



Népal

LES SCIENTIFIQUES AU CHEVET DES GLACIERS

Depuis 2018, les équipes de Vanishing glaciers se rendent sur les plus hauts sommets du monde entier. En expédition dans l'Himalaya, nous avons suivi cinq scientifiques à la recherche de la forme de vie la plus ancienne sur terre : les microbes. Et il y a urgence : le réchauffement climatique accélère la fonte des glaces et c'est toute une biodiversité encore inconnue qui s'éteint.

De nos envoyées spéciales Fanny Arlandis (texte) et Sophie Rodriguez (photos)

Prélèvements de sédiments par Martina Schön, au pied du glacier Kinshung, à 4 400 mètres d'altitude.



Les sédiments renfermant les microbes sont récupérés dans les ruisseaux des glaciers.



Les glaciers doivent être accessibles dans la journée depuis le campement.



Les gestes se répètent à l'identique pour récupérer, puis analyser les origines de la vie.



Le soir, l'équipe se retrouve au camp de base, au coin du feu.



En pleine tempête de neige, le bivouac est installé par - 10 °C.

En Équateur, en Norvège, en Russie ou au Népal, ils arpentent les montagnes pour prélever les microbes des ruisseaux à la base des glaciers

Parfois, le silence est assourdissant. Dans la vallée népalaise du Langtang, le vent incessant martèle les tympans. Des guirlandes défraîchies de triangles colorés claquent devant des portes scellées à la hâte avec des planches de bois. Plus loin, on traverse un village enseveli sous les pierres par le séisme de 2015. En ce printemps de l'année 2021 marquée par la crise sanitaire, rares sont ceux qui vivent encore ici, et tous les étrangers ont déserté depuis des mois cette région, au nord de Katmandou. Tous, à l'exception d'un groupe de cinq scientifiques de l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) et de leurs 22 porteurs, chargés de 714 kilos de matériel. Ils arpentent ces montagnes pour prélever les microbes des ruisseaux à la base des glaciers. Il a fallu à l'équipe une journée de bus, sur une route impossible, jalonnée de roches et parsemée de

crevasses, plus trois jours de marche pour rejoindre Kyanjin Gompa, ultime village de la vallée. Martina Schön, Matteo Tolosano, Vincent De Staercke, Michail Styllas et Tom Battin n'ont pas grand-chose en commun. Ils sont naturaliste, géologue, glaciologue ou encore écologue. Réunis depuis 2018, uniquement par ce projet hors norme, ils ont parcouru la Suisse, la Nouvelle-Zélande, l'Équateur, le Groenland, la Norvège ou la Russie afin d'effectuer des prélèvements dans 200 glaciers du monde entier.

UN PROJET HORS NORME

Chacun marche à son rythme pour rejoindre le fond de la vallée. En contrebas de l'étroit sentier de terre à flanc de montagne, une rivière vient creuser la vallée. À la nuit tombée, tous se retrouvent autour du poêle trop chaud d'une *guesthouse* et d'une tasse de thé noir préparée par Ambar Gurung, le cuisinier népalais de l'expédition. Au troisième jour se dessinent enfin les toits de tôle bleue du

village qui servira de camp de base, à 3 850 mètres d'altitude. Les jambes commencent à tirer, mais c'est pourtant maintenant que tout commence. Dès le lendemain, l'équipe va effectuer des allers-retours quotidiens de Kyanjin Gompa vers les glaciers alentour. À l'aube, une fine pellicule de neige recouvre les ruelles de ce hameau niché au pied d'imposantes montagnes. Derrière les rideaux fleuris d'une cabane en bois réquisitionnée pour étaler tout le matériel, chaque technicien s'affaire en silence. Les gestes sont précis, mécaniques. L'un prépare les sondes, l'autre les tubes à essais, un troisième sangle sur le dos des porteurs deux énormes cuves en plastique bleu. Elles contiennent l'azote liquide dans lequel seront congelés et conservés les échantillons prélevés par l'équipe sur les différents sites. Il s'agit de ne rien oublier, le 103^e glacier du projet, Lirung (4 025 m), se trouve à plusieurs heures de marche du camp de base. Comme

D'ici à trente ans, 300 millions de personnes risquent d'être menacées par la montée des eaux pour devenir des migrants climatiques

les autres, il a été sélectionné en amont, à partir d'images satellites, en fonction de son accessibilité en une journée.

« Avant, on avait la classe avec notre style original. Les gens étaient curieux et nous demandaient de quoi on avait peur », s'amuse Matteo Tolosano, en montrant ses gants en latex violets et son masque chirurgical. « Maintenant, avec la pandémie, on passe presque inaperçus. » Accroupi au-dessus du lit du ruisseau, le naturaliste récupère avec une spatule les sédiments du cours d'eau qu'il s'applique à faire entrer dans un tube à essais. Autour de lui, au pied de massifs enneigés, le sol est jonché d'éclats de roches pour unique décor. Difficile d'imaginer que des êtres vivants puissent avoir élu domicile dans un tel environnement : instable, écrasé par les UV, avec des pierres pour seul nutriment. « Pourtant, la vie est là, juste sous nos pieds », souffle Tom Battin en soulevant un caillou pour trouver des invertébrés. C'est à cet écologue, Luxembourgeois finalement adopté par la Suisse, que l'on doit le projet Vanishing glaciers, financé par Nomis, une fondation qui soutient la recherche. « Les micro-organismes qui peuplent les océans sont étudiés depuis longtemps, mais ceux qui se trouvent sur le toit de notre planète doivent encore révéler tous leurs secrets », explique-t-il.

L'INEXORABLE FONTE DES GLACES

Et il y a urgence, les dérèglements climatiques déciment les glaciers du monde entier. Selon les estimations, entre un tiers et la moitié d'entre eux pourraient ne plus exister d'ici à 2100. Ces masses de glace glissent de quelques dizaines à quelques centaines de mètres par an, et se déforment sous leur propre poids. Comme la glace descend et se retrouve à plus basse altitude – où il fait plus chaud –, elle fond à très grande vitesse. L'eau qui se crée s'écoule alors pour venir renforcer le cours des ruisseaux. Mais en plus de modifier le paysage (et son potentiel

touristique), les risques d'inondations, d'éboulements et de glissements de terrain augmentent à mesure que les glaciers s'amenuisent. Les scientifiques estiment qu'en raison du réchauffement de l'atmosphère, plus de 9 600 milliards de tonnes de glace ont disparu au cours des cinquante dernières années, surtout sur les glaciers continentaux, notamment la Patagonie, l'Alaska ou les Alpes. Pire, la perte totale de glace s'accélère. Entre 2000 et 2004, les 220 000 glaciers que compte la Terre diminuaient de 227 gigatonnes de glace chaque année. Le chiffre atteint 298 gigatonnes annuelles entre 2015 et 2019. En conséquence, selon une étude publiée dans la revue *Nature*, en avril dernier, la fonte des glaciers contribuerait pour près de 20 % à la hausse globale du niveau de la mer due aux dérèglements climatiques. Un chiffre effrayant quand on sait que d'ici à trente ans, 300 millions de personnes risquent d'être menacées par la montée des eaux pour devenir des migrants climatiques.

À LA SOURCE DE LA VIE

Mais pour le moment, c'est ce qui se passe à la base même des glaciers qui inquiète Tom Battin. « On oublie souvent que des formes de vie s'y trouvent en grande quantité. Avec la disparition des glaciers, c'est toute une biodiversité, dont on ne connaît pas encore grand-chose, qui va s'éteindre avec eux », se désole le scientifique. Le projet ambitionne donc de répertorier et classer toutes les espèces présentes dans les ruisseaux d'altitude. L'idée est ensuite d'établir une géographie de la répartition mondiale de ces micro-organismes et de comprendre, notamment, comment ils voyagent d'un continent à un autre. L'équipe a par exemple trouvé des *Polaromonas vacuolata*, une bactérie qui adore le froid, dans chacun des lieux étudiés, bien que distants de dizaines de milliers de kilomètres. « Exactement comme les microplastiques que l'on retrouve en haut des sommets de la planète, on pense que les bactéries sont —>



Les glaciers du Toit du monde – ici dans la vallée népalaise du Langtang – renferment des trésors naturels qui serviront à la science.



Les échantillons prélevés sont conservés dans de l'azote liquide.

“Depuis deux ans, toutes les autres expéditions ont permis de nous endurcir et de préparer celle-là, dans l’Himalaya”

transportées dans les nuages, précise l'écologue. Leurs conditions – le froid, les intenses UV et l'absence de nutriment – ne sont pas très différentes de celles des glaciers. »

Afin d'obtenir une étude globale et fiable, les protocoles sont reproduits à l'identique dans le monde entier. Les prélèvements des sédiments s'effectuent à deux endroits distincts, d'abord à la base du glacier, puis en aval, un peu plus loin dans le même ruisseau. Chaque technicien occupe un poste différent, et le travail est mené inlassablement – qu'il vente, qu'il neige, qu'il grêle. L'un mesure le niveau d'oxygène consommé par les bactéries, un autre prélève des sédiments ou filtre de l'eau, un dernier observe la production de bactéries... Pour cette dernière expérience, un échantillon de microbes est congelé, un second, prélevé au même endroit, est nourri pendant près de trois heures avec de la leucine, un acide aminé, et replacé dans l'obscurité du cours d'eau pour observer les habitudes

alimentaires des micro-organismes, avant d'être congelé à son tour. « *La recherche, c'est aussi ça : l'attente* », philosophe Tom Battin alors que le groupe patiente sur un rocher avant de pouvoir redescendre au village.

