



Second Session  
Thirty-seventh Parliament, 2002-03

SENATE OF CANADA

---

*Proceedings of the Standing  
Senate Committee on*

**Agriculture  
and Forestry**

*Chair:*  
The Honourable DONALD H. OLIVER

---

Tuesday, May 6, 2003  
Thursday, May 8, 2003

---

**Issue No. 16**

**Twenty-seventh and twenty-eighth meetings on:**  
The impact of climate change

---

WITNESSES:  
(See back cover)

Deuxième session de la  
trente-septième législature, 2002-2003

SÉNAT DU CANADA

---

*Délibérations du Comité  
sénatorial permanent de l'*

**Agriculture  
et des forêts**

*Président:*  
L'honorable DONALD H. OLIVER

---

Le mardi 6 mai 2003  
Le jeudi 8 mai 2003

---

**Fascicule n° 16**

**Les vingt-septième et vingt-huitième réunions concernant:**  
L'impact du changement climatique

---

TÉMOINS:  
(Voir à l'endos)

THE STANDING SENATE COMMITTEE ON  
AGRICULTURE AND FORESTRY

The Honourable Donald H. Oliver, *Chair*

The Honourable Jack Wiebe, *Deputy Chair*

and

The Honourable Senators:

* Carstairs, P.C. (or Robichaud, P.C.) Chalifoux Day Fairbairn, P.C. Gustafson Hubley	Lapointe LeBreton * Lynch-Staunton (or Kinsella) Ringuette Tkachuk
---------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

\* *Ex Officio Members*

(Quorum 4)

*Change in membership of the committee:*

Pursuant to Rule 85(4), membership of the committee was amended as follows:

The name of the Honourable Senator Lapointe was substituted for that of the Honourable Senator LaPierre (*May 7, 2003*).

LE COMITÉ SÉNATORIAL PERMANENT DE  
L'AGRICULTURE ET DES FORÊTS

*Président:* L'honorable Donald H. Oliver

*Vice-président:* L'honorable Jack Wiebe

et

Les honorables sénateurs:

* Carstairs, c.p. (ou Robichaud, c.p.) Chalifoux Day Fairbairn, c.p. Gustafson Hubley	Lapointe LeBreton * Lynch-Staunton (ou Kinsella) Ringuette Tkachuk
---------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

\* *Membres d'office*

(Quorum 4)

*Modification de la composition du comité:*

Conformément à l'article 85(4) du Règlement du Sénat, la liste des membres du comité est modifiée, ainsi qu'il suit:

Le nom de l'honorable sénateur Lapointe est substitué à celui de l'honorable sénateur LaPierre (*le 7 mai 2003*).

**MINUTES OF PROCEEDINGS**

OTTAWA, Tuesday, May 6, 2003  
(29)

[*English*]

The Standing Senate Committee on Agriculture and Forestry met this day in Room 705, Victoria Building at 6:15 p.m., the Chair, the Honourable Donald H. Oliver, presiding.

*Members of the committee present:* The Honourable Senators Day, Fairbairn, P.C., Gustafson, Oliver, Ringuette and Wiebe (6).

*In attendance:* From the Research Branch of the Library of Parliament: Frédéric Forge.

*Also in attendance:* The official reporters of the Senate.

Pursuant to the Order of Reference adopted by the Senate on Thursday, October 31, 2002, the committee began to consider the impact of climate change on Canada's agriculture, forests and rural communities and the potential adaptation options focusing on primary production, practices, technologies, ecosystems and other related areas. (*For a complete text of Order of Reference see proceedings of the committee, Issue No. 1.*)

**WITNESSES:**

*From Natural Resources Canada:*

Mr. Roger Cox, Research Scientist, Canadian Forest Service (Forest Health).

Mr. Brian Stocks, Senior Research Scientist, Forest Fire and Global Change;

*From the University of Montreal:*

Mr. Christopher Bryant, Professor and Chair, IGU Commission on the Sustainable Development of Rural Systems.

The Chair made an opening statement.

Roger Cox made a presentation.

Brian Stocks made a presentation.

Roger Cox and Brian Stocks answered questions.

At 7:45 p.m., the sitting was suspended.

At 7:50 p.m., the sitting was resumed.

Christopher Bryant made a presentation and answered questions.

At 8:55 p.m., the committee adjourned to the call of the Chair.

**ATTEST:**

\_\_\_\_\_

**PROCÈS-VERBAUX**

OTTAWA, le mardi 6 mai 2003  
(29)

[*Traduction*]

Le Comité sénatorial permanent de l'agriculture et des forêts se réunit aujourd'hui, à 18 h 15, dans la salle 705 de l'édifice Victoria, sous la présidence de l'honorable Donald H. Oliver (*président*).

*Membres du comité présents:* Les honorables sénateurs Day, Fairbairn, c.p., Gustafson, Oliver, Ringuette et Wiebe (6).

*Également présent:* De la Direction de la recherche parlementaire de la Bibliothèque du Parlement: Frédéric Forge.

*Aussi présents:* Les sténographes officiels du Sénat.

Conformément à l'ordre de renvoi adopté par le Sénat le jeudi 31 octobre 2002, le comité examine l'impact du changement climatique sur l'agriculture, les forêts et les collectivités rurales au Canada et les stratégies d'adaptation à l'étude axées sur l'industrie primaire, les méthodes, les outils technologiques, les écosystèmes et d'autres éléments s'y rapportant (*voir le texte complet de l'ordre de renvoi dans le fascicule n° 1 des délibérations du comité*).

**TÉMOINS:**

*De Ressources naturelles Canada:*

M. Roger Cox, chercheur scientifique Service canadien des forêts (santé des forêts);

M. Brian Stocks, chercheur scientifique principal, Incendies de forêt et changement mondial.

*De l'Université de Montréal:*

M. Christopher Bryant, professeur et président, Commission de l'UGI sur le développement durable et les systèmes ruraux.

Le président fait une déclaration.

Roger Cox fait un exposé.

Brian Stocks fait un exposé.

Roger Cox et Brian Stocks répondent aux questions.

À 19 h 45, la séance est suspendue.

À 19 h 50, la séance reprend.

Christopher Bryant fait un exposé et répond aux questions.

À 20 h 55, le comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation de la présidence.

**ATTESTÉ:**

\_\_\_\_\_

OTTAWA, Thursday, May 8, 2003  
(30)

[English]

The Standing Senate Committee on Agriculture and Forestry met this day in Room 257, East Block, at 8:35 a.m., the Chair, the Honourable Donald H. Oliver, presiding.

*Members of the committee present:* The Honourable Senators Day, Gustafson, Lapointe, Oliver and Wiebe (5).

*In attendance:* From the Research Branch of the Library of Parliament: Frédéric Forge.

*Also in attendance:* The official reporters of the Senate.

Pursuant to the Order of Reference adopted by the Senate on Thursday, October 31, 2002, the committee began to consider the impact of climate change on Canada's agriculture, forests and rural communities and the potential adaptation options focusing on primary production, practices, technologies, ecosystems and other related areas. (*For a complete text of Order of Reference see proceedings of the committee, Issue No. 1.*)

**WITNESSES:**

*By videoconference:*

*From the Hadley Centre for Climate Prediction and Research:*

Mr. Peter Cox, Head of Climate Chemistry and Ecosystems, Met Office;

Mr. Richard Betts, Senior Ecosystem Scientist, Met Office.

The Chair made an opening statement.

Peter Cox made a presentation.

Richard Betts made a presentation.

Peter Cox and Richard Betts answered questions.

At 9:37 a.m., the sitting was suspended.

At 9:40 a.m., the sitting was resumed in camera, pursuant to Rule 92(2)(e) for the purpose of discussing a draft agenda.

At 10:00 a.m., the committee adjourned to the call of the Chair.

**ATTEST:**

*La greffière suppléante du comité,*

Keli Hogan

*Acting Clerk of the Committee*

OTTAWA, le jeudi 8 mai 2003  
(30)

[Traduction]

Le Comité sénatorial permanent de l'agriculture et des forêts se réunit aujourd'hui, à 8 h 35, dans la salle 257 de l'édifice de l'Est, sous la présidence de l'honorable Donald H. Oliver (*président*).

*Membres du comité présents:* Les honorables sénateurs Day, Gustafson, Lapointe, Oliver et Wiebe (5).

*Également présent:* De la Direction de la recherche parlementaire de la Bibliothèque du Parlement: Frédéric Forge.

*Aussi présents:* Les sténographes officiels du Sénat.

Conformément à l'ordre de renvoi adopté par le Sénat le jeudi 31 octobre 2002, le comité examine l'impact du changement climatique sur l'agriculture, les forêts et les collectivités rurales au Canada et les stratégies d'adaptation à l'étude axées sur l'industrie primaire, les méthodes, les outils technologiques, les écosystèmes et d'autres éléments s'y rapportant (*voir le texte complet de l'ordre de renvoi dans la fascicule n° 1 des délibérations du comité*).

**TÉMOINS:**

*Par vidéoconférence:*

*Du Hadley Centre for Climate Prediction and Research:*

M. Peter Cox, directeur, Chimie du climat et écosystèmes, Bureau météorologique;

M. Richard Betts, scientifique principal (écosystèmes), Bureau météorologique.

Le président fait une déclaration.

Peter Cox fait un exposé.

Richard Betts fait un exposé.

Peter Cox et Richard Betts répondent aux questions.

À 9 h 37, la séance est suspendue.

À 9 h 40, la séance reprend à huis clos, conformément à l'alinéa 92(2)e) du Règlement pour discuter de l'ordre du jour projeté.

À 10 heures, le comité suspend ses travaux jusqu'à nouvelle convocation de la présidence.

**ATTESTÉ:**

**EVIDENCE**

OTTAWA, Tuesday, May 6, 2003

The Senate Standing Committee on Agriculture and Forestry met this day at 6:15 p.m. to examine the impact of climate change on Canada's agriculture, forest and rural communities and the possible adaptation options.

**Senator Donald H. Oliver** (*Chairman*) in the Chair.

[*Translation*]

**The Chairman:** Honourable Senators, I would like to welcome you as well as our witnesses and the people who are listening to us on the Internet.

[*English*]

Over the last few weeks, we have listened to various witnesses who explained the science of climate change while focusing on adaptation issues. This evening, we have invited three witnesses to discuss their research projects on the effects of climate change on forestry and agriculture.

Mr. Brian Stocks is a senior research scientist at the Great Lake Forestry Centre of the Canadian Forest Service. Mr. Stocks is involved with the Fire Research Network. He investigates relationships between global climate and forest fires and policy aspects of climate change research.

Mr. Roger Cox is a botanist at the Atlantic Forest Centre of the Canadian Forest Service. Mr. Cox's area of research interest includes forest response to stresses such as climate, forest health and biodiversity.

Following the presentation of Mr. Stocks and Mr. Cox, we will hear from Mr. Christopher Bryant, who is a professor in the Department of Geography at the University of Montreal. One of his principal research areas is adaptation of agriculture to climate change and collaborations with other faculty at the University of Montreal in this particular area.

I would now invite Mr. Cox to begin his presentation, followed by Mr. Stocks.

**Mr. Roger Cox, Research Scientist, Canadian Forest Service, Natural Resources Canada:** I am here to represent scientists at the CFS Atlantic Forestry Centre. We have a program, part of which involves climate change, adaptation and impacts. The centre has 45 scientists and study leaders, 67 science support staff and 19 administration staff.

We deliver our science through the science branch, through a network of five national target-based areas: climate change and fire research; enhanced timber production and protection; forest ecosystem processes; forest health and biodiversity; and

**TÉMOIGNAGES**

OTTAWA, le mardi 6 mai 2003

Le Comité sénatorial permanent de l'agriculture et des forêts se réunit aujourd'hui à 18 h 15 pour étudier l'impact des changements climatiques sur l'agriculture, les forêts et les collectivités rurales au Canada et les stratégies d'adaptation possibles.

**Le sénateur Donald H. Oliver** (*président*) occupe le fauteuil.

[*Français*]

**Le président:** Honorables sénateurs, je vous souhaite la bienvenue ainsi qu'à nos témoins et aux gens qui nous écoutent sur Internet.

[*Traduction*]

Au cours des dernières semaines, nous avons entendu divers témoins nous expliquer la science du changement climatique en mettant l'accent tout particulièrement sur les mesures d'adaptation. Ce soir, nous avons invité trois témoins pour qu'ils nous parlent de leurs projets de recherche sur les effets du changement climatique sur la sylviculture et l'agriculture.

M. Brian Stocks est chercheur principal au Centre de foresterie des Grands Lacs du Service canadien des forêts. M. Stocks est membre du Réseau de recherche sur les feux de forêt. Il étudie le lien existant entre le climat mondial et les feux de forêt, ainsi que les aspects liés aux politiques de la recherche sur le changement climatique.

M. Roger Cox est botaniste au Centre de foresterie de l'Atlantique du Service canadien des forêts. M. Fox fait des recherches sur les réactions des forêts au stress posé par le climat, la santé des forêts et la biodiversité.

Après M. Stocks et M. Cox, nous entendrons M. Christopher Bryant, qui est professeur au département de géographie de l'Université de Montréal. L'un de ses principaux domaines de recherche est l'adaptation de l'agriculture au changement climatique et il travaille avec d'autres de ses collègues de l'Université de Montréal sur cette question particulière.

J'invite maintenant M. Cox à faire sa présentation, qui sera suivie de celle de M. Stocks.

**M. Roger Cox, chercheur scientifique, Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada:** Je représente les scientifiques du Centre de foresterie de l'Atlantique du Service canadien des forêts. Notre programme de recherche concerne entre autres le changement climatique, les mesures d'adaptation et les conséquences de ce changement. Notre centre compte 45 chercheurs et chefs d'étude, 67 agents de soutien scientifique et 19 responsables de l'administration.

Nous sommes rattachés à la Direction générale des sciences et nous menons nos travaux par l'entremise d'un système de cinq réseaux nationaux axés sur des résultats cibles: la recherche sur le changement climatique et les feux de forêt; l'amélioration de la

knowledge and information synthesis. These are the major target-based areas. The target-based areas are lead in the Maritimes with the forest health and biodiversity area.

This presentation, then, consists of an introduction to the program that was initiated in 1991 and currently is focused on impacts, adaptation and modeling, carbon accounting and mitigation, and forest community. Then I will conduct some concluding remarks on those issues.

The total resources of the institution, which is split between Newfoundland and New Brunswick, are \$17.1 million. The climate change program here is with 8 FTEs and half a million dollars of O and M funding. Forty per cent of the climate change staff is included in that program, and 60 per cent of the funding is targeted at impacts and adaptation.

Current impacts and adaptation research at our centres include the assessment of monitoring change within the forest and impacts of climate change on forest health and productivity. An example of this is the study of forest health within forest plots across eastern Canada. As you can see in the inset on the circular that you have in front of you, there is a series of plots in which we are monitoring ozone levels, amongst other things, in relation to forest health of the trees on those particular plots.

Other interests are the variation in insect infestations in the Maritime Provinces and the creation of a spatial database to store that information. An example is seen in the lower left-hand panel on the circular, indicating the spread of the gypsy moth into the Maritimes region from the state of Maine, into southern New Brunswick and southern Nova Scotia. This, we think, is due to an increase in minimum temperatures that allows increased survival of the egg masses over the winter.

Other areas of study are the remote sensing of forest growth and structure, the development of a spectral index for balsam fir under the national strategy for biomass mapping in Canada, and the development of methods for estimating and mapping forest biomass.

In this case, we can actually try to match remote sensing images with forest inventory so that we can identify the species and stands and productivity from remote sensing platforms. Other areas of research include experimental manipulations.

We are partners with the United States in Wisconsin in a big fumigation experiment with open-air fumigation of aspen, birch and maples with different concentrations of carbon dioxide and ozone in different combinations. This project allows us to answer certain questions such as: Will CO<sub>2</sub> fertilization be limited by a rising ozone level? What are the effects of nitrogen limitation or drought on those systems?

production et la protection des forêts; les processus des écosystèmes forestiers; la santé des forêts et la biodiversité; et la synthèse des connaissances et de l'information. Ce sont nos principaux domaines de recherche. C'est le centre de recherche sur la santé des forêts et la biodiversité des Maritimes qui pilote l'ensemble du programme.

Mon intention est de vous présenter ce programme qui a été lancé en 1991 et qui est axé actuellement sur les impacts, l'adaptation et la modélisation, la comptabilisation et l'atténuation du carbone et les collectivités forestières. Je conclurai mon propos par quelques remarques.

Les ressources totales de l'établissement partagées entre Terre-Neuve et le Nouveau-Brunswick sont de 17,1 millions de dollars. Le programme du changement climatique correspond à 8 ETP et à un demi-million de dollars de F et E. Quarante pour cent du personnel affecté au changement climatique est inclus dans ce programme ainsi que 60 p. 100 du financement axé sur les impacts et l'adaptation.

Les recherches actuelles sur les impacts et l'adaptation incluent l'évaluation et la surveillance des changements dans les forêts ainsi que l'impact du changement climatique sur la santé et la productivité des forêts. Par exemple, nous étudions la santé des forêts dans des zones forestières de l'est du Canada. Comme vous pouvez le voir sur notre document, il y a une série de zones où nous surveillons les niveaux d'ozone, entre autres choses, pour déterminer le lien avec la santé des arbres de ces zones particulières.

Nous nous intéressons aussi aux variations des infestations d'insectes dans les provinces Maritimes avec pour objectif la création d'une base de données. Le tableau de gauche vous indique l'incidence de la spongieuse dans la région des Maritimes depuis l'État du Maine jusqu'au sud du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse. Nous pensons que c'est le résultat d'une augmentation des températures minimales qui permet à un plus grand nombre d'oeufs de survivre pendant l'hiver.

Nous étudions aussi au moyen de la télédétection la croissance et la structure des forêts et nous travaillons sur un indicateur spectral de la vigueur du sapin baumier dans le cadre de la Stratégie nationale sur la cartographie de la biomasse au Canada ainsi que sur le développement de méthodes d'évaluation et de cartographie de la biomasse des forêts.

Cela nous permet de comparer ces images de télédétection avec l'inventaire forestier afin d'identifier les espèces, les peuplements et la productivité. Nous faisons aussi des manipulations expérimentales.

En partenariat avec les États-Unis au Wisconsin, nous participons à une expérience de fumigation à l'air libre du tremble, du bouleau et de l'érable avec des concentrations différentes de CO<sub>2</sub> et d'ozone dans des combinaisons différentes. Ce projet nous permet de répondre à certaines questions comme: la fertilisation par le CO<sub>2</sub> est-elle limitée par une augmentation de la teneur en ozone? Quels sont les effets d'une limitation de la teneur en azote ou la sécheresse sur ces espèces?

The answers are becoming clearer as we progress in this research. There seems to be an offset of the expected increase in production by increased carbon dioxide caused by ozone. In other words, ozone tends to limit the advantages that we would get from increasing CO<sub>2</sub> levels in terms of productivity.

There is no indication of nitrogen limitation after four years of experimentation. There is evidence for water balance changes due to both carbon dioxide and ozone.

The project allows us to answer other questions of how will the increase in CO<sub>2</sub> affect insect and disease interactions. There is the potential to alter insect communities and their ability to identify and use their hosts. There is a change in the host chemistry that makes them more or less attractive under different circumstances.

Productivity gains by CO<sub>2</sub> tend to be offset by the effects of atmospheric ozone concentrations. The net result is little change in productivity, but there might be a small change in pest or insect defoliation interactions with the plants. We might expect some surprises maybe as climate change proceeds.

Another area of interest is mapping historical tree declines in relation to winter thaws. We have determined that there is an increase in frequencies of biologically relevant thaws followed by refreezes.

We have some indication that such a thaw situation set off the 1936 birch decline in the Maritimes and into Ontario. These thaws are particularly dangerous after a certain threshold in which they then receive a refreeze. The colour indication panel on the far right of the deck indicates an area of refreezes after the 1945 thaw, which matches some of the observed occurrences of decline that we saw after that event.

We are in the process of developing risk assessment under climate change scenarios. We verified this model approach with the climate record, but we will develop a predictive risk assessment on the basis of future changes in climate so that we may be able to predict the risk of decline to some of the northern adapted hardwoods.

We do this using a birch decline model, which is a frost hardness model. We have conducted experiments that produce die back. We know what thaw durations produce the die back and what level of accumulated thaws with a following refreeze can do to the plants.

The panels on the presentation to the right represent the 1935-36 thaw, which initiated the birch decline. You can see in the columns under "shoot frost risk" the effects of a late frost on the shoots of birches indicating that there was a high risk of damage later in the winter.

If we look at the root frost risk, the intersection of the lines indicate an early thaw event that affected root health. In 1935-36, there was a double event that first affected the shoots and then the

Plus la recherche avance et plus les réponses deviennent claires. Il semble qu'une augmentation de la teneur en gaz carbonique causée par l'ozone neutralise la croissance prévue de production. En d'autres termes, l'ozone tend à limiter les avantages d'une augmentation des niveaux de gaz carbonique en termes de productivité.

Après quatre années d'expérience, une limitation de l'azote ne semble avoir aucune conséquence. Il y a des signes de changement du bilan hydrique dus à la fois au gaz carbonique et à l'ozone.

Ce projet nous permet de déterminer aussi de quelle façon une augmentation du CO<sub>2</sub> modifie les interactions entre les insectes et les maladies. Il est possible qu'à un certain niveau les insectes ne puissent plus reconnaître et envahir les espèces ordinairement hôtes. Il y a un changement au niveau des caractéristiques chimiques qui rend les espèces hôtes plus ou moins attirantes.

Les gains de productivité procurés par le gaz carbonique tendent à neutraliser les effets des concentrations d'ozone dans l'atmosphère. Le résultat net au niveau de la productivité est infime, mais il est possible qu'il y ait un petit changement au niveau de l'interaction des parasites et des insectes avec les plantes. Il est possible que le changement climatique nous apporte des surprises.

Nous nous intéressons aussi à la cartographie du dépérissement historique des arbres relativement à la fonte hivernale. Nous avons conclu à une augmentation de la fréquence des fontes biologiquement pertinentes suivies de nouveaux gels.

Certains indices nous permettent de croire que c'est un tel événement qui a entraîné en 1936 le dépérissement du bouleau dans les Maritimes et en Ontario. Ces fontes sont particulièrement dangereuses au-delà d'un certain seuil où ces espèces sont victimes d'un nouveau gel. Le tableau en couleur tout à fait à droite vous indique une zone de nouveaux gels après le dégel de 1945 qui correspond à certains des épisodes observés au dépérissement constaté après cet événement.

Nous sommes en train de mettre au point des évaluations des risques dans le cadre de scénarios de changement climatique. Nous avons vérifié avec les données météorologiques de l'époque, mais nous mettrons au point une évaluation des risques prévisibles sur la base des changements climatiques futurs afin de pouvoir prédire le risque de dépérissement de certains feuillus adaptés au Nord.

Nous avons fait cette expérience avec le bouleau qui est une espèce résistante au gel. Nous avons mené des expériences qui produisent un dépérissement. Nous savons quelles durées de fonte déclenchent le dépérissement et ce que le niveau de fontes accumulées suivies d'un regel peut faire aux plantes.

Les tableaux de droite correspondent à la fonte de 1935-1936 qui est à l'origine du dépérissement du bouleau. Vous pouvez voir dans la colonne sur les risques de gel des pousses que les effets d'un gel tardif sur les pousses de bouleau montrent qu'il y avait un grand risque de dégât à la fin de l'hiver.

Pour les racines, l'intersection des lignes indique qu'une fonte prématurée a affecté les racines. En 1935 et 1936, il y a eu deux événements, le premier a affecté les pousses et le deuxième,

roots of these trees. It was rather a nasty event that was reflected by a period of decline in the species for at least a decade or so after that event.

**The Chairman:** I do not quite understand the root frost risk. I am looking at the three maps. The only difference I see in the dotted lines is that when you get to the months of March and May, it suddenly shoots up. I do not know how to read it.

**Mr. Cox:** The top line is the temperatures, and the dotted lines below are the frost hardness curves. The intersections can be seen well on the black and white version. There is a risk of damage to either the shoots or the roots where those lines intersect.

Another area of research being conducted at our centres is spruce genomics and adaptation to climate change. We expose seedlings to out-planting stress, both with these shelters that increase the temperature as well as the water stress. We can control the temperatures and water stress in these chambers. We can select individual seedlings that are tolerant to various combinations of water, stress and temperature. We can determine the effects on water relations, gas exchange, carbon isotope discrimination, freezing tolerance, nutrient relations and light-use efficiency.

We know the physiological effects of selecting these individual seedlings under these harsh environments. We then out-plant them in a series of out-plantings under different forestry practices to see what combinations of forestry practices or out-planting techniques using strip cuts are better to allow for establishment of these seedlings under different temperature regimes. This will help determine those which might be better to use during climate change.

Another area of research besides looking at impacts is carbon accounting and mitigation. This is the Fluxnet Canada program of which we are an active partner with the University of New Brunswick. We are setting up flux towers to study the flux of carbon dioxide, heat and water for mature undisturbed forest sites at important eco-regions across Canada. This includes the eco-regions or eco-districts of New Brunswick.

We are trying to determine the sink-source relationships of carbon dioxide under different forestry practices and in different forest stands. We are trying to determine the effects of forestry practices on the ability of the forest to act as a sink for carbon dioxide in the hope that we can develop techniques to increase the sink nature of the forest.

Another aspect of carbon accounting and mitigation is the feasibility assessment for forestation for carbon sequestration, in partnership with Nova Scotia Power Incorporated. We will test the incentives and mechanisms necessary to enable afforestation

les racines de ces arbres. Les conséquences ont été assez vilaines et ont correspondu à une période de dépérissement de l'espèce pendant au moins une décennie.

**Le président:** Je ne suis pas sûr de comprendre ce risque de gel des racines. Je suis en train de regarder les trois cartes. La seule différence que je peux voir dans les lignes pointillées c'est que tout de suite après mars et mai, cela monte d'un seul coup. Je ne sais pas comment l'interpréter.

**M. Cox:** La ligne du haut correspond aux températures et les lignes en pointillé correspondent aux courbes de résistance au gel. Les intersections se voient très bien même en noir et blanc. Il y a un risque de dommage pour les pousses ou les racines à l'endroit où ces lignes se coupent.

Nous menons aussi dans nos centres un projet de génomique de l'épinette et d'adaptation au changement climatique. Nous soumettons des arbres de semis au stress du déplacement dans des abris qui font monter tout autant la température que le stress hydrique. Nous pouvons contrôler les températures et le stress hydrique dans ces chambres. Nous pouvons sélectionner des arbres de semis individuels qui résistent à diverses combinaisons d'eau, de stress et de température. Nous pouvons déterminer les effets sur les relations hydriques, les échanges gazeux, la discrimination des isotopes de carbone, la tolérance au gel, les relations par rapport aux éléments nutritifs et l'utilisation efficace de la lumière.

Nous connaissons les effets physiologiques de sélection de ces arbres de semis individuels dans ces environnements difficiles. Nous les plantons alors dans une série de parcelles de pratiques forestières différentes pour voir quelles combinaisons de pratiques forestières ou de techniques de plantation utilisant des coupes strictes sont plus favorables à l'établissement de ces arbres de semis dans des régimes de température différents. Cela nous permettra de déterminer les meilleures méthodes pour faire face au changement climatique.

Nous étudions en plus la comptabilisation et l'atténuation du carbone. C'est le programme Fluxnet Canada auquel nous participons activement avec l'Université du Nouveau-Brunswick. Nous installons des tours pour mesurer les échanges de dioxyde de carbone, de chaleur et d'eau dans des forêts matures et perturbées situées dans des écorégions importantes partout au Canada. Sont inclus les écorégions ou les écodistricts du Nouveau-Brunswick.

Nous essayons de déterminer les rapports entre les sources et les puits de dioxyde de carbone dans des contextes de pratiques forestières différentes et dans des formations différentes. Nous essayons de mesurer les effets des pratiques forestières sur la capacité des forêts à se transformer en puits pour le dioxyde de carbone dans l'espoir de pouvoir développer des techniques accroissant la capacité de puits de la forêt.

Un autre aspect de la comptabilisation du carbone et de son atténuation est l'étude de faisabilité sur le reboisement comme mode de piégeage du carbone en partenariat avec la Nova Scotia Power Incorporated. Nous vérifierons les mesures incitatives et les

to be conducted on private land. They are trying various incentive programs to try to get woodlot owners to respond to a climate change scenario.

The model forest network of the Canadian Forest Service is also working towards developing and testing the generic carbon accounting model in collaboration with the CFS carbon accounting team. This is to promote a widespread application of that model by forest managers and interested users across Canada and internationally.

We are also concerned of what the impacts might be on forest communities. This is little studied at the moment, but such impacts of climate change may be major storm-blow-downs.

The Maritimes provinces are prone to hurricanes up the eastern seaboard. These can produce strong winds on occasion. There are downbursts that can affect forestation in the way that the photograph suggests. This picture is the Christmas Mountain blow-down in 1934 where 30 million trees blew down. They were worth about \$100 million.

Over 2 million cubic meters of wood were salvaged from that operation in three years. Three years of allowable cut, then, were salvaged by all major licensees in New Brunswick over a period of three years. This had quite an impact on the local community, but the sustainability of that forest now is a problem in terms of the maintenance of jobs in the area. Although it was a boom in the short term to the area, in the long term it may provide a less consistent source of income.

There are community effects that might be felt by these types of extreme events, which may increase because of the increased energy within the hydrological cycle. We might expect increases in these kinds of events.

The Atlantic Forestry Centre, AFC, has been conducting climate change research since the early 1990s. Change in climate variability and seasonality are expected to be more important to the eastern forests than increases in mean temperature. Potential impacts include changes in the distribution and levels of insect populations and diseases; changes or reductions in growth and yield; species shifting, which may cause local extinction or extinctions of rare species; increases in invasive and exotic species due to changes in minimum temperatures; and survival of egg masses that would otherwise be killed by frost. These all may be problems worth examining in the future.

Impacts on the forest sector, reductions in timber supply and changes to forest practices and influences on non-timber products and services challenge the ability to conserve, manage and protect wilderness areas within the face of a changing biome. It is a difficult job. This must be revisited in terms of a paradigm shift within the conservation ethic. Subsequent impacts on viability of forest-based communities are also important.

mécanismes nécessaires pour permettre le reboisement des terres privées. Plusieurs programmes incitatifs sont en cours pour essayer d'intéresser les propriétaires de terrains boisés à se préparer pour le changement climatique.

Le Réseau de forêts modèles du Service canadien des forêts travaille aussi à l'élaboration et à l'essai d'un modèle générique de comptabilisation du carbone en collaboration avec l'équipe de comptabilisation du carbone du SCF. L'objectif est de favoriser l'application étendue de ce modèle par les aménagistes et les utilisateurs intéressés, à l'échelle nationale et internationale.

Nous nous intéressons aussi aux impacts climatiques sur les collectivités forestières. Il y a peu d'études sur la question pour le moment mais le changement climatique peut entraîner des chablis majeurs.

Les ouragans sont fréquents sur la côte est des Maritimes. À l'occasion, les vents sont très forts. Ces coups de vent peuvent avoir sur la forêt l'effet montré par la photographie. Cette photo a été prise en 1934 aux monts Christmas où le vent a abattu 30 millions d'arbres qui avaient une valeur marchande d'environ 100 millions de dollars.

Plus de deux millions de mètres cubes de bois ont été récupérés pendant cette opération qui a duré trois ans. Trois années de coupe admissible ont été récupérées par tous les principaux détenteurs de permis du Nouveau-Brunswick sur une période de trois ans. L'impact sur la collectivité locale a été important, mais la durabilité de cette forêt pose désormais un problème en termes de maintien de l'emploi dans cette région. Si à court terme la région y a beaucoup gagné, il est plus douteux qu'à long terme cette source de revenus se maintienne.

Il est possible que les effets de ce type d'événements extrêmes sur la collectivité augmentent suite à l'accroissement énergétique du cycle hydrologique. Nous nous attendons à ce que ce genre d'événements se multiplie.

Le Centre de foresterie de l'Atlantique, le CFA, effectue des recherches sur le changement climatique depuis le début des années 90. Les changements dans la variabilité et la saisonnalité du climat devraient être plus importants pour les forêts de l'est du Canada que les augmentations de la température moyenne. Les impacts potentiels incluent une modification de la distribution et de la concentration des populations d'insectes et des maladies; une modification et une réduction de la croissance et du rendement, un changement des espèces susceptibles d'entraîner des extinctions locales ou des extinctions d'espèces rares; une augmentation des espèces envahissantes et exotiques due aux changements des températures minimales; la survie des oeufs qui ne seront plus naturellement tués par le gel. Examiner tous ces problèmes se révélera certainement utile pour l'avenir.

Les impacts sur le secteur forestier, à savoir la réduction de l'approvisionnement en matière ligneuse et la modification des pratiques ainsi que l'incidence sur les produits forestiers non ligneux et les services, rendent la préservation et la gestion des aires protégées et des aires naturelles beaucoup plus difficiles. Il y a un déplacement du paradigme de l'éthique de la conservation dont il faut tenir compte. Les impacts subséquents sur la viabilité des collectivités forestières sont également importants.

The research thrusts of our institutions in terms of reducing uncertainty regarding future impacts include developing and testing adaptation and mitigating strategies and integrating biological, ecological and social sciences. These undertakings will be important in the future.

**The Chairman:** We will now move to Mr. Stocks for his presentation. We will then ask questions of you both.

**Mr. Brian Stocks, Senior Research Scientist, Forest Fire and Global Change, Natural Resources Canada:** The Great Lakes Forestry Centre, where I have been working for the past 35 years, has similar programs to those that Mr. Cox described across the climate change and forestry disciplines. They are similar to that which you heard in Victoria and Edmonton.

Tonight, I choose to talk further about the fire and climate change issue because we feel strongly that forest fires will be significantly impacted by any change in climate and will be a significant driver of much carbon loss and impacts in the Canadian forest. I want to describe some of our current and planned research.

Our work began in the 1980s and was advanced under the Green Plan in the early 1990s. In the last few years, since the Climate Change Action Fund came into force, we have been funding much of our research through proposals to the Climate Change Action Fund and Action Plan 2000.

We put together a team including provincial people and interdepartmental participation. We have been working on this problem for some time now. We also have a number of collaborative research agreements in effect with various provinces, so we are leveraging funds and cooperation from different provinces across the country.

As you can see, there are a number of authors on this particular paper. We are all working together on this.

I will give you a bit of an overview about circum-boreal forest fire activity. I understand that you may have heard some of this in Edmonton. We estimate the annual area burned across the boreal zone in Canada, Russia and Alaska to be somewhere between 5 and 15 million hectares annually. It is highly variable from year to year.

If you look at the lower graph on the left, you will notice that the Canadian and the Alaskan areas burned tend to be highly episodic and vary greatly from year to year. The Russian burns seem to be fairly constant. Russian statistics are not reliable at all. They have been deliberately altered in the past. They should probably be 5 to 10 times higher than what you see on this graph. We are working on gaining reliable information by using remote sensing.

The main drivers of fire activity across the boreal zone are the highly continental climate; extreme fire weather and fire danger conditions; multiple ignitions, which are the result of lightning storms; and closed canopy forests, which rely on fire for their regeneration.

Nos thèmes de recherche portent sur la réduction de l'incertitude concernant les impacts futurs, l'élaboration et la mise à l'essai de stratégies d'adaptation et d'atténuation et l'intégration des sciences biologiques, écologiques et des sciences sociales. L'avenir dépend de ces initiatives.

**Le président:** Nous allons maintenant passer à M. Stocks. Nous vous poserons ensuite des questions à tous les deux.

**M. Brian Stocks, chercheur scientifique principal, Incendies de forêt et changement mondial, Ressources naturelles Canada:** Le Centre de foresterie des Grands Lacs, où je travaille depuis 35 ans, a des programmes analogues à ceux que vient de décrire M. Cox englobant le changement climatique et les disciplines forestières. Ils sont analogues à ceux dont on vous a parlé à Victoria et à Edmonton.

Ce soir, j'ai choisi de vous parler de la question des feux et du changement climatique car nous sommes persuadés que le changement climatique aura une incidence toute particulière sur les feux de forêt et la perte de carbone. Je me permettrai de vous décrire certains de nos projets.

Notre travail a commencé pendant les années 80 et a beaucoup progressé avec le Plan vert au début des années 90. Au cours des dernières années, depuis la mise en place du Fonds d'action pour le changement climatique, c'est ce fonds et le Plan d'action 2000 qui financent une grande partie de nos projets de recherche.

Nous avons réuni une équipe incluant des responsables provinciaux et une participation interministérielle. Nous travaillons sur ce problème depuis déjà un certain temps. Nous avons également conclu un certain nombre d'accords de recherche avec plusieurs provinces qui participent ainsi au financement de nos efforts.

Comme vous pouvez le voir, ce document porte le nom de plusieurs auteurs. Nous travaillons tous ensemble.

Je vais commencer par vous donner un aperçu de nos activités relatives aux feux de forêt en zone circumboréale. On vous en a peut-être déjà parlé à Edmonton. Nous estimons que la superficie qui brûle chaque année dans la zone boréale du Canada, de la Russie et de l'Alaska se situe aux alentours de 5 à 15 millions d'hectares. Cela varie énormément d'une année à l'autre.

Si vous voulez bien regarder le graphique en bas en gauche, vous remarquerez qu'au Canada et en Alaska, les superficies brûlées suivent un cycle très épisodique et varient grandement d'une année à l'autre. En Russie, le cycle semble plus constant. Les statistiques russes ne sont pas du tout fiables. Elles ont été délibérément modifiées dans le passé. Elles sont probablement 5 ou 10 fois supérieures à ce que vous voyez sur ce graphique. Nous essayons d'avoir des renseignements plus fiables en recourant à la télédétection.

Les principaux catalyseurs du feu en forêt boréale sont le climat continental, les conditions météorologiques extrêmes qui intensifient le danger de feu, les foyers d'incendie multiples provoqués par les orages électriques, et les forêts à couvert fermé qui ont besoin du feu pour se régénérer.

Why are boreal fires important? They are one of the dominant disturbance regimes along with insects in the Canadian boreal forests and in boreal forests around the world. They are natural to ecosystem maintenance. In other words, we need a certain amount of fire in the forests to keep the forests the way they should be; to promote carbon cycling and biodiversity.

Fire is sensitive to climate change. There are major carbon budget implications with 40 per cent of the world's terrestrial carbon stored in the boreal forest zone.

I will note some of the characteristics of boreal fires. They have high levels of fuel consumption in comparison to savannah fires in Africa or South America. They have fast spread rates and sustained high intensity levels. The burning period is long. As a result, there are towering convection columns that can reach into the upper troposphere and even into the lower stratosphere. The possibility of long range smoke transport where smoke from Canadian fires would reinforce smoke from Siberian fires is a distinct possibility.

Canadian fire statistics are incomplete prior to 1970. Large parts of the northern parts of our country were not monitored thoroughly. After 1970, with remote sensing capability, we are pretty sure that we have a complete record.

There is greater uncertainty as you go back further in time. At this time, we are averaging between 7000 and 8000 fires a year with 2.8 million hectares being burned.

The annual cost of fire management in Canada is around \$500,000 dollars a year. That varies from year to year, as well.

The area burned is highly episodic and can vary in area of magnitude from 700,000 hectares a year to over several million hectares a year.

I mention on the slide the level-of-protection issue. That drives home the point that Canadian fire managers are required to protect resources; not just forest industry resources but also community and recreational resources. They are also attempting to include natural fire where possible to promote biodiversity and ecosystem maintenance.

Lightning causes only 35 per cent of the fires, but they account for 85 per cent of the area burned, because they occur in more remote areas.

Only 3 per cent of the fires in Canada get larger than 200 hectares. That is what we are using in our large fire database, which I will discuss later. The remainder are suppressed early; however, the 3 per cent of fires that do get larger than 200 hectares account for 97 per cent of the area burned in the country.

The next slide is the large fire database. We are trying to assemble a large number of information polygons with attributes to look at fires larger than 200 hectares, post-1950, across the country. You can see an example for the central part of Canada in

Pourquoi les incendies en forêt boréale sont-ils importants? Ce sont un des principaux régimes de perturbation naturelle avec les infestations d'insectes dans les forêts boréales canadiennes et dans les forêts boréales du monde. Ils sont essentiels au maintien de l'écosystème. En d'autres termes, il faut un certain nombre de feux de forêt pour conserver les forêts, pour maintenir le cycle du carbone et la biodiversité.

Le feu est sensible au changement climatique. L'impact sur le bilan du carbone est majeur dans la mesure où 40 p. 100 du carbone terrestre est emmagasiné en zone boréale.

Permettez-moi de signaler certaines des caractéristiques des feux en forêt boréale: consommation élevée du combustible par comparaison aux feux de savane en Afrique ou en Amérique du Sud; vitesses de propagation rapides et intensités importantes et soutenues — les feux se consomment longtemps; conséquence: colonnes de convection s'élevant très haut jusqu'à la haute troposphère, voire dans la première couche de la stratosphère; potentiel de transport à grande distance de la fumée — la fumée des feux canadiens venant renforcer la fumée des feux sibériens étant tout à fait possible.

Les statistiques canadiennes sur les feux de forêt sont incomplètes avant 1970. De grandes parties du nord du pays échappaient à toute surveillance. Depuis 1970, avec la télédétection, nous sommes pratiquement certains d'avoir des chiffres complets.

Plus on retourne en arrière, plus il y a d'incertitude. Aujourd'hui, la moyenne est de 7 000 à 8 000 incendies par année détruisant 2,8 millions d'hectares.

Le coût de la gestion du feu au Canada est d'environ 500 000 \$ par année. Cela varie également d'une année à l'autre.

La superficie brûlée est de nature très épisodique et peut varier entre 700 000 hectares une année et plusieurs millions d'hectares une autre année.

Sur cette diapositive je mentionne la question du niveau de protection. Le point c'est que les gestionnaires du feu canadiens doivent protéger les ressources; pas seulement les ressources de l'industrie forestière mais également les ressources communautaires et récréatives. Ils essaient aussi d'inclure l'action naturelle du feu partout où c'est possible pour promouvoir la biodiversité et le maintien des écosystèmes.

La foudre n'est responsable que de 35 p. 100 des incendies, mais elle est responsable de 80 p. 100 des superficies brûlées parce qu'elle touche plus souvent des régions éloignées.

Seuls 3 p. 100 des feux au Canada dépassent les 200 hectares. C'est le chiffre que nous utilisons dans notre banque de données dont je parlerai tout à l'heure. Le reste est rapidement circonscrit; cependant, ces 3 p. 100 de feu qui dépassent les 200 hectares comptent pour 97 p. 100 des superficies brûlées.

La diapositive suivante est notre base de données sur les grands feux. Notre objectif est de regrouper le plus grand nombre de polygones d'information sur les feux dépassant les 200 hectares depuis 1950. Au milieu vous avez un exemple concernant le centre

the 1980s in the middle. The attributes would include things like fire size and cause, when it started and ended and all these polygons that we acquire from the fire management agencies of different provinces and territories across the country. It is updated annually and we are working backwards in time with satellite imagery. The satellite image ray on the right-hand side is from the early 1970s and shows a number of fires that are not included in the records for northern Canada at that time. We are trying to go back and accumulate and improve this database.

The next slide talks a bit about lightning and human-cause fires. As you would expect, most lightning-caused fires occur in the North. If you look at the map, the human causes of fires generally occur along the travel corridors: the roadways, railways and that sort of thing. Because someone is there to start them, these fires are usually detected more quickly and therefore, they are accessed more quickly and generally controlled at a smaller size. Lightning fires generally grow larger because they are occurring randomly, the detection takes a little more time and the access is sometimes a problem as well.

You can see from the graph on the right that, of the 12,000 fires that we have in that large fire database, the lightning fire contribution is increasing in recent decades.

The next slide talks about action and non-action fires. A lot of fires in Canada are allowed to burn naturally, particularly in the North where they do not threaten values at risk or resources in any way, so they are allowed to burn and perform their natural function. They are also occurring in areas where the timber is not merchantable, so spending a lot of money to put the fires out does not make a lot of sense. Based on our large fire database, about 50 per cent of the forests burned in Canada over the last 30 years has been this kind of fire activity.

If you look at the next slide, the Large Fire Database Fire Size Distribution by Ecozone, the greatest area burned is occurring in the boreal and taiga zones in west central Canada, where un-suppressed fire is common and where the fire climate is the most severe. You can see from the graph on the bottom right that the larger fires, although less frequent, account for most of the area burned. It is usually a small amount of large fires each year that drive the "area burned" statistics in the country.

One of the other issues we have been looking at is carbon released through fire. Based on the large fire database going back to 1959, we estimate a direct release to the atmosphere of around 27 terragrams of carbon per year. That is about 20 per cent of our fossil fuel emissions. If you look at the graph on the bottom left,

du Canada dans les années 80. Nous indiquons chaque fois la superficie brûlée, la cause, la date d'allumage et d'extinction du feu, tous renseignements qui nous sont donnés par les organismes de gestion des feux de forêt des différentes provinces et des différents territoires. Il y a une mise à jour annuelle et nous essayons de remonter dans le temps avec l'imagerie satellitaire. L'image satellitaire que vous voyez à droite représente le début des années 70 et indique un certain nombre de feux de forêt qui ne sont pas inclus dans les chiffres de cette époque pour le grand Nord canadien. Nous essayons de remonter dans le temps et d'améliorer notre base de données.

La diapositive suivante porte sur les feux provoqués par la foudre et les feux d'origine humaine. Comme on peut s'y attendre, la majorité des feux provoqués par la foudre ont lieu dans le Nord. Si vous regardez la carte, les feux d'origine humaine ont lieu généralement le long des corridors de déplacement: Les routes, les chemins de fer, et cetera. Parce que quelqu'un est là pour les déclencher, généralement ces feux sont détectés plus rapidement et par conséquent sont contrôlés, généralement, plus rapidement avant qu'ils ne s'étendent. Les feux provoqués par la foudre, généralement, s'étendent beaucoup plus car ils sont déclenchés au hasard, la détection prend un peu plus de temps et parfois l'accès est aussi problématique.

Le graphique à droite montre que pour les 12 000 feux enregistrés dans cette base de données sur les grands feux, le nombre de feux provoqués par la foudre s'est accru au cours des dernières décennies.

La diapositive suivante porte sur les feux combattus et non combattus. On laisse brûler naturellement beaucoup de feux au Canada, surtout dans le Nord où ils ne menacent ni biens ni ressources. On les laisse donc remplir leur fonction naturelle. C'est aussi dans des zones où le bois n'est pas commercialisable; donc dépenser beaucoup d'argent pour éteindre ces feux n'a pas beaucoup de sens. D'après notre base de données sur les grands feux, environ 50 p. 100 de la superficie brûlée au Canada au cours des 30 dernières années est le résultat de cette non-intervention délibérée.

Dans la diapositive suivante, la répartition des classes de superficie de la Base de données sur les grands feux par écozone montre que la superficie brûlée la plus importante se situe dans les zones de la forêt boréale et de la taïga du centre-ouest du Canada où les feux sont souvent non combattus et où les conditions climatiques sont les plus propices au feu. Le graphique en bas à droite vous montre que malgré leur fréquence moindre, les feux des classes de superficies plus importantes représentent la majeure partie de la superficie brûlée. Généralement, c'est une petite partie des grands feux qui chaque année alimentent les statistiques de «superficie brûlée» du pays.

Une des autres questions à laquelle nous nous sommes intéressés est la libération de carbone par le feu. D'après notre base de données sur les grands feux qui remonte à 1959, nous avons calculé une libération directe dans l'atmosphère d'environ 27 Gt de carbone par an, c'est-à-dire environ 20 p. 100 de nos

you can see that during peak fire years, when you burn close to 7 million hectares, you are actually approaching the fossil fuel emission limit as well.

A key issue is that younger forests, after they burn, are weaker carbon sinks than mature forests and it takes 20 to 30 years to fully recover after fire. We have confirmed this through flux tower measurements, as well as aircraft and satellite measurements. If you see more fire in the future, you will see younger stands and those younger stands will not sequester carbon at the rate that the mature stands they are replacing sequester carbon.

The next deck shows the impact of fire on the carbon budget. If you look at the graph on the top left corner, it has clearcuts, fire and insects on there. It shows that there is a rise in natural disturbances post-1970, particularly fire and insects. The harvesting level has been roughly the same and you can see in the bottom right-hand graph what happens when you convert that to the carbon budget. There is a corresponding decrease in the carbon sink strength of the Canadian forests post-1970. We are now at a stage where, from year to year, depending on the amount of natural disturbances we have, we are either a moderate sink or a modest source of carbon to the atmosphere. We are definitely not a sink that can be relied upon in that regard.

What we have been looking at in the next slide is fire danger and fire season length, to try to get some sort of ballpark estimate of where we can expect more significant levels of fire danger across the country. You can see that seasonal fire danger increases by 50 to 100 per cent over the next 90 years or so. Fire seasonal length also increases by 10 to 50 days, depending on where you are in Canada. For these, we are using the general circulation models and the current climate prediction models that are available.

In conclusion, in terms of anticipated fire impacts, we are obviously looking at all the climate change scenarios that are out there. Expect an increase in the weather conditions that are conducive to fires. As Mr. Cox mentioned, we are looking at a more highly charged atmosphere in the future as a result of warming and increased convective activity. We are looking at more frequent and more severe fires, particularly in the occurrence and impact of lightning fires. The projected impacts would logically follow that you would have more area burned, a shorter fire return interval and a younger age class structure. There would be some ecosystem boundary and vegetation shifting. People have all heard about species migrating northward as a result of the changing climate. The end result would be less terrestrial carbon storage, which would impact on forest industry, communities, and health and pollution issues.

émissions de combustible fossile. Le graphique en bas à gauche vous montre que pendant les années où il y a eu le plus d'incendies, quand près de 7 millions d'hectares ont brûlé, c'est pratiquement équivalent au point limite d'émissions de combustible fossile.

Un point important, les forêts plus jeunes, après avoir brûlé, sont des puits de carbone plus faibles que les forêts mûres et leur rétablissement complet après un feu prend de 20 à 30 ans. Nous l'avons confirmé à partir des mesures prises par les tours de flux, par avion et par satellite. S'il y a plus de feux à l'avenir, il y aura plus de jeunes peuplements et ils ne piégeront pas le carbone autant que les peuplements mûrs qu'ils remplacent pour piéger le carbone.

À la page suivante, vous avez les perturbations et le bilan de carbone. Le graphique en haut à gauche donne les courbes pour les coupes à blanc, les feux et les insectes. Il montre une augmentation des perturbations naturelles après 1970, surtout au niveau des feux et des insectes. Le niveau d'exploitation est resté à peu près le même et vous pouvez voir dans le graphique en bas à droite ce qui arrive quand on le convertit en bilan de carbone. Il y a une diminution correspondante de l'importance des puits de carbone des forêts canadiennes après 1970. Nous sommes entrés dans une phase où, année après année, en fonction du nombre de perturbations naturelles, il y a constitution soit d'un puits modéré soit d'une source modeste de carbone relâché dans l'atmosphère. Ce n'est pas un puits dont on peut véritablement dépendre.

Dans la diapositive suivante, nous avons mesuré les dangers de feu saisonnier et la durée de la saison des feux pour essayer d'avoir une petite idée des niveaux de danger accrus répartis géographiquement. Vous pouvez voir qu'il y aura augmentation du danger de feu saisonnier de 50 à 100 p. 100 d'ici environ 2090. La saison des feux s'allongera aussi de 10 à 50 jours toujours en fonction de la géographie. Pour faire ces calculs, nous utilisons les modèles de circulation générale et les modèles de prévision climatique actuellement disponibles.

Bien évidemment, pour les impacts prévus du feu, nous utilisons tous les scénarios de changement climatique existants. On s'attend à une augmentation des conditions météorologiques propices aux feux. Comme M. Cox l'a mentionné, nous prévoyons pour l'avenir une atmosphère beaucoup plus chargée, conséquence du réchauffement et d'une activité convective accrue. Nous prévoyons une augmentation de la fréquence et de la gravité des feux de forêt, tout particulièrement une multiplication des feux provoqués par la foudre. Les impacts prévus devraient logiquement correspondre à une augmentation de la superficie brûlée, à une périodicité réduite des incendies et à un rajeunissement de la structure des classes d'âge. Il devrait y avoir déplacement des limites des écosystèmes et de la végétation. Tout le monde a entendu parler des espèces qui migrent vers le Nord chassées par le changement climatique. Il devrait en fin de compte y avoir diminution du stockage terrestre du carbone avec des impacts sur l'industrie forestière, les collectivités, la santé et la pollution.

It is also anticipated that there will be a positive feedback to climate change from increased fire activity, because you will be increasing greenhouse gas emissions from fires. That will warm the atmosphere more, which will create more fires.

There is a need to quantify the impacts to assess what options we have. Some of our latest proposals deal with adapting to the problems that we have.

Our ongoing CFS climate change fire research efforts are addressing the impacts and adaptation, in collaboration with the provinces and the territories. We received a lot of funding in the past through the Green Plan; we are getting a fair amount now through Action Plan 2000, the Climate Change Action Fund and through different cost-recovery agreements with provincial governments.

Finally, what are we doing about adapting to increasing fire activity? This is something we try to discuss with the provincial and territorial agencies on a regular basis.

At the local scale, we have talked about things like FireSmart community protection and how you can better protect your community and individual homes against fire. I believe you were introduced to the Fire Smart manual when you were in Edmonton.

At the regional scale, we have begun things like pilot fuel break projects, trying to break up fuel continuity at a landscape scale to limit fire effects on fibre production by breaking up the landscape so that fires cannot grow as large. We are doing a number of level-of-protection-effectiveness studies, trying to determine what the cost of maintaining the status quo is.

When look at increased fire risk in the future, or what is the cost of being as effective in terms of fire suppression as we are right now, the logical conclusion is that we know that throwing more money at forest fires in terms of suppression in the future is not the answer. There is a law of diminishing returns here. A large number of these major-fire episodes occur under such extreme conditions and such multiple-first-start conditions that they would overwhelm any suppression agency, no matter what their capability.

At the national scale, we know we cannot mitigate fire impacts across the whole boreal forests, and we also know we do not want to. It is economically impossible and ecologically undesirable. We will adapt and probably change the values at risk over time. We will try our best to develop these strategies and evaluate the impacts of increased fire regime so that provincial and federal policy makers can benefit from that. Thank you.

**The Chairman:** Mr. Stocks, on three occasions in your presentation, you suggested that having fires is natural. It is something that you expect in nature, and fires should be allowed to burn to perform their natural function, as you put it. You said

Nous prévoyons une réponse positive au changement climatique dans la mesure où cette recrudescence d'incendies libérera plus de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. L'atmosphère s'en trouvera réchauffée, ce qui provoquera encore plus d'incendies.

Il est nécessaire de quantifier les impacts pour évaluer nos options. Certaines de nos dernières propositions correspondent à des mesures d'adaptation à nos problèmes.

Nos efforts de recherche actuels portent sur les impacts et les mesures d'adaptation nécessaires en collaboration avec les provinces et les territoires. Dans le passé, nous avons été financés en grande partie par le Plan vert; aujourd'hui nous sommes financés par le Plan d'action 2000, le Fonds d'action sur le changement climatique et différents accords de recouvrement des frais avec les gouvernements provinciaux.

Enfin, que faisons-nous pour répondre à l'accroissement du nombre et de l'intensité des feux de forêt? C'est là quelque chose dont nous essayons de discuter régulièrement avec les pouvoirs publics provinciaux et territoriaux.

Sur le plan local, nous parlons de programmes de protection des collectivités comme FireSmart et de ce qu'on peut faire pour mieux protéger la communauté et les habitations contre les feux de forêt. Je pense que lorsque vous étiez à Edmonton, on vous a montré le manuel FireSmart.

Sur le plan régional, nous avons commencé à mettre en place des projets pilotes de coupe-feu pour essayer de rompre la continuité du combustible afin de limiter les effets du feu sur la production de matière ligneuse et d'empêcher la propagation des incendies. Nous procédons à un certain nombre d'études sur l'efficacité du niveau de protection pour essayer de déterminer ce que coûte le maintien du statu quo.

S'agissant de l'augmentation prévisible du risque d'incendie, lorsqu'on songe à ce que coûte la lutte contre les incendies dans l'état actuel des choses, la conclusion logique est que la réponse n'est pas de continuer à dépenser de plus en plus d'argent pour combattre les feux de forêt. La loi des rendements décroissants s'applique en effet ici aussi. Souvent, ces incendies majeurs surviennent dans des conditions extrêmes avec tellement de foyers de combustion que n'importe quel organisme d'intervention se trouverait rapidement dépassé, peu importe ses moyens.

À l'échelle nationale, nous savons qu'il nous est impossible d'atténuer les impacts du feu dans l'ensemble de la forêt boréale, et nous savons également que ce n'est pas cela que nous voulons faire. Ce serait en effet à la fois économiquement impossible et écologiquement indésirable. Nous allons nous adapter et nous allons probablement, au fur et à mesure, intervenir en fonction des valeurs menacées. Nous allons faire de notre mieux pour élaborer ces stratégies et évaluer l'impact de l'augmentation du nombre et de l'intensité des feux de forêt afin que les décideurs provinciaux et fédéraux puissent en tirer parti. Je vous remercie.

**Le président:** Monsieur Stocks, vous avez dit trois fois dans votre présentation que les incendies de forêt étaient un phénomène naturel. C'est quelque chose à quoi on doit s'attendre dans la nature et, selon vous, il faut laisser ces feux

that we need fires to promote biodiversity and for ecosystem maintenance. Basically, you are saying that some forest fires are good, and we should have them.

Could you elaborate on that so that our record will be clear? What are some of the main reasons why we should not put out forest fires, and why do we need them?

**Mr. Stocks:** It is exactly for those reasons. Before man came along and started to compete with nature for the forests, whether for recreation use or the forest industry, fire cycled the forest. The forest adapted to fire to the point that, without fire, it would not regenerate properly. When we come along and decide that we will harvest this land and plant it, we are basically replacing fire in that area. We need to look at that effect because, all of a sudden, you have a whole bunch of plantations on the landscape that may have different biodiversity factors compared to the natural forest. We can accept that. We are also looking to have natural fire as much as possible in wilderness areas, not just in the far north where values at risk are low, but also in wilderness parks. Parks Canada is doing a whole number of large prescribed fires to reintroduce fire on the landscape for the very reasons of increasing biodiversity and maintaining carbon cycling in a manner that is natural.

There are many good reasons for trying to maintain both aspects of fire: suppressing fire where obviously communities or industry are at risk, but also recognizing and having the public recognize the fact that a certain amount of fire on the landscape is essential to maintaining the integrity of these ecosystems.

**Senator Ringuette:** Does hardwood or softwood act as a greater sink?

**Mr. Cox:** That would depend on the community structure and the age class of the particular forest in question. It would have to be broken down by species and age class and site conditions. I would not like to say that one or the other would be a more powerful sink. It depends on where the particular communities and ecosystems are and what soils they are on, and so on.

**Senator Ringuette:** All right. That was a quick answer.

You mentioned in your presentation a model forest network. In my area, there is a softwood model forest, and shortly, if not already, there will be a hardwood model forest. I come from the northwest area of New Brunswick. Are those two model forests within the network that you were talking about in your presentation?

**Mr. Cox:** I am not sure. The model forest in New Brunswick is in the south, but I think there is one being started up in the north. I am not sure of the details involved in that at the moment.

**Senator Day:** That is part of the University of Moncton in Edmundston. They have woodlots up there.

**Senator Ringuette:** Are they not part of your network?

remplir leur fonction naturelle. Vous avez dit que ces feux de forêt étaient nécessaires pour favoriser la biodiversité et la protection de l'écosystème. En fait, vous nous dites que certains feux de forêt sont une bonne chose et que nous en avons besoin.

Pourriez-vous nous en dire un peu plus long à ce sujet afin que les choses soient claires? Pour quelles raisons surtout ne devrions-nous pas éteindre ces feux de forêt et pourquoi avons-nous besoin de ceux-ci?

**M. Stocks:** Précisément pour ces raisons-là. Avant l'arrivée de l'homme qui a commencé à réclamer sa part des forêts pour les loisirs, le tourisme ou l'exploitation forestière, c'était le feu qui recyclait la forêt. La forêt s'est adaptée aux feux à tel point que, sans incendies de forêt, la forêt ne se régénérerait pas bien. Lorsque nous arrivons et que nous décidons d'exploiter le sol et de le cultiver, nous remplaçons en fait le feu par le défrichage. C'est un effet de l'activité humaine dont il faut tenir compte parce que, tout d'un coup, l'homme plante toutes sortes de choses qui représentent parfois une biodiversité très différente de celle de la forêt naturelle. Cela, nous pouvons l'accepter. Nous voulons également que les incendies de forêt naturels surviennent autant que possible dans les régions vierges, pas simplement dans le Grand Nord où les préjudices sont faibles, mais également dans les parcs naturels. Parcs Canada d'ailleurs provoque un certain nombre d'incendies contrôlés de grande envergure précisément pour améliorer la biodiversité et préserver le cycle naturel du carbone.

S'agissant toujours des feux de forêt, les deux côtés de la médaille ont d'excellentes raisons d'être: il faut combattre les feux de forêt là où ils menacent des localités ou des industries, mais il faut également reconnaître et faire reconnaître par la population qu'il est essentiel d'avoir un certain nombre de feux de forêt naturels pour que ces écosystèmes conservent toute leur intégrité.

**Le sénateur Ringuette:** Quel est le meilleur piège à carbone, les feuillus ou les conifères?

**M. Cox:** Tout dépend de la variété et de l'âge de la forêt. Il faudrait faire la distinction entre les essences, l'âge des arbres et l'état du site. Je ne saurais vous dire lesquels représentent le meilleur piège à carbone. Tout dépend de la composition de la forêt, de l'écosystème, du genre de sol et ainsi de suite.

**Le sénateur Ringuette:** D'accord, c'était une réponse rapide.

Vous avez parlé d'un réseau de forêts modèles. Chez moi, il y a une forêt modèle de conifères et il y aura bientôt aussi, si ce n'est déjà fait, une forêt modèle de feuillus. Je viens du nord-ouest du Nouveau-Brunswick. Ces deux forêts modèles font-elles partie du réseau dont vous nous parliez?

**M. Cox:** Je ne saurais vous le dire. Au Nouveau-Brunswick, la forêt modèle se trouve dans le sud, mais je pense également qu'on a commencé à en créer une dans le nord. Je ne connais pas très bien les détails.

**Le sénateur Day:** Cela fait partie de l'Université de Moncton à Edmundston qui a toute une série de boisés.

**Le sénateur Ringuette:** Mais font-ils partie de votre réseau?

**Mr. Cox:** I suspect they would be.

**Senator Day:** They are not now.

**Mr. Cox:** Are they trying to apply for model forest status? Is that the case?

**Senator Ringuette:** I will check that out.

Regarding which species would be acting as more of a sink, I gather from both your presentations that a same-species plantation is less of a sink than a natural growth forest.

**Mr. Cox:** I think it depends on the age. As Mr. Stocks was intimating, during establishment of a plantation, it would be a weaker sink than something that is 20 or 30 years old in an active growing phase with a closed canopy, which manages captured CO<sub>2</sub>. It is dependant on the age structure of the population rather than just whether it is hardwood or softwood.

**Senator Ringuette:** Which area of New Brunswick are you studying or is under consideration in your model?

**Mr. Cox:** In my die-back study, I am involved in looking at yellow birch and white birch over its whole range, which includes New Brunswick right through to Ontario. We are actually mapping climatic events to the birch decline. We are using historical declines to verify the model, and then we will use that model to develop a risk assessment for future climates.

**Senator Ringuette:** I have a small question about the communication aspect of the research that is being done. We have heard many scientists who are each studying their specific field. I wonder about that: the communication, the centralization of that expertise and knowledge into one centre across departments, and then going outbound to the users, the communities, and the corporations. Do you have a communication plan in your department?

**Mr. Cox:** Yes, we have. We are learning rapidly now to increase our communications skills both on the web and as scientists going out to communities. We recently had a meeting with the Nova Scotia pulp and paper industry on climate change issues — last week, in fact. We are starting to get out and visit the forest managers and woodlot owners to try to get them interested in climate change issues.

Such questions as you have asked may or may not be answerable. We do not know until we have looked at sink strengths by flux net operations what are good sinks and what are not good sinks. Some you can guess at by the rate of growth of these stands, but what about carbon? Is carbon associated with that growth? How much carbon is being taken up? How much carbon is being released? Not until we get these flux net towers in

**M. Cox:** J'imagine, oui.

**Le sénateur Day:** Mais pas pour l'instant.

**M. Cox:** Ont-ils demandé à ce que cette forêt soit considérée comme forêt modèle? Le savez-vous?

**Le sénateur Ringuette:** Il faut que je vérifie.

Pour en revenir aux essences qui constituent un meilleur piège à carbone, d'après ce que vous nous avez dit, je dois conclure qu'une forêt naturelle est un meilleur piège à carbone qu'une forêt artificielle homogène.

**M. Cox:** Tout dépend de l'âge des arbres. Comme le laissait entendre M. Stocks, lorsqu'on commence à faire un boisement, le piège à carbone est plus faible qu'il ne le sera 20 ou 30 ans plus tard lorsque les arbres ont poussé et forment un couvert végétal qui retient le dioxyde de carbone. Tout dépend de l'âge des arbres qui composent la forêt, beaucoup plus que de sa composition, feuillus ou conifères.

**Le sénateur Ringuette:** Au Nouveau-Brunswick, quelles sont les régions qui sont à l'étude ou envisagées pour votre modèle?

**M. Cox:** Dans mon étude sur le dépérissement, j'étudie tout le territoire d'implantation du bouleau jaune et du bouleau blanc, ce qui inclut le Nouveau-Brunswick et va jusqu'en Ontario. Nous sommes d'ailleurs en train de cartographier le dépérissement du bouleau en fonction de l'évolution climatique. Nous avons recours aux statistiques historiques relatives au dépérissement pour corroborer le modèle, et nous utiliserons ensuite ce modèle pour faire une évaluation des risques pour les climats futurs.

**Le sénateur Ringuette:** J'aurais une petite question à vous poser au sujet de l'élément communication des travaux de recherche en cours. Nous avons entendu de nombreux scientifiques qui étudient chacun un domaine spécialisé. Voici donc ma question: la communication, la centralisation de ce savoir à un seul endroit pour permettre ensuite sa diffusion aux utilisateurs, aux communautés et aux entreprises, votre service a-t-il un plan de communication dans ce sens?

**M. Cox:** Effectivement. Nous apprenons rapidement à améliorer nos moyens de communication, aussi bien par ordinateur que par des conférences données par les scientifiques dans les collectivités. Nous avons également eu très récemment une réunion sur le problème du changement climatique avec les représentants de l'industrie des pâtes et papiers de la Nouvelle-Écosse — c'était la semaine passée en fait. Nous commençons à rendre visite aux aménagistes forestiers et aux propriétaires de boisés pour essayer de les sensibiliser aux problèmes causés par le changement climatique.

Mais le genre de questions que vous posez ne se prête pas toujours à une réponse. En fait, nous ignorons tout tant que nous n'avons pas calculé les flux nets qui nous permettent de déterminer la capacité d'absorption d'un piège à carbone et donc de dire si telle ou telle forêt est un bon piège ou non. Dans certains cas, on peut le deviner en fonction du taux de croissance moyen de ces peuplements, mais cela ne nous dit rien au sujet du

position and over a varying type of forestry practice, over different ages and soil types, will we know what the real source sink relationships are.

**Senator Fairbairn:** Those were interesting briefs. I am from Western Canada, from the deep south of Alberta. I know that your focus is on Atlantic Canada, but I wanted to ask you both a few questions that, in a sense, are connective with the whole country.

As you probably know, in parts of western Canada, we have for years now been suffering from severe drought.

Whereas, we focus on that almost stoically now. In the last few years that word has extended across Canada. Travelling in Labrador, Nova Scotia and New Brunswick, I kept hearing about the bad drought situation that they have been having in the last three years.

That has a great affect on agricultural communities. It also has a profound effect on forestry areas in Atlantic Canada, as well. A possibility of fire follows that kind of climate change.

Would you care to comment on that interaction in terms of the existing forests in Atlantic Canada? If you combine the stress from drought in agriculture with the stress on the forest regions from climate change or from fire, what kind of a picture do you draw in Atlantic Canada, or is that more of a Western Canada threat?

**Mr. Stocks:** Fire is more of a problem in west central Canada because the shield country, in particular, the boreal shield country, tends to have the most continental climate. We are seeing major increases in areas burned occurring more out there.

The maritime provinces periodically have a significant fire year. However, most of the time when looking at the areas burning around the country, they will most likely be from northwestern Ontario and northern Quebec up towards the Northwest Territories. Part of that is drought-related.

However, drought is overly credited as being of significance to fire. To have significant fires, all you need is a week or two without rain. If you miss one or two rain events in an area, it will be prime for a forest fire.

It concerns us when looking at the future models — not just the increase in temperature, but the fact that it will destabilize the atmosphere to the point that we will see more extreme events. We will see extreme droughts. In other areas, we may see extreme flooding. We may look at the precipitation record, and not that the precipitation is actually increasing on an annual basis in a certain area.

carbone. Est-ce que le carbone est associé à la croissance? Quelle est la quantité de carbone qui est absorbée? Quelle est la quantité qui est dégagée? Tant que nous n'aurons pas ces tours de flux net, ces bilans énergétiques, pour une large palette de pratiques forestières, pour des peuplements d'âge différent et des types de sol différents, nous ne pourrions pas déterminer avec précision le véritable lien de cause à effet entre la source et le piège.

**Le sénateur Fairbairn:** Voilà des mémoires fort intéressants. Moi je suis originaire de l'Ouest, du fin fond du sud de l'Alberta. Je sais que vous travaillez surtout au niveau de la région de l'Atlantique, mais je voudrais néanmoins vous poser à tous deux quelques questions qui, dans un certain sens, ne sont pas sans rapport avec la situation nationale.

Comme vous le savez sans doute, certaines parties de l'Ouest sont depuis plusieurs années victimes de graves périodes de sécheresse.

Maintenant, nous leur réservons une attitude presque stoïque. Au cours des dernières années, cette tendance s'est répandue partout au Canada. Au Labrador, en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick, on me parle des grandes sécheresses, des trois dernières années.

Cela a un effet marqué sur les collectivités agricoles. L'effet est aussi important sur les régions forestières de l'Atlantique. Après ce genre de changement climatique, il y a un risque d'incendie.

Pourriez-vous nous parler de cette interaction, au sujet des forêts du Canada atlantique? Si vous associez le stress découlant de la sécheresse pour l'agriculture et le stress pour les régions forestières découlant d'un changement climatique ou d'un incendie de forêt, que pouvez-vous dire de la situation dans l'Atlantique? Est-ce que cette menace existe surtout pour l'ouest du pays?

**M. Stocks:** L'incendie est un risque plus grave pour le centre-ouest du Canada, parce que les régions boucliers, particulièrement les régions boréales, ont davantage un climat continental. C'est dans cette région qu'on voit une plus grande augmentation des superficies brûlées.

Périodiquement, les provinces maritimes ont une année où les incendies sont importants. Mais la plupart du temps, quand on observe les incendies pour l'ensemble du pays, ce sont surtout le nord-ouest de l'Ontario et le nord du Québec, jusqu'aux Territoires du Nord-Ouest, qui sont touchés. Cela résulte en partie de la sécheresse.

On fait peut-être trop porter le blâme à la sécheresse, pour les incendies. Pour avoir des incendies majeurs, il suffit d'une ou deux semaines sans pluie. Une ou deux semaines sans précipitations rendent un endroit propice aux incendies de forêt.

Cela nous préoccupe quand on songe aux modèles présentés pour l'avenir. Il n'y a pas que l'augmentation de température, mais aussi la déstabilisation atmosphérique qui favorisera des phénomènes météorologiques extrêmes. Nous connaissons de graves sécheresses. Ailleurs, il y aura de graves inondations. On peut observer le record de précipitations, sans tenir compte d'une augmentation réelle des précipitations annuelles, dans un secteur donné.

The regularity with which you get the precipitation is the critical factor in terms of forest fires. If you do not get it regularly, you are in trouble. We see in models that the extreme events will be more frequent.

From an agricultural standpoint, I can understand that drought is critical. Across most of the boreal forest area and most of the temperate forest area in Canada, it is a factor that we consider in setting the fire danger ratings, but it is not the most critical, highly reactive factor that we monitor on a daily basis.

That is one of the problems. When you are looking at climate change, you are looking at future climate. Climate is an average of weather over a period of time. Weather drives fire activity, not the climate.

These models give you broad climate, not future daily weather. There is no way that will happen any time soon. We are forced to interpolate from these broader models over longer time periods without the temporal resolution that we would like to have. We try to extrapolate that to daily fire activity. It is difficult.

We are trying to give to the policy makers some ideas about the major drivers of fire activity. Drought is one of them, but there are many others. We are trying to look at where those drivers will be 100 years from now to see if there will be an increase of 40 per cent or whatever, to give them ballpark estimates of what to expect.

The variability will be the critical issue. We are highly variable from year to year, currently. That variability is likely to increase with the changing climate, because everything that they are talking about predicts increases in extreme events.

**Mr. Cox:** I agree that variability is the key issue. Year to year, variability causes problems. If a species has evolved in a particular area to deal with certain limits on the type of conditions within which it lives, something outside that causes severe damage. A midwinter thaw removes the snow cover and freezes the roots. The snow is gone. In the spring, the system may be dry.

These kinds of events tend to mess up the expected conditions under which species evolve. These events that lie outside the normal tend to have stronger impacts on these species than just a change in mean conditions. Plants adapt to a certain arrangement of environment. If you throw in a few years where their environment is severely changed, it can cause major problems.

Die-back and decline in trees also leads to increased fuel quantities that feed into the fire cycle as well. Stressed trees are also open to insect attack. Many trees in the west are weakened by climatic events. The beetle tends to get into the stands.

Pour les incendies de forêt, le facteur critique, c'est la régularité des précipitations. S'il n'y a pas de précipitations régulières, on peut s'attendre à des problèmes. Dans les modélisations, on constate que des phénomènes extrêmes seront plus fréquents.

Du point de vue agricole, je comprends que la sécheresse soit un élément critique. Pour la plus grande partie de la forêt boréale et de la forêt tempérée au Canada, c'est un facteur que nous prenons en compte dans l'évaluation des dangers d'incendie, mais ce n'est pas le plus important, ni un facteur très réactif qui est surveillé quotidiennement.

C'est l'un des problèmes. Quand on pense au changement climatique, on pense au climat que l'avenir nous réserve. Or le climat, c'est la moyenne des conditions météorologiques pour une certaine période. Ce sont les conditions météorologiques qui déterminent les risques d'incendie, non le climat.

Ces modèles nous donnent une idée d'ensemble du climat, et non des conditions météorologiques quotidiennes que nous vivons. Cela ne risque pas de se produire de sitôt. Nous sommes forcés de recourir à l'interpolation, à partir de modèles couvrant de grandes périodes, sans la résolution temporelle précise que nous souhaiterions. On s'efforce d'extrapoler, pour les incendies, au quotidien. C'est difficile.

Nous essayons de donner aux décideurs une idée des principaux facteurs d'incendie. Il y a certes la sécheresse, mais il y en a de nombreux autres. Nous essayons de voir où en seront ces facteurs dans un siècle, pour savoir s'il y aura une augmentation de 40 p. 100, par exemple, pour qu'ils disposent de prédictions approximatives.

La variabilité sera le facteur critique. Actuellement, il y a une grande variabilité, d'une année à l'autre. Cette variabilité risque d'augmenter avec le changement climatique, parce que tout ce dont on parle laisse prévoir une augmentation des phénomènes extrêmes.

**M. Cox:** Je crois aussi que la variabilité est la question clé. D'année en année, la variabilité cause des problèmes. Si une espèce a évolué dans une région donnée, en composant avec certaines limites dans ses conditions de vie, toute variation lui causera des torts. Un dégel hivernal élimine la couverture neigeuse et laisse geler les racines exposées. Il n'y a plus de neige. Au printemps, il peut y avoir une sécheresse.

Ce genre d'événements bouleverse les conditions normales dans lesquelles les espèces évoluent. Ce genre d'écart par rapport à la norme a une incidence plus grave sur ces espèces qu'un simple changement moyen des conditions. Les plantes s'adaptent à certaines conditions de leur environnement. Si pendant quelques années, cet environnement est bouleversé, cela cause de graves problèmes.

Le dépérissement des arbres augmente aussi la quantité de combustible disponible en cas d'incendie. En conditions de stress, les arbres sont vulnérables aux insectes. Beaucoup d'arbres dans l'Ouest sont affaiblis par les phénomènes climatiques. Les coléoptères envahissent les peuplements.

**Senator Fairbairn:** On page 14 of your brief, you make a reference to the impacts of stresses and changes on the viability of forest-based communities. In your models, can you estimate any population shifts, even within a region, as a result of some of the science in which you are currently involved?

**Mr. Cox:** No, not at the moment. The only major impact on population that we can predict with accuracy is sea level rise. That causes problems in coastal communities on how to deal with encroachment by the sea.

Marginally, some forests may be affected. It is difficult to say what the impact of decline would be on a community. We lost much wood in the 1930s birch decline. That was large yellow birch destined for the manufacture of plywood for the war effort.

At that particular time we lost a lot of valuable birch to that decline. It does threaten resources from time to time. The sugar-maple decline threatened closure of the Quebec sugar maple plantations.

The ice storm, another extreme event, closed down many of the sugar maple plantations. These extreme events do have impacts locally. However, they are at different times and different places, so it is hard to predict or adapt to that kind of scenario, except that people who are using the forests must be more flexible in terms of what they feel they should be doing. They should be willing to cooperate, to overcome some of the problems.

**Senator Wiebe:** I have all kinds of questions, but I do not think we have the answers. I think the answer we are looking for is: How in the world will we adapt? If the problem were just global warming, that will happen gradually. We can adapt to that. We can find new crops to grow, new areas to grow them in and this sort of thing. We do not have to worry about losing any moisture, because it has nowhere to go. It may fall in a different place. We could adapt to that, as well.

The thing that concerns me is how in the world will we adapt to the more frequent extreme events? That is a far greater problem in your comments. You talked about frost and winter-kill. This could affect large areas. In my community, for example, the forestry may not be able to bounce back. In the southern part of Ontario or Saskatchewan, where you worry about a crop for that particular year, you can re-seed that crop next year. In forestry, you cannot bounce back that quickly. We are trying to grapple with these things as a committee.

**Mr. Cox:** We have to be willing to collaborate a lot more within the forest industry to cope with these events and be more flexible in our approach to forestry management. There is not much we can do about events that might suddenly crop up, except that individuals involved in using the forest for recreation and production should be more flexible in terms of what they may expect and be able to collaborate to overcome some of the problems. They will not go away. They will increase in number, in

**Le sénateur Fairbairn:** À la page 14 de votre mémoire, vous parlez des impacts des stress et des changements sur la viabilité des collectivités forestières. Dans vos modèles, grâce aux données sur lesquelles vous travaillez, pouvez-vous évaluer des changements dans la population, même au sein d'une région?

**M. Cox:** Non, pas encore. La seule incidence majeure qu'on puisse prédire avec exactitude, pour la population, c'est l'effet de l'augmentation du niveau de la mer. Cela causera des problèmes dans les secteurs côtiers, qui devront composer avec l'avancée de la mer.

Il est possible que certaines forêts soient touchées. Il est difficile toutefois de dire quel effet leur dépérissement aurait sur la collectivité. Nous avons perdu beaucoup de bois dans les années 30, à cause du dépérissement du bouleau. Une grande quantité de bouleaux jaunes était destinée à la fabrication de contreplaqué, dans le cadre de l'effort de guerre.

À l'époque, nous avons perdu beaucoup de précieux bouleaux. De temps en temps, c'est le genre de chose qui menace la ressource. Le déclin des érables à sucre a fait craindre la fermeture des acéricultures québécoises.

Et un autre événement extrême, la crise du verglas, a fait fermer bon nombre d'acéricultures. Ces phénomènes ont une incidence à l'échelle locale. Mais comme ils se produisent à différents moments, en différents endroits, il est difficile de prédire ce qui se passera ou de s'adapter à ce genre de scénario; on ne peut que conseiller à ceux qui vivent de la forêt de faire preuve de plus de souplesse dans leur planification. Ils doivent être prêts à collaborer, pour surmonter certains problèmes.

**Le sénateur Wiebe:** J'ai de nombreuses questions, mais je ne crois pas qu'elles trouveront des réponses. Ce que nous cherchons à savoir, je crois, c'est comment pourrions-nous donc nous adapter? S'il ne s'agissait que de réchauffement de la planète, ce serait graduel. On peut s'adapter à cela. On peut trouver de nouvelles plantes à faire pousser, de nouvelles régions où les faire pousser, par exemple. On n'aurait pas à craindre la perte d'humidité, qui n'aurait nulle part où aller. Les précipitations tomberaient ailleurs. On pourrait s'adapter à cela, aussi.

Ce qui me préoccupe, par contre, c'est notre capacité à nous adapter à une augmentation de la fréquence des phénomènes extrêmes. C'est un plus grand problème, que vous avez soulevé. Vous avez parlé de gel et de destruction hivernale. Cela pourrait toucher de grandes régions. Dans ma collectivité, par exemple, le secteur forestier pourrait ne pas pouvoir s'en remettre. Dans le sud de l'Ontario et de la Saskatchewan, quand on s'inquiète, une année, pour une récolte, on sait qu'on pourra réensemencer l'année suivante. En sylviculture, on ne peut pas réagir aussi vite. Le comité est aux prises avec ce genre de problème.

**M. Cox:** Il faut que le secteur forestier soit prêt à collaborer beaucoup plus pour s'adapter à ces phénomènes, à faire preuve de plus de souplesse dans la gestion des forêts. On ne peut pas faire grand-chose au sujet de phénomènes qui pourraient se produire subitement, mais ceux qui se servent des forêts à des fins récréatives ou commerciales doivent être plus souples quant à leurs attentes et être prêts à collaborer pour surmonter certains problèmes. Les tempêtes de verglas, et autres causes de chablis,

terms of ice storms and blow-downs, because of the increased energy within the hydroelectric cycle. That is even of concern to some mariners. I sail a boat down the Eastern Seaboard and get concerned when I see hurricanes and tornados this time of year. It is a little early for such extreme events to occur. That is of concern to a lot of forestry operators.

**Mr. Stocks:** That is a good point.

One of the problems about adapting is that we realize that there may be nothing we can do about adapting right now, other than just being aware of the likelihood of this happening. When you look at the fire business, we are trying to give scenarios to provincial agencies, in terms of what is likely to happen down the road. We have tried to think through the whole process. If there is more fire, and spending more money on it is not effective, then where does it lead? It leads to carbon loss and the like. Eventually it leads to a reassessment of what values at risk you choose to protect.

If you can grow forest in an area 75 per cent of the time, and then you suddenly find out that the risk is 40 per cent that you can grow it to 80 years without having fire, insects or something destroy that forest, then the forest companies eventually will adapt and say, "We cannot afford to grow trees here." We will grow trees in Guatemala or something like that. We are trying to think those things through. What we come up with in the fire business is scary, because if the climate changes in the way we anticipate, our ability to adapt will be fairly limited unless we are willing to change the status quo of what we consider lands for forest industry and things like that. We will have to reassess that constantly as we go along. It is an important issue.

**Senator Wiebe:** It really is. You made the comment that the forest industry can pick up and adapt somewhere else. The concern is that the community is not so mobile. What do we do with that community when we decide to leave?

The same thing applies in my province. If Palliser is right and it happens to be a desert, what do you do with the entire grain infrastructure there? Where do you move it?

Let us look at the cod industry, for example. Look what happened there.

**The Chairman:** Look at a mining town when they run out of minerals.

**Senator Wiebe:** Maybe we, as policy makers, should be putting policies in place to look after the community in the event that something like that happens. We are looking for ideas. If you have a great one, then let us know, because we can sure use it.

**Mr. Stocks:** I think you are exactly right. The effect is going to be on the communities. The multinational companies will go somewhere else and find some other way to grow trees. If we have

par exemple, se multiplieront en raison de l'augmentation d'énergie dans le cycle hydro-électrique. C'est même une préoccupation pour les marins. Je navigue sur la côte Est et je suis bien préoccupé quand je vois des ouragans et des tornades à ce temps-ci de l'année. Il est un peu tôt pour ce genre de phénomènes extrêmes. C'est aussi une préoccupation pour les exploitants du secteur forestier.

**M. Stocks:** Votre remarque est très pertinente.

Pour ce qui est de l'adaptation, nous nous rendons compte qu'il se pourrait bien que nous ne puissions qu'être conscients de la possibilité que cela se produise. Dans le domaine des incendies, par exemple, nous essayons de donner aux organismes provinciaux des scénarios sur ce à quoi ils peuvent s'attendre pour l'avenir. Nous avons essayé d'analyser tout le processus. S'il y a davantage d'incendies et que dépenser davantage d'argent pour les combattre est inefficace, à quoi cela mène-t-il? Il en résultera une perte de carbone et des conséquences du genre. En définitive, cela mène à une réévaluation des valeurs à risque que l'on choisit de protéger.

S'il est possible de faire pousser des arbres dans une région 75 p. 100 du temps et qu'on découvre soudainement qu'il n'y a que 40 p. 100 de chances qu'ils survivent 80 ans sans incendie, insectes ou autre menace, les compagnies forestières s'adapteront à cette nouvelle réalité et concluront qu'elles n'ont plus les moyens d'y faire pousser des arbres. Elles choisiront plutôt d'exploiter leurs activités au Guatemala ou un endroit semblable. Nous essayons de réfléchir à toutes ces choses. Nos conclusions en matière d'incendie sont peu rassurantes parce que si nos scénarios de changement climatique s'avèrent, notre capacité d'adaptation sera assez limitée à moins qu'on ne soit prêts à abandonner le statu quo sur les terres exploitées par l'industrie forestière. Il faudra constamment réévaluer ce genre de choses suivant l'évolution du climat. C'est un enjeu important.

**Le sénateur Wiebe:** Tout à fait. Vous avez observé que l'industrie forestière pourrait déménager ses activités ailleurs. L'ennui, c'est que la collectivité n'est pas aussi mobile. Qu'advient-il de cette collectivité lorsque la société forestière pliera bagages?

La même chose s'applique dans ma province. Si Palliser est effectivement un désert, que fera-t-on de toute l'infrastructure céréalière qui s'y trouve? Où la déplacera-t-on?

Prenons l'exemple de la morue. Regardez ce qui est arrivé.

**Le président:** Songez aux villes minières lorsqu'elles épuisent toutes leurs ressources.

**Le sénateur Wiebe:** Puisque nous sommes responsables des politiques, peut-être devrions-nous songer à inclure des mesures d'aide aux collectivités qui se trouvent dans ce genre de situation. Nous sommes à la recherche d'idées. Si vous en avez une bonne, dites-le-nous puisque nous en avons bien besoin.

**M. Stocks:** Je crois que vous avez tout à fait raison. Ce sont les collectivités qui seront le plus touchées. Les multinationales trouveront un autre endroit où faire pousser leurs arbres. Notre

been a natural-resource-based economy for all this time, this is probably a little bit of a wakeup call that we need to plan for secondary uses of these communities.

It may well be that, right now, if you look at the fire cycle in northwestern Ontario, there is probably not a timber company that would choose to put a mill in up there. However, because mills have been there for 40 years, there is a political incentive to maintain the mills, because of the communities around them. Nevertheless, the business decision about building a new mill probably would not be made.

You are hamstrung, because you have a community that is dependent. The community cannot go somewhere else. It is a dilemma.

We do not mean to be alarmist, but sometimes when you sit and think about what the models are showing and what the impacts are likely to be, it is scary. How people will adapt is really hard to say, but it is something of which we have to make people and policy makers aware.

**The Chairman:** Are you saying that they would not build a new mill in northern Ontario because of increased likelihood of forest fires caused by lightning?

**Mr. Stocks:** Even before the climate change, in the last 30 years of fire records in northwestern Ontario, it is difficult, in terms of wood supply, to protect that forest and guarantee the wood supply. With climate change, it will be less likely that you can succeed at that. As a new business venture, they would go to the insurance people and say, "No, we will not start something there. We do not mind continuing something if we are already into it."

**Senator Day:** I have a follow-up on that question. There are mills there. There is a wood-supply issue. Is there not some work going on to help develop forest practices that would mitigate the damages from more frequent fires? Is somebody not doing some research in that regard, rather than saying, "Well, it will mean more fires; bad luck, guys."

**Mr. Stocks:** There are. That is part of the FireSmart and forest management that honourable senators heard about in Edmonton. You can go out, on the landscape scale. If you know that, as the climate changes over the next 50 years, we will harvest a good portion of the second growth, then you have ways to harvest that. However, the forest industry would have to be willing to do that differently and plant different trees as fuel breaks or whatever.

Things could be done at the landscape scale, but it may well turn out that the fire danger in the future is such that it overcomes even some of the things we were planning. It is hard to say. However, people need to get out and start doing some of that stuff. We have looked at it from a research standpoint, and it looks like it is do-able. Putting those trials on the landscape at a scale that will really matter is a big effort.

économie repose sur les ressources naturelles depuis si longtemps qu'il faut voir cette réalité comme un signal d'alarme: nous devons prévoir une économie de rechange pour ces collectivités.

Dans le cas du nord-ouest de l'Ontario, en raison du cycle des incendies, sans doute qu'aucune compagnie forestière n'y construirait d'usine. Malgré tout, puisque certaines usines y sont depuis 40 ans, des mesures incitatives en faveur de leur maintien sont en place en raison des collectivités qui les font vivre. Toutefois, on ne déciderait probablement pas d'y construire une nouvelle usine.

La dépendance de la collectivité crée des tensions. La communauté ne peut pas se déplacer. C'est un dilemme.

Nous ne voulons pas être alarmistes, mais lorsqu'on étudie les modèles qu'on nous propose et leurs répercussions probables, la situation est effrayante. C'est difficile de prévoir comment les gens s'adapteront, mais il est impératif de sensibiliser à la fois la population et les décideurs.

**Le président:** Nous dites-vous que les compagnies forestières ne construiraient pas de nouvelles usines dans le nord de l'Ontario en raison de l'augmentation du risque d'incendie dû à la foudre?

**M. Stocks:** Avant même que l'on ne commence à s'inquiéter du changement climatique, en consultant les dossiers d'incendie des 30 dernières années du nord-ouest de l'Ontario, on constate qu'il serait difficile de protéger la forêt et de garantir l'approvisionnement en bois. Le changement climatique ne fera qu'exacerber le problème. Les compagnies forestières rassureraient leur assureur en lui disant qu'elles ne construiront rien de nouveau, mais continueront d'exploiter leurs activités dans leurs installations existantes.

**Le sénateur Day:** J'ai une question dans le même ordre d'idées. Il y a des usines dans le nord-ouest de l'Ontario. Il y a une question d'approvisionnement en bois. Ne travaille-t-on pas à développer des pratiques forestières qui limiteraient les dommages causés par des incendies plus fréquents? Ne fait-on pas de recherche en ce sens plutôt que de se dire: «Eh bien, il y aura plus d'incendies; c'est pas de veine».

**M. Stocks:** Des recherches se font. Elles se font dans le cadre des initiatives FireSmart et de la gestion de la forêt dont les honorables sénateurs ont entendu parler à Edmonton. On peut voir la question sous l'angle du paysage. Sachant qu'avec les changements climatiques des 50 prochaines années, nous récolterons une bonne partie de la forêt secondaire, il faut imaginer des moyens de récolte efficaces. Toutefois, l'industrie forestière devrait être disposée à modifier ses pratiques et à planter des arbres différents qui pourraient servir de pare-feu.

L'aménagement paysager pourrait être une solution, mais il se pourrait que dans l'avenir les menaces d'incendie soient si importantes que nos plans actuels ne suffiront plus à la tâche. C'est difficile à dire. Toutefois, il faut encourager les chercheurs à ne pas abandonner. Du point de vue de la recherche, c'est possible. Des essais pratiques de ces scénarios de paysage à une échelle convenable nécessiteront un effort considérable.

**Senator Gustafson:** Where does Canada stand in terms of size? In terms of the world situation, how large are our forests in comparison?

**Mr. Cox:** I think we have one-tenth of the forested land in the world.

**Senator Gustafson:** Are we first, second or third? Where are we?

**Mr. Cox:** We are pretty close to the top. As such, we are custodians of a significant potential mitigation effort, but we are faced with natural events that are beyond our control. What we can do is to at least arrange the plantations that we are putting in now in better ways. The harvesting can be arranged in better ways to prevent blow-down. There is often a tricky management issue in terms of how you harvest wood in such a way as to prevent intrusion by wind and create more blow-downs, or even to open up the forests to cause heat damage to plantations. The size of the cuts and the size of the plantations are always on the forest managers' mind.

Climate change has to be inserted in there, and how those practices will be affected by climate change in the future. We have programs that are selecting tree seedlings to survive in harsher conditions. We are trying different plantation sizes and strip cuts, regeneration, to try to fit what we have selected with the environment, not only now but how to modify that environment into the future. We have research programs that are looking at this.

**Senator Gustafson:** It seems to me that the procedure used — I get this from the studies that we did on the boreal forest, when we travelled to different areas in the north — is quite different in the Maritimes than it might be in northern Alberta or in Saskatchewan. In fact, some recommend that man's intervention in replanting and so on is a negative, because you may plant a certain kind of tree and lose other types of production that have been there for centuries. Where do you stand on that?

**Mr. Cox:** It is a balance between maintaining a forest for commercial benefit and maintaining a carbon sink. Hopefully we can combine both. We can put management practices into place, at least in our highly managed forests, which are sustainable and are capable of acting as good carbon sinks.

Many forests are unmanaged, and we have to study to determine whether it will be a sink or a source of carbon. It is important in terms of our responsibility to the global community to know what that forest is going to do, and potentially how we might want to get into some kind of management of that. We certainly need to know what the sink-source relationships are.

**Mr. Stocks:** Russia, obviously, has more forested area than we do, particularly in Siberia. Their problems are enormous when it comes to climate change, even in comparison to ours. They have a much more continental climate over a much larger land mass than

**Le sénateur Gustafson:** Quelle est l'importance de l'industrie canadienne dans ce domaine? Comment nos forêts se comparent-elles à celles du reste du monde?

**M. Cox:** Je crois que nous possédons un dixième des terres boisées du monde entier.

**Le sénateur Gustafson:** Le Canada est-il au premier, au deuxième ou au troisième rang? Comment se classe-t-il?

**M. Cox:** Nous ne sommes pas loin du premier rang. Pour cette raison, nous sommes responsables d'une grande partie des mesures d'atténuation, mais nous faisons face à des phénomènes naturels sur lesquels nous n'avons aucune prise. Au minimum, nous pouvons essayer de planter nos arbres plus convenablement. Nous pouvons modifier nos techniques de récolte pour éviter les chablis également. La gestion des récoltes est souvent complexe puisqu'il faut tenter de couper les arbres de façon à éviter que le vent n'en renverse d'autres ou que la chaleur n'endommage les autres végétaux en raison des trouées. La taille des coupes et de la végétation fait toujours partie de la planification du gestionnaire forestier.

À présent, il faut aussi penser au changement climatique et à ses répercussions sur les pratiques de récolte. Nous avons des programmes de sélection d'arbres de semis plus résistants aux conditions extrêmes. Nous avons procédé à des essais de taille de plants, de coupes de lisière et de régénération qui répondent à l'environnement que nous avons créé, mais qui tiennent compte des adaptations nécessaires dans l'avenir. Nous avons des programmes de recherche axés sur ces questions.

**Le sénateur Gustafson:** Il me semble que le procédé employé — et je me fie aux études faites sur la forêt boréale dont j'ai pris connaissance lorsque nous avons voyagé dans le Nord —, est bien différent dans les Maritimes par rapport aux méthodes employées dans le nord de l'Alberta ou en Saskatchewan. D'ailleurs, certaines personnes croient que le remplacement des arbres manquants peut être négatif s'il est fait par l'homme puisqu'il peut en résulter une prolifération de la variété plantée au détriment d'autres types de végétaux en place depuis des siècles. Qu'en pensez-vous?

**M. Cox:** Il s'agit d'établir un équilibre entre le maintien de la forêt pour des raisons commerciales et le maintien des puits de carbone. Espérons que nous pouvons conserver les deux. Nous pouvons adopter des pratiques de gestion, du moins dans nos forêts soumises à une gestion intense, qui assureront la pérennité de la forêt tout en étant d'excellents puits de carbone.

Bien des forêts ne sont pas encore gérées et il faudra déterminer si elles doivent avoir une vocation de puits de carbone ou de source de carbone. Du point de vue de notre responsabilité envers la communauté mondiale, il est capital que nous sachions à quoi une forêt servira et, éventuellement, que nous préparions un plan de gestion de celle-ci. Il est évident que nous devons connaître quels sont les liens puits-source.

**M. Stocks:** La Russie dispose évidemment d'une zone arborée plus vaste que la nôtre au Canada, surtout en Sibérie. Le changement climatique occasionne d'énormes problèmes, même par comparaison avec nous. Le climat continental recouvre une

we do, and their system is completely broken. Even under the Kyoto Protocol, they are not really being called to task in terms of meeting commitments, because they cannot.

When you talk about sink-source strength, and I realize this committee is not dealing with Kyoto and that is good, we have a large pool of carbon in the Canadian forest. When we went to Kyoto, people got confused about it, thinking we have all this carbon so we must have a sink. However, the source is the incremental change from year to year. In other words, are you sequestering more carbon in your forest each year than you are releasing to the atmosphere through fires, insects, harvesting, die-back or whatever. It is the change that we are talking about here.

If you are sequestering more carbon over this five-year period than you are losing, then you are a sink. If you are emitting more, you are a source. Many people think that because we have a lot of trees, we should be a sink, but really, our forest, long before man got here, had fires, insects and everything else, and it was in complete balance with the atmosphere and the oceans in terms of carbon cycling. Kyoto does not talk about whether you are a sink or a source based on history, but what you have done since 1990. That is the issue.

We have found that there is precious little from a forestry standpoint that you can do to increase the sequestration across the whole landscape. We have committees together because the energy industry would really like us to find a way for forest management to be a huge sink so they can burn more fossil fuel. We have had that argument with them in the past. We have not been able to find any capability. The big drivers are the disturbances, the fires and the insects. You cannot spray for insects because it is not environmentally friendly any more, and you cannot spend more money on effectively fighting fires. There is precious little wiggle room there when it comes to altering the sink strength.

**Senator Gustafson:** At least you are not blaming the farmers.

**An Hon. Senator:** There is an idea.

**Senator Day:** Mr. Cox, I have two or three questions of clarification.

On page 6 of your presentation, Current Impacts and Adaptation Research, Experimental Manipulation, you are manipulating ozone and CO<sub>2</sub>. I wonder if you can explain that entire page to me. I could not understand what conclusions we could draw from this.

**Mr. Cox:** This is a study in Wisconsin in which the Canadian Forest Service is a partner. This study is an open-air fumigation system where we actually expose different plant species — I think it is aspen, birch and maple — to different concentrations of carbon dioxide and ozone, either singularly or combined. We

masse terrestre bien plus vaste que la nôtre et leur système est complètement disloqué. Même le Protocole de Kyoto n'exige pas que la Russie respecte ses engagements puisqu'elle n'y arrivera pas.

En ce qui a trait à la capacité d'émission et d'absorption de carbone, je comprends que ce comité ne traite pas de Kyoto et c'est bien ainsi, mais nous avons un grand bassin de carbone dans la forêt canadienne. Lors des négociations sur le Protocole de Kyoto, les gens étaient perplexes parce qu'ils croyaient que devant une si grande ressource de carbone, il devait y avoir puits. La source vient plutôt du changement progressif année après année. En d'autres termes, piège-t-on plus de carbone dans nos forêts chaque année qu'on n'en libère dans l'atmosphère par le biais de feux, d'insectes, de récolte, de dépérissement ou autre? C'est de ce changement dont il est question.

Pendant la période de référence de cinq ans, si l'on capture plus de carbone que l'on en émet, on est un puits, et autrement, on est une source. Bien des gens croient que puisque nous avons d'importantes ressources forestières, nous devrions être un puits, mais en réalité, bien avant l'apparition de l'homme, notre forêt devait composer avec des incendies, des insectes et tout le reste, et elle était en équilibre avec l'atmosphère et les océans du point de vue du cycle du carbone. Le Protocole de Kyoto ne détermine pas si un pays est un puits ou une source en vertu de son histoire, mais plutôt en fonction des résultats atteints depuis 1990. C'est la réalité.

Nos recherches nous ont appris que la forêt nous aidera très peu à capturer davantage de carbone à l'échelle du pays. Nous avons créé des comités puisque l'industrie de l'énergie voudrait que l'on gère nos forêts de manière à les convertir en immenses puits de carbone afin de continuer à brûler plus de combustible fossile. Nous avons eu cette discussion avec elle dans le passé. Nous n'avons pas trouvé le moyen d'améliorer la capacité de la forêt. Les principaux facteurs sont les perturbations, les incendies et les insectes. On ne peut plus pulvériser d'insecticides parce que cela est dommageable pour l'environnement et on ne combattra pas les incendies de forêt de façon plus efficace en dépensant plus d'argent. Bien peu de pratiques pourraient améliorer la capacité des puits.

**Le sénateur Gustafson:** Au moins vous ne vous en prenez pas aux agriculteurs.

**Une voix:** Tiens, en voilà une idée.

**Le sénateur Day:** Monsieur Cox, j'aimerais avoir deux ou trois précisions.

À la sixième page de votre exposé, intitulé Recherches actuelles sur les impacts et l'adaptation, Manipulations expérimentales, vous manipulez l'ozone et le CO<sub>2</sub>. Pourriez-vous m'expliquer ce que signifie cette page? Je n'arrive pas à comprendre quelles conclusions l'on devait en tirer.

**M. Cox:** Il s'agit d'une étude menée au Wisconsin à laquelle le Service canadien des forêts participe. Il s'agit d'une étude sur un système de fumigation en plein air dans le cadre duquel diverses variétés végétales — il s'agit de trembles, de bouleaux et d'érables si je ne m'abuse — sont exposées à des degrés divers de

found that ozone may actually cancel out the benefits of CO<sub>2</sub> fertilization. CO<sub>2</sub> increases water efficiency and production, if you just increase the CO<sub>2</sub>.

**Senator Day:** You are increasing CO<sub>2</sub> within the environment.

**Mr. Cox:** Within the ring, yes.

**Senator Day:** You are saying this might be a natural occurrence. You increase CO<sub>2</sub>, which is global warming.

**Mr. Cox:** We are trying to simulate times-two and times-three scenarios in terms of climate change and greenhouse gas emissions.

**Senator Day:** CO<sub>2</sub> is a fertilizer, so it helps the plants grow faster. That increases water efficiency because you have more roots in the ground. Is that the tie-in with water?

**Mr. Cox:** No, it is because the stomates do not have to be open, so plants can conserve water. It is a more efficient use of the water because the stomates do not have to be open for so long. CO<sub>2</sub> tends to increase water use efficiency. Ozone, on the other hand, causes the stomates to stop operating, and therefore, the gains that you might get with CO<sub>2</sub> are somewhat reduced. However, ozone also increases plant defence mechanisms and antioxidants, uses up carbohydrates in the leaves and robs carbohydrates from the roots.

It changes resource allocations within the plant. Plants produce fewer roots and, therefore, are more susceptible to nutrient and water deficiency.

The changed chemistry of the leaves changes plant-pest and plant-defoliator interactions. It could be positive or negative depending on the species involved. The ozone acting on these plants changes attractability and the digestibility of the foliage by increasing or decreasing the amounts of toxic chemicals, such as tannins, within the leaves.

You might expect some unexpected events. Suddenly, an insect becomes a problem where it was not a problem before. Some problems might go away. The study did actually look at the potential to alter insect community compositions within the rings.

We are cancelling out some of the increased carbon dioxide that may accrue due to greenhouse gas emissions of the ozone, which changes the chemistry of the plants and the ozone emission within the plants. Some of my research is involved with looking at that change in allocation. I am examining the reduction of roots as a predisposition to dieback.

If you are reducing root mass and root carbohydrates, you are decreasing the plant's ability to explore the soil for water in the spring and developing spring root pressure, which it uses to recover its embolized xylem. Hardwoods in Canadian conditions become air-filled in the winter. Birches, maples and ashes use root

concentrations de dioxyde de carbone et d'ozone, seules ou en combinaison. Nous avons découvert que l'ozone pourrait annuler les avantages de la fertilisation par le CO<sub>2</sub>. L'augmentation des niveaux de CO<sub>2</sub> accroît le bilan hydrique et la production.

**Le sénateur Day:** Vous augmentez le niveau de CO<sub>2</sub> dans l'environnement.

**M. Cox:** Dans la zone étudiée, effectivement.

**Le sénateur Day:** Vous dites que cela se produira peut-être naturellement. Le réchauffement planétaire découle de l'augmentation des niveaux de CO<sub>2</sub>.

**M. Cox:** Nous multiplions les niveaux de CO<sub>2</sub> par deux et par trois dans différents scénarios visant à simuler le changement climatique et les émissions de gaz à effet de serre.

**Le sénateur Day:** Le CO<sub>2</sub> est un engrais, donc il favorise la croissance des plantes. Cela augmente l'efficacité de la circulation de l'eau parce qu'il y a davantage de racines dans le sol. Ai-je bien compris le lien avec l'eau?

**M. Cox:** Non, c'est que les stomates n'ont pas besoin de s'ouvrir, et, ainsi, les plantes retiennent l'eau. L'utilisation de l'eau est plus efficace parce que les stomates ne restent pas ouverts aussi longtemps. Le CO<sub>2</sub> tend à améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau. L'ozone, quant à elle, interrompt le fonctionnement des stomates, et conséquemment, les avantages obtenus grâce au CO<sub>2</sub> sont réduits. Toutefois, l'ozone améliore les mécanismes de défense et les antioxydants, en plus d'assimiler les hydrates de carbone qui se trouvent dans les feuilles et de s'appropriier ceux qui se trouvent dans les racines.

Elle modifie la répartition des ressources au sein de l'arbre qui produit moins de racines et est donc plus exposé à des carences en nutriment et en eau.

L'altération des processus chimiques modifie à son tour les interactions entre les parasites et les défoliants. Cela peut être négatif ou positif selon l'espèce touchée. L'effet de l'ozone sur ces arbres modifie la capacité d'attraction et la digestibilité du feuillage, en augmentant ou en diminuant les quantités de produits chimiques toxiques dans les feuilles, comme les tanins.

On peut s'attendre à des phénomènes imprévus. Un insecte auparavant sans danger peut tout à coup devenir problématique. Certains problèmes peuvent disparaître cependant. L'étude a aussi porté sur la possibilité que les peuplements d'insectes soient modifiés au sein des cercles.

Nous neutralisons l'augmentation d'une partie du dioxyde de carbone résultant des gaz à effet de serre de l'ozone, qui affecte la chimie des semis et les émissions d'ozone au sein de ces arbres. Une partie de ma recherche porte sur les changements dans la répartition des gaz. J'étudie aussi la réduction des racines comme prédisposition au dépérissement.

En réduisant la masse racinaire et les hydrates de carbone des racines, on diminue la capacité pour l'arbre de s'étendre dans le sol à la recherche d'eau au printemps et de produire des racines printanières à forte pression, qui servent à remettre en état les xylèmes embolisés. En effet, pendant l'hiver canadien, les feuillus

pressure in the spring to refill those xylem vessels, which is the water conduction system. If that system does not refill, the plants go into a dieback situation.

**Senator Day:** We understand the increased carbon dioxide. We have been looking at that as a contributing factor towards climate change. Is the ozone mimicking something that might happen in nature or are you saying, "I will get a tank of ozone and go out and try to reduce the effects of CO<sub>2</sub>"?

I am trying to think of the practical outcome of your experiment, and how it will help the forester. While you were talking, I was trying to think what you learned that would help the forester?

**The Chairman:** Particