

**EVIDENCE**

OTTAWA, Thursday, November 7, 2024

The Standing Senate Committee on Fisheries and Oceans met with videoconference this day at 9 a.m. [ET] to examine and report on ocean carbon sequestration and its use in Canada.

**Senator Fabian Manning** (*Chair*) in the chair.

[*English*]

**The Chair:** Good morning. My name is Fabian Manning. I am a senator from Newfoundland and Labrador, and I have the pleasure to chair this committee and this meeting. Today, we are conducting a meeting of the Standing Senate Committee on Fisheries and Oceans.

Before we begin, I would like to ask all senators to consult the cards on the table for guidelines to prevent audio feedback incidents. Please make sure to keep your earpiece away from all microphones at all times. When you are not using your earpiece, place it face down on the sticker placed on the table for this purpose. Thank you all for your cooperation, and I'm sure our interpreters do as well.

Should any technical challenges arise, particularly in relation to interpretation, please signal this to the chair or the clerk, and we will work to resolve the issue.

I would like to take a few moments to allow the members of the committee to introduce themselves.

**Senator C. Deacon:** Colin Deacon, Nova Scotia.

[*Translation*]

**Senator Boudreau:** Good morning. Victor Boudreau from New Brunswick.

[*English*]

**Senator Petten:** Iris Petten, Newfoundland and Labrador.

**Senator Ravalia:** Good morning. Mohamed Ravalia, Newfoundland and Labrador.

[*Translation*]

**Senator Aucoin:** Réjean Aucoin from Nova Scotia.

**Senator Cuzner:** Rodger Cuzner, also from Nova Scotia.

**TÉMOIGNAGES**

OTTAWA, le jeudi 7 novembre 2024

Le Comité sénatorial permanent des pêches et des océans se réunit aujourd'hui, à 9 heures (HE), avec vidéoconférence, pour examiner pour en faire rapport la séquestration du carbone océanique et son utilisation au Canada.

**Le sénateur Fabian Manning** (*président*) occupe le fauteuil.

[*Traduction*]

**Le président :** Bonjour. Je suis Fabian Manning. Je suis un sénateur de Terre-Neuve-et-Labrador, et j'ai le plaisir de présider ce comité et cette réunion. Aujourd'hui, nous tenons une réunion du Comité sénatorial permanent des pêches et des océans.

Avant de commencer, j'aimerais demander à tous les sénateurs de consulter les cartes sur la table pour connaître les directives à suivre afin d'éviter les effets Larsen. Veuillez à ce que votre oreillette soit toujours éloignée de tous les microphones. Lorsque vous n'utilisez pas votre oreillette, déposez-la face vers le bas sur l'autocollant placé sur la table à cet effet. Merci à tous de votre coopération, et je suis certain que nos interprètes vous en remercient aussi.

Si vous avez des difficultés techniques, notamment avec l'interprétation, veuillez en informer le président ou la greffière, et nous nous efforcerons de résoudre le problème.

J'aimerais prendre quelques instants pour permettre aux membres du comité de se présenter.

**Le sénateur C. Deacon :** Colin Deacon, de la Nouvelle-Écosse.

[*Français*]

**Le sénateur Boudreau :** Bonjour. Victor Boudreau, du Nouveau-Brunswick.

[*Traduction*]

**La sénatrice Petten :** Iris Petten, de Terre-Neuve-et-Labrador.

**Le sénateur Ravalia :** Bonjour. Mohamed Ravalia, de Terre-Neuve-et-Labrador.

[*Français*]

**Le sénateur Aucoin :** Réjean Aucoin, de la Nouvelle-Écosse.

**Le sénateur Cuzner :** Rodger Cuzner, aussi de la Nouvelle-Écosse.

[English]

**Senator Busson:** I'm Bev Busson from British Columbia.

**The Chair:** Thank you, senators.

On September 24, 2024, the Standing Senate Committee on Fisheries and Oceans was authorized to examine and report on ocean carbon sequestration and its use in Canada.

Today, under this mandate, the committee will be hearing from the following individuals: Dr. Anya Waite, Chief Executive Officer and Scientific Director, Ocean Frontier Institute and Dr. Galen McKinley, Professor, Earth and Environmental Sciences, Columbia University.

On behalf of the committee members, I thank both of you for joining us today. I understand that you both have opening remarks, and following those remarks, members of our committee will have questions for you. Dr. Waite, you have the floor.

**Anya Waite, Chief Executive Officer and Scientific Director, Ocean Frontier Institute:** Thank you very much, senator. Ladies and gentlemen of the committee, good morning, and thank you very much for the opportunity to talk to you today as CEO and scientific director of the Ocean Frontier Institute.

Our institute builds large ocean research programs with hundreds of researchers. We are focused primarily in Eastern Canada, but we reach across the country, and we include major international research centres in the U.S. and Europe. I've been asked to include a little bit of the scope of our institute's work in my comments today.

Ocean Frontier Institute's global consortia tackle three big ocean challenges: fisheries and aquaculture, biodiversity and climate change. In the Senate study here, of course, we're talking about that third challenge, climate change, and the ocean's role in controlling it. This is an area where Ocean Frontier Institute has been working since 2016 to build critical conversations between researchers, industry and policy-makers. We drive these conversations not just in Canada but in the international arena through UN bodies, and we link with everyone from start-ups to international finance.

I was co-chair of the Global Ocean Observing System, GOOS, under the Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, or IOC/UNESCO, for four years, and currently I lead GOOS's ocean carbon exemplar that seeks to build global

[Traduction]

**La sénatrice Busson :** Je suis Bev Busson, de la Colombie-Britannique.

**Le président :** Merci, sénateurs.

Le 24 septembre 2024, le Comité sénatorial permanent des pêches et des océans a été autorisé à examiner pour en faire rapport la séquestration du carbone océanique et son utilisation au Canada.

Aujourd'hui, dans le cadre de ce mandat, le comité entendra les témoins suivants : Mme Anya Waite, directrice générale et directrice scientifique, Ocean Frontier Institute, et Mme Galen McKinley, professeure, Sciences de la terre et de l'environnement, Université de Columbia.

Au nom des membres du comité, je vous remercie toutes les deux de vous joindre à nous aujourd'hui. Je crois savoir que vous avez toutes les deux des déclarations liminaires, après quoi les membres de notre comité auront des questions à vous poser. Madame Waite, la parole est à vous.

**Anya Waite, directrice générale et directrice scientifique, Ocean Frontier Institute :** Je vous remercie, sénateur. Mesdames et messieurs les membres du comité, bonjour, et merci de me donner l'occasion de m'adresser à vous aujourd'hui en tant que directrice générale et directrice scientifique de l'Ocean Frontier Institute.

Notre institut met en place des programmes de recherche océanographique avec des centaines de chercheurs. Nous nous concentrons principalement sur l'Est du Canada, mais nous sommes présents dans tout le pays et nous incluons d'importants centres de recherche internationaux aux États-Unis et en Europe. On m'a demandé d'inclure un peu l'étendue du travail de notre institut dans mes remarques d'aujourd'hui.

Les consortiums mondiaux de l'Ocean Frontier Institute s'attaquent à trois grands défis océaniques : les pêches et l'aquaculture, la biodiversité et les changements climatiques. Dans le cadre de l'étude du Sénat, nous parlons bien sûr du troisième défi, les changements climatiques, et du rôle de l'océan pour les maîtriser. C'est un domaine dans lequel l'Ocean Frontier Institute travaille depuis 2016 pour établir des conversations entre les chercheurs, l'industrie et les décideurs politiques. Nous menons ces conversations non seulement au Canada, mais aussi sur la scène internationale par l'entremise d'organismes de l'ONU, et nous nouons des liens avec tous les acteurs, allant d'entreprises en démarrage à des entreprises du milieu des finances internationales.

J'ai été coprésidente du Système mondial d'observation de l'océan, SMOO, sous l'égide de la Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO, ou la COI-UNESCO, pendant quatre ans, et je dirige actuellement le projet exemplaire

linkages between nations in the UN and the ocean carbon discussion. We're now turning our attention to how this work can inform and lift Canadian leadership in this area.

You've heard about carbon capture, no doubt, and these are technologies that collect carbon at source before they are emitted, essentially catching carbon from the smokestack. What we're looking for here in our discussion today — what we're talking about is a carbon removal technology, and that is a process that removes the bulk of long-term carbon accumulation from the atmosphere and stores it safely for centuries. On land, this would be in the form of long-lived trees, potentially, or direct air capture facilities, known as DAC. I'll go over some of the things you've heard already, but I don't think repetition is necessarily bad in this case. It's a little technical.

Let's talk about the oceans' two big jobs: absorbing and storing carbon and heat. The oceans have absorbed 90% of the heat humans have produced in the industrial era, and they store 80% of the carbon on earth. That equates to 50 times the carbon dioxide in the atmosphere, or 40 trillion tonnes. Annually, the oceans continue to absorb about 25% of our carbon emissions and play a critical role in regulating the climate and continue, in fact, to save us from the worst impacts of our carbon dioxide release.

Because of its enormous storage capacity, we are studying the ocean as a possible "storage depot," where additional carbon might be removed from the atmosphere and stored. We do that through natural processes like chemical absorption and physical mixing of carbon dioxide into the interior of the ocean, and biological growth followed by sinking of biological carbon — that can be plankton or animals — into the deep sea. These processes happen naturally, but they can also be initiated or accelerated by human action, and this is what is known as marine carbon dioxide removal, or mCDR.

Let's think about what carbon removal on land can do versus the world's current emissions, and then let's think about an annual emission for the whole world, so how much we are currently, as humans, releasing of carbon into the atmosphere. If you planted 100 million trees, they would take up 34 minutes of our annual global carbon dioxide release. All of the Panama mangroves that have been beautifully set aside for conservation — that's 8,500 hectares — will give 24 seconds of relief on carbon dioxide emissions, whereas 18 direct air capture units give you 8 seconds. Now, we hope that direct air capture will scale up, but that hasn't happened to date. The ocean, in its natural state, gives us already three months of uptake. A 1%

sur le carbone océanique du SMOO qui vise à établir des liens mondiaux entre les pays au sein des Nations unies et à tenir des discussions sur le carbone océanique. Nous allons maintenant nous pencher sur la manière dont ce travail peut éclairer et renforcer le leadership du Canada dans ce domaine.

Vous avez sans doute entendu parler de la séquestration du carbone, et ce sont des technologies qui captent le carbone à la source avant qu'ils soient émis, c'est-à-dire qu'elles capturent le carbone à la cheminée. Ce que nous recherchons dans le cadre de notre discussion d'aujourd'hui, c'est une technologie d'élimination du carbone, c'est-à-dire un processus qui élimine l'essentiel de l'accumulation de carbone à long terme dans l'atmosphère et le stocke en toute sécurité pendant des siècles. Sur terre, cela prendra la forme d'arbres à longue durée de vie, potentiellement, ou d'installations de captage direct dans l'air, ou CDA. Je vais revenir sur certaines des choses que vous avez déjà entendues, mais je ne pense pas que la répétition soit nécessairement mauvaise dans ce cas. C'est un peu technique.

Parlons des deux grandes fonctions des océans : absorber et stocker le carbone et la chaleur. Les océans ont absorbé 90 % de la chaleur produite par l'homme durant l'ère industrielle, et elles stockent 80 % du carbone sur terre. Cela équivaut à 50 fois le dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère, ou 40 billions de tonnes. Chaque année, les océans continuent d'absorber environ 25 % de nos émissions de carbone et jouent un rôle essentiel dans la régulation du climat et continuent, en fait, à nous protéger des pires répercussions de nos propres rejets de dioxyde de carbone.

En raison de son énorme capacité de stockage, nous étudions l'océan comme « dépôt d'entreposage », où le carbone additionnel pourrait être retiré de l'atmosphère et stocké. Pour ce faire, nous avons recours à des processus naturels tels que l'absorption chimique et le mélange physique de dioxyde de carbone à l'intérieur de l'océan, ainsi que la croissance biologique suivie de l'enfoncement du carbone biologique — qui peut être du plancton ou des animaux — dans les profondeurs de la mer. Ces processus se produisent naturellement, mais ils peuvent être déclenchés ou accélérés par l'action de l'homme, et c'est ce que l'on appelle l'élimination du dioxyde de carbone, EDC, dans les océans.

Pensons à ce que l'EDC dans les océans peut faire par rapport aux émissions mondiales actuelles, puis réfléchissons aux émissions annuelles du monde entier, soit la quantité de carbone que nous rejetons actuellement dans l'atmosphère. Si vous plantiez 100 millions d'arbres, ils absorberaient 34 minutes de notre émission annuelle de dioxyde de carbone dans le monde. Toutes les mangroves du Panama qui ont été magnifiquement mises en réserve pour la conservation — c'est 8 500 hectares — permettraient d'absorber 24 secondes des émissions de dioxyde de carbone, tandis que 18 unités de captage direct dans l'air en absorberaient 8 secondes. Nous espérons que ce captage direct dans l'air sera amélioré, mais ce n'est pas encore le cas. L'océan,

increase in ocean carbon uptake gives you a full day of total net-zero sequestration.