390 KG DE MATÉRIEL

Si les mêmes gestes se répètent à chaque glacier, ce n'est pas le cas des missions. Celle du Népal, par la dureté de ses conditions, constitue une épreuve à part. « *C'est l'apogée de tout le projet. Notre première et seule vraie expédition ! Depuis deux ans, toutes les autres ont permis de nous endurcir et de préparer celle-là.* » Prononcés par un homme comme Michail Styllas, ces mots n'ont rien de rassurant. Alpiniste chevronné que rien n'arrête, ce Grec de 47 ans a gravi les sommets du monde les plus élevés, y compris l'Everest, laissant en haut de l'un d'eux, en 2003, l'extrémité gelée de son nez. Dans la vallée reculée du Langtang, l'expérience est effectivement rude. Le sommeil, en raison

de l'altitude, se fait chaque jour plus rare. Les têtes cognent en silence. Le matin, il faut s'extirper de chambres glaciales pour une douche tout aussi froide car les tuyaux sur le toit gèlent chaque nuit. Les malheureux malades atteints du mal aigu des montagnes devront aussi avaler une soupe d'ail au saut du lit. Délicatement mais fermement, Ambar Gurung pousse sur la table de leur petit déjeuner un bol plein à ras bord, le regard compatissant. Ce Népalais originaire de la région de Manaslu, dans la chaîne de l'Himalaya, tient entre ses mains toute l'intendance, et donc une bonne partie de l'expédition. C'est lui qui recrute les porteurs locaux dans chacune des trois régions parcourues par l'équipe au Népal (le Langtang, les Annapurnas et l'Everest) et qui gère les repas. Pour les dix jours dans le Langtang, 390 kg de nourriture et de matériel pour cuisiner seront transportés jusqu'à Kyanjin Gompa par les 22 porteurs, dont 13 kg d'œufs, 30 de riz, 120 de fruits et 20 de poulet.



Le scientifique Matteo Tolosano profite d'un rare moment de calme pour consigner ses impressions.



Les porteurs servent de guides sur les sentiers escarpés des massifs himalayens.

Parfois, le moral tombe en berne, surtout quand l'équipe marche pendant des heures afin de rejoindre un site... pour rien

Chaque jour, la mission devient un peu plus difficile. La *guesthouse* de Kyanjin Gompa s'apparente au grand luxe en comparaison du campement suivant, monté sous une tempête de neige. Au cours des deux mois d'avril et mai, dans les Annapurnas, puis l'Everest, les conditions météorologiques deviennent effroyables. Les gourdes gèlent à l'intérieur même des duvets. Au fur et à mesure des semaines, l'accumulation de fatigue devient une épreuve en soi. La distance aussi. Certains perdent des parents sans pouvoir être présents car la mission n'est pas finie. Parfois aussi, le moral tombe en berne, surtout quand l'équipe marche pendant des heures afin de rejoindre un site... pour rien. Certains ruisseaux sont déjà asséchés – et les images satellites ne sont pas assez précises pour les détecter en amont. Peu à peu, la pandémie s'invite dans l'aventure et s'ajoute à l'excès de fatigue.

UN TRÉSOR POUR LA SCIENCE

Au fin fond de l'Everest, l'un des scientifiques, alité et isolé, est atteint de fortes fièvres et d'une intense toux – sans pouvoir confirmer s'il s'agit ou non du coronavirus. Mais ce n'est que quand les autorités népalaises ont annoncé la fermeture de l'aéroport international, quelques jours avant la fin de la mission, que l'équipe se disloque. L'expédition est écourtée, mais il est déjà trop tard, et il leur faut attendre plusieurs semaines avant de trouver des vols de retour.

