

**EVIDENCE**

OTTAWA, Tuesday, February 6, 2024

The Standing Senate Committee on Transport and Communications met with videoconference this day at 9:02 a.m. [ET] to study the impacts of climate change on critical infrastructure in the transportation and communications sectors and the consequential impacts on their interdependencies.

**Senator Leo Housakos** (*Chair*) in the chair.

[*English*]

**The Chair:** Good morning, honourable senators, and welcome to this meeting. I am Leo Housakos, senator from Quebec, and chair of this committee. I would like to invite my colleagues to briefly introduce themselves.

**Senator Simons:** Senator Paula Simons, Alberta, Treaty 6 territory.

**Senator Richards:** Senator Dave Richards, New Brunswick.

**Senator Quinn:** Senator Quinn, New Brunswick.

[*Translation*]

**Senator Clement:** Bernadette Clement, from Ontario.

[*English*]

**Senator Cardozo:** Senator Cardozo, Ontario.

[*Translation*]

**Senator Miville-Dechêne:** Julie Miville-Dechêne, from Quebec.

[*English*]

**The Chair:** Today, we are continuing our study on the impacts of climate change on critical infrastructure in the transportation sector and our study of infrastructure in the Vancouver area. For our first panel, we are pleased to welcome by video conference Mr. Dale Muir, Principal, Hydrotechnical Engineer; and Mr. Derek Ray, Principal, Geomorphologist, both of Northwest Hydraulic Consultants; and Professor Xuebin Zhang, Director of Pacific Climate Impacts Consortium.

We will begin with opening remarks from our witnesses. We will start with Mr. Muir and Mr. Ray, to be followed by Dr. Zhang. We will then proceed to questions from senators.

**TÉMOIGNAGES**

Introduction OTTAWA, le mardi 6 février 2024

Le Comité sénatorial permanent des transports et des communications se réunit aujourd'hui, à 9 h 2 (HE), avec vidéoconférence, pour étudier l'incidence des changements climatiques sur les infrastructures essentielles dans les secteurs des transports et des communications et leurs interdépendances.

**Le sénateur Leo Housakos** (*président*) occupe le fauteuil.

[*Traduction*]

**Le président :** Bonjour, honorables sénateurs, et bienvenue à la séance d'aujourd'hui. Je suis Leo Housakos, sénateur du Québec et président du comité. J'invite mes collègues à se présenter brièvement.

**La sénatrice Simons :** La sénatrice Paula Simons, de l'Alberta, territoire du Traité n° 6.

**Le sénateur Richards :** Le sénateur Dave Richards, du Nouveau-Brunswick.

**Le sénateur Quinn :** Le sénateur Quinn, du Nouveau-Brunswick.

[*Français*]

**La sénatrice Clement :** Bernadette Clement, de l'Ontario.

[*Traduction*]

**Le sénateur Cardozo :** Le sénateur Cardozo, de l'Ontario.

[*Français*]

**La sénatrice Miville-Dechêne :** Julie Miville-Dechêne, du Québec.

[*Traduction*]

**Le président :** Aujourd'hui, nous poursuivons notre étude sur l'incidence des changements climatiques sur les infrastructures essentielles dans le secteur des transports et notre étude sur les infrastructures dans la région de Vancouver. Nous avons le plaisir d'accueillir notre premier groupe de témoins, qui comparaissent par vidéoconférence : M. Dale Muir, ingénieur principal hydrotechnique, et M. Derek Ray, géomorphologue principal, tous deux de Northwest Hydraulic Consultants, ainsi que le professeur Xuebin Zhang, directeur du Pacific Climate Impacts Consortium.

Nous allons commencer par les déclarations préliminaires de nos témoins. Nous donnerons d'abord la parole à MM. Muir et Ray, qui seront suivis de M. Zhang. Nous passerons ensuite aux questions des sénateurs.

Mr. Ray, the floor is yours, and I remind our panellists that they have five minutes for your opening statements. Then we'll go to Q & A.

**Derek Ray, Principal Geomorphologist, Northwest Hydraulic Consultants:** Thank you very much, honourable members of the committee, for inviting me to speak on this topic.

Northwest Hydraulic Consultants Ltd. is a specialist firm practising engineering and geoscience in coastal and river processes, including assessment of hazards and adaptation solutions relating to coastal and river flooding. My professional practice over the last 27 years has included numerous assessments of rivers and coastal flooding, and erosion processes, as well as work to offer solutions for communities to adapt to climate change.

I'm joined this morning by my colleague, Dale Muir, who is also a principal owner of the firm. Mr. Muir is a senior engineer who specializes in the assessment of flood hazard and risk, as well as the development of mitigation options to improve community resilience to flood hazards.

We speak to you as practitioners who work within a team of professionals who are regularly tasked with quantifying risks and developing mitigation to the impacts of climate change for a variety of private and government clients. Provided with this opportunity to speak on this topic, we as a group wanted to highlight three areas where we see a need to do better: one, the science of climate change and hazard mitigation; two, criteria to guide hazard assessment and mitigation for critical infrastructure; and three, better institutional mechanisms to coordinate our collective efforts.

Before I describe these in more detail, I'd like to briefly frame the challenge in a way that will make the importance of these three areas more evident.

The Port of Vancouver and the Vancouver International Airport, also known as YVR, are understood to be important hubs within the overall transportation and communications infrastructure in the Vancouver area. Located along the Lower Fraser River at the Strait of Georgia, both of these entities are vulnerable to climate-change-induced flood hazards, and both are taking planning steps to adapt to meet future conditions. Both entities exist within an interconnected system of infrastructure in a region that is operated and maintained by various jurisdictions, including local to federal governments, Crown corporations and

Monsieur Ray, vous avez la parole, et je rappelle à nos témoins qu'ils disposent de cinq minutes pour faire leur déclaration préliminaire. Nous passerons ensuite à la période de questions.

**Derek Ray, géomorphologue principal, Northwest Hydraulic Consultants :** Merci beaucoup, honorables membres du comité, de m'avoir invité à prendre la parole sur le sujet à l'étude.

Northwest Hydraulic Consultants Ltd. est une firme spécialisée qui pratique l'ingénierie et les géosciences dans les processus côtiers et fluviaux, y compris l'évaluation des dangers et des solutions d'adaptation relativement aux inondations côtières et fluviales. Au cours des 27 dernières années, ma pratique professionnelle a comporté de nombreuses évaluations de rivières et d'inondations côtières et de processus d'érosion, ainsi que des travaux visant à offrir des solutions aux collectivités pour qu'elles s'adaptent aux changements climatiques.

Mon collègue, Dale Muir, qui est également le principal propriétaire de la firme, m'accompagne ce matin. M. Muir est un ingénieur principal qui se spécialise dans l'évaluation des risques d'inondation et des dangers connexes, ainsi que dans l'élaboration d'options d'atténuation visant à améliorer la résilience des collectivités face aux dangers liés aux inondations.

Nous nous adressons à vous en tant que praticiens qui travaillent au sein d'une équipe de professionnels qui sont régulièrement chargés de quantifier les risques et d'élaborer des mesures d'atténuation des répercussions des changements climatiques pour divers clients privés et gouvernementaux. Comme on nous donne l'occasion de prendre la parole sur ce sujet, nous voulions, en tant que groupe, mettre en lumière trois domaines où, selon nous, il faut faire mieux : premièrement, la science des changements climatiques et l'atténuation des dangers; deuxièmement, les critères d'orientation de l'évaluation des dangers et de l'atténuation des risques pour les infrastructures essentielles; et, troisièmement, l'amélioration des mécanismes institutionnels pour coordonner nos efforts collectifs.

Avant de les décrire plus en détail, je voudrais décrire brièvement le problème d'une façon qui rendra plus évidente l'importance de ces trois domaines.

Le port de Vancouver et l'aéroport international de Vancouver, aussi appelé YVR, sont considérés comme des plaques tournantes importantes de l'infrastructure globale des transports et des communications dans la région de Vancouver. Ces deux entités, qui sont situées au bord du bas Fraser, dans le détroit de Georgia, sont vulnérables aux dangers liés aux inondations causées par les changements climatiques, et elles prévoient des mesures en vue de s'adapter aux conditions futures. Ces deux entités font partie d'un système interconnecté d'infrastructures dans une région qui est exploité et entretenu par

private businesses. Thus, many aspects of climate change mitigation are outside the care and control of the port and airport authorities.

The importance of these hubs extends beyond the local region to many areas of British Columbia and the rest of Canada. It is understood that many parts of the transportation and communications infrastructure are vulnerable to natural hazards that could disrupt the supply chain as well as have other negative consequences for the population of the region. A recent case in point is the atmospheric river event that affected British Columbia two years ago in November 2021. Lives were lost, the farming sector was severely disrupted and the supply of goods, food and energy were disrupted for months until the main highways and rail lines could be repaired. Not only was this event a wake-up call of sorts to the scientific community, reminding us all that we must keep working to better understand how conditions may be more adverse in the future, it also highlighted the vulnerabilities within our interconnected transportation network, which can also impact port operations.

This brings me to the three areas we believe warrant attention to better inform and mitigate the flood risk to critical infrastructure under the changing climate.

The first is the increased support of science, and for this topic, that is the science that relates to floods and climate change. Professional practitioners, policy-makers and property managers necessarily base their underlying assumptions of what the future holds on climate change science. In particular, when tasked with developing solutions to increasing risks that will occur in the future, we must consider rising sea levels, more intense storms and bigger floods. In doing so, we rely primarily on the science to predict the severity and magnitude of these conditions. While there will always be uncertainty in the science, we should continue to understand our changing climate to the best of our abilities to reduce uncertainty and better define the conditions that we should expect in the future.

The importance of baseline monitoring using weather stations, wave buoys, and river and tide gauges to monitor our environment and provide the necessary data to inform engineering and policy decisions at all levels of government cannot be understated. Better hydroclimatic monitoring and downscaling of global climate change projections provide improved prediction of future conditions and the basis for

diverse administrations, dont celles allant de l'administration locale au gouvernement fédéral, des sociétés d'État et des entreprises privées. Ainsi, de nombreux aspects de l'atténuation des changements climatiques échappent à la responsabilité et au contrôle des administrations portuaires et aéroportuaires.

L'importance de ces plaques tournantes s'étend au-delà de la localité et touche de nombreuses régions de la Colombie-Britannique et du reste du Canada. Il est entendu que de nombreux éléments de l'infrastructure des transports et des communications sont vulnérables aux dangers naturels qui pourraient perturber la chaîne d'approvisionnement et avoir d'autres conséquences négatives pour la population de la région. Le phénomène fluvial atmosphérique qui a touché la Colombie-Britannique il y a deux ans, en novembre 2021, est un exemple récent. Des gens ont perdu la vie, le secteur agricole a été gravement bouleversé, et l'approvisionnement en biens, en aliments et en énergie a été perturbé pendant des mois jusqu'à ce que les routes principales et les voies ferrées puissent être réparées. Cet événement a non seulement été un signal d'alarme pour la communauté scientifique — il nous a rappelé à tous que nous devons continuer à travailler pour mieux comprendre comment les conditions pourraient être plus défavorables dans l'avenir —; il a aussi mis en évidence les vulnérabilités de notre réseau de transport interconnecté, qui peuvent également avoir une incidence sur les activités portuaires.

Cela m'amène aux trois domaines qui, selon nous, méritent notre attention afin que l'on puisse mieux informer les gens et atténuer les risques d'inondation pour les infrastructures essentielles dans le contexte des changements climatiques.

Le premier est le soutien accru de la science, et, en ce qui concerne ce sujet, il s'agit de la science liée aux inondations et aux changements climatiques. Les spécialistes, les décideurs et les gestionnaires immobiliers fondent nécessairement leurs hypothèses sous-jacentes sur la science du changement climatique. Plus particulièrement, lorsque nous sommes chargés de trouver des solutions aux risques croissants qui se concrétiseront dans l'avenir, nous devons tenir compte de l'élévation du niveau de la mer, de l'intensification des tempêtes et de l'aggravation des inondations. Ce faisant, nous appuyons principalement sur la science pour prédire la gravité et l'ampleur de ces situations. Même s'il y aura toujours de l'incertitude en science, nous devrions continuer de comprendre notre climat changeant au meilleur de nos capacités afin de réduire l'incertitude et de mieux définir les conditions auxquelles nous devrions nous attendre dans l'avenir.

On ne saurait sous-estimer l'importance de la surveillance de base au moyen de stations météorologiques, de bouées de mesure des vagues, de fluviomètres et de marégraphes qui permettent de surveiller notre environnement et fournissent les données nécessaires pour éclairer les décisions techniques et stratégiques à tous les échelons du gouvernement. Une meilleure surveillance hydroclimatique et une réduction de l'échelle des projections des

adaptation to mitigate the flood risks. Limitations on available data and scientific knowledge is critical for Metro Vancouver but even more prevalent in remote and First Nation communities. Clearly, we need to continue to fund and increase funding for environmental monitoring.

The second area where work needs to continue is in the realm of public policy and the guidance offered to local governments and local regulators. Presently, in Canada it is accepted engineering practice to base protection from flooding to the 200-year event or even the 100-year flood event. This means there is a 0.5% or 1% chance of occurrence in any given year, but over the life of a project — say, 100 years for critical infrastructure — this results in a 40% to 60% chance of occurrence.

This may be acceptable for individual residences, but more critical infrastructure, such as airports, ports, and associated transportation and communication networks, may warrant a higher level of design, despite the potential increase in initial costs. Careful thought should be given to whether we are sufficiently preparing our transportation and infrastructure systems to be resilient in the future and if we are looking far enough into the future when planning critical infrastructure. This means reconsidering our existing practices, codes and guidelines, particularly for critical infrastructure.

The third area where we would like to see more work is in how efforts between and among the various entities charged with planning for future climate change are coordinated. We believe that important vulnerabilities in our systems will remain until we find a way to apply a consistent approach to planning, designing and protecting infrastructure across multiple jurisdictions. Continued operation and flood resilience for the Port of Vancouver and the Vancouver International Airport rely on design, operation, maintenance and surveillance of infrastructure under the authority and control of various levels of government. Appropriate and sufficient scientific understanding, design criteria, funding, long-term adaptation planning and coordination across the various entities are required to avoid vulnerabilities in protection and continued operation of these facilities. This may lead to reinforcing current facilities and access to these facilities or planning for future relocation as sea levels rise.

changements climatiques mondiaux permettent de mieux prévoir les conditions futures et de jeter les bases de l'adaptation pour atténuer les risques d'inondation. Les limites des données et des connaissances scientifiques accessibles sont critiquées pour la région métropolitaine de Vancouver, mais elles sont encore plus prévalentes dans les collectivités éloignées et dans celles des Premières Nations. Manifestement, nous devons continuer de financer la surveillance environnementale et d'en accroître le financement.

Le deuxième domaine dans lequel le travail doit se poursuivre est celui des politiques publiques et des conseils offerts aux administrations locales et aux organismes de réglementation locaux. À l'heure actuelle, au Canada, le fait de fonder la protection contre les inondations sur un événement dont la probabilité de récurrence est aux 200 ans, ou même aux 100 ans, est une pratique d'ingénierie acceptée. Cela signifie qu'il y a une probabilité d'occurrence de 0,5 % ou de 1 % au cours d'une année donnée, mais, au cours de la durée d'un projet — disons, 100 ans dans le cas des infrastructures essentielles —, on obtient une probabilité d'occurrence de 40 % à 60 %.

Ces probabilités pourraient être acceptables pour la résidence d'une personne, mais les infrastructures essentielles, comme les aéroports, les ports et les réseaux de transport et de communication connexes, peuvent mériter un niveau de conception plus élevé, malgré l'augmentation possible des coûts initiaux. Il faut se demander si nous préparons suffisamment nos réseaux de transport et d'infrastructure de manière à ce qu'ils soient résilients dans l'avenir et si nous adoptons un horizon suffisamment lointain lorsque nous planifions les infrastructures essentielles. Cela signifie qu'il faut revoir nos pratiques, nos codes et nos lignes directrices, plus particulièrement en ce qui concerne les infrastructures essentielles.

Le troisième domaine dans lequel nous aimerions voir davantage de travail est celui de la coordination des efforts entre les diverses entités chargées de la planification en vue des changements climatiques futurs. Nous croyons que les vulnérabilités importantes de nos systèmes perdureront jusqu'à ce que nous trouvions une façon d'appliquer une approche uniforme à la planification, à la conception et à la protection des infrastructures dans plusieurs administrations. L'exploitation continue du port de Vancouver et de l'aéroport international de Vancouver ainsi que leur résilience face aux inondations dépendent de la conception, de l'exploitation, de l'entretien et de la surveillance des infrastructures sous l'autorité et le contrôle de divers ordres de gouvernement. Il faut acquérir une compréhension scientifique adéquate et suffisante, établir des critères de conception, obtenir du financement, planifier l'adaptation à long terme et assurer la coordination entre

Thank you very much for your time and interest in this subject.

