercier l'intégralité des partenaires scientifiques, techniques et financiers du projet, sans lesquels ce dernier n'existerait pas. Nous sommes très fiers, honorés et chanceux de pouvoir compter sur ce soutien, cette bienveillance et vos compétences qui nous aident à progresser et repousser un peu plus loin les objectifs du projet.



L'approche systémique sur les glaciers et les écosystèmes glaciaires développée dans le cadre d'Ice&Life (tirée de Bosson et al., 2023, Future emergence of new ecosystems caused by glacier retreat, *Nature* 620: 562-569).

La période janvier 2022 - juillet 2023 a notamment permis de :

- **Structurer le projet et développer des partenariats**

Le développement de partenariats depuis début 2022 a permis de renforcer le financement et de préciser les objectifs du projet. Preuve des avancées et de l'intérêt suscité par Ice&Life, le projet compte 22 partenaires en 2023 contre 12 en 2021. À Asters-CEN74 et chez les partenaires, aux côtés de Jean-Baptiste Bosson et de Kenzo Héas (chargé de projet engagé depuis le 1<sup>er</sup> août 2022), une vingtaine de personnes contribuent maintenant à l'avancée de Ice&Life et à la production des livrables scientifiques et techniques. Un calendrier détaillé d'actions pour la période 2022-2025 a notamment été produit dans le cadre de la convention avec WWF-France et Mirova Foundation. Le partenariat avec WWF-France a notamment permis une première montée en compétence sur les actions de communication et de plaidoyer. De nombreuses discussions sont en cours pour poursuivre le développement du projet avec des acteurs des milieux socio-économiques de la montagne, des politiques publiques, académiques et de la conservation de la nature.

- **Développer la connaissance scientifique**

Ice&Life vise à accroître la protection des glaciers et des écosystèmes post-glaciaires en récoltant et partageant des données scientifiques inédites et en développant un cadre de connaissance interdisciplinaire. Depuis 2020, un effort particulier est donc porté pour produire cette connaissance, socle des actions de communication et de conservation ultérieures et la période 2022-2023 n'a pas dérogé à cette dynamique, se traduisant par d'importants développements scientifiques en termes de collectes de données sur le terrain, d'analyse spatiale et de modélisations futures. En 2022 et 2023, les campagnes de terrain menées notamment par Kenzo Héas, Manon Salerno et Chloé Charbert à Asters-CEN74 ont permis de caractériser l'écologie de 30 zones désenglacées depuis 1850 en Haute-Savoie et de collecter des observations en particulier sur la flore, l'avifaune et les invertébrés aquatiques, pour la plupart inédites. Des données en continue sont également récoltées par Florent Arthaud (CARRTEL - OFB - Lacs Sentinelles) dans les lacs glaciaires de Bionnassay (74) et Sarennes (38). Les analyses spatiales ont permis de finaliser la cartographie des glaciers dans les Alpes françaises au Petit Âge Glaciaire et de montrer que plus de deux tiers de la surface, soit près de 400 km<sup>2</sup>, avaient été libérés des glaces depuis 1850. Grâce à l'engagement d'Adrien Guerou dans un post-doc financé par la Fondation de l'Université Savoie Mont Blanc au laboratoire CARRTEL, des analyses de données satellitaires sont en cours dans ces surfaces pour caractériser les écosystèmes formés suite au retrait glaciaire. Des analyses menées par Guillaume Costes (Asters-CEN74) ont permis de comparer la distribution des glaciers et des aires protégées en France et plus largement dans le monde. Finalement, les modélisations produites par Matthias Huss (ETHZ, WSL, UNIFR) sur l'évolution future des surfaces glaciaires et de la topographie sous-glaciaire ont permis de produire une analyse inédite à l'échelle internationale sur le basculement écosystémiques générés par le retrait glaciaire et ses conséquences écologiques. Témoinant de l'intérêt de l'approche développée dans Ice&Life, cette analyse intitulée *Future emergence of new ecosystems caused by glacial retreat* a été publiée dans la prestigieuse revue *Nature* le 16 août 2023.

Couverture et résumé de  
l'article publié dans *Nature*

**Article**

**Future emergence of new ecosystems caused by glacial retreat**

<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06302-2>  
Received: 16 February 2023  
Accepted: 8 June 2023  
Published online: 16 August 2023  
 Check for updates

J. B. Bosson<sup>1,2\*</sup>, M. Huss<sup>3,4,5</sup>, S. Cauvy-Fraunié<sup>6</sup>, J. C. Clément<sup>6</sup>, G. Costes<sup>1</sup>, M. Fischer<sup>7,8</sup>, J. Poulenard<sup>9</sup> & F. Arthaud<sup>9</sup>

Glacier shrinkage and the development of post-glacial ecosystems related to anthropogenic climate change are some of the fastest ongoing ecosystem shifts, with marked ecological and societal cascading consequences<sup>1–6</sup>. Yet, no complete spatial analysis exists, to our knowledge, to quantify or anticipate this important changeover<sup>7–9</sup>. Here we show that by 2100, the decline of all glaciers outside the Antarctic and Greenland ice sheets may produce new terrestrial, marine and freshwater ecosystems over an area ranging from the size of Nepal (149,000 ± 55,000 km<sup>2</sup>) to that of Finland (339,000 ± 99,000 km<sup>2</sup>). Our analysis shows that the loss of glacier area will range from 22 ± 8% to 51 ± 15%, depending on the climate scenario. In deglaciated areas, the emerging ecosystems will be characterized by extreme to mild ecological conditions, offering refuge for cold-adapted species or favouring primary productivity and generalist species. Exploring the future of glacierized areas highlights the importance of glaciers and emerging post-glacial ecosystems in the face of climate change, biodiversity loss and freshwater scarcity. We find that less than half of glacial areas are located in protected areas. Echoing the recent United Nations resolution declaring 2025 as the International Year of Glaciers' Preservation<sup>9</sup> and the Global Biodiversity Framework<sup>10</sup>, we emphasize the need to urgently and simultaneously enhance climate-change mitigation and the in situ protection of these ecosystems to secure their existence, functioning and values.

**nature**



## - Développer la communication

Les actions de communication ont été volontairement *limitées* pendant cette période, consacrée essentiellement à la construction d'un socle de connaissance scientifique légitimant le projet, ses messages clés et ses propositions de solutions. Le projet Ice&Life et ses premiers résultats ont toutefois été présentés dans près de 50 conférences et animations publiques, principalement en France et ponctuellement en Suisse. Le site internet du projet - [www.iceandlife.com](http://www.iceandlife.com) - a été développé et publié en juin 2023, permettant de disposer d'une page *vitrine* volontairement courte et synthétique en français et en anglais. Des échanges avec l'équipe du WWF-France au printemps 2023 ont permis de travailler des éléments de langage et sur un plan stratégique de communication, en cours de finalisation. La publication de l'article scientifique dans *Nature* en août 2023 et sa valorisation par Asters-CEN74, les institutions académiques associées puis lors d'une conférence de presse nationale organisée par le WWF-France et Asters-CEN74, ont néanmoins donné beaucoup de visibilité au projet débouchant sur des interviews, articles de presse et présentations dans plus de 70 médias nationaux et internationaux comme France Info, Le Monde, France Inter, La Croix, TF1, France Culture, TV5monde, Libération, RTS, Le Figaro, etc.



Interview à France Inter en janvier 2024

Jean-Baptiste Bosson & Etienne Klein : "Les glaciers ont permis à la biodiversité de prospérer"

## - Développer des actions de plaidoyer et avancer sur la protection de ces écosystèmes

Dans le prolongement de la demande par l'Etat français qu'Asters-CEN74 rédige les "fondements scientifiques" dans le cadre de la création de "l'Arrêté Préfectoral des Habitats Naturels (APHN) du Mont Blanc - site d'exception" en 2020, les premières actions de plaidoyer en faveur de la protection des glaciers et des écosystèmes post-glaciaires ont été menées. Cependant ces dernières ont également été volontairement *limitées* pendant cette période centrée sur la construction d'un socle de connaissance scientifique légitimant le projet et ses préconisations. En janvier 2022, un document de plaidoyer intitulé "*Pour un plan national de protection des glaciers et écosystèmes postglaciaires*" a été rédigé. Ce dernier servira de base à la rédaction d'un plaidoyer général en 2024. Le projet Ice&Life a été présenté aux acteurs de la protection de la Nature en France (notamment lors des Congrès nationaux de Réserves Naturelles de France 2022 et 2023 et des Conservatoires d'Espaces Naturels 2022, du Conseil National de la Protection de la Nature en février 2023 et au Ministère de la Transition Écologique en juillet et octobre 2023) et aux acteurs de la transition écologique dans les territoires (Agir pour le Vivant 2022 et 2023, T-Rex les Arcs 2023) suscitant un intérêt grandissant des acteurs locaux et nationaux. Des premiers échanges ont été menés avec le juriste Philippe Billet sur les opportunités et lacunes juridiques en termes de protection des écosystèmes glaciaires et post-glaciaires et une analyse détaillée sera produite par ce dernier sur la question en 2024.

Des échanges sont en cours avec le Ministère de la Transition Écologique pour identifier les opportunités de développement de politiques publiques à partir des préconisations développées dans Ice&Life. Les avancées scientifiques et les préconisations de protection portées par Ice&Life depuis son lancement trouvent et font largement écho dans l'agenda politique internationale et notamment dans les récentes publications et appels du GIEC, de l'IPBES et de l'ONU sur la nécessité d'accélérer la protection de la nature, de créer des aires protégées, d'associer les solutions fondées sur la nature sur les enjeux du climat, de l'eau et de la biodiversité dans les territoires. Les travaux menés depuis 2017 par Jean-Baptiste Bosson sur les glaciers du Patrimoine Mondial ont d'ailleurs été repris par l'UNESCO et l'IUCN lors du lancement de la COP27 sur le climat en 2022 dans la synthèse *Glaciers, Sentinels of climate change* et l'Assemblée Générale de l'ONU a voté le 14 décembre 2022 une résolution plaçant 2025 comme "l'Année internationale pour la préservation des glaciers".

Dans ce contexte d'urgence à agir et d'intérêt grandissant sur les glaciers et écosystèmes post-glaciaires, parmi d'autres, les travaux novateurs menés par Ice&Life contribuent à alimenter les réflexions collectives et proposer des solutions dans les territoires. Les propositions formulées dans le projet ont d'ailleurs débouché sur des avancées historiques sur la protection des glaciers et des écosystèmes post-glaciaires fin 2023 en France. Les échanges directs avec le Ministère de la Transition Écologique et notamment avec la Secrétaire d'Etat à la Biodiversité, Sarah El-Hairy, et la contribution de Jean-Baptiste Bosson à l'avis du Conseil National de la Protection de la Nature (où il a été nommé en avril 2022) sur la Stratégie Nationale Biodiversité 3 (2023-2030) ont notamment mené à la rédaction de la mesure 1-11 de ce document planificateur qui a pour objectif de *Renforcer la protection des écosystèmes glaciaires et émergeant du retrait glaciaire*. Pour la première fois, la France s'engage explicitement à renforcer la protection de ces écosystèmes - jusqu'alors non considérés - via la concertation locale, la co-construction de stratégies de protection et de gestion et notamment la création d'aires protégées. Ces engagements encore rares à l'échelle internationale ont été partagés par le Président de la République Emmanuel Macron et le Ministre de la Transition Écologique Christophe Béchu lors du One Planet Polar Summit organisé à Paris le 8-10 novembre 2023 et où Ice&Life a été présenté dans deux sessions.



## Action 11

Pilote :  
MTECT/DGALN/DEB

Appui CGDD et  
MESRI

**Objectif : Renforcer la protection des écosystèmes glaciaires et émergeant du retrait glaciaire**

### Description de l'action :

Afin de renforcer la protection des écosystèmes glaciaires et émergeant du retrait glaciaire, les actions suivantes seront conduites :

- Renforcer la protection forte des glaciers pour tendre vers 100% de protection forte, tout en s'assurant de la qualité du dialogue local et de la concertation, à la suite des annonces du Président de la République au One Planet Polar Summit de novembre 2023 ;
- Développer la connaissance scientifique sur les conséquences écologiques du retrait glaciaire et de l'apparition des écosystèmes « post-glaciaires » (2023-2030) ;
- Déploiement de l'initiative « Territoires et biodiversité postglaciaires » annoncée lors du Polar Summit en novembre 2023 à Paris : accompagner chaque territoire concerné (Alpes, Pyrénées, îles Kerguelen) pour une appropriation de l'enjeu, une co-construction locale de la stratégie de protection et gestion, la conclusion d'un pacte territorial et sa mise en œuvre. Une animation de ce réseau sera mise en place dès 2024.
- Accompagner la coopération internationale en émergence sur la thématique en lien avec l'Année sur la préservation des glaciers en 2025, la création d'un fond de l'ONU dédié à la protection des glaciers et développer- étendre cette ambition sur les glaciers à la protection globale des écosystèmes émergeant de leur fonte (2025-2030).

### Indicateur(s) avec valeur cible :

- ⇒ Nombre de pactes territoriaux conclus : cible 100% des territoires concernés couverts en 2030, avec un premier pacte dès 2024
- ⇒ % de couverture des écosystèmes glaciaires et émergeant du retrait glaciaire de métropole (massifs alpin et pyrénéen) en protection forte avec une cible en augmentation d'ici 2030

Action 1-11 Stratégie Nationale Biodiversité publiée le 27 novembre 2023

# 1. Structuration du projet

Les années 2022 et 2023 marquent une avancée décisive dans la structuration, la capacité d'action et les productions du projet. La mobilisation et le soutien financier de nombreux partenaires et mécènes expliquent cette montée en charge et cette dynamique positive. Le récit développé dans le projet Ice&Life a la chance de rencontrer l'intérêt croissant d'acteurs scientifiques, de la protection de la nature, de la transition des territoires et du monde économique. En 2023, Le projet réunit 22 partenaires (listés ci-dessous) contre 12 en 2021.

Parmi les nombreux soutiens, la signature d'un partenariat entre le WWF-France, Mirova Foundation et Asters-CEN74 pour une durée de trois ans entre juillet 2022 et juin 2025 a permis de mobiliser plus largement l'équipe d'Asters-CEN74, d'impliquer le WWF-France dans le cadre de la relance de son programme *Eau Douce* et d'inscrire le projet dans une perspective à moyen terme. Compte tenu de son expérience, de son expertise et de sa renommée, l'arrivée du WWF-France dans le projet constitue une importante montée en compétence et en ambition sur les actions de communication et de plaidoyer. Un calendrier détaillé d'actions pour la période 2022-2025 a notamment été produit, cadrant les objectifs en termes de science, de communication et de protection (Annexe 1).

## Coordinateur et principal maître d'oeuvre du projet



## Les partenaires scientifiques et techniques



## Les partenaires financiers



Les partenaires scientifiques et techniques de Ice&Life en décembre 2023



Un soutien financier important de la Fondation Université Savoie Mont Blanc a également renforcé la capacité d'action à Asters-CEN74 et permis l'engagement d'un post-doc - Adrien Guerou - dans l'équipe de Florent Arthaud au laboratoire CARTEL de l'USMB de janvier 2023 à la fin 2024. Nous profitons de ces lignes pour remercier l'intégralité des partenaires scientifiques (engagés sur leur fond propre), techniques et financiers du projet, sans lesquels ce dernier n'existerait pas. Nous sommes très fiers, honorés et chanceux de pouvoir compter sur ce soutien. Cette bienveillance, vos questionnements et vos compétences nous aident à progresser et à repousser un peu plus loin les objectifs du projet.

Au sein d'Asters-CEN74, le budget du projet a évolué de 24 k€ en 2021, 124 k€ en 2022 et de 128 k€ en 2023, permettant de financer le temps de travail pour réaliser les actions et livrables, des prestations, les frais liés aux terrain et déplacements et l'achat de matériel de terrain. Dans la structure, à côté de Jean-Baptiste Bosson (initiateur et coordinateur du projet), ce soutien a permis d'engager Kenzo Héas comme chargé de projet Ice&Life depuis le 1<sup>er</sup> août 2022 et de mobiliser des salariés pour l'expertise écologique (Chloé Chabert et Manon Salerno), l'analyse cartographique (Guillaume Costes), la communication (Jean-Luc Baudin) et la coordination du projet (Marie Heuret) en plus de la contribution importante de l'équipe administrative et financière et de la participation ponctuelles des équipes des réserves naturelles des Contamines Montjoie, des Aiguilles Rouges et de Six-Passy. Chez les partenaires plus de 10 personnes sont engagés dans l'avancée du projet et dans la production des livrables scientifiques et techniques.



L'équipe scientifique et technique du projet en 2023



## Quelques dates clés depuis le 1er janvier 2022

- 8 avril 2022 : Lancement du partenariat avec la Fondation Université Savoie Mont Blanc, finançant notamment l'engagement d'Adrien Guerou en post-doc à l'Université Savoie Mont Blanc à partir de janvier 2023
- 1<sup>er</sup> juin 2022 : Implication de Chloé Chabert, Manon Salerno, Guillaume Coste et Jean-Luc Baudin sur le projet à Asters-CEN74
- 1<sup>er</sup> juillet 2022 : Lancement du partenariat 2022-2025 avec WWF-France et Mirova Foundation
- 1<sup>er</sup> août 2022: Engagement de Kenzo Héas comme chargé de projet Ice&Life à Asters-CEN74
- Juillet - Septembre 2022: Campagne de terrain 2022 en Haute-Savoie
- 23 février 2023: Présentation du projet au Conseil National de la Protection de la Nature
- 14 mars 2023 : Comité de pilotage Asters-CEN74 et WWF-France
- 27-28 avril 2023 : Réunion scientifique Ice&Life à Annecy
- 18-23 juin 2023: Présentation de l'article publié en Août à la conférence scientifique: SEFS 13 | Symposium for European Freshwater Sciences, Newcastle, UK 2023. Protecting glaciers to preserve freshwaters
- 21 juillet 2023: Présentation du projet à la Direction de l'Eau et de la Biodiversité du Ministère de la Transition Écologique
- 16 août 2023 : Publication de l'article Future emergence of new ecosystems caused by glacial retreat dans *Nature*
- 26 septembre 2023 : Conférence de presse organisée à Paris par le WWF-France et Asters-CEN74 pour valoriser l'article de *Nature* et le projet
- 24 octobre 2023 : Audition de Jean-Baptiste Bosson par la Secrétaire d'Etat à la biodiversité Sarah El-Hairy en vue de la prise en compte de la protection des glaciers dans la Stratégie Nationale Biodiversité
- Juin - Octobre 2023 : Campagne de terrain 2023 en Haute-Savoie
- 8-9 novembre 2023 : Présentation de Ice&Life lors du *One Planet - Polar Summit* à Paris
- 27 novembre 2023 : Publication de la Stratégie Nationale Biodiversité 3 reprenant des propositions formulées par Ice&Life sur la protection des glaciers et écosystèmes post-glaciaires en France
- 8 décembre 2023 : Atelier-échanges avec la Compagnie des guides de Chamonix

## Et pour 2024-2025 ?

En respect du plan d'actions pour la période 2022-2025, l'équipe du projet va continuer à avancer sur les livrables, complétant les travaux initiaux focalisés sur la collecte et l'analyse de données scientifiques en intensifiant les actions sur les axes "communication" et "protection". De nombreuses discussions sont en cours pour poursuivre le développement du projet avec des acteurs des milieux socio-économiques de la montagne (associations, compagnie des guides, domaines skiables), des politiques publiques (Ministère de la Transition Écologique, collectivités territoriales), académiques et de la conservation de la nature. Né en Haute-Savoie autour des actions menées par Asters-CEN74, le champ d'action de Ice&Life est peu à peu en train de s'ouvrir aux autres massifs englacés français, à la faveur de discussions avec les acteurs locaux et nationaux.

## 2. Avancées scientifiques

### 2.1. Limite des glaciers au Petit Âge Glaciaire

Ice&Life vise à développer la connaissance sur les glaciers et les écosystèmes qui leur succèdent depuis le Petit Âge Glaciaire. Pourquoi se concentrer sur cette période ? Parce qu'elle marque un point de bascule dans l'Histoire de la Terre entre une planète et un climat contrôlés par des cycles naturels et leur profonde modification par les activités humaines. Le Petit Âge Glaciaire est une période fraîche et humide *naturelle* qui s'est développée entre 1350 et 1850, principalement dans l'hémisphère nord. Elle constitue une période de référence pour les glaciers, où ces derniers ont considérablement avancés, atteignant voire dépassant leurs positions maximales holocène (la période interglaciaire dans laquelle nous vivons depuis 11 000 ans sur Terre). Les synthèses climatiques récentes et notamment les travaux du GIEC montrent avec toujours plus de précision qu'aucun paramètre naturel influençant l'évolution du climat n'explique son dérèglement et notamment le réchauffement observé depuis la fin du Petit Âge Glaciaire. Autrement dit, sans profonde mutation du climat par les activités humaines depuis la Révolution Industrielle, les conditions climatiques actuelles sur Terre devraient être proches de celles du Petit Âge Glaciaire, et les glaciers avoir une taille avoisinant celle de 1850. Étudier ce retrait revient en quelque sorte à étudier l'évolution et la contraction des glaciers à l'Anthropocène, où l'être humain est devenu le principal agent influençant l'évolution de la surface de notre planète.