How do we get this action right? The ocean can do this work for us, and we want to save the world from extreme impacts of climate change, but we want to do that effectively and with ecologically sound work.

Marine carbon dioxide removal is now a nascent industry in Canada. Innovators and entrepreneurs — and you've heard from some of them in the earlier sessions — are developing tools and techniques to enable mCDR, presenting an outstanding opportunity for Canada to demonstrate science, innovation and climate and policy leadership and, ultimately, more economic development opportunities. These four areas are critical pieces of a conjoined framework for mCDR in Canada, and it is critical that this sector is developed through expert support and regulatory structures that are grounded in world-class ocean science, policy and engagement, and free of any conflicts of interest.

The Ocean Frontier Institute works regionally, nationally and in the intergovernmental policy arena to inform leadership in mCDR, to support the public good and to enable a nimble and environmentally sound mCDR sector.

We need a few things to get this right. We need good scientific leadership to coordinate and lead the science, modeling, instrumentation and so on. This will develop an understanding of the ocean baseline, which we know is already changing, but we don't know quite how fast. We also need to build collaboration with partners, including international research experts such as Dr. McKinley, who is on the call today.

We then need regulatory leadership to inform regulators at all levels and start-ups on the best available science to evaluate these changing technologies and to reflect current business challenges and opportunities.

We need, thirdly, to engage with communities, particularly Indigenous communities, to understand their core concerns and co-create effective strategies to build trust and partnerships, again, for the broadest public good and benefits.

Ultimately, we need an economic strategy to help build the necessary financial ecosystem, project financing and procurement to build a thriving and sustainable mCDR market.

dans son état naturel, nous donne déjà trois mois d'absorption. Une hausse de 1 % de l'absorption de carbone par les océans donne une journée entière de séquestration nette zéro.

Comment mener à bien cette action? L'océan peut faire le travail à notre place, et nous voulons sauver le monde des effets extrêmes des changements climatiques, mais nous voulons le faire de manière efficace et écologique.

L'EDC dans les océans est une industrie naissante au Canada. Les innovateurs et les entrepreneurs — et vous avez entendu certains d'entre eux à des réunions précédentes — conçoivent des outils et des techniques pour permettre l'EDC dans les océans, ce qui offre au Canada une occasion incroyable de démontrer son leadership dans les secteurs des sciences, de l'innovation, du climat et des politiques et, au final, de créer davantage d'occasions de développement économique. Ces quatre domaines sont des éléments essentiels d'un cadre conjoint pour l'EDC dans les océans au Canada, et il est essentiel que ce secteur soit mis sur pied à l'aide du soutien d'experts et de structures de réglementation fondées sur une science, une politique et un engagement concernant les océans de calibre mondial et exempts de conflit d'intérêts.

L'Ocean Frontier Institute travaille au niveau régional, national et dans l'arène politique intergouvernementale pour éclairer le leadership dans les voies d'EDC dans les océans, pour appuyer le bien public et permettre un secteur des voies d'EDC dans les océans habile et respectueux de l'environnement.

Nous avons besoin de quelques éléments pour y parvenir. Nous avons besoin d'un bon leadership scientifique pour coordonner et diriger les travaux scientifiques, la modélisation, l'instrumentation, etc. Cela permettra de mieux comprendre la ligne de base de l'océan qui, nous le savons, est en train de changer, mais nous ne savons pas encore à quelle vitesse. Nous devons également établir une collaboration avec des partenaires, notamment des experts internationaux en recherche tels que Mme McKinley, qui participe à l'appel aujourd'hui.

Nous avons besoin d'un leadership en matière de réglementation pour informer les organismes de réglementation à tous les niveaux et les entreprises en démarrage sur les meilleures données scientifiques disponibles pour évaluer ces technologies changeantes et tenir compte des possibilités et des défis commerciaux actuels.

Nous devons travailler avec les communautés, en particulier les communautés autochtones, pour comprendre leurs principales préoccupations et créer conjointement des stratégies efficaces pour instaurer la confiance et nouer des partenariats, là encore, dans l'intérêt général et pour le plus grand nombre.

Enfin, nous avons besoin d'une stratégie économique pour aider à mettre en place l'écosystème financier, le financement de projets et l'approvisionnement nécessaires à la construction d'un marché des voies d'EDC dans les océans prospère et durable.

So mCDR represents a range of ocean climate interventions that, in combination with emissions reductions, can help save us from the most extreme impacts of climate change. If they are enabled with the correct science, regulation, public engagement and economic strategy, this could be the foundation of a whole new research focus and a vibrant new industry, while protecting people and communities in Canada.

Thank you.

**The Chair:** Thank you, Dr. Waite.

**Galen McKinley, Professor, Earth and Environmental Sciences, Columbia University, as an individual:** Thank you to the committee members for having me. Good morning. I really appreciate this opportunity to speak with you. I am an oceanographer and carbon cycle scientist with almost 30 years of research experience. I am a Professor of Earth and Environmental Sciences at Columbia University in the city of New York in the U.S.

I'm here to speak about the ocean's cycling of carbon. The key points I wish to make are, one, that the ocean currently absorbs about one quarter of annual carbon dioxide emissions; two, that there are significant uncertainties in how this natural ocean carbon sink is changing; three, that engineering to accelerate ocean carbon uptake is in its infancy, and it is unclear how much scale-up is possible; and four, I want to emphasize that the primary approach to addressing climate change must be the mitigation of carbon emissions. If at least 90% of our current emissions are not mitigated, even a massive scale-up of carbon dioxide removal technologies will not make a significant dent in the climate change problem.

The ocean naturally has an enormous capacity to hold carbon, including the majority of all historical and future emissions from burning fossil fuels. However, realizing this total capacity will take many thousands of years.

Ocean chemistry allows for enormous quantities of carbon to dissolve in sea water. As the atmospheric carbon dioxide concentration rises, additional carbon is dissolved into surface waters, but this excess uptake due to our activities is overlain on a vigorous natural cycling that I will describe next.

The first component of the natural cycle is biological. Ocean phytoplankton remove carbon from surface waters when they have enough nutrients and sunlight. Much of this plant matter is consumed by upper ocean ecosystems, but a small portion sinks

Le projet d'EDC dans les océans représente donc une série d'interventions sur le climat océanique qui, combinées à des réductions d'émissions, peuvent nous aider à éviter les répercussions les plus extrêmes des changements climatiques. Si elles sont soutenues par une science, une réglementation, un engagement public et une stratégie économique, ce pourrait être la base de nouvelles recherches et d'une nouvelle industrie dynamique, tout en protégeant les personnes et les communautés au Canada.

Je vous remercie.

**Le président :** Merci, madame Waite.

**Galen McKinley, professeure, Sciences de la terre et de l'environnement, Université Columbia, à titre personnel :** Merci aux membres du comité de me recevoir. Bonjour. Je vous suis très reconnaissante de l'occasion de m'adresser à vous. Je suis océanographe et spécialiste du cycle du carbone et je possède près de 30 années d'expérience en recherche. Je suis professeure des Sciences de la terre et de l'environnement à l'Université Columbia, dans la ville de New York, aux États-Unis.

Je suis ici pour parler du cycle du carbone dans les océans. Les principaux points que je souhaite aborder sont les suivants : premièrement, l'océan absorbe actuellement environ le tiers des émissions annuelles de dioxyde de carbone, deuxièmement, il y a d'importantes incertitudes quant à l'évolution de ce puits de carbone océanique naturel, troisièmement, l'ingénierie pour accélérer l'absorption du carbone dans les océans n'en est qu'à ses débuts, et on ne sait pas exactement dans quelle mesure on peut l'augmenter, et quatrièmement, je veux insister sur le fait que l'approche principale pour lutter contre les changements climatiques doit être l'atténuation des émissions de carbone. Si au moins 90 % de nos émissions actuelles ne sont pas atténuées, même une amélioration considérable des technologies d'élimination du dioxyde de carbone n'aura pas d'effet significatif dans le problème des changements climatiques.

L'océan a naturellement une énorme capacité à retenir le carbone, y compris la majorité de toutes les émissions passées et futures provenant de la combustion des combustibles fossiles. Il faudra toutefois des milliers d'années pour atteindre cette capacité totale.

La chimie des océans permet à d'énormes quantités de carbone de se dissoudre dans l'eau de mer. À mesure que la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère augmente, du carbone supplémentaire est dissous dans les eaux de surface, mais cette absorption excessive attribuable à nos activités se superpose à un cycle naturel vigoureux que je décrirai plus loin.

La première composante du cycle naturel est biologique. Le phytoplancton dans les océans extrait le carbone des eaux de surface lorsqu'il dispose de suffisamment de nutriments et de lumière solaire. Une grande partie de cette matière végétale est

to the deep ocean. There, it nourishes deep ocean ecosystems and returns carbon to the water. So this is a “biological pump,” moving carbon that was previously in the atmosphere into the deep ocean.

The second component of the natural cycle is physical. As surface waters move from lower to higher latitudes, they cool down and increase their capacity to hold carbon. In the North Atlantic and in the Southern Ocean, some waters become very cold and dense enough to sink into the deep ocean, carrying waters laden with carbon to the abyss.

Multiple independent approaches confirm that the global ocean is absorbing about one quarter of our annual carbon dioxide emissions, but there remains much we do not know. Uncertainties are about 30% for the global annual uptake and increase to greater than 100% at local to regional scales. We need enhanced monitoring and scientific research to resolve these significant uncertainties.

We do know that the ocean processes removing carbon from the atmosphere operate much more slowly than anthropogenic climate change. The ocean takes about 2,000 years to mix once from top to bottom; thus, for its total capacity to hold our excess carbon to be realized, it will take at least 10,000 years.

The intent of marine carbon dioxide removal, or mCDR, is to engineer a speed-up to these natural ocean processes by modifying ocean chemistry or biology. If we could get carbon more rapidly to the deep ocean, it is true that it would help to take a bite out of climate change, but we do not know if this can work. We do know that the ocean is massive, fierce and difficult to engineer. We know that to have a meaningful global impact, large swaths of the ocean would need to be used. We know that some proposed mCDR approaches would require massive amounts of mining, transportation and energy to spread minerals or to achieve other goals in the open ocean. We do not know how ocean ecosystems would respond to widespread mCDR.

There is a lot we do not know and need to study, but one thing is abundantly clear: In order for mCDR to have an impact on climate, an unprecedented technological scale-up would be required. Everyone knows humanity’s carbon dioxide emissions have grown rapidly since the Industrial Revolution, but most do not know that today’s emissions are only 4,000 times the annual rate of the 1750s. To meaningfully impact climate, CDR, both on land and in the ocean, would need to be scaled up by at least

consommée par les écosystèmes des couches supérieures de l’océan, mais une petite partie s’enfonce dans les profondeurs de l’océan. Là, elle nourrit les écosystèmes océaniques profonds et retourne le carbone à l’eau. C’est donc une « pompe biologique » qui déplace dans les profondeurs de l’océan le carbone qui se trouvait auparavant dans l’atmosphère.

La deuxième composante du cycle naturel est physique. À mesure que les eaux de surface se déplacent des basses latitudes vers les hautes latitudes, elles se refroidissent et augmentent leur capacité à retenir le carbone. Dans l’Atlantique Nord et dans l’océan Austral, certaines eaux deviennent très froides et suffisamment denses pour s’enfoncer dans les profondeurs de l’océan, entraînant des eaux chargées de carbone vers les abysses.

De multiples approches indépendantes confirment que l’océan mondial absorbe environ un quart de nos émissions annuelles de dioxyde de carbone, mais nous ignorons encore beaucoup de choses. Les incertitudes sont d’environ 30 % pour l’absorption annuelle mondiale et augmentent jusqu’à plus de 100 % aux échelles locale et régionale. Nous devons renforcer la surveillance et la recherche scientifique pour lever certaines incertitudes importantes.

Nous savons que les processus océaniques qui éliminent le carbone de l’atmosphère fonctionnent beaucoup plus lentement que les changements climatiques anthropiques. Il faut environ 2 000 ans à l’océan pour se mélanger d’un bout à l’autre. Par conséquent, il faudra au moins 10 000 ans pour que sa capacité totale à retenir notre excès de carbone se concrétise.

Le but de l’élimination du dioxyde de carbone dans les océans est d’accélérer ces processus océaniques naturels en modifiant la chimie ou la biologie des océans. Si nous pouvions acheminer le carbone plus rapidement dans les profondeurs de l’océan, il est vrai que cela contribuerait à atténuer les effets des changements climatiques, mais nous ne savons pas si cela peut fonctionner. Nous savons que l’océan est immense, redoutable et difficile à manipuler. Nous savons que pour avoir une incidence importante à l’échelle mondiale, il faudrait utiliser de vastes étendues d’océans. Nous savons que certaines approches d’EDC dans les océans proposées nécessiteraient énormément d’exploitation minière, de transport et d’énergie pour répandre les minéraux ou pour atteindre d’autres objectifs en haute mer. Nous ne savons pas comment les écosystèmes océaniques réagiraient à une EDC dans les océans généralisée.

Il y a beaucoup de choses que nous ne savons pas et que nous devons étudier, mais une chose est très claire : pour que l’EDC dans les océans ait une incidence sur les changements climatiques, une amélioration technologique sans précédent doit avoir lieu. Tout le monde sait que les émissions de dioxyde de carbone de l’humanité ont augmenté rapidement depuis la révolution industrielle, mais la plupart des gens ne savent pas que les émissions actuelles ne représentent que 4 000 fois le taux

25 times this amount — about 100,000 times — in only a few decades. That would be an engineering feat never before accomplished by humanity.

As heroic as a 100,000 times CDR scale-up would be, it would still remove only 3% of annual carbon dioxide emissions if they continue at current rates. In other words, even the most optimistic and unprecedented scale-up of CDR would not meaningfully impact climate unless emissions are dramatically reduced at the same time.

To close, I would like to review the most critical next steps, in order of importance. One: mitigate carbon emissions, two: reduce uncertainty in the natural ocean carbon sink; and three, research mCDR technologies to determine if they are feasible, environmentally benign and have the potential for rapid scale-up.

Thank you.

**The Chair:** Thanks to both of you for your opening remarks. I'm going to go to our deputy chair for the first question.

**Senator Busson:** Thank you very much to both of our witnesses. This is, indeed, interesting and new-age information that we're dealing with.

My question would go to Anya Waite to begin with. It's interesting and certainly gratifying to hear that Dalhousie University and the Ocean Front Institute — you described it as the global leader in ocean research, specifically around issues of carbon removal, mCDR, if I've gotten that right. Could you tell me whether or not the Ocean Frontier Institute is the only institute of its kind in Canada that conducts this kind of research around carbon removal? If not, is there a way to link the other organizations that may be dealing with the same research? Are there any partnerships that exist?

**Ms. Waite:** Thanks very much for that question, Senator Busson.

The Ocean Frontier Institute works across groups of universities. We're headquartered at Dalhousie, but we work across Canada. We currently work with Newfoundland, two universities in Quebec — Rimouski and Laval, and we also have collaborations with the University of New Brunswick and University of Victoria. So while it's not absolute coverage, I would say it's six or seven of the bigger ocean-research-focused universities in Canada.

annuel des années 1750. Pour avoir une incidence notable sur le climat, l'EDC, tant sur la terre que dans l'océan, devrait être multipliée par au moins 25 fois ce chiffre, soit environ 100 000 fois, en quelques décennies seulement. Il s'agirait d'une prouesse d'ingénierie jamais réalisée par l'humanité.

Aussi héroïque qu'une augmentation de 100 000 fois de l'EDC soit, elle n'éliminerait que 3 % des émissions annuelles de dioxyde de carbone si elles se poursuivent au rythme actuel. Autrement dit, même l'augmentation la plus optimiste et sans précédent de l'EDC n'aurait pas d'incidence notable sur le climat à moins que les émissions ne soient considérablement réduites en parallèle.

Pour conclure, j'aimerais passer en revue les prochaines étapes les plus critiques, par ordre d'importance. Premièrement, il faut réduire les émissions de carbone, deuxièmement, il faut atténuer l'incertitude concernant le puits de carbone océanique naturel et, troisièmement, il faut mener des recherches sur les technologies relatives à l'EDC dans les océans pour déterminer si elles sont réalisables, sans danger pour l'environnement et susceptibles d'être rapidement améliorées.

Je vous remercie.

**Le président :** Merci à vous deux de vos déclarations liminaires. Je vais céder la parole à notre vice-présidente pour qu'elle pose la première question.

**La sénatrice Busson :** Je remercie nos deux témoins. Ce sont des renseignements intéressants et modernes.

Ma question s'adresse à Anya Waite pour commencer. Il est intéressant et certainement gratifiant d'entendre que l'Université Dalhousie et l'Ocean Front Institute — vous l'avez décrit comme étant le chef de file en recherche océanique, en particulier sur les questions d'élimination du carbone, ou d'EDC dans les océans, si j'ai bien compris. Pourriez-vous me dire si l'Ocean Frontier Institute est le seul institut de ce genre au Canada qui mène ce type de recherche sur l'élimination du carbone? Si ce n'est pas le cas, y a-t-il moyen de relier les autres organisations qui mènent les mêmes recherches? Existe-t-il des partenariats?

**Mme Waite :** Je vous remercie de la question, sénatrice Busson.

L'Ocean Frontier Institute travaille avec des groupes d'universités. Notre siège social est à l'Université Dalhousie, mais nous travaillons partout au Canada. Nous travaillons actuellement à Terre-Neuve et dans deux universités au Québec — Rimouski et Laval —, et nous avons également des collaborations avec l'Université du Nouveau-Brunswick et l'Université de Victoria. Bien que ce ne soit pas une couverture absolue, je dirais que nous travaillons avec six ou sept des plus grandes universités qui se concentrent sur la recherche océanique au Canada.

It's not a complete set, so any action in Canada would have to make sure that we adequately engage the West Coast, for example. There is work being done off the coast of Vancouver that is of huge interest here, particularly if they are sequestering carbon in the sea floor — in rock basalt below the sea floor. That's a very interesting action. Right now, although there is a lot of discussion, we really haven't dealt with the Arctic at all in terms of that. We work in northern Labrador, but I wouldn't say in the Arctic, broadly.

I'd say we have a good foundation. We're the only institute of our kind that operates across multiple universities and multiple provinces, but there is always work to do in making sure we are inclusive and that all the researchers who have work to bring to this question have the opportunity to do so.

**Senator Busson:** I noticed you used the words “global leader.” I'm assuming there are other academic institutes doing this kind of research around the world. Do you have outreach or connections with those in your work?

**Ms. Waite:** Yes, indeed. Our slogan is “global leaders in ocean research,” meaning that the researchers who work within our consortia are the global leaders. We have many who work at Dalhousie, but we also work with a number of American institutions. We have a formal partnership with Woods Hole Oceanographic Institute in the U.S., as well as with Stanford University and MIT. We work with groups of French universities and institutes, as well as Germany, the U.K. and Norway. We're building relationships with Portugal and Spain.

It's really a North Atlantic consortium right now; I wouldn't say we have very much reach into the tropics. But because of our international activities, we do connect. The Global Ocean Observing System, for example, is the global network of networks in ocean observing that is convened under IOC/UNESCO. We communicate with and hear from many nations, I would say, in the global sphere.

**Senator Busson:** Thank you very much.

**Ms. Waite:** Thank you for the question.

**Senator C. Deacon:** Thank you both for being with us today.

Ce n'est pas un ensemble complet, donc toute initiative au Canada devrait veiller à ce que nous fassions participer adéquatement la côte Ouest, par exemple. Des travaux en cours au large de Vancouver suscitent beaucoup d'intérêt ici, en particulier si c'est pour séquestrer le carbone dans les fonds marins — dans les roches basaltiques situées sous le plancher océanique. C'est une initiative très intéressante. À l'heure actuelle, bien qu'il y ait beaucoup de discussions, nous n'avons pas vraiment abordé la question de l'Arctique. Nous travaillons dans le Nord du Labrador, mais je ne dirais pas dans l'Arctique en général.

Je dirais que nous avons une bonne base. Nous sommes le seul institut de ce type qui travaille avec de nombreuses universités et provinces, mais il y a toujours du travail à faire pour nous assurer que nous sommes inclusifs et que tous les chercheurs qui ont des travaux à apporter à cette question ont la possibilité de le faire.

**La sénatrice Busson :** J'ai remarqué que vous avez utilisé les mots « leaders mondiaux ». Je présume que d'autres instituts académiques font ce genre de recherches ailleurs dans le monde. Avez-vous des liens avec ces chercheurs?

**Mme Waite :** Nous en avons, oui, en effet. Notre slogan dit que nous sommes des « leaders mondiaux dans la recherche océanique », ce qui veut dire que les chercheurs qui font partie de nos consortiums sont des leaders mondiaux. Beaucoup d'entre eux travaillent à Dalhousie, mais nous collaborons également avec des établissements aux États-Unis. Nous avons un partenariat officiel avec le Woods Hole Oceanographic Institute aux États-Unis, de même qu'avec l'Université Stanford et le MIT. Nous collaborons aussi avec des groupes d'universités et d'instituts en France, de même qu'en Allemagne, au Royaume-Uni et en Norvège, et nous sommes en train de tisser des liens avec le Portugal et l'Espagne.

Le consortium en est un actuellement de l'Atlantique Nord; je dirais que nous ne sommes pas très présents dans les régions tropicales. Toutefois, comme nous menons des activités à l'échelle internationale, nous sommes en contact avec des gens dans ces régions. Le Global Ocean Observing System, ou système mondial d'observation des océans, par exemple, est le réseau mondial des réseaux dans l'observation des océans et relève de la Commission océanique internationale de l'UNESCO. Je dirais que nous sommes en contact avec de nombreux pays sur la scène internationale.

**La sénatrice Busson :** Je vous remercie beaucoup.

**Mme Waite :** Je vous remercie de la question.

**Le sénateur C. Deacon :** Je vous remercie toutes les deux d'être avec nous aujourd'hui.

I will start with Dr. Waite and then include Dr. McKinley, if I could. Help us get a sense of the areas of research where there are risks and opportunities that need to be identified and then managed or understood, just in the various areas of research. It would be good for us to understand as best we can where you're looking in all of your networks of researchers. It sounds very remarkable, indeed. Could you just give us an overview? We understood, last week, sedimentation and phytoplankton, but you would be able to provide a better summary than any of us could get.

**Ms. Waite:** I'm happy to jump in, and Galen could give you more technical details.

There are a few risks. One is that it simply doesn't work, that the time scales and the effort that we put into mCDR don't effectively draw down the carbon from the atmosphere. That has to be tested first and foremost. The very first tests that have been done — and I think you talked to some of the proponents of those, or you were supposed to talk to them, but it might have been cancelled. The ocean alkalinity enhancement has a huge potential to ultimately allow more carbon to be drawn out of the atmosphere than is currently possible.

However, scale-up is one of the big questions, as Galen suggested. We don't know how much carbon and how much energy it's going to cost to scale these processes up effectively. If you can take as much carbon dioxide out of the atmosphere as you can — if you're spending most of that getting to sea, deploying the work, doing the mining that brings the minerals, et cetera, then the math doesn't work. So we need to get the math right, at least, first, theoretically and then in field tests. I would say that's probably the single biggest question mark in my mind, because I think everyone is in denial about exactly how well scale-up is going to work. Most of the companies are dealing with very small patches right now. We need to essentially accelerate that work to make sure we can understand what the potential for scale-up is.

The second one is the environmental impacts. I think you heard some of those last week. It's very important that we understand exactly how changing the chemistry and potentially some of the biology of the ocean will impact the ocean in the short, medium and long term.

The other thing to remember here is that, if we don't do anything, the ocean will have huge impacts.

We talk a lot about the precautionary principle, do no harm, but the problem is that pumping carbon dioxide into the atmosphere is doing huge harm already, so we need to somehow

Je vais commencer par Mme Waite, puis demander à Mme McKinley d'intervenir si possible. J'aimerais que vous nous donniez une idée des domaines de recherche précis où il faut recenser les risques et les possibilités, pour ensuite les comprendre et les gérer. Il serait bon que nous ayons la meilleure idée possible des types de recherche que vous effectuez au sein de tous vos réseaux de chercheurs. Cela semble vraiment fascinant, en effet. Pouvez-vous nous brosser un tableau? La semaine dernière, on nous a parlé de la sédimentation et du phytoplancton, mais vous pourrez mieux résumer le tout que nous.

**Mme Waite :** Je vais commencer à répondre et Mme McKinley pourra vous donner plus de détails sur l'aspect technique.

Il existe quelques risques, l'un étant que cela ne fonctionne tout simplement pas, c'est-à-dire que les échelles temporelles et les efforts consacrés à l'EDC dans les océans ne réduisent pas concrètement le carbone présent dans l'atmosphère. Il faut avant tout procéder à des essais. Les premiers essais qui ont été effectués... Je pense que vous en avez parlé avec certains tenants de ces essais, ou étiez censés le faire, mais il se peut que cela n'ait pas eu lieu. Il est possible qu'en augmentant l'alcalinité des océans on puisse retirer énormément plus de carbone de l'atmosphère qu'à l'heure actuelle.

