

Julia Macpherson (JM) : Bienvenue à Arctic Minded. Je suis votre animatrice, Julia Macpherson, et l'épisode d'Arctic Minded d'aujourd'hui s'intitule Microbes : Qu'est-ce qu'ils sont et que peuvent-ils faire? avec comme invité spécial le Dr Srijak Bhatnagar. Arctic Minded est produit par ArcticNet, un réseau de centres d'excellence du Canada qui rassemble des scientifiques, des ingénieurs et d'autres professionnels de la santé humaine, des sciences naturelles et des sciences sociales avec des partenaires d'organisations inuites, de communautés nordiques, d'agences fédérales et provinciales, ainsi que du secteur privé, pour étudier les impacts des changements climatiques et socio-économiques dans le Nord canadien. D'un océan à l'autre, nous reconnaissons que notre travail s'étend sur les territoires ancestraux et non cédés de tous les Inuits, Métis et membres des Premières nations qui vivent sur ces terres et qui les protègent et entretiennent des liens avec elles depuis des temps immémoriaux. Notre invité d'aujourd'hui, Srijak, est professeur adjoint d'écologie microbienne et de biologie informatique à l'université d'Athabasca. Son expertise dans l'interprétation des données de séquençage de l'ADN lui permet d'étudier les microbes dans divers environnements, y compris l'océan Arctique. Son programme de recherche se concentre sur l'étude des écosystèmes d'un point de vue microbien et sur l'exploitation des microbes pour un environnement durable, en mettant l'accent sur la surveillance et la remédiation. Il travaille à la production de données microbiennes de base pour cartographier la biogéographie microbienne de l'océan Arctique canadien et la réponse microbienne aux déversements de pétrole dans l'Arctique. Depuis qu'il a découvert les microbes au lycée, en Inde, il s'est passionné pour l'étude de ces héros invisibles et méconnus et est devenu un passionné de microbes. Outre la recherche, il est également un communicateur scientifique passionné et travaille avec l'Arctic Institute of North America pour accroître la sensibilisation et l'assimilation des connaissances basées sur l'ADN et la politique et la prise de décision dans l'Arctique. Bonjour Srijak! Bienvenue à Arctic Minded. Nous sommes ravis de vous accueillir aujourd'hui.

Srijak Bhatnagar (SB): Je suis ravi d'être ici et je vous remercie de m'avoir donné l'occasion de parler de sujets qui me passionnent.

JM: Oui. C'est là tout l'intérêt du podcast. Nous sommes donc ravis d'accueillir quelqu'un de passionné et d'enthousiaste pour nous parler un peu de votre travail, qui porte sur les microbes. Pouvez-vous nous parler un peu des microbes et nous dire ce qui vous a poussé à étudier la microbiologie ?

SB: Les microbes sont ces formes de vie invisibles qui nous entourent et qui sont partout. Et pourtant, nous ne faisons que commencer à gratter la surface de ce qu'ils sont et de ce qu'ils peuvent faire, et ce sont des super-héros invisibles. Ce sont des super-héros invisibles. Beaucoup de choses qu'ils font passent inaperçues parce qu'elles se produisent simplement et que nous ne les voyons pas, donc nous n'y pensons pas. C'est à ce moment-là que j'ai découvert les microbes et toutes les choses géniales qu'ils font. Ils m'ont donné envie d'étudier la microbiologie et d'étudier les microbes parce que, historiquement, nous pensons que les microbes ou les bactéries sont ceux qui causent des maladies, mais ils ne se limitent pas à causer des maladies. Il y a plus d'espèces de microbes sur la planète Terre que d'espèces animales et végétales réunies.

JM: Cette statistique mentionnée par Srijak était trop folle pour que je ne la vérifie pas, alors je l'ai fait. Selon la National Science Foundation, la Terre contient environ 1 000 milliards d'espèces de microbes et seulement un dixième d'entre elles ont été identifiées.

SB: Ils vivent dans des environnements très variés, de la glaceaux eaux bouillantes, en passant par les cheminées hydrothermales. Elles vivent dans l'air, dans les profondeurs de la surface de la Terre. Elles

sont très robustes et peuvent survivre à tant de choses et d'environnements extrêmes. Et ils peuvent essentiellement faire un repas de tout et n'importe quoi. L'un des aspects les plus intéressants des microbes est qu'ils sont les véritables poumons de la planète. Tout le monde pense que l'Amazonie, la forêt amazonienne, produit beaucoup d'oxygène, mais en réalité, ce sont les microbes de l'océan qui produisent plus d'oxygène que pratiquement toutes les plantes ou tous les arbres combinés sur terre. L'une de mes anecdotes préférées sur la robustesse des microbes est qu'avant la Station spatiale internationale, il y avait une station spatiale russe appelée Mir, et l'une des raisons pour lesquelles elle a été mise hors service est qu'il y avait des champignons, des microbes, qui se sont retrouvés dans la station spatiale et qui se sont adaptés à la faible pesanteur. Il s'est adapté à l'environnement extrême et a commencé à se développer dans la station spatiale, sur les fenêtres, sur l'isolation, dans le panneau de commande, et a commencé à la dévorer. Cela a conduit à la création d'une division entière dans toutes les agences spatiales, aujourd'hui appelée, en fait, Protection planétaire. Non seulement nous ne voulons pas qu'une nouvelle forme de vie, supposée telle, arrive sur la planète, mais en même temps, lorsque nous envoyons nos Rovers sur la Lune, sur Mars ou ailleurs, nous voulons les désinfecter au maximum afin de ne pas contaminer le nouvel environnement avec les microbes de la Terre. Cela montre non seulement leur robustesse, mais aussi leur capacité d'adaptation.

JM: C'est vrai. En 1988, à bord de la station spatiale russe Mir, les astronautes ont découvert des champignons sur les fenêtres et les climatiseurs, et même sur les panneaux de commande, ainsi que dans leur nourriture et leur eau. Plutôt que d'avoir peur, les scientifiques ont profité de la situation pour étudier ces champignons afin de comprendre comment ils ont pu survivre sans effort dans un environnement aussi hostile que l'espace extra-atmosphérique.

SB : Dans *The Last of Us*, le cordyceps est un microbe. C'est un champignon qui existe vraiment. Et c'est un champignon tellement cool. C'est d'ailleurs ce qui a inspiré *The Last of Us*, parce qu'en ce moment même, il infecte les fourmis. Il infecte les fourmis et ce qu'il fait, c'est qu'il peut contrôler leur cerveau et leur comportement. Il pousse les fourmis à grimper à l'arbre, à passer sous la feuille, à s'y accrocher et à mourir. Le champignon cordyceps sort alors de son corps et répand ses spores dans toute la forêt, infectant ainsi d'autres fourmis. Il crée ainsi des fourmis zombies qui, une fois infectées, modifient leur cerveau et leur comportement. C'est la biologie qui sous-tend *The Last of Us*.

JM : Oui, c'est vraiment cool. C'est un peu comme si, même si c'est un petit organisme auquel les gens ne pensent pas, c'est en fait un cerveau maléfique capable de manipuler les choses qui l'entourent comme ça. C'est fou. Vous avez dit que nous n'avons fait qu'effleurer la surface de ce que nous savons sur les microbes. Pensez-vous que cela est dû à la technologie dont nous disposons dans le passé ? Et pensez-vous qu'avec la nouvelle technologie dont nous disposons aujourd'hui, les progrès seront plus rapides qu'ils ne l'ont été jusqu'à présent ?

SB: En bref, oui. La première fois que des microbes ont été observés au microscope, c'était quelque part dans les années 1700, puis nous, les humains, avons pris conscience de l'existence de formes de vie invisibles et de nombreux travaux de recherche ont commencé à les étudier. La manière traditionnelle d'étudier les microbes consistait à les cultiver en laboratoire et à les étudier. Il y a 50 ans à peine, le domaine s'est complètement transformé, lorsque de nouvelles technologies, de nouvelles méthodes sont apparues pour étudier les microbes, sans les observer au microscope ou sans les cultiver. C'est ainsi que nous avons appris que, selon les dernières estimations, seul 1 % environ des microbes existants est cultivable, c'est-à-dire qu'il peut être cultivé en laboratoire. Ce que nous avons étudié, c'est donc très

peu. La technologie a progressé à pas de géant en matière de séquençage de l'ADN, ce qui nous a permis d'étudier davantage d'environnements et de microbes. Lorsque je parle de séquençage de l'ADN, je veux dire que l'ADN est le fil conducteur qui relie tout. C'est notre schéma directeur. Notre ADN contient tellement d'informations. Il en va de même pour les microbes. Dans un environnement, on peut donc essayer de lire l'ADN, qui a son propre langage, et ce que fait la séquence d'ADN, elle lit le langage de l'ADN et le met à notre disposition, puis nous pouvons essayer d'interpréter ce langage. Nous essayons de mettre au point des outils, comme les pierres de Rosette pour l'ADN, pour essayer d'interpréter ce que l'ADN nous dit. Et ce qui coûtait beaucoup d'argent, prenait beaucoup de temps et ne nous permettait de lire qu'une petite partie de l'ADN, a maintenant changé pour ne coûter qu'une fraction de cet argent, produire tellement plus de données et le faire sur la base d'un organisme au lieu d'examiner une seule chose-pour examiner un environnement entier afin que nous puissions non seulement examiner toutes les choses qui s'y trouvent, mais aussi tout ce qu'elles pourraient faire parce que nous avons la séquence de l'ADN et ensuite passer à l'étape suivante qui est ce qu'elles font et comment elles interagissent les unes avec les autres. Car en fin de compte, les microbes, comme je l'ai dit, sont partout. Ainsi, sur votre peau ou sur la mienne, ils agissent différemment. Ce sont des microbes différents de ceux que l'on trouve dans l'air, dans l'eau ou dans la glace de mer.

JM: Vous avez mentionné que les microbes qui vivent sur ma peau pourraient faire quelque chose de différent de ceux qui vivent sur votre peau. Comment sont-ils capables de détecter leur environnement et à quelle vitesse peuvent-ils s'adapter ?

SB: Les microbes présents sur notre peau se sont déjà adaptés. Ils ont évolué pour survivre sur notre peau. En général, votre peau et la mienne produisent plus ou moins les mêmes substances chimiques. Ces substances chimiques sont signalées aux microbes. Mais les peaux peuvent être différentes. Certaines peaux peuvent être grasses, d'autres sèches, et cela peut également jouer un rôle dans la présence des microbes sur la peau. Mais il ne faut pas oublier que la peau est un être vivant. Elle fait partie de nous. Nous avons un système immunitaire. Les microbes interagissent donc également avec ce système immunitaire. Il s'agit donc d'une collaboration à double sens, non seulement entre ce que notre peau produit et que les microbes aimeraient ou voudraient utiliser, mais aussi entre ce qu'ils pourraient fournir à la peau. Par exemple, ils fournissent également un niveau d'immunité de base pour que nous n'ayons pas d'infections cutanées, parce qu'ils ont occupé tout ce qui se trouve à la surface de notre peau. Mais il y aura des variations subtiles d'une personne à l'autre en ce qui concerne la nature de sa peau. Et cette variation peut entraîner des variations subtiles dans les microbes également. Ainsi, ce n'est pas seulement le type de microbes qui est présent, mais aussi leur nombre qui peut varier. Il y a quelques années, un article a été publié sur les microbes présents au bout des doigts. Ils ont pu utiliser ces informations sur les microbes et leur nombre pour commencer à identifier l'utilisation du clavier.

JM: Tout comme sur notre peau, vous avez mentionné qu'il y a des microbes absolument partout, même dans des endroits très intéressants et éloignés qui ont des environnements auxquels il peut être un peu difficile de s'adapter, comme l'Arctique. Pouvez-vous nous expliquer comment vos travaux vous ont amené à travailler dans le Nord?

SB: Comme vous l'avez dit, les microbes sont partout et c'est ce qui m'a amené dans l'Arctique. Car on ignore encore beaucoup de choses sur l'océan Arctique. Nous ne savons pas quels sont les différents types de microbes qui y vivent. Quelles sont les différentes fonctions qu'ils peuvent remplir, comment ils

se connectent les uns aux autres ou comment ils se connectent aux animaux et aux autres êtres vivants dans l'océan et, plus important encore, l'objectif de mon travail était aussi d'étudier spécifiquement les microbes qui pourraient aider à la construction. Comme je l'ai mentionné, il existe probablement un microbe qui peut manger un produit chimique, et il existe des microbes, nous le savons dans les océans tropicaux, qui sont capables de manger ou de dégrader des parties de pétrole ou de pétrole brut. Comme nous le savons, et comme notre public le sait, l'Arctique se réchauffe rapidement et la zone libre de glace de mer s'étend de plus en plus. Cela signifie que le trafic maritime augmente, que de plus en plus de navires traversent l'Arctique et que le risque de déversement de pétrole dans l'Arctique s'accroît. Mon travail a donc commencé par la volonté de comprendre ce qu'il advient du pétrole s'il est déversé dans l'océan Arctique. De nombreuses études ont été réalisées dans les océans tropicaux, notamment autour du golfe du Mexique en raison de la marée noire de Deepwater Horizon, mais les microbes qui vivent dans le golfe du Mexique, qui vivent dans les eaux tempérées, pourraient ne pas convenir ou ne pas vivre dans les eaux froides de l'océan Arctique. Je voulais donc étudier spécifiquement s'il y a des microbes dans l'Arctique qui réagiraient à une marée noire. La réponse est donc oui, mais le plus important est de savoir quels sont ces microbes et comment ils fonctionnent. Pensez à préparer ou à réagir à une marée noire, il est important de savoir à quoi ressemblait l'environnement avant la marée noire. Il s'agit là d'une lacune importante dans les connaissances issues de Deepwater Horizon, à savoir qu'un processus d'assainissement est mis en œuvre. Comment savons-nous qu'il a été mené à bien? Comment savons-nous que l'environnement est redevenu ce qu'il était avant la marée noire? C'est ce qu'on appelle une base de référence. On peut établir des bases de référence en utilisant des animaux dans l'Arctique, comme par exemple le nombre d'invertébrés différents dans un mètre carré de sédiments ou de fond marin, ou le type de poissons qu'on y trouve. Pourquoi ne pas utiliser les microbes pour établir des références? Nous pouvons facilement échantillonner la colonne d'eau et le fond marin et, au lieu de regarder et de compter des espèces animales spécifiques, pourquoi ne pas simplement regarder tous les microbes qui s'y trouvent, parce que cela nous donne un profil microbiologique de base. Quels sont les microbes et combien y en a-t-il? Nous procédons ainsi pendant deux ans, ce qui nous permet d'établir une base de référence. Ainsi, en cas de marée noire dans l'Arctique, et si un effort ou un processus d'assainissement a lieu, on peut utiliser nos données de base pour déterminer si l'océan dans cette partie est revenu à ce qu'il était avant. C'est pourquoi nous avons mené une vaste campagne d'échantillonnage de l'océan Arctique canadien. Des études microbiennes ont été réalisées dans l'océan Arctique. Malheureusement, les échantillons n'ont été prélevés qu'à certains endroits de l'océan Arctique canadien, où nous avons une idée de l'aspect des microbes, mais nous avons le plus grand littoral de l'océan Arctique, ce qui signifie également qu'étant donné notre archipel arctique, il y a beaucoup plus de possibilités d'incidents liés à des navires. Et il y a beaucoup plus de variations dans la chimie ou la microbiologie de l'océan. Dans le cadre de ce travail, nous avons donc prélevé des échantillons dans trois parties différentes de l'océan, à la surface, à environ 7 mètres au-dessus du fond de la mer, et au fond de la mer lui-même. Nous avons effectué ces prélèvements à plus de 50 ou 60 endroits différents. Parmi ces sites, nous en avons sélectionné 40 pour lesquels nous avons généré de grandes quantités de données ADN afin d'établir à quoi ressemblent les microbes dans l'océan Arctique canadien, à la surface, dans la colonne d'eau et au fond de la mer. Nous disposons ainsi d'un vaste ensemble de données qui peuvent être exploitées pour répondre aux nombreuses questions que nous nous posons: "Y a-t-il des microbes qui peuvent potentiellement manger du pétrole? Car on peut examiner l'ADN, on peut examiner des parties spécifiques de l'ADN, des parties de l'ADN appelées gènes, pour voir s'ils ont cette capacité ou non. Mais une autre personne

pourrait ensuite interroger cet ensemble de données, l'utiliser pour déterminer les risques de présence de mercure métallique dans cette partie de l'océan. La raison en est que la méthylation du mercure, ou la forme la plus toxique du mercure, est produite par des microbes. Cette forme de mercure pourrait remonter la chaîne alimentaire. On pourrait aussi adopter un point de vue totalement axé sur la découverte, en se demandant quels sont les différents microbes, quels sont les nouveaux microbes qui existent ici. Comme je l'ai mentionné, les océans tropicaux étant plus chauds, ils ont tendance à avoir des microbes différents. En quoi notre océan, ou l'océan Arctique, est-il unique? En quoi diffère-t-il de l'océan Antarctique? Est-ce uniquement dû à la température ou existe-t-il d'autres facteurs sous-jacents à ces différences qui pourraient être observées, qu'il s'agisse de la salinité ou de la composition spécifique de certains minéraux? Nous avons également prélevé des échantillons de glace de mer, parce que la glace de mer, même si elle semble ne rien contenir de vivant, et devinez quoi? Il y a des microbes à l'intérieur, et ces microbes ont vécu directement sous la glace de mer, où ils ont pu utiliser la lumière du soleil pour faire de la photosynthèse. Ils peuvent également vivre à l'intérieur de la glace de mer, dans ce que l'on appelle des canaux. Nous avons décidé d'adopter une approche à l'échelle de l'écosystème.

JM: Ma question est la suivante: vous avez mentionné que dans les eaux tempérées, il existe des espèces de microbes capables de dégrader ou de manger le pétrole, dans le cas d'une marée noire, et que dans les eaux arctiques plus froides, il existe probablement une population différente de microbes qui ont les mêmes capacités. Ma question est la suivante: l'abondance de microbes existant actuellement dans les eaux arctiques est-elle suffisante pour, par exemple, dégrader efficacement les marées noires? Si cela devait se produire? Ou quelles sont les applications réelles de ce phénomène, si une marée noire se produit dans les eaux arctiques et que nous savons qu'il existe des microbes capables de la dégrader? Mais quelle est l'efficacité de la population naturelle de microbes pour ce faire?

SB: Oui. La première chose à considérer est donc de savoir s'il existe des microbes capables de dégrader le pétrole. La réponse courte est oui, il y en a. Et ils sont très différents de ceux que l'on trouve dans les océans tropicaux. Il faut savoir que normalement, s'il n'y a pas de fuite de pétrole dans l'océan, c'est qu'il n'y a pas beaucoup de pétrole. Ces microbes ont donc tendance à être beaucoup moins nombreux, parce qu'il n'y a pas assez de nourriture pour eux, leur nourriture étant le pétrole. Ce que nous avons fait en laboratoire dans le cadre d'expériences, c'est que nous avons pris l'eau de mer de l'Arctique, nous lui avons donné du pétrole brut, et parce qu'il y a maintenant de la nourriture, ces quelques microbes, cette poignée de microbes, ont alors commencé à se développer rapidement, parce qu'il y a maintenant de la nourriture. Pensez donc aux poissons et aux phoques. Les phoques mangent les poissons. S'il n'y a pas beaucoup de poissons, il y aura très peu de phoques capables de survivre et de rester dans les parages. Mais si la population de poissons augmente, il y aura beaucoup plus de nourriture pour les phoques, et leur population augmentera également. Dans le cas de la marée noire, la nourriture n'est pas vivante. C'est du pétrole et il n'y en a pas beaucoup dans l'océan. Par conséquent, même s'ils sont présents, ils sont beaucoup moins nombreux. Mais dès qu'une marée noire se produit, ou comme nous l'avons fait dans le laboratoire où nous avons simulé une marée noire, leur population augmente, car il y a maintenant beaucoup de nourriture et c'est une réponse à la marée noire. C'est aussi un moyen de détecter microbiologiquement les suintements de pétrole dans l'océan. Et tout d'un coup, à un endroit, vous voyez beaucoup de microbes qui peuvent manger du pétrole, ce qui signifie qu'il y a une source de pétrole quelque part là-dedans. C'est ainsi que, dans des scénarios réels, les

microbes réagissent, se développent très rapidement et commencent à manger le pétrole. En réalité, ils ne mangeront pas tout le pétrole. Le pétrole est un mélange complexe de différents produits chimiques. Ils préfèrent certains produits chimiques à d'autres, mais ce que nous avons montré, c'est qu'ils sont nos alliés en cas de marée noire. Ils travailleront avec nous pour nettoyer une partie de notre gâchis. Et nous pouvons les encourager, les aider, si la politique le permet. Mais même si nous ne faisons rien, ils réagiront aux marées noires. Il y a eu des déversements de pétrole au large de Terre-Neuve-et-Labrador, où la mer était si agitée qu'aucun effort de nettoyage n'a pu être fait. En fin de compte, la mer était si agitée que le pétrole s'est dissipé. L'une des raisons pour lesquelles le pétrole a disparu de l'eau est que les microbes l'ont mangé et l'ont transformé en un produit chimique différent, très probablement en dioxyde de carbone, et qu'il est sorti de l'eau. Voici un exemple. Sachant à quel point l'océan Arctique peut être éloigné et difficile, il est important que nous sachions et reconnaissons que les microbes jouent un rôle dans notre intervention en cas de déversement d'hydrocarbures et qu'ils joueront un rôle majeur dans les zones et les lieux éloignés, où une intervention humaine peut être retardée pour de nombreuses raisons, qu'il s'agisse de l'éloignement ou de conditions météorologiques défavorables, mais les microbes sont là et font leur travail. Ils se font un buffet parce que nous venons de déverser tout un tas de nourriture pour eux.

JM: Lorsque vous dites que les microbes sont capables de dégrader le pétrole ou de le manger, à quoi ressemble ce processus? Est-ce qu'ils le transforment en un produit chimique différent comme vous l'avez dit? Je m'interroge sur la bioaccumulation, car j'imagine qu'ils se trouvent au bas de la chaîne alimentaire de nombreuses espèces. Et je me demande si le pétrole est susceptible de se bioaccumuler et de s'amplifier dans la chaîne alimentaire, et ce que cela signifierait pour d'autres espèces prédatrice soumise pour les personnes qui pêchent et consomment des animaux dans cette eau.

SB: Oui. La bioaccumulation est donc un risque réel lié aux déversements de pétrole. Cela s'explique en grande partie par le fait que l'eau de mer contaminée passe à travers le corps des animaux filtreurs et que le pétrole peut s'y accumuler. Les différents composants du pétrole peuvent alors devenir liposolubles, c'est-à-dire qu'ils sont constitués d'huile, et peuvent donc remonter dans la chaîne alimentaire. En ce qui concerne les microbes, ils aiment certaines parties, certains produits chimiques contenus dans l'huile elle-même. Ils aiment certaines fractions de l'huile. Il y a deux façons de les dégrader. Ils peuvent le dégrader jusqu'à le transformer en dioxyde de carbone et le rejeter dans l'air, soit en tant que microbe unique, soit en tant que communauté travaillant ensemble. Ou ils peuvent le modifier pour pouvoir le détoxifier, afin que les cellules bactériennes, les cellules microbiennes, puissent survivre et ces modifications signifient qu'ils ont changé la structure chimique de certaines fractions de pétrole pour la rendre moins toxique pour eux. Qu'advient-il de ces fractions modifiées? Je n'en suis pas sûr.

JM: Quels sont les défis que vous avez dû relever dans ce domaine?

SB: Une grande partie de ce travail a été effectué sur l'Amundsen, le navire de la Garde côtière canadienne. En tant que membre d'ArcticNet, vous savez et beaucoup de nos auditeurs savent que l'Amundsen est en fait un navire de la Garde côtière qui brise la glace dans le fleuve Saint-Laurent pendant l'hiver, et qui n'est disponible que pendant l'été. Je ne saurais trop insister sur l'impact considérable qu'a eu l'Amundsen sur notre travail. Il nous a permis de prélever des échantillons dans tout l'océan Arctique. Il nous a permis de prélever des échantillons à différentes profondeurs de l'océan Arctique. Il nous a fourni la technologie nécessaire pour faire tant de choses. Comme je l'ai mentionné, il