**The Chair:** Thank you, Mr. Ray.

Now I turn the floor over to Dr. Zhang.

**Dr. Xuebin Zhang, Director, Pacific Climate Impacts Consortium:** Good morning, I'm Xuebin Zhang, Director of the Pacific Climate Impacts Consortium at the University of Victoria.

I would like to give you a little bit of my background relevant to this panel. I have studied climate change in Canada and globally for over 28 years. More recently, I have been involved in national and international assessments of climate change. Notably, I led the assessment of Canada's climate change that was released in 2019. I led the assessment on changes in precipitation temperature. I was also heavily involved in the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. I was a coordinating lead author of the chapter: "Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate." My experience and also the assessment led me to give you the following.

Recent changes in climate, including warming and sea-level rise, are widespread, rapid, intensifying and unprecedented in thousands of years. Canada has warmed about twice as fast as the global average with more than double the rate of global warming in the North. Human activities, particularly the emission of greenhouse gases, are causing climate change and making extreme climate events — including heat waves, heavy rainfall and droughts — more frequent and severe. Changes are projected for all aspects of the climate system.

There are two particular areas that are quite relevant to our infrastructure in the Vancouver area. One is from extreme precipitation. What we know is that extreme precipitation will increase — it has been projected to increase — by roughly 7% per one degree temperature increase in our region.

les diverses entités pour éviter les vulnérabilités associées à la protection et à l'exploitation continue de ces installations. Ces mesures pourraient mener au renforcement des installations actuelles et de l'accès à ces installations ou à la planification d'une réinstallation future compte tenu de l'élévation du niveau de la mer.

Merci beaucoup de votre temps et de votre intérêt pour ce sujet.

**Le président :** Merci, monsieur Ray.

Je cède maintenant la parole à M. Zhang.

**Xuebin Zhang, directeur, Pacific Climate Impacts Consortium :** Bonjour. Je m'appelle Xuebin Zhang et je suis directeur du Pacific Climate Impacts Consortium, à l'Université de Victoria.

Je voudrais vous parler un peu de mes antécédents qui sont pertinents pour le présent groupe de témoins. J'étudie les changements climatiques au Canada et dans le monde depuis plus de 28 ans. Plus récemment, j'ai participé à des évaluations nationales et internationales des changements climatiques. J'ai notamment dirigé l'évaluation des changements climatiques au Canada qui a été publiée en 2019. J'ai dirigé l'évaluation des changements de la température des précipitations. J'ai également participé activement au sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. J'ai été l'un des principaux auteurs du chapitre intitulé « *Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate* », ce qui signifie en français « la météo et les phénomènes climatiques extrêmes dans un climat changeant ». Mon expérience et l'évaluation m'ont amené à vous donner les renseignements suivants.

Les récents changements liés au climat, notamment le réchauffement et l'élévation du niveau de la mer, sont généralisés et rapides et s'intensifient, ce qui est sans précédent depuis des milliers d'années. Le Canada se réchauffe environ deux fois plus vite que la moyenne mondiale, et le taux de réchauffement dans le Nord est deux fois plus élevé que celui de la planète. Les activités humaines, en particulier les émissions de gaz à effet de serre, entraînent des changements climatiques et accroissent la fréquence et la gravité des phénomènes climatiques extrêmes, notamment les vagues de chaleur, les pluies fortes et les sécheresses. On prévoit des changements dans tous les aspects du système climatique.

Il y a deux aspects particuliers qui sont très pertinents pour nos infrastructures dans la région de Vancouver. Le premier, ce sont les précipitations extrêmes. Ce que nous savons, c'est qu'elles vont augmenter — leur augmentation a été prévue — d'environ 7 % par augmentation de un degré de la température dans notre région.

A second noticeable thing that is fairly relevant is the increase in sea level. Sea-level rise is projected to be more than a metre by the end of this century in our region. This combination of sea-level rise and increase in extreme precipitation will cause more severe flooding.

The confidence about this projection is very high. Thank you.

**The Chair:** Thank you, Professor Zhang. Now we will turn it over to Q&A, starting with the deputy chair, Senator Miville-Dechêne.

[Translation]

**Senator Miville-Dechêne:** This question is for Dale Muir. I'm going to check that you have access to the interpretation. Perfect.

Your site states that your firm has conducted an assessment of sea-level rise and the flood risk for the port of Vancouver. You modelled four scenarios representing a combination of sea-level rises and storm surge return periods. Which of these four scenarios is most likely?

Simply put, what's likely to happen, and what port infrastructure should be prioritized to better cope with climate change? In other words, it's one thing to say it's going to get bad, but what needs to be strengthened?

[English]

**Dale Muir, Principal Hydrotechnical Engineer, Northwest Hydraulic Consultants:** Thank you for your question. The infrastructure for the Port of Vancouver is, obviously, along the Lower Fraser River and at the sea in the lower mainland, so it has a number of hazards imposed on it. Similarly to what Dr. Zhang said, there is the increasing sea-level rise — which is a hazard — as well as the increased precipitation. The other hazard that wasn't mentioned is the increasing flows on the Fraser River. All three of these influence or could impact this infrastructure.

As reported, the sea level could rise by as much as a metre by the end of the century. On top of that, past projection suggests that the precipitation could increase by as much as 40% — even 75% — by the end of that same time period. We combine that with the Fraser River, where extreme events are also supposed to be increasing in the order of about — I mean, it could be 0% to 10% increases within that same time period for the freshet flows. The freshet flows typically occur during the spring, whereas the winter flows, which occur during the fall and winter when there's the highest precipitation, could increase up to as much as 75% of what was occurring before.

L'augmentation du niveau de la mer est une deuxième chose notable. Le niveau de la mer devrait augmenter de plus de un mètre d'ici la fin du siècle dans notre région. Cette combinaison d'élévation du niveau de la mer et d'augmentation des précipitations extrêmes provoquera des inondations plus graves.

La confiance à l'égard de cette projection est très élevée. Merci.

**Le président :** Merci, monsieur Zhang. Nous allons maintenant passer à la période de questions, en commençant par la vice-présidente, la sénatrice Miville-Dechêne.

[Français]

**La sénatrice Miville-Dechêne :** Cette question s'adresse à M. Dale Muir. Je vais vérifier que vous avez bien accès à la traduction. Parfait.

On a lu sur votre site que votre firme a procédé à une évaluation de l'élévation du niveau de la mer et des risques d'inondation du port de Vancouver. Vous avez modélisé quatre scénarios représentant une combinaison d'élévations du niveau de la mer et de périodes de retour des zones de tempête. Parmi ces quatre scénarios, lequel est le plus probable?

En termes simples, que risque-t-il de se passer et quelles infrastructures du port doivent être prioritairement ciblées pour mieux faire face à ces changements climatiques? En d'autres mots, c'est une chose de dire que ça va aller mal, mais que faudrait-il solidifier?

[Traduction]

**Dale Muir, ingénieur principal hydrotechnique, Northwest Hydraulic Consultants :** Je vous remercie de votre question. L'infrastructure du port de Vancouver se trouve, évidemment, au bord du Bas-Fraser et de la mer, dans le Lower Mainland, alors elle est exposée à un certain nombre de dangers. Comme l'a dit M. Zhang, il y a l'élévation croissante du niveau de la mer, qui présente un danger, ainsi que l'augmentation des précipitations. L'autre danger qui n'a pas été mentionné, c'est l'augmentation du débit du fleuve Fraser. Ces trois facteurs influencent cette infrastructure ou pourraient avoir des effets sur elle.

Comme on l'a mentionné, le niveau de la mer pourrait augmenter de un mètre d'ici la fin du siècle. De surcroît, des projections antérieures donnaient à penser que les précipitations pourraient augmenter de 40 % — même de 75 % — d'ici la fin de la même période. Nous combinons ces projections avec le fleuve Fraser, où les événements extrêmes sont également censés augmenter de l'ordre de... je veux dire que les débits des crues printanières pourraient connaître des augmentations de 0 à 10 % au cours de la même période. Les crues printanières se produisent habituellement au printemps, tandis que les crues hivernales, qui se produisent à l'automne et en hiver lorsque

If you combine all those events at the same time, you could have increasing Fraser River flows in the winter, increasing precipitation in the winter as well as the sea-level rise. The highest tides are typically also in the winter. These ports on the Lower Fraser River, at the estuary and at the outlet of the Fraser could be impacted by all three of those events. These areas have the highest water levels but are also where it is most challenging to deal with the stormwater. That is because, typically, the stormwater would drain by gravity to the Fraser River or to the sea. If those have also been elevated, it is that much more challenging to deal with that stormwater.

Therefore, what is required is additional infrastructure, either storage of that flow when water levels are lower — such as lower tides — or increased pumping capacity.

One of the issues that Mr. Ray mentioned was coordination between the different entities. When you're looking at the port, it's not just the port that has to deal with it, but they also have lease holders at the port that often have control of these facilities. So they also have to manage and be directed on how to manage these ports under these future design conditions, as well as any other infrastructure to access these facilities such as railways and highways.

The study we did was primarily looking at these different events, but strictly to do with the port and not the additional infrastructure to access these facilities and ensure they are operational. The main issues were primarily the increase in water levels and increasing stormwater in the future.

**Senator Miville-Dechêne:** If we stick to the port — and I don't know who is best, Mr. Ray or you, to answer — what's going to happen? Are you thinking of a complete flooding of all the infrastructure? If so, what should be done concretely now?

**Mr. Muir:** It's not necessarily that all the infrastructure floods. It would be the lowest-lying areas of the infrastructure that would be impacted. What needs to be done now is to look at these future events and where flooding will occur and address it. That could mean raising locations up to protect against flooding or elevate critical infrastructure, whether it's main electrical switch gear or other electronics — to have them raised — as well as planning for the future so that if there's any additional development or future work at these ports, they're designed to that future design flood level.

les précipitations sont les plus élevées, pourraient augmenter dans une proportion allant jusqu'à 75 % de celles qui se produisaient auparavant.

Si on combine tous ces événements en même temps, on pourrait obtenir une augmentation du débit du fleuve Fraser en hiver, une augmentation des précipitations en hiver ainsi qu'une élévation du niveau de la mer. Généralement, les marées les plus hautes ont aussi lieu en hiver. Ces trois événements pourraient avoir des répercussions sur les ports situés au bord du bas Fraser, dans l'estuaire et à l'embouchure du Fraser. Ces régions ont les niveaux d'eau les plus élevés, mais sont aussi celles où il est le plus difficile de gérer les eaux de ruissellement. C'est parce que, habituellement, ces eaux se déversent grâce à la gravité dans le fleuve Fraser ou dans la mer. Si le niveau du fleuve et de la mer a augmenté lui aussi, il est d'autant plus difficile de gérer les eaux de ruissellement.

Par conséquent, ce qu'il faut, c'est une infrastructure supplémentaire, soit pour stocker ce débit lorsque le niveau de l'eau est plus bas — comme à marée basse —, soit pour accroître les capacités de pompage.

L'un des problèmes que M. Ray a mentionnés concerne la coordination entre les différentes entités. Si on regarde le port, ce ne sont pas seulement ses responsables qui doivent s'en occuper; il y a aussi les détenteurs de concessions qui contrôlent souvent ces installations. Alors, ils doivent également gérer ces ports dans ces conditions futures projetées, de même que toute autre infrastructure permettant d'accéder à ces installations, comme les chemins de fer et les autoroutes, et être orientés quant à leur gestion.

L'étude que nous avons effectuée portait principalement sur ces différents événements, mais concernait strictement le port et non pas les infrastructures supplémentaires qui permettent d'accéder à ces installations et de s'assurer qu'elles sont opérationnelles. Les principaux problèmes étaient principalement liés à l'augmentation des niveaux de l'eau et à celle des eaux de ruissellement dans l'avenir.

**La sénatrice Miville-Dechêne :** Si nous nous en tenons au port — et je ne sais pas qui, entre M. Ray et vous, est le mieux placé pour répondre —, que va-t-il se passer? Envisagez-vous une inondation complète de toutes les infrastructures? Si c'est le cas, que faudrait-il faire concrètement dès maintenant?

**M. Muir :** Les infrastructures ne seraient pas nécessairement toutes inondées. Ce seraient les parties les plus basses de l'infrastructure qui seraient touchées. Ce qu'il faut faire dès maintenant, c'est examiner ces événements futurs et les endroits où les inondations se produiront et s'y attaquer. Il pourrait s'agir de soulever les endroits pour les protéger contre les inondations ou d'élever les infrastructures essentielles, que ce soient l'appareillage de commutation électrique principal ou d'autres appareils électroniques — les faire soulever —, et de planifier l'avenir de manière à ce que, si ces ports font l'objet d'autres

**Senator Miville-Dechêne:** To understand well, if you take the whole Port of Vancouver, what percentage of it is threatened by this flood, the one that's on the lower land? How much of the port are we talking about, and is it the main part of the port or not? We don't have a map in front of us, so help us.

**Mr. Muir:** I don't have that information directly in front of me, but I could look it up and get back to you on what percentage it is. The port itself, there are a number of facilities along the Fraser River.

**Senator Miville-Dechêne:** It would be great if you could send a little map with that.

**Mr. Muir:** Sure. I can do that.

**Senator Miville-Dechêne:** Thank you.

**Senator Simons:** Well, this has been deeply depressing. Thank you to all our witnesses for being with us at 6:00 a.m. British Columbia time.

I wanted to follow up on the questions asked by my colleague Senator Miville-Dechêne and now turn our attention to the airport in Vancouver. I wonder, either Mr. Ray or Mr. Muir, if you can provide a similar assessment of the vulnerabilities of the Vancouver airport, how high-risk this is, and what infrastructure steps need to be taken in the immediate and the medium term to ensure that we don't lose that airport property.

**Mr. Muir:** Thank you for the question. I haven't actually worked directly for YVR or the airport, so I don't know the exact specifics of their facilities. From research online, it appears that most of it is designed to the 200-year event. That's going to change as we have sea-level rise. I believe some of the dikes are, at current elevation, around 3.5 metres above mean sea level.

The City of Richmond has jurisdiction over some of the dikes, and other dikes on the facility are under the jurisdiction of YVR — the Airport Authority — so they both have to work in conjunction to elevate and strengthen their dikes to the higher level.

In addition to that, as I mentioned, for the other facilities, as increasing storm water as well as the water levels on the water side of the dikes all increase, it's going to be that much more challenging to drain the storm water that occurs on site.

aménagement ou d'autres travaux dans l'avenir, ceux-ci soient conçus en fonction du niveau de crue futur projeté.

**La sénatrice Miville-Dechêne :** Pour bien comprendre, si vous prenez l'ensemble du port de Vancouver, quel pourcentage est menacé par cette inondation, celle qui touchera les basses-terres? De quelle partie du port est-il question, et s'agit-il de sa partie principale ou non? Nous n'avons pas de carte sous les yeux, alors aidez-nous.

**M. Muir :** Je n'ai pas cette information à disposition, mais je pourrais vérifier et vous faire parvenir le pourcentage. Le port en soi... il y a un certain nombre d'installations au bord du fleuve Fraser.

**La sénatrice Miville-Dechêne :** Ce serait bien si vous pouviez nous envoyer une petite carte avec cette information.

**M. Muir :** Bien sûr. Je peux le faire.

**La sénatrice Miville-Dechêne :** Merci.

**La sénatrice Simons :** Eh bien, c'est profondément déprimant. Merci à tous nos témoins d'être des nôtres à 6 heures, heure de la Colombie-Britannique.

Je voulais revenir sur les questions posées par ma collègue, la sénatrice Miville-Dechêne, et diriger maintenant notre attention sur l'aéroport de Vancouver. Je me demande, monsieur Ray ou monsieur Muir, si vous pouvez nous fournir une évaluation semblable des vulnérabilités de cet aéroport, du risque élevé qu'elles présentent et des mesures visant l'infrastructure qui doivent être prises dans l'immédiat et à moyen terme pour que nous ne perdions pas cette propriété aéroportuaire.