Juste avant son départ, le groupe a déposé les échantillons dans les congélateurs d'un hôpital de Katmandou, ceux-là mêmes qui stockent les vaccins contre la Covid-19. Une compagnie spécialisée devra ensuite organiser le transport jusqu'en Suisse. Mais à ce jour, les précieux tubes à essais sont toujours coincés au Népal pour des raisons administratives. En attendant, le centre de recherches poursuit l'étude des prélèvements des précédentes expéditions. Dans les sous-sols labyrinthiques d'un vieux bâtiment du campus de l'EPFL, à Lausanne, Hannes Peter ouvre



Dans le futur, l'étude de ces microbes – dont certains peuvent geler et revivre – et de leur génétique pourrait s'avérer précieuse

fièrement la porte d'un congélateur maintenu à -90°C . « *C'est ici que l'on entrepose le trésor* », lâche l'écologue suisse allemand en sortant avec difficulté des petits tiroirs recouverts de givre. Classés selon le type d'étude qu'ils vont subir – analyse de l'eau, de la microbiologie ou des molécules –, les échantillons de toutes les missions depuis 2018 sont examinés sur place, ou envoyés à Zurich pour la partie séquençage de l'ADN.

« *Les bactéries ne sont pas visibles à l'œil nu, alors tout le monde s'en fout qu'elles disparaissent*, se désole Hannes Peter en observant des micro-organismes prisonniers de deux plaques de verre sous la lentille de son microscope. *Mais c'est une grave erreur.* » Dans le futur, l'étude de ces microbes – dont certains peuvent geler et revivre – et de leur génétique pourrait s'avérer précieuse à de nombreux égards, notamment pour la production d'énergie, la création de nouveaux médicaments

ou même la compréhension de la vie sur d'autres planètes. Mais de façon bien plus concrète – et urgente –, la disparition des glaciers et le tarissement progressif de leurs ruisseaux risquent d'influer sur la quantité et la qualité de l'eau disponible plus bas. Au risque d'agir très concrètement sur nos vies, et de provoquer de nouveaux conflits. De plus, les algues et les bactéries qui y vivent aujourd'hui constituent la base de la chaîne alimentaire.

DE GENTILLES BACTÉRIES

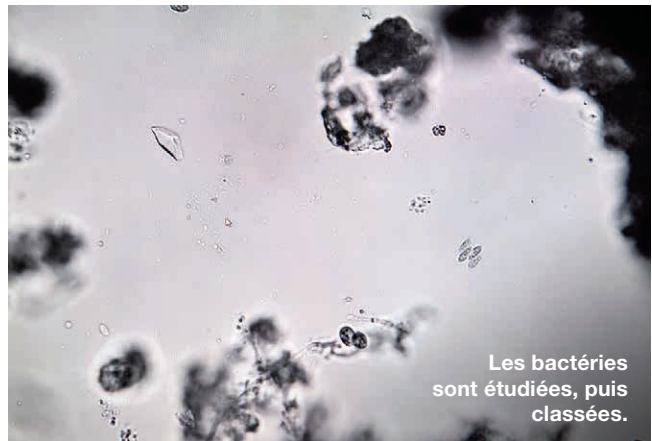
La modification de leur répartition et de leur composition aura forcément des conséquences en cascade qu'il est encore difficile de mesurer.

Alors que le monde vit au rythme d'une pandémie depuis de longs mois, l'étude de microbes inconnus soulève de nombreuses questions sur leur dangerosité. « *Quand on pense aux bactéries, on pense tout le temps aux mauvaises*, dénonce Hannes Peter.

Mais beaucoup d'entre elles sont gentilles, et même essentielles à la vie des humains. » L'écologue refuse catégoriquement de comparer la fonte des glaciers à celle du pergélisol ou permafrost, en Alaska ou en Sibérie, qui libère des virus dont on ne sait rien. « *C'est tout à fait différent*, tranche-t-il, agacé par la question. *Le permafrost aspire la biodiversité – par exemple, les cadavres d'animaux malades – comme la fonte d'une éponge relâche des bactéries prisonnières depuis longtemps. Les sols que nous étudions et les ruisseaux sont instables et ne sont donc absolument pas propices à l'ensevelissement d'agents pathogènes.* » En réalité, les dangers que représente la fonte des glaces sont plus à chercher dans la libération des gaz à effet de serre que dans le risque de pandémie. Mais il est trop tôt pour tirer tous les enseignements d'un tel projet. Quelque 80 sites doivent encore être étudiés – au Kirghizistan, en Alaska, dans les Andes ou en Ouganda. ■ **Fanny Arlandis**



À Lausanne, les échantillons récupérés sont analysés en laboratoire.



Les bactéries sont étudiées, puis classées.



L'étude de leur génétique pourrait s'avérer précieuse pour le futur.



Les échantillons sont stockés dans des frigos à -90°C .