n'est disponible que pendant l'été et seulement pendant une courte période. L'accès est donc l'un des plus grands défis auxquels sont confrontés de nombreux chercheurs en océanographie. Avec Amundsen, il y a un coût énorme associé à l'envoi d'un laboratoire à Amundsen, à l'expédition d'un laboratoire. Je suis basé à Calgary, je dois donc expédier... Nous devons expédier des palettes et des palettes de matériel, des palettes et des palettes d'équipement à Québec, pour les mettre sur le bateau, nous devons installer le laboratoire, puis le démonter et le déplacer à nouveau. Cela s'apparente à un mode de vie nomade, où l'on se déplace d'un endroit à l'autre pour faire, gagner sa vie, fabriquer ou obtenir sa nourriture. Imaginez que nous ayons un navire scientifique qui soit aussi un brise-glace. Cela permettrait de simplifier une grande partie du travail, de réduire les coûts et les pertes de temps, car tout ce qui est nécessaire à la recherche se trouve déjà à bord du navire, 24 heures sur 24, et le navire pourrait alors permettre aux scientifiques de se déplacer en toute sécurité et en toute sécurité. Le navire pourrait ainsi effectuer des échantillonnages tout au long de l'année. Dans l'Arctique, une partie de l'Arctique ne sera pas navigable pendant l'hiver, mais cela ne veut pas dire que la saison de terrain pourrait être plus longue. Une grande partie de nos données provient des quelques mois d'été pendant lesquels l'Amundsen est disponible, mais cela signifie qu'il y a un manque de résolution pendant l'hiver. On peut contourner ce problème en recourant à la surveillance communautaire, où les membres de la communauté pourraient aller sur la glace de mer, percer un trou, échantillonner au moins l'eau de surface et la glace de mer pour nous, mais pour le faire dans tout l'Arctique, il faudrait beaucoup d'argent pour disposer d'un cadre approprié, d'un soutien adéquat pour effectuer un échantillonnage communautaire dans tout l'océan Arctique. C'était donc l'un des défis à relever. L'un des plus grands défis que nous ayons eu à relever a été de travailler avec le calendrier d'Amundsen, en fonction de ses disponibilités. Je suis profondément reconnaissant à Amundsen Science d'être en mesure de mener à bien l'opération avec autant de souplesse et de rapidité, car j'en ai vu la complexité. Mais imaginez aussi que nous ayons l'un des plus grands littoraux du monde. Nous traversons trois océans différents, il n'est donc pas impensable d'avoir un navire scientifique sur deux ou trois côtes du Canada, ce qui permettrait d'avoir plus de chercheurs, plus de recherches, et plus fréquemment avec moins de temps et d'argent.

JM: Ma première question porte sur le suivi communautaire et je me demande si c'est quelque chose que vous avez utilisé dans vos recherches par le passé. Ma deuxième question porte sur la limitation de l'échantillonnage à l'été sur l'Amundsen. Étant donné que nous savons que les microbes et pratiquement tous les êtres vivants réagissent aux changements de leur environnement, tels que la température et la salinité, et tout ce que vous avez mentionné plus tôt, cela conduit-il presque à une limitation de la connaissance de la composition réelle des microbes dans l'eau en hiver, et est-ce quelque chose que vous étudiez? Est-ce une chose que vous étudiez? Toujours en la simulant dans un laboratoire? Ou comment contourner l'impossibilité de prélever des échantillons en hiver? Et votre réponse pourrait être un suivi communautaire, ce qui signifie que vous avez une réponse pour les deux, mais je ne sais pas.

SB: Depuis le début de notre projet, nous n'avons pas été en mesure d'effectuer une surveillance communautaire, mais c'est quelque chose qui nous intéresse beaucoup et qui nous permet de renforcer les capacités dans le nord pour former les gens non seulement à l'échantillonnage, mais aussi aux microbes et à toutes ces formes de vie invisibles et à la façon dont elles sont liées à nous et dont elles nous influencent dans notre vie. C'est donc un de mes rêves que d'avoir un grand programme de surveillance communautaire. Mais comme toujours, il faut pour cela disposer d'un financement. En plus de la surveillance communautaire, j'aimerais disposer d'installations de recherche dans le Nord où les

échantillons pourraient être traités et les données produites. Cela permettrait aux membres de la communauté de ne pas se contenter de collecter des échantillons. Et que les échantillons soient envoyés à la cellule, mais que les échantillons soient traités dans le nord. Des installations sont en cours de construction, par exemple la station de recherche de Cambridge dans l'Extrême-Arctique, mais l'Institut de recherche du Nunavut pourrait également y prendre part. Donc, l'avenir auquel je veux participer, c'est celui où je ne ramène pas les échantillons, ou les échantillons ne viennent pas dans mon laboratoire dans le sud, mais où les échantillons sont traités et analysés dans le nord. Ensuite, j'apporte mon soutien. En ce qui concerne les variations d'une saison à l'autre, oui, c'est l'une des principales limites de ce que nous avons fait, car tous nos travaux ont été réalisés au printemps et en été, peut-être un peu à la fin de l'automne. Mais il y a six saisons dans l'Arctique. Nous ne disposons pas de données pour l'ensemble de la sixième saison. D'après ce que nous savons des microbes, le profil de la communauté microbienne change d'une saison à l'autre en fonction de la température et de la salinité ou d'autres paramètres physico-chimiques. Même l'influence de la terre, parce qu'au printemps, avec la fonte des neiges, il peut y avoir beaucoup de composés et de produits chimiques différents qui se déversent dans l'océan, et comment affectent-ils la communauté microbienne? Nous ne le savons pas encore. Il serait donc très utile de mettre en place un programme de surveillance communautaire auquel participeraient les habitants du Nord, les personnes qui vivent sur place, les personnes qui ont droit à la terre et à l'eau, les personnes qui ont un intérêt dans les connaissances qui peuvent être générées ou les informations qui peuvent être générées. Ils sont présents tout au long de l'année. S'il y a une capacité là-haut, s'il y a une formation, alors ils pourraient effectivement effectuer l'échantillonnage tout au long de l'année. Ainsi, nous aurons une idée de ce qui se passe d'une saison à l'autre. Ce que nous avons essayé de faire, c'est de passer d'une situation où nous ne savons rien à une situation où nous savons au moins quelque chose. Certes, il s'agit de périodes spécifiques de l'année, mais c'est un début.

JM: Oui, bien sûr. En quoi le fait de travailler dans le Nord a-t-il changé votre perception de la microbiologie et de la génomique, et qu'aimeriez-vous voir changer au cours des dix prochaines années?

SB: Ayant travaillé dans l'Arctique et surtout dans l'océan Arctique, j'ai d'abord pensé que les microbes étaient si géniaux et si cool, puis que les microbes étaient phénoménaux. Ils se trouvent dans nos océans polaires, mais je sais que je pourrais compter sur eux pour nettoyer au moins une partie d'une marée noire. Je peux compter sur eux, même dans un environnement extrême, pour mener à bien des processus phénoménaux, dont certains nous sont utiles, y compris pour nettoyer certains de nos propres dégâts. Cela m'a amené à m'interroger sur d'autres microbes car, comme je l'ai dit, les microbes vivent dans tout et n'importe quoi, n'importe où et n'importe comment. Je me suis donc demandé quels étaient les microbes présents dans l'intestin du narval, dans le duvet de l'eider ou dans son nid, et dans la peau du requin du Groenland. Je me suis donc demandé s'il y avait des coraux d'eau froide. Et maintenant, je me demande quels sont les microbes qui forment une symbiose avec le corail d'eau froide. C'est l'inconvénient d'être microbiologiste ou microbiologiste de l'environnement, parce qu'il y a maintenant tellement de travail qui pourrait être fait dans plusieurs vies et pour trouver l'objectif de ce qui devrait être ma prochaine question? Ce que je veux voir changer ou ce que je veux voir dans les dix prochaines années dans l'Arctique, c'est d'avoir des chercheurs nordiques basés dans le Nord, travaillant dans des installations qui fonctionnent dans le Nord. Des gens comme moi, qui vivent dans le Sud mais aiment le Nord et veulent y travailler, peuvent s'y rendre, y vivre de temps en temps, travailler avec les gens du Nord et faire partie de la communauté.



JM: D'après tout ce dont nous avons parlé aujourd'hui, il semble que la microbiologie environnementale soit un domaine qui évolue rapidement et qui a plus d'applications que je ne l'aurais jamais imaginé. Merci beaucoup d'être l'invité de l'émission Arctic Minded, Srijak. C'est formidable de parler avec des scientifiques passionnés par leur travail et désireux de le partager avec d'autres. Merci d'avoir écouté et n'oubliez pas de suivre ArcticNet sur X et Instagram, et d'aimer nos pages Facebook et LinkedIn pour connaître les dernières nouvelles et opportunités d'ArcticNet.