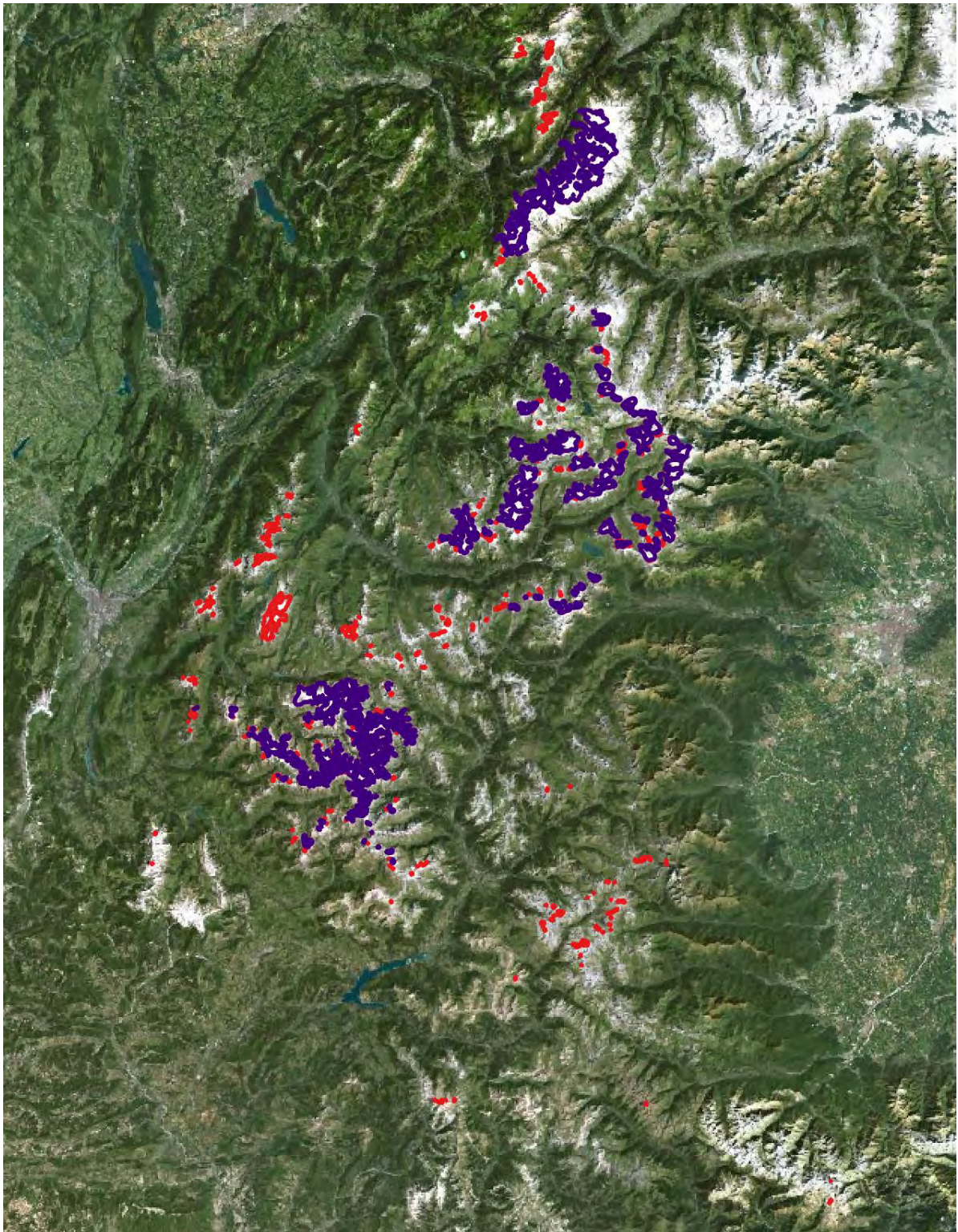
Dans les Alpes françaises, les travaux réalisés par Marie Gardent pendant sa thèse (Marie Gardent, 2014, *Inventaire et retrait des glaciers dans les Alpes françaises depuis la fin du Petit Âge Glaciaire*. Université de Grenoble) ont permis de cartographier l'extension glaciaire maximale au Petit Âge Glaciaire dans les trois grands massifs alors englacés : le Mont Blanc, la Vanoise et les Ecrins. Il manquait cependant la cartographie de cette extension dans de nombreux autres massifs et nous avons complété cet inventaire par photo-interprétation et analyses géomorphologiques entre novembre 2022 et janvier 2023 sur le reste des Alpes françaises et notamment sur les massifs du Haut-Giffre, des Aiguilles Rouges, du Beaufortain, des Cerces, des Aiguilles d'Arves, des Grandes Rousses, de Belledonne, du Taillefer, du Dévoluy, de l'Ubaye et du Mercantour. Ce travail qui mériterait à l'avenir d'être affiné par des relevés de terrain et recherches documentaires est en cours de validation par les glaciologues et géomorphologues Antoine Rabatel (IGE - Grenoble), Philip Deline et Ludovic Ravel (EDYTEM, USMB), Melaine Le Roy (ISE, Université de Genève), Marie Gardent et Pierre-Allain Duviollard (NAGA Geophysics).

Les résultats non définitifs obtenus détaillés dans le tableau ci-dessus montrent que les glaciers occupaient environ 620 km<sup>2</sup> dans les Alpes françaises au Petit Âge Glaciaire et couvrent moins de 235 km<sup>2</sup> aujourd'hui. Dans les 170 dernières années, le désenglacement lié aux activités humaines et le développement d'écosystèmes post-glaciaires associés concerne ainsi près de 385 km<sup>2</sup> dans les Alpes françaises, soit l'équivalent de 8,5x la surface du Lac du Bourget ou 14x celle du Lac d'Annecy.

	Gardent 2014 <sup>1</sup>	Bosson <i>et al</i> , 2024 <sup>2</sup>	Gardent et Rabatel 2018
Inventaire des glaciers en :	Extension maximale au Petit Âge Glaciaire (PAG; ~1850)	Extension maximale PAG (~1850)	2018
nombre de glaciers (n)	488	816 (+67% de <sup>1</sup> )	690 (-15% de <sup>2</sup> )
surface glaciaire (km <sup>2</sup> )	543	619 (+14% de <sup>1</sup> )	233 (-62% de <sup>2</sup> )

Données sur les glaciers dans les Alpes françaises d'après <sup>1</sup> Marie Gardent, 2014, *Inventaire et retrait des glaciers dans les Alpes françaises depuis la fin du Petit Âge Glaciaire*. Université de Grenoble, <sup>2</sup> Jean-Baptiste Bosson, Kenzo Héas, Antoine Rabatel (et al., 2024 en cours de validation/finalisation), *Inventaire des glaciers dans les Alpes françaises au Petit Âge Glaciaire* et <sup>3</sup> Marie Gardent et Antoine Rabatel, extension des glaciers français en 2018, communication personnelle.





Cartographie des glaciers dans les Alpes françaises avec en violet les travaux de Marie Gardent (2014, Inventaire et retrait des glaciers dans les Alpes françaises depuis la fin du Petit Âge Glaciaire. Université de Grenoble) et en rouge les compléments réalisés dans le cadre de Ice&Life par Jean-Baptiste Bosson et Kenzo Héas (2023 en cours de validation, Inventaire des glaciers dans les Alpes françaises au Petit Âge Glaciaire).



## 2.2. Campagne de terrain 2022

Dans le but de développer la connaissance des zones désenglacées depuis le Petit Âge Glaciaire (1850) en Haute-Savoie, une approche naturaliste “opportuniste” et pluridisciplinaire a été développée sur le terrain. Les prospections ont été réalisées entre 1080 m et 3400 m d’altitude intégrant une diversité importante d’écosystèmes dans les secteurs émergés du retrait glaciaire. Depuis 2022, les activités déployées sur le terrain sont les suivantes :

- Observations naturalistes opportunistes (mammifères, avifaune, insectes, etc..). Chaque observation est géoréférencée.
- Inventaires flore : par site, au minimum trois relevés ont été établis en fonction des conditions géomorphologiques (moraine de fond, cordons morainiques, dalles rocheuses, tabliers d’éboulis, dépôts alluviaux, etc.). Pour chaque relevé, l’ensemble des espèces sont identifiées dans un rayon de 20 mètres environ autour du point géoréférencé.
- Prélèvements invertébrés (coordonné par Sophie Cauvy-Fraunié de l’INRAE). L’objectif est de documenter l’évolution des cortèges d’espèces d’invertébrés aquatiques selon la distance depuis le glacier traduisant une durée d’apparition du cours d’eau. Cette démarche permettra de mieux comprendre la colonisation de ces écosystèmes en développement. Cinq prélèvements sont réalisés à 50 m en aval du glacier actuel avec un filet surber. Cinq autres prélèvements sont réalisés à 50 m en amont de la limite du glacier au Petit Âge Glaciaire. Les échantillons prélevés sont en cours d’analyse par Manon Salerno (Asters-CEN74), en partenariat avec l’équipe de l’Unité de Recherche Riverly, EcoFlows de l’INRAE à Villeurbanne).
- Mesures des paramètres physicochimiques des écosystèmes aquatiques en aval des glaciers (température de l’eau et conductivité électrique), pour renseigner des conditions spécifiques de ces milieux.
- Identification et délimitation de zones humides et des plans d’eau récemment formés dans les zones désenglacées.

Toutes les données naturalistes recensées sur le terrain sont intégrées dans la base de données GéoNature, utilisée par Asters-CEN74 et alimentant les bases de données nationales (Inventaire National du Patrimoine Naturel).

### Sites étudiés en 2022 en Haute-Savoie :

Glacier de Tré-les-Eaux  
Glacier d’Argentière  
Glacier de la Glière sud, RNN des Aiguilles Rouges  
Le glacier des Dards, RNN des Aiguilles Rouges  
Mer de glace  
Glacier du Tour  
Glacier des Pèlerins  
Glacier des Bossons  
Glacier de Bionnassay, APHN du Mont Blanc  
Glacier de Tricot  
Glacier de Tré-la-Tête, RNN des Contamines Montjoie  
Glacier de la Bérangère, RNN des Contamines Montjoie







Observations et campagnes de terrain 2022 avec de gauche à droite, une *Androsace helvetica*, la campagne au front du glacier des Bossons, les prélèvements d'invertébrés aquatiques dans le torrent proglaciaire de Tré-les-Eaux et l'identification.

Bilan des actions de terrain en 2022 (les résultats sont en partie discutés dans les sections suivantes):

Date	Campagne de terrain 2022 : 14 sites	Nombre de relevés botaniques : 35	Protocole CIMAÉ (caractéris. zones humides)	Prélèvement d'invertébrés avec le filet surber : 8 sites			Prélèvement invertébrés : 4 sites
30/06/2022	Mer de glace Bas	1					
20/07/2022	Mer de glace Haut	2		Oui	ii) 50m < Glacier		
06/07/2022	Argentière	5					
07/07/2022	Bossons	3					Oui
19/07/2022	Pèlerins	2		Oui	i) 50m < Glacier	ii) 50m <PAG	Oui
20/07/2022	Tour	0		Oui	i) 50 m < PAG		
21/07/2022	Tré-les-Eaux	2		Oui	ii) 50m < Glacier		Oui
04/08/2022	Bionnassay	3		Oui	i) 50 m < PAG	ii) 50m < Glacier	Oui
10/08/2022	Lacs Noirs, RNN AR	4					
11/08/2022	Glaciers du Belvédère, RNN AR	3		Oui	i) 50m < Glacier	ii) 50m < PAG	
16/08/2022	Glacier de Tré la Tête, RNN CM	3	Oui	Oui	i) 50m < Glacier		
17/08/2022	Combe Blanche, RNN CM			Oui	ii) 50m > PAG		
06/09/2022	Glacier de la Bérangère, RNN CM	3					
01/09/2022	Plan Glacier	3					

## 2.3. Campagne de terrain 2023

Dans la même logique de prospection que pour l'été 2022, les activités déployées sur le terrain sont les suivantes :

- Observations naturalistes opportunistes (mammifères, avifaune, insectes, etc.). Chaque observation est géoréférencée.
- Inventaires flore : par site, au minimum trois relevés ont été établis en fonction des conditions géomorphologiques (moraine de fond, cordons morainiques, dalles rocheuses, tabliers d'éboulis, dépôts alluviaux, etc.). Pour chaque relevé, l'ensemble des espèces sont identifiées dans un rayon de 20 mètres environ autour du point géoréférencé.
- Indices ponctuels d'abondances (IPA) de l'avifaune. (voir section ci-dessous)
- Suivi de la végétation par méthode phyto-écologique en collaboration avec le Conservatoire Botanique National Alpin (CBNA). (voir section ci-dessous)

Toutes les données naturalistes recensées sur le terrain sont intégrées dans la base de données GéoNature, utilisée par Asters-CEN74 et alimentant les bases de données nationales (Inventaire National du Patrimoine Naturel). Un grand merci à toutes les personnes qui ont participé à ces campagnes et notamment à Patrick Perret et Jean-François Desmet pour leur participation.

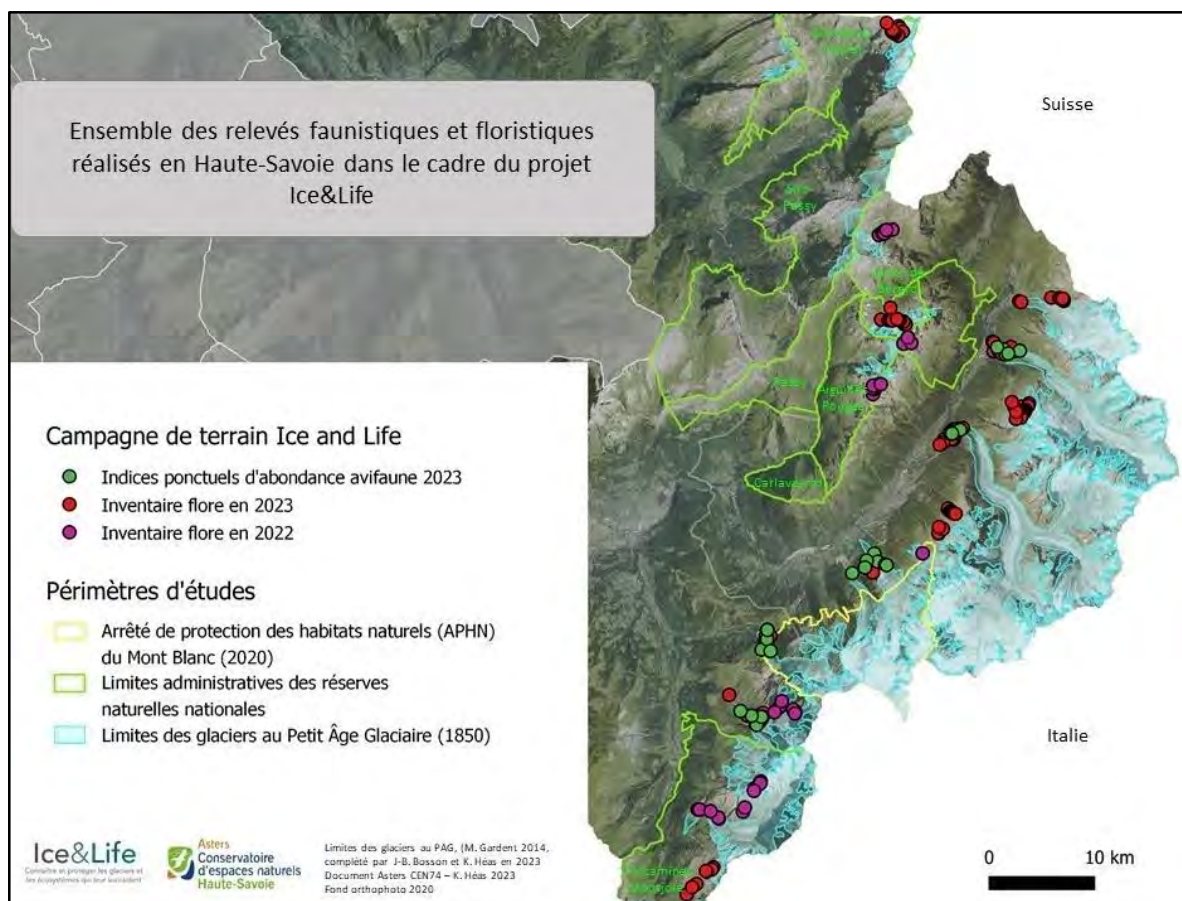
Bilan des actions de terrain en 2023 (les résultats sont en partie discutés dans les sections suivantes)

Date	Campagne de terrain 2023 : 16 sites	Nombre de relevés botaniques : 48	Relevés de végétation par méthode phyto- écologique : 1 site	Observation opportuniste faune	Indice ponctuel d'abondance (avifaune) : 6 sites
11/07/2023	Argentière	Non	Non	Oui	5
21/06/2023	Bossons	Non	Non	Oui	5
03/07/2023	Taconnaz	Non	Non	Oui	2
06/06/2023	Mer de glace : secteur Les Bois	6	Non	Oui	2
04/07/2023	Miage	5	Non	Oui	4
14/06/2023	Bionnassay	1	Non	Oui	4
20/07/2023	Tour	5	Non	Oui	Non
09/08/2023	Pendant et Lognan	11	Non	Oui	Non
01/08/2023	Belvédère, RNN AR	Non	Oui	Non	Non
07/07/2023	Nantillons	5	Non	Oui	Non
07/07/2023	Blaitière	3	Non	Oui	Non
24/08/2023	Anciens glaciers des Lacs Jovets, RNN CM	3	Non	Non	Non
14/09/2023	Ruan, RNN AR	4	Non	Non	Non
21/09/2023	Anneuley, RNN AR	2	Non	Oui	Non
21/09/2023	Berard, RNN AR	2	Non	Non	Non
21/09/2023	Col de Bérard, RNN AR	1	Non	Non	Non



Dernière campagne de terrain 2023 au Col de Bérard (RNN du Vallon de Bérard) le 21 septembre (photos : Florian Legrand).





Sites investigués entre 2022 et 2023 en Haute-Savoie

Cette cartographie permet de visualiser la localisation des différents sites d'études lors des campagnes de terrain 2022 et 2023. Trente marges proglaciaires, composées d'une multitude d'écosystèmes à des stades de développements différents, ont été prospectées en Haute-Savoie. Une courte analyse synthétique a été réalisée sur chacun de ses sites et est disponible sur demande.

## 2.4. Espèces observées dans les zones récemment désenglacées de Haute- Savoie

Sur une grande partie des sites prospectés, les données naturalistes existantes sont relativement faibles, parfois inexistantes au plus proche des fronts glaciaires actuels. Ces résultats rejoignent les nombreuses études sur la succession écologique primaire qui surviennent dans les zones exposées par le retrait glaciaire. Au fur et à mesure de l'éloignement depuis le glacier actuel, les habitats naturels sont généralement plus développés et plus stabilisés, abritant une plus importante communauté d'espèces. Assez logiquement, leur complexité et leur développement croît à mesure que l'on s'éloigne du front glaciaire, les milieux les plus pionniers étant ceux apparus plus récemment (c'est-à-dire proche du glacier) . Le nombre d'espèces observées augmente également avec l'éloignement mais laisse place à des espèces moins exigeantes vis-à-vis des conditions environnementales (température ou durée d'enneigement par exemple).

Sur l'ensemble de la campagne du projet Ice&Life (2022 et 2023), **388 espèces** ont été identifiées sur les marges proglaciaires de Haute-Savoie. Les espèces d'invertébrés aquatiques prélevées sont quant à elles en cours d'analyse par Manon Salerno (Asters-CEN74), en partenariat avec l'équipe de l'Unité de Recherche Riverly, EcoFlows de l'INRAE à Villeurbanne).

Nous nous sommes intéressés au caractère patrimonial des espèces recensées. Certaines, en particulier des oiseaux, des mammifères et de la flore, sont inscrites sur des listes rouges européennes, nationales et régionales et sont également considérées comme des espèces rares et menacées. La liste de ces espèces observées en 2022 est présente en Annexe 2. Sur les zones désenglacées, de nombreuses espèces inféodées aux milieux pionniers, froids et/ou d'altitudes (*Poa glauca*, *Androsace pubescens*, *Androsace vandellii*, *Achillea atrata*, *Saxifraga oppositifolia*, *Lagopus mutus*, etc.) sont observées. D'autres espèces plus communes et ubiquistes telles que le pipit spioncelle (*Anthus spinoletta*) ou l'aigle royal (*Aquila chrysaetos*) parcourent ces sites qui sont un territoire de chasse.

Une espèce de lépidoptère (*Catharia simplonialis*, photo ci-dessous) a été observée pour la première fois en Haute-Savoie lors de la campagne au Ruan (observation par Jean-François Desmet (Grifem), Manon Salerno et Kenzo Héas, identification par Bernard Bal d'Asters-CEN74). Cette espèce rarement observée (mais également peu recherchée) est inféodée à ces milieux, sa chenille se nourrissant des coussins de *Saxifraga oppositifolia*, *Silene acaulis* ou *Cerastium pedunculatum*, espèces végétales présentes et observées sur de nombreux sites prospectés.



Le spécimen de *Catharia simplonialis* (ou *C. pyrenaeealis*) observé dans le secteur du Ruan dans la réserve naturelle nationale de Sixt-Passay (photo: Manon Salerno)

## 2.5. Indices ponctuels d'abondances de l'avifaune

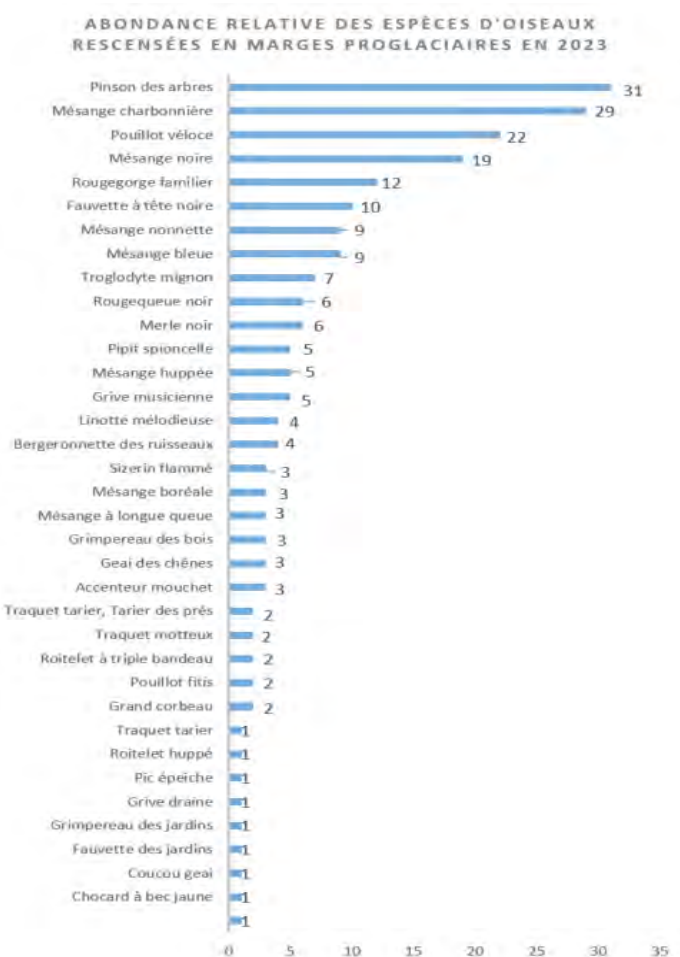
À notre connaissance, peu d'études ont été réalisées sur l'avifaune en marges proglaciaires. Dans l'objectif de développer les connaissances sur ces milieux, Kenzo Héas a réalisé des inventaires d'oiseaux en utilisant la méthode d'Indice Ponctuel d'Abondance (IPA).

Qu'est-ce qu'un IPA ?

Sur un territoire donné, des points (ou stations) sont répartis sur lesquels l'observateur va se placer pour réaliser ses comptages. Les points doivent être distants de 300 à 500 mètres pour éviter les risques de double comptage. Ils doivent également permettre de couvrir de manière représentative l'ensemble des milieux présents sur le territoire étudié. L'observateur note durant 20 minutes tous les contacts sonores ou visuels de chaque espèce.

Marges proglaciaires prospectées :

- Mer de Glace (06/06/23)
- Glacier de Bionnassay (14/06/23)
- Glacier des Bossons (21/06/23)
- Glacier d'Argentières (10/07/23)
- Glacier de Miage (04/07/23)
- Glacier de Taconnaz (07/07/23)

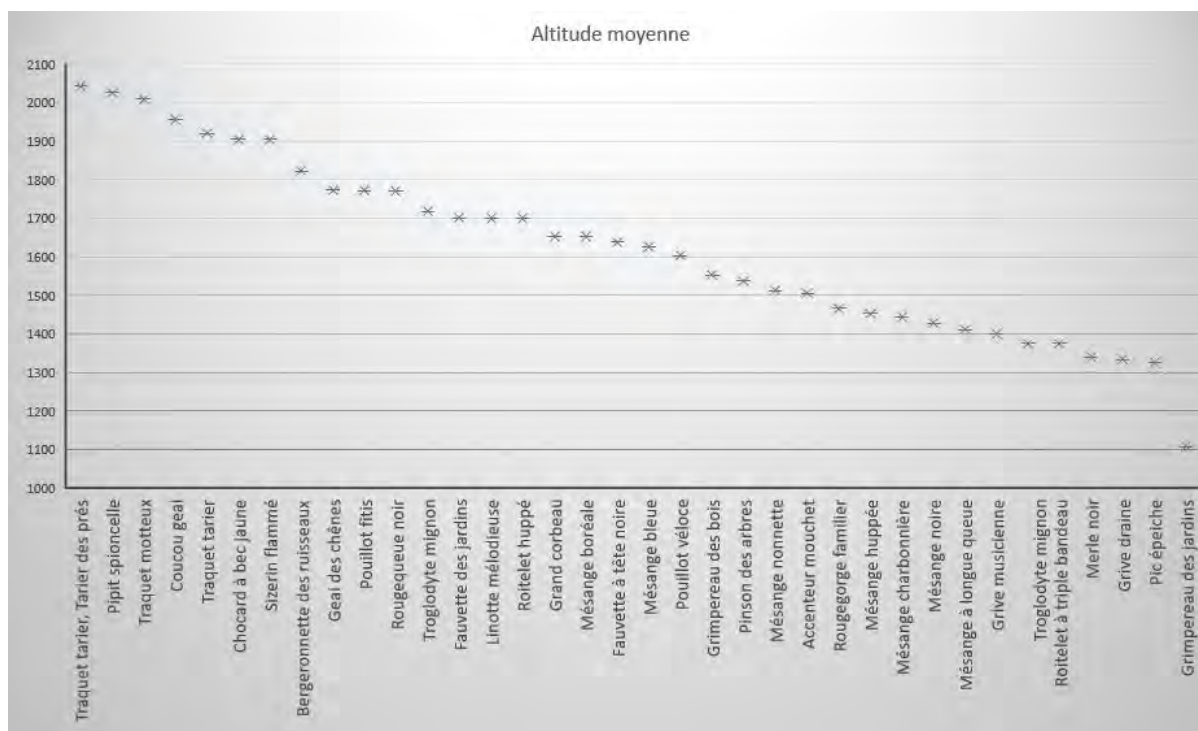


Les sites d'études sont compris entre 1108 mètres et 2043 mètres d'altitude. L'occupation du sol majoritairement composée de dépôts morainiques, affleurement rocheux, forêts de feuillus, forêts de conifères et pelouses alpines et subalpines. La majorité des IPA ont été réalisées dans des forêts de conifères en basses altitudes (1108-1700 mètres d'altitude).

Seulement un passage par site a été mis en place compte tenu de l'enneigement prolongé au printemps. Le lagopède alpin (*Lagopus muta*), espèce typique de ces milieux, n'a pas été contacté lors de ce protocole mais a été observé hors protocole.

Au total **36 espèces d'oiseaux** ont été observées avec **220 individus**. Les espèces les plus représentées sur les sites sont des espèces dites « ordinaires » tels que le pinson des arbres, la mésange charbonnière, le pouillot véloce ou la mésange noire. L'abondance des espèces présentes est disponible sur demande.





Altitude moyenne des observation ornithologiques en 2023

Compte tenu du faible nombre d'individus observés et des campagnes de terrain, l'interprétation de ces résultats doit être nuancée et considérer ces biais. Sur la campagne 20253, les espèces contactées à une altitude moyenne comprise en 1900 et 2100 m d'altitude (maximum) sont le tarier des prés, le pipit spioncelle, le traquet motteux, le coucou geai, le traquet tarier, le crabe à bec jaune et le sizerin flammé. En dessous de 1500 m d'altitude, des espèces communes, parfois liées aux milieux environnants proches plus évolués (pelouses et prairies alpines, boisements de conifères, éboulis, etc.) apparaissent : le rouge gorge familier, la mésange huppée, la mésange charbonnière, la mésange noire, la mésange à longue queue, grimpereau des jardins, le pic épeiche, la grive draine, le merle noir, etc., (voir graphique ci dessus).

## 2.6. Invertébrés aquatiques des rivières glaciaires

Les espèces d'invertébrés aquatiques prélevées sur 8 torrents glaciaires en Haute-Savoie en 2022 (voir tableau page 15) ont été triées (séparation de la matière organique et minérale, sélection des individus, tri par taille - 2 mm, 500 µm et 250 µm- et par stade - larve, nymphe et adulte), identifiées et comptées durant l'été 2023 par Manon Salerno (Asters-CEN74) à l'INRAE à Villeurbanne grâce à la précieuse formation de l'équipe de l'Unité de Recherche Riverly, EcoFlows (Maxence Forcellini, Bertrand Launay) et sous la supervision de Sophie Cauvy-Fraunié. Tous les individus sont conservés dans de l'alcool à 96% afin de conserver leur ADN dans un état satisfaisant en cas d'analyses génétiques complémentaires. Chaque individu larvaire est identifié au rang taxonomique le plus précis (au genre ou à l'espèce) mais il est rare de pouvoir réaliser une identification jusqu'à l'espèce (clefs de détermination non-existantes, analyse ADN nécessaire, état de conservation médiocre de l'individu ou critères de détermination non visibles). Les adultes et les nymphes sont déterminés quand cela est possible mais pas systématiquement car ils ne seront pas pris en compte dans les analyses. Pour le traitement d'un prélèvement (parmi les 5 récoltés à chaque station), la durée de tri varie entre 30 min et 2 h et celle de la détermination entre 1 h et 4 h. Les données sont en attente d'être saisies dans une base de données adaptée. Nous notons la présence significative de plastiques dans quasiment tous les prélèvements sous forme de filaments fins.

Globalement, les échantillons issus des prélèvements proches du glacier se composent principalement de larves de diptères (mouches, syrphes, moustiques, taons, moucheron etc.) dont l'identification est rarement accessible au-delà de la sous-famille. Par exemple, au front du glacier de Tré la Tête, seuls 5 larves de Diamasinae ont été récoltées, l'échantillon comprenant une très forte teneur en sédiments fins. Ces larves sont caractéristiques de rivières glaciaires en eaux plutôt vives, elles dominent largement ces milieux grâce à sa capacité à supporter les farines glaciaires. En revanche, dans la station de prélèvement à hauteur du front du Petit Âge Glaciaire et donc libérée des glaces depuis plus de 150 ans, les communautés se composent d'une dizaine de taxons différents (Diptères, Plécoptères et Éphéméroptères) en larve ou en nymphe parfois, avec les Orthocladinae (sF. de diptères) qui dominent en nombre devant les Diamasinae. On constate alors une augmentation du nombre d'espèces, aux exigences écologiques moins spécifiques, supportant des eaux moins turbides. Cette station possède d'ailleurs la plus grande diversité en communautés d'invertébrés aquatiques récoltés.

Ces larves aquatiques, comme les *Baetis* (Éphéméroptère) ou les Orthocladiinae (Diptères), jouent un rôle écologique clef en constituant une proie très abondante, au développement rapide (plusieurs générations par an).



Tri et identification des récoltes au laboratoire EcoFlows de l'INRAE à Villeurbanne (photos: Juliette Becquet)



Larves de diptères vues depuis la loupe binoculaire : diamesinae (à gauche), blephariceridae (au centre) et simuliidae (à droite) récoltées et identifiées (photos: Manon Salerno)

## 2.7. Suivi de la végétation par méthode phyto-écologique

Un suivi de la végétation par méthode phyto-écologique a été développé sur la marge proglaciaire du glacier du Belvédère sur la Réserve Naturelle Nationale (RNN) des Aiguilles-Rouges (commune de Chamonix). Plusieurs raisons ont justifié le choix de ce site. Ce glacier se situe sur une RNN gérée par Asters-CEN74; ce suivi pourra donc facilement être reconduit par l'équipe de la réserve si besoin. De plus, il s'agit d'un glacier en voie de disparition à très court terme. Il a déjà perdu plus de 90% de sa surface depuis 1850 et son épaisseur est désormais très faible. Au regard du contexte climatique défavorable, le glacier disparaîtra dans les prochaines années.

Le protocole utilisé sur le terrain a été développé par lors du projet ROCVEG par Sophie Vallée (Conservatoire Botanique National Alpin), Anaïs Zimmer (Université du Texas à Austin), Brad Carlson (CREA Mont-Blanc) et Cédric Dentant (Parc National des Ecrins).

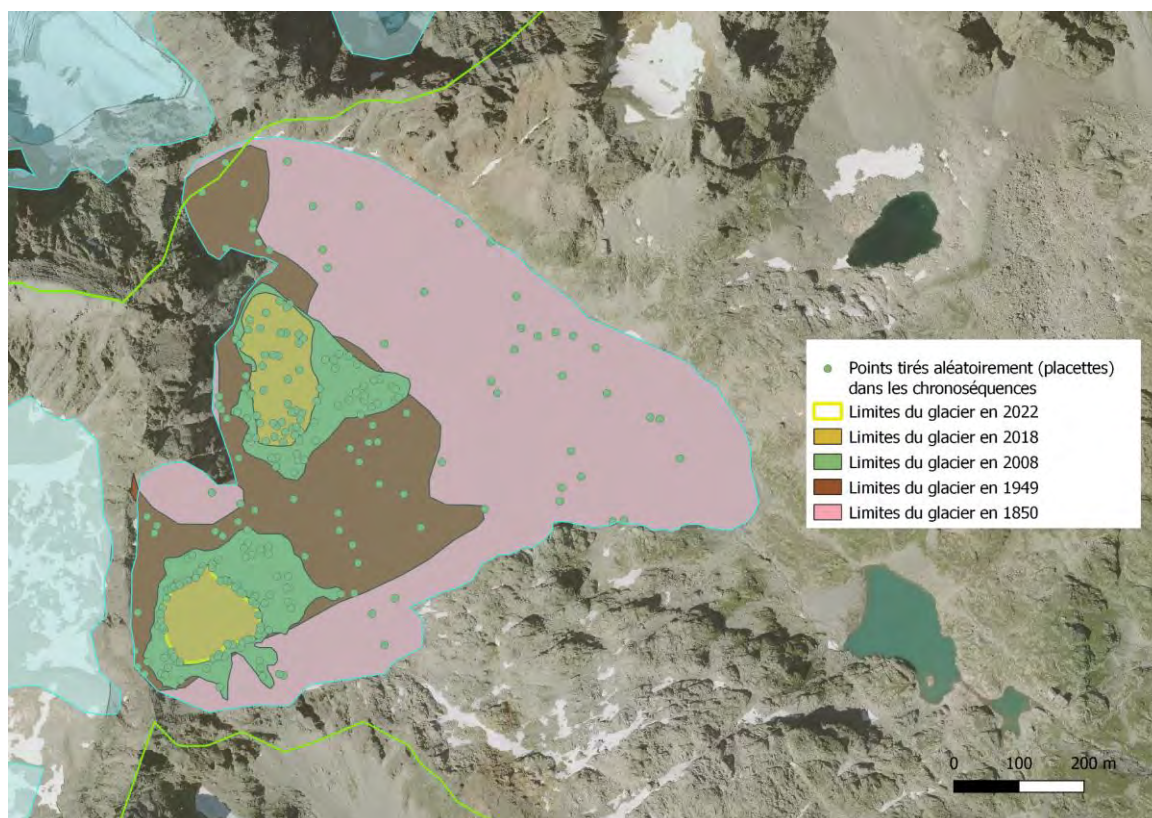


Les contours des glaciers dans le temps (fronts de déglaciation) sont issus d'un travail élaboré par Bosson et Héas en 2023 et des travaux menés par l'IGE (Gardent, Rabatel et al., 2014). Le long de la chronoséquence liée au retrait glaciaire, 3 bandes ont été retenues : 1) Petit Âge Glaciaire (~1850) à 1949 ; 2) 1949 à 2008 ; 3) 2008 à 2018. Au sein de ces bandes, 15 placettes ont été tirées aléatoirement sur SIG pour être étudiées sur le terrain. Une placette correspond à un quadrat de 2m \* 2m.



Placette de suivis utilisée pour les relevés botaniques sur la marge du glacier du Belvédère et identification de la végétation par Sophie Vallée du CBNA (photo : Kenzo Héas)





Zone d'étude de RocVeg pour le glacier du Belvédère avec positions glaciaires et placettes.

Pour chaque placette, les informations suivantes ont été récoltées lors de la campagne de terrain les 1er et 2 août 2023 en présence de Sophie Vallée (CBNA), Chloé Chabert, Kenzo Héas, Laurent Delomez, Jean-Baptiste Bosson (Asters-CEN74) et Patrick Perret (merci pour cette participation bénévole!):

- Relevé phytosociologique (espèces et % de recouvrement),
- % de recouvrement de la végétation,
- Hauteur végétative moyenne par espèce,
- Reproduction éventuelle (présence de floraisons ou fructifications) pour chaque espèce présente,
- % de recouvrement de la BSC ou « croûte biologique du sol » (bryophytes, lichens, cyanobactéries),
- % de recouvrement du substrat rocheux et sa granulométrie (dalles, blocs, rochers, graviers, sables),
- Contexte géomorphologique (pente, orientation, modelé (landform) et processus géomorphologiques).

Ces données seront traitées ultérieurement dans le cadre du projet et en lien avec le CBNA.

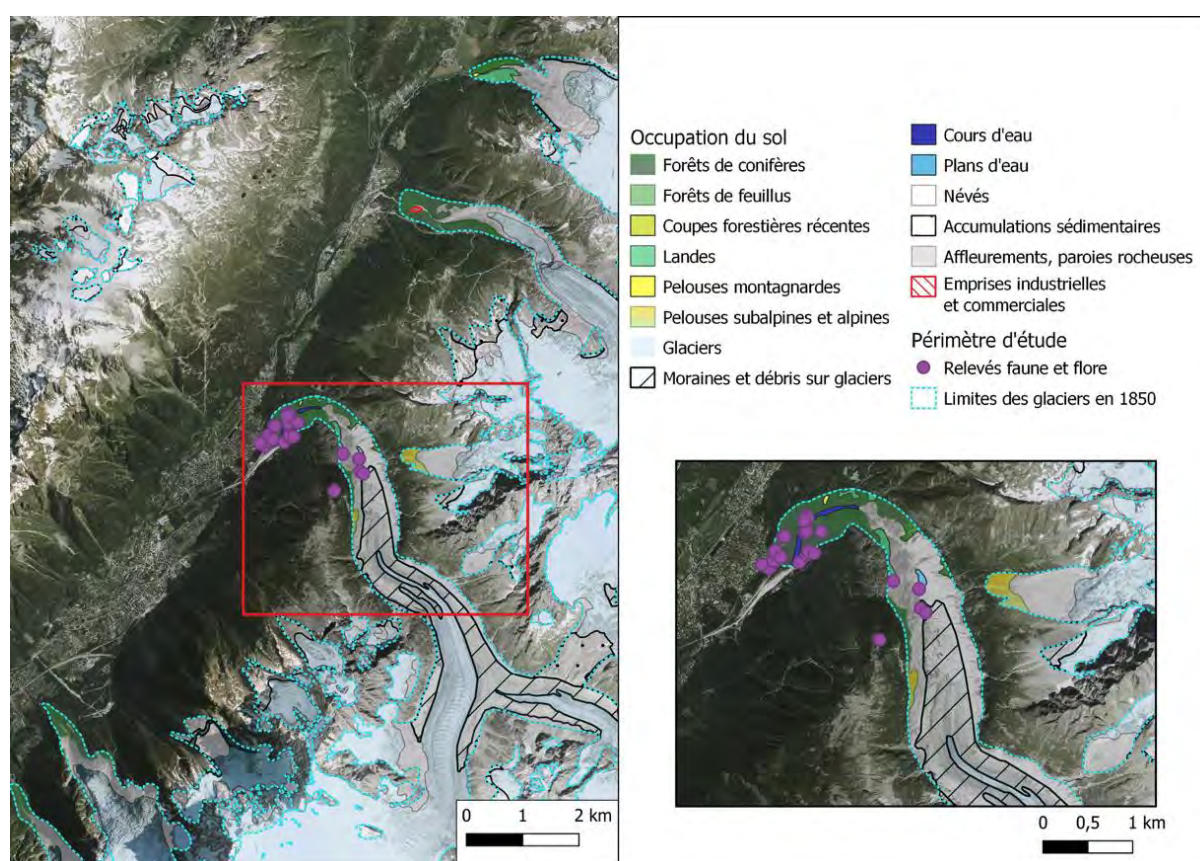
## 2.8. Occupation du sol sur les zones désenglacées de Haute-Savoie et des Alpes françaises

### Travail préparatoire en Haute-Savoie

À l'automne 2022, un travail analytique sur l'occupation du sol a été réalisé par Kenzo Héas sur l'ensemble des zones désenglacées de Haute-Savoie. L'objectif était de connaître le type d'occupation du sol sur ces zones que l'on retrouve principalement à l'est du département et dans le massif du Mont Blanc. **Ces analyses représentent davantage un travail préparatoire et délivrent des premiers ordres de grandeur. Cette étude sera profondément remise à jour par le travail produit par Adrien Guerou lors de son post-doc à l'USMB (voir section ci-dessous).**

Données utilisées :

- Le couche de l'occupation du sol en Haute-Savoie produite par le RGD 73-74.
- La couche des limites des glaciers au Petit Âge Glaciaire réalisée par Marie Gardent en 2014 et complétée par Jean-Baptiste Bosson et Kenzo Héas en 2022.
- La couche des limites des réserves naturelles et de la limite de l'Arrêté de Protection des habitats Naturels du Mont-Blanc 2020.



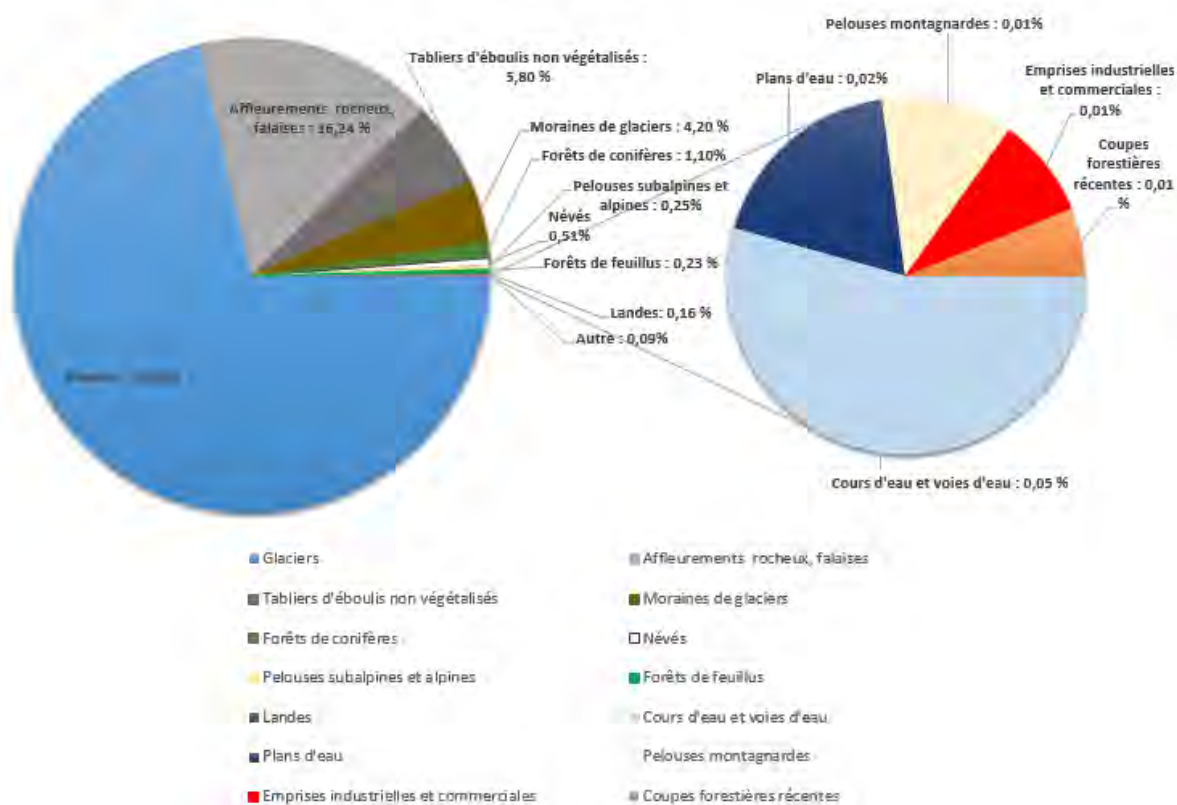
Exemple de résultat sur l'occupation du sol sur l'emprise des glaciers en 1850 de Haute-Savoie. Les limites des glaciers en pointillés bleu ont été produites dans les travaux de Marie Gardent (2014) et complétées par Jean-Baptiste Bosson et Kenzo Héas en 2002. Les points rouges représentent les sites prospectés (inventaire faune et flore) en 2022. Les informations liées à l'occupation du sol sont produites par le RGD 73-74.

Cette première analyse de la typologie de l'occupation des sols proposée par la RGD73-74 montre que depuis le Petit Âge Glaciaire, la superficie des glaciers a diminué d'environ 30% en 2018. Le résultat est plus de deux fois moins négatif que celui que nous avons calculé pour l'ensemble des Alpes française (-62%) en raison de la très grande surface glaciaire d'altitude présente encore dans le massif du Mont Blanc. En Haute-Savoie, cette analyse montre également que seulement 18 % des écosystèmes glaciaires et postglaciaires sont localisés en réserve naturelle nationale.



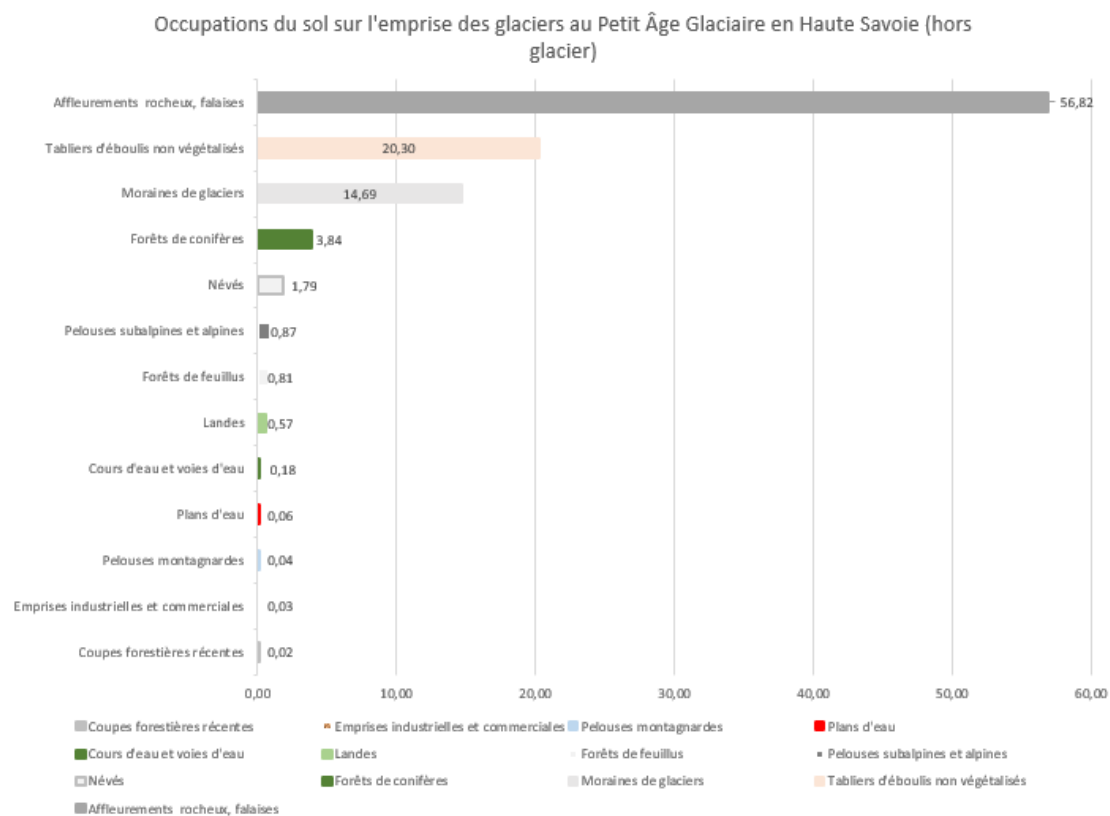
L'analyse de la composition des surfaces étudiées (voir les figures ci-dessous) révèle que sur les ~28 % de zones désenglacées d'après la typologie proposée par la RGD73-74, l'occupation du sol est dominée par des substrats minéraux : les affleurements rocheux (57 %), les tabliers d'éboulis (20 %) et les moraines (16 %). Les nouveaux écosystèmes forestiers représentent 188 hectares, soit 4,5 % des marges proglaciaires. Les forêts de conifères (3,8 %) sont davantage développées que les forêts de feuillus (0,8 %) alors que les cours d'eau et plans d'eau représentent pour l'heure, moins de 0,25 % de la surface désenglacée. Il est important de prendre ces premiers résultats avec beaucoup de précaution car il existe de grands enjeux méthodologiques à cartographier les glaciers dans les zones de névés ou de couverture morainique superficielle, les cours et plans d'eau de petite taille ou la végétation discontinue et émergente.

### Proportions des différentes occupations du sol sur les marges proglaciaires de Haute-Savoie



Types d'occupation du sol par surface en Haute-Savoie sur l'emprise des glaciers en 1850, à basés sur les données d'occupation du sol produites par la RGD 73-74.





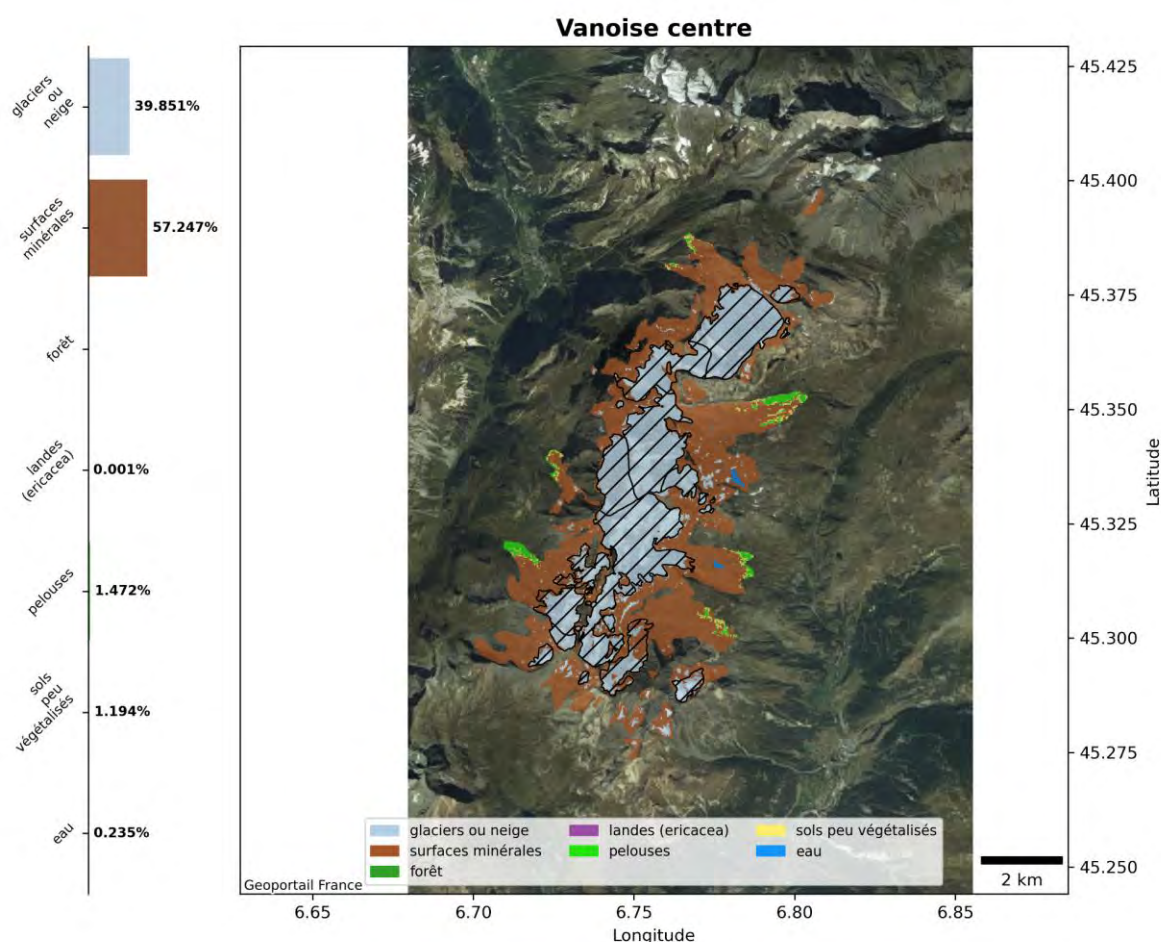
Synthèses des résultats obtenus sur l'analyse de l'occupation des sols en 2020 à partir des données produites par le RGD 73-74 sur les marges proglaciaires de Haute-Savoie. Ces calculs sont réalisés sur les marges proglaciaires (espaces résiduels entre les limites des glaciers au PAG et le front des glaciers en 2018).



Moraine latérale du glacier des Nantillons récemment stabilisée, offrant des habitats relativement développés grâce aux accumulations humifères installées dans les interstices rocheux.

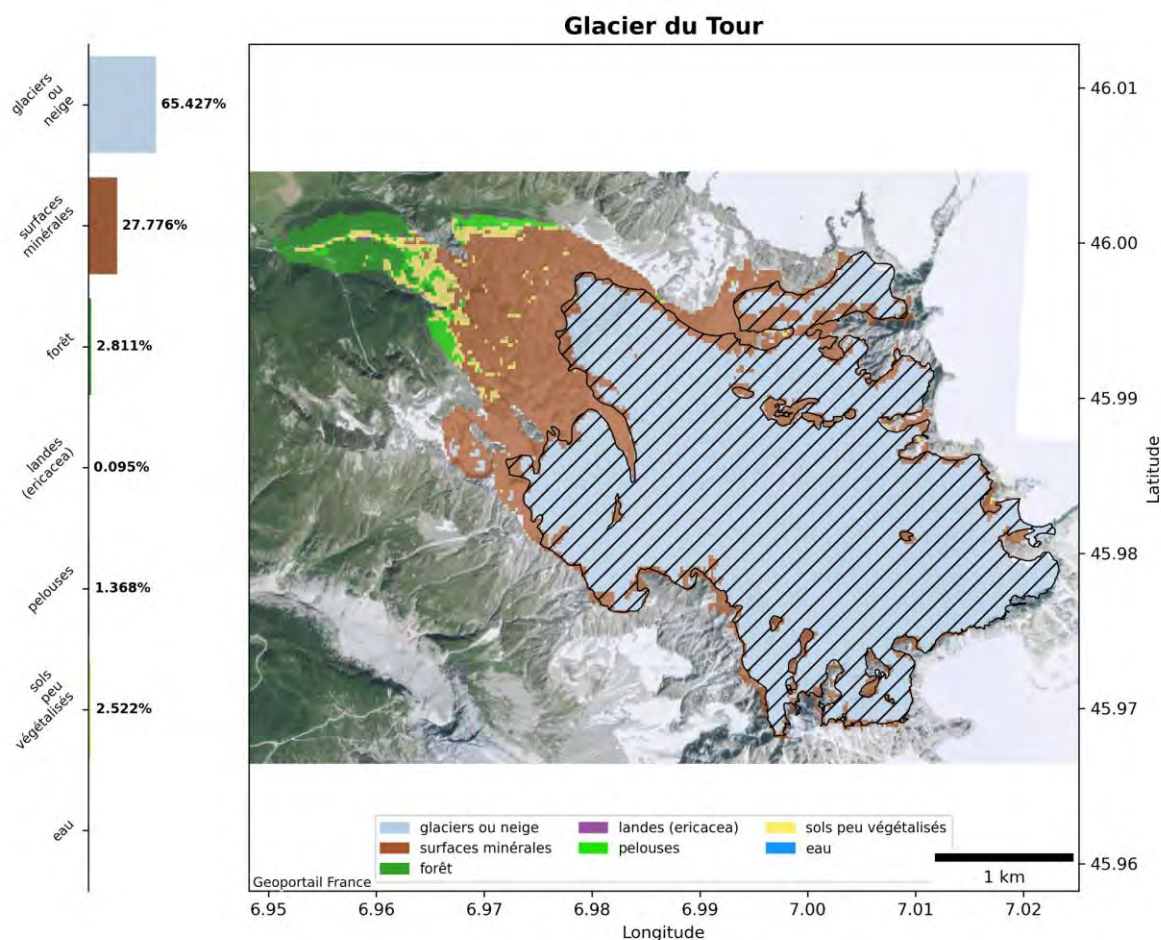
## 2.9. Analyse de l'occupation du sol dans l'ensemble des alpes françaises

Afin d'aller plus loin dans l'analyse de la formation d'écosystèmes suite au retrait glaciaire et notamment grâce au soutien financier de la Fondation Université Savoie Mont Blanc, Adrien Guérou a été engagé en post-doc au laboratoire CARRTEL de l'USMB par Florent Arthaud à partir de janvier 2023. Au printemps 2023 et après une phase d'appropriation méthodologique et thématique, Adrien a produit les premières analyses à l'échelle des Alpes françaises, à partir de la cartographie des glaciers au Petit Âge Glaciaire en cours de finalisation dans le cadre de Ice&Life. Des analyses de données *Landsat* et *Sentinels* en collaboration avec Arthur Bayle du laboratoire LECA de l'Université Grenoble-Alpes sont en cours et permettront d'avoir une vision large sur l'occupation des sols dans les zones désenglacées et l'évolution de cette occupation dans le temps. Dans les secteurs libérés des glaces, ces analyses permettent de distinguer les zones enneigées, les surfaces minérales (sols nus), de végétation discontinue, de pelouses, de landes, de forêts et d'eau douce. La détection des petites pièces d'eau (gouilles, mares, petits lacs) et des cours d'eau nécessite encore des développements méthodologiques et technologiques, mais les premiers résultats montrent une bonne cohérence avec les observations de terrain. À l'échelle des Alpes françaises, les surfaces minérales prédominent encore largement les zones désenglacées, en raison de leur "jeunesse", des conditions topoclimatiques et écologiques "extrêmes" (forte couverture annuelle en neige, froid, rareté des nutriments, etc.) et des dynamiques géomorphologiques post-glaciaires. Dans les secteurs les plus bas en altitude et désenglacés depuis plusieurs dizaines d'années (notamment dans le massif du Mont-Blanc), des forêts principalement d'épicéas et de mélèzes se développent. En 2024, ces analyses seront étendues pour la première fois à l'ensemble des Alpes.



Premiers résultats obtenus sur l'analyse de l'occupation des sols dans le secteur des glaciers de la Vanoise (Savoie) à partir d'analyse sur les données satellites *Sentinel-2* (Guerou, Bayle, Arthaud et al. en préparation)





Premiers résultats obtenus sur l'analyse de l'occupation des sols dans le secteur du Tour (Haute-Savoie) à partir d'analyse sur les données satellites *Sentinel-2* (Guerou, Bayle, Arthaud et al. en préparation)

## 2.10. Suivi de lacs formés par le retrait glaciaire



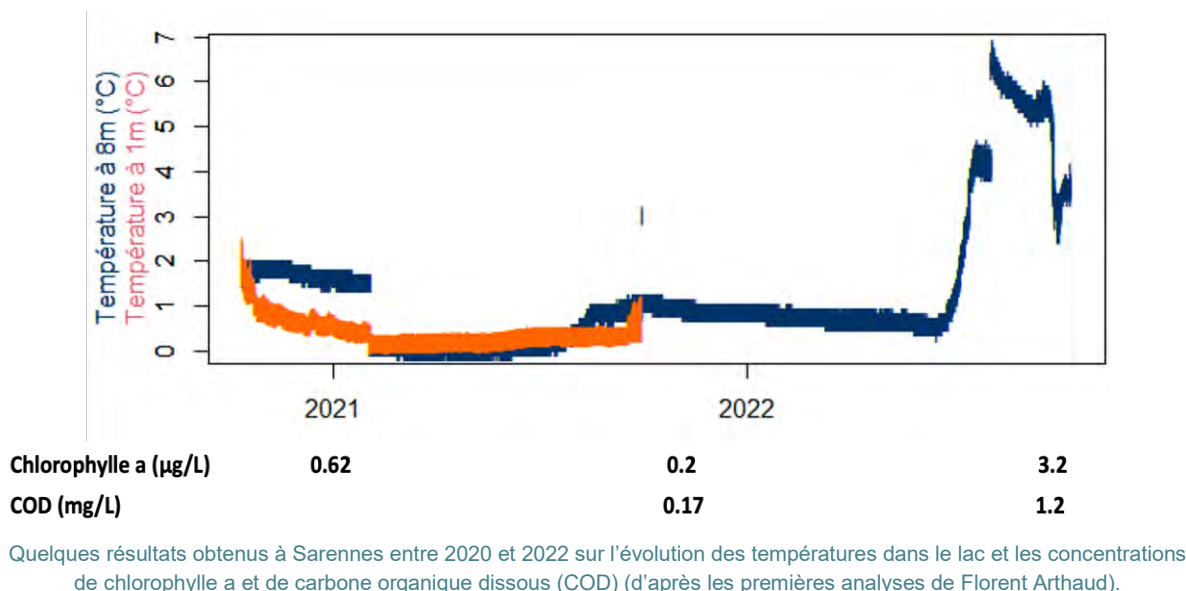
En lien avec le réseau Lacs Sentinelles (coordonné par Asters-CEN74) et le suivi des nouveaux lacs glaciaires de l'Arpont (Parc National de la Vanoise) et du Pavé (Parc National des Ecrins- Pole ECLA-OFB), les lacs de Bionnassay (1800m, Mont-Blanc, Haute-Savoie) et de Sarennes (2800m, Grandes Rousses, Isère) ont été équipés de capteurs haute-fréquence (température, oxygène, luminosité) afin de suivre l'évolution des conditions physiques de ces jeunes lacs dans un contexte retrait glaciaire (et de disparition glaciaire pour Sarennes). Des prélèvements d'eau, de phytoplanctons et de zooplanctons sont également effectués annuellement pour connaître et suivre l'évolution des conditions chimiques et des communautés biologiques de ces lacs. De plus, une caméra fixe haute définition a été achetée et installée par Luc Moreau au front du glacier de Tré la Tête dans la RNN des Contamines-Montjoie en Haute-Savoie, permettant à partir du début de l'été 2023, de documenter la formation d'un lac proglaciaire important.





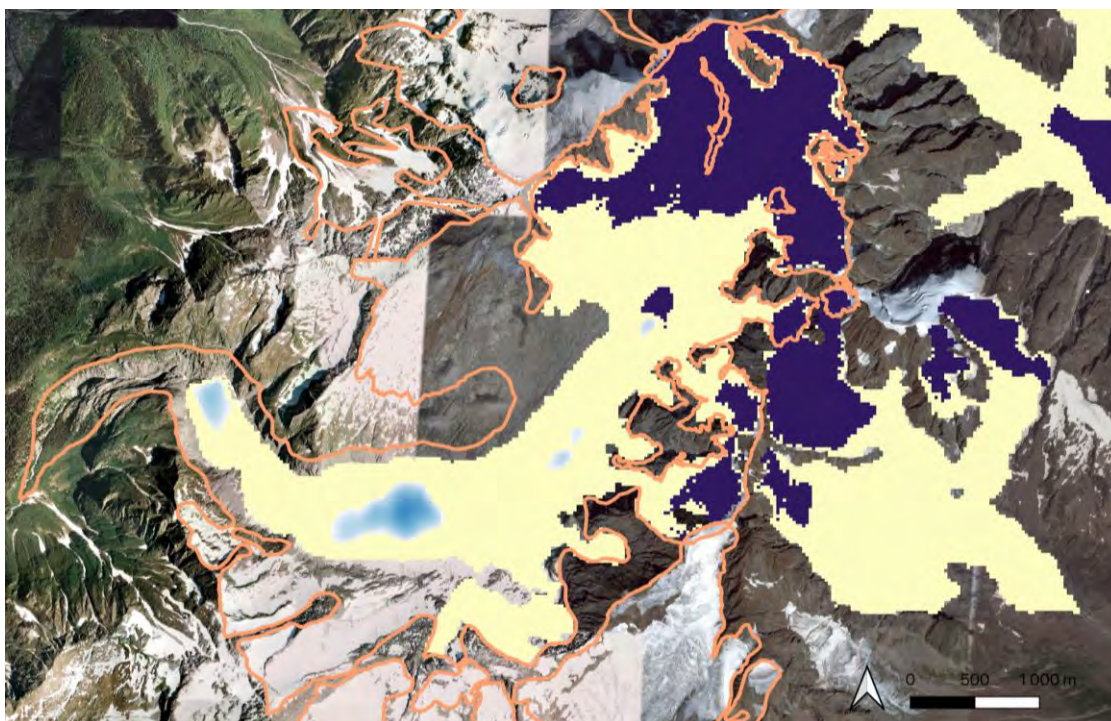
Campagnes de terrain sur les lacs de Bionnassay (en haut) et de Sarennes (en bas). Ces deux lacs se sont développés dans des contextes bien différents: en moyenne montagne, connecté à un grand glacier et cerné de zones en cours de végétalisation à Bionnassay et en haute montagne minéral et bientôt désenglacée à Sarennes.

La collecte des données et l'analyse des premiers résultats montrent les conditions extrêmes qui prévalent dans ces lacs, couverts de glace une grande partie de l'année et aux eaux particulièrement froides et turbides. Dans le lac de Bionnassay par exemple, la température de l'eau ne dépasse pas 4°C au cours de l'année et la présence de grande quantité de sédiments en suspension (argile, limon, sables produits par l'érosion glaciaire en amont) empêche la diffusion de la lumière et limite l'activité photosynthétique au-delà de quelques dizaines de centimètres de profondeur dans ce lac dont la profondeur maximale est d'environ 15m. Des planctons, adaptés à ces conditions extrêmes, colonisent cependant ce lac en faible abondance. Le lac de Sarenne, situé quant à lui à plus haute altitude et dans un contexte très minéral, semble montrer un changement de fonctionnement suite à la disparition du glacier dans le bassin versant. Les températures qui étaient stables à environ 1°C pour l'ensemble des 2 premières années suivies ont dépassé 6°C lors de l'été 2022. Le lac a également présenté une coloration gris-vert ce même été lié à l'augmentation de l'activité biologique et confirmé par les concentrations plus élevées de chlorophylle *a* et de carbone organique dissous (voir figure ci-dessous). Cette tendance sera bien entendu à analyser sur une période plus longue. Les capteurs montrent également que les grandes avalanches survenant dans ce bassin situé dans le domaine skiable de l'Alpe d'Huez peuvent faire disparaître la glace de surface du lac en hiver et profondément modifier son fonctionnement (oxygénation, pression, etc.). Ces premiers résultats ont été présentés et discutés avec d'autres spécialistes lors d'une conférence sur les nouveaux lacs glaciaires de Florent Arthaud et Jean-Baptiste Bosson le 25 mai 2023 à la station de INRAE-CARTEL de Thonon.



## 2.11. Modélisation future

Grâce aux travaux de modélisation de notoriété mondiale produits par Matthias Huss (ETHZ, UNIFR, EAWAG), l'équipe du projet a réalisé une étude inédite sur le devenir de l'ensemble des glaciers de la planète (en dehors des deux calottes du Groenland et de l'Antarctique) et sur l'apparition de secteurs désenglacés aquatiques ou terrestres. L'analyse des données et l'effort d'écriture a été mené entre 2021 et 2023 et a abouti à une publication dans la revue scientifique *Nature* en août 2023. Le pdf de l'article est [disponible ici](#). Ci-dessous le communiqué de presse et certains des principaux résultats produits:



Modélisations produites pour l'ensemble des glaciers de la planète et synthétisées dans l'article publié par l'équipe scientifique du projet dans la revue *Nature* en août 2023. Les résultats sont présentés ici pour le glacier de Tré la Tête dans le sud du massif du Mont-Blanc (RNN des Contamines Montjoie) avec en orange, l'extension glaciaire au Petit Âge Glaciaire (~1850), en jaune en 2000 (RGI V6), en violet en 2100 d'après un scénario médian d'émission (SSP245). En bleu et suivant la profondeur potentielle, les zones de surcreusement modélisées et pouvant induire la formation de lacs.

### Communiqué de presse

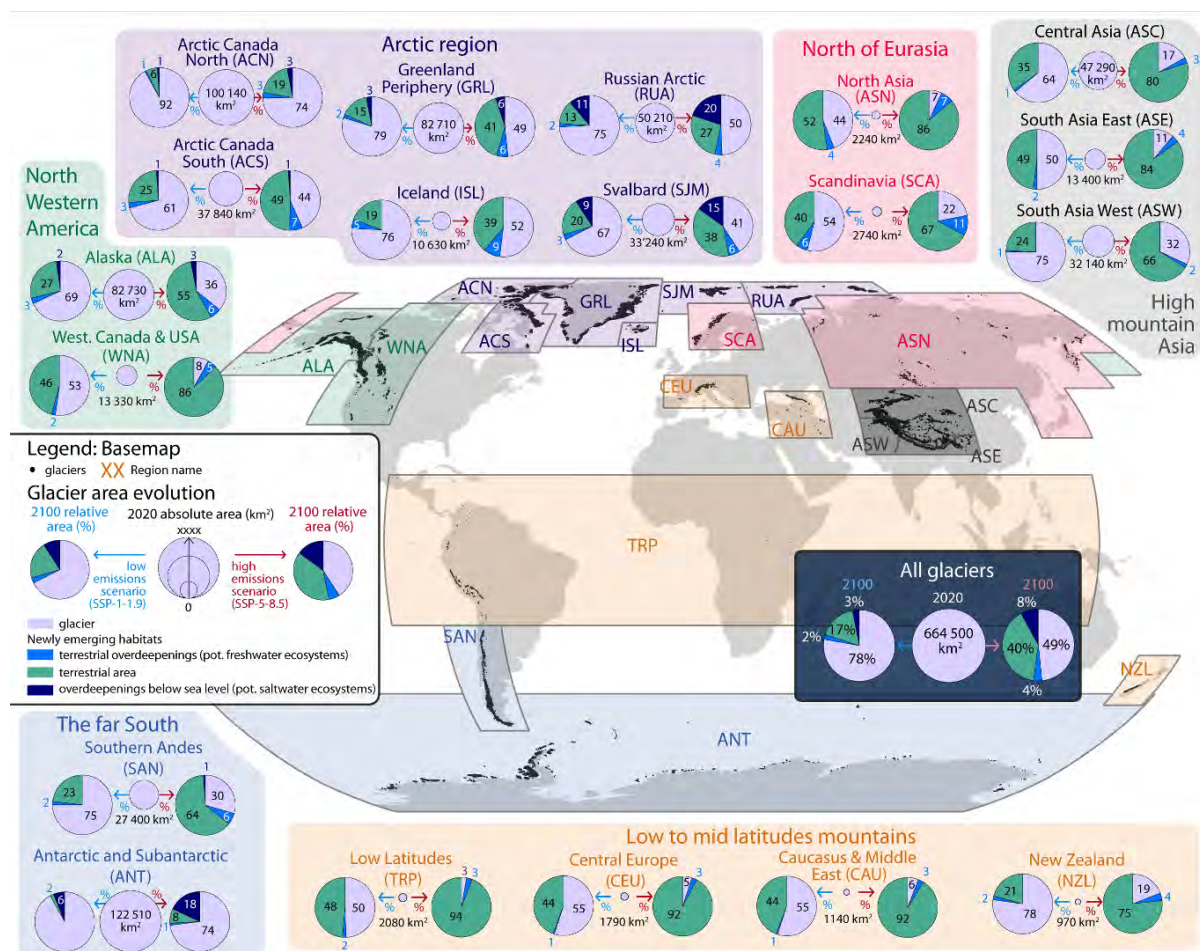


# Un voyage inédit dans le futur des zones couvertes par les glaciers

ou pourquoi et comment protéger les glaciers et les écosystèmes qui leur succèdent?

L'intensification du dérèglement climatique anthropique bouleverse notre planète, générant en particulier une rapide et inquiétante fonte des glaciers. Dans un voyage dans le futur inédit pour l'Humanité, une équipe de glaciologues et d'écologues modélisent et explorent dans la prestigieuse revue *Nature* l'évolution des glaciers sur Terre d'ici à 2100. Ils projettent également la formation d'écosystèmes terrestres, marins et d'eau douce dans les zones qui seront libérées des glaces. Faisant partie des rares espaces naturels intacts sur notre planète, les glaciers et les écosystèmes post-glaciaires jouent un rôle fondamental pour faire face aux défis du dérèglement climatique, de l'accès à l'eau douce et de l'effondrement du vivant. Alors que l'ONU vient de déclarer 2025 comme l'*Année internationale de la préservation des glaciers*, cette étude montre comment l'atténuation du changement climatique et l'augmentation des mesures de protection *in situ* peuvent décisivement protéger les glaciers et les écosystèmes post-glaciaires.

La communauté scientifique a réalisé d'énormes progrès pour quantifier et anticiper l'évolution des volumes de glace sur Terre. Cependant, aucune analyse détaillée globale n'existait sur l'évolution future des surfaces glaciaires et sur ses conséquences écologiques. Grâce à des modélisations détaillées, une équipe franco-suisse a analysé l'évolution des 210 000 glaciers de notre planète (à l'exception des calottes continentales Antarctique et Groenlandaise), ainsi que la topographie et les températures de l'air des zones qui émergeront du retrait glaciaire d'ici à 2100. Les principaux résultats montrent que :



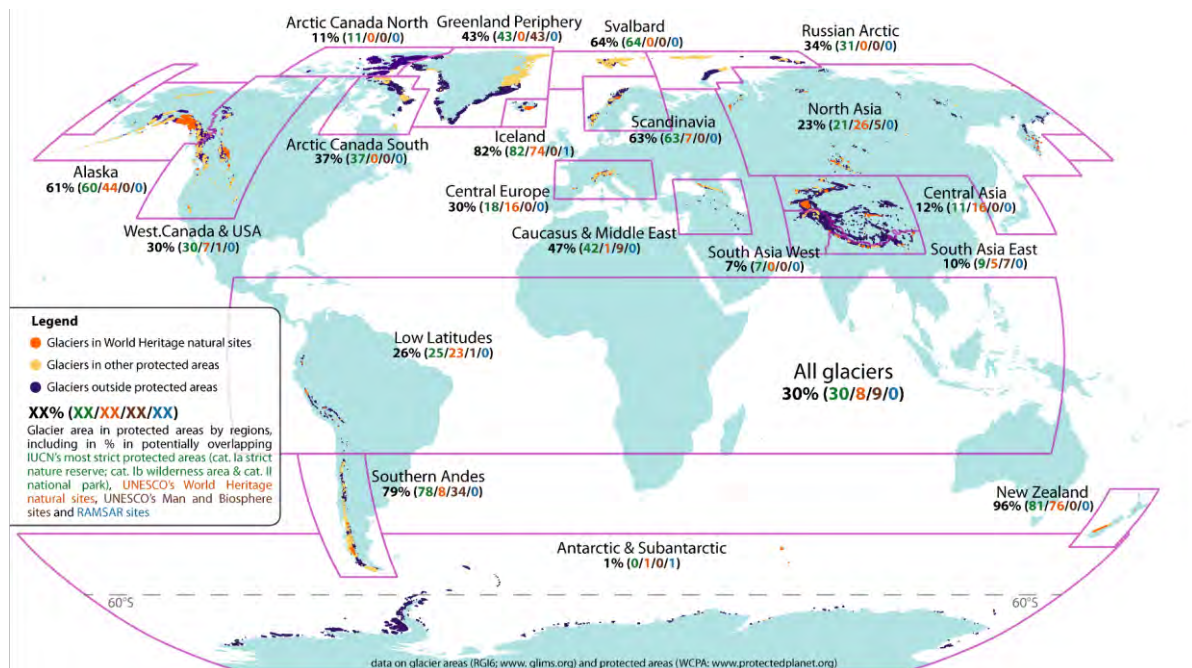
Evolution des surfaces glaciaires (points noirs sur la carte) et apparition de surfaces désenglacées entre 2020 et 2100 sur Terre (tirée de Bosson et al., 2023, Future emergence of new ecosystems caused by glacier retreat, *Nature* 620: 562-569).



- **Les glaciers couvraient 665 000 km<sup>2</sup> en 2020 (environ la surface de l'Afghanistan).** En fonction des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre, **cette surface devrait diminuer de 22 ± 8 à 49 ± 15% d'ici 2100.** Les **espaces désenglacés devraient ainsi s'étendre de 149 000 ± 55 000 (la surface du Népal) à 339 000 ± 99 000 km<sup>2</sup> (la surface de la Finlande)** et seront composées de zones terrestres (78%), de dépressions sous-marines (14%) et continentales (8%), permettant respectivement le développement de **grands écosystèmes terrestres** (zones minérales, pelouses, landes, forêts, etc.), **marins** (fjords, lagons, littoraux) **et d'eau douce** (lacs, milieux humides, rivières). En fonction des projections climatiques, ces écosystèmes post-glaciaires seront soit de taille limitée et majoritairement soumis à des conditions écologiques extrêmes, offrant des **refuges pour une biodiversité adaptée**, soit vastes et caractérisés par des conditions écologiques plus favorables qui permettront **l'arrivée d'espèces généralistes**.
- Les glaciers et les écosystèmes post-glaciaires jouent un **rôle majeur dans l'atténuation** (albédo, séquestration carbone) **et dans l'adaptation face au changement climatique**, pour **garantir l'accès à l'eau douce** dans de nombreuses régions, **limiter l'élévation du niveau marin** et **enrayer le déclin de la biodiversité**. Malgré leur importance, ces écosystèmes sont encore peu reconnus dans les politiques de protection de la nature et **moins de 50% des surfaces glaciaires sont situées dans des aires protégées**. Les auteurs montrent comment **l'atténuation du changement climatique** - pour laquelle les glaciers peuvent générer des mobilisations et des actions politiques inédites, comme récemment observé en Suisse - **permettra de sauver une immense partie des masses de glace sur Terre**. En parallèle et en lien avec les populations locales, le **développement d'aires protégées sur ces biens communs** - les glaciers et les écosystèmes post-glaciaires sont principalement situés sur des espaces publics ou communautaires - **garantira l'intégrité et les fonctionnalités de ces écosystèmes clés et limitera les menaces anthropiques grandissantes**.

Les résultats de cette étude font écho aux appels et engagements internationaux sur **l'urgence et la nécessité d'intensifier conjointement l'atténuation du changement climatique** (6ème rapport de synthèse du GIEC en 2023), **la préservation de la ressource en eau** (conférence de l'ONU sur l'eau en 2023) **et la protection de la nature** (cadre mondial de la biodiversité de Kunming à Montréal en 2022). Dans ce contexte et à l'orée de l'*Année internationale pour la préservation des glaciers*, **la protection des glaciers et des écosystèmes post-glaciaires permettront de contribuer simultanément et décisivement à ces défis sans précédents**.

Cette recherche a été menée dans le cadre du **projet Ice&Life**. Développé par Jean-Baptiste Bosson à Asters - Conservatoire d'Espaces Naturels de Haute-Savoie, il vise à **associer science et conservation de la nature, société civile, milieu académique et acteurs publics pour mieux connaître et protéger les glaciers et les écosystèmes qui leur succèdent**.



Mesures de protection sur les glaciers sur Terre (tirée de Bosson et al., 2023, Future emergence of new ecosystems caused by glacier retreat, *Nature* 620: 562-569).

## Quelques données clés de l'étude

Couleur des résultats: modélisation en 2100 avec un scénario de **faible émission de gaz à effet de serre (SSP119, accord de Paris)** ou **fort émission (SSP585, business as usual)**

En noir résultats mondiaux, en vert pour l'Europe (essentiellement les Alpes)

### Glaciers (calculs Matthias Huss)

- Surface des 210 000 glaciers en 2020 (en dehors des deux calottes antarctique et groenlandaises) : 665 000 km<sup>2</sup> (équivalent à celle de l'Afghanistan ou de la France (avec territoires hors métropoles))
- Surface des 3450 glaciers en 2020: 1790 km<sup>2</sup> (équivalent 4% de la Suisse)
- Surface des glaciers en 2100 par rapport à 2020 : -22 ± 8% à -51 ± 15%
- Surface des glaciers en 2100 par rapport à 2020 : -45 ± 26% à -95 ± 6%
- Volume des glaciers en 2100 par rapport à 2020 (135 000 km<sup>3</sup> d'eau) : -21 ± 7% à -46 ± 17%
- Volume des glaciers en 2100 par rapport à 2020 (80 km<sup>3</sup> d'eau) : -58 ± 29% à -98 ± 3%
- Nombre de glaciers en 2100 par rapport à 2020 (210 000) : -29 ± 14% à -51 ± 15%
- Nombre de glaciers en 2100 par rapport à 2020 (3450) : -50 ± 29% à -97 ± 4%

### Glaciers vs. aires protégées (calculs Guillaume Costes)

- Surface des glaciers en aire protégée : protection forte 30 % ; autre protection 1% ; Patrimoine Mondial UNESCO 8% ; Man and Biosphere UNESCO 9% ; Convention Ramsar 0,1%.
- Surface des glaciers couverts par le Traité de l'Antarctique (au sud du 60°S) : 17%
- Surface des glaciers en aire protégée : protection forte 18 % ; autre protection 13% ; Patrimoine Mondial UNESCO 16% ; Man and Biosphere UNESCO 0% ; Convention Ramsar 0%.

### Surface désenglacées (calculs Matthias Huss)

- Surface désenglacées entre 2020 et 2100 : 149 000 ± 55 000 km<sup>2</sup> (surface Népal) à 339 000 ± 99 000 km<sup>2</sup> (surface Finlande)
- Surface désenglacées entre 2020 et 2100 : 810 ± 460 km<sup>2</sup> à 1700 ± 120 km<sup>2</sup>
- Surface désenglacées terrestres entre 2020 et 2100 : 116 000 ± 56 000 km<sup>2</sup> à 265 000 ± 102 000 km<sup>2</sup>
- Surface désenglacées terrestres entre 2020 et 2100 : 780 ± 460 km<sup>2</sup> à 1640 ± 120 km<sup>2</sup>
- Surface désenglacées dépressions terrestres (pot. eau douce) entre 2020 et 2100 : 10 800 ± 21 400 km<sup>2</sup> à 26 000 ± 44 000 km<sup>2</sup>
- Surface désenglacées dépressions terrestres (pot. eau douce) entre 2020 et 2100 : 23 ± 12 km<sup>2</sup> à 54 ± 6 km<sup>2</sup>
- Surface désenglacées dépressions sous-marines entre 2020 et 2100 : 21 800 ± 8600 km<sup>2</sup> à 47 200 ± 17 300 km<sup>2</sup>
- Composition des zones englacées en 2100 : 78 ± 38% / 78 ± 30% surfaces terrestres, 7 ± 14% / 8 ± 13% dépressions terrestres et 15 ± 6% / 14 ± 5% dépressions sous marines
- Composition des zones englacées en 2100 : 97 ± 57% / 97 ± 7% surfaces terrestres, 3 ± 2% / 3 ± 0% dépressions terrestres
- Nombres dépressions terrestres et sous marines dans zones désenglacées en 2100 : 78 000 ± 29 500 / 185 100 ± 44 500
- Nombres dépressions terrestres dans zones désenglacées en 2100 : 410 ± 220 / 860 ± 70
- Volume dépressions terrestres et sous marines dans zones désenglacées en 2100 : 3950 ± 690 km<sup>3</sup> / 8960 ± 2040 km<sup>3</sup>
- Volume dépressions terrestres dans zones désenglacées en 2100 : 0,3 ± 0,2 km<sup>3</sup> / 0,7 ± 0,1 km<sup>3</sup>
- Volume dépressions terrestres et sous marines dans zones désenglacées en 2100 par rapport au volume glaciaire 2020 : 3 ± 1% / 7 ± 2%
- Volume dépressions terrestres dans zones désenglacées en 2100 par rapport au volume glaciaire 2020 : 0,3 ± 0,2 % / 0,9 ± 0,1 %
- Volume dépressions terrestres et sous marines dans zones désenglacées en 2100 par rapport au volume glaciaire 2100 : 4 ± 1% / 12 ± 3%
- Volume dépressions terrestres dans zones désenglacées en 2100 par rapport au volume glaciaire 2100 : 0,8 ± 0,5 % / 42 ± 5 %
- Pente médiane dans zones terrestres désenglacées entre 2020 et 2100 : 21,5° à 20,5°
- Pente médiane dans zones terrestres désenglacées entre 2020 et 2100 : 24,5° à 24,5°
- Profondeur médiane dans dépressions désenglacées entre 2020 et 2100 : 81,5 m à 81,5 m
- Profondeur médiane dans dépressions désenglacées entre 2020 et 2100 : 8,5 m à 7,5 m
- Température annuelle de l'air médiane dans zones terrestres désenglacées entre 2020 et 2100 : -5,25°C à 0,25°C
- Température annuelle de l'air médiane dans zones terrestres désenglacées entre 2020 et 2100 : -2,25°C à 1,25°C
- Température annuelle de l'air médiane au dessus dépressions désenglacées entre 2020 et 2100 : -3,25°C à 2,25°C
- Température annuelle de l'air médiane au dessus dépressions désenglacées entre 2020 et 2100 : -1,25°C à 2,75°C

Ordre de grandeur séquestration carbone dans les sols émergents du retrait glaciaire (calcul Jérôme Poulenard)



- Surface désenglacées entre 2020 et 2100 (min, moy, max) : 12,8; 47,3; 128,3 Mt de carbone du sol à 27,2; 84,5; 272,4 Mt de carbone du sol

## 2.12. Comité scientifique 2023

Au cours de la période 2022-2023, de nombreuses réunions scientifiques ont été menées (réunion collectives, bilatérales, en présentiel (notamment au Bourget du Lac dans les locaux du laboratoire CARRTEL) ou en visio. Afin de réfléchir collectivement à une stratégie scientifique à moyen terme, l'ensemble de l'équipe de recherche et des partenaires du projet ont été notamment réunies les 27 et 28 avril 2023. Des présentations sur les différentes avancées du projets ont eu lieu (campagnes de terrain, travaux en télédétection, outils réglementaires de protection, etc.). Nous remercions chaleureusement le CAUE 74 d'avoir mis à disposition la salle de réunion de l'îlot S (Annecy), pour réaliser cet événement.

Personnes présentes: Matthias Huss (ETHZ), Florent Arthaud (laboratoire CARRTEL), Jérôme Poulenard (laboratoire EDYTEM), Sophie Cauvy Fraunié (INRAE), Mauro Fischer (Institut de Géographie & Centre Oeschger pour la recherche sur le changement climatique (OCCR), Philippe Billet (CNRS – UMR 5600 – EVS-IDE) Université Lyon 3), Michel François (CDC Banque des territoires), Jean Christophe Poupet (WWF France), Jean Christophe Clément (laboratoire CARRTEL), Ilann Bourgeois (laboratoire CARRTEL), Adrien Guerou (Laboratoire CARRTEL). Equipe Ice&Life d'Asters CEN74 mobilisé sur cet événement : Jean-Baptiste Bosson, Kenzo Héas, Manon Salerno, Chloé Chabert, Guillaume Costes.



## Et pour 2024-2025 ?

Dans le prolongement des premières productions scientifiques du projet Ice&Life, les travaux vont se poursuivre au sein du consortium de chercheurs. Des avancées et publications sont notamment attendues autour de la finalisation de la **cartographie du Petit Âge Glaciaire dans les Alpes françaises** (Jean-Baptiste Bosson et Marie Gardent avec la contribution de glaciologues et géomorphologues de référence), de l'analyse de l'**occupation du sol dans les surfaces englacées au Petit Âge Glaciaire dans l'ensemble de l'arc alpin** (Adrien Guerou, Arthur Bayle, et al.), sur les **nouveaux lacs glaciaires** (Florent Arthaud et al.), sur les **invertébrés aquatiques** (Sophie Cauvy-Fraunié, Manon Salerno et al.), sur le **flux de nutriments dans les écosystèmes post-glaciaires** (Ilann Bourgeois, Jean-Christophe Clément et al.) et sur le **droit des glaciers et écosystèmes post-glaciaires** (Philippe Billet et al.). Un projet de recherche sera déposé en 2024 avec les géomorphologues Virginia Ruiz-Villanueva et Mauro Fischer (Université de Berne) sur les interactions entre les nouvelles forêts et rivières dans les espaces désenglacés.

### 3. Actions de communication



Bivouac à la belle étoile lors de la campagne de terrain dans les zones désenglacées de Blaitière et des Nantillons (Chamonix, août 2023)

Les actions de communication ont été volontairement *limitées* pendant la période 2022-2023, consacrée essentiellement à la construction d'un socle de connaissance scientifique légitimant le projet, ses messages clés et ses propositions de solutions. Différentes actions ont cependant été réalisées et la publication de l'article dans *Nature* et la valorisation du projet par les partenaires et en particulier par le WWF-France ont d'ores et déjà largement contribué à donner une forte exposition aux actions menées dans le cadre de Ice&Life.

#### 3.1. Création d'un site internet

Un des objectifs du projet est de pouvoir partager au maximum les connaissances scientifiques produites mais aussi les messages clés sur l'importance de la préservation des glaciers et des écosystèmes post-glaciaires. Un site internet du projet - [www.iceandlife.com](http://www.iceandlife.com) - a été développé dans cette optique au printemps 2023 et publié au mois de juin, permettant de disposer d'une page *vitrine* volontairement courte et synthétique en français et en anglais. Le contenu du site internet a été réalisé par Kenzo Héas et Jean-Baptiste Bosson. Les actualités du projet sont publiées sur le site internet au fur et à mesure des avancées. Le site a été réalisé par la prestataire SASU CHIMERA FILMS.



## Protéger les glaciers et les zones désenglacées d'aujourd'hui et de demain

Un projet novateur entre la science et la conservation de la nature

Bandeau supérieur du site [www.iceandlife.com](http://www.iceandlife.com)

### 3.2. Retombées de la publication de l'article dans *Nature* et travail mené en collaboration avec le WWF-France

Des échanges avec l'équipe du WWF-France (notamment Jean-Christophe Poupet et Margaux Béal) au printemps 2023 ont permis de travailler sur un plan stratégique de communication, en cours de finalisation. Afin de construire un récit commun et robuste, un travail sur les éléments de langage a permis de structurer les objectifs. L'enjeu de ces réflexions était à la fois de préciser les messages clés du projet afin de les partager aux partenaires et créer une adhésion et cohérence collective, d'imaginer et anticiper les questions qui pourraient être posées et d'apporter des réponses pertinentes et convaincantes. Il ne s'agit pas de préparer un discours figé mais d'identifier le message essentiel et les éléments tangibles sur lesquels appuyer une prise de parole. L'objectif est aussi de clarifier des situations complexes en émettant des messages simples compréhensibles par le plus grand nombre.

La publication de l'article scientifique dans *Nature* le 16 août 2023 a été valorisée par les différents auteurs et leurs institutions respectives dans un communiqué de presse (texte ci-dessus pages 29-30). La revue *Nature* a également produit et diffusé un communiqué de presse et l'article a bénéficié de deux reprises internes dans la revue *Nature News* (Melting glaciers will reveal vast new ecosystems in need of protection par le journaliste de *Nature* Jeff Tollefson) et *Nature News & Views* (The great melt will shape unprotected ecosystems par l'écologue franco-canadien Nicolas Lecomte), disponibles à l'adresse :

<https://www.nature.com/articles/s41586-023-06302-2>.

De nombreuses sollicitations médiatiques ont été adressées et partagées entre les auteurs, permettant notamment de valoriser la publication et ses messages clés dans *ABC News*, *Libération*, *Le Figaro*, *RTS*, *Der Tagespiegel*, *Associated Press*, *Publico*, *El Espanol*, *Polar Journal*, etc. Jean-Christophe Clément (USMB CARRTEL a notamment été interviewé en direct par la BBC.

D'après *Altmetric* qui recense les reprises médiatiques, les citations et les posts sur les réseaux sociaux des publications scientifiques, l'article a été notamment valorisé dans 243 tweets (touchant potentiellement 6 millions de personnes). L'article se classe dans les 1% des articles scientifiques ayant le plus d'impact (1,606 sur 345,608 articles du même âge) dans l'ensemble des publications scientifiques mondiales et dans les 15% ayant le plus d'impact des articles publiés par *Nature* (146 sur 1,032 articles du même âge) d'après *Altmetric*.

<https://nature.altmetric.com/details/152988414>

Afin de valoriser la publication de l'article et l'ensemble du projet, une conférence de presse a été organisée par WWF-France et Asters-CEN74 le 26 septembre 2023 à Paris dans les locaux du WWF-France. Cet événement a grandement contribué à la médiatisation du projet Ice&Life au niveau national, générant de nombreuses interviews et deux visites de presse (le 5 octobre 2023 à Bionnassay en présence de nombreux scientifiques et partenaires du projet, de journalistes de *France Inter* et de *la Croix* ; le 9 octobre 2023 à Tré la Tête en présence de journalistes du *Monde* et de l'*Agence France Presse*). D'après un recensement non-exhaustif (voir notamment en annexe 3), plus de 70 médias nationaux et internationaux comme *France Info*, *Le Monde*, *France Inter*, *La Croix*, *TF1*, *Reporterre*, *France Culture*, *TV5monde*, *Libération*, *RTS*, *Le Figaro*, *Le Dauphiné Libéré*, *Ouest France*, *Alpine Mag* (etc.) ont couvert la publication de l'article et le projet.

<https://www.wwf.fr/vous-informer/actualites/projet-ice-life-une-etude-inedite-des-ecosystemes-post-glaciaires>

À noter également que dans le cadre du *One Planet Polar Summit* organisé à Paris par l'Etat Français du 8 au 10 novembre 2023, Jean-Baptiste Bosson a été invité au journal de TV5 monde pour parler de l'évolution des glaciers et du projet Ice&Life le 9 novembre 2023.

<https://information.tv5monde.com/international/video/environnement-la-nouvelle-edition-du-one-polar-summit-dedice-aux-glaces-2675002>

**bleu**

Grille des programmes Podcasts

**Ice and life, un projet ambitieux, pour protéger nos glaciers**

Vendredi 21 janvier 2022

ÉCOUTER (3 MIN)

**Un glaciologue répond à cinq questions sur les glaciers**

Publié le 29/07/2022 16:14

Brut.

sous forme de fonte.

**One Planet Polar Summit : dans les Alpes, la fonte des glaciers révèle une nature fragile**

Publié le 09/11/2023 09:25 Mis à jour le 09/11/2023 11:52

francinfo - B. Mousset, A. Chanteloup

**TF1 INFO**

**Des écosystèmes "bébés"**

C'est le rôle du projet Ice&Life basé en Haute-Savoie en France. Dans cette région, les glaciers ont perdu 30% de leur surface depuis 1850, mais ont aussi laissé place à de nouvelles forêts, prairies, lacs ou zones humides. "Le message numéro un, c'est qu'il faut empêcher les glaciers de fondre et appliquer les Accords de Paris pour stabiliser le climat pour les sauver (...) mais l'enjeu est aussi de protéger ces nouveaux écosystèmes, à très haute valeur", souligne pour TF1info Jean-Baptiste Bosson, glaciologue et coordinateur du projet Ice&Life. Avec son équipe, il étudie les retraits glaciaires aux quatre coins du monde, mais plus particulièrement dans le massif du Mont-Blanc, et œuvre à la protection des nouvelles étendues qui se créent et qui pourraient, à terme, attirer les convoitises d'entreprises ou de domaines skiables en raison des espaces, de l'eau ou des minerais qu'elles recèlent.

"Ces écosystèmes ont une très haute valeur pour plusieurs raisons. La première, c'est pour la biodiversité et par rapport à leur naturalité. Ce sont des écosystèmes 'bébés' qui

**Jean-Baptiste Bosson & Etienne Klein : "Les glaciers ont permis à la biodiversité de prospérer"**

France Inter

**Reporterre**

**« Nous ne savons pas vivre sans glacier »**

Alors que les glaciers sont menacés de disparition par le changement climatique, la France organise le One Planet – Polar Summit. Mais ses objectifs manquent d'ambition, dit le glaciologue Jean-Baptiste Bosson.

**La fonte des glaciers, une perte pour le climat mais un gain pour la biodiversité ?**

Depuis l'ère préindustrielle, la fonte des glaciers continue inlassablement. Mais derrière les géants gelés apparaissent de nouveaux écosystèmes primaires, que chercheurs et ONG appellent à préserver avant que l'être humain ne s'en empare.

**La langue terminale du glacier de Bossons, au rive du Mont-Blanc.**

La vie trouve toujours un chemin, si tant est que l'être humain consente à l'y autoriser. Tel est en quelque sorte l'appel de Jean-Baptiste Bosson. Ce glaciologue suisse travaille à Annecy pour le Conservatoire des espaces naturels de Haute-Savoie (Asters). Il est également membre du Conseil national de la protection de la nature (CNP), du Conseil national de la montagne (CNM) et de l'Union internationale pour la conservation de la nature (IUCN). Et depuis quelques années, il mène, en compagnie de l'antenne française du Fonds mondial pour la nature (WWF France), un programme de recherche inédit intitulé « Ice & Life ». L'objectif ? Mieux connaître, pour ainsi mieux protéger, les écosystèmes « post-glaciaires ».

**Avec la fonte des glaciers, l'émergence de nouveaux territoires à protéger : « On assiste à la naissance d'un écosystème »**

Par Perrine Mouterde (Les Contamines-Montjoie (Haute-Savoie), envoyée spéciale)

Publié le 14 octobre 2023 à 11h30, modifié le 15 octobre 2023 à 09h02

Lecture 4 min.

**REPORTAGE | D'ici à 2100, jusqu'à 340 000 kilomètres carrés de terrain pourraient être désenglacés, laissant apparaître forêts, lacs ou zones minérales. Des espaces témoins du réchauffement, qui risquent de susciter des convoitises.**

« Ici, on entre dans de nouveaux écosystèmes. » Le glaciologue Jean-Baptiste Bosson désigne un versant couvert de forêt, en face du sentier qui grimpe au-dessus des Contamines-Montjoie (Haute-Savoie). Des mélèzes, des bouleaux, des aulnes.

Extrait d'articles de presse et médias évoquant Ice&Life en 2022 et 2023



### 3.3. Conférences réalisées

L'équipe du projet Ice&Life et notamment à Asters-CEN74 a été invitée à présenter le projet et ses premiers résultats dans plus de 50 conférences publiques et pour les professionnels, principalement en France et ponctuellement en Suisse. Ces moments de présentation et d'échanges ont été très importants pour partager les messages clés et nouer des contacts et des collaborations.

Titre	Conférencier.e	Lieux	Date
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Lausanne	23/01/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Lyon	18/03/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Annecy	06/04/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Thonon les bains	29/04/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Chamonix	03/05/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Arc et Senans (Congrès RNF)	05/05/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Saint-Julien-en-Genevois	06/05/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Menthon-St-Bernard	09/05/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Sallanches	07/06/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Passy	22/06/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Taninges	27/07/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Chamonix	11/08/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Arles (Agir pour le Vivant)	24/08/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Les Saisies	17/09/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	St-Pierre en Faucigny (DDT74)	07/10/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Annecy (Congrès RNF)	10/10/2022
“Des zones humides et des Hommes, vers un nouveau chapitre ?”	Manon Salerno et Kenzo Héas	Doussard (Congrès RNF)	12/10/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Tagliu (Congrès CEN)	20/10/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Grenoble	11/11/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Paris	17/11/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Paris (avec WWF-France)	22/11/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Paris (UICN France)	25/11/2022
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Genève	08/12/2022
“Les glaciers disparaissent, vers un nouveau chapitre de la vie”	Kenzo Héas	Mountain Store, Passy	20/01/2023



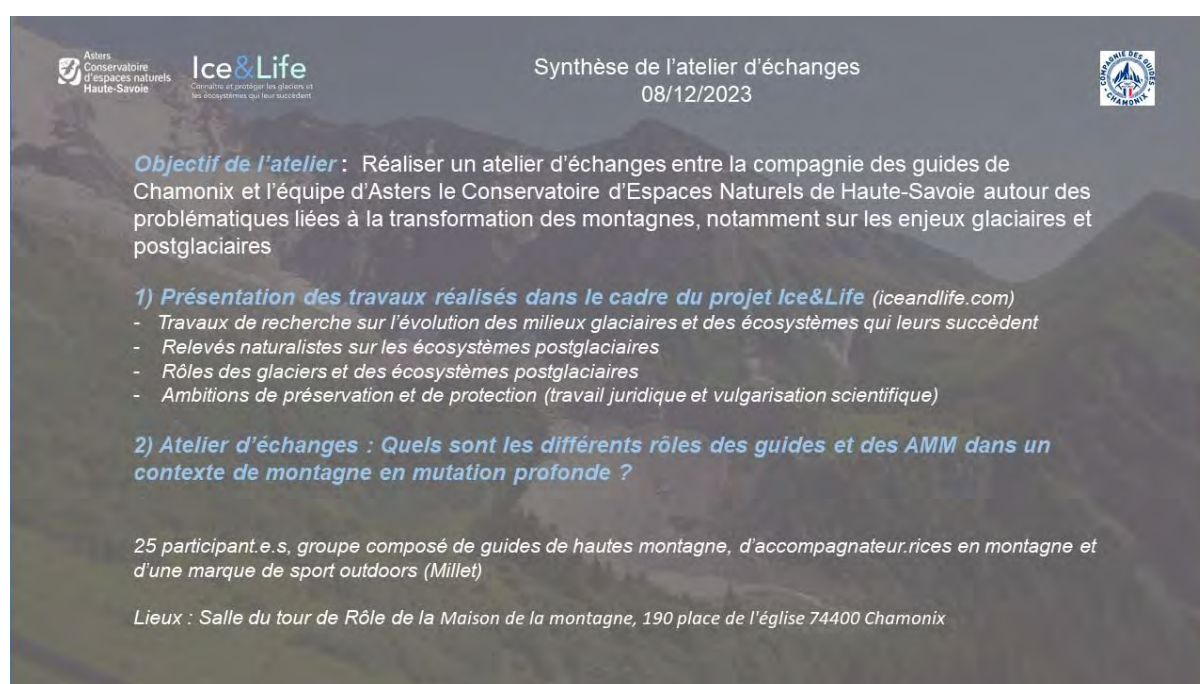
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Annecy	24/01/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Courchevel	07/02/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Paris (CNP)	23/02/2023
“Les glaciers disparaissent, vers un nouveau chapitre de la vie”	Kenzo Héas	Maison De Village d'Argentière, Chamonix-Mont-Blanc	14/03/2023 04/08/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Combloux	31/03/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Chamonix	06/04/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Nîmes (Congrès RNF)	11/05/2023
“Du Petit Âge Glaciaire à l'Âge des petits lacs”	Florent Arthaud & JB Bosson	Thonon	25/05/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Bourg Saint Maurice	07/06/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Paris	22/06/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Paris (Direction Eau & Biodiversité)	21/07/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Chamonix	03/08/2023
“Les glaciers disparaissent, vers un nouveau chapitre de la vie”	Kenzo Héas	Refuge des Conscriots, Contamines-Montjoie	16/08/2023
“Les glaciers disparaissent, vers un nouveau chapitre de la vie”	Kenzo Héas	Espace Animation, Contamines-Montjoie	18/08/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Arles (Agir pour le Vivant)	24/08/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Verbier	07/09/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Thônes	12/09/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson & Manon Salerno	Sixt-Fer-à-Cheval	15/09/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Annecy	01/10/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Etrembières	04/10/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Annecy (Zone Atelier Alpes)	10/10/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Champagny en Vanoise	25/10/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson & JC Poupet	Paris (One Polar Summit)	08/11/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Annecy	11/11/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Montignac	18/11/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Paris (Ministère de la Transition Ecologique)	20/11/2023
“Les glaciers disparaissent, vers un nouveau chapitre de la vie”	Kenzo Héas	Mountain Store, Passy	30/11/2023
“Pourquoi et comment protéger les glaciers ?”	JB Bosson	Gap	30/11/2023

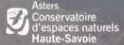


### 3.4. Comité d'ambassadeurs

L'idée initiale de créer et animer un comité d'ambassadeurs du projet Ice&Life n'a pas été menée à son terme faute de temps dans cette période d'intense activité. Néanmoins, sur la période 2022-2023, le projet a pu bénéficier de l'aide et de la valorisation, notamment sur les réseaux sociaux, de personnalités comme le physicien et prix Nobel Jacques Dubochet, les sportifs de haut niveau Kilian Jornet, Armelle Courtois, Martin Thomas ou les entrepreneurs Philippe Zaouati (Mirova) ou Romain Millet (Millet Mountain Group). Nous remercions chaleureusement ces derniers pour leur soutien.

### 3.5. Accompagnement des acteurs socio-économiques sur la thématique glaciaire et postglaciaire

Suite à des échanges engagés avec la compagnie des guides de Chamonix et notamment son directeur Daniel Rodrigues, un atelier d'échanges sur l'évolution des écosystèmes glaciaires et post-glaciaires et les métiers de guide de haute montagne et accompagnat.rice.eur en montagne a été réalisé par Kenzo Héas et Jean-Baptiste Bosson le 8 décembre 2023 à Chamonix. Une trentaine de professionnels se sont réunis pour échanger sur l'évolution de leurs rôles dans une montagne en profonde mutation. Les principaux points discutés et qui ont émergé des discussions sont synthétisés dans les figures ci-dessous.



Synthèse de l'atelier d'échanges  
08/12/2023

**Objectif de l'atelier :** Réaliser un atelier d'échanges entre la compagnie des guides de Chamonix et l'équipe d'Asters le Conservatoire d'Espaces Naturels de Haute-Savoie autour des problématiques liées à la transformation des montagnes, notamment sur les enjeux glaciaires et postglaciaires

**1) Présentation des travaux réalisés dans le cadre du projet Ice&Life** ([iceandlife.com](http://iceandlife.com))

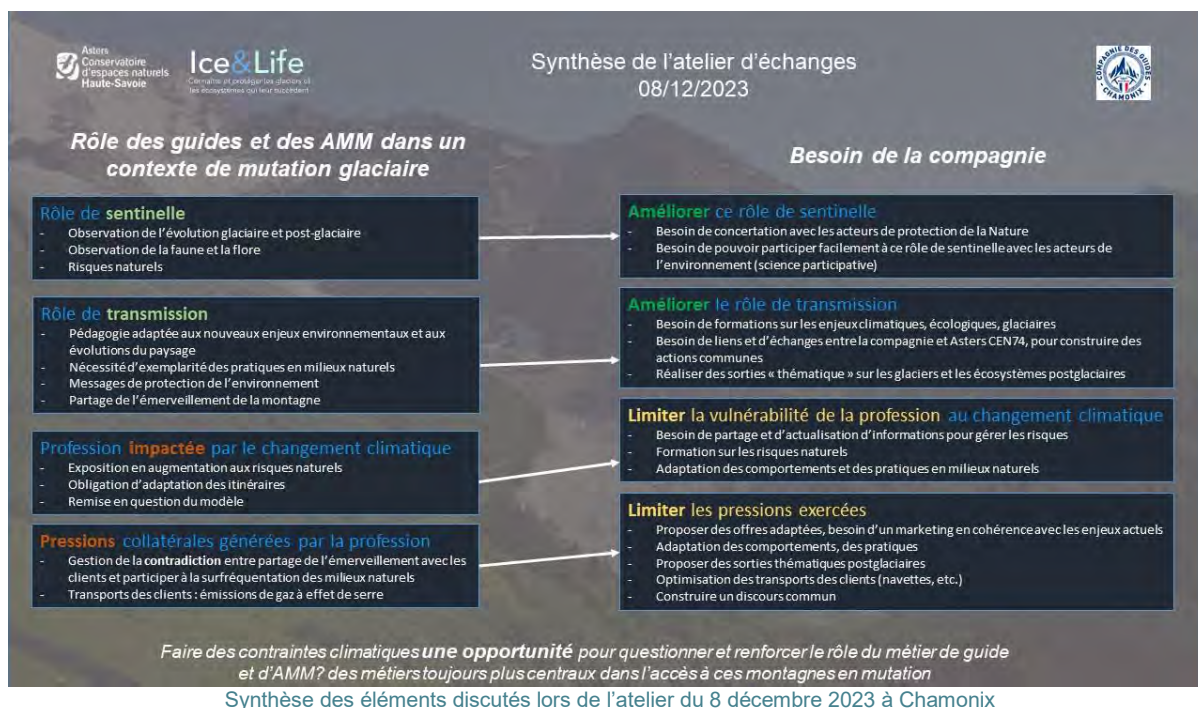
- Travaux de recherche sur l'évolution des milieux glaciaires et des écosystèmes qui leurs succèdent
- Relevés naturalistes sur les écosystèmes postglaciaires
- Rôles des glaciers et des écosystèmes postglaciaires
- Ambitions de préservation et de protection (travail juridique et vulgarisation scientifique)

**2) Atelier d'échanges : Quels sont les différents rôles des guides et des AMM dans un contexte de montagne en mutation profonde ?**

25 participant.e.s, groupe composé de guides de hautes montagnes, d'accompagnateur.rices en montagne et d'une marque de sport outdoors (Millet)

Lieux : Salle du tour de Rôle de la Maison de la montagne, 190 place de l'église 74400 Chamonix





## Et pour 2024-2025 ?

Les actions de communications seront développées pour valoriser le projet. À côté de l'animation du site internet, de la production de posts pour les réseaux sociaux et des nombreuses sollicitations pour des conférences, des équipes de documentaires (Arte, France5, France2, TF1, boîtes de production indépendantes) ont pris contact avec l'équipe du projet et en fonction des validations des producteurs, les campagnes de terrain 2024 pourront notamment faire l'objet de tournages. Une déclinaison territoriale et thématique *Agir pour les Glaciers* du festival *Agir pour le Vivant* (organisé à Arles depuis 2020 par Actes Sud et Comuna) est également envisagée pour 2024 pour poursuivre la diffusion des messages et partager le récit positif et engageant du projet, entre science, mise en récit, art et proposition de solution dans les territoires. Une attention particulière sera portée aux acteurs socio-économiques et aux habitants qui vivent sur les territoires affectés par le retrait glaciaire et l'apparition d'écosystèmes post-glaciaires.

## 4. Actions en faveur de la conservation

Dans le prolongement de la demande par l'Etat français qu'Asters-CEN74 rédige les "fondements scientifiques" dans le cadre de la création de "l'Arrêté Préfectoral des Habitats Naturels (APHN) du Mont Blanc - site d'exception" en 2020, les premières actions de plaidoyer en faveur de la protection des glaciers et des écosystèmes post-glaciaires ont été menées. Cependant ces dernières ont également été volontairement *limitées* pendant cette période centrée sur la construction d'un socle de connaissance scientifique légitimant le projet et ses préconisations. En janvier 2022, un document de plaidoyer intitulé "*Pour un plan national de protection des glaciers et écosystèmes postglaciaires*" a été rédigé. Ce dernier n'a pas été diffusé en dehors de la campagne présidentielle 2022. Il sera retravaillé et servira de base à la rédaction d'un plaidoyer général en 2024.

Le projet Ice&Life a été présenté aux acteurs de la protection de la Nature en France (notamment lors des Congrès nationaux de Réserves Naturelles de France 2022 et 2023 et des Conservatoires d'Espaces Naturels 2022, du Conseil National de la Protection de la Nature en février 2023 et au Ministère de la Transition Écologique en juillet et octobre 2023) et aux acteurs de la transition écologique dans les territoires (Agir pour le Vivant 2022 et 2023, T-Rex les Arcs 2023) suscitant un intérêt grandissant des acteurs locaux et nationaux.

Analyse réalisée par Asters-CEN74 en 2020 le cadre de la création de l'APHN du Mont-Blanc



Des premiers échanges ont été menés avec le juriste Philippe Billet sur les opportunités et lacunes juridiques en termes de protection des écosystèmes glaciaires et post-glaciaires et une analyse détaillée sera produite par ce dernier sur la question en 2024. Lors du conseil scientifique du projet le 28 avril 2023, ce dernier avait partagé ses premiers éléments de réflexions lors d'une présentation.

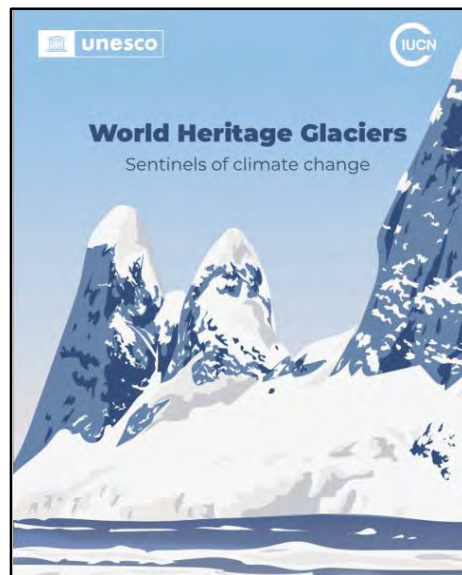


Titre de la présentation de Philippe Billet lors du conseil scientifique de Ice&life



Des échanges sont en cours avec le Ministère de la Transition Écologique pour identifier les opportunités de développement de politiques publiques à partir des préconisations développées dans Ice&Life. Les avancées scientifiques et les préconisations de protection portées par Ice&Life depuis son lancement trouvent et font largement écho dans l'agenda politique internationale et notamment dans les récentes publications et appels du GIEC, de l'IPBES et de l'ONU sur la nécessité d'accélérer la protection de la nature, de créer des aires protégées, d'associer les solutions fondées sur la nature sur les enjeux du climat, de l'eau et de la biodiversité dans les territoires. Les travaux menés depuis 2017 par Jean-Baptiste Bosson sur les glaciers du Patrimoine Mondial ont d'ailleurs été repris par l'UNESCO et l'IUCN lors du lancement de la COP27 sur le climat en 2022 dans la synthèse *Glaciers, Sentinels of climate change* et l'Assemblée Générale de l'ONU a voté le 14 décembre 2022 une résolution plaçant 2025 comme "l'Année internationale pour la préservation des glaciers".

Couverture de la synthèse produite pour la COP27 sur le climat en 2022 et où Jean-Baptiste Bosson est co-auteur.



Dans ce contexte d'urgence à agir et d'intérêt grandissant sur les glaciers et écosystèmes post-glaciaires, parmi d'autres, les travaux novateurs menés par Ice&Life contribuent à alimenter les réflexions collectives et proposer des solutions dans les territoires. Les propositions formulées dans le projet ont d'ailleurs débouché sur des avancées historiques sur la protection des glaciers et des écosystèmes post-glaciaires fin 2023 en France. Les échanges directs avec le Ministère de la Transition Écologique et notamment avec la Secrétaire d'Etat à la Biodiversité, Sarah El-Hairy, et la contribution de Jean-Baptiste Bosson à l'avis du Conseil National de la Protection de la Nature (où il a été nommé en avril 2022) en septembre 2023 sur la Stratégie Nationale Biodiversité 3 (2023-2030) ont notamment mené à la rédaction de la mesure 1-11 de ce document planificateur qui a pour objectif de *Renforcer la protection des écosystèmes glaciaires et émergeant du retrait glaciaire*. Pour la première fois, la France s'engage explicitement à renforcer la protection de ces écosystèmes - jusqu'alors non considérés - via la concertation locale, la co-construction de stratégies de protection et de gestion et notamment la création d'aires protégées. Ces engagements encore rares à l'échelle internationale ont été partagés par le Président de la République Emmanuel Macron et le Ministre de la Transition Écologique Christophe Béchu lors du One Planet Polar Summit organisé à Paris le 8-10 novembre 2023 et où Ice&Life a été présenté dans deux sessions par Jean-Baptiste Bosson et Jean-Christophe Poupet (WWF-France).

Action 1-11 Stratégie Nationale Biodiversité publiée le 27 novembre 2023

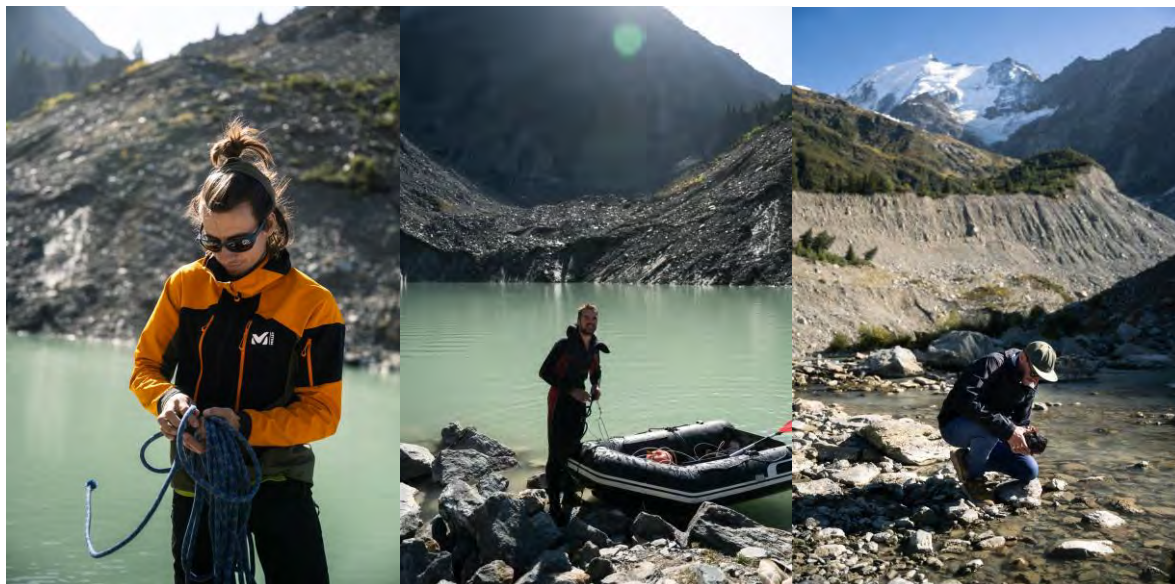
<p>MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES</p> <p>Christophe Béchu Secrétaire d'Etat</p>	<p><b>Action 11</b></p> <p>Pilote : MTECT/DGALN/DEB</p> <p>Appui CGDD et MESRI</p>	<p><b>Objectif :</b> Renforcer la protection des écosystèmes glaciaires et émergeant du retrait glaciaire</p> <p><b>Description de l'action :</b></p> <p>Afin de renforcer la protection des écosystèmes glaciaires et émergeant du retrait glaciaire, les actions suivantes seront conduites :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Renforcer la protection forte des glaciers pour tendre vers 100% de protection forte, tout en s'assurant de la qualité du dialogue local et de la concertation, à la suite des annonces du Président de la République au One Planet Polar Summit de novembre 2023 ;</li> <li>- Développer la connaissance scientifique sur les conséquences écologiques du retrait glaciaire et de l'apparition des écosystèmes « post-glaciaires » (2023-2030) ;</li> <li>- Déploiement de l'initiative « Territoires et biodiversité postglaciaires » annoncée lors du Polar Summit en novembre 2023 à Paris : accompagner chaque territoire concerné (Alpes, Pyrénées, îles Kerguelen) pour une appropriation de l'enjeu, une co-construction locale de la stratégie de protection et gestion, la conclusion d'un pacte territorial et sa mise en œuvre. Une animation de ce réseau sera mise en place dès 2024.</li> <li>- Accompagner la coopération internationale en émergence sur la thématique en lien avec l'Année sur la préservation des glaciers en 2025, la création d'un fond de l'ONU dédié à la protection des glaciers et développer- étendre cette ambition sur les glaciers à la protection globale des écosystèmes émergeant de leur fonte (2025-2030).</li> </ul> <p><b>Indicateur(s) avec valeur cible :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Nombre de pactes territoriaux conclus : cible 100% des territoires concernés couverts en 2030, avec un premier pacte dès 2024</li> <li>⇒ % de couverture des écosystèmes glaciaires et émergeant du retrait glaciaire de métropole (massifs alpin et pyrénéen) en protection forte avec une cible en augmentation d'ici 2030</li> </ul>
--	--	---



## Et pour 2024-2025 ?

Les actions de plaidoyer et d'accompagnement des territoires et de ses acteurs dans la préservation de ces écosystèmes seront développées. Les réflexions sur le statut juridique des glaciers et des écosystèmes post-glaciaires seront menées par Philippe Billet et l'équipe du projet. Des discussions sont en cours avec le Ministère

de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires et avec des acteurs des territoires (communes, acteurs privés, socio-professionnels, habitants) pour accompagner la déclinaison de l'action 1-11 de la Stratégie Nationale Biodiversité pour renforcer la protection des écosystèmes glaciaires et émergent du retrait glaciaire. Une attention particulière sera portée sur la concertation et la co-construction avec les acteurs locaux pour garantir une acceptation et une efficacité des potentielles nouvelles mesures de protection mises en place. Des actions de plaidoyer seront menées au niveau national avec le WWF-France, notamment en 2025 dans le cadre de l'Année Internationale de la Préservation des glaciers et de contact seront pris avec l'UNESCO et l'IUCN pour partager les propositions de protection développées par Ice&Life.



Kenzo Héas, Florent Arthaud et Jean-Baptiste Bosson lors de la relève des sondes de suivi au lac de Bionnassay en octobre 2023 (photos : Pierre Desmottes, Millet Mountain Group)



## Glossaire

APHN : Arrêté (préfectoral) de Protection des Habitats Naturels

ASTERS-CEN74 : Agir pour la sauvegarde des territoires et des espèces rares et sensibles Conservatoire d'Espaces Naturels de Haute Savoie

CARRTEL : Centre alpin de recherche sur les réseaux trophiques et les écosystèmes limniques

COP27 : Conférence des Parties

ETHZ : École polytechnique fédérale de Zurich

GIEC : groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution de climat

INRAE : Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

IPBES : Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques

IUCN : Union internationale pour la conservation de la nature

ONU : Organisation des Nations Unies

RNN : Réserves naturelles nationales

UNESCO : Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture

USMB : Université Savoie Mont Blanc

WSL : Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage

WWF : Fonds mondial pour la nature



Colonisation végétale de la marge proglaciaire du glacier du Tour (photos : Kenzo Héas, Asters-CEN74 2023)



# Annexes

## Annexe 1

Année 1 : 1 <sup>er</sup> Juillet 2022 – 30 Juin 2023					
	Juillet – Août – Septembre	Octobre – Novembre – Décembre	Janvier – Février – Mars	Avril -Mai- Juin	Total
Actions et livrables scientifiques principaux (AS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Campagnes cartographie écosystèmes aquatiques dans les zones désenglacées de Haute-Savoie</li> <li>- Campagne suivi du lac de Bionnassay</li> <li>- Écriture article scientifique modélisation écosystèmes aquatiques futurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse SIG écosystèmes aquatiques zones désenglacées Haute-Savoie</li> <li>- Écriture article scientifique modélisation écosystèmes aquatiques futurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse invertébrés aquatiques prélevés sur le terrain</li> <li>- Rapport annuel scientifique 2022</li> <li>- Écriture et soumission article scientifique modélisation écosystèmes aquatiques futurs</li> <li>- Organisation comité scientifique 2023 et rédaction d'un Plan stratégique scientifique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse SIG écosystèmes aquatiques zones désenglacées France</li> <li>- Organisation terrain 2023</li> <li>- Publication article scientifique modélisation écosystèmes aquatiques futurs</li> </ul>	
Actions et livrables communication principaux (AC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posts sur les réseaux sociaux sur les campagnes de terrain</li> <li>- Échanges avec les médias</li> <li>- Conférences publiques et animations de terrain de présentation du projet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les médias</li> <li>- Conférences publiques de présentation du projet</li> <li>- Création du contenu du site internet du projet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les médias</li> <li>- Publication du site internet du projet</li> <li>- Conférences publiques de présentation du projet</li> <li>- Diffusion du rapport annuel scientifique 2022</li> <li>- Création d'un comité d'ambassadeurs</li> <li>- Organisation comité de pilotage 2023 et rédaction d'un Plan stratégique de communication</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posts sur les réseaux sociaux et articles dans les médias sur le rapport annuel et le premier article scientifique</li> <li>- Préparation des vidéos de valorisation du projet à tourner lors du terrain 2023</li> <li>- Conférences publiques et présentation du projet</li> </ul>	
Actions et livrables protection principaux (AP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les acteurs territoriaux</li> <li>- Écriture du premier draft du plaidoyer de protection de ces écosystèmes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les acteurs territoriaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les acteurs territoriaux</li> <li>- Organisation comité de pilotage 2023 et rédaction d'un Plan stratégique de protection</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les acteurs territoriaux</li> <li>- Analyse du cadre de protection des glaciers et écosystèmes aquatiques post-glaciaires</li> </ul>	
Actions et livrables de coordination principaux (Acoord)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Animation du projet</li> <li>- Lien avec les partenaires scientifiques, techniques et financiers et recherches de partenariat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Animation du projet</li> <li>- Lien avec les partenaires scientifiques, techniques et financiers et recherches de partenariat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Animation du projet</li> <li>- Lien avec les partenaires scientifiques, techniques et financiers et recherches de partenariat</li> <li>- Rapport d'activité 2022 du projet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Animation du projet</li> <li>- Lien avec les partenaires scientifiques, techniques et financiers et recherches de partenariat</li> </ul>	
Temps travail estimé Asters-CEN74 (jours)	AS : 60 / AC : 10 / AP : 30 / Acoord : 10 → 110 jours	AS : 40 / AC : 15 / AP : 5 / Acoord : 15 → 75 jours	AS : 40 / AC : 25 / AP : 10 / Acoord : 15 → 90 jours	AS : 30 / AC : 20 / AP : 30 / Acoord : 10 → 90 jours	365 jours
Budget prévisionnel Asters-CEN74	50 k€ (salaires, frais missions, analyses scientifiques) dont 23 k€ (convention WWF France) et autofinancement	35 k€ (salaires, frais missions, analyses scientifiques) dont 23 k€ (convention WWF France) et autofinancement	45 k€ (salaires, frais missions, analyses scientifiques, site internet) dont 23 k€ (convention WWF France) et autofinancement	45 k€ (salaires, frais missions, frais publication scientifique) dont 23 k€ (convention WWF France) et autofinancement	175k€ dont 92k€ conv. WWF
Temps travail estimé WWF France (jours)	AC : 0 / AP : 1 / Acoord : 2 → 3 jours	AC : 0 / AP : 1 / Acoord : 1 → 2 jours	AC : 2 / AP : 2 / Acoord : 2 → 6 jours	AC : 3 / AP : 2 / Acoord : 2 → 7 jours	18 jours
Budget prévisionnel WWF-France	1.7 k€ (salaires, frais missions) dont 2k€ (convention) et autofinancement	1.1 k€ (salaires, frais missions) dont 2k€ (convention) et autofinancement	3,3 k€ (salaires, frais missions) dont 2k€ (convention) et autofinancement	3,9 k€ (salaires, frais missions) dont 2k€ (convention) et autofinancement	10k€ dont 8k€ conv. WWF

Actions, temps de travail et budget prévisionnels figurant dans la convention 2022-2025 Asters-CEN74 - WWF France - Mirova Foundation



Année 2 : 1 <sup>er</sup> Juillet 2023 – 30 Juin 2024					
	Juillet – Août – Septembre	Octobre – Novembre – Décembre	Janvier – Février – Mars	Avril -Mai- Juin	Total
Actions et livrables scientifiques principaux (AS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Campagnes cartographie écosystèmes aquatiques dans les zones désenglacées de Haute-Savoie</li> <li>- Campagnes : identification des pressions sur le milieu</li> <li>- Campagne suivi du lac de Bionnassay</li> <li>- Campagne zones humides Contamines</li> <li>- Revue littérature écosystèmes aquatiques postglaciaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modélisation fine futurs écosystèmes aquatiques Alpes françaises</li> <li>- Cartographie des pressions sur les écosystèmes postglaciaires de Haute Savoie ?</li> <li>- lancement écriture du second article scientifique</li> <li>- Co-organisation colloque scientifique Alpes françaises</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse invertébrés aquatiques prélevés sur le terrain</li> <li>- Rapport annuel scientifique 2023</li> <li>- Écriture du second article scientifique</li> <li>- Organisation comité scientifique 2024</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse SIG écosystèmes aquatiques ensemble des Alpes</li> <li>- Organisation terrain 2024</li> <li>- Écriture et soumission du second article scientifique</li> </ul>	
Actions et livrables communication principaux (AC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posts sur les réseaux sociaux sur les campagnes de terrain</li> <li>- Échanges avec les médias, organisation visite de presse et articles de presse</li> <li>- Conférences publiques et animations de terrain de présentation du projet</li> <li>- Tournage vidéo ambassadeurs sur le terrain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les médias et articles de presse</li> <li>- Conférences publiques de présentation du projet</li> <li>- Montage et publication des vidéos avec les ambassadeurs</li> <li>- Création outil cartographie interactive sur le site internet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les médias et articles de presse</li> <li>- Conférences publiques de présentation du projet</li> <li>- Diffusion du rapport annuel scientifique 2023</li> <li>- Organisation comité de pilotage 2024</li> <li>- Publication cartographie interactive sur le site internet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posts sur les réseaux sociaux et articles dans les médias sur le rapport annuel 2023</li> <li>- Préparation des vidéos de valorisation du projet à tourner lors du terrain 2024</li> <li>- Conférences publiques et présentation du projet</li> </ul>	
Actions et livrables protection principaux (AP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les acteurs territoriaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les acteurs territoriaux</li> <li>- Synthèse sur le cadre de protection des glaciers et écosystèmes aquatiques post-glaciaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les acteurs territoriaux</li> <li>- Organisation comité de pilotage 2023</li> <li>- Finalisation et partage du plaidoyer de protection de ces écosystèmes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les acteurs territoriaux</li> <li>- Diffusion du plaidoyer de protection</li> <li>- Rédaction et diffusion documents « lignes directrices et bonnes pratiques à l'intention des décideurs sur la protection de ces écosystème ».</li> </ul>	
Actions et livrables de coordination principaux (Acoord)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Animation du projet</li> <li>- Lien avec les partenaires scientifiques, techniques et financiers et recherches de partenariat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Animation du projet</li> <li>- Lien avec les partenaires scientifiques, techniques et financiers et recherches de partenariat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Animation du projet</li> <li>- Lien avec les partenaires scientifiques, techniques et financiers et recherches de partenariat</li> <li>- Rapport d'activité 2023 du projet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Animation du projet</li> <li>- Lien avec les partenaires scientifiques, techniques et financiers et recherches de partenariat</li> </ul>	
Temps travail estimé Asters-CEN74 (jours)	AS : 60 / AC : 25 / AP : 5 / Acoord : 10 → 100 jours	AS : 45 / AC : 40 / AP : 15 / Acoord : 10 → 110 jours	AS : 40 / AC : 20 / AP : 25 / Acoord : 15 → 100 jours	AS : 30 / AC : 30 / AP : 15 / Acoord : 10 → 85 jours	395 jours
Budget prévisionnel Asters-CEN74	45 k€ (salaires, frais missions, prestation communication) dont 23 k€ (convention WWF France) et autofinancement	55 k€ (salaires, frais missions, publications, prestations) dont 23 k€ (convention WWF France) et autofinancement	45 k€ (salaires, frais missions, analyses scientifiques, publications) dont 23 k€ (convention WWF France) et autofinancement	40 k€ (salaires, frais missions, publication) dont 23 k€ (convention WWF France) et autofinancement	185k€ dont 92k€ conv. WWF
Temps travail estimé WWF France (jours)	AC : 2 / AP : 1 / Acoord : 1 → 4 jours	AC : 2 / AP : 1 / Acoord : 1 → 4 jours	AC : 2 / AP : 2 / Acoord : 2 → 6 jours	AC : 2 / AP : 1 / Acoord : 1 → 4 jours	18 jours
Budget prévisionnel WWF-France	2,2 k€ (salaires, frais missions) dont 2k€ (convention) et autofinancement	2,2 k€ (salaires, frais missions) dont 2k€ (convention) et autofinancement	3,4 k€ (salaires, frais missions) dont 2k€ (convention) et autofinancement	2,2 k€ (salaires, frais missions) dont 2k€ (convention) et autofinancement	10k€ dont 8k€ conv. WWF