Cependant, l'une des grandes questions, comme l'a dit Mme McKinley, est que nous ne savons pas quelle quantité de carbone sera alors retirée, et quelle quantité d'énergie sera nécessaire pour le faire de manière efficace. En effet, si on réussit à retirer une grande quantité de carbone de l'atmosphère, mais qu'il faut pour ce faire en émettre autant pour se rendre en mer, faire le travail, extraire les minéraux, etc., mathématiquement parlant, cela ne fonctionne pas. Il faut donc d'abord que cela fonctionne de ce point de vue, premièrement en théorie, ensuite en pratique en procédant à des essais sur le terrain. Je dirais que c'est probablement ma grande interrogation, car je pense que tout le monde refuse de voir la réalité sur le bon fonctionnement de cette méthode. La plupart des entreprises le font sur de très petites zones à l'heure actuelle. Nous devons accélérer les travaux de recherche pour nous assurer de bien comprendre le potentiel que cela recèle.

Le deuxième point concerne les répercussions environnementales. Je pense que vous en avez entendu parler la semaine dernière. Il est très important pour nous de comprendre exactement quelles incidences le fait de modifier la chimie et probablement certaines composantes biologiques des océans aura sur eux à court, moyen et long terme.

Ce qu'il ne faut pas oublier ici non plus, c'est que même sans intervention, les océans vont jouer un très grand rôle.

On parle beaucoup du principe de précaution, du fait qu'il ne faut pas causer de dommages, mais le fait est qu'injecter du dioxyde de carbone dans l'atmosphère en cause déjà beaucoup,

balance out our arguments. We want to understand the impacts. We want to understand whether those impacts, in fact, would be worse in doing mCDR than in not doing it. The danger of not doing it is that we get to 3 degrees or 4 degrees warming. That would be catastrophic, not just for the ocean but the world.

**Galen McKinley:** Thank you very much for the question, senator.

I would say that I think the biggest risk here is that we pretend that this is something that's going to make a difference to the atmosphere and that we do it instead of mitigation. If we are going to invest billions of dollars in the mCDR industry and think that mitigating emissions is hard, so instead of doing that, let's just do some tech fix and make it easy on ourselves, then we have the potential to waste a lot of time not doing what we know we really need to do and instead focusing on a tech fix that will not really do anything. I think that is the biggest risk here. We have to do mitigation, first and foremost. Any CDR, whether in the ocean or on the land, will be something additional that we do to try to take out additional carbon from the atmosphere and get ourselves closer to the climate goals we need to get to. But the main thing we have to do, 90% of what we have to do, is mitigate our emissions.

There is also a risk that someone goes out and engineers something, and they say, "Oh, look. I took up carbon because the carbon concentration of the ocean changed. I would like to be paid a good bit of money for that." But in fact, what they are selling you is something that would have happened naturally even if they had not been there at all, so additionality is a real question. We know the ocean is already taking up all this carbon naturally. We don't fully understand how that works or how that changes with space and time as climate changes and as the atmospheric CO<sub>2</sub> concentration goes up, so there is the potential that people will be selling us what would have happened already naturally.

Then the last thing I would say is that background sink, as I said, is already taking up 25% of our emissions, or, as Anya said, three months of our annual emissions. That's a ton, right? So much. If we don't pay attention to that sink, we have the potential to lose sight of it and not be able to understand how it is changing and evolving because we're so focused on these engineered solutions that we just stop measuring adequately the background sink that has already happened. We lose that big picture either because we're not investing in that observing system or because there is actually interference in

alors il faut en quelque sorte trouver un équilibre dans nos arguments. Nous voulons comprendre si ces dommages seront pires en utilisant l'EDC dans les océans que sans le faire. Si nous ne faisons rien, le danger est de voir le réchauffement atteindre les 3 ou 4 degrés, ce qui serait une catastrophe, pas seulement pour les océans, mais pour la planète.

**Galen McKinley :** Je vous remercie beaucoup de la question, sénateur.

Ce qui présente le plus grand risque ici à mon avis, c'est de prétendre qu'il s'agit d'une solution qui changera la donne dans l'atmosphère et d'y avoir recours au lieu de nous attaquer à l'atténuation des émissions. Si nous investissons des milliards de dollars dans l'industrie de l'EDC dans les océans en nous disant qu'il est difficile d'atténuer les émissions et que nous allons plutôt procéder de cette manière, en nous contentant de quelques solutions techniques pour nous faciliter la tâche, nous risquons alors de perdre beaucoup de temps en ne faisant pas ce que nous savons que nous devons vraiment faire pour plutôt nous concentrer sur une solution technique qui ne réglera pas vraiment le problème. À mon avis, c'est le plus grand risque ici. Nous devons nous attaquer d'abord et avant tout à l'atténuation des émissions. L'EDC, océanique ou terrestre, sera une mesure supplémentaire pour tenter de retirer une quantité supplémentaire de l'atmosphère et nous rapprocher des objectifs climatiques que nous devons atteindre. Le gros du travail que nous devons faire, soit 90 %, consiste à atténuer les émissions.

Il y a aussi le risque de voir quelqu'un fabriquer une technologie et dire qu'il a réussi à retirer du carbone de l'atmosphère parce que la concentration de carbone dans l'océan a changé et qu'il veut obtenir une rondelette somme pour cela. Dans les faits toutefois, la technologie qu'on vous vend n'a rien changé puisque cela se serait produit naturellement. C'est aussi un vrai problème. Nous savons que les océans absorbent déjà naturellement beaucoup de carbone. Nous ne comprenons pas encore totalement comment cela se produit, ou pourquoi cela varie dans le temps et l'espace en fonction de l'évolution du climat et de l'augmentation de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Il est donc possible que des gens nous vendent des technologies pour des phénomènes qui se seraient produits naturellement.

J'ajouterais que, comme je l'ai dit, les puits historiques absorbent déjà 25 % de nos émissions, ou, comme Mme Waite l'a dit, l'équivalent de trois mois de nos émissions annuelles. C'est beaucoup, n'est-ce pas? Si nous ne prenons pas soin de ces puits, nous courons le risque de perdre cela de vue, et de ne pas pouvoir comprendre comment cela évolue, parce que nous sommes tellement concentrés sur ces solutions techniques que nous cessons de bien mesurer l'apport des puits historiques. Nous perdons de vue le portrait global, soit parce que nous n'investissons pas dans le système d'observation ou parce qu'il y

the observations of that background system by engineered approaches, and we kind of lose sight.

Those would be the things that I worry about in this area, and I'm happy to talk more about specific technologies to the extent that I know about them, if you would like me to. I'll take a break here and see what you think.

**Senator C. Deacon:** Thanks very much. It was really important for you to emphasize the need for us to continue the path of reductions. This is not a substitute for that. Thank you.

**Senator Ravalia:** Thank you very much to both of our witnesses for their compelling testimony.

Professor McKinley, this is in context of the ocean carbon sink. Are there any international geographic variations in carbon capture based on ocean temperatures?

**Galen McKinley:** Definitely the background state of the ocean would have to be considered in terms of understanding the potential for a particular methodology to work in a particular location. And yes, there are efforts, such as with simulation models, to really understand how, if you added alkaline materials to the ocean, for example, that would impact the ocean sink. It would vary depending on where you are both in terms of the residence time of water in the surface of the ocean and the physical state, the temperature and the mixing regime, which would all impact that. So yes, it is definitely not the same everywhere across the ocean, the effectiveness of any particular kind of engineering that people are thinking about.

**Senator Ravalia:** To follow up, if I could pose this question to Dr. Waite, have you studied at all the impact of current global warming on carbon capture and other factors including pollution, ocean billage and waste products in the ocean, and to what extent do you think these may have a long-term effect on the ocean carbon sink as it currently exists?

**Ms. Waite:** That's an excellent question.

The ocean carbon sink is changing, and as the climate warms, there are two ways that climate warming is changing carbon dioxide uptake.

One is simply the absorption rate changes. Galen, if I'm right, colder water absorbs more carbon dioxide. If we warm the ocean, it has a lower capacity to absorb that carbon dioxide from the atmosphere. That's one thing.

The other really big thing happening is the change in ocean circulation. I'll use the example of the North Atlantic since it's sort of in our backyard, as it were. In the North Atlantic, east and west of Greenland, warm water moves north and cools, absorbs a

en fait des interférences dans le fonctionnement des puits historiques en raison des solutions techniques, et nous ne pouvons plus voir vraiment ce qui se passe.

Ce sont les éléments qui me préoccupent dans ce domaine, et je serais ravie de parler plus en détail de certaines technologies, dans la mesure où je les connais, si c'est ce que vous souhaitez. Je vais m'arrêter ici pour savoir ce que vous en pensez.

**Le sénateur C. Deacon :** Je vous remercie beaucoup. Il était très important pour nous que vous insistiez sur le fait que nous devons poursuivre nos effets de réduction. Ce n'est pas une solution de rechange. Merci.

**Le sénateur Ravalia :** Je remercie nos deux témoins de leurs exposés convaincants.

Madame McKinley, ma question concerne les puits de carbone océaniques. La capture du carbone varie-t-elle sur le plan géographique en fonction de la température des océans?

**Galen McKinley :** Il est certain qu'il faut tenir compte de l'état général de l'océan pour déterminer si une méthode en particulier fonctionnera dans un endroit donné. Et oui, des efforts sont déployés, notamment l'utilisation de modèles de simulation, pour comprendre comment l'ajout de matières alcalines dans l'océan, par exemple, aurait un impact sur le puits océanique. Cela varierait en fonction du temps de séjour à la surface de l'océan, de l'état physique, de la température et du mélange, car ce sont tous des éléments qui auraient une influence. Donc oui, l'efficacité d'un type particulier d'ingénierie envisagé n'est certainement pas la même partout dans l'océan.

**Le sénateur Ravalia :** Je vais poursuivre en adressant ma prochaine question à Mme Waite. Avez-vous étudié l'incidence du réchauffement climatique sur le captage du carbone et d'autres facteurs tels que la pollution, les rejets et les déchets dans l'océan, et dans quelle mesure pensez-vous que ces facteurs peuvent avoir un effet à long terme sur le puits de carbone océanique actuel?

**Mme Waite :** C'est une excellente question.

Le puits de carbone océanique est en train de changer et le réchauffement climatique modifie l'absorption du dioxyde de carbone de deux manières.

Premièrement, le taux d'absorption change. Si je comprends bien, madame McKinley, les eaux froides absorbent davantage de dioxyde de carbone. Si l'océan se réchauffe, sa capacité à absorber le dioxyde de carbone de l'atmosphère diminuera. Voilà un premier changement.

L'autre grand changement est la modification de la circulation océanique. Je prendrai l'exemple de l'Atlantique Nord, qui se trouve en quelque sorte dans notre cour. Dans l'Atlantique Nord, à l'est et à l'ouest du Groenland, l'eau chaude se déplace vers le

large amount of carbon dioxide from the atmosphere and then sinks down into what they call chimneys. They are like a vertical piece where the water cools, and it sinks down to 2,000 or 3,000 metres in the North Atlantic and slowly works its way to the south. This is one of the world's big ocean carbon sinks in these areas east and west of Greenland.

What is happening with the melting Arctic is you're getting this — I'll use a Canadian term — Zamboni of fresh water going over the North Atlantic, and what that is doing is potentially interfering with the sinking capacity of those areas east and west of Greenland because they have a lens of fresh water on them that makes them lighter and makes them stay closer to the surface. Those dynamics are complex, but there have been a number of studies suggesting there have been some changes — it may in the short term, might be in the long term, and there's a bit of sensational discussion about it — in the capacity of the North Atlantic circulation to absorb carbon and store it in the deep sea.

The two big changes are, first, the changing temperature where the increase in temperature reduces the ocean's capacity to absorb the carbon dioxide and, second, the changes in the circulation. That is called the Atlantic meridional overturning circulation, or AMOC for the technical term. If that circulation failed, for example, if it stopped, then that would have big impacts on the climate of the North Atlantic. For example, Europe would cool. There would be higher sea levels on the eastern seaboard of the United States and Canada. That circulation has a big impact, and our climate change is changing that circulation.

In terms of pollution, I think it's a very interesting question. Carbon dioxide has recently been identified by the intergovernmental system as a key pollutant in the ocean, and I think that is something that is helpful in the sense that we have a lot of discussion in the open ocean about how to make sure the biodiversity is okay. We have the Agreement on Marine Biodiversity of Areas beyond National Jurisdiction, which says that we have to preserve the ocean biodiversity. If we can consider carbon dioxide as a pollutant, it allows us to have a more intelligent discussion between the different international treaties. We just had a big discussion on the London Protocol. They were trying to close down some aspects of adding carbon dioxide to the surface of the ocean. I think it's important to think of carbon dioxide as a pollutant so that we can manage it better in the international treaties.

Galen may have a different view on this, but it's not clear to me that pollution per se will necessarily have a direct impact on how the ocean absorbs carbon. I'm sure that the pollution from coastlines and from our wastewater, for example, changes the biological pump in a number of ways. It exaggerates the growth of some plankton and downgrades the growth of the other. In

nord et se refroidit. Elle absorbe une grande quantité de dioxyde de carbone de l'atmosphère et descend dans ce que l'on appelle une cheminée. Il s'agit d'une sorte de colonne où l'eau se refroidit et descend jusqu'à 2 000 ou 3 000 mètres de profondeur dans l'Atlantique Nord, avant de se diriger lentement vers le sud. Il s'agit de l'un des plus grands puits de carbone océaniques au monde dans ces zones situées à l'est et à l'ouest du Groenland.

En raison de la fonte de l'Arctique, il y a cette — je vais utiliser un terme canadien — Zamboni d'eau douce qui passe au-dessus de l'Atlantique Nord, qui peut interférer avec la capacité des eaux des zones situées à l'est et à l'ouest du Groenland parce qu'elles contiennent de l'eau douce qui les rend plus légères et les fait rester plus près de la surface. Cette dynamique est complexe, mais un certain nombre d'études donnent à penser qu'il y a eu des changements — peut-être à court terme, peut-être à long terme, et cette question donne lieu à un peu de sensationnalisme — attribuables à la modification de la circulation, dans la capacité de l'Atlantique Nord à absorber le carbone et à le stocker dans les profondeurs de la mer.

Les deux principaux changements sont, d'une part, la hausse de la température, qui réduit la capacité de l'océan à absorber le dioxyde de carbone, et, d'autre part, la modification de la circulation. C'est ce qu'on appelle la circulation méridienne de retournement de l'Atlantique, ou AMOC. C'est le terme technique. Si cette circulation venait à s'interrompre, par exemple, cela aurait des conséquences importantes sur le climat de l'Atlantique Nord. Par exemple, l'Europe se refroidirait. Le niveau de la mer serait plus élevé sur la côte est des États-Unis et du Canada. Cette circulation a un impact important, et les changements climatiques modifient cette circulation.

En ce qui concerne la pollution, je pense que c'est une question très intéressante. Le groupe intergouvernemental a indiqué récemment que le dioxyde de carbone figure parmi les principaux polluants dans l'océan, et je crois qu'il est utile de le savoir, car nous avons beaucoup de discussions sur la façon de nous assurer du bon état de la biodiversité. L'accord sur la biodiversité marine des zones ne relevant pas de la juridiction nationale stipule que nous devons préserver la biodiversité des océans. Si nous pouvons considérer le dioxyde de carbone comme un polluant, cela nous permet d'avoir une discussion plus intelligente sur les différents traités internationaux. Nous venons d'avoir une grande discussion sur le Protocole de Londres. On tente de mettre fin à ce qui contribue à ajouter du dioxyde de carbone à la surface de l'océan. Je pense qu'il est important de considérer le dioxyde de carbone comme un polluant afin de mieux le gérer dans le cadre des traités internationaux.

Mme McKinley a peut-être un avis différent sur la question, mais il n'est pas clair à mes yeux que la pollution en soi aura nécessairement un impact direct sur la façon dont l'océan absorbe le carbone. Je suis certaine que la pollution provenant des côtes et de nos eaux usées, par exemple, modifie la pompe biologique de plusieurs façons. Elle accélère la croissance de

some cases, that pollution can actually increase the growth of plankton that don't sink. So it's possible that pollution from land can actually reduce the ability of the ocean biology of carrying carbon into the deep sea.

**Senator Ravalia:** Thank you.

[Translation]

**Senator Aucoin:** Thank you for your extremely interesting testimony. We're learning a great deal, so much so that the more I learn, the less I understand. To try and summarize, we have to keep developing the technology and running tests to capture carbon in the oceans, because if we don't, we'll have to reduce our carbon emissions into the atmosphere anyway. All kinds of tests are being done, but I ask myself this: In terms of international regulations, have there been any discussions to develop the necessary regulations to do this research and have a regulatory framework later on as needed, since the research and tests are positive?

[English]

**Ms. Waite:** I'm happy to jump into this, if that's okay.

Great question. You're absolutely right. We are behind on the international regulatory framework for marine carbon dioxide removal. It was really only a theoretical sideline until maybe five years ago, so I think the international systems are struggling to get their heads around what is going on.

There has been a recent discussion at the IMO, the International Maritime Organization, which regulates ocean dumping. There is something called the London Protocol, which has basically prohibited ocean dumping. There is a caveat of sorts that it is okay to test-run marine carbon dioxide removals using specific technologies, such as using antacid addition to the ocean, adding iron as a nutrient to the ocean, kelp sinking — so the carbon from kelp — and a few other things. That's good, because it opens the window for research to occur at the scale it needs to occur.

Just recently, there was a significant discussion about shutting that down somewhat and preventing — particularly there was an important concern around the involvement of industry in this work. Of course, right now, it needs to be a collaboration with industry, because industry is pulling the funding in and is getting excited about the work and the verification that needs to happen.

certain planctons et ralentit celle des autres. Dans certains cas, la pollution peut même augmenter la croissance du plancton qui demeure en surface. Il est donc possible que la pollution terrestre réduise la capacité de l'océan à amener le carbone dans les profondeurs.

**Le sénateur Ravalia :** Merci.

[Français]

**Le sénateur Aucoin :** Merci pour vos témoignages extrêmement intéressants. Nous apprenons beaucoup, à un point tel que plus j'en apprend, moins je comprends. Pour essayer de résumer, nous sommes obligés de continuer de développer la technologie et de faire des tests pour séquestrer le carbone dans les océans, parce que si on ne le fait pas, il faudra réduire nos émissions de carbone dans l'atmosphère de toute façon. Toutes sortes de tests sont faits, mais je me pose cette question : sur le plan des règlements internationaux, y a-t-il eu des discussions en vue de développer la réglementation nécessaire pour faire ces recherches et avoir un cadre réglementaire plus tard au besoin, au fur et à mesure que la recherche et les tests seront positifs?

[Traduction]

**Mme Waite :** Je serais ravie d'intervenir, si vous me le permettez.

C'est une excellente question. Vous avez tout à fait raison. Nous sommes en retard en ce qui concerne le cadre réglementaire international pour ce qui est de l'élimination du dioxyde de carbone marin. Jusqu'à il y a cinq ans, ce n'était qu'une question théorique secondaire. Je pense donc que les systèmes internationaux ont du mal à se faire une idée de la situation.

L'OMI, l'Organisation maritime internationale, qui régleme les rejets en mer, a récemment entamé une discussion. Le Protocole de Londres interdit essentiellement les rejets dans l'océan. Il prévoit cependant la possibilité de tester l'élimination du dioxyde de carbone marin à l'aide de techniques spécifiques, telles que l'ajout d'antiacides dans l'océan, l'ajout de fer en tant que nutriment dans l'océan, l'enfoncement de laminaires — c'est-à-dire le carbone issu des laminaires — et quelques autres méthodes. C'est une bonne chose, car cela ouvre la voie aux recherches dont nous avons besoin.

Tout récemment, une discussion importante a eu lieu sur la question d'empêcher ce travail et d'y mettre un terme. En particulier, la participation de l'industrie à ce travail a soulevé d'importantes préoccupations. Bien sûr, à l'heure actuelle, il faut collaborer avec l'industrie, parce que c'est elle qui obtient les fonds et démontre de l'enthousiasme pour le travail et la vérification qui s'imposent.

The danger — and I think it was Greenpeace that was particularly concerned — is that if you have industry driving something, is it really going to be environmentally sound? Is it going to be well regulated and carefully done? There was a push to add something to the London Protocol to slow that down. Canada and other nations have supported not slowing things down. That was a very good outcome of that discussion, but it just shows some of the challenges that happened in that conversation. Developing nations were really looking for information, leadership and clarity. They certainly didn't have clarity on what they should be doing in the regulatory framework.

So there is some tension between the environmental protocols and treaties like the Agreement under the United Nations Convention on the Law of the Sea on the Conservation and Sustainable Use of Marine Biological Diversity of Areas beyond National Jurisdiction, BBNJ Agreement; the Convention on Biological Diversity; and the Paris Agreement, which says to us that we have to reach our climate goals. We're not there yet in terms of the conversation. That's a place Canada could lead in some aspects of that conversation.

Certainly within Canada, we have been talking about what needs to happen in the regulatory sphere. We have got our government departments that are set like a donut around the core issue of mCDR. For example, DFO works more on fisheries than oceans. ECCC works primarily on climate with a tiny consideration of oceans. NRCan, which has done amazing work in carbon sequestration and clean energy, doesn't deal with ocean very much. Marine carbon dioxide removal is the hole in the donut of the Canadian government system. That makes it challenging for us to have the right conversations in the right places. That's one of the things we want to be thinking about: How do we bring Canada into discussions regarding a regulatory framework that is appropriate and inform the international discussions?

I hope I haven't said too much. There is a lot to that question.

**Senator Aucoin:** Dr. McKinley, do you want to comment?

**Galen McKinley:** Yes, thank you very much.

I don't have as much insight into the regulatory regime as Anya does, so I won't get into that. However, I do want to mention that what the ocean is doing for us naturally — no one owns that. If the ocean is taking up two and a half gigatonnes of carbon each year, and a tonne of carbon is \$100 per tonne, as an example, that's a \$250 billion per year service that the ocean is doing for us, and nobody owns that. This is something that we all get; thank you Mother Earth. But then one has to ask: Who is responsible for understanding this, monitoring this and taking

On s'inquiète du fait que — et je pense que c'est Greenpeace qui était particulièrement préoccupé —, si l'industrie est à l'origine d'une initiative, on ne saura pas si elle nuira à l'environnement. Sera-t-elle bien réglementée et réalisée avec soin? Des pressions ont été exercées pour que le Protocole de Londres soit modifié afin de ralentir ce travail. Le Canada et d'autres pays n'étaient pas d'accord. La discussion a donné de très bons résultats, mais certains problèmes se sont posés dans le cadre de cette conversation. Les pays en développement étaient vraiment à la recherche d'informations, de leadership et de clarté. Il n'était certes pas clair à leurs yeux ce qu'ils devraient faire en fonction du cadre réglementaire.

Il existe donc une certaine opposition entre les protocoles et traités environnementaux, tels que l'accord d'application de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer sur la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité marine dans les zones ne relevant pas de la juridiction nationale et la Convention sur la diversité biologique, et l'Accord de Paris, qui nous dit que nous devons atteindre nos objectifs climatiques. La conversation n'est pas encore rendue là. Le Canada pourrait jouer un rôle de chef de file en ce qui a trait à certains aspects de cette conversation.

Au Canada, nous avons certes parlé de ce qui doit se passer au chapitre de la réglementation. Nos ministères ne s'attaquent pas directement à la question centrale de l'élimination du dioxyde de carbone marin. Par exemple, le MPO s'occupe davantage des pêches que des océans. ECCC travaille principalement sur le climat et ne s'intéresse que très peu aux océans. RNCan, qui a accompli un travail remarquable dans les domaines de la séquestration du carbone et de l'énergie propre, ne s'occupe pas beaucoup des océans. Au sein du gouvernement canadien, on ne s'intéresse pas à l'élimination du dioxyde de carbone marin. Il est donc difficile pour nous d'avoir les bonnes conversations dans les bons contextes. C'est l'une des choses auxquelles nous devons réfléchir : Comment amener le Canada à discuter d'un cadre réglementaire approprié et comment orienter les discussions internationales?

J'espère que ma réponse n'est pas trop longue. Il y a beaucoup de choses à dire à ce sujet.

**Le sénateur Aucoin :** Madame McKinley, avez-vous des commentaires à formuler?

**Galen McKinley :** Oui, merci beaucoup.

Je ne connais pas aussi bien le régime réglementaire que Mme Waite, alors je ne m'y attarderai pas. Toutefois, je tiens à mentionner que ce que l'océan fait pour nous naturellement profite à tout le monde. Si l'océan absorbe deux gigatonnes et demie de carbone chaque année, et qu'une tonne de carbone coûte 100 \$, par exemple, cela représente un service d'une valeur de 250 milliards de dollars par an que l'océan nous rend, et tout le monde en bénéficie. Nous en profitons tous. Merci à la Terre mère. Il faut alors se demander qui est responsable de

care of it going forward? That leaves those questions, because no one is getting those \$250 billion a year except for all of us in the value to our environment.

I understand why people would be concerned about companies going out and being responsible for figuring out how to modify this sink, because there is the potential that we now start paying companies for these things that Mother Earth is doing for us naturally when we have not really figured out how to hold that value for the people of the planet. When it's somebody's land — a natural park or something like that, a national park owned by the Government of Canada — then it is clear who owns that land. If someone is doing something there, there is some understanding of how that money should be shared between the company and the people. But when it's the open ocean, that's just completely unclear.

That's a fundamental issue here that makes ocean CDR really different from land CDR, which has been going on for 20 years or so. We have never put real value on it, and no one really owns that background sink that is doing so much for us already. I don't think the regulatory system, as I understand it, is really able to deal with that yet.

[*Translation*]

**Senator Aucoin:** I have a question for Ms. Waite.

Ms. Waite, you talked about regulation in Canada. You said that no department was dealing with it and that there would be an opportunity to improve regulation. That's what we're here for.

If you had a recommendation for the Canadian government to ensure the future of this regulation for carbon capture on the ocean floor, what would it be? What can you tell us about that, or what's your dream in relation to that?

[*English*]

**Ms. Waite:** That's a great question, because we have been thinking about that intensely over the last little while. We have been having conversations with communities, industry and our policy-makers in Canada to brainstorm on this.

Four critical elements need to come together in a conversation. First of all, we need that scientific leadership. When you grow a tree or when you capture carbon in a direct air capture facility, you know exactly where that carbon is. It's sitting in the facility or sitting in the tree. When you capture carbon in the ocean, the carbon moves. That means you can't do marine carbon dioxide removal effectively without tracking the carbon to its ultimate destination. That's hard. It means you need to

comprendre l'océan, de surveiller son état et d'en prendre soin pour l'avenir. Voilà la question, car personne ne reçoit 250 milliards de dollars par an, mais c'est la valeur de cette contribution à l'environnement, et nous en profitons tous.

Je comprends pourquoi les gens s'inquiètent de voir des entreprises se charger de trouver comment modifier le puits océanique, car il est possible que nous commençons à payer des entreprises pour accomplir ce que la Terre mère fait pour nous naturellement, car nous n'avons pas vraiment trouvé le moyen de conserver cette valeur pour les habitants de la planète. Lorsqu'il s'agit d'un terrain appartenant à quelqu'un — un parc naturel ou quelque chose comme ça, un parc national appartenant au gouvernement du Canada —, nous savons qui en est le propriétaire. Si quelqu'un y réalise un projet, on sait comment l'argent doit être partagé entre l'entreprise et la population, mais lorsque cela se passe en pleine mer, ce n'est pas clair du tout.

Il s'agit là d'une question fondamentale qui différencie le travail d'élimination du dioxyde de carbone océanique du travail d'élimination du dioxyde de carbone terrestre, qui a lieu depuis une vingtaine d'années. Nous n'avons jamais attribué une valeur réelle à l'absorption du carbone, et personne n'est vraiment propriétaire du puits océanique qui nous rend déjà tant de services. Je ne pense pas que le régime réglementaire, à mon avis, soit en mesure de gérer cette question.

[*Français*]

**Le sénateur Aucoin :** J'ai une question pour Mme Waite.

Madame Waite, vous avez parlé de la réglementation au Canada, et vous avez dit qu'aucun ministère ne s'en occupait et qu'il y aurait une possibilité d'améliorer la réglementation. Nous sommes là pour cela.

Si vous aviez une recommandation à faire au gouvernement canadien pour assurer l'avenir de cette réglementation en vue de la séquestration du carbone dans le fond des océans, quelle serait-elle? Qu'est-ce que vous pourriez nous dire là-dessus, ou quel est votre rêve par rapport à cela?

[*Traduction*]

**Mme Waite :** C'est une excellente question, car nous avons beaucoup réfléchi à cela ces derniers temps. Nous avons eu des conversations avec les communautés, l'industrie et nos décideurs au Canada pour réfléchir à cette question.

Quatre éléments essentiels doivent être réunis dans le cadre d'une conversation. Tout d'abord, nous avons besoin d'un leadership scientifique. Lorsque l'on fait pousser un arbre ou que l'on capture du carbone dans une installation de capture directe dans l'air, on sait exactement où se trouve ce carbone. Il se trouve dans l'installation ou dans l'arbre. Lorsqu'on capture du carbone dans l'océan, le carbone se déplace. Cela signifie qu'il n'est pas possible d'éliminer efficacement le dioxyde de carbone

keep oceanographers and ocean observers embedded in the conversations in a way you don't when you're creating a direct air capture or with a forest. So one thing is making sure we build that.

Galen eloquently talked about the changing ocean baseline. Getting that ocean baseline properly observed is absolutely critical if we're going to support a good industry, because industries will want to say that they took up carbon and, therefore, they have a carbon credit. That ocean baseline is important. Scientific leadership will be a critical aspect of this work.

We also then need to have that science inform regulatory leadership. The science needs to evaluate the changing technologies and needs to reflect current business practices, challenges and opportunities. That work is actually work to be done — that regulatory leadership piece.

The third one, as I mentioned, is that the social licence in Canada is absolutely critical. I don't think we're there yet. In Nova Scotia, where I work, we're very lucky that we have a public that is generally very supportive of ocean science. They have lived with it in their communities for a long time. But if we don't properly do that work of listening to the public, understanding their concerns and communicating effectively about what we're doing, it could be a huge drag. It could, in fact, shut down the industry before it even happens. So that third thing is engagement with communities.

The fourth is really building the necessary financial ecosystem. If you zoom out, that's something we haven't really talked about, and that needs to go hand in hand with the regulatory system. Not all this work on the baseline, for example, can necessarily come from nations. Some of this will come through profits from industry, for example. How do we create a proper public-private partnership that can enable this industry while at the same time leaning heavily on the best possible science and making sure we pull the public along with us?

Those are the four things for me — the economic strategy, social licence and community engagement, the regulatory leadership, and then the scientific leadership, which really — the science, in a way, sadly for the industry, permeates all four of those conversations in a way that it doesn't with carbon capture on land.

**The Chair:** Thank you.

marin sans faire un suivi du carbone jusqu'à sa destination finale, ce qui est difficile à faire. Il faut donc que les océanographes et les observateurs des océans participent aux conversations, ce qui n'est pas le cas lorsqu'il s'agit de capturer directement le carbone dans l'air ou grâce à une forêt. L'une des choses à faire est donc de s'assurer de leur participation.

Mme McKinley a parlé avec éloquence du changement de la ligne de base de l'océan. Il est absolument essentiel d'observer correctement cette ligne de base si nous voulons soutenir une bonne industrie, car les industries voudront dire qu'elles ont absorbé du carbone, puisqu'elles auront alors un crédit carbone. Cette ligne de base est importante. Le leadership scientifique constituera un aspect essentiel de ce travail.

Nous devons également faire en sorte que la science serve à orienter la réglementation. Les scientifiques doivent évaluer les nouvelles technologies et tenir compte des pratiques commerciales, des possibilités et des défis actuels. Ce travail est à faire. Il faut exercer un leadership en matière de réglementation.

Le troisième élément, comme je l'ai mentionné, est l'acceptabilité sociale au Canada, qui est absolument essentielle. Je pense qu'elle n'existe pas encore. En Nouvelle-Écosse, où je travaille, nous avons la chance d'avoir une population qui appuie généralement les sciences océaniques. Des travaux scientifiques sont menés dans les communautés depuis longtemps. Cependant, si nous n'écoutons pas comme il faut la population, si nous ne faisons pas l'effort de comprendre ses préoccupations et si nous ne communiquons pas efficacement ce que nous faisons, nous risquons de ralentir le travail. En fait, cela pourrait entraîner l'arrêt des activités au sein de l'industrie avant même qu'elles ne commencent. Le troisième élément est donc le dialogue avec les communautés.

Le quatrième élément consiste à mettre en place l'écosystème financier nécessaire. C'est quelque chose dont nous n'avons pas vraiment parlé, et qui doit aller de pair avec le régime réglementaire. Tout ce travail sur la ligne de base, par exemple, ne peut pas nécessairement être réalisé par les pays. Une partie de ce travail sera financée par le biais des profits réalisés par l'industrie, notamment. Comment créer un partenariat public-privé pour soutenir l'industrie tout en s'appuyant sur les meilleures données scientifiques possible et en veillant à obtenir l'adhésion de la population?

À mon avis, les quatre éléments sont la stratégie économique, l'acceptabilité sociale et le dialogue avec les collectivités, le leadership en matière de réglementation et, enfin, le leadership scientifique qui, d'une certaine façon, malheureusement pour l'industrie, est présent dans ces quatre éléments d'une manière qui n'est pas le cas en ce qui concerne le captage du carbone terrestre.

**Le président :** Merci.

**Senator Petten:** Maybe Dr. McKinley would like to start on this one. How far away do you think we are from scaling up to bring to fruition and to have an impact on climate change?

**Galen McKinley:** I think we are many, many orders of magnitude away in terms of scale-up, about five orders of magnitude. Some people say a million times, right? So there is a massive need to scale up. That said, as Professor Waite said, about five years ago, no one was even really thinking about marine carbon dioxide removal in a serious way. We have seen a big evolution in the past several years both in terms of students from our labs going to companies that didn't exist a few years ago and the amount of money and the number of meetings. It's really growing quickly.

But how far away I do think really depends on the points that were just made. What is the scientific basis? How much investment can we get to really establish that basis? Under the Biden administration here in the U.S., the government invested about \$100 million in research projects to do some of that scale-up work, both from Department of Energy and from other agencies in the U.S. That community is growing, but it needs sustained support. We need that regulatory environment, as was mentioned. We need to understand in the U.S. — I don't know the Canadian system so well — is it the Environmental Protection Agency, or EPA, that will give a licence, or is it the National Oceanographic Atmospheric Administration, NOAA, that is going to give a permit, or is it a state? Figuring out who is giving a licence to even go do an experiment remains questioned. We need to work with the people, so the social licence, and work with Indigenous communities all the way to fishermen and recreational folks to help people understand what is going on.

That financial piece is really critical, because in order for solid carbon credits to exist that are verified that we know are additional, there needs to be a system by which the information flows from people who understand how much carbon was actually taken up there up to the people who understand the economic system and how we sell and buy credits. Right now, we kind of have scientists who are trying to do all of that. We haven't developed the ecosystems like you might think of like in a mortgage world. In a mortgage world, you are going to get a mortgage on your house, so somebody goes and assesses your house and says, yes, it's worth this. Then there is a system by which that information works its way up to an investment product that somebody can then go and sell to a pension fund. That doesn't exist for carbon in general, whether on the land or in the ocean, and that integrated system where there are experts

**La sénatrice Petten :** Peut-être que Mme McKinley aimerait répondre en premier. Selon vous, dans quelle mesure sommes-nous sur le point d'intensifier nos efforts en vue d'obtenir des résultats et d'avoir un impact sur les changements climatiques?

**Galen McKinley :** Je pense que nous sommes extrêmement loin d'intensifier nos efforts. Certains diraient que nous sommes à mille lieux. Nous avons terriblement besoin d'accroître le travail. Cela dit, comme l'a mentionné la professeure Waite, il y a environ cinq ans, personne ne pensait encore sérieusement à l'élimination du dioxyde de carbone marin. Nous avons observé toute une évolution au cours des dernières années. Des étudiants de nos laboratoires travaillent dans des entreprises qui n'existaient pas il y a quelques années, le financement s'est accru et le nombre de réunions a augmenté. Tout évolue vraiment rapidement.

Je pense, cependant, que la mesure dans laquelle nous pouvons intensifier nos efforts dépend des points qui viennent d'être soulevés. De quelles données scientifiques disposons-nous? Combien d'argent pouvons-nous obtenir en vue de recueillir ces données? Sous l'administration Biden, ici, aux États-Unis, le gouvernement a investi environ 100 millions de dollars dans des projets de recherche afin d'accélérer le travail, à la fois au sein du département américain de l'Énergie et d'autres agences aux États-Unis. Les travaux de recherche sont plus nombreux, mais ils nécessitent un appui soutenu. Nous avons besoin d'un cadre réglementaire, comme on l'a mentionné. Nous devons déterminer si, aux États-Unis — je ne connais pas très bien le système canadien —, ce sera l'Agence de protection de l'environnement qui délivrera une licence, ou bien si ce sera la National Oceanographic Atmospheric Administration, ou NOAA, ou encore si ce sera un État. La question de savoir qui délivrera une licence pour réaliser une expérience demeure entière. Nous devons travailler avec la population, pour obtenir son adhésion, et travailler avec les communautés autochtones et même avec les pêcheurs et les plaisanciers pour aider les gens à comprendre la situation.

L'aspect financier est vraiment essentiel, car pour qu'il existe des crédits de carbone vérifiés, il faut un système où l'information circule entre les personnes qui savent combien de carbone a réellement été retiré et les personnes qui comprennent le système économique et savent comment on vend et on achète des crédits. À l'heure actuelle, nous avons des scientifiques qui essaient de faire tout cela. Nous n'avons pas mis en place un écosystème comme on l'a fait dans le domaine des prêts hypothécaires. Dans ce secteur, lorsque vous voulez contracter une hypothèque, quelqu'un s'occupe d'évaluer votre maison pour en établir la valeur. Ensuite, cette information sert aux produits d'investissement, qui peuvent ensuite être vendus à un régime de retraite. Cela n'existe pas dans le marché du carbone, qu'il s'agisse du carbone terrestre ou marin. Il n'y a pas de système intégré où il y a des experts sur le terrain et des crédits

on the ground moving up logically to verified credits that have a more stable price — all that also needs to be worked out.

There are many things that need to happen. Ultimately, it depends on how much we invest from the science side and in setting up these structures, and how much we can do that and invest in that at the same time as managing the response to existing climate impacts, and managing the mitigation challenge is something we need to really work on.

**Senator Petten:** Thank you. Dr. Waite, I wonder, based on that, and because I'm thinking about the economics of this as well, how does that impact investors in Canada to financially contribute? Obviously, we understand the potential of this opportunity, but how do we try to bring it to a point where investors can say it is a return on investment?

**Ms. Waite:** That's a great question.

I think that's work that has to be done. We have talked to a number of different international banks, reinsurance companies and others about what would be their trigger for investment. In most cases, what they said is they need a pilot system. They need to see that the pilot system is delivering what they need. In some cases, they want simply ocean information to understand climate better. Reinsurance really cares about climate because their livelihood ultimately depends on it. For other investors, it's making sure that they have something to invest in.

Right now, there are a lot of small companies doing what I call testing things in a teacup. They are in the lab doing something, and they realize, "Oh, this could work." Then they take it to a tank. They take it to an embayment. Most of them are still at the scale of a small embayment, not into the open ocean. So it's getting the work to a scale where an investor can say, "Oh, I see it's working, I see that the carbon is going where it's supposed to be going, and it's well verified under a good regulatory framework so that I'm secure in my investment. I know that if we can measure that carbon, it can then be sold as a carbon credit."

There is work to be done. There has been some discussion about what we might call a regulatory sandbox. I know there is a bunch of different definitions about how those are supposed to work, and there might be different terms for it, but I do think that putting some intense work into discussing exactly how that could be brought together in a crisp set of regulations would enable the first pilots to deliver on expectations so that the industry can become investable.

vérifiés dont le prix est plus stable. Tout cela doit être mis en place.

Beaucoup de choses doivent se passer. En fin de compte, tout dépend de nos investissements du côté scientifique et dans la mise en place des structures. Tout dépendra aussi de la mesure dans laquelle nous pouvons le faire et investir tout en gérant la réponse aux répercussions actuelles des changements climatiques. Gérer le défi que représente l'atténuation est une chose à laquelle nous devons vraiment travailler.

**La sénatrice Petten :** Merci. Madame Waite, je me demande, à partir de là, et parce que je pense aussi à l'aspect économique de la question, quelles sont les répercussions sur les investisseurs au Canada s'ils contribuent. Il est évident que nous comprenons les possibilités, mais comment faire pour que les investisseurs puissent parler d'un rendement des investissements?

**Mme Waite :** C'est une excellente question.

Je pense que c'est un travail qui doit être fait. Nous avons discuté avec un certain nombre de banques internationales, de compagnies de réassurance et d'autres acteurs pour savoir ce qui les inciterait à investir. Dans la plupart des cas, ils ont dit qu'ils avaient besoin d'un système pilote. Il leur faut voir que le système pilote répond à leurs besoins. Dans certains cas, ils veulent simplement des renseignements sur les océans pour mieux comprendre les changements climatiques. Les réassureurs se soucient vraiment du climat parce que leurs gagne-pain en dépendent en fin de compte. Pour d'autres investisseurs, il s'agit de s'assurer qu'ils ont quelque chose dans quoi investir.

À l'heure actuelle, de nombreuses petites entreprises font des essais. Elles font quelque chose en laboratoire et se rendent compte que cela pourrait fonctionner. Puis, elles font des essais dans un réservoir et dans une baie. Dans la plupart des cas, c'est encore à l'échelle d'une petite baie, et non en pleine mer. Il s'agit donc d'amener le travail à une échelle qui permet à un investisseur de dire : « Oh, je vois que cela fonctionne, que le carbone va là où il est censé aller, et c'est bien vérifié dans un bon cadre réglementaire, de sorte que je suis sûr de mon investissement; je sais que si nous pouvons mesurer ce carbone, cela pourra être vendu comme crédit carbone. »

Il y a du travail à faire. On a discuté de ce que nous pourrions appeler un bac à sable réglementaire. Je sais qu'il existe un grand nombre de définitions quant à la manière dont c'est censé fonctionner, et qu'il pourrait y avoir différents termes pour cela, mais je pense que le fait de consacrer des efforts soutenus à discuter de la manière exacte dont le tout pourrait être intégré dans un ensemble précis de règlements pourrait faire en sorte que les premiers projets pilotes répondent aux attentes et que l'on considère que l'industrie se prête à l'investissement.

[Translation]

**Senator Boudreau:** Thank you, witnesses. I'm going to risk sparking a debate among researchers. Last week, we had four different witnesses who often mentioned that the oceans naturally take care of 50% of emissions. Today, two witnesses told us it's 25%. Obviously, that 25% difference is a sizable number. I'm curious to know how you determined that it was 25% when last week's witnesses were talking about 50%. That's quite a discrepancy.

[English]

**Ms. Waite:** I'll hand it over to Galen. That's a great question. It depends entirely on how you count. For example, there is a number of 40%. If we count fossil fuel emissions only and not all the other emissions that humans have had, the ocean takes up 40% of fossil fuel emissions because that same number of uptake is equal to 40% of our fossil fuel emissions. If you add all the other emissions, it becomes a smaller fraction. It's really a back-of-the-envelope exercise. It's why those questions are important. Perfect question, and that's why it's critical to get this right.

**Galen McKinley:** I was going to say something very similar. It really depends on what you put in the denominator, whether you're including land-use emissions, for example, which right now are about 15% of our emissions in that denominator. The other thing it depends on is how long you sum up. If we take all of the industrial era and divide by the fossil emissions, then it's 40 or 50%, but if we only think about last year or the last several years, it's closer to that 25% of all anthropogenic emissions. So, yes, deciding how we will count that and being clear is very important. Some people choose one way and some people choose another. But however you count, the ocean is a very important sink. I do agree we need to be consistent in the numbers and be clear.

**Senator Boudreau:** Whether we settle on 25% or 40% or 50%, again, it would be a mathematical calculation, I guess. But based on all the technologies being tested currently and the degree of success that each one of these new technologies would have, are we able to put a number on it? If all the technologies that are being tested were successful, how much of an increase would that be? I know someone said a 1% increase equals one extra day. How much of an increase could we expect with all this testing of new technologies going on? Is it a 5% increase? Is it a 10% increase? At one point, you need to calculate as well if it's worth the investment and if it's worth the time if you're only

[Français]

**Le sénateur Boudreau :** Merci aux témoins. Je risque de causer un débat entre chercheurs. La semaine dernière, nous avons reçu quatre différents témoins qui ont souvent mentionné le fait que les océans s'occupaient naturellement de 50 % des émissions. Aujourd'hui, nous avons deux témoins qui nous disent que c'est 25 %. Évidemment, cet écart de 25 % représente un assez gros chiffre. Je suis curieux d'apprendre comment vous avez déterminé que c'était 25 %, alors que les témoins de la semaine dernière parlaient de 50 %. C'est un écart assez important.

[Traduction]

**Mme Waite :** Je céderai la parole à Mme McKinley. C'est une très bonne question. Cela dépend entièrement de la façon dont on fait le calcul. Par exemple, il y a une proportion de 40 %. Si nous tenons compte des émissions de combustibles fossiles seulement et pas de toutes les autres émissions produites par l'humain, l'océan absorbe 40 % des émissions de combustibles fossiles parce que ce même taux d'absorption correspond à 40 % de nos émissions de combustibles fossiles. Si l'on ajoute toutes les autres émissions, la fraction devient plus petite. Il s'agit en fait d'un calcul approximatif. C'est pourquoi ces questions sont importantes. C'est une excellente question et voilà pourquoi il est essentiel de bien faire les choses.

**Galen McKinley :** J'allais dire quelque chose de très similaire. Cela dépend vraiment de ce qui constitue le dénominateur, si l'on inclut les émissions liées à l'utilisation des terres, par exemple, qui représentent actuellement environ 15 % de nos émissions dans ce dénominateur. L'autre élément qui entre en ligne de compte est la durée. Si l'on prend l'ensemble de l'ère industrielle et que l'on divise par les émissions fossiles, on arrive à 40 ou 50 %, mais si l'on ne prend que l'année dernière ou les dernières années, on est plus proche des 25 % de toutes les émissions anthropiques. Donc, oui, il est très important de décider comment nous allons calculer le tout et d'être clair. Certains choisissent une méthode, d'autres une autre, mais, quel que soit le mode de calcul, l'océan est un puits très important. Je suis d'accord pour dire que nous devons être cohérents lorsqu'il s'agit des chiffres et être clairs.

**Le sénateur Boudreau :** Que ce soit 25, 40 ou 50 %, il s'agirait là encore d'un calcul mathématique, j'imagine. Or, compte tenu de toutes les technologies qui sont actuellement mises à l'essai et du degré de réussite de chacune de ces nouvelles technologies, sommes-nous en mesure de donner un chiffre? Si toutes les technologies mises à l'essai en ce moment donnaient de bons résultats, quelle serait l'ampleur de l'augmentation? Je sais que quelqu'un a dit qu'une hausse de 1 % équivaut à un jour supplémentaire. À combien pourrait s'élever la hausse avec tous les essais de nouvelles technologies en cours? Parle-t-on d'une augmentation de 5 %, ou de 10 %? À

going to get a 3% or a 5% increase. I'm just curious to hear from you on that.

**Galen McKinley:** Our colleague Dr. David Ho, a professor in Hawaii and also a member and founder of a company working on mCDR, calculated that even with a five order of magnitude increase in our ability to remove carbon from the atmosphere, we would still only be removing 3% of today's emissions. Even if we could scale up by five orders of magnitude, that would still only increase that 25% to 28%, based on how he was calculating.

When we look at the Intergovernmental Panel on Climate Change or the kind of reports that say we need carbon dioxide removal, they first premise it with that we have cut about 90% of our emissions in order for mCDR to make a real difference. But if we are not going to cut our emissions, I would say that it is not a good investment to work on mCDR because we should be investing our money in moving communities and adapting to the significant impacts of climate change that we're going to be dealing with. If we're thinking about marine carbon dioxide removal as a way to help us really reach those 1.5-degree or 2-degree targets when we've already done all this mitigation, then it is a good investment. But I think we have to connect those two dots and recognize that mCDR is not going to solve the problem, nor will any carbon dioxide removal, if we do not significantly mitigate.

**Ms. Waite:** I totally agree with Galen's point. For mCDR, the global estimate for what could be achieved is around 4 to 5 gigatonnes a year. When scaled with other approaches, I think the chemistry approaches have a much higher ability to do that work than the biological ones, at least currently, in the estimates. It's 4 to 5 gigatonnes a year across all pathways.

I think the issue is that for that same amount of carbon uptake, if we reduce our emissions, that carbon uptake becomes a much higher percentage. We can go from 3 to 30 if we do proper carbon emissions reductions. Essentially, what we're doing is trying to use multiple ways to save ourselves from climate change. We have to decarbonize, we want to use mCDR, we want to use direct air capture and we want to grow our forests back. We're not doing one thing; we have to build them up together. I think that's the general understanding of the scientific community. When we're investing in mCDR, it's investing in an industry that is a series or an environment with multiple carbon-removing industries, all of whom together can have a big heavy lift and an impact on the global climate.

un moment donné, il faut aussi se demander s'il vaut la peine d'investir et d'y consacrer le temps nécessaire si l'on n'obtient qu'une augmentation de 3 ou 5 %. Je suis curieux d'entendre ce que vous avez à dire à ce sujet.

**Galen McKinley :** Notre collègue, David Ho, professeur à Hawaï, qui est membre et fondateur d'une société qui travaille à l'élimination du dioxyde de carbone marin, a établi que même si notre capacité à éliminer le carbone de l'atmosphère augmentait de cinq ordres de grandeur, nous n'éliminerions que 3 % des émissions actuelles. Même si nous pouvions augmenter notre capacité de cinq ordres de grandeur, on ne passerait que de 25 à 28 %, d'après ses calculs.

Quand on pense au Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat ou aux rapports qui indiquent qu'il faut éliminer le dioxyde de carbone, ils partent du principe que nous devons réduire nos émissions d'environ 90 % pour que l'élimination du dioxyde de carbone marin change vraiment la donne. Or, si nous ne réduisons pas nos émissions, je dirais que travailler à l'élimination du dioxyde de carbone marin n'est pas un bon investissement, car nous devrions investir notre argent dans le déplacement des collectivités et l'adaptation aux effets importants des changements climatiques auxquels nous allons devoir faire face. Si nous considérons l'élimination du dioxyde de carbone marin comme un moyen de nous aider à atteindre les cibles de 1,5 ou 2 degrés et que nous avons déjà mis en place toutes ces mesures d'atténuation, alors c'est un bon investissement. Mais je pense que nous devons faire le lien entre les deux et comprendre que l'élimination du dioxyde de carbone marin ne résoudra pas le problème, pas plus que toute autre méthode d'élimination du dioxyde de carbone, si nous ne prenons pas des mesures d'atténuation importantes.

**Mme Waite :** Je suis complètement d'accord avec Mme McKinley. Concernant l'élimination du dioxyde de carbone marin, selon les estimations globales, il serait possible d'atteindre 4 à 5 gigatonnes par année. Si l'on compare avec d'autres approches, je pense que les approches chimiques sont beaucoup plus prometteuses que les approches biologiques, du moins à l'heure actuelle, selon les estimations. Il s'agit de 4 à 5 gigatonnes par année, partout.

Je pense que la question est que pour cette même quantité d'absorption de carbone, si nous réduisons nos émissions, la proportion quant à l'absorption de carbone devient beaucoup plus élevée. Nous pouvons passer de 3 à 30 si nous réduisons adéquatement les émissions de carbone. Essentiellement, nous essayons de recourir à plusieurs moyens de survivre aux changements climatiques. Nous devons décarboner, nous voulons recourir à l'élimination du dioxyde de carbone marin et à l'extraction directe dans l'air et nous voulons faire repousser nos forêts. Nous ne pouvons pas ne faire qu'une seule chose; il nous faut tout mettre en œuvre. Je crois que c'est ce que pense la communauté scientifique en général. Lorsque nous investissons dans l'élimination du dioxyde de carbone marin, il s'agit

Ultimately, we need to rely on organizations like the World Meteorological Organization who pull together the big numbers globally and say, “Have we made an impact or not?” The atmosphere itself is the ultimate arbiter. How much carbon is in the atmosphere will tell us whether we’ve been successful or not.

**Senator Cuzner:** I don’t know if this is right in your backyard, but it should be in your neighbourhood at least. When the chair, Senator Manning, and myself were young bucks, we ventured out to Fort McMurray, Alberta. It wasn’t yesterday. If you visited the great Canadian oil sands or Syncrude at the time, you wouldn’t recognize the plants now and how the technology has evolved over those decades.

Just recently, the government announced draft regulations to put a cap on greenhouse gases. It’s a reduction of 35% as related to the 2019 emissions. This stems from Dr. McKinley’s strong statement earlier about how aggressive we should be on mitigation. Having an appreciation for the science available and how dire the situation is, is 35% a reasonable target to work toward? That would be the question. Is it attainable?

**Galen McKinley:** I am not an expert in the decarbonization side of the Canadian economy, of course, but what I understand broadly is that a lot of governments are setting these targets and are making good progress toward them. For example, in the United States, the Inflation Reduction Act that was passed in 2022 is making a big impact by promoting the use of renewables and promoting that transition to electric vehicles and such. That is on top of the fact that natural gas became cheaper than coal. So all those transitions that were already happening also helped out. Still, if we look globally, these kinds of commitments are totally in the right direction, and we need to do them, but they’re not enough to achieve 1.5 to 2 degrees. We’re going to need more to take that next step.

That said, whether they are achievable really depends on our level of ambition and our willingness to invest, but all the economic evidence suggests that it’s much better to mitigate than to deal with the impacts of climate change. It’s a good investment to mitigate as much as possible economically because the costs of wildfires and sea-level rise are just so many, and we need to really be taking this seriously.

d’investir dans un milieu qui comprend différentes industries d’élimination du carbone qui, ensemble, peuvent avoir une grande incidence sur les changements climatiques.

Au bout du compte, nous devons nous fier à des organisations comme l’Organisation météorologique mondiale, qui rassemble les grands chiffres à l’échelle mondiale et dit : « Avons-nous eu une incidence ou non? » L’atmosphère elle-même a le dernier mot. La quantité de carbone dans l’atmosphère nous dira si nous avons réussi ou non.

**Le sénateur Cuzner :** Je ne sais pas si c’est dans votre champ de compétences, mais lorsque le président du comité, le sénateur Manning, et moi-même étions jeunes, nous nous sommes aventurés jusqu’à Fort McMurray, en Alberta. Ce n’était pas hier. Si l’on a visité les grands sables bitumineux canadiens ou Syncrude à l’époque, on ne reconnaîtrait pas les usines d’aujourd’hui. La technologie a beaucoup évolué au cours de ces décennies.

Tout récemment, le gouvernement a annoncé un projet de règlement visant à plafonner les émissions de gaz à effet de serre. On parle d’un plafond de 35 % sous les niveaux de 2019. Ma question découle de la déclaration sans équivoque qu’a faite Mme McKinley un peu plus tôt sur la détermination dont nous devons faire preuve quant aux mesures d’atténuation. Compte tenu des données scientifiques disponibles et de la gravité de la situation, le plafond de 35 % est-il une cible raisonnable? Telle est la question. Est-elle atteignable?

**Galen McKinley :** Bien entendu, je ne suis pas une spécialiste du volet décarbonation de l’économie canadienne, mais ce que je comprends globalement, c’est que de nombreux gouvernements se fixent de telles cibles et font de bons progrès pour les atteindre. Par exemple, aux États-Unis, l’Inflation Reduction Act, soit la loi sur la réduction de l’inflation, qui a été adoptée en 2022 a une grande incidence en stimulant l’utilisation des énergies renouvelables, la transition vers les véhicules électriques, etc. Cela s’ajoute au fait que le gaz naturel est devenu moins cher que le charbon. Toutes ces transitions qui étaient déjà en cours ont donc également joué un rôle. Toutefois, si l’on examine la situation à l’échelle mondiale, ce type d’engagements va tout à fait dans le bon sens, et nous devons les prendre, mais ils ne suffiront pas pour atteindre l’objectif de 1,5 à 2 degrés. Nous aurons besoin de plus pour aller plus loin.

Cela dit, la question de savoir si ces cibles sont atteignables dépend vraiment de notre niveau d’ambition et de notre volonté d’investir, mais toutes les données économiques indiquent qu’il est nettement préférable d’atténuer les effets des changements climatiques que d’y faire face. Atténuer autant que possible leurs effets constitue un bon investissement sur le plan économique, car les coûts des incendies de forêt et de l’élévation du niveau de la mer sont énormes et nous devons vraiment prendre cette question au sérieux.

**Senator C. Deacon:** Again, thanks to our witnesses. This has been really important.

I completely agree, Dr. McKinley, with the need to keep focused on the reduction of emissions, but as an entrepreneur, I never like to bet on one race or one horse. I believe in innovation, and I believe in innovation to overcome orders-of-magnitude challenges and in scaling new opportunities and new technologies.

What I would like to focus on is the non-carbon dioxide, the non-climate-change-specific elements of mCDR and ocean alkalinity enhancement. In Nova Scotia, this technology comes from years of trying to reverse the effects of acid rain on salmon rivers, so it was an ecology-enhancing process that led to the discovery of a CO<sub>2</sub> removal process and all that quantification and a study that is required there. Could you speak to — and I'll maybe start with Dr. McKinley, if I could — the non-carbon-removal elements of these processes and any benefits or risks that you see there? Thank you.

**Galen McKinley:** Yes, absolutely. For example, ocean acidification is a real concern in the ocean, and if we add alkalinity to the ocean, we will help to mitigate ocean acidification, so that is a clear potential co-benefit that can happen with marine carbon dioxide removal efforts. Those need to be quantified. Of course, there are also co-benefits such as job creation and other things like that, as well as the potential to enhance phytoplankton communities and potentially enhance food for the fish. But we really don't understand it all very well except in this very theoretical way. As Professor Waite said, in a tank or in a teacup, you can say that you added alkalinity and the pH went up, so that is a reduction of acidification. But is this going to work? What are the other impacts if those minerals adding alkalinity also have heavy metals in them? Am I now adding a toxic substance at the same time that I'm adding the alkalinity?

Those are the key reasons, as Professor Waite said, that we need to have the scientists directly involved with this decision making and have ways of doing that science that are supported by third parties, not by the company — for example, independent arbitration to really determine if you really did have a positive ecosystem impact. Did you really net improve the ecological health? Did you mitigate the acidification? Did you, for example, remove nutrients and help with eutrophication by taking out nutrients that were causing a problem otherwise? That would be great if we can accomplish all of that, and we need to consider

**Le sénateur C. Deacon :** Encore une fois, je remercie nos témoins. C'est très important.

Madame McKinley, je suis tout à fait d'accord avec vous. Il faut se concentrer sur la réduction des émissions, mais en tant qu'entrepreneur, je n'aime jamais parier sur une seule course ou un seul cheval. Je crois à l'innovation, et je crois à l'innovation pour surmonter des problèmes de grande ampleur, à l'élargissement des possibilités et à l'application de nouvelles technologies sur une plus grande échelle.

J'aimerais parler des émissions de gaz autres que le dioxyde de carbone, des éléments de l'élimination du dioxyde de carbone marin qui ne sont pas liés aux changements climatiques et l'amélioration de l'alcalinité des océans. En Nouvelle-Écosse, cette technologie est le fruit d'années d'efforts pour inverser les effets des pluies acides sur les rivières à saumon. C'est donc un processus bénéfique pour l'environnement qui a conduit à la découverte d'un processus d'élimination du CO<sub>2</sub>, ainsi qu'à toute la quantification et aux études qui sont nécessaires. Pourriez-vous nous parler — et je demanderais peut-être à Mme McKinley de commencer, si vous le voulez bien — des éléments de ces processus qui ne sont pas liés à l'élimination du carbone et des avantages ou des risques que vous y voyez? Merci.

**Galen McKinley :** Oui, absolument. Par exemple, l'acidification des océans est un réel problème et si nous augmentons l'alcalinité des océans, nous contribuerons à en atténuer l'acidification. Il s'agit donc d'un avantage connexe clair possible avec les efforts consacrés à l'élimination du dioxyde de carbone marin. Il faut que ce soit quantifié. Bien sûr, il y a aussi d'autres avantages connexes, comme la création d'emplois et d'autres choses de ce genre, ainsi que la possibilité d'augmenter la quantité de phytoplanctons et de nourriture pour les poissons. Mais nous ne comprenons pas très bien tout cela, sauf d'un point de vue très théorique. Comme l'a dit Mme Waite, dans un réservoir, on peut dire que l'on a amélioré l'alcalinité et que le pH a augmenté, ce qui signifie une réduction de l'acidification. Mais cela va-t-il fonctionner? Quels sont les autres effets si ces minéraux qui font augmenter l'alcalinité des eaux contiennent aussi des métaux lourds? Est-ce que j'ajoute une substance toxique en même temps que j'augmente l'alcalinité?

Telles sont les principales raisons pour lesquelles, comme l'a dit Mme Waite, nous devons faire participer les scientifiques à la prise de décisions et avoir des moyens de réaliser ces travaux scientifiques qui sont soutenus par des tiers, et non par l'entreprise — par exemple, un arbitrage indépendant pour déterminer si l'effet sur l'écosystème a été réellement positif. A-t-on vraiment amélioré la santé écologique? A-t-on atténué l'acidification? A-t-on, par exemple, éliminé des nutriments et aidé à réduire l'eutrophication en éliminant des nutriments qui posaient problème par ailleurs? Ce serait formidable si nous

that as part of this, but you can't make a blanket statement. The science certainly does not support a blanket statement there.

**Senator C. Deacon:** Just to add to that, emphasizing the need for continued and growing scientific research to run in parallel with this work is just crucial. I don't think you will get any disagreement from what we've heard so far.

**Ms. Waite:** I would like to say that, specifically in Nova Scotia, we've had acid rain coming from Ontario and the various industrial heartlands of the U.S. for decades. That has really decimated Nova Scotia fish populations. For example, in some cases, watersheds have lost 90% of their native fish. When you put antacid in these rivers, the fish come back, so there are significant potential co-benefits. That's what is being discovered. You can do multiple good things, but those have to be quantified and checked to make sure they are what we think they are.

**The Chair:** On behalf of committee members, I thank our witnesses for the great discussion and for assisting us with our study. Thank you for taking the time. Thank you also to the members of the committee.

(The committee adjourned.)

pouvions accomplir tout cela et nous devons en tenir compte dans ce cadre, mais on ne peut pas faire de déclaration générale. La science ne permet certainement pas de faire une déclaration générale à cet égard.

**Le sénateur C. Deacon :** J'ajouterai qu'il est essentiel de souligner qu'il est nécessaire de poursuivre et d'intensifier la recherche scientifique parallèlement à ce travail. Je ne pense pas que l'on puisse dire le contraire à partir de ce que nous avons entendu jusqu'à présent.

**Mme Waite :** J'aimerais dire que, en Nouvelle-Écosse, nous avons eu des pluies acides provenant de l'Ontario et des divers centres industriels des États-Unis pendant des décennies. Ces pluies ont vraiment décimé les populations de poissons de la province. Par exemple, dans certains cas, les bassins hydrographiques ont perdu 90 % de leurs poissons indigènes. Lorsque l'on met de l'antiacide dans ces rivières, les poissons reviennent; il y a donc d'importants avantages connexes potentiels. C'est ce que l'on est en train de découvrir. On peut faire plusieurs bonnes choses, mais il faut les quantifier et les vérifier pour s'assurer qu'elles sont bien ce que l'on pense qu'elles sont.

**Le président :** Au nom des membres du comité, je remercie nos témoins pour l'excellente discussion et pour l'aide qu'ils nous ont apportée dans le cadre de notre étude. Je vous remercie d'avoir pris le temps de participer à nos travaux. Je remercie également les membres du comité.

(La séance est levée.)

---