

ÉTUDE DES NANOPARTICULES DANS LES GLACES DU GROENLAND

EXPÉDITION

GRAL

Glacier Research and
Aerosol Analysis
in Greenland for
Advancing Limits

KANGERLUSSUAQ

Arctic Circle



Les nanoparticules : grandes voyageuses

Les phénomènes climatiques et géologiques ont été pendant longtemps les moteurs principaux des transformations des surfaces terrestres. Les changements globaux à l'heure de l'Anthropocène sont à l'origine de la majorité des transformations qui affectent aujourd'hui les milieux naturels. Dans ce cadre, l'étude des cycles biogéochimiques des éléments métalliques et leur évolution sous l'action de l'Homme focalise de façon croissante l'attention des scientifiques.

Les contaminants métalliques sont parfois émis dans l'air, les eaux et les sols sous forme nanoparticulaire par des processus naturels (volcans, érosion) ou humains (émissions du trafic et combustion des énergies fossiles, exploitations minières et raffineries de métaux, amiante et plomb).

Il a déjà été prouvé que ces activités produisaient des nanoparticules pouvant être transportées sur de grandes distances.

À l'échelle planétaire, les sources humaines de nanoparticules contribuent aux cycles globaux des éléments toxiques, bien que leurs proportions, leurs sources et leur évolution temporelle restent totalement méconnues car difficiles à tracer.



Le Groenland : un terrain d'expérimentation idéal

L'expédition GRAAL vise donc à briser cette barrière en discriminant les nanoparticules géogéniques (d'origine naturelle) et anthropiques (produites par l'être humain) transportées par voie atmosphérique et accumulées dans la glace du Groenland, dans des zones supposément éloignées et préservées.

Elle se déroulera au Groenland, qui non seulement comporte le seul inlandsis (= calotte polaire) de l'hémisphère nord, mais aussi situé à équidistance des mégaloïles européennes (axe Londres - Milan) et est-américaine (BosWash corridor, Boston - Washington).

Les nouvelles connaissances acquises dans le cadre de ce projet seront cruciales non seulement pour l'étude et la compréhension des effets de l'homme sur les grands cycles naturels, mais aussi pour l'information et la protection du grand public concernant les différentes sources de nanoparticules et à terme pour la mise en œuvre de réglementations et de lois permettant de mitiger les disséminations humaines de particules.



Les moulins : une source de prélèvement unique

Cette mission permettra aux scientifiques de prélever des échantillons de glace à différentes profondeurs, mais aussi des eaux de ruissellement et des sédiments, afin de déterminer la composition chimique et isotopique (différences de masse atomique pour un même élément) des nanoparticules déposées au fil du temps dans les couches successives de glace. L'objectif est de relier cette composition à des sources naturelles ou humaines, suite au transport éolien et au dépôt (neige, pluie, vent).



Contrairement aux expéditions scientifiques classiques où les carottes sont prélevées de la surface vers les profondeurs, les scientifiques vont cette fois descendre directement dans les « moulins », ces crevasses élargies par l'eau de fonte, accompagnés de spéléologues et de guides de haute montagne. De petits carottes horizontales de 20 cm vont ensuite permettre d'accéder aux différentes couches de glace.

Les moulins : un objet d'étude unique en glaciologie

Étant donné que des forages ont récemment été effectués dans la zone d'exploration ciblée, une comparaison avec des cavités verticales et profondes, sera fondamentale afin d'établir des corrélations concernant les stratifications glaciaires, les niveaux d'eau de base et les anciens dépôts cryoconitiques (= fines particules de couleurs foncée qui accélèrent la fonte d'une surface glacée).

Plusieurs études seront menées en parallèle lors de l'exploration des moulins glaciaires et des cavités de contacts. Cela inclut la mesure du niveau piézométrique de l'eau de fonte et l'enregistrement des variations de pression basale de l'eau tout au long de l'expédition. Un objectif complexe mais crucial est la datation des différentes couches de glace dans les moulins glaciaires. Nous utiliserons également des scanners 3D pour quantifier le volume des cavités et étudier leur évolution dans le temps.





Fiche pratique de l'expédition

GRAAL se déroulera sur la calotte glaciaire à environ 70 km à l'Est de Kangerlussuaq qui est une zone propice à la formation des moulins glaciaires.

L'expédition aura lieu à l'automne 2024, lorsque les eaux de fontes glaciaires estivales se sont tarit, laissant les bédrières et moulins à sec et accessibles, avant l'arrivée des chutes de neige qui recouvrent la calotte et masquent les moulins.

Sous la conduite de Serge AVIOTTE, Chef d'expédition – Association Spélé'Ice Exploration et dans le sillage des expéditions polaires de l'explorateur et ethnologue français Paul Emile VICTOR, l'équipe portée par Yann SIVRY sera composée de scientifiques de l'Institut de Physique du Globe de Paris – Université Paris Cité, de glacionautes (spéléologues glaciaires) et d'un caméraman des Associations française et Italienne « Spélé'Ice Exploration » et « InsidetheGlaciers ».

La phase d'exploration

A partir de Kangerlussuaq, les chercheurs rejoindront la zone d'expédition grâce à un hélicoptère qui déposera également la tonne de matériel nécessaire à l'établissement d'un camp pour une semaine, à l'exploration des cavités découvertes et au bon déroulement des études scientifiques menées sur le terrain.

- **Option 1** - Un camp sur le glacier.
- **Option 2** - Deux camps consécutifs, l'un sur la moraine et l'autre sur le glacier.
- **Option 3** - Deux camps simultanés, l'un sur la moraine et l'autre sur le glacier.

Le choix de l'option retenu sera fixé suite à une reconnaissance en avion léger, effectuée au préalable au départ de Kangerlussuaq, afin de repérer la principale zone des moulins à explorer, ainsi qu'un endroit favorable à l'installation du camp de base.





La phase d'analyses

Les différents échantillons seront analysés à l'IPGP grâce à l'utilisation combinée d'outils innovants parmi les plus avancés tels que la spectrométrie de masse à source plasma en mode comptage de particules uniques (spICP-Tof-MS) pour la mesure des nanoparticules ou à multi-collection (MC-ICP-MS) pour la mesure des isotopes stables, ainsi que le fractionnement par flux de force asymétrique (A4F).

Ce projet n'est pas seulement l'une des premières études consacrées à la discrimination entre les nanoparticules anthropiques et géogéniques dans les systèmes environnementaux, mais aussi le premier à combiner ces trois outils de pointe, pour comprendre, quantifier et prédire le destin des nanoparticules à grande échelle.







Contacts



Gérard FRIEDLANDER
Délégué Général
gerard.friedlander@u-paris.fr
01 76 53 20 12

Julien NO MURA
Responsable Levée de Fonds
julien.no-mura@u-paris.fr
06 20 09 31 16

fondation-uparis.org

