

# Association Forel Heritage

Rapport d'activités

**2025**



# Table des matières

Association Forel Héritage - Rapport d'activités 2025

Préambule .....	3
<b>PARTIE I. EXPÉDITIONS 2025 .....</b>	<b>4</b>
1. Introduction et objectifs .....	5
2. Convoyages et navigation .....	6
3. Projets scientifiques au Canada .....	8
4. Projets scientifiques au Groenland .....	14
<b>PARTIE II. CONSEIL SCIENTIFIQUE .....</b>	<b>32</b>
<b>PARTIE III. CHANTIER 2025 .....</b>	<b>35</b>
<b>PARTIE IV. COMMUNICATION &amp; SENSIBILISATION .....</b>	<b>37</b>
1. Communication .....	38
2. Sensibilisation .....	44
<b>PARTIE V. APPEL À PROJETS ET PLANIFICATION FUTURE .....</b>	<b>47</b>
<b>PARTIE VI. CONCLUSION .....</b>	<b>50</b>
<b>PARTIE VII. REMERCIEMENTS .....</b>	<b>53</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>57</b>

# Préambule

*Note sur l'usage du genre : Afin de faciliter la lecture, l'emploi du masculin a valeur de neutre et inclut toutes les personnes concernées, quel que soit leur genre.*

L'Association Forel Héritage, organisation suisse à but non lucratif, est responsable de la gestion du voilier de recherche FOREL. Sa mission est de mettre à disposition des scientifiques suisses et internationaux une plateforme de recherche océanographique spécialement conçue pour les environnements polaires et subpolaires, avec un accent particulier sur l'océanographie côtière et sur le continuum terre-air-océan. Cette mission inclut également le développement de nouveaux instruments de recherche en étroite collaboration avec des universités de renommée mondiale telles que l'EPFL et l'ETHZ.

L'Association ambitionne aussi de former de jeunes marins et scientifiques aux milieux polaires, tout en sensibilisant les jeunes générations et le grand public aux enjeux environnementaux à travers des programmes éducatifs et des actions communautaires. Cet objectif comprend également un engagement auprès des communautés autochtones des régions polaires, qui subissent de plein fouet les conséquences du changement climatique.

Enfin, par ses activités, l'Association entend rendre hommage à François-Alphonse Forel, scientifique suisse né en 1841, considéré comme le père de la limnologie et qui a vécu en Suisse romande.

Le site web [www.forel-heritage.org](http://www.forel-heritage.org) donne plus d'informations sur l'Association et le voilier FOREL.



**PARTIE I**  
Expéditions 2025

# 1. Introduction

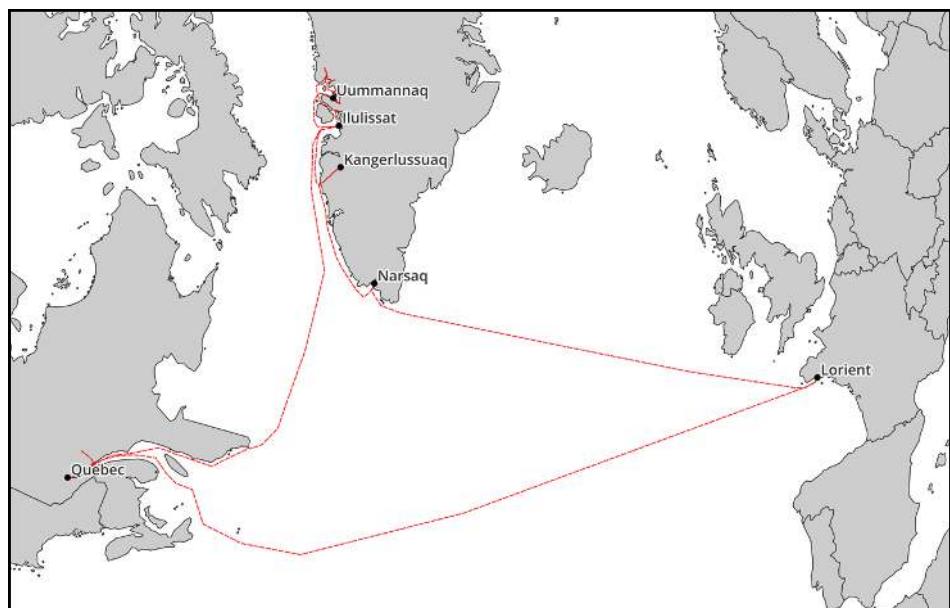
Après une année 2024 qui a servi de test et qui a permis de valider FOREL en tant que plateforme à même d'accueillir et de mener à bien des projets scientifiques de qualité, l'objectif pour l'année 2025 était de monter en gamme, tant au niveau du nombre de jours d'expédition que de projets. C'est ainsi que le programme de navigation 2025 a été porté à 127 jours par rapport à 60 en 2024.

La mission 2025 s'est articulée autour de deux grands chapitres. Faisant suite à d'excellentes interactions avec des scientifiques canadiens impliqués dans la recherche polaire, la première partie de la mission s'est déroulée dans les eaux canadiennes, et en particulier dans le fleuve du Saint-Laurent et le fjord du Saguenay. La deuxième partie s'est déroulée sur la côte ouest du Groenland, en partie dans la continuité des projets déjà réalisés lors de la mission 2024, permettant ainsi un continuum pluriannuel dans le prélèvement des données et des analyses. Cette deuxième partie de la mission a également permis le déploiement de nouvelles technologies de mesure, que ce soit à partir d'un ballon captif ou d'un drone, autant d'innovations qui vont de pair avec la spécificité de FOREL.

## 2. Convoyages et navigation

La campagne sur le terrain s'est déroulée pendant l'été 2025. La mission a été divisée selon les étapes (legs) suivantes :

- Leg 1 : de Lorient (France) à Québec (Canada)
- Leg 2 : de Québec à Ilulissat (Groenland)
- Leg 3 : d'Ilulissat à Kangerlussuaq, en passant par la région d'Uummannaq
- Leg 4 : de Kangerlussuaq à Narsaq



Le navire FOREL a quitté les quais de la Cité de la Voile Éric Tabarly (Lorient, France) le 19 mai 2025 pour entamer sa traversée transatlantique vers Québec, où il est arrivé le 4 juin.

La mission dans les eaux canadiennes s'est déroulée du 14 juin au 1<sup>er</sup> juillet. En cours de convoi entre le Canada et le Groenland, l'équipage du navire a récupéré une bouée Argos (<https://www.argos-system.org>) qui était défectueuse et qui nécessitait quelques réparations. Ces bouées sont utilisées pour mesurer diverses conditions physico-chimiques de l'océan, telles que la température, la salinité, la pression et les courants océaniques. FOREL est arrivé à Ilulissat (Groenland) le 5 juillet. Le mois de juillet a été consacré aux projets de recherche sur la côte nord-ouest du Groenland. Après une nouvelle escale, FOREL a quitté Ilulissat le jour de la fête nationale suisse, le 1<sup>er</sup> août, en direction des fjords du sud-ouest (Sermilik, Narsarsuaq et Igaliq).

Suite au convoi retour, FOREL s'est amarré à Lorient dans la nuit du 21 au 22 septembre 2025.



*@Richard Mardens*

## 3. Projets scientifiques au Canada

### 3.1 Introduction

Au total, quatre programmes de recherche ont été menés dans les eaux canadiennes au cours de l'été 2025. Ces programmes portaient sur : (a) l'analyse des propriétés physico-chimiques de l'eau dans le fjord du Saguenay, (b) l'échantillonnage de nanoparticules et de microparticules dans le fjord du Saguenay, l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, (c) la cartographie des parois du fjord du Saguenay et (d) l'échantillonnage du plancton dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent.

Le navire a servi de plateforme de recherche pour des scientifiques affiliés à des institutions canadiennes, notamment l'Université Laval et l'Université du Québec à Chicoutimi, ainsi qu'à l'ETH Zurich (Suisse).

Au cours de cette expédition, l'équipe à bord de FOREL a mené un large éventail d'opérations océanographiques. Au total, 34 profileurs de vitesse du son (SVP) et 65 sondes de conductivité-température-profondeur (CTD) ont été déployés. De plus, 25 filets pour la collecte de plancton ont été utilisés, et 14 stations dédiées à la filtration des particules et 6 stations pour l'échantillonnage de l'ADN environnemental (ADNe) à l'aide de pompes péristaltiques pour la filtration in situ ont été réalisées. La cartographie des parois du fjord a été effectuée avec succès à l'aide d'un sonar multifaisceaux, ce qui constituait une première dans cette région.

Afin de compléter les données recueillies à chaque station océanographique, un système embarqué (SubCtech) a été utilisé pour surveiller en temps réel les propriétés physico-chimiques de l'eau de surface. Ce système a principalement été utilisé dans le fjord du Saguenay.

La suite de ce chapitre donne un aperçu des projets scientifiques menés lors de cette première partie de la mission 2025 réalisée dans les eaux canadiennes.

## 3.2 Profilage physico-chimique de la colonne d'eau

- Prof. **Philippe Archambault**, Département de biologie, ULaval, Canada

### Objectifs du projet

- Analyser les propriétés physico-chimiques de la colonne d'eau ;
- Identifier les masses d'eau et comprendre leur dynamique.

La relation entre la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes est devenue un axe de recherche majeur, soulignant l'importance de la diversité biologique dans le maintien de la stabilité et de la résilience des écosystèmes. Le fonctionnement de ceux-ci fait référence aux processus et aux interactions qui soutiennent la vie et assurent la santé et la stabilité du système. Parmi les processus clés influencés par la biodiversité, la bioturbation joue un rôle crucial. Ce phénomène, provoqué par divers invertébrés benthiques, implique le mélange et la réorganisation des sédiments, modifiant ainsi leur biogéochimie et les flux de nutriments.

Pour ce projet, FOREL a réalisé un profilage physico-chimique de la colonne d'eau à l'aide de la CTD. Ces données ont fourni des mesures précieuses sur les contrôles environnementaux de la bioturbation et du fonctionnement des écosystèmes.

## 3.3 Caractérisation des micro- et nanoparticules naturelles et anthropiques

- Prof. **Julien Gigault**, Département de biologie, ULaval, Canada

### Objectifs du projet

- Cartographier la répartition géographique des particules polluantes ;
- Quantifier la concentration de ces particules ;
- Identifier la nature et la composition des particules ;
- Évaluer leur impact sur l'environnement.

Les nanoparticules et microparticules naturelles et anthropiques sont largement répandues dans l'environnement. Cependant, leur rôle et leurs effets sur les cycles biogéochimiques et les écosystèmes marins restent mal compris en raison de la difficulté à les isoler et à les caractériser. Il est donc nécessaire de mettre au point des méthodes d'analyse pour combler cette lacune, d'autant plus que les nanoparticules anthropiques, telles que les nanoplastiques ou autres particules artificielles, sont largement reconnues comme une menace importante.



*@Richard Mardens*

Avec le changement climatique, les apports de nanoparticules naturelles et anthropiques dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent provenant de diverses sources devraient augmenter, ce qui pourrait entraîner des conséquences inconnues sur les cycles biogéochimiques et les écosystèmes marins.

L'échantillonnage de l'eau a été effectué en continu à l'aide de la prise d'eau propre située à l'avant du navire, et périodiquement à l'aide d'une pompe in situ. Les échantillons ont été apportés directement au laboratoire pour traitement et/ou conditionnement en fonction de la nature des analyses prévues.

## 3.4 Cartographie des falaises du fjord du Saguenay

- Prof. **Vincent Lecours**, Département de sciences humaines et sociales, UQAC, Canada

### Objectifs du projet

- Produire une cartographie haute résolution des parois verticales du fjord ;
- Modéliser les habitats potentiels le long de ces structures.

Ce projet avait pour objectif de contribuer à améliorer les connaissances sur les habitats marins et côtiers d'une aire marine nationale de conservation, ainsi que sur la richesse de la biodiversité aquatique de la région.



*@Stéphane Aebischer*

Les informations recueillies et les cartes produites serviront à éclairer la prise de décisions concernant la protection et la conservation des habitats et des espèces présents dans le fjord du Saguenay.

La cartographie des habitats à l'aide d'échosondes est couramment utilisée pour évaluer la biodiversité benthique, mais ces évaluations incluent rarement les structures verticales qui, comme les habitats des fonds marins, peuvent offrir des environnements uniques et essentiels à de nombreuses espèces. Par conséquent, les évaluations de la biodiversité ont souvent sous-estimé la diversité, la biomasse et la disponibilité de ces habitats.

Entre autres résultats, le projet permettra d'identifier de nouveaux habitats essentiels pour les espèces en péril, qui relèveront du mandat de protection de Parcs Canada. De plus, en produisant un inventaire de référence des habitats le long des falaises verticales sous-marines du fjord, offrant ainsi un état de référence du patrimoine naturel du parc marin du Saguenay-Saint-Laurent, Parcs Canada disposera des informations nécessaires pour soutenir les efforts de restauration en cas d'incidents maritimes (tels que des déversements d'hydrocarbures) ou pour faire face aux impacts du changement climatique, le tout dans un cadre de développement durable.

Parcs Canada intégrera également la gestion de ces habitats côtiers dans la prochaine version de son plan de gestion. De plus, les connaissances acquises seront intégrées dans des initiatives de sensibilisation et d'éducation grâce à des cartes et des modèles 3D des parois verticales du fjord.

Le fjord du Saguenay est un environnement unique et peu étudié. L'exploration de ses falaises sous-marines verticales en est encore à ses débuts, mais ce projet a permis de produire les premières cartes haute résolution de certaines sections de ces formations verticales.

## 3.5 Gradient de biodiversité du mésozooplancton dans les hautes latitudes depuis la côte jusqu'à l'océan

- Dr. **Meike Vogt** et Dr. **Virginie Marques**, Physique environnementale, ETH Zurich, Suisse

### Objectifs du projet

- Comparer la diversité du mésozooplancton entre les eaux côtières et les eaux libres dans les régions à haute latitude ;
- Identifier les espèces bioindicatrices et les structures clés de l'écosystème.

Ce projet vise à comparer la diversité du mésozooplancton entre l'océan et les eaux côtières dans les hautes latitudes, afin d'évaluer quelle fraction du plancton marin pourrait bénéficier davantage des aires marines protégées (AMP) offshore par rapport aux AMP côtières. Ce projet s'inscrit dans le cadre de l'Initiative 30x30, un engagement du Canada à protéger 30 % de ses terres et de ses eaux d'ici 2030, afin de lutter contre la perte de biodiversité et les changements climatiques.

Pour ce faire, les autrices du projet ont utilisé des instruments optiques tels que le planktoscope ([www.planktoscope.org](http://www.planktoscope.org)), un outil d'imagerie participatif qui a rendu possible l'identification des espèces et la collection de données sur leur biomasse, leur biovolume et leurs caractéristiques écologiques. Ces analyses ont ainsi permis d'identifier les espèces bioindicatrices et les structures clés de l'écosystème, d'évaluer la diversité fonctionnelle, de déterminer les principaux contributeurs au fonctionnement de l'écosystème et de surveiller les flux d'énergie et de matière au sein du réseau trophique. Ces travaux ont fourni des connaissances essentielles sur la biodiversité du plancton et ont soutenu les efforts visant à améliorer la conservation marine.

Des échantillons d'eau ont également été filtrés à l'aide d'un système dédié afin de comparer les données issues du planktoscope avec les résultats de l'analyse de l'ADN environnemental (ADNe).

## 3.6 Collecte des échantillons

Le tableau ci-dessous indique pour chaque projet le lieu de stockage en libre accès des données collectées et traitées dans le cadre de cette mission.

Les données numériques collectées via le sonar embarqué seront traitées au cours des prochains mois. Les données physico-chimiques des eaux de surface et les mesures de la CTD ont déjà été traitées et sont disponibles via le Système Intégré d'Observation des Océans du Canada (SIOOC).

Projet	Stockage
Colonne d'eau	Système Intégré d'Observation des Océans du Canada (SIOOC)
Particules	Observatoire global du Saint-Laurent (OGSL)
Cartographie	Observatoire global du Saint-Laurent (OGSL)
Plancton	Ecotaxa



*@Richard Mardens*

## 4. Projets scientifiques au Groenland

### 4.1 Introduction

Après sa mission au Canada, FOREL a poursuivi sa route vers le Groenland. Deux campagnes de recherche (nord-ouest et sud-ouest) et huit programmes scientifiques y ont été menés au cours de l'été 2025. Au total, onze fjords ont été échantillonnés.

Le navire a servi de plateforme de recherche pour des scientifiques provenant d'institutions canadiennes, notamment de l'Université Laval, ainsi que d'institutions suisses, notamment de l'ETH Zurich, de l'EPF Lausanne, de l'Université de Lausanne, de l'Institut fédéral suisse de recherche sur la forêt, la neige et le paysage (WSL) et du Laboratoire fédéral pour la science et la technologie des matériaux (EMPA). Il a également accueilli des chercheurs de l'Université de Toulouse (France) et de l'Université du Cap (Afrique du Sud).

Au cours de cette deuxième partie de la mission 2025, deux types de fjords ont été étudiés : ceux influencés par les glaciers marins (MT) et ceux influencés par les glaciers terrestres (LT). Les glaciers marins se faisant de plus en plus rares avec l'avancement du réchauffement climatique, il est donc important de recueillir des données afin de mieux comprendre et prédire l'effet de la disparition des glaciers marins dans les fjords groenlandais.

La campagne sur les côtes nord-ouest du Groenland visait à approfondir la compréhension de l'influence des processus glaciaires sur les écosystèmes marins de l'Arctique. Il s'agissait notamment (1) d'étudier les effets de la fonte des glaciers sur les assemblages zooplanctoniques, les larves de morue polaire et la structure du réseau trophique pélagique, (2) de quantifier les concentrations de méthane dissous dans les rejets sous-glaciaires des principaux fjords et (3) de produire des cartes spatiales haute résolution des micro- et nanopolluants aquatiques. L'étude visait également à évaluer comment les apports d'eau de fonte provenant des glaciers terrestres et marins affectent la chimie de l'eau de mer, la disponibilité des nutriments et la productivité primaire grâce à un échantillonnage à plusieurs profondeurs, du fjord au plateau continental. Enfin, la mission avait pour objectif de caractériser les gradients de diversité du plancton à différentes latitudes depuis les zones côtières jusqu'aux eaux du grand large.

Comme en 2024, FOREL a également servi de plateforme de recherche pour le programme GreenFjord ([www.greenfjord-project.ch](http://www.greenfjord-project.ch)) en août 2025. L'objectif général de la campagne était de mieux comprendre l'impact du changement climatique sur les écosystèmes des fjords et ses effets sur la biodiversité et les communautés locales.

La suite de ce chapitre donne un bref aperçu des projets scientifiques menés lors de cette deuxième partie de la mission 2025 réalisée dans les eaux groenlandaises.



*@Julien Girardot*

## 4.2 Impact de la fonte des glaciers sur les écosystèmes des fjords groenlandais : évaluation des impacts sur le zooplancton, les larves de morue polaire et les cycles du carbone

- Prof. **Caroline Bouchard**, Département de biologie, ULaval, Canada

### Objectifs du projet

- Étudier comment la fonte des glaciers influence les communautés zooplanctoniques, les populations larvaires de morues polaires et les réseaux trophiques pélagiques dans les fjords arctiques ;
- Améliorer la compréhension du cycle du carbone dans les fjords arctiques, affiner les modèles océaniques et soutenir la résilience climatique et la sécurité alimentaire des communautés arctiques.

Il est essentiel de comprendre comment les variations de la fonte des glaciers affectent les assemblages zooplanctoniques, les populations larvaires de morues polaires et les réseaux trophiques pélagiques dans les fjords arctiques. Cette recherche contribuera à réduire les incertitudes relatives au cycle du carbone dans les fjords arctiques et à améliorer la paramétrisation des modèles océanographiques dans ces environnements côtiers complexes. A long terme, elle permettra d'améliorer les connaissances sur la manière dont les écosystèmes des fjords arctiques réagissent au changement climatique et d'améliorer les prévisions concernant les conséquences pour les communautés qui y résident, dont l'identité culturelle et la sécurité alimentaire dépendent de ces écosystèmes.

À chaque station, un filet à zooplancton (cadre de 50 cm de diamètre muni d'un filet à mailles de 150 µm) a été déployé verticalement à une profondeur de 170 m et un filet à ichtyoplancton (cadre de 100 cm de diamètre muni d'un filet à mailles de 500 µm) a été remorqué à une vitesse de 2 nœuds jusqu'à une profondeur maximale de 80 mètres. Les deux filets étaient équipés d'un débitmètre. Les larves de poissons ont été mesurées et conservées dans de l'éthanol, tandis que les échantillons de zooplancton ont été conservés dans une solution d'eau de mer à 4% de formaldéhyde.

## 4.3 Émissions et devenir du méthane provenant des eaux sous-glaciaires le long de la côte ouest du Groenland

- Prof. **Jérôme Chappellaz**, Faculté ENAC, EPF Lausanne, Suisse

### Objectifs du projet

- Mesurer le méthane dissout dans les eaux de fonte sous-glaciaires aux principaux débouchés des fjords ;
- Évaluer la quantité de méthane oxydée dans les fjords avant d'atteindre l'atmosphère.

Il a été suggéré que le méthane produit sous la glace est transporté vers la marge glaciaire du Groenland par le système de drainage sous-glaciaire. Ce processus pourrait constituer une source sous-estimée d'exportation de méthane vers l'atmosphère, qui pourrait alors contribuer de manière significative à l'augmentation actuelle de ce gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Cette hypothèse repose sur des mesures existantes du méthane dissout effectuées dans une rivière proglaciaire du glacier Leverett. Cependant, une grande partie des eaux sous-glaciaires du Groenland résultant de la fonte de la base atteint l'océan à la base des fjords glaciaires se terminant dans la mer. Là, l'oxydation rapide dans la colonne d'eau pourrait réduire considérablement la quantité de méthane atteignant finalement l'atmosphère.





*@Julien Girardot*

L'objectif de ce projet était d'étudier pour la première fois la quantité de méthane dissout présente dans les cours d'eau sous-glaciaires qui s'écoulent à la base des principales sorties des fjords, où l'eau de fonte de la base s'écoule des secteurs centre-ouest et nord-ouest de la calotte glaciaire du Groenland. Le projet prévoyait également de documenter l'évolution spatiale des anomalies possibles de méthane le long de la colonne d'eau dans les fjords correspondants, afin de déterminer l'importance de l'oxydation in situ par des processus bactériens.

Une rosette équipée de 12 bouteilles Niskin d'une capacité de 8 litres chacune a été déployée le long de la colonne d'eau dans les fjords. Une fois de retour sur le pont du voilier, l'eau de chaque bouteille a été sous-échantillonnée dans de petits flacons, qui ont ensuite été scellés et stockés avant d'être expédiés en Suisse pour y être analysés.

## 4.4 Caractérisation des micro- et nanoparticules naturelles et anthropiques

- Prof. **Julien Gigault**, Département de biologie, ULaval, Canada

### Objectifs du projet

- Cartographier la répartition géographique des (nano)particules naturelles et anthropogéniques ;
- Quantifier la concentration de ces (nano)particules ;
- Identifier la nature et la composition des (nano)particules ;
- Évaluer leur impact environnemental.

Les nanoparticules naturelles et anthropiques sont largement répandues dans l'environnement. Cependant, le rôle et les effets de ces particules dans les cycles biogéochimiques et les écosystèmes marins sont encore mal compris en raison de la difficulté à les isoler et à les caractériser. Il est donc nécessaire de développer des méthodes d'analyse pour combler cette lacune, en particulier dans un contexte où il est généralement admis que les nanoparticules anthropiques, telles que les nanoplastiques constituent une menace importante.

Avec le changement climatique, les apports de nanoparticules naturelles et anthropiques dans l'océan Arctique provenant de différentes sources sont susceptibles d'augmenter, ce qui pourrait avoir des conséquences inconnues sur les cycles biogéochimiques et les écosystèmes marins. Dans ce contexte, cette étude visait à étudier la distribution spatiale de ces particules dans l'océan Arctique, en particulier le long de la côte ouest du Groenland, avec un intérêt particulier pour les micro- et nanoparticules de plastique, de carbone noir et de métaux libérées par les glaciers dans l'océan.

Les nanoparticules naturelles et anthropiques présentes dans l'eau de mer ont été collectées à l'aide de la rosette ainsi que de la ligne d'admission d'eau de mer arrivant directement au laboratoire humide. À chaque station, environ 20 litres d'eau ont été prélevés pour chaque type de nanoparticules étudié : contaminants anthropiques, métaux et traceurs lithogéniques.

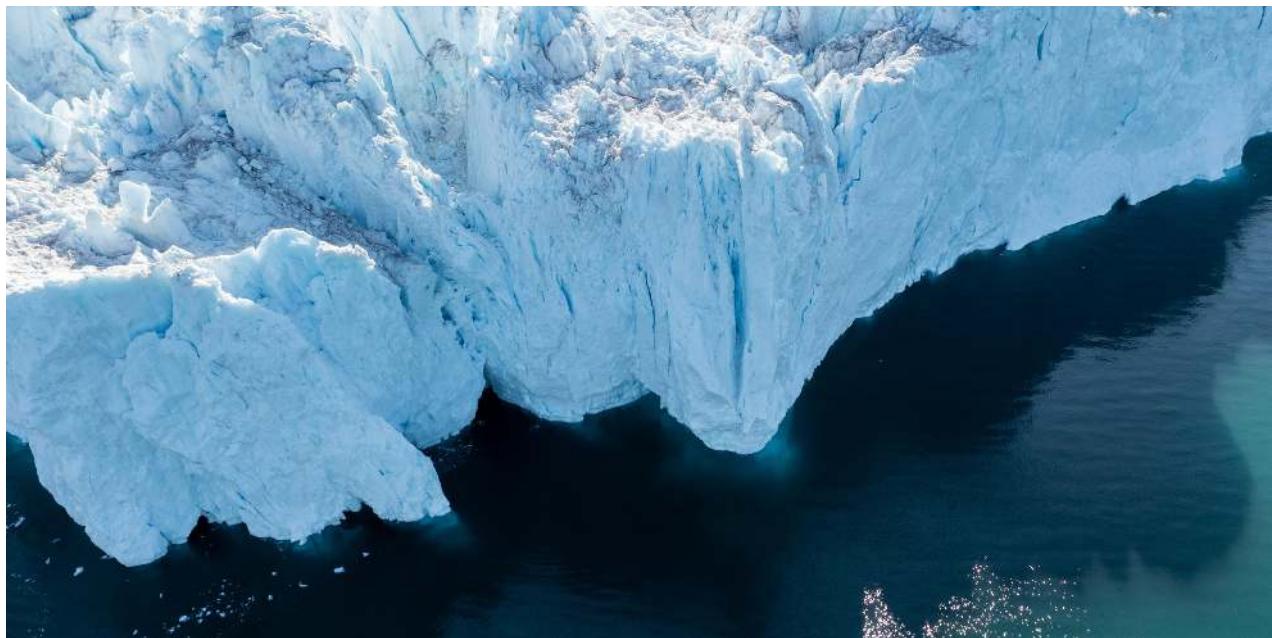
L'eau a ensuite été préfiltrée à l'aide de filtres métalliques de 80 µm pour les nanoparticules anthropiques, et de filtres en nylon de 200 µm pour les nanoparticules métalliques et les traceurs lithogéniques. Des échantillons supplémentaires ont également été prélevés pour l'analyse des nutriments et du carbone organique total (TOC). L'échantillonnage a été réalisé à deux profondeurs différentes : en surface et à une profondeur variable déterminée à partir du profil CTD.

Les échantillons d'eau ont ensuite été transférés soit vers le laboratoire humide, soit vers le laboratoire propre, selon le type d'analyse à effectuer (plastiques ou métaux). Une filtration tangentielle en flux (TFF – Tangential Flow Filtration) a été mise en œuvre pour séparer et concentrer les phases micro- et nanoparticulaires de la phase dissoute.

Les phases micro/nanoparticulaires ont été concentrées jusqu'à un volume final d'environ 60 mL, par élimination progressive de la fraction dissoute. Le concentrat obtenu a ensuite été conservé à 4 °C pendant 48 heures, afin de permettre la décantation des microparticules, tandis que les nanoparticules restaient en suspension.



*@Richard Mardens*



*@Richard Mardens*

## 4.5 Flux biogéogéniques dans les fjords groenlandais : impacts sur les écosystèmes marins et le cycle des nutriments

- Prof. **Samuel Jaccard**, Institut des sciences de la Terre, Université de Lausanne, Suisse

### Objectifs du projet

- Examiner comment l'eau de fonte des glaciers affecte l'apport en nutriments et la productivité primaire dans les fjords arctiques ;
- Comparer les impacts des glaciers marins et terrestres sur la chimie de l'eau de mer et la croissance du phytoplancton.

Les rivières et les cours d'eau alimentés par les glaciers se caractérisent par des concentrations élevées de nutriments dissous et de sédiments, qui ont un impact sur la chimie/physique de l'eau de mer, la disponibilité des nutriments et la productivité primaire. Les cours d'eau non glaciaires alimentés principalement par les précipitations météoriques se caractérisent par des processus d'altération, des sources de matière organique et de nutriments contrastés par rapport aux bassins versants glaciaires. L'apport croissant de nutriments via l'eau de fonte (Si, P, Fe) et/ou la remontée des panaches peut stimuler la productivité primaire, mais l'augmentation des sédiments en suspension peut réduire la disponibilité de la lumière et limiter ainsi la croissance du phytoplancton. La réponse de la productivité marine à l'augmentation du débit d'eau de fonte dépend donc en fin de compte du type de glacier (glacier marin ou terrestre), de la géométrie du fjord et du glacier, des besoins en nutriments du phytoplancton et des interactions trophiques.

Des échantillons d'eau de mer ont été prélevés à l'aide de la rosette CTD. Le plan d'échantillonnage comprenait des stations situées le long du continuum terre-plateau continental dans chaque fjord. À chaque station, l'échantillonnage couvrait 6 à 10 profondeurs selon l'emplacement et comprenait la mesure de plusieurs paramètres physico-chimiques. Afin d'améliorer la résolution des données, des stations CTD supplémentaires ont été ajoutées le long du transect. Elles ont été complétées par une surveillance continue des propriétés des eaux de surface (CO<sub>2</sub>, température, fluorescence) à l'aide de la Ferrybox installée sur FOREL.

## 4.6 Gradient de biodiversité du mészooplancton dans les hautes latitudes depuis la côte jusqu'à l'océan

- Dr. **Meike Vogt** et Dr. **Virginie Marques**, Physique environnementale, ETH Zurich, Suisse

### Objectifs du projet

- Comparer la diversité du mészooplancton entre les eaux côtières et les eaux libres dans les régions de haute latitude ;
- Identifier les espèces bioindicatrices et les structures clés de l'écosystème.

Ce projet constitue la continuation de celui réalisé dans les eaux canadiennes (voir description au chapitre 3.5).

## 4.7 Interactions terre-océan-atmosphère pertinentes pour la biodiversité et le climat (GreenFjord)

- Prof. **Julia Schmale**, Faculté ENAC, EPF Lausanne, Suisse
- Prof. **Samuel Jaccard**, Institut des sciences de la Terre, Université de Lausanne, Suisse
- Prof. **Loïc Pellissier**, Ökosysteme und Landschaftsevolution ETH Zürich, Suisse
- Dr. **Lucas Paoli**, Microbiome Immunity and Ecology lab, EPF Lausanne, Suisse
- Dr. **Anna Carratala**, Faculté ENAC, EPF Lausanne, Suisse

### Objectifs du projet

- Étudier la diversité microbienne dans l'air, l'eau, la glace et le sol dans les environnements polaires ;
- Comparer les communautés microbiennes le long des gradients verticaux dans l'atmosphère et la colonne d'eau ;
- Analyser comment les facteurs environnementaux (vent, humidité, température, rayonnement solaire) influencent la composition et la distribution microbiennes ;
- Surveiller la composition chimique de l'atmosphère, y compris les aérosols et les composés organiques volatils impliqués dans la formation de nouvelles particules.

L'objectif général du programme de recherche GreenFjord ([www.greenfjord-project.ch](http://www.greenfjord-project.ch)), soutenu par l'Institut polaire suisse (SPI) et qui s'étend sur la période 2022-2026, est de comprendre comment le changement climatique affecte les écosystèmes des fjords et comment celui-ci se répercute sur la biodiversité et les moyens de subsistance. Le programme comprend six groupes de recherche qui étudient l'océan, les glaciers, l'atmosphère, les terres, la biodiversité ainsi que la perception et les effets du changement climatique sur les communautés locales dans un écosystème de fjords du sud-ouest du Groenland.



*@Julien Girardot*

Le but de l'expédition 2025 était d'étudier les interactions entre l'océan, la glace, l'air et la biodiversité dans les fjords de Nordre Sermilik, Tunulliarfik et Igaliq, avec une haute résolution spatiale et temporelle. L'objectif était d'étudier les processus liés au changement climatique et à la biodiversité dans ces systèmes de fjords contrastés, c'est-à-dire les fjords où les glaciers se terminent encore dans l'eau et ceux où les glaciers ont tellement reculé que seules des rivières s'y jettent.

Les flux de masse entre les compartiments englobent l'échange de microbes ainsi que de gaz biogènes. Une fois dans l'air, les microbes deviennent des bioaérosols qui peuvent modifier considérablement les nuages par nucléation de la glace, et les gaz peuvent être convertis en particules qui forment des gouttelettes de nuages. Or, ces derniers sont des régulateurs énergétiques essentiels dans les systèmes de fjords soumis au changement climatique. Le projet visait donc à identifier chimiquement et microbiologiquement les flux de gaz et de particules biogènes afin d'estimer leur impact sur le climat. Pour ce faire, l'objectif était de déployer une toute nouvelle technique d'échantillonnage et d'analyse des aérosols développée à l'EPFL afin de quantifier les groupes fonctionnels organiques. En outre, un séquençage à haut débit a été effectué pour relier le microbiome marin au microbiome atmosphérique.

Le projet a également étudié les métaux traces ainsi que la circulation des nutriments dans les différents fjords afin d'examiner dans quelle mesure les différents modèles de circulation de l'eau ont un impact sur la productivité primaire des organismes microbiens et leur biodiversité.

Des échantillons d'eau, d'air et de sol ont été prélevés afin d'étudier les communautés microbiennes et leur diversité. Si les bioaérosols, la glace et l'eau sont souvent étudiés séparément, les analyses comparatives entre ces environnements interconnectés, de même que leurs réponses aux changements environnementaux, sont encore limitées. Au cours de cette expédition, une série chronologique d'échantillonnages bactériens simultanés dans l'atmosphère et la colonne d'eau a ainsi été réalisée. Pour ce faire, un système de ballon captif (Helikite) équipé d'un échantillonneur biologique microbien a été utilisé en combinaison avec la rosette CTD et une pompe péristaltique submersible. Les échantillons de bioaérosols et d'eau ont ensuite été analysés afin de caractériser les communautés bactériennes à l'aide d'un séquençage à haut débit et de tests fonctionnels *in vitro* en laboratoire. En parallèle, plusieurs paramètres météorologiques ont été mesurés sur site afin d'évaluer l'influence des changements environnementaux sur l'abondance, la diversité et la composition des communautés bactériennes le long de profils verticaux continus atmosphère-océan.

Les échantillons d'eau de mer provenant de l'intérieur et de l'extérieur des fjords cibles ont été fractionnés par taille grâce à une filtration en série, chaque taille de filtre capturant un composant spécifique de la communauté microbienne. Pour chaque échantillon, les filtres ont été coupés en plusieurs morceaux et congelés rapidement dans de l'azote liquide pour des analyses futures. Le matériel congelé a ensuite été utilisé pour l'extraction d'ADN, d'ARN, de protéines et de métabolites, suivie d'un séquençage ou d'un profilage biochimique, selon les cas. Ces approches intégrées ont permis d'obtenir une vue d'ensemble de la diversité moléculaire des communautés microbiennes.

Pour certains échantillons, des fractions de taille spécifique ont été remises en suspension dans de l'eau de mer stérilisée par filtration pour des expériences d'incubation et de culture sur site. À l'aide de stratégies d'isolation innovantes et légères, basées sur la dilution et les sondes, de nouvelles méthodes de culture ont ainsi été testées afin de mieux caractériser la diversité microbienne polaire et subpolaire.

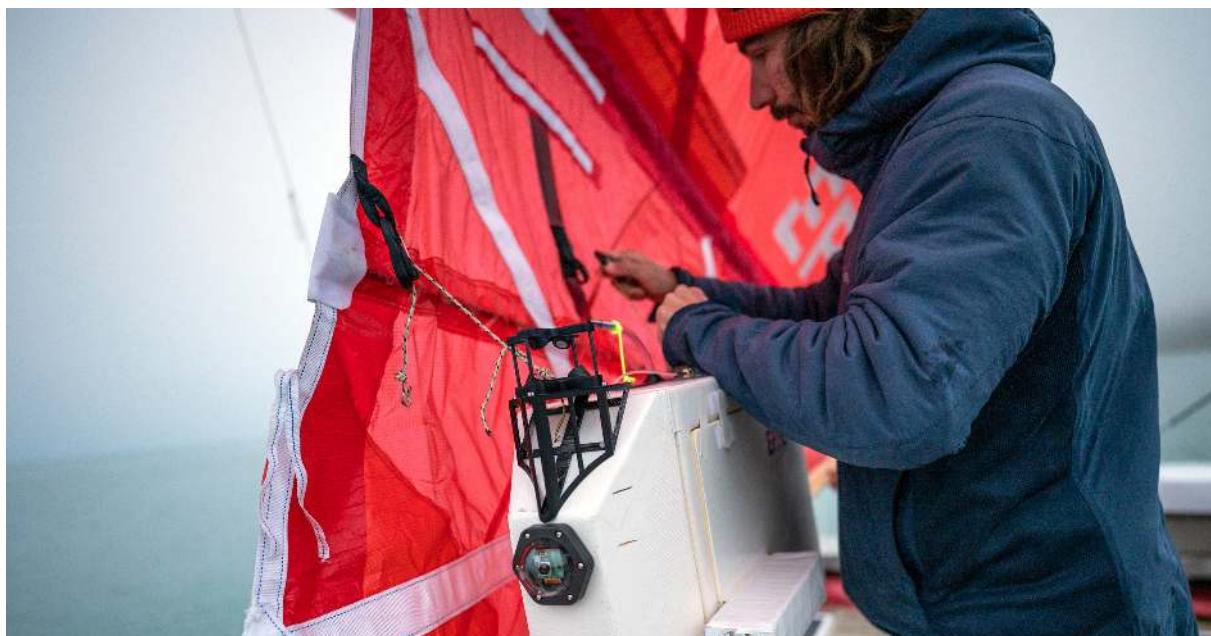
## 4.8 Études de validation de principe pour des nouvelles technologies et de nouveaux capteurs

- Prof. **Julia Schmale**, Faculté ENAC, EPF Lausanne, Suisse
- Prof. **Mirko Kovac**, Faculté ENAC, EPF Lausanne, Suisse
- Dr. **Lucas Paoli**, Faculté Sciences de la vie, EPF Lausanne, Suisse

### Objectifs du projet

- Déployer des plateformes innovantes pour prélever des échantillons dans les environnements polaires difficiles d'accès ;
- Utiliser un ballon captif (Helikite) pour collecter des données sur le microbiome et les aérosols atmosphériques jusqu'au niveau des nuages ;
- Lancer un robot aérien-aquatique (MEDUSA) pour prélever des échantillons en surface et en profondeur dans les zones dangereuses près des icebergs et des fronts glaciaires.

Il est intrinsèquement difficile, mais indispensable, de mener des observations verticales de l'atmosphère entre le sol et le niveau des nuages. Pour ce faire, un système automatisé de ballons captifs (Helikite), spécialement conçu pour mesurer le microbiome aérien et d'autres particules aérosols, y compris celles présentes dans les nuages, a été déployé depuis FOREL.



*@Julien Girardot*

A noter qu'il s'agissait d'une première dans le déploiement de ce type d'équipement à partir d'un voilier. Tous les vols ont été effectués dans le strict respect de la réglementation de l'aviation civile, l'Helikite ayant été limité à une altitude maximale de 100 m.



*@Julien Girardot*

En repoussant encore plus loin les limites, l'objectif de ce projet était également de démontrer la pertinence du lancement d'un robot aérien-aquatique permettant d'effectuer un échantillonnage automatisé dans les eaux de surface et les eaux plus profondes, loin du voilier, là où il peut être dangereux pour les scientifiques d'opérer, par exemple à proximité de grands icebergs ou de fronts de vêlage des glaciers.

Ce volet du projet s'est appuyé sur la plateforme MEDUSA (Multi-Environment Dual-robot for Underwater Sample Acquisition), un drone multimodal équipé d'un capteur et d'un échantillonneur sous-marins séparés. Le MEDUSA se composait d'un hexacoptère d'environ 1,2 x 1,2 mètre équipé d'un outil robotique d'échantillonnage sous-marin captif. Le MEDUSA a volé à moins de 100 mètres du bateau, s'est posé à la surface de l'eau et a prélevé des échantillons d'eau. L'outil d'échantillonnage robotisé contenait des composants électroniques pour la propulsion et le contrôle, ainsi qu'une pompe interne pour prélever des échantillons d'eau (environ 2 litres). Il était physiquement relié au drone flottant.



*@Julien Girardot*

Cette première tentative a permis de démontrer que de futures études pourraient équiper le MEDUSA de capteurs sous-marins plus complexes afin d'acquérir des échantillons dans ces zones difficiles d'accès. Cette méthode novatrice d'échantillonnage du microbiome marin permettra probablement un bond en avant dans notre compréhension du fonctionnement de l'écosystème des fjords.



*@Julien Girardot*



*@Julien Girardot*

## 4.9 Enquête en sciences sociales sur la perception des changements dans les fjords par les résidents locaux

- Prof. **Laine Chanteloup**, Faculté de géosciences et environnement, Université de Lausanne, Suisse

### Objectifs du projet

- Explorer les perceptions des résidents concernant l'évolution des systèmes fjordiques et la recherche scientifique liée au climat ;
- Impliquer les membres de la communauté, en particulier les jeunes, dans des activités sur le terrain et mener des entretiens afin de mieux comprendre leur lien avec l'environnement local.

Le programme GreenFjord comprend des études en sciences sociales visant à comprendre la perception des habitants de Narsaq sur l'évolution des systèmes fjordiques et sur les recherches scientifiques sur le changement climatique dans la région. Étant donné que de nombreux habitants, en particulier les adolescents, n'ont pas beaucoup exploré les environs immédiats de Narsaq, l'objectif était d'embarquer deux habitants à bord pendant environ trois jours afin qu'ils puissent découvrir les environs et participer à des activités scientifiques.

Les habitants de Narsaq ont été initiés aux activités scientifiques menées à bord et des entretiens structurés ont été réalisés avec eux. En parallèle, un adolescent ou un jeune adulte et une personne âgée ont participé aux activités scientifiques, observé et partagé leurs impressions. Le chercheur en sciences sociales les a aidés et a guidé les entretiens. Des échanges interculturels, qui n'étaient pas directement liés à la science, ont également été encouragés et ont émergé naturellement au fil du temps passé ensemble.

Au total, huit participants groenlandais (4 jeunes et 4 adultes) ont embarqué à bord de FOREL et ont été directement impliqués dans les opérations scientifiques du navire. Pendant deux jours chacun, ils ont participé à la manipulation des bouteilles Niskin et ont reçu une formation pédagogique sur les procédures scientifiques menées à bord. On relèvera que ce niveau de participation a été nettement supérieur à ce qui avait été initialement prévu, car seuls deux participants étaient attendus.

En outre, une journée portes ouvertes a été organisée pour les habitants de Narsaq. Une centaine d'écoliers ont visité le navire, ainsi qu'une trentaine d'adultes de la communauté.



*@Julien Girardot*

## 4.10 Collecte des échantillons

Les données et les échantillons récupérés par les équipes de la campagne sur la côte nord-ouest du Groenland seront principalement traités dans les institutions suivantes :

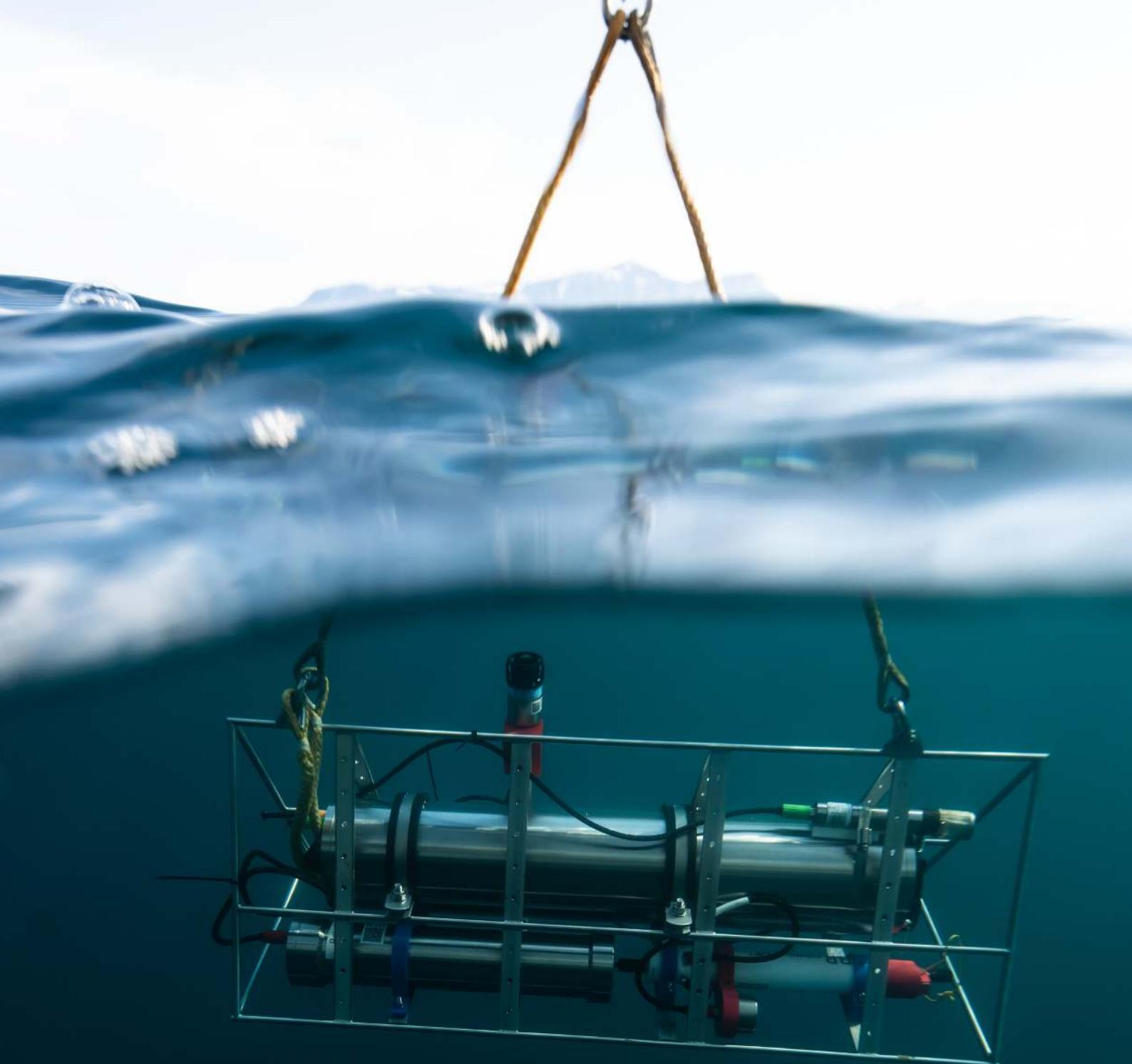
- Université Laval, Département de biologie, Canada ;
- Laboratoire international commun Takuvik, Université Laval et CNRS, Canada ;
- Université de Toulouse, France ;
- Smart Environmental Sensing in Extreme Environments, EPFL, Suisse.

Les données et les échantillons récupérés par l'équipe GreenFjord seront principalement traités dans les institutions suivantes :

- Département des sciences des systèmes environnementaux, ETH Zurich (ETHZ), Suisse ;
- Laboratoire de recherche sur les environnements extrêmes (EERL), EPFL, Suisse ;
- Institut des sciences de la Terre, Université de Lausanne (UNIL), Suisse ;
- Université de Liège, Belgique.

Les chercheurs partageront leurs données via des référentiels en libre accès.

Projet	Stockage
Ichtyoplankton	Polar Data Catalogue
GHG	Shared with Dr. Lorenz Meire (GINR)
Particles	By 2030, open access repository. Data base TBD
Plankton	By 2027, open access repository zenodo.org
Ocean	By 2027, open access repository zenodo.org
Atmosphere	By 2027, open access repository zenodo.org
Biodiversity	By 2027, open access repository envidat.ch
Microbial data	By 2029, open access at ENA (sequencing) and EBI (profiling)
Microbial isolates	By 2029, available upon requests or the public collection DSMZ



## PARTIE II

# Conseil scientifique

L'année 2025 a vu la mise sur pied du Conseil scientifique (FOREL SAB - Scientific Advisory Board), dont la mission principale est de contribuer à définir la stratégie scientifique globale de FOREL. A travers ce rôle de conseil, celui-ci apportera une contribution clé à la définition des appels à projets qui seront mis en œuvre sur la plateforme dans les années à venir.

Le Conseil est constitué de personnalités très impliquées et renommées dans le monde polaire, à savoir :

- **Jérôme Chappellaz**, paléoclimatologue et océanographe, EPFL, Suisse, co-président ;
- **Warwick Vincent**, limnologue et écologue microbien, Université Laval, Canada, co-président ;
- **Marcel Babin**, océanographe, CNRS, Université Laval, Canada ;
- **Stéphane Blain**, océanographe microbien, CNRS, Université Sorbonne Paris, France ;
- **Antje Boetius**, biologiste marine, présidente et directrice générale du Monterey Bay Aquarium Research Institute (MBARI), États-Unis ;
- **Françoise Gaill**, biologiste marine, CNRS, Université Pierre Marie Curie, France ;
- **Philippe Gillet**, géophysicien, ancien vice-président de l'EPFL, Suisse ;
- **Gerald Haug**, climatologue géologue, directeur du MPI, Allemagne, et ETH Zurich, Suisse ;
- **Bethany Jenkins**, microbiologiste marine, vice-présidente chargée de la recherche, Université de Rhode Island, États-Unis.



*@Julien Girardot*



*@Richard Mardens*

Grâce à leur implication au niveau international, les membres du Conseil pourront soutenir les activités de mise en réseau de l'Association, en particulier au niveau de l'accès aux grands programmes et projets polaires.

Dans le cadre des premières discussions, le SAB a reconnu la forte valeur ajoutée de FOREL pour la communauté scientifique polaire, soulignant les atouts majeurs de la plateforme, en particulier les équipements scientifiques de haut niveau soutenant les activités pluridisciplinaires, la capacité à s'adapter à des environnements côtiers en rapide évolution du fait du changement climatique mais souvent mal documentés, la grande flexibilité de mise en œuvre, les projets scientifiques traitant spécifiquement du continuum terre-air-océan à travers une approche multidisciplinaire, l'accent mis sur le développement technologique basé sur une approche multi-plateforme, de même que l'inclusion des communautés locales par le dialogue et l'échange de connaissances.

Le SAB Forel a également fourni des idées précieuses et des recommandations spécifiques en termes de capacités de mesure, de couverture spatiale et de domaines d'exploration scientifique, ainsi que des suggestions concernant les technologies innovantes à développer et à déployer sur FOREL. La collaboration avec d'autres plateformes telles que le voilier de recherche Eugen Seibold a également été encouragée.

En parallèle et afin de faciliter la mise en œuvre des futurs projets sur FOREL, il a été décidé de créer un comité de coordination scientifique en fonction des différentes thématiques relatives au projets scientifiques menés sur la plateforme. Ce comité sera mis en place en 2026.



## PARTIE III

# Chantier 2025

À l'issue de l'expédition 2024, le navire s'est amarré à Lorient le 17 août 2024. La période automnale a permis de faire un bilan technique suite à cette première année test, et ainsi de préparer le chantier à venir pendant l'hiver et le début du printemps 2025.

Début janvier 2025, l'équipage s'est retrouvé à Lorient afin d'entamer les travaux décidés. Certains d'entre eux nécessitant la sortie de l'eau du navire, FOREL a été mis en cale sèche le 15 janvier 2025 pour une durée de trois mois.

Outres les travaux d'entretien courant, les principales actions ont porté sur les éléments suivants.

- **Partie moteurs** : révision et finalisation du système SCR (injection d'AdBlue dans les lignes d'échappements), amélioration des ventelles pour la ventilation de la salle machine.
- **Sécurité** : nouveau système de détection incendie, nouveau système de détection de voie d'eau, pose d'un système de détection automatique (AIS) de classe A.
- **Fonctionnement du bateau** : modification des prises d'eau de mer, modification et amélioration de la cheminée de la chaudière afin de l'éloigner au maximum des prises d'air atmosphériques scientifiques, amélioration du système de traitement des eaux usées, création d'un établi et d'un poste de travail dans l'atelier, pose d'une nouvelle pompe hydraulique automatique, révision et simplification des commandes du pilote automatique.
- **Pont et coque** : pose de nouveaux enrouleurs, nouvelles voiles (GVs et focs), réhausse des garde-corps pont, étude et installation de la dérive, étanchéité des petits safrans.
- **Partie science** : amélioration de l'étanchéité du laboratoire propre (clean lab), création d'une perche de bordé pour sondeur multi-faisceau SONIC V 2020 (sondeur paroi du Saguenay), création d'une nouvelle bride pour prise d'air atmosphérique à l'avant du navire, pose d'une pompe à vis excentrée pour eau de surface ainsi que sa ligne d'eau « propre » partant de l'avant du navire jusqu'au laboratoire humide.
- **Passerelle et espace de vie** : création de rangements supplémentaires dans les parties communes.

A photograph of a group of people on a sailboat. Four adults are seated on the deck railing, and a young child is standing in the foreground. The boat's white hull features the word "Forel" in red. In the background, rugged, snow-capped mountains are visible under a clear blue sky.

## PARTIE IV

# Communication & Sensibilisation

# 1. Communication

## 1.1 Site internet

Le site [www.forel-heritage.org](http://www forel-heritage.org) a continué en 2025 à être la plateforme centrale de communication et de vulgarisation scientifique pour les missions de FOREL, avec une fréquentation et un engagement en nette progression par rapport à l'année précédente.

Entre janvier et octobre 2025, le site a enregistré 21'345 visites (janvier à octobre 2024 : 10'167 visites). La version anglaise représente environ un tiers des consultations.

## 1.2 Contenus multimédias

- Photos : production continue par les équipes à bord, utilisées sur les réseaux sociaux, le site internet et dans plusieurs documents pédagogiques et scientifiques.
- Photographes professionnels embarqués : Julien Girardot et Richard Mardens.
- Vidéos : création de contenus pour les réseaux des missions canadiennes et groenlandaises, incluant interviews et séquences de terrain. Une vidéo plus longue, retraçant des missions scientifiques de l'expédition, sera réalisée ultérieurement.
- Prise d'images : Richard Mardens ; montage vidéo scientifique : Valentin Proult.
- A l'inverse de ce qui avait été fait en 2024, il a été décidé de ne pas produire de podcasts en 2025.

## 1.3 Couverture médiatique

En touchant le grand public, les communautés locales et le public scientifique, les réseaux sociaux et contenus multimédias jouent un rôle central dans la communication et la vulgarisation scientifique des missions de FOREL.

- Instagram : 131 publications (dont 15 Reels), 792 followers (327 fin 2024), 310 comptes suivis. La progression depuis l'ouverture du compte le 25 octobre 2023 est très nette, traduisant un intérêt croissant pour les contenus visuels et pédagogiques.
- Réseau X : 231 Following, 52 Followers. Le compte relaie les informations scientifiques et pédagogiques de manière concise.
- Facebook : nouveau compte ouvert en 2025, destiné à communiquer avec les communautés groenlandaises, avec certains contenus traduits en groenlandais.
- YouTube : compte ouvert fin 2025, avec contenus à compléter incluant portraits de missions et interviews de scientifiques.
- Vidéo relayée sur Instagram : portrait de la mission cartographique dans le fjord du Saguenay (Canada), réalisé par Environnement Canada avec interview de Vincent Lecours (UQAC).

Au niveau de la presse, la couverture médiatique en 2025 a permis de prolonger la visibilité du projet FOREL à travers une série d'articles publiés en France, au Canada, en Angleterre et en Suisse.

- FOREL – A Swiss Research Vessel for the Scientists (Suisse — mars 2025).
- Sailing to Greenland: A scientific voyage of discovery (Angleterre — avril 2025).
- L'expédition scientifique, le septième port de Lorient (France — mai 2025).
- Forel, première mission au pays des mirages (Suisse — mai 2025).
- Forel, first mission to the land of mirages (Angleterre — mai 2025).
- Le Forel, un maillage innovant entre la science, la culture et l'éducation (Canada — juin 2025).
- Un voilier de recherche suisse pour cartographier le fjord du Saguenay (Canada — juin 2025).
- Le voilier Forel sillonnnera le fjord du Saguenay pour le cartographier (Canada — juin 2025).
- Un voilier suisse à La Baie pour cartographier les parois du fjord (Canada — juin 2025).

- Explorer les parois du fjord du Saguenay sur un voilier de recherche suisse (Canada — juin 2025).
  - Cartographie du fjord du Saguenay : le voilier Forel Héritage de passage à La Baie (Canada — juin 2025).
  - Forel : de l'aventure à la science (France — juillet 2025).
  - Forel, le voilier océanographique suisse au Groenland (France — juillet 2025).
  - Forel, navire polaire: première mission au pays des mirages (France — décembre 2025).

On relèvera que la diversité géographique et la qualité éditoriale se sont renforcées, avec une ouverture à l'international et à de nouveaux types de médias (magazines maritimes, presse scientifique, médias canadiens).



*Vincent Lecours, professeur au département des sciences humaines et sociales et Elsa Vaillancourt-Vigneault, étudiante à la maîtrise en ressources renouvelables.*

## 1.4 Partenariats et événements

Basé au ponton de la Cité de la Voile Éric Tabarly, FOREL bénéficie d'une forte visibilité à Lorient, son port d'attache, grâce à plusieurs partenariats et événements clés. Cette visibilité repose sur plusieurs leviers :

- Partenariats pédagogiques : FOREL s'appuie sur un partenariat durable avec la Cité de la Voile et un nouveau partenariat pédagogique avec l'Espace des Sciences – Maison de la Mer, renforçant son rôle de support de médiation scientifique et maritime auprès du grand public et des jeunes.
- Evénements portuaires : FOREL a été amarré ponctuellement au nouveau ponton du Péristyle de Lorient, offrant une belle visibilité locale et nationale.
- Visibilité conjointe avec TARA : en novembre 2025, FOREL et TARA se sont amarrés côte à côte à la Cité de la Voile lors d'un grand événement. Cet alignement symbolique de deux voiliers conçus pour la science illustre la complémentarité et la continuité des projets d'exploration et de recherche en mer.



@Julien Girardot



*@Julien Girardot*

Lors des escales de FOREL au Canada, de nombreuses actions ont permis de faire découvrir le navire auprès des communautés scientifiques et locales :

- Pendant les escales à Québec et à La Baie, FOREL a accueilli des directeurs et étudiant.es des centres de recherche (Takuvik, Arctic Net, Quebec Ocean, CEN, INQ, Sentinel Nord), des professeur·es et étudiant·es de l'UQAC, les équipes du Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent, ainsi que le personnel du Musée du Fjord. L'escale à Québec fut également l'occasion d'un échange de visites entre le navire FOREL et le navire de recherche de la garde côtière canadienne NGCC Amundsen.
- Reportages et médiation : les escales ont été l'occasion de réaliser des reportages et de diffuser du contenu pédagogique auprès des communautés locales. Pour ce faire, l'Association a poursuivi la traduction de ses supports en kalaallisut (groenlandais) et leur diffusion locale (exposition photos dans les villages, communication via les pages communautaires Facebook, messages de bienvenue et d'invitation à monter à bord).

A plusieurs escales, en particulier au Groenland, l'équipage a ouvert le navire au public, lui permettant ainsi de découvrir le bateau, les missions scientifiques menées et de créer des liens humains entre l'équipage et les communautés locales.

## 1.5 Communication scientifique

FOREL a été présenté à la Greenland Science Week à Nuuk, un événement biennal majeur célébrant la science à travers le Groenland et organisé par Arctic Hub du 7 au 14 novembre 2025. Il s'agissait d'une étape importante visant à renforcer l'acceptabilité et l'intégration du projet FOREL au sein du paysage scientifique et local groenlandais. Ce rendez-vous a réuni scientifiques, décideurs, associations et habitants, et a permis de présenter le projet, les missions scientifiques menées à bord, ainsi que la vision éducative et collaborative portée par l'Association Forel Heritage.



@Arctic Hub

## 2. Sensibilisation

### 2.1 Partenariats pédagogiques

Depuis 2024, un parcours pédagogique permanent est installé sur le ponton de la Cité de la Voile Éric Tabarly, aux côtés des panneaux consacrés aux voiliers Pen Duick. Ces panneaux présentent l'Association Forel Heritage et le voilier scientifique FOREL, permettant au grand public de découvrir les missions scientifiques et éducatives du projet, même sans monter à bord.

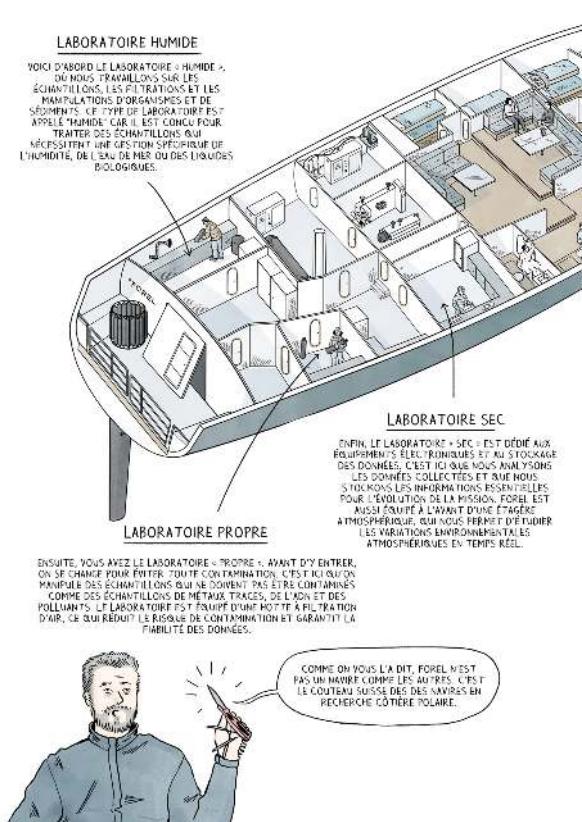
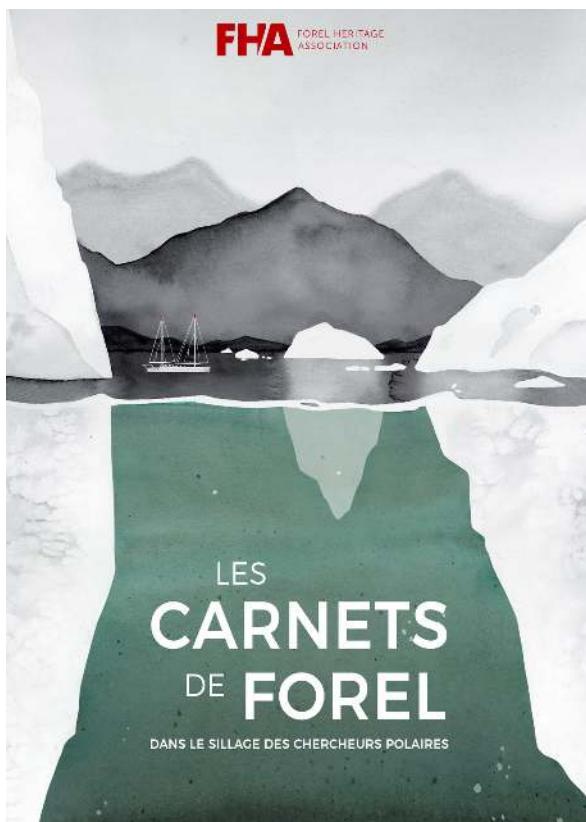
Entre janvier et octobre 2025, la fréquentation du ponton a été estimée à environ 110'000 visiteurs, dont plus de 10'000 écoliers, un niveau comparable à celui de 2024.

En complément, des visites scolaires à bord de FOREL ont été organisées en mai 2025, accueillant au total 98 collégiens. À l'automne, le dispositif d'accueil a été renforcé : davantage de créneaux ont été proposés et la procédure d'organisation a été simplifiée, permettant désormais une autonomie complète des guides et animateurs de la Cité de la Voile. Ces améliorations devraient se traduire par une augmentation de la fréquentation scolaire sur l'ensemble de l'année 2025.

Le partenariat avec la Maison de la Mer à Lorient, mis en place durant le chantier d'hiver de FOREL (15 janvier - 15 mars 2025), a permis au public de découvrir le fonctionnement du port de Keroman et d'approcher le voilier dans un cadre sécurisé. Trois visites guidées ont été organisées, incluant la présentation du bateau et, lorsque ce fut possible, la rencontre avec un membre de l'équipage. Cette initiative a renforcé l'ancrage local du projet et enrichi la médiation autour du navire pendant sa période de maintenance à terre.

## 2.2 Autres exemples d'outils pédagogiques

- Mini-BD pédagogique Les Carnets de FOREL. Deux nouveaux épisodes ont été publiés en 2025 (en français, anglais et groenlandais), à savoir un épisode d'introduction présentant FOREL, ainsi qu'un épisode sur les recherches du Prof. Jérôme Chappellaz (EPFL). Pour rappel, en 2024, un épisode avait été publié sur les recherches canadiennes sur le Benthos (Philippe Archambault). Illustrations : Lauriane Miara.
- Résidence artistique : la canadienne Madeleine-Zoé Corbeil Robitaille, doctorante en biologie à l'Université Laval, a embarqué à bord de FOREL afin de documenter les travaux menés par l'équipe du professeur Julien Gigault. À travers ses croquis, elle a capturé la vie à bord, les missions scientifiques et les paysages traversés. Son travail contribuera à la création d'un nouvel épisode des Carnets de FOREL.

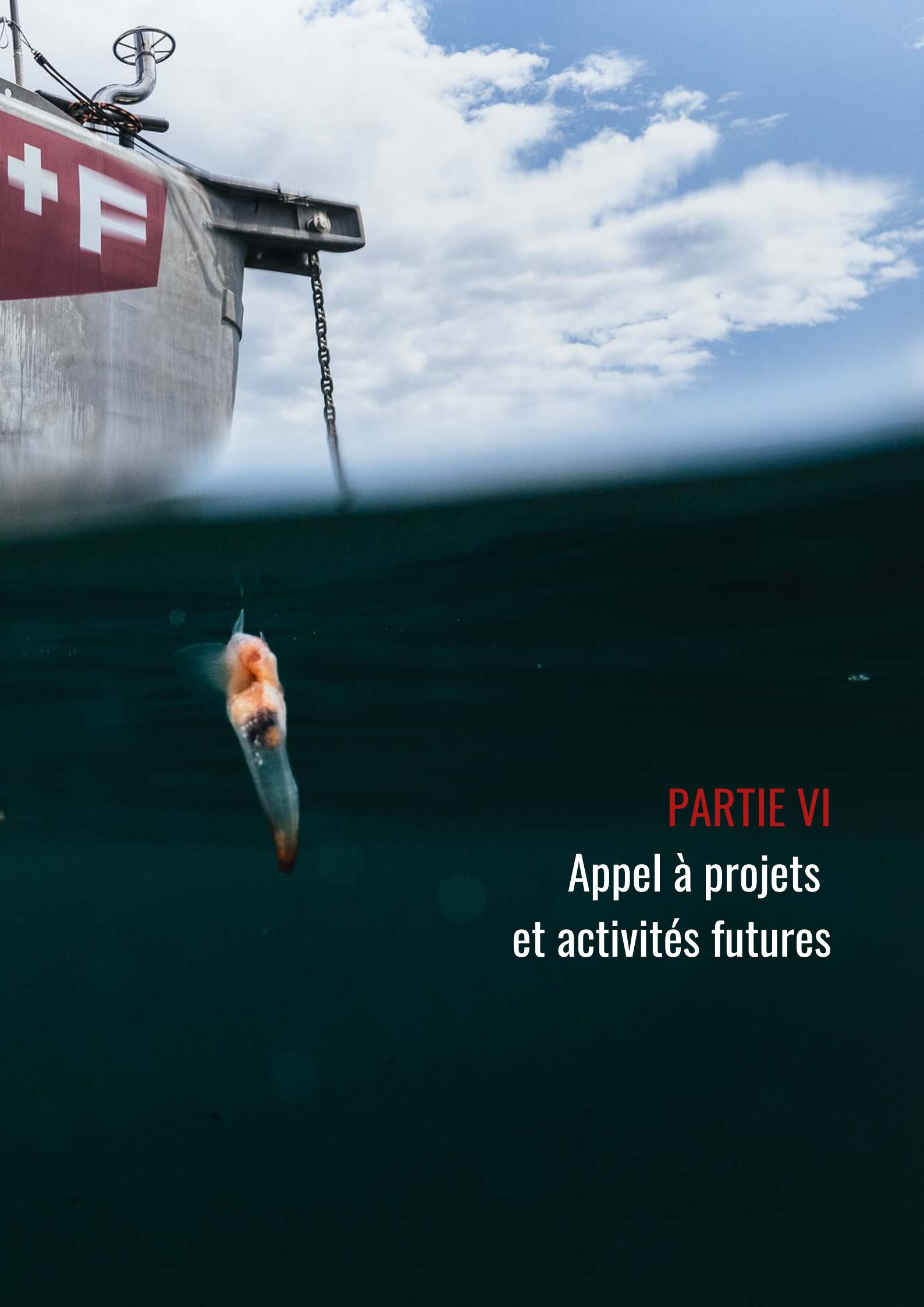


Illustrations @Lauriane Miara

- Une exposition itinérante composée de photographies, textes et illustrations a été conçue pour être facilement transportable à bord de FOREL et déployée lors des escales en France et à l'étranger. Présentée pour la première fois lors du Festival Mondes Polaires organisé par l'association Dernière Escale avant l'Amérique à Porspoder (25-27 avril 2025), cette exposition a ensuite été installée à Québec, puis déployée plusieurs jours à Narsaq (Groenland). Traduite en français, anglais et groenlandais, elle permet une médiation efficace et accessible à tous les publics.



*@Stéphane Aebischer*



## **PARTIE VI**

# Appel à projets et activités futures

Compte tenu des implications logistiques d'une part, mais également afin de tenir compte du calendrier des différents organes de financement de la recherche polaire, la planification des expéditions pour les années à venir s'est accélérée en 2025.

En particulier, FOREL a été associé au projet CASCades, une initiative conjointe de l'Institut Nordique du Québec (INQ), le Swiss Polar Institute (SPI) et l'Institut Paul-Emile Victor (IPEV) visant à favoriser la collaboration scientifique entre les communautés scientifiques de Suisse, de France et du Canada.

Ce projet international s'articulera autour de trois thèmes de recherche interdépendants qui sous-tendent le fonctionnement et la transformation du lien climatique entre Baffin et Labrador, dans le but de comprendre les processus fondamentaux qui le régissent et leur impact sur les écosystèmes marins :

- Interactions entre l'atmosphère, les glaciers et les océans à l'échelle locale ;
- Circulation côtière comme facteur de fonte et vecteur d'eau douce et de matière ;
- Formation de la glace de mer et dynamique de la couche supérieure de l'océan pendant la période de gel.

L'expédition CASCades se concentrera sur la région côtière de l'ouest du Groenland, la baie de Baffin et l'île d'Ellesmere.

L'expédition FOREL-CASCades se concentrera quant à elle uniquement sur la côte ouest du Groenland (15 juin au 15 juillet 2026).

Cette participation de FOREL au programme CASCades a conduit à mener un appel à projets pour la mission estivale 2026. Les projets reçus dans ce cadre ont été évalués par un comité scientifique indépendant désigné par le Swiss Polar Institute. Ils ont été jugés recevables sur le plan logistique et technique par l'Association.

Une fois le programme CASCades terminé, FOREL mènera une campagne indépendante et concentrera ses travaux scientifiques sur les zones moins fréquentées de l'Est du Groenland (15 juillet au 15 septembre 2026).

Par ailleurs, des premières discussions ont été menées en 2025 à propos du programme d'expéditions pour les années 2027-2028, avec l'appui du Conseil scientifique et en interaction avec les communautés de chercheurs potentiellement intéressées.



*@Stéphane Aebischer*

# PARTIE VI

## Conclusion



# Conclusion

Suite au chantier conséquent réalisé entre juin 2023 et mai 2024, l'année 2024 avait permis de valider l'adéquation de la plateforme FOREL par rapport à sa mission et aux objectifs de l'Association Forel Heritage créée en janvier 2024.

Fort de cette première expérience et après un nouveau chantier, moins conséquent, de janvier à mai, la mission scientifique 2025 de FOREL avait été planifiée autour de deux expéditions, à savoir la première au Canada et la seconde sur la côte ouest du Groenland.

Au Canada, tout d'abord, où FOREL a navigué dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent ainsi que dans le fjord du Saguenay. Les quatre programmes de recherche ont pleinement atteint leurs objectifs. Les connaissances acquises lors de cette partie canadienne de l'expédition FOREL 2025 contribueront de manière significative à la conservation des écosystèmes marins subarctiques et à soutenir la gestion des zones marines protégées tout en faisant progresser la compréhension des impacts du changement climatique sur les environnements côtiers et les fjords.

Un programme de recherche international multidisciplinaire a ensuite été mené avec succès dans les environnements côtiers de l'ouest du Groenland. Celui-ci s'est articulé autour de deux campagnes: une étude sur les côtes du nord-ouest du Groenland d'une part, et le projet GreenFjord/EPFL dans le sud-ouest d'autre part. Tout au long de la mission, un large éventail d'équipements scientifiques a été déployé. On notera en particulier le déploiement d'un ballon captif (Helikite) avec collecte d'échantillons, marquant une première dans le déploiement de ce type d'équipement à partir d'un voilier. Par ailleurs, de nouvelles technologies autonomes, à l'image du robot aérien et aquatique MEDUSA, ont également été testées dans des zones influencées par les glaciers, démontrant leur potentiel pour l'échantillonnage dans des environnements extrêmes et difficilement accessibles.

A travers ces différents projets, des collaborations solides ont été renforcées avec des partenaires tels que l'Université Laval, l'EPFL, l'ETHZ et l'UNIL, et élargies pour inclure l'Université de Toulouse et l'Université du Cap. Des engagements significatifs avec les communautés locales d'Uummannaq et de Narsaq ont favorisé les échanges mutuels, les résidents étant invités à participer au processus scientifique à bord ainsi qu'à des activités de sensibilisation et d'éducation.

Cette expédition groenlandaise a une fois de plus confirmé les capacités opérationnelles et scientifiques de la plateforme de recherche FOREL dans les régions polaires. Le programme 2025 a réuni à bord de FOREL des chercheurs en provenance d'institutions universitaires de premier plan et des technologies novatrices afin d'aborder des questions urgentes liées au changement climatique, à la biodiversité, aux processus glaciaires, à la biogéochimie océanique et aux perceptions des communautés. Les connaissances acquises contribueront de manière significative non seulement à notre compréhension des écosystèmes des fjords arctiques et de leurs transformations, mais aussi à envisager des approches de remédiation dans le contexte des changements climatiques qui vont se poursuivre dans les régions polaires.

Grâce au soutien de son Conseil scientifique nouvellement créé et dans le cadre d'une stratégie concertée, FOREL peut désormais regarder résolument en avant et planifier sereinement les expéditions pour les années à venir.



*@Richard Mardens*

# PARTIE VII

## Remerciements



## Remerciements

Le développement de la plateforme FOREL a été rendu possible grâce au soutien généreux de plusieurs donateurs, à savoir Mercuria Energy Group et la Fondation Villars Institute, Ferring Pharmaceuticals, la Fondation du Domaine de Villette, SICPA, Nicole et Patrick Aebischer, Daniel Borel, François Forel, Frederik Paulsen et Barry Wilson. L'Association tient à les remercier chaleureusement pour leur engagement déterminant qui a permis le développement du projet.

Dans le cadre de la mission 2025, l'Association remercie les Affaires mondiales Canada pour avoir accordé l'autorisation de naviguer et d'effectuer des recherches dans les eaux canadiennes (n° IGR-1648). Nous tenons également à remercier l'ambassade de Suisse à Ottawa pour avoir appuyé notre demande.



*@Julien Girardot*

Nous remercions Pêches et Océans Canada (région du Québec) de nous avoir permis de mener des recherches scientifiques dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent et de nous avoir délivré un permis de pêche scientifique (QUE-SCIENTIFIQUE-046-2025). Nous remercions également Parcs Canada ainsi que le Parc Marin du Saguenay-Saint-Laurent de nous avoir accordé l'autorisation de mener des recherches et de prélever des échantillons dans la zone de protection marine (SAGMP-2025-46181). Nous remercions enfin le Parc Marin du Saguenay-Saint-Laurent de nous avoir autorisés à utiliser un drone dans le parc (SPÉ-2025-012).

Nous tenons à remercier le Canada et ses habitants pour leur accueil chaleureux et pour nous avoir donné accès à leur territoire. Nous remercions également les communautés autochtones du golfe du Saint-Laurent de nous avoir permis d'accéder à leur territoire traditionnel.

Nous remercions le Ministère danois des affaires étrangères de nous avoir accordé l'autorisation de naviguer et de mener des recherches dans les eaux groenlandaises (JTHAV n° 25/11007), y compris dans les eaux territoriales (3 Nm ; 2025/053195). Nous tenons également à remercier l'ambassade de Suisse au Danemark pour avoir soutenu notre demande. Nous sommes reconnaissants au gouvernement du Groenland et à son Ministère de l'Industrie et de l'Énergie de nous avoir permis de mener des recherches scientifiques le long de la zone côtière du sud-ouest du Groenland et de nous avoir accordé des licences non exclusives pour l'utilisation des ressources génétiques du Groenland (n° G25-038 et n° G25-055). Une autorisation de vol pour un Helikite et un drone MEDUSA a également été obtenue auprès du Département de l'aviation civile.

Nous tenons à remercier le Groenland et ses habitants pour leur accueil chaleureux et pour nous avoir donné accès à leur territoire.

Enfin, nous remercions tous les marins professionnels, les chercheurs et les étudiants pour leur implication et leur contribution active à ce projet. Nous remercions également nos partenaires pour leur aide et leur appui dans le cadre de ce projet.

## Grands partenaires et mécènes



FONDATION DU DOMAINÉ  
DE VILLETTÉ

AEBISCHER Nicole et Patrick

BOREL Daniel

FOREL François

PAULSEN Frederik

WILSON Barry

## Partenaires institutionnels et scientifiques



UNIL | Université de Lausanne



Swiss Federal Institute for Forest,  
Snow and Landscape Research WSL



UNIVERSITÉ  
TOULOUSE III  
PAUL SABATIER



Materials Science and Technology



UNIVERSITY OF CAPE TOWN  
UNIVERSITY OF YASECAJA • UNIVERSITEIT VAN KAAPSTAD

## Partenaires communication & sensibilisation



## Fournisseurs officiels

Mécatlantic



SOLBIAN



SEA.AIR

# Annexe

## Équipe 2025 Chantier & embarquement (par ordre alphabétique)

AEBISCHER Stéphane, DELBOT Brieuc, GIRARDOT Julien, GUARIN Virginie, LE GARS Erwan, LE BRAS Steven, LEVASSEUR Jean-François, LOOTEN Nicolas, LUBRANO LAVADERA Julien, PLUS QUELLEC Jean, REAUD Yvan, REGNIER Baptiste, TISNE Lou, ZYSSET Nitya

Nous sommes également reconnaissants à Gabrièle Deslongchamp, du laboratoire de Philippe Archambault (Université Laval), pour son aide dans l'obtention de toutes les autorisations requises auprès des autorités compétentes.



@Julien Girardot

# Contact

[contact@forel-heritage.org](mailto:contact@forel-heritage.org)

Site internet Association Forel Heritage

[www.forel-heritage.org](http://www.forel-heritage.org)



**Écriture**

AEBISCHER Stéphane, BIHAN-POUDEC Anne-Claire, REGNIER Baptiste, RICCI Jean-François

**Graphisme**

BIHAN-POUDEC Anne-Claire

**Réalisation**

Novembre 2025



*@Julien Girardot*





**FHA** FOREL HERITAGE  
ASSOCIATION

**+FOREL**  
RESEARCH PLATFORM