Année 3 : 1 <sup>er</sup> Juillet 2024 – 30 Juin 2025					
	Juillet – Août – Septembre	Octobre – Novembre – Décembre	Janvier – Février – Mars	Avril -Mai- Juin	Total
Actions et livrables scientifiques principaux (AS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Campagnes cartographie écosystèmes aquatiques dans les zones désenglacées de Haute-Savoie</li> <li>- Campagne cartographie des nouvelles connectivités écologiques</li> <li>- Campagne suivi du lac de Bionnassay</li> <li>- Campagne zones humides Contamines</li> <li>- Publication du second article scientifique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modélisation fine futurs écosystèmes aquatiques ensemble Alpes</li> <li>- lancement écriture du troisième article scientifique</li> <li>- Co-organisation colloque scientifique Alpes françaises</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse invertébrés aquatiques prélevés sur le terrain</li> <li>- analyse SIG et modélisation des nouvelles connectivités écologiques</li> <li>- Rapport annuel scientifique 2024</li> <li>- Écriture du troisième article scientifique</li> <li>- Organisation comité scientifique 2025 et stratégie scientifique 2025-2030</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organisation terrain 2025</li> <li>- Écriture et soumission du troisième article scientifique</li> <li>- Écriture et publication d'une synthèse sur les trois années de recherche sur les écosystèmes aquatiques post-glaciaires et leur rôle fonctionnel (eau, climat et biodiversité)</li> </ul>	
Actions et livrables communication principaux (AC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posts sur les réseaux sociaux sur les campagnes de terrain</li> <li>- Échanges avec les médias, organisation visite de presse et articles de presse</li> <li>- Conférences publiques et animations de terrain de présentation du projet</li> <li>- Tournage vidéo ambassadeurs sur le terrain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les médias et articles de presse</li> <li>- Conférences publiques de présentation du projet</li> <li>- Montage et publication des vidéos avec les ambassadeurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les médias et articles de presse</li> <li>- Conférences publiques de présentation du projet</li> <li>- Diffusion du rapport annuel scientifique 2024</li> <li>- Création contenus en vue d'une campagne de communication nationale/internationale pour la protection de ces écosystèmes</li> <li>- Organisation comité de pilotage 2025 et stratégie communication 2025-2030</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posts sur les réseaux sociaux et articles dans les médias sur le rapport annuel 2024</li> <li>- Conférences publiques et présentation du projet</li> <li>- Lancement d'une campagne de communication nationale/internationale pour la protection de ces écosystèmes</li> </ul>	
Actions et livrables protection principaux (AP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les acteurs territoriaux et diffusion plaidoyer et bonnes pratiques</li> <li>- organisation visite de terrain avec les décideurs politiques et acteurs économiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les acteurs territoriaux et diffusion plaidoyer et bonnes pratiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les acteurs territoriaux et diffusion plaidoyer et bonnes pratiques</li> <li>- Organisation comité de pilotage 2025 et stratégie protection 2025-2030</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Échanges avec les acteurs territoriaux et diffusion plaidoyer et bonnes pratiques</li> </ul>	
Actions et livrables de coordination principaux (Acoord)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Animation du projet</li> <li>- Lien avec les partenaires scientifiques, techniques et financiers et recherches de partenariat</li> <li>- Comité de pilotage et élaboration stratégie générale Ice&amp;Life 2025-2030</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Animation du projet</li> <li>- Lien avec les partenaires scientifiques, techniques et financiers et recherches de partenariat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Animation du projet</li> <li>- Lien avec les partenaires scientifiques, techniques et financiers et recherches de partenariat</li> <li>- Rapport d'activité 2024 du projet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Animation du projet</li> <li>- Lien avec les partenaires scientifiques, techniques et financiers et recherches de partenariat</li> <li>- Début mise en œuvre plan d'action 2025-2030</li> </ul>	
Temps travail estimé Asters-CEN74 (jours)	AS : 60 / AC : 25 / AP : 10 / Acoord : 15 → 110 jours	AS : 45 / AC : 30 / AP : 15 / Acoord : 10 → 100 jours	AS : 40 / AC : 30 / AP : 20 / Acoord : 20 → 110 jours	AS : 50 / AC : 25 / AP : 10 / Acoord : 15 → 100 jours	420 jours
Budget prévisionnel Asters-CEN74	55 k€ (salaires, frais missions, prestation communication) dont 23 k€ (convention WWF France) et autofinancement	50 k€ (salaires, frais missions, publications, prestations) dont 23 k€ (convention WWF France) et autofinancement	55 k€ (salaires, frais missions, analyses scientifiques, publications) dont 23 k€ (convention WWF France) et autofinancement	45 k€ (salaires, frais missions, publication) dont 23 k€ (convention WWF France) et autofinancement	205k€ dont 92k€ conv. WWF
Temps travail estimé WWF France (jours)	AC : 2 / AP : 2 / Acoord : 2 → 6 jours	AC : 1 / AP : 1 / Acoord : 1 → 3 jours	AC : 3 / AP : 2 / Acoord : 2 → 4 jours	AC : 3 / AP : 1 / Acoord : 1 → 5 jours	18 jours
Budget prévisionnel WWF-France	3,3 k€ (salaires, frais missions) dont 2k€ (convention) et autofinancement	1,7 k€ (salaires, frais missions) dont 2k€ (convention) et autofinancement	2,2 k€ (salaires, frais missions) dont 2k€ (convention) et autofinancement	2,8 k€ (salaires, frais missions) dont 2k€ (convention) et autofinancement	10k€ dont 8k€ conv. WWF



## **Annexe 2 : Liste des espèces identifiées menacées, rares ou à fortes valeurs patrimoniale identifiées lors des campagnes 2022**

Nom complet	Nom vernaculaire	Statuts et protections	
<i>Poa glauca</i> Vahl, 1790	Pâturin vert glauque	ZnA(D), LRR(EN), LRD(I)	PR
<i>Androsace vandellii</i> (Turra) Chiov., 1919	Androsace de Vandelli	ZnA(D), LRR(NT)	PN(NV1)
<i>Androsace pubescens</i> DC., 1805	Androsace pubescente	ZnA(D)	PN(NV1)
<i>Aquila chrysaetos</i> (Linnaeus, 1758)	Aigle royal	ZnAC(DRDR), LRN(VU)	PN(NO3), D0
<i>Dryocopus martius</i> (Linnaeus, 1758)	Pic noir	ZnAC(CC)	PN(NO3), D0
<i>Anthus spinoletta</i> (Linnaeus, 1758)	Pipit spioncelle	ZnAC(DD)	PN(NO3)
<i>Nucifraga caryocatactes</i> (Linnaeus, 1758)	Cassenoix moucheté, Casse-noix	ZnAC(DC)	PN(NO3)
<i>Motacilla alba</i> Linnaeus, 1758	Bergeronnette grise		PN(NO3)
<i>Motacilla cinerea</i> Tunstall, 1771	Bergeronnette des ruisseaux	ZnAC(CC)	PN(NO3)
<i>Phoenicurus ochruros</i> (S. G. Gmelin, 1774)	Rougequeue noir	ZnAC(CC)	PN(NO3)
<i>Emberiza cirulus</i> Linnaeus, 1758	Bruant zizi	ZnAC(CC)	PN(NO3)
<i>Sitta europaea</i> Linnaeus, 1758	Sittelle torchepot	ZnAC(CC)	PN(NO3)
<i>Parus cristatus</i> Linnaeus, 1758	Mésange huppée	ZnAC(CC)	PN(NO3)
<i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)	Rougegorge familier	ZnAC(CC)	PN(NO3)
<i>Aegithalos caudatus</i> (Linnaeus, 1758)	Mésange à longue queue	ZnAC(CC)	PN(NO3)
<i>Parus montanus</i> Conrad, 1827	Mésange boréale	ZnAC(CC)	PN(NO3)
<i>Parus ater</i> Linnaeus, 1758	Mésange noire	ZnAC(CC)	PN(NO3)
<i>Troglodytes troglodytes</i> (Linnaeus, 1758)	Troglodyte mignon		PN(NO3)
<i>Capra ibex</i> Linnaeus, 1758	Bouquetin des Alpes, Bouquetin	ZnA(D), LRN(NT)	PN(NM2), DH(5)
<i>Rana temporaria</i> Linnaeus, 1758	Grenouille rousse (La)	ZnAC(CD), LRR(NT)	PN(NAR5), DH(5)
<i>Garrulus glandarius</i> (Linnaeus, 1758)	Geai des chênes		D0(22)
<i>Lagopus mutus</i> (Montin, 1776)	Lagopède alpin	ZnA(D), LRE(NT)	D0(21, 32)
<i>Achillea atrata</i> L., 1753	Achillée noirâtre	ZnA(D),LRN(N T), LRR(NT)	
<i>Dactylorhiza viridis</i> (L.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase, 1997		ZnC(D), LRN(NT)	
<i>Salix daphnoides</i> Vill., 1779	Saule pruneux, Saule noir	ZnAC(DD)	
<i>Trichophorum cespitosum</i> (L.) Hartm., 1849	Scirpe en touffe, Souchet gazonnant	ZnC(D)	
<i>Saxifraga oppositifolia</i> L., 1753	Saxifrage à feuilles opposées	ZnC(D)	
<i>Epilobium anagallidifolium</i> Lam., 1786	Épilobe à feuilles de mouron	ZnC(D)	
<i>Veronica alpina</i> L., 1753	Véronique des Alpes	ZnC(D)	
<i>Petasites paradoxus</i> (Retz.) Baumg., 1816	Pétasite paradoxal	ZnC(D)	
<i>Hornungia alpina</i> (L.) O.Appel, 1997	Hutchinsie	ZnC(D)	
<i>Salix reticulata</i> L., 1753	Saule à feuilles réticulées	ZnC(D)	
<i>Gentiana nivalis</i> L., 1753	Gentiane des neiges	ZnC(D)	



LRE	:		liste		rouge	européenne
LRN	:		liste		rouge	nationale
LRR	:		liste		rouge	régionale
CR	:	en		danger	critique	d'extinction
EN	:				en	danger
VU			:			vulnérable
NT			:			quasi-menacée
DD	:			données		insuffisantes
PN	:			Protection		Nationale
DO	:			Directive		Oiseaux
ZnA	:	en			biogéographique	Alpine
ZnC : en zone biogéographique Continentale						

## Annexe 3 : Exemple de la liste d'espèces observés lors de la campagne au Ruan le 15 septembre 2023

Glacier du Ruan	
Accenteur alpin	= <i>Prunella collaris</i> (Scopoli, 1769) - [ES - 3984]
Acer opalus	= <i>Acer opalus</i> Mill., 1768 - [ES - 79770]
Achillea atrata	= <i>Achillea atrata</i> L., 1753 - [ES - 79868]
Adenostyles leucophylla	= <i>Adenostyles leucophylla</i> (Willd.) Rchb., 1831 - [ES - 80190]
Androsace helvetica	= <i>Androsace helvetica</i> (L.) All., 1785 - [ES - 82504]
Arabis alpina	= <i>Arabis alpina</i> L., 1753 - [ES - 83279]
Campagnol des neiges	= <i>Chionomys nivalis</i> (Martins, 1842) - [ES - 61283]
Campanula cochleariifolia	= <i>Campanula cochleariifolia</i> Lam., 1785 - [ES - 87622]
Campanula scheuchzeri subsp. scheuchzeri	= <i>Campanula scheuchzeri</i> subsp. <i>scheuchzeri</i> Vill., 1779 - [SSES - 132522]
Cirsium spinosissimum	= <i>Cirsium spinosissimum</i> (L.) Scop., 1769 - [ES - 91410]
Cystopteris	= <i>Cystopteris alpina</i> x <i>Cystopteris fragilis</i> - [ES - 611191]
Doronicum grandiflorum	= <i>Doronicum grandiflorum</i> Lam., 1786 - [ES - 95225]
Gypsophila repens	= <i>Gypsophila repens</i> L., 1753 - [ES - 100686]
Hercyna pyrenaealis	= <i>Catharia pyrenaealis</i> (Duponchel, 1843) - [ES - 822633]
Hornungia alpina	= <i>Hornungia alpina</i> (L.) O.Appel, 1997 - [ES - 103018]
Linaria alpina	= <i>Linaria alpina</i> (L.) Mill., 1768 - [ES - 106144]
Moehringia ciliata	= <i>Moehringia ciliata</i> (Scop.) Dalla Torre, 1882 - [ES - 108680]
Noccaea rotundifolia	= <i>Noccaea rotundifolia</i> (L.) Moench, 1802 - [ES - 109680]
Omalotheca supina	= <i>Omalotheca supina</i> (L.) DC., 1838 - [ES - 110063]
Poa alpina	= <i>Poa alpina</i> L., 1753 - [ES - 114105]
Polystichum lonchitis	= <i>Polystichum lonchitis</i> (L.) Roth, 1799 - [ES - 115061]
Salix	= <i>Salix</i> L., 1753 - [GN - 197334]
Salix appendiculata	= <i>Salix appendiculata</i> Vill., 1789 - [ES - 119933]
Salix foetida	= <i>Salix foetida</i> Schleich. ex DC., 1805 - [ES - 120037]
Salix retusa	= <i>Salix retusa</i> L., 1759 - [ES - 120195]
Saxifraga aizoides	= <i>Saxifraga aizoides</i> L., 1753 - [ES - 120965]
Saxifraga oppositifolia	= <i>Saxifraga oppositifolia</i> L., 1753 - [ES - 121132]
Saxifraga paniculata	= <i>Saxifraga paniculata</i> Mill., 1768 - [ES - 121139]
Sedum alpestre	= <i>Sedum alpestre</i> Vill., 1779 - [ES - 122107]
Sedum atratum	= <i>Sedum atratum</i> L., 1763 - [ES - 122124]
Silene vulgaris	= <i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke, 1869 - [ES - 123683]

## Annexe 4 : Articles de presse recensés (liste non-exhaustive)

Nom des médias	Liens des articles ou audios
France Inter - le grand entretien	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ZO-eEU0qQTs">https://www.youtube.com/watch?v=ZO-eEU0qQTs</a>
Le Monde	<a href="https://www.lemonde.fr/planete/article/2023/10/14/avec-la-fonte-des-glaciers-l-emergence-de-nouveaux-territoires-a-protger-on-assiste-a-la-naissance-d-un-ecosysteme_6194410_3244.html?lmd_medium=al&amp;lmd_campaign=envoye-par-appli&amp;lmd_creation=ios&amp;lmd_source=default">https://www.lemonde.fr/planete/article/2023/10/14/avec-la-fonte-des-glaciers-l-emergence-de-nouveaux-territoires-a-protger-on-assiste-a-la-naissance-d-un-ecosysteme_6194410_3244.html?lmd_medium=al&amp;lmd_campaign=envoye-par-appli&amp;lmd_creation=ios&amp;lmd_source=default</a>
France Inter	<a href="https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/le-zoom-de-la-redaction/le-zoom-de-la-redaction-du-jeudi-09-novembre-2023-3996470">https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/le-zoom-de-la-redaction/le-zoom-de-la-redaction-du-jeudi-09-novembre-2023-3996470</a>
Reporterre	<a href="https://reporterre.net/Nous-ne-savons-pas-vivre-sans-glacier">https://reporterre.net/Nous-ne-savons-pas-vivre-sans-glacier</a>
L'Obs	<a href="https://www.nouvelobs.com/ecologie/2023/11/07/OBS80541/non-il-n-est-pas-trop-tard-pour-sauver-les-glaciers-et-les-ecosystemes-qui-leur-succedent.html">https://www.nouvelobs.com/ecologie/2023/11/07/OBS80541/non-il-n-est-pas-trop-tard-pour-sauver-les-glaciers-et-les-ecosystemes-qui-leur-succedent.html</a>
Dauphiné Libéré	<a href="https://www.ledauphine.com/environnement/2023/11/07/equiper-les-glaciers-de-capteurs-pour-les-etudier-sur-le-long-terme">https://www.ledauphine.com/environnement/2023/11/07/equiper-les-glaciers-de-capteurs-pour-les-etudier-sur-le-long-terme</a>
Science et avenir	<a href="https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/climat/le-retour-etonnant-de-la-vie-dans-les-zones-liberees-par-les-glaciers_174191">https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/climat/le-retour-etonnant-de-la-vie-dans-les-zones-liberees-par-les-glaciers_174191</a>
La Croix	<a href="https://www.la-croix.com/JournalV2/nouveaux-ecosystemes-nes-fonte-glaciers-2023-10-12-1101286468">https://www.la-croix.com/JournalV2/nouveaux-ecosystemes-nes-fonte-glaciers-2023-10-12-1101286468</a>
Radio France	<a href="https://www.radiofrance.fr/francebleu/podcasts/plus-vertes-mes-savoie/ice-and-life-un-projet-ambitieux-pour-protger-nos-glaciers-9532198">https://www.radiofrance.fr/francebleu/podcasts/plus-vertes-mes-savoie/ice-and-life-un-projet-ambitieux-pour-protger-nos-glaciers-9532198</a>
Magazine Géo	<a href="https://www.geo.fr/environnement/ice-life-comment-protger-zones-desenglacees-nature-vierge-nait-fonte-glaciers-nature-vierge-217007">https://www.geo.fr/environnement/ice-life-comment-protger-zones-desenglacees-nature-vierge-nait-fonte-glaciers-nature-vierge-217007</a>
Eco média	<a href="https://groupe-ecomedia.com/jean-baptiste-bosson-sans-glaciers-demain-nous-naurons-pas-les-memes-ressources-en-eau-et-pas-aux-memes-couts/">https://groupe-ecomedia.com/jean-baptiste-bosson-sans-glaciers-demain-nous-naurons-pas-les-memes-ressources-en-eau-et-pas-aux-memes-couts/</a>
AlpineMag	<a href="https://alpinemag.fr/approche-scientifique-sensible-glaciers-jean-baptiste-bosson/">https://alpinemag.fr/approche-scientifique-sensible-glaciers-jean-baptiste-bosson/</a> <a href="https://alpinemag.fr/dangereux-pas-vivre-sans-glaciers-glaciologue-bosson/">https://alpinemag.fr/dangereux-pas-vivre-sans-glaciers-glaciologue-bosson/</a>
BBC World News	<a href="https://x.com/Univ_Savoie/status/1712362141850681704?s=20">https://x.com/Univ_Savoie/status/1712362141850681704?s=20</a>
Le Parisien	<a href="https://www.leparisien.fr/environnement/saurons-nos-protger-la-nouvelle-vie-qui-abonde-sous-les-glaciers-qui-fondent-26-09-2023-DHQMTOG2OFC7JCFYFBOB5FM.php">https://www.leparisien.fr/environnement/saurons-nos-protger-la-nouvelle-vie-qui-abonde-sous-les-glaciers-qui-fondent-26-09-2023-DHQMTOG2OFC7JCFYFBOB5FM.php</a>
Samaya	<a href="https://www.samaya-equipment.com/blogs/pulse/ice-life-science-service-protection-glaciers">https://www.samaya-equipment.com/blogs/pulse/ice-life-science-service-protection-glaciers</a>
Ouest France	<a href="https://www.ouest-france.fr/environnement/fonte-des-glaces-et-effet-domino-voici-pourquoi-sauver-les-glaciers-vous-concerne-aussi-3e62c440-7d60-11ee-b253-15639905f92e">https://www.ouest-france.fr/environnement/fonte-des-glaces-et-effet-domino-voici-pourquoi-sauver-les-glaciers-vous-concerne-aussi-3e62c440-7d60-11ee-b253-15639905f92e</a>
La dépêche	<a href="https://www.ladepeche.fr/2023/10/22/sous-les-glaciers-des-terres-neuves-a-sanctuariser-11536747.php">https://www.ladepeche.fr/2023/10/22/sous-les-glaciers-des-terres-neuves-a-sanctuariser-11536747.php</a>
Phys.org	<a href="https://phys.org/news/2023-10-retreating-glaciers-reveal-pastures-conservationists.html">https://phys.org/news/2023-10-retreating-glaciers-reveal-pastures-conservationists.html</a>
One Planet Polar Summit	<a href="https://oneplanetsummit.fr/les-evenements-16/one-planet-polar-summit-284">https://oneplanetsummit.fr/les-evenements-16/one-planet-polar-summit-284</a>
Etc.	