**M. Muir :** Merci de poser la question. Je n'ai pas travaillé directement pour YVR ou l'aéroport, alors je ne connais pas les détails exacts de ses installations. D'après la recherche en ligne, il semble que la majeure partie de l'aéroport soit conçue en fonction d'un événement dont la probabilité de récurrence est aux 200 ans. Cette situation va changer avec l'élévation du niveau de la mer. Je crois que certaines digues se trouvent, compte tenu de l'élévation actuelle, à environ 3,5 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer.

La ville de Richmond est responsable de certaines des digues, et d'autres sont du ressort de YVR — l'administration aéroportuaire —, alors les deux doivent travailler de concert pour élever et renforcer leurs digues au niveau supérieur.

De plus, comme je l'ai mentionné, en ce qui concerne les autres installations, à mesure que les eaux de ruissellement et les niveaux d'eau du côté des digues augmenteront, il sera d'autant plus difficile de drainer les eaux de ruissellement qui se trouvent sur les lieux.



Currently, I believe YVR, for development and any kind of work at the airport, it refers to the jurisdiction of other areas. I believe the development permit application suggests that it look at local jurisdictions to meet design flood levels, which would be the City of Richmond. That goes back to what Mr. Ray said in the introductory comments: if that's a reasonable design criteria for such critical infrastructure.

For example, a 200-year flood event, as Mr. Ray said, has 0.5% chance of occurring in any given year. In a 100-year period, that's roughly a 40% chance of occurrence. Is that an acceptable level of risk for this infrastructure or should a more extreme design event be considered instead of relying on what's good enough for a city or local residents? Is that the same design criteria that should be applied to the airport?

**Mr. Ray:** I might add that the airport is a good example of infrastructure that may be very vulnerable to very intense precipitation events. It's in a low-lying portion of the Fraser River delta. It's protected by dikes, but as it rains, that water needs to drain seaward during very high water levels. On the ocean side, that drainage occurs through pumping. That would be another area of vulnerability, combining the hazard of very high sea levels with a very intense rainstorm event.

We had a big atmospheric river event in 2021. As far as I know, the Airport Authority was not affected by that, but that is an example of the type of storm that occurred that exceeded previous rainstorms.

**Senator Simons:** Maybe this is not a fair question to ask a climate scientist and two engineers, but it seems to me that one of the challenges with planning in this area is that certain things are under municipal jurisdictions, and there are many different municipalities in Metro Vancouver. Then you have things that are under the responsibility of the Airport Authority and the Port Authority, then you have things that are responsibility of First Nations, then you have the province, and then you have the federal government. Do we need to have a better coordination?

This is a holistic problem, and it seems to me that one of the issues here is that you've got so many jurisdictions that may not be working collaboratively, and nobody is responsible for the overall flood response.

À l'heure actuelle, je crois que, pour ce qui est de l'aménagement et de tout autre type de travaux à l'aéroport, YVR consulte l'administration d'autres régions. Je crois que la demande de permis d'aménagement suggère de regarder les administrations locales pour respecter les normes relatives aux niveaux de crue projetés, et il s'agit de la ville de Richmond. Cela nous ramène à ce qu'a dit M. Ray dans ses commentaires d'introduction : il faut savoir si c'est un critère de conception raisonnable pour une infrastructure aussi essentielle.

Par exemple, une crue dont la probabilité de récurrence est aux 200 ans, comme l'a dit M. May, a 0,5 % de chances de se produire au cours d'une année donnée. Sur une période de 100 ans, cela représente une probabilité d'occurrence d'environ 40 %. Est-ce un niveau de risque acceptable pour cette infrastructure, ou bien devrait-on envisager un événement modélisé plus extrême au lieu que de se fier à ce qui est suffisant pour une ville ou pour les résidents locaux? Devrait-on appliquer les mêmes critères de conception à l'aéroport?

**M. Ray :** J'ajouterais que l'aéroport est un bon exemple d'infrastructure qui peut être très vulnérable à des précipitations très intenses. Il se trouve dans une partie basse du delta du Fraser. Il est protégé par des digues, mais, lorsqu'il pleut, l'eau doit s'écouler vers la mer lorsque le niveau d'eau est très élevé. Du côté de l'océan, le drainage se fait par pompage. Il s'agit d'un autre aspect de vulnérabilité, si on combine les risques posés par un niveau de la mer très élevé et par une tempête de pluie très intense.

Nous avons connu un événement atmosphérique important en 2021. À ce que je sache, il n'a pas eu d'incidence sur l'administration aéroportuaire, mais c'est un exemple du type de tempête qui a eu lieu et qui dépassait les tempêtes de pluie précédentes.

**La sénatrice Simons :** Il n'est peut-être pas juste de poser cette question à un climatologue et à deux ingénieurs, mais il me semble que l'un des défis liés à la planification dans ce domaine, c'est le fait que certaines choses sont du ressort des municipalités, et on dénombre plusieurs municipalités différentes dans la région métropolitaine de Vancouver. Ensuite, il y a les choses dont l'administration aéroportuaire et de l'administration portuaire sont responsables, puis il y a celles qui sont du ressort des Premières Nations, et puis il y a la province, puis le gouvernement fédéral. Avons-nous besoin d'une meilleure coordination?

C'est un problème holistique, et il me semble que l'un des problèmes qui se posent tient au fait qu'il y a beaucoup d'administrations qui ne travaillent peut-être pas en collaboration et que personne n'est responsable de l'intervention globale lors d'une inondation.

I know this is outside of your technical expertise for all of you, but just as citizens of the Lower Mainland and Vancouver Island, do we need to have better coordination of the engineering response to this situation?

**Mr. Zhang:** Perhaps I can say a few words.

**Senator Simons:** Please.

**Mr. Zhang:** Certainly, there is a need for a coordination of close-level government. As far as I know, the federal government has invested quite heavily in something called flood mapping, with the aim to produce new maps about flood hazards in different parts of the country. That is one area of coordination I see that is happening, but, certainly, there is a need to enhance that.

In British Columbia, there is new legislation that requires climate change adaptation on all infrastructure designs and so on. This is another piece that is happening.

I certainly see the need to enhance coordination in the future, but that is not to say that there is nothing happening.

**Mr. Ray:** Yes, I agree. It is dangerous to say that there is no coordination now, but it is an area where we could be doing better. Because all these systems are inter-reliant, a bridge or a road that is flooded in one part of the system can block the transfer of goods, infrastructure, workers, emergency services. So, yes, I do think that better coordination and increased coordination between all these various entities would be something to look at.

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

**Senator Cardozo:** Mr. Zhang, the comments you made about expecting that there could be a sea-level rise of a metre by the end of the century is a very concerning one, and I don't doubt it. That's 75 years away, but as I look at it and look at various predictions about climate change, oftentimes we've been off by those estimates and things happen a lot faster.

The other thing that could happen is you've got the sea-level rise happening, but if that's combined on occasion with major storms, atmospheric rivers and things like that, you get a number of things coming together.

My thought is about Vancouver Island and sand airport. Is that not really in a dangerous spot?

You and the other witnesses have talked about the dikes. We're relying on dikes, but it seems to me that there are much more threatening forces when you have sea-level rise and major storms. Should we not be thinking about raising the whole

Je sais que cette question sort de votre champ d'expertise technique à tous, mais, tout comme les citoyens du Lower Mainland et de l'île de Vancouver, avons-nous besoin d'une meilleure coordination de l'intervention des ingénieurs dans cette situation?

**M. Zhang :** Je pourrais peut-être dire quelques mots.

**La sénatrice Simons :** Je vous en prie.

**M. Zhang :** Il est certain qu'il faut la coordination d'un ordre de gouvernement rapproché. À ma connaissance, le gouvernement fédéral a beaucoup investi dans ce qu'on appelle la cartographie des inondations, afin de produire de nouvelles cartes des risques d'inondation dans diverses régions du pays. C'est un aspect de la coordination qui a lieu et que je constate, mais il est certes nécessaire d'améliorer cette coordination.

En Colombie-Britannique, une nouvelle loi exige que toutes les conceptions d'infrastructure et les autres projets connexes soient adaptés aux changements climatiques. C'est un autre aspect qui a lieu.

Je vois certes la nécessité d'améliorer la coordination dans l'avenir, mais cela ne veut pas dire qu'il ne se passe rien.

**M. Ray :** Oui, je suis d'accord. Il est dangereux de dire qu'il n'y a pas de coordination actuellement, mais c'est un domaine où nous pourrions faire mieux. Parce que tous ces systèmes sont interdépendants, un pont ou une route qui est inondé dans une partie du système peut bloquer le transfert de biens, l'infrastructure, les travailleurs ou les services d'urgence. Alors, oui, je pense qu'il faudrait envisager une meilleure coordination et une coordination accrue entre ces diverses entités.

**La sénatrice Simons :** Merci beaucoup.

**Le sénateur Cardozo :** Monsieur Zhang, vous avez dit que vous vous attendiez à ce qu'il y ait une élévation du niveau de la mer de un mètre d'ici la fin du siècle, et je n'en doute pas. C'est dans 75 ans, mais, lorsque j'examine la situation et que je regarde les diverses prédictions au sujet des changements climatiques, il arrive souvent que nos estimations soient erronées et que les choses se passent beaucoup plus rapidement.

L'autre phénomène qui pourrait se produire, c'est une situation où le niveau de la mer s'élève, mais, si cette élévation est occasionnellement combinée à des tempêtes majeures, à des rivières atmosphériques et à des événements de ce genre, il y a un certain nombre d'éléments qui se rejoignent.

Je pense à l'aéroport de l'île de Vancouver et de Sands. Ne se trouve-t-il pas en réalité dans un endroit dangereux?

Les autres témoins et vous avez parlé des digues. Nous comptons sur des digues, mais il me semble qu'il y a des forces beaucoup plus menaçantes lorsqu'il s'agit d'une élévation du niveau de la mer et de tempêtes majeures. Ne devrions-nous pas

island, or at some point, maybe by the end of the century, we just give up on that area because it won't be safe to have an airport there?

**Mr. Zhang:** The exact engineering part is not something I'm familiar with, but there is, certainly, the combination of sea-level rise, which we cannot avoid, by the way, even if we reduce emissions a lot. Sea-level rise will continue because of what we have already done. Sea-level rise will continue. That's one.

The second is that extreme precipitation will increase both in intensity and frequency, and, certainly, the combination of them will happen over the years. The kind of situation you mentioned is something that is certain to happen. What is uncertain is just how big that might be regarding how much mitigation we are going to do with regard to reduction of CO<sub>2</sub> emissions.

That's the situation. Should we abandon the place where we live? That is another question. I won't be able to say, but in places like Netherlands, most of the Netherlands is under sea level, but they have been able to build dikes that are so good that it has protected them quite well over the past many years.

It is about the investment. It is about if there are other places we can go, and if we cannot go to other places, then, I think, our choice will be how we can protect ourselves. That's one.

The other thing is how we can adapt in a way such that our infrastructure becomes less vulnerable. There might be some other kind of innovative solutions that will reduce it, of course. One other thing, to raise the land is probably not something we can do very easily, but there are certain areas where there might be some engineering solutions; although that's not something I'm very familiar with. I leave this to my colleagues, Mr. Ray and Mr. Muir to address.

**Senator Cardozo:** Thank you.

Mr. Ray or Mr. Muir, do you have any comments on my question?

**Mr. Muir:** Thank you. I agree with what Dr. Zhang said as far as it would be fairly costly and probably not that feasible to elevate the whole airport with the amount of fill and infrastructure that is there without having to reconstruct the whole site. However, there could be improvements to dikes to make it more resilient than what it currently is and raise them over time and adapt to account for that increasing sea-level rise and increasing hazard.

envisager de soulever toute l'île ou, à un moment donné, peut-être d'ici la fin du siècle, tout simplement abandonner cette région parce qu'il sera dangereux d'y avoir un aéroport?

**M. Zhang :** Je ne connais pas l'aspect technique exactement, mais il y a certainement la combinaison de l'élévation du niveau de la mer, que nous ne pouvons pas éviter, soit dit en passant, même si nous réduisons beaucoup les émissions. Elle va se poursuivre à cause de ce que nous avons déjà fait. L'élévation du niveau de la mer va se poursuivre. C'est un élément.

Deuxièmement, les précipitations extrêmes vont augmenter en intensité et en fréquence, et il est certain que la combinaison de ces facteurs se produira au fil des ans. L'occurrence du genre de situation que vous avez mentionnée est certaine. Ce qui est incertain, c'est l'ampleur qu'elle aura relativement aux mesures d'atténuation que nous allons prendre pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub>.

Voilà la situation. Devrions-nous abandonner l'endroit où nous vivons? C'est une autre question. Je ne pourrai pas vous le dire, mais, dans des pays comme les Pays-Bas, la majeure partie du pays est sous le niveau de la mer, mais les Néerlandais ont été en mesure de construire des digues qui sont si bonnes qu'elles les protègent très bien depuis de nombreuses années.

C'est une question d'investissement. Il s'agit de savoir s'il y a d'autres endroits où nous pouvons aller, et, si nous ne pouvons pas aller ailleurs, alors, je pense, notre choix concernera la façon dont nous pourrions nous protéger. C'est un élément.

L'autre élément est la question de savoir comment nous pouvons nous adapter de manière à ce que notre infrastructure devienne moins vulnérable. Il pourrait y avoir d'autres types de solutions novatrices qui permettront de réduire les émissions, bien sûr. Il y a une autre chose : il ne nous sera probablement pas très facile de soulever les terres, mais il y a certains domaines où il pourrait y avoir des solutions techniques, même si je ne les connais pas très bien. Je m'en remets à mes collègues, MM. Ray et Muir.

**Le sénateur Cardozo :** Merci.

Monsieur Ray ou monsieur Muir, avez-vous des commentaires à formuler sur ma question?

**M. Muir :** Merci. Je suis d'accord avec M. Zhang quant au fait qu'il serait assez coûteux et probablement impossible d'élever tout l'aéroport compte tenu de la quantité de remplissage et de l'infrastructure qui s'y trouve sans avoir à reconstruire tout le site. Cependant, on pourrait apporter des améliorations aux digues pour les rendre plus résilientes qu'elles ne le sont actuellement, les élever au fil du temps et les adapter de manière à tenir compte de l'élévation du niveau de la mer et du danger croissant.

However, we haven't done a cost-benefit analysis, and I haven't seen one done on whether it's more practical or feasible to relocate the airport, but I have heard many people discuss that potential option and what the long-term viability is and the long-term cost of maintaining this facility where it's at versus other locations. Whether that's 100 years from now or 200 years from now, the time frame depends on how climate change is in the future.

**Senator Cardozo:** There are not a lot of other alternatives unless you move some of the mountains around there. There is not a lot of space to put in another airport.

**Mr. Muir:** Yes. Correct.

**Senator Cardozo:** That may be a costly approach.

In terms of the ports and the question that my colleague was asking you earlier, Vancouver and Vancouver Fraser Port Authority cover many terminals, if I can narrow it down that way. Do you have a sense of how many of those terminals are in trouble in the next couple of decades?

**Mr. Muir:** For the nature of how terminals operate, they are usually not super high above the water level, because they want to keep it functional for when ships come and use the ports. So all of them are, obviously, right at the water and fairly low down on the elevation.

As far as what they are at risk of, I think they are all fairly similar in issues, but, I mean, it depends on exactly which site, and I don't know offhand. It is similar to the request that was provided earlier about providing a map and identifying which areas are at greatest risk. I can dig that up and try and provide something for you.

**Senator Cardozo:** With the terminals, you say they are built closer to water level now. It would be relatively easy, then, to raise them up by a few feet or a few metres. The problem may be the infrastructure to get to them, such as the rail lines and things like that?

**Mr. Muir:** That is true. There is infrastructure all along the rail lines as well as the roads. Similar to what Mr. May said earlier, it's both the equipment and goods that are being transported but workers also have to get to these facilities.

For example, in the 2021 atmospheric river event, we had bridges and railways that were damaged up in the Fraser Valley, hundreds of kilometres away from the sites, and it still prevented

Toutefois, nous n'avons pas effectué d'analyse coûts-avantages, et je n'en ai pas vu non plus sur la question de savoir s'il est plus pratique ou faisable de relocaliser l'aéroport, mais j'ai entendu beaucoup de gens parler de cette option et de sa viabilité à long terme et du coût à terme de l'entretien de cette installation là où elle se trouve plutôt qu'à d'autres endroits. Que ce soit dans 100 ans ou dans 200 ans, le calendrier dépendra de l'évolution des changements climatiques dans l'avenir.

**Le sénateur Cardozo :** Il n'y a pas beaucoup d'autres solutions, à moins que l'on déplace des montagnes. Il n'y a pas beaucoup de place pour un autre aéroport.

**M. Muir :** Oui. C'est exact.

**Le sénateur Cardozo :** Ce pourrait être une approche coûteuse.

En ce qui concerne les ports et la question que mon collègue vous a posée tout à l'heure, les administrations portuaires de Vancouver et Vancouver Fraser englobent de nombreux terminaux, si je puis m'exprimer ainsi. Avez-vous une idée du nombre de terminaux qui seront en danger au cours des prochaines décennies?

**M. Muir :** Pour ce qui est du fonctionnement des terminaux, ils ne sont généralement pas très élevés au-dessus du niveau de l'eau, parce qu'on veut qu'ils demeurent fonctionnels lorsque les navires arrivent et utilisent les ports. Ils sont donc tous, évidemment, très près de l'eau et assez peu élevés.

Quant aux risques, je pense que les terminaux sont tous assez semblables du point de vue des problèmes, mais, ce que je veux dire, c'est que cela dépend de quel site il est question exactement, et je ne peux vous répondre au pied levé. Cela ressemble à la demande qui a été faite plus tôt pour que l'on vous fournisse une carte et qu'on vous montre les zones les plus à risque. Je peux me renseigner et essayer de vous fournir quelque chose.

**Le sénateur Cardozo :** Dans le cas des terminaux, vous dites qu'ils sont construits près du niveau de l'eau. Il serait donc relativement facile de les élever de quelques pieds ou de quelques mètres. Le problème est peut-être lié à l'infrastructure permettant de les atteindre, comme les voies ferrées et ce genre de choses?

**M. Muir :** C'est vrai. Il y a des infrastructures tout le long des voies ferrées et des routes. Comme M. Ray l'a dit tout à l'heure, ce sont le matériel et les marchandises qui sont transportés, mais les travailleurs doivent aussi se rendre à ces installations.

Par exemple, lors de l'événement lié à la rivière atmosphérique de 2021, des ponts et des voies ferrées ont été endommagés dans la vallée du Fraser, à des centaines de

transportation access to these facilities. It's not just right at the ports themselves; it's all along that whole route.

**Senator Cardozo:** Just in case we think the atmospheric river was a one-time event, there has been one happening right now over the last couple of days in California. This is not a phenomenon that is going away any time soon.

Thank you.

**Senator Quinn:** Thank you for being here so early in the morning.

I want to make an observation and pick up a little bit on what my colleague just noted. It's not just the event that is happening in California, but we also have a weather event happening in Eastern Canada with disastrous snowfall. These events are becoming more and more common. I feel like we are at an intersection, and we are looking to the left and seeing a truck coming, and we continue to collect data, which is so vitally important, but we don't move out of the intersection, and we know the truck is coming.

My observation is that like the ostrich, we take our head up, we listen, we see, we research and we put our heads down. Nothing is getting done concretely.

Is this a mistake? Are we needing to see more action today, based on the information we have, so we can move more quickly? If you were in charge, what would you do?

This question is to all the witnesses.

**Mr. Muir:** As far as the engineering side in British Columbia, we are designing everything with the consideration of climate change going forward. I mean, that's mandated by the Ministry of Transportation and Infrastructure as well as Engineers & Geoscientists British Columbia, so anything that is new or is an improvement, we are considering climate change.

Part of the challenge is the uncertainty of that climate change and the future conditions. That's one challenge. The other challenge is how you deal with that uncertainty and how much of a factor of safety or other considerations you put into that potential challenge.

I mean, we can design for a very extreme outlier of what climate change may occur in 50 or 100 or 200 years, but then the cost to do that, is that warranted based on that uncertainty?

kilomètres des sites, ce qui a tout de même empêché les transports d'accéder à ces installations. Ce n'est pas seulement aux ports en soi; c'est tout le long de cette route.

**Le sénateur Cardozo :** Juste au cas où nous penserions que la rivière atmosphérique a été un événement ponctuel, il y en a eu une en Californie ces derniers jours. Ce n'est pas un phénomène qui va disparaître de sitôt.

Merci.

**Le sénateur Quinn :** Merci d'être présents aussi tôt le matin.

Je veux formuler une observation et revenir un peu sur ce que mon collègue vient de dire. C'est non seulement l'événement qui a lieu en Californie, mais aussi l'événement météorologique qui se produit dans l'est du Canada et qui entraîne des chutes de neige catastrophiques. Ces événements sont de plus en plus fréquents. J'ai l'impression que nous sommes à une intersection, que nous regardons à gauche et voyons venir un camion et que nous continuons de recueillir des données, ce qui est d'une importance vitale, mais que nous ne sortons pas de l'intersection, et nous savons que le camion s'en vient.

Mon observation est que, comme l'autruche, nous levons la tête, nous écoutons, nous voyons, nous faisons des recherches et nous baissons la tête. Rien ne se fait concrètement.

Est-ce une erreur? Avons-nous besoin de prendre davantage de mesures aujourd'hui, en fonction des renseignements dont nous disposons, afin de pouvoir agir plus rapidement? Si vous étiez aux commandes, que feriez-vous?

Ma question s'adresse à tous les témoins.

**M. Muir :** En ce qui concerne l'ingénierie en Colombie-Britannique, nous concevons tout en tenant compte des changements climatiques à venir. Je veux dire... c'est mandaté par le ministère des Transports et de l'Infrastructure, de même que par Engineers and Geoscientists British Columbia, alors, pour tout ce qui est nouveau ou qui est une amélioration, nous tenons compte des changements climatiques.

La difficulté réside en partie dans l'incertitude entourant les changements climatiques et les conditions futures. C'est un défi. L'autre défi est de savoir comment composer avec cette incertitude et dans quelle mesure il faut tenir compte de la sécurité ou d'autres facteurs.

Ce que je veux dire, c'est que nous pouvons effectuer notre conception en fonction d'un cas très extrême de changement climatique qui pourrait se produire dans 50, 100 ou 200 ans, mais le coût lié à une telle conception est-il justifié, compte tenu de cette incertitude?

It's a bit of a balance on what we can design for today versus how we can leave the ability to adapt as we learn more and as climate continues to change in the future.

**Senator Quinn:** I want to comment on that. While I agree in many ways, the data shows us that it's not a linear increase in occurrences or in intensity. It's quite the opposite. It's going up like the curve on a Bobby Hull hockey stick.

While I hear what you said, and I appreciate that, do you not think that we need to be looking — Vancouver is our second-largest airport. It's such an important cog in our economy, as is the Port of Vancouver; it's the largest port in Canada — I know that very well. It's one of the largest in North America.

Shouldn't we be doing things more expeditiously, knowing that these are not linear increases? They are increasing on a curve basis. We need action today, do we not?

**Mr. Muir:** I agree with what you're saying. One of the items, when I say we are designing or considering climate change in our design and trying to accommodate that, the level and how extreme we're addressing it currently seems fairly consistent, regardless of whether it's an individual residence, YVR, a port or any kind of critical infrastructure. Definitely, that should be reconsidered. This more consequential and critical infrastructure, should it not be designed to a greater design event or to better account for that level of risk than other less critical infrastructure? That would go right from the structure itself, whether it be the port or the airport, all the way up to the supply lines that go past the mountains and out to the east.

**Senator Quinn:** Would you share your thoughts?

**Mr. Zhang:** We do have evidence of potential changes in the future, such as the event of the 2021 atmospheric river. Atmospheric rivers have always been here and always will be here. What has happened is that the intensity or the amount of rain they bring has increased.

If we think about physics, that translates to 1 degree of increase in temperature will increase precipitation by 7%. In terms of the level of the atmospheric river that we had in 2021, which damaged our area, the frequency of that has almost doubled. This means that now we have that kind of event twice as often as before, when there was no such thing as climate change. But in the future, we are looking at more than double what we are seeing now in terms of frequency.

C'est un peu une question d'équilibre entre ce que nous pouvons concevoir pour aujourd'hui et la façon dont nous pouvons conserver la capacité de nous adapter au fur et à mesure que nous apprenons et que le climat continue de changer dans l'avenir.

**Le sénateur Quinn :** J'aimerais faire un commentaire à ce sujet. Bien que je sois d'accord à bien des égards, les données nous montrent qu'il ne s'agit pas d'une augmentation linéaire des occurrences ou de l'intensité. C'est tout le contraire. Elles montent comme la courbe d'un bâton de hockey de Bobby Hull.

Je comprends ce que vous dites, mais ne pensez-vous pas que nous devrions examiner... Vancouver est notre deuxième aéroport en importance. C'est un moteur très important de notre économie, tout comme le port de Vancouver; c'est le plus grand port du Canada... je le sais très bien. C'est l'un des plus importants en Amérique du Nord.

Ne devrions-nous pas procéder plus rapidement, puisque nous savons qu'il ne s'agit pas d'augmentations linéaires? Elles augmentent selon une courbe. Il faut agir dès maintenant, n'est-ce pas?

**M. Muir :** Je suis d'accord avec ce que vous dites. L'un des éléments, lorsque je dis que nous concevons ou prenons les changements climatiques en considération dans notre conception et que nous essayons d'en tenir compte... la mesure dans laquelle nous nous y attaquons actuellement et l'extrémité avec laquelle nous le faisons semblent assez uniformes, qu'il s'agisse d'une résidence individuelle, de YVR, d'un port ou de toute autre infrastructure essentielle. Il faudrait assurément reconsidérer cette façon de faire. Cette infrastructure importante et essentielle ne devrait-elle pas être conçue pour résister à un événement projeté plus grave ou pour mieux tenir compte de ce niveau de risque que d'autres infrastructures moins essentielles? Cette conception s'appliquerait à la structure en soi, que ce soit le port ou l'aéroport, et jusqu'aux voies d'approvisionnement qui franchissent les montagnes et qui vont vers l'est.

**Le sénateur Quinn :** Voudriez-vous nous faire part de vos réflexions?

**M. Zhang :** Nous avons des données probantes sur la possibilité de changements dans l'avenir, comme la rivière atmosphérique de 2021. Les rivières atmosphériques ont toujours existé et il y en aura toujours. Ce qui est arrivé, c'est que l'intensité ou la quantité de pluie qu'elles apportent a augmenté.

Si on y pense sous l'angle de la physique, ce changement se traduit par une augmentation de 1 degré de la température qui fera augmenter les précipitations de 7 %. En ce qui concerne l'intensité de la rivière atmosphérique que nous avons connue en 2021, qui a endommagé notre région, la fréquence de ces événements a presque doublé. Cela veut dire que genre d'événement a maintenant lieu deux fois plus souvent qu'auparavant, quand il n'y avait pas de changements

More importantly, something that we haven't seen before and that we think could be really bad, or what we now see as a very rare event, could increase in frequency even faster, relatively. What used to be a 200-year event, in the future could be more like a 40- or 50-year event.

That is the kind of situation we are dealing with. Certainly, it requires us to act quickly to adapt to it in terms of new design where we take into consideration the increase of such events. The old infrastructure of our airports were not designed even for the current climate, in general. These structures were designed many years ago, using the standard at the time, and the climate has changed. This kind of structure was not designed for the climate we are experiencing today. There is a need for adaptation, although how we are going to do that depends on what is available in terms of resources.

**Senator Quinn:** Dr. Zhang, thank you very much for that response. I'm focused on governments not having a stellar record in terms of being quick in decision making. We have a bit of a history of that.

What is one concrete thing that we can do? I know we're doing preventative things, as described by the previous witness, with respect to future builds and so on. Unfortunately, most of our systems are dependent on current infrastructure. If you were in charge, what is the one thing you would insist be done to protect current infrastructure?

**Mr. Zhang:** First, we will see what we can afford. Within the kinds of things we can afford, I would think adaptation in the areas where we can would be quite important, although I don't know exactly how to do that. I'm not an economist or engineer. I'm a climate scientist. The message we are getting here is that our facilities are not operating at the safety level that they were designed for many years ago. That's an important thing that people need to recognize, because climate has changed.

**Senator Quinn:** Any observations that you may have?

**Mr. Ray:** It occurs to me that one part of this puzzle is the standards. As my colleague mentioned earlier, most infrastructure is designed to a 1-in-200-year event. That's the event that will result in failure of the infrastructure or failure of the dike.

climatiques. Mais, pour l'avenir, nous prévoyons plus du double de la fréquence actuelle.

Fait plus important encore, la fréquence d'un phénomène que nous n'avions pas observé auparavant et qui, selon nous, pourrait être dévastateur, ou de ce que nous considérons actuellement comme un événement très rare, pourrait augmenter encore plus rapidement, de façon relative. Un événement dont la période de récurrence était aux 200 ans pourrait, dans l'avenir, ressembler plutôt à un qui survient aux 40 ou 50 ans.

C'est le genre de situations auxquelles nous sommes exposés. Il est certain qu'il nous faut agir rapidement pour nous y adapter en tenant compte de l'augmentation de tels événements dans la nouvelle conception. L'ancienne infrastructure de nos aéroports n'a même pas été conçue en fonction du climat actuel, en général. Ces structures ont été conçues il y a de nombreuses années, selon la norme de l'époque, et le climat a changé. Ce genre de structure n'a pas été conçue en fonction climat que nous connaissons aujourd'hui. Il nous faut nous adapter, mais la façon dont nous allons nous y prendre dépendra des ressources accessibles.

**Le sénateur Quinn :** Merci beaucoup de votre réponse, monsieur Zhang. Je m'intéresse particulièrement au bilan peu reluisant des gouvernements en matière de prise de décision rapide. C'est un peu dans nos habitudes.

Pouvez-vous mentionner une chose concrète que nous pouvons faire? Je sais que nous prenons des mesures préventives, comme l'a dit le témoin précédent, en ce qui concerne les constructions futures et tout le reste. Malheureusement, la plupart de nos systèmes dépendent de l'infrastructure actuelle. Si vous étiez aux commandes et que vous pouviez ordonner la prise d'une mesure pour protéger l'infrastructure actuelle, quelle serait-elle?

**M. Zhang :** Tout d'abord, il faut déterminer ce que nous avons les moyens de faire. Compte tenu des moyens dont nous disposons, je pense qu'il serait très important de prendre des mesures d'adaptation dans les domaines où nous pouvons le faire, même si je ne sais pas exactement comment il faudrait s'y prendre. Je ne suis pas économiste ni ingénieur. Je suis climatologue. Le message que nous recevons à cet égard, c'est que nos installations ne fonctionnent pas selon le niveau de sécurité pour lequel elles ont été conçues il y a de nombreuses années. C'est une chose importante que les gens doivent reconnaître, car le climat a changé.

**Le sénateur Quinn :** Avez-vous des observations?

**M. Ray :** Il me semble qu'une partie du casse-tête, ce sont les normes. Comme mon collègue l'a mentionné plus tôt, la plupart des infrastructures sont conçues en fonction d'un événement à récurrence de 200 ans. L'événement qui provoquera la défaillance d'une infrastructure ou la rupture d'une digue.

I don't know that we're giving enough thought right now to whether that is sufficient for infrastructure that is critical. The airport is a very expensive facility. If it is damaged or if service is interrupted, it has implications beyond the airport authority.

I guess the question would be whether designing and maintaining it to withstand a 1-in-200-year event is sufficient. Is that reducing our risk of negative outcomes in the future? Should we be considering a bigger event, like a 1-in-500?

The Netherlands is a case in point. They consider more extreme and less likely events in terms of their design. They would like to withstand the 1,000-year flood event, for instance. That's a societal decision that is made. They have said that they won't accept failure of their infrastructure at anything less.

That is another piece, because that is the impetus behind investment and decision making that will guide those entities.

**Senator Quinn:** Thank you.

**The Chair:** If I may weigh in as well, as chair. I appreciate all the questions of my colleagues. We should not forget that we have a panel of scientists and engineers here. Maybe in the future we can invite Nostradamus to the panel and he can predict with more precision what is around the corner in terms of climate change.

We have to recognize that there has been changes in the environment for thousands of years. What we have done for thousands of years, as humanity, is to adapt. I keep hearing today in just about every answer how there is a need for adaptability to all the various things that are undeniably happening right now.

As you can see, dear witnesses, we, as legislators, are doing a study where we're trying to change the reflex that has been going on for a long time of being reactive to these challenges, and we're trying to be proactive.

I know some of these questions are difficult to answer, but I'm going to ask a simple one, I hope.

Are there other nations and jurisdictions around the world that are more effective and proactive in dealing with some of these challenges than Canada or British Columbia have been? If there are any examples, what would they be?

**Mr. Ray:** The example we would look to, to start with, is the Netherlands. That's a country that has reclaimed massive areas that were previously flood prone and have converted them to

Je ne sais pas si nous réfléchissons suffisamment en ce moment à la question de savoir si c'est suffisant pour des infrastructures essentielles. Un aéroport est une installation très coûteuse. Lorsqu'un aéroport est endommagé ou que le service est interrompu, cela a des répercussions qui vont au-delà de l'autorité aéroportuaire.

Je suppose que la question est de savoir si le fait de concevoir et d'entretenir une telle installation pour qu'elle puisse résister à un événement à récurrence de 200 ans est suffisant. Est-ce que cela réduit le risque de conséquences néfastes futures? Devrions-nous envisager un événement plus important, comme un événement à récurrence de 500 ans?

Les Pays-Bas en sont un bon exemple. Ils envisagent des événements plus extrêmes et moins probables lors de la conception. Par exemple, ils veulent des infrastructures pouvant résister à des inondations à récurrence de 1 000 ans. C'est un choix de société. Ils ont dit qu'ils n'accepteraient pas que leurs infrastructures cèdent pour moins que cela.

C'est un autre sujet, car il s'agit là de la motivation qui soutient l'investissement et la prise de décisions qui guideront ces entités.

**Le sénateur Quinn :** Merci.

**Le président :** Si vous me le permettez, j'aimerais également intervenir, en tant que président. Je remercie mes collègues de leurs questions. N'oublions pas que nous avons ici un groupe de scientifiques et d'ingénieurs. Nous pourrions peut-être un jour inviter Nostradamus à comparaître devant le comité pour qu'il puisse prédire avec plus de précision ce qui nous attend sur le plan des changements climatiques.

Nous devons reconnaître que l'environnement change depuis des milliers d'années. Depuis des milliers d'années, l'humanité s'adapte. Dans presque toutes les réponses que j'entends aujourd'hui, il est question de la nécessité de s'adapter à toutes les choses qui se produisent indéniablement en ce moment.

Comme vous pouvez le constater, chers témoins, en tant que législateurs, nous faisons une étude dans le cadre de laquelle nous tentons de changer le réflexe qui existe depuis longtemps, soit celui de réagir à ces défis, et nous essayons d'être proactifs.

Je sais qu'il est difficile de répondre à certaines de ces questions, mais celle que je vais vous poser est simple, du moins je l'espère.

Y a-t-il dans le monde d'autres pays et administrations qui sont plus efficaces et plus proactifs que le Canada ou la Colombie-Britannique pour ce qui est de relever certains de ces défis? Pouvez-vous donner des exemples, s'il y en a?

**M. Ray :** Un premier exemple à examiner serait celui des Pays-Bas. C'est un pays qui a restauré de vastes zones auparavant sujettes aux inondations et qui les a converties en



their upland use. That might be the gold standard in the world. I'm certainly not an expert in comparing other jurisdictions, but that's the one that comes to mind.

**Mr. Muir:** I would add to that, both for supporting the ability to adapt, as well as — going back to the previous senator's question — the one thing that we could be doing, and that is to provide room to adapt.

On the coast, as we have increasing sea levels, the waves get larger at the site itself because there is less shoreline to initiate breakage of the waves. We need some space to be able to build larger dikes and to break the waves and the cause for erosion.

Likewise, on the rivers, as Dr. Zhang mentioned, we will be getting greater flows and more frequent larger flows. The rivers adapt to these greater flows and become wider and deeper. Again, we need more room between dikes and between infrastructure to accommodate these larger flows and changing river conditions. This is challenging when you're going through a highly developed area such as Metro Vancouver but may be less challenging in other areas upstream of the main development.

When Mr. Ray mentioned the Netherlands, that community has been looking into providing more room for the river and larger corridors to allow for these kinds of changes.

**Mr. Ray:** I should also add that our neighbours to the south in some jurisdictions have done some very interesting things about setback dikes, giving rivers more room and reconnecting rivers with flood plains. It's typically a federally funded project that mandates if you're going to repair a dike, move it back and improve the river corridor situation. I think we have examples there as well.

**The Chair:** Dr. Zhang, do you have anything to add to that or we can move on?

**Mr. Zhang:** No, I don't have anything to add with regard to the experience of other countries other than that what I know about in other countries, especially Australia, they do apply new standards that take climate change into consideration.

Of course, in Canada, we are also doing that. The 2022 building, highway and bridge codes, with their new revisions in 2025, they will each have a specific clause about how changing climate should be addressed. We are working with the Canadian Standards Association, also known as the CSA Group, to produce a standard that tells people what we call intensity, duration and frequency and describes how much precipitation falls for a certain period of time and where it needs to be in the

zones sèches. C'est peut-être la norme de référence dans le monde. Je ne suis certainement pas un expert en matière de comparaisons entre pays, mais c'est celui qui me vient à l'esprit.

**M. Muir :** J'aimerais ajouter quelque chose en ce qui concerne la capacité d'adaptation, mais aussi — pour revenir à la question du sénateur précédent — au sujet de la chose que nous pourrions faire, à savoir créer de l'espace pour l'adaptation.

Sur la côte, comme le niveau de la mer augmente, les vagues sont plus grosses sur le site lui-même parce qu'il y a moins de rivages pour amorcer la rupture des vagues. Nous avons besoin d'espace pour pouvoir construire de plus grandes digues, de même que pour briser les vagues et freiner l'érosion à la source.

De même, pour ce qui est des rivières, comme M. Zhang l'a mentionné, les débits seront plus importants, et les forts débits seront plus fréquents. Les rivières s'adaptent à ces débits plus importants en devenant plus larges et plus profondes. Là encore, nous avons besoin de plus d'espace entre les digues et entre les infrastructures pour faire face à ces débits plus importants et aux conditions fluviales changeantes. C'est difficile lorsqu'il s'agit d'une zone très développée comme la région métropolitaine de Vancouver, mais peut-être moins difficile dans d'autres zones en amont de l'agglomération principale.

M. Ray a mentionné les Pays-Bas. La collectivité en question a cherché à créer plus d'espace pour la rivière et de plus larges corridors afin de tenir compte des changements de ce genre.

**M. Ray :** Je devrais également ajouter que, dans certains États, nos voisins du Sud ont fait des choses très intéressantes relativement aux digues en retrait, en créant plus d'espace pour les rivières et en rétablissant le lien entre les rivières et les plaines inondables. C'est habituellement un projet financé par des fonds fédéraux dans le cadre duquel on exige que la digue à réparer soit reculée et que le corridor fluvial soit amélioré. Je pense que nous avons des exemples à cet égard également.

**Le président :** Monsieur Zhang, avez-vous quelque chose à ajouter ou pouvons-nous passer à autre chose?

**M. Zhang :** Non, je n'ai rien à ajouter en ce qui concerne l'expérience d'autres pays, si ce n'est que je sais que d'autres pays, notamment l'Australie, appliquent de nouvelles normes qui tiennent compte des changements climatiques.

Bien sûr, nous le faisons aussi au Canada. Les codes du bâtiment, de la route et des ponts de 2022, qui feront l'objet de nouvelles révisions en 2025, contiendront chacun une clause particulière sur la prise en compte des changements climatiques. Nous travaillons conjointement avec l'Association canadienne de normalisation — aussi connue sous le nom de Groupe CSA — à la création d'une norme qui précise ce que nous entendons par intensité, durée et fréquence, et qui décrit

future. There are some clauses about adaptation of new codes that take climate change into account.

**Senator Richards:** My question is short and it follows Senator Housakos. If you look back five or 10 years ago and your predictability of events that were coming, how do you think your predictability fared in the last 10 years about the Port of Vancouver or the airport or any other problem we might have with climate change? I'm thinking of my river, the Miramichi, where we have to dig out tunnels for our salmon to get up because the river on the northwest is so low. It has been that way now for seven years. It's not a kind of universal pattern we're talking about here, is it?

**Mr. Zhang:** In terms of predictability, the prediction skill of our weather forecast system has really improved. In terms of weather warnings, this kind is not quite effective, but then the usefulness of prediction for flood protection can be limited in an area where you have a road, a bridge or an airport and you cannot move them away when a big storm happens.

It is really what our engineer friends mentioned. That it's about building resilience in the structure. Can we withstand this kind of system or weather in the future? That is more important than just the prediction itself. Yes, prediction has improved, but its utility to protect our roads, bridges or airports are more limited because it cannot prevent water that would come in our way.

**Senator Richards:** Would anyone else want to comment on that, please?

**Mr. Ray:** I can't really comment on the predictability aspect, but you did touch on the issue of low water levels and drought. That's not inconsistent with the predictions that have been made. We have mentioned several times that the atmospheric river event of 2021 was very disruptive here in British Columbia. That event was preceded that summer by a very bad forest fire season. Forest fires affected a lot of the province. We lost Lytton — the town of Lytton was burned that summer. That very dry event in the summer followed by a very intense rainstorm in the fall is not inconsistent with climate change predictions.

**Senator Richards:** I'm well aware of that. My question is whether the predictability of what will happen is theoretical science, not actual science. I'm not criticizing you people at all. I think you're trying to do a job that needs to be done. I'm just saying that it's not an actual science. You can't tell in three years

la quantité de précipitations qui tombe pendant une période donnée et où cela doit se situer dans l'avenir. Il y a des clauses sur l'adaptation de nouveaux codes en fonction des changements climatiques.

**Le sénateur Richards :** Ma question est brève et fait suite à celle du sénateur Housakos. Si vous revenez à vos prévisions d'il y a 5 ou 10 ans au sujet des événements qui s'annonçaient, quel a été leur rendement au cours des 10 dernières années en ce qui concerne le port de Vancouver, l'aéroport ou tout autre problème que nous pourrions avoir avec les changements climatiques? Je pense à ma rivière, la Miramichi, où nous devons creuser des tunnels pour que nos saumons puissent remonter le courant parce que le niveau de la rivière dans le nord-ouest est très bas. C'est ainsi depuis maintenant sept ans. Nous ne sommes pas en train de parler ici d'un type de modèle universel, n'est-ce pas?

**M. Zhang :** En ce qui concerne la prévisibilité, les capacités prédictives de notre système de prévisions météorologiques se sont vraiment améliorées. Quant aux avertissements météorologiques, ils ne sont pas tout à fait efficaces, mais l'utilité des prévisions pour ce qui est de la protection contre les inondations peut être limitée dans une région où il y a une route, un pont ou un aéroport qu'on ne peut pas déplacer en cas de grosse tempête.

C'est bien ce que nos amis ingénieurs ont mentionné. Il s'agit de renforcer la résilience de la structure. Pourrions-nous résister à ce genre de système ou de conditions météorologiques dans l'avenir? C'est plus important que la simple prévision proprement dite. Oui, les prévisions se sont améliorées, mais leur utilité quant à la protection de nos routes, de nos ponts ou de nos aéroports est plus limitée parce qu'elles ne peuvent rien contre l'eau qui viendrait vers nous.

**Le sénateur Richards :** Est-ce que quelqu'un d'autre veut faire un commentaire à ce sujet, s'il vous plaît?

**M. Ray :** Je ne peux pas vraiment me prononcer sur la prévisibilité, mais vous avez abordé la question des faibles niveaux d'eau et de la sécheresse. Cela ne va pas à l'encontre des prévisions qui ont été faites. Nous avons mentionné plusieurs fois que le phénomène de rivière atmosphérique survenu en 2021 a été très perturbateur ici, en Colombie-Britannique. Il avait été précédé cet été-là d'une très mauvaise saison des feux de forêt. Les feux de forêt ont touché une grande partie de la province. Nous avons perdu Lytton. Ce village a été détruit par le feu cet été-là. Cette période de grande sécheresse estivale suivie d'une très forte tempête de pluie à l'automne ne contredit pas les prévisions en matière de changements climatiques.

**Le sénateur Richards :** Je le sais très bien. Ce que je me demande, c'est si les prévisions quant à ce qui va se passer relèvent de l'hypothèse plutôt que de la science exacte. Je ne suis pas du tout en train de vous critiquer. Je pense que vous essayez de faire un travail qui doit être fait. Je dis simplement que

if the south branch of the Miramichi will have any salmon because the water is so low or if it will rise again.

I'm following on Senator Housakos's question. This has been ongoing now for 150 years. I am not questioning the idea of climate change — I see it. I'm just questioning the idea of how accurate your predictability is about what is going to happen in 10 or 15 years, that's all.

[Translation]

**Senator Miville-Dechêne:** My questions are again for Mr. Muir and Mr. Ray. It's a real question for engineers, as the chair asked us to ask.

In 2016, you produced a study assessing the flood risk for the proposed Fraser Grain Terminal development. This study provides an assessment of the local flood levels and the extent of flooding for a prescribed flood, but there is no assessment of the hydrotechnical facilities and especially erosion. So, we're going to build this terminal, the announcement was made in 2023.

Based on your study and what you know about the upcoming construction, will it take flood risks into account? Do you feel that your study will be followed? Have you adopted the same standards today, or have you taken into account what's going to happen?

[English]

**Mr. Ray:** Senator, unfortunately, neither Mr. Muir nor I are familiar with that particular study.

**Senator Miville-Dechêne:** You didn't do it?

**Mr. Ray:** Not personally.

**Mr. Muir:** There are probably about 100 people in our company in B.C., so we haven't worked on every single study our company has done here.

**Senator Miville-Dechêne:** I'm sorry. I will pass the buck to my colleague.

**Senator Simons:** I have a more global question. We talked a little bit about costs. The cost of not doing anything could ultimately be catastrophic. But just to put it in concrete terms with the kinds of responses that we need to make to preserve this critical infrastructure, what scale of spending are we talking about? How many billions of dollars would it cost to retrench the dikes, raise the levels of things and prepare for the changes that we know are coming, if not in five years, then in 50 years?

ce n'est pas une science exacte. On ne peut pas dire s'il y aura du saumon dans la branche sud de la Miramichi dans trois ans à cause du très faible niveau de l'eau ou si le niveau va remonter.

Ma question s'inscrit dans la foulée de celle du sénateur Housakos. Cela dure maintenant depuis 150 ans. Je ne remets pas en question l'idée des changements climatiques. Je les vois. Je m'interroge simplement sur l'exactitude de vos prévisions quant à ce qui va se passer dans 10 ou 15 ans, c'est tout.

[Français]

**La sénatrice Miville-Dechêne :** Donc, mes questions s'adressent encore à MM. Muir et Ray. C'est une vraie question pour des ingénieurs, comme le président nous a demandé d'en poser.

En 2016, vous avez produit une étude faisant l'évaluation du risque d'inondation pour le développement proposé du Fraser Grain Terminal. Cette étude fournit une évaluation du niveau de l'inondation local et l'étendue de l'inondation pour une crue prescrite, mais il n'y a pas d'évaluation des installations hydrotechniques et surtout de l'érosion. Donc, on va construire ce terminal, l'annonce a été faite en 2023.

Selon votre étude et ce que vous savez de la construction qui s'en vient, est-ce qu'elle va tenir compte des risques d'inondation? Sentez-vous que votre étude sera suivie? Avez-vous adopté les mêmes normes d'aujourd'hui ou avez-vous tenu compte de ce qui va se passer?

[Traduction]

**M. Ray :** Madame la sénatrice, malheureusement ni M. Muir ni moi ne sommes au courant de cette étude.

**La sénatrice Miville-Dechêne :** Ce n'est pas vous qui l'avez menée?

**M. Ray :** Pas personnellement.

**M. Muir :** Il y a probablement une centaine de personnes dans notre entreprise en Colombie-Britannique, alors nous n'avons pas participé à toutes les études qu'elle a menées ici.

**La sénatrice Miville-Dechêne :** Je suis désolée. Je vais renvoyer la balle à ma collègue.

**La sénatrice Simons :** J'ai une question plus générale. Nous avons parlé un peu des coûts. Le coût de l'inaction pourrait être catastrophique au bout du compte. Mais pour nous donner une idée concrète des mesures à prendre pour préserver ces infrastructures essentielles, quelle est l'ampleur des dépenses en question? Combien de milliards de dollars seraient requis pour reculer les digues, élever les choses et se préparer aux changements qui s'annoncent, si ce n'est dans 5 ans, dans 50 ans?

**Mr. Muir:** That's a good question. Probably out of the panel, I'm the one who should be able to answer that one. Unfortunately, I don't have that information on hand either, but if there's a reference, I'll try to get it to you.

**Senator Simons:** I'm asking an almost fanciful question because I can't imagine how many billions of dollars this would take. Let's break it down, then. I should ask this question first. Do you have information about what a specific project would cost, just to give us a sense of scale?

**Mr. Muir:** Every project is really different depending on where it is, how much things are raised and how things are changed. It's fairly common to have small sections of dikes that are increased. That's in the millions of dollars, even though it's only maybe a kilometre of dike.

Some of the other challenges, as I mentioned earlier, as we have increasing flows, similar to what Mr. May said, it's important to set things back to provide room so that the river can grow to convey that greater flow and prevent ongoing erosion and channel migration.

One of the challenges for local governments is that there are very limited options to purchase new lands and relocate things like dikes or build new dikes because of the challenge for funding to acquire property.

**Senator Simons:** Funding for projects on this scale is going to be out of reach for smaller municipalities. This is going to have to be something where federal and provincial governments step in. A city of 100,000 or 500,000 people is not going to be able to afford that kind of deep infrastructure work.

**Mr. Muir:** Correct.

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

[Translation]

**Senator Miville-Dechêne:** The question I asked, which relates to a report probably prepared by other experts, is still important to know whether lessons are being learned from what's happening. Could you send us a brief summary of the situation for the Fraser Terminal and tell us whether your recommendations have been taken into account? My question is for Mr. Muir and Mr. Ray.

[English]

**Mr. Muir:** Senator, unfortunately, I'm not sure what measures were taken after that report was prepared. I believe when that report was prepared, it was an initial step. There was

**M. Muir :** C'est une bonne question. Parmi les témoins du groupe, c'est probablement moi qui devrais être en mesure d'y répondre. Malheureusement, je n'ai pas cette information non plus, mais si elle existe, je vais essayer de vous la faire parvenir.

**La sénatrice Simons :** Je pose une question presque saugrenue parce que je ne peux pas imaginer combien de milliards de dollars cela coûterait. Faisons la ventilation, dans ce cas. Je devrais commencer par la question suivante : avez-vous des renseignements sur le coût d'un projet en particulier, simplement pour nous donner un ordre de grandeur?

**M. Muir :** Chaque projet est vraiment différent selon l'emplacement, la mesure dans laquelle les choses sont élevées et la nature des changements apportés. Il est assez courant que de petites sections de digues soient élevées. Cela représente des millions de dollars, même s'il ne s'agit que d'un kilomètre de digue.

Comme je l'ai mentionné plus tôt, il y a d'autres défis, à cause de l'augmentation des débits, comme l'a dit M. Ray. Il est important de reculer les choses afin de créer de l'espace de façon à ce que la rivière puisse grossir pour permettre à ce débit accru de s'écouler et prévenir l'érosion continue et la migration des chenaux.

L'un des défis pour les administrations locales, c'est qu'il y a très peu d'options pour ce qui est de l'achat de nouvelles terres, du déplacement de structures comme des digues ou de la construction de nouvelles digues, vu la difficulté d'obtenir du financement pour acquérir des terrains.

**La sénatrice Simons :** Le financement de projets de cette envergure sera hors de portée des petites municipalités. Les gouvernements fédéral et provinciaux devront intervenir. Une ville de 100 000 ou de 500 000 habitants ne pourra pas se permettre des travaux d'infrastructure de cet ordre-là.

**M. Muir :** C'est exact.

**La sénatrice Simons :** Merci beaucoup.

[Français]

**La sénatrice Miville-Dechêne :** La question que j'ai posée, qui a trait à un rapport probablement préparé par d'autres spécialistes, est quand même importante pour savoir si on tire des leçons de ce qui est en train de se passer. Pourriez-vous nous envoyer un court résumé de la situation pour le terminal Fraser et nous indiquer si vos recommandations ont été prises en compte? Ma question s'adresse à MM. Muir et Ray.

[Traduction]

**M. Muir :** Madame la sénatrice, malheureusement, je ne sais pas quelles mesures ont été prises par suite de ce rapport. Je crois que lorsque ce rapport a été préparé, il s'agissait d'une première

consideration to look at additional ports and come up with long-term planning. I'm not sure where it's gone from there.

**The Chair:** On behalf of the committee, I'd like to thank our witnesses for being here with us today and contributing to our study and report. Thank you for being with us today.

For our second panel this morning, we are pleased to welcome, both by video conference, Paul Blomerus, Executive Director, Clear Seas; and Amy Kim, Associate Professor, Civil Engineering, University of British Columbia. Welcome to our committee, and thank you for being here with us.

You will each get five minutes for opening remarks, and then we will turn it over to my colleagues for Q&A. Dr. Blomerus, you have the floor, sir.

**Paul Blomerus, Executive Director, Clear Seas:** Thank you, and thank you, senators.

My organization, Clear Seas, is an independent Canadian non-profit research organization. We're determined to try to make marine shipping safer and more sustainable. Given how important maritime transport is to the economy and to the ability of people to go about their daily lives, we are particularly concerned about the threat presented by climate change to this important and vital transportation system.

Prompted in part by the disruptions to the West Coast supply chain that occurred in 2021, we undertook a research project and published a report released in April 2022. The research was carried out by Dillon Consulting, with funding provided by the Canadian Coast Guard. The goal was to gather best practices and resources for those carrying out the vital work of risk assessments and adaptation planning.

The conclusions from our research are not earth-shattering and, unfortunately, don't provide any quick fixes or shortcuts, but I can share with you four key insights that we gained during this research.

First, I would say that it's about quality. Simplistic, box-checking climate adaptation plans are, frankly, potentially dangerous. Questions need to be asked about the quality of those assessments and the mitigation plans that are contained in them. For instance, what assumptions about sea level, weather and temperature were they based upon, and what sound engineering practices were employed in that risk assessment?

étape. Il a été envisagé d'examiner d'autres ports et d'élaborer une planification à long terme. Je ne sais pas ce qui s'est passé ensuite.

**Le président :** Au nom du comité, je tiens à remercier les témoins de leur présence parmi nous aujourd'hui et de leur contribution à notre étude et à notre rapport. Merci d'être venus aujourd'hui.

Nous avons le plaisir d'accueillir, par vidéoconférence, notre deuxième groupe de témoins de ce matin, qui est composé de Paul Blomerus, directeur exécutif de Clear Seas, et d'Amy Kim, professeure associée en génie civil à l'Université de la Colombie-Britannique. Bienvenue et merci d'être parmi nous.

Vous disposerez chacun de cinq minutes pour faire une déclaration préliminaire, après quoi mes collègues vous poseront des questions. Monsieur Blomerus, vous avez la parole.

**Paul Blomerus, directeur exécutif, Clear Seas :** Merci à vous, et merci aux sénateurs et aux sénatrices.

Je représente Clear Seas, un organisme de recherche canadien indépendant et sans but lucratif. Nous sommes déterminés à rendre le transport maritime plus sécuritaire et plus durable. Vu l'importance du transport maritime pour l'économie et pour la vie quotidienne des gens, nous sommes particulièrement préoccupés par la menace que représentent les changements climatiques pour ce réseau de transport important et vital.

En partie à cause des perturbations de la chaîne d'approvisionnement de la côte Ouest survenues en 2021, nous avons entrepris un projet de recherche et publié un rapport en avril 2022. La recherche a été effectuée par Dillon Consulting, grâce au financement de la Garde côtière canadienne. L'objectif était de recenser des pratiques exemplaires et des ressources à l'intention de ceux qui effectuent le travail essentiel consistant à évaluer les risques et à planifier l'adaptation.

Les conclusions de notre recherche n'ont rien de révolutionnaire et, malheureusement, elles ne fournissent pas de solutions rapides ni de raccourcis. Cela dit, je peux vous faire part de quatre enseignements clés que nous avons tirés de cette recherche.

En premier lieu, je dirais que c'est une question de qualité. Les plans d'adaptation aux changements climatiques simplistes et superficiels peuvent être dangereux, à vrai dire. Il faut se poser des questions sur la qualité de ces évaluations et des plans d'atténuation qui en découlent. Par exemple, sur quelles hypothèses relatives au niveau de la mer, aux conditions météorologiques et à la température sont-elles fondées? Quelles saines pratiques d'ingénierie ont été utilisées dans le cadre de l'évaluation des risques?

That leads me to my second point: the importance of good data and models. Incremental design practices that rely on backward-looking experience have hopefully been consigned to the history books, shall we say, and they should be replaced with up-to-date data and model predictions that can underpin the quality of the vulnerability assessments that we need. More than that, the pedigree interest and traceability of that data is also vital. How do we know that the risk assessment is aligned with the latest climate change predictions? Did the consultant who completed it give a best-before date, for instance, so that we can feel confident and know that those were completed accurately?

The third key conclusion we gained also concerns the quality of assessment; it is vital to take a system-thinking approach. Designers and risk-assessment facilitators need to broaden their approach to consider risks and failure modes not previously thought of. High water and high winds might have been previously sufficient to consider, but what about high water, high winds, no power, no internet and personnel unable to reach the critical infrastructure to intervene due to infrastructure and transport networks?

The final key conclusion concerns decarbonization. Unfortunately, the decarbonization energy transition itself introduces additional vulnerabilities. Allow me to try to illustrate. Consider an electric battery tugboat that is unable to recharge in a power outage and therefore cannot escort ships safely to berth. Another example is this: The derailment of a train at a washed-out embankment with rail cars filled with green ammonia instead of diesel fuel for ships necessitates the evacuation of a wider area and shuts down all surrounding infrastructure as this toxic cargo is cleaned up.

Again, new knowledge and skills are demanded from the risk assessors and adaptation planners to ensure they can account for these kinds of scenarios.

I would like to try to finish on a positive note, though. As a final comment, I would leave you with an opportunity and a challenge. The opportunity is that lean data-connected supply chains can be more robust to climate-change hazards. As an example, fewer ships waiting to load cargo means that fewer anchorages are needed as places of refuge in the face of a storm. Also, better data visibility allows for rapid replanning and redeploying of assets.

Cela m'amène à mon deuxième point, à savoir l'importance de bonnes données et de bons modèles. Il est à espérer que les pratiques d'innovation cumulative tournées vers le passé ont été reléguées aux livres d'histoire, si je puis dire, et elles devraient être remplacées par des données et des prévisions de modèles actualisées pouvant soutenir la qualité des évaluations de la vulnérabilité dont nous avons besoin. Qui plus est, l'intérêt généalogique et la traçabilité de ces données sont également essentiels. Comment savoir si une évaluation des risques est conforme aux plus récentes prévisions en matière de changements climatiques? Le consultant qui l'a effectuée a-t-il donné une date de péremption, par exemple, pour que nous puissions nous sentir en confiance et avoir la certitude que tout a été fait correctement?

La troisième conclusion clé que nous avons tirée concerne également la qualité de l'évaluation. Il est essentiel d'adopter une approche systémique. Les concepteurs et les facilitateurs de l'évaluation des risques doivent élargir leur approche pour tenir compte de risques et de modes de défaillance auxquels ils n'avaient pas pensé auparavant. Par le passé, de hautes eaux et de forts vents auraient peut-être été suffisants, mais qu'en est-il si l'on ajoute à cela l'absence d'électricité, l'absence d'Internet et l'incapacité du personnel d'atteindre les infrastructures essentielles pour intervenir en raison des infrastructures et des réseaux de transport?

La dernière conclusion clé concerne la décarbonisation. Malheureusement, la transition énergétique vers la décarbonisation crée de nouvelles vulnérabilités. Permettez-moi de vous donner un exemple. Prenons un remorqueur électrique dont on ne peut pas recharger la batterie en cas de panne de courant et qui ne peut donc pas escorter les navires en toute sécurité jusqu'à leur quai. Autre exemple, un remblai détruit par les eaux cause le déraillement d'un train dont les wagons sont remplis d'ammoniac vert plutôt que de carburant diesel pour les navires, ce qui nécessite l'évacuation d'une zone plus vaste et la fermeture de toutes les infrastructures environnantes pendant le nettoyage de ce chargement toxique.

Là encore, les évaluateurs de risques et des planificateurs de l'adaptation doivent posséder de nouvelles connaissances et compétences pour pouvoir prendre en compte ce genre de scénario.

J'aimerais toutefois conclure sur une note positive, et je terminerai mes observations par une occasion et un défi. L'occasion, c'est que les chaînes d'approvisionnement simplifiées et connectées aux données peuvent être plus résistantes aux dangers liés aux changements climatiques. Par exemple, moins il y a de navires qui attendent de charger des cargaisons, moins il faut de mouillages pour les abriter en cas d'orage. De plus, une meilleure visibilité des données permet une replanification et un redéploiement rapides des ressources.

The challenge, as we see it, is to break down some of the barriers to the visibility and the implementation of these lean system philosophies. At Clear Seas, we continue to advocate for the creation of realistic simulation models that will allow all the actors in the supply chain to understand their role in creating bottlenecks and those vulnerabilities. A model such as that would give us the knowledge and understanding to properly conduct the risk assessments and create the much-needed adaptation plans using a system-level approach with high-quality data. Thank you.

**The Chair:** Thank you very much.

Now the floor is turned over to Professor Kim.

**Amy Kim, Associate Professor, Civil Engineering, University of British Columbia, as an individual:** Good morning, and thank you for the opportunity to speak today. I work at the University of British Columbia, which is located on the traditional land of the Musqueam people. I am also a registered professional engineer in the province of British Columbia, and my specialization is transportation engineering.

At UBC, I lead a research group that studies how the components of long-distance interregional transportation systems operate. These components can vary from individual facilities, to corridors, to multimodal networks. We look at different aspects of these systems, including how they operate under disruptions, how to consider climate-change adaptation needs and how these systems work in emergencies.

To do this work, we gather large datasets and build models to understand the data, and we will sometimes go a step further to use these results to build decision-support models. Our goal is to provide empirically driven methodologically sound analyses that could be helpful in supporting decision making about transportation systems, infrastructure and operations.

Canada's long-distance transportation system is under pressure. Much of it traverses incredibly difficult terrain and operating environments, and covers vast distances. This makes our system enormously difficult to build, maintain and operate. Thus, there is often very little redundancy, even using alternate transportation modes.

Our long-distance transportation systems are also being impacted by climate change due to both slow and rapid-onset events. The latter includes more frequent and severe extreme-weather events and hazards. These cause infrastructure damage, operational disruptions and make critical supply chains in remote

Le défi, à nos yeux, il consiste à éliminer certains des obstacles à la visibilité et à la mise en œuvre de ces principes de système allégé. Clear Seas continue de préconiser la création de modèles de simulation réalistes qui permettront à tous les acteurs de la chaîne d'approvisionnement de comprendre le rôle qu'ils jouent dans la création de goulots d'étranglement et de vulnérabilités. Un modèle comme celui-là nous donnerait les connaissances et la compréhension nécessaires pour effectuer correctement les évaluations des risques et créer les plans d'adaptation dont nous avons grandement besoin au moyen d'une approche systémique fondée sur des données de haute qualité. Merci.

**Le président :** Merci beaucoup.

La parole est maintenant à Mme Kim.

**Amy Kim, professeure associée, Génie civil, Université de la Colombie-Britannique, à titre personnel :** Bonjour et merci de me donner l'occasion de m'adresser à vous aujourd'hui. Je travaille à l'Université de la Colombie-Britannique, qui est située sur les terres ancestrales des Musqueam. En outre, je suis ingénieure professionnelle agréée de la Colombie-Britannique, et je me spécialise dans le génie des transports.

À l'Université de la Colombie-Britannique, je dirige un groupe de recherche qui étudie le fonctionnement des composantes des réseaux de transport interrégionaux à longue distance. Ces composantes vont des installations particulières aux corridors en passant par les réseaux multimodaux. Nous examinons différents aspects de ces réseaux, y compris la façon dont ils fonctionnent en cas de perturbations, la façon d'envisager les besoins en matière d'adaptation aux changements climatiques et la façon dont ces réseaux fonctionnent en cas d'urgence.

Pour faire ce travail, nous réunissons de grands ensembles de données et créons des modèles pour comprendre les données, et nous allons parfois un peu plus loin en utilisant ces résultats pour créer des modèles d'aide à la décision. Notre objectif est de fournir des analyses fondées sur des données empiriques et rigoureuses sur le plan méthodologique qui pourraient soutenir la prise de décisions relatives aux réseaux de transport, aux infrastructures et aux opérations.

Le réseau de transport interurbain du Canada est sous pression. La majeure partie de ce réseau traverse des terrains et des environnements opérationnels incroyablement difficiles, et il couvre un vaste territoire. Il est donc extrêmement difficile à construire, à entretenir et à exploiter. Par conséquent, il y a souvent très peu de redondance, même en tenant compte des modes de transport de rechange.

Nos réseaux de transport à longue distance sont également touchés par les changements climatiques en raison tant de phénomènes à évolution lente que de phénomènes à évolution rapide. Ces derniers comprennent les événements et dangers météorologiques extrêmes de fréquence et de gravité accrues. Ils

communities access, which are already fragile because of the lack of redundancy and access routes, even more tenuous.

A failure in one part of the network can lead to cascading impacts over both space and time. For example, after the November 2021 atmospheric river in B.C., several major highways were closed, which led to trucks being rerouted significant distances, massive delays and increased road safety concerns.

On top of these essential day-to-day freight and people movements, the system is also required to accommodate evacuations of citizens and livestock, and emergency response movements in the event of wildfires threatening communities, for example.

To describe a wicked problem very simply, the impacts of climate change on our transportation system are such that we are demanding even more performance from a system whose infrastructure is already under increased pressure. Thus, my lab specifically aims to answer questions around how weather and natural hazard events affect their transportation infrastructure and operations. I will list a few examples.

First, we have used statistical models to quantify crosswinds and poor visibility as the main drivers of flight disruptions at Iqaluit Airport. Second, we have investigated how marine barging schedules on the Mackenzie River in the Northwest Territories might be adopted to accommodate changing water levels and conditions. Third, we modelled the duration of disruptions on the B.C. highways network based on precipitating hazard events and locations of occurrence. This example is important, because some locations where these disruptions occur are located in quite remote and difficult terrain, and it's harder to access.

Fourth, in collaboration with the wildland fire scientists, we have mapped directional fire travel times into communities against evacuation time estimates to understand community vulnerability to wildfires. I must note that much of this work was done with tremendous support from our government partners.

Currently, our research largely aims to improve our understanding of these problems rather than offering solutions. Broadly, engineers and planners are really challenged in determining new paradigms for this physical infrastructure and, mostly importantly, how this infrastructure is used.

causent des dommages aux infrastructures et des perturbations opérationnelles, et dans les collectivités éloignées, ils fragilisent encore davantage des chaînes d'approvisionnement critiques déjà précaires à cause du manque de redondance et de voies d'accès.

Une défaillance dans une partie du réseau peut avoir un effet domino dans le temps et dans l'espace. Par exemple, après le phénomène de rivière atmosphérique survenu en Colombie-Britannique en novembre 2021, plusieurs grands axes routiers ont été fermés, ce qui a occasionné de longs détours pour les camions, causé d'importants retards et accru les préoccupations relatives à la sécurité routière.

En plus de permettre ces déplacements quotidiens essentiels de marchandises et de personnes, le réseau est nécessaire pour l'évacuation des citoyens et du bétail, ainsi que pour les mouvements d'urgence en cas de feux de forêt menaçant des collectivités, par exemple.

Pour décrire très simplement un problème épineux, les répercussions des changements climatiques sur notre réseau de transport sont telles que nous exigeons un rendement encore plus élevé de la part d'un système dont l'infrastructure subit déjà des pressions accrues. Ainsi, mon laboratoire vise précisément à répondre à des questions concernant les effets des événements météorologiques et des aléas naturels sur l'infrastructure et les opérations de transport. Je vais donner quelques exemples.

Premièrement, nous avons utilisé des modèles statistiques pour quantifier les vents de travers et la mauvaise visibilité comme principaux facteurs de perturbation des vols à l'aéroport d'Iqaluit. Deuxièmement, nous avons examiné comment les horaires des barges maritimes sur le fleuve Mackenzie dans les Territoires du Nord-Ouest pourraient être adoptés pour tenir compte des variations des niveaux d'eau et des conditions. Troisièmement, nous avons modélisé la durée des perturbations sur le réseau routier de la Colombie-Britannique en fonction des événements de précipitation extrême et des lieux où ils sont survenus. Cet exemple est important, car certains endroits où ces perturbations se produisent sont situés dans des zones très éloignées et difficiles d'accès.

Quatrièmement, en collaboration avec les scientifiques spécialistes des feux de végétation, nous avons cartographié le temps de déplacement des incendies en direction des collectivités par rapport aux estimations du temps d'évacuation afin de comprendre la vulnérabilité des collectivités à l'égard des feux de forêt. Je dois souligner que ce travail a été réalisé en grande partie grâce à l'appui considérable de nos partenaires gouvernementaux.

À ce moment-ci, nos travaux de recherche visent en grande partie à améliorer notre compréhension de ces problèmes plutôt qu'à offrir des solutions. De façon générale, les ingénieurs et les planificateurs ont vraiment du mal à déterminer de nouveaux paradigmes pour ces infrastructures physiques et, surtout, la façon dont elles sont utilisées.



In moving forward in my research, I think about the following question: Since we have limited resources toward reinforcing our existing systems or replacing them to withstand these changing forces or building additional facilities, can we imagine a more expansive view of how our facilities can be utilized toward a transportation system that is more adapted to these challenges and can be used more flexibly as demands arise? Another question I have is: Do we have sufficient data to support this work? The truth is, senators, as a researcher, I have far more questions than answers.

The multimodal transportation system of our vast country consists of many individual vital parts that work together, but the transportation system is part of a larger infrastructure and societal networks that go far beyond transportation alone. When something happens in one part of the transportation system, significant consequences can be felt downstream within the system itself and often well beyond it.

We rely on the system to deliver essential connectivity and access for individual people and interconnected communities, as well as for the health of our national economy.

I thank you for studying this important issue and for allowing me to speak here today.

**The Chair:** Thank you very much. I now turn it over to Senator Miville-Dechêne, the deputy chair of our committee.

[*Translation*]

**Senator Miville-Dechêne:** My question is for Paul Blomerus, and I'll ask it in French.

Thank you for being here. We heard from representatives of Clear Seas as part of our study of Bill C-48, and I remember their expertise and the independence of their research.

I'm trying to understand your comment a little better. Did you try to do a study just on the coast guard? Was it this study that showed that, on the coast guard side, you felt that the answers were unsatisfactory and that it was more an exercise in ticking boxes, or was the study broader in scope and was it jeopardizing all marine transportation in the years to come?

I don't have enough information to fully understand. When you mention the term "key insight," what did that study say? Why do you think that was insufficient? If I understand correctly, your report isn't there at all.

Dans le cadre de mes recherches, je me pose la question suivante : comme nous disposons de ressources limitées pour renforcer ou remplacer nos systèmes existants afin qu'ils résistent à ces forces changeantes ou pour construire de nouvelles installations, pouvons-nous envisager une vision plus large de la façon dont nos installations peuvent être utilisées en vue d'un réseau de transport mieux adapté à ces défis et auquel on peut recourir en toute souplesse lorsque la demande augmente? Autre question : avons-nous suffisamment de données à l'appui de ce travail? À vrai dire, honorables sénateurs et sénatrices, en tant que chercheuse, j'ai beaucoup plus de questions que de réponses.

Le réseau de transport multimodal de notre vaste pays est constitué de nombreuses composantes distinctes essentielles qui fonctionnent ensemble, mais il fait partie de réseaux infrastructurels et sociétaux plus larges qui vont bien au-delà du seul transport. Lorsque quelque chose se produit dans une partie du réseau de transport, des conséquences importantes peuvent se faire sentir en aval au sein du système lui-même et souvent bien au-delà.

Nous comptons sur le réseau pour offrir une connectivité et un accès essentiels aux personnes et aux collectivités interconnectées, ainsi que pour la santé de notre économie nationale.

Je vous remercie d'étudier cette importante question et de me donner l'occasion de m'adresser à vous aujourd'hui.

**Le président :** Merci beaucoup. Je cède maintenant la parole à la sénatrice Miville-Dechêne, vice-présidente du comité.

[*Français*]

**La sénatrice Miville-Dechêne :** Je vais poser ma question en français à M. Paul Blomerus.

Merci d'être ici. Nous avons entendu des représentants de Clear Seas, dans le cadre de l'étude du projet de loi C-48, et je me souviens de leur expertise et de l'indépendance de la recherche.

J'essaie de comprendre un peu mieux votre intervention. Aviez-vous essayé de faire une étude seulement sur la garde côtière? Est-ce cette étude qui démontrait que, du côté de la garde côtière, vous avez jugé que les réponses étaient insatisfaisantes et qu'on était plus dans un exercice de cocher des cases, ou cette étude était-elle plus large et mettait-elle en danger l'ensemble du transport maritime dans les années à venir?

Je n'ai pas assez d'éléments pour bien comprendre. Lorsque vous mentionnez le terme *key insight*, que disait cette étude? Pourquoi pensez-vous que c'était insuffisant? Si je comprends bien, votre rapport n'y est pas du tout.

[English]

**Mr. Blomerus:** I should clarify. The report that we conducted was not an assessment of the readiness. The report and the research we conducted were to prepare resources for the Canadian Coast Guard and all the other partner organizations that provide the services to keep the maritime transportation system going.

The conclusions that I drew and gave you in my initial statement were concerning observations of readiness activities around the world that the researchers provided for us. I can't comment with knowledge on the readiness of the Canadian Coast Guard, but I will say that they did engage us as part of their efforts to increase their readiness in anticipation of their adaptation planning for climate change. That's certainly an indication of an increased level of activity at the Canadian Coast Guard as part of their program of climate change adaptation.

**Senator Miville-Dechêne:** Are you suggesting that simulation should be used, new technology? Is this used in the Canadian ports, in the Port of Vancouver or with our Coast Guard?

**Mr. Blomerus:** The Port of Vancouver is a good example. There are some examples of system simulation. It is a new technology.

To try to simplify, one way to think about it is an investment in infrastructure improvement is very costly, so how can you be sure that you are prioritizing and investing in the weakest link in that system? You could spend millions on raising the level of a dike, but you're vulnerable to the electricity infrastructure in a different position, and spending less money strengthening that other component of the infrastructure would be worthwhile. That's the benefit of taking that system approach.

There are some examples in the Port of Vancouver of considering the overall supply chain system, and Transport Canada has announced the establishment of the National Supply Chain Office, but the primary goal of these supply chain activities is to improve the efficiency and the throughput of these supply chains. I think it's important, potentially, for this committee to remark on the opportunity to make use of those supply chain modelling and visibility exercises to ensure that we're assessing the climate change vulnerability and the robustness of those systems.

[Traduction]

**M. Blomerus :** Je dois apporter une précision. Le rapport que nous avons produit ne consistait pas en une évaluation de l'état de préparation. Notre rapport et notre recherche visaient à préparer des ressources pour la Garde côtière canadienne et tous les autres organismes partenaires qui fournissent les services nécessaires au maintien du fonctionnement du réseau de transport maritime.

Les conclusions que j'ai tirées et que je vous ai présentées dans ma déclaration initiale concernaient des observations relatives à des activités de préparation menées partout dans le monde et que les chercheurs nous ont fournies. Je ne peux pas me prononcer en toute connaissance de cause sur l'état de préparation de la Garde côtière canadienne, mais je peux dire qu'elle nous a consultés dans le cadre de ses efforts visant à accroître son état de préparation en prévision de ses activités de planification de l'adaptation aux changements climatiques. Cela dénote assurément une intensification des activités de la Garde côtière canadienne dans le cadre de son programme d'adaptation aux changements climatiques.

**La sénatrice Miville-Dechêne :** Dites-vous qu'on devrait utiliser la simulation, la nouvelle technologie? Est-ce utilisé dans les ports canadiens, dans le port de Vancouver ou par notre Garde côtière?

**M. Blomerus :** Le port de Vancouver est un bon exemple. Il y a quelques exemples de simulation du système. C'est une nouvelle technologie.

Pour essayer de simplifier, on peut penser qu'un investissement dans l'amélioration de l'infrastructure est très coûteux, alors, comment peut-on être sûr qu'on priorise le maillon le plus faible de ce système et qu'on y investisse? On peut dépenser des millions de dollars afin d'élever le niveau d'une digue, mais l'infrastructure électrique pourrait être vulnérable à un autre endroit, et il serait avantageux de dépenser moins d'argent pour renforcer cet autre élément de l'infrastructure. C'est l'avantage d'adopter cette approche systémique.

Il existe quelques exemples dans le port de Vancouver où l'on tient compte du système global de la chaîne d'approvisionnement, et Transports Canada a annoncé la création du Bureau national de la chaîne d'approvisionnement, mais le but premier de ces activités liées à la chaîne d'approvisionnement est d'améliorer son efficacité et ses capacités. Je pense qu'il est important, éventuellement, que le comité fasse des observations sur la possibilité d'utiliser ces exercices de modélisation et de visibilité de la chaîne d'approvisionnement afin qu'on puisse s'assurer qu'on évalue la vulnérabilité au changement climatique et la robustesse de ces systèmes.

**Senator Simons:** Professor Kim, I'm delighted to hear that your group has done studies of river barging and water levels in the Mackenzie and the functioning of the Iqaluit airport. Today's focus is on the Lower Mainland. We previously did an intense look at northern transportation infrastructure. I wonder if you could make sure that our clerk and analyst receive a copy of the reports of your work on the Mackenzie and the Iqaluit airport. That would be very helpful.

**Ms. Kim:** Yes. Thank you. I can provide the reports and the papers.

**Senator Simons:** Terrific. Thank you very much.

Mr. Blomerus, we've been talking about infrastructure in a lot of ways — economic, practical, get the goods from point A to point B — but in both your answer to Senator Miville-Dechéne and in your opening remarks, you highlighted concerns to do with safety, that I don't think we've talked enough about.

Apart from the supply chain disruptions, which are visible to everyone, how much more dangerous does climate change make it for maritime operations up and down the B.C. coast? With Bill C-48, we had a lot of discussion about whether there were safety protocols in place for oil tankers, but I wonder if you could talk about the ports of the Lower Mainland how much of a challenge climate change is to the safety of people on the water.

**Mr. Blomerus:** That is an excellent question. You're right. It's part of our mandate to consider not only the economic impact of the transportation network but safety. Our focus is often on pollution prevention as part of safety, hence the focus on oil tankers, but these kinds of climate change events expose personnel to risks that were not previously designed as part of the response network.

As a case in point, the focus from the Canadian Coast Guard, who is essentially providing search-and-rescue capability, is having to reassess whether their facilities, vessels and response procedures are actually appropriate in the sea conditions that they're likely to experience, or if their protocols for getting their personnel to the locations where they need to be to engage in those search-and-rescue initiatives are appropriate.

It's hard to give a concrete answer, but I think it is an important consideration, because it's clear that the safety of personnel who are engaged in providing that critical movement of goods is also at stake. So those considerations need to be

**La sénatrice Simons :** Madame Kim, je suis ravie d'apprendre que votre groupe a mené des études sur les barges fluviales et les niveaux d'eau dans le fleuve Mackenzie, ainsi que sur le fonctionnement de l'aéroport d'Iqaluit. Aujourd'hui, nous nous concentrons sur les basses-terres continentales. Nous avons déjà examiné en profondeur l'infrastructure de transport dans le Nord. Je me demande si vous pourriez vous assurer que notre greffier et notre analyste reçoivent une copie des rapports de votre travail sur le fleuve Mackenzie et l'aéroport d'Iqaluit. Ce serait très utile.

**Mme Kim :** Oui. Merci. Je peux vous fournir les rapports et les documents.

**La sénatrice Simons :** Formidable. Merci beaucoup.

Monsieur Blomerus, nous avons parlé d'infrastructure à bien des égards — économie, côté pratique, transport de marchandises du point A au point B —, mais dans votre réponse à la sénatrice Miville-Dechéne et dans votre déclaration préliminaire, vous avez souligné des préoccupations ayant trait à la sécurité dont nous n'avons pas assez parlé, à mon avis.

Mis à part les perturbations de la chaîne d'approvisionnement, qui sont visibles pour tout le monde, dans quelle mesure le changement climatique rend-il plus dangereuses les opérations maritimes le long de la côte de la Colombie-Britannique? Dans le cadre du projet de loi C-48, nous avons beaucoup discuté de la question de savoir s'il y avait des protocoles de sécurité en place pour les pétroliers, mais je me demande si vous pourriez nous parler des ports des basses-terres continentales et nous dire dans quelle mesure le changement climatique constitue un défi pour la sécurité des gens sur l'eau.

**M. Blomerus :** C'est une excellente question. Vous avez raison. Cela fait partie de notre mandat de tenir compte non seulement des répercussions économiques du réseau de transport, mais aussi de la sécurité. Nous nous concentrons souvent sur la prévention de la pollution comme élément de la sécurité, d'où l'accent mis sur les pétroliers, mais ce genre d'événements liés au changement climatique expose le personnel à des risques qui n'étaient pas prévus auparavant dans le cadre du réseau d'intervention.

À titre d'exemple, la Garde côtière canadienne, qui fournit essentiellement une capacité de recherche et de sauvetage, doit réévaluer si ses installations, ses navires et ses procédures d'intervention sont réellement adaptés aux conditions en mer qu'elle est susceptible de rencontrer ou si ses protocoles de transport de son personnel vers les endroits où il doit se rendre afin de participer à ces initiatives de recherche et de sauvetage sont appropriés.

Il est difficile de donner une réponse concrète, mais je crois qu'il s'agit d'une considération importante, car il est évident que la sécurité du personnel qui assure le transport essentiel des marchandises est également en jeu. Il faut donc tenir compte de

considered. The human aspects of the system are as important, possibly, as the cement, concrete and steel.

**Senator Simons:** You mentioned this tension between wanting to transition to newer, greener technologies and not knowing what are not only the long-term risks but the extra challenges that are created if you're using a more volatile fuel that has lower carbon emissions, which may have other safety concerns when you're talking about using new technologies that may not be weather tested.

How do we strike the balance between making the transitions that are necessary to reduce the pace of climate change while at the same time ensuring that we have the technical expertise to guarantee that these technologies actually work for us when we need them most?

**Mr. Blomerus:** I don't think there's an easy answer, but it is important that we place those requirements on new projects that are attempting to move forward with those new technologies and that we ensure they are also robust, that they are providing the decarbonization as we need them to, but they are also robust to the climate change that they're trying to mitigate.

I can't provide any better solution other than to ensure that those requirements are part of the design considerations when we commission those new alternative fuel projects or those decarbonization projects.

**Senator Simons:** This may be a technical problem. Are you saying decarbonization or decolonization?

**Mr. Blomerus:** Decarbonization.

**Senator Simons:** Thank you. Decolonization is also very important, but I couldn't see how it related to this. Thank you, that clarifies things.

**Senator Quinn:** Thank you, witnesses, for being with us today. My first question is for Mr. Blomerus. In the past, I have had a number of interactions with Clear Seas. One of the things I found fascinating was that it brought together a research element but also was on the ground. I always thought the relationships you had with various players throughout the industry and throughout the supply chain were viable connections.

I also recall having discussions after the meetings about what needed to be done in any particular topic. So let's pretend we're after this meeting. If I was with you, what needs to be done? Who should lead it? In your experience, what is the concrete action that needs to be taken? This is sort of like the after-meeting discussion.

ces considérations. Les aspects humains du système sont aussi importants, peut-être, que le ciment, le béton et l'acier.

**La sénatrice Simons :** Vous avez mentionné cette tension entre la volonté de passer à des technologies plus récentes et plus écologiques et le fait de ne pas savoir quels sont non seulement les risques à long terme, mais aussi les défis supplémentaires qui se posent si on utilise un carburant plus volatil ayant de plus faibles émissions de carbone, qui peut poser d'autres problèmes de sécurité lorsqu'on parle d'utiliser de nouvelles technologies qui n'ont peut-être pas été mises à l'essai dans toutes les conditions météorologiques possibles.

Comment pouvons-nous trouver l'équilibre entre les transitions nécessaires pour réduire le rythme du changement climatique tout en nous assurant d'avoir l'expertise technique requise pour garantir que ces technologies fonctionnent vraiment lorsque nous en avons le plus besoin?

**M. Blomerus :** Je ne pense pas qu'il y ait de réponse facile, mais il est important que nous imposions ces exigences aux nouveaux projets qui tentent de mettre en œuvre ces nouvelles technologies et que nous nous assurions qu'elles soient également robustes, qu'elles fournissent la décarbonisation dont nous avons besoin, mais aussi qu'elles soient solides face au changement climatique qu'elles essaient d'atténuer.

Je ne peux pas offrir de meilleure solution que de veiller à ce que ces exigences fassent partie des considérations de conception lorsque nous commandons ces nouveaux projets de carburants de remplacement ou ces projets de décarbonisation.

**La sénatrice Simons :** C'est peut-être un problème technique. Parlez-vous de décarbonisation ou de décolonisation?

**M. Blomerus :** De décarbonisation.

**La sénatrice Simons :** Merci. La décolonisation est aussi très importante, mais je ne voyais pas en quoi elle est liée à cela. Merci, cela clarifie les choses.

**Le sénateur Quinn :** Je remercie les témoins d'être avec nous aujourd'hui. Ma première question s'adresse à M. Blomerus. Par le passé, j'ai eu plusieurs interactions avec Clear Seas. L'une des choses que j'ai trouvées fascinantes, c'est que l'organisation réunissait à la fois un élément de recherche et un élément de terrain. J'ai toujours pensé que les relations que vous aviez avec divers intervenants de l'industrie et de la chaîne d'approvisionnement étaient des relations viables.

Je me souviens également d'avoir eu des discussions après les réunions sur ce qu'il fallait faire à propos de tel ou tel sujet. Imaginons que nous soyons après cette réunion. Si j'étais avec vous, que faut-il faire? Qui devrait s'en charger? D'après votre expérience, quelles sont les mesures concrètes qui doivent être prises? C'est un peu comme une discussion après la réunion.

**Mr. Blomerus:** Thank you, Senator Quinn. Thank you for putting me on the spot.

I would return to my final comment about the fact that I'm concerned that we're giving ourselves a false sense of security through action on climate change adaptation that may be misplaced. I hate to say that the action that is needed is more analysis, but in this case, I believe it's true. We need the kinds of analyses that Professor Kim is conducting with her team — these kinds of system-based approaches where we can actually truly understand the vulnerabilities of the overall system. It's true with the environmental impact assessment — the criticism, often, of environmental impact assessments of new project proposals is that they only consider the individual impact of their project and do not consider the cumulative impact of all systems. Therefore, I think we should take that approach and ask how we can understand where we are truly vulnerable rather than focus, for instance, on just the port infrastructure or the rail infrastructure.

There is no one silver bullet where we can say the weakest unless we have that system and look at it together and understand how that bridge over the Fraser River or that electrical substation is the key vulnerability. Until we do that, I think we're flying a little bit blind.

**Senator Quinn:** When this committee started its work on this topic a couple of years ago — we had other bills we had to deal with in between — we were beginning to understand that we had taken a big bite. We were looking at the system and vulnerabilities in that system due to climate change. If we were to take that systems approach today, who should own that in terms of providing the leadership? Is it the government or is it the private sector that the government designates, saying that you guys need to do this? Who would lead that? That's a big bite, as you know.

**Mr. Blomerus:** It is a good question. It's interesting because I'm suggesting you need to do those system-level modellings to do a vulnerability approach. However, I think it's even challenging to get those industry players together to create those system-level models for economic benefit. I mean, everybody benefits when the supply chain flows more seamlessly, but I'm sure the committee is aware of the challenges that the Port of Vancouver has had in trying to get the West Coast Supply Chain Visibility Program working and get railroads, port terminal operators and marine operators to share data. Some of the recent bills that are being considered currently tend to improve that visibility.

**M. Blomerus :** Merci, sénateur Quinn. Merci de m'avoir mis sur la sellette.

J'aimerais revenir à mon dernier commentaire sur le fait que je crains que nous nous donnions un faux sentiment de sécurité en prenant des mesures d'adaptation au changement climatique qui pourraient être inappropriées. Je déteste devoir dire que ce qu'il faut, c'est plus d'analyses, mais dans ce cas-ci, je crois que c'est vrai. Nous avons besoin du genre d'analyses que Mme Kim et son équipe effectuent — ce genre d'approches fondées sur des systèmes où nous pouvons vraiment comprendre les vulnérabilités du système dans son ensemble. C'est vrai en ce qui concerne l'évaluation des répercussions environnementales... la critique souvent formulée à l'égard des nouvelles propositions de projet est qu'elles ne tiennent compte que des répercussions individuelles de leur projet et non pas des répercussions cumulatives de tous les systèmes. Par conséquent, je pense que nous devrions adopter cette approche et nous demander comment nous pouvons comprendre où nous sommes vraiment vulnérables plutôt que de nous concentrer, par exemple, uniquement sur l'infrastructure portuaire ou ferroviaire.

Il n'y a pas de solution miracle qui nous permette de déterminer le point faible, à moins que nous ayons ce système, que nous l'examinions ensemble et que nous comprenions comment ce pont au-dessus du fleuve Fraser ou ce poste électrique constitue la principale vulnérabilité. Tant que nous n'aurons pas fait cela, je pense que nous agissons un peu à l'aveuglette.

**Le sénateur Quinn :** Lorsque le comité a commencé ses travaux sur ce sujet il y a quelques années — nous avons eu d'autres projets de loi à étudier entretemps —, nous commençons à comprendre que nous avons les yeux plus grands que la panse. Nous avons examiné le système et ses vulnérabilités dues au changement climatique. Si nous devions adopter cette approche systémique aujourd'hui, qui devrait en assumer la responsabilité pour ce qui est d'assurer le leadership? Est-ce le gouvernement, ou le secteur privé qu'il désigne, lui disant qu'il doit faire ceci ou cela? Qui dirigerait les choses? Comme vous le savez, c'est un gros morceau.

**M. Blomerus :** C'est une bonne question. C'est intéressant parce que je dis que vous devez faire ces modélisations au niveau du système en vue d'adopter une approche axée sur la vulnérabilité. Cependant, je pense qu'il est d'autant plus difficile de réunir les intervenants de l'industrie pour créer ces modèles systémiques afin d'en tirer un avantage économique. Autrement dit, tout le monde en profite lorsque la chaîne d'approvisionnement fonctionne de façon plus harmonieuse, mais je suis certain que le comité est au courant des défis que le port de Vancouver a dû relever lorsqu'il a tenté de mettre en œuvre le Programme de visibilité de la chaîne d'approvisionnement de la côte ouest et d'amener les chemins

There is certainly a role for government, to answer your original question. A government can facilitate. One idea that we have put forward is to — I think it's a matter of trust. One of the issues with getting everybody to play in the simulation environment and provide that kind of system-level modelling with real data is that they need to trust that they will see a benefit.

I think there is room for more sandbox-type models that will allow people to understand their role in the overall supply chain — lower-stake supply chain models that will allow all of the actors to understand how important they are in the supply chain both to its fluency but also to its vulnerability. I think that's a necessary step. That can also be facilitated by governments.

**Senator Quinn:** Thank you.

Doctor Kim, I have a quick question for you — a similar type of question. One of the things for sure is that data is so important as we go forward and try to get our hands wrapped around this and come to concrete actions and what not. My experience in having interactions with the research community on a number of files is the same thing. It's the after-the-formal meeting discussions where we get a little bit more concrete. Maybe it's because people are more relaxed. They have more concrete and specific views.

Who needs to lead the efforts to ensure the sustainability of our critical infrastructure? Who should take that on and absolutely lead it?

**Ms. Kim:** Thank you. From my perspective, I try to look at transportation systems as larger networks. Of course, as I mentioned in my remarks, that's part of a larger system of interconnected civil infrastructure. It then also goes beyond that.

Just because of the nature of the systems and their interconnectivity and upstream-downstream huge impacts, I believe that government has a major role to play to be able to have that systems perspective. That perspective is what can help us researchers do our work from a systems lens. There are so many incredible researchers that are working to look at these systems in their various parts, ways and aspects. We really do need that sort of view and leadership.

de fer, les exploitants de terminaux portuaires et les exploitants d'embarcations à partager des données. Certains projets de loi récents qui sont à l'étude actuellement tendent à améliorer cette visibilité.

Pour répondre à votre question initiale, le gouvernement a certainement un rôle à jouer. Un gouvernement peut faciliter les choses. L'une des idées que nous avons avancées, c'est de... je pense que c'est une question de confiance. L'un des problèmes lorsqu'il s'agit d'amener tous les intervenants à jouer dans l'environnement de simulation et à fournir ce genre de modélisation au niveau du système avec des données réelles, c'est qu'ils doivent avoir l'assurance qu'ils en tireront un avantage.

Je pense qu'il y a de la place pour davantage de modèles de type bac à sable, qui permettront aux gens de comprendre leur rôle dans la chaîne d'approvisionnement globale... des modèles de chaîne d'approvisionnement comportant moins de risques, qui permettront à tous les intervenants de comprendre à quel point ils y sont importants, tant pour ce qui est de sa fluidité que de sa vulnérabilité. Je pense que c'est une étape nécessaire. Cela peut aussi être facilité par les gouvernements.

**Le sénateur Quinn :** Merci.

Madame Kim, j'ai une brève question à vous poser... une question dans la même veine. Ce qui est sûr, entre autres, c'est que les données sont très importantes tandis que nous allons de l'avant et essayons de figurer les choses et de déterminer quelles mesures concrètes nous devons prendre ou non. Les interactions que j'ai eues avec le milieu de la recherche sur un certain nombre de dossiers m'ont permis de constater la même chose. Ce sont les discussions informelles qui nous apportent des renseignements un peu plus concrets. C'est peut-être parce que les gens sont plus détendus. Ils ont des points de vue plus concrets et plus précis.

Qui doit diriger les efforts visant à assurer la durabilité de nos infrastructures essentielles? Qui devrait assumer cette responsabilité et résolument diriger ces efforts?

**Mme Kim :** Merci. De mon point de vue, j'essaie de considérer les systèmes de transport comme des réseaux plus vastes. Bien sûr, comme je l'ai mentionné dans mon exposé, cela fait partie d'un système plus vaste d'infrastructures civiles interconnecté. Mais cela va aussi au-delà.

En raison de la nature des systèmes et de leur interconnectivité, ainsi que des énormes répercussions qu'ils ont en amont et en aval, je crois que le gouvernement a un rôle important à jouer afin qu'il puisse avoir cette perspective des systèmes. C'est cette perspective qui peut nous aider, nous les chercheurs, à faire notre travail dans une optique systémique. Il y a de nombreux chercheurs extraordinaires qui étudient ces systèmes et en analysent les différentes parties, les différentes

**Senator Quinn:** Who should that leadership fall to?

**Ms. Kim:** From a systems perspective and from what I've seen, it is really government that has that large viewpoint. Therefore, I believe it should come from there.

**Senator Quinn:** Thank you.

**The Chair:** Professor Kim and Mr. Blomerus, from your points of view, what would be role-model nations for jurisdictions when it comes to dealing with climate change? Who would Canada learn from them?

**Mr. Blomerus:** In our report, we did actually survey a number of nations to see where we could find examples of best practice. I think we looked at some of the activities in the United States, Norway and the Netherlands, particularly on these questions of adaptation planning and risk assessment. I think we found examples of best practice in all three jurisdictions.

**The Chair:** Thank you. I appreciate that. We should all look at those three jurisdictions more closely as we progress with our study.

Colleagues, are there any other questions on second round? If there aren't any, I will, on behalf of the committee, thank Professor Kim and Mr. Blomerus for your participation this morning in our study and hearings. Thank you very much. I'll see everyone later this week.

(The committee adjourned.)

méthodes et les différents aspects. Nous avons vraiment besoin de ce genre de vision et de leadership.

**Le sénateur Quinn :** À qui devrait incomber ce leadership?

**Mme Kim :** Du point de vue systémique et d'après ce que j'ai pu constater, c'est vraiment le gouvernement qui adopte un tel point de vue global. Par conséquent, je crois qu'il devrait venir de là.

**Le sénateur Quinn :** Je vous remercie.

**Le président :** Madame Kim et monsieur Blomerus, à votre avis, quels seraient les pays qui serviraient de modèles pour ce qui est de la lutte contre les changements climatiques? De qui le Canada pourrait-il s'inspirer?

**M. Blomerus :** Dans notre rapport, nous avons sondé un certain nombre de pays afin de trouver des exemples de pratiques exemplaires. Nous avons examiné certaines des activités menées aux États-Unis, en Norvège et aux Pays-Bas, particulièrement en ce qui concerne la planification de l'adaptation et l'évaluation des risques. Il me semble que nous avons trouvé des exemples de pratiques exemplaires dans les trois pays.

**Le président :** Je vous remercie. Nous devrions tous examiner ces trois pays de plus près au fur et à mesure que nous progressons dans notre étude.

Chers collègues, y a-t-il d'autres questions pour le deuxième tour? S'il n'y en a pas, je vais, au nom du comité, remercier Mme Kim et M. Blomerus de leur participation de ce matin à notre étude et à nos délibérations. Merci beaucoup. Je vous reverrai tous plus tard cette semaine.

(La séance est levée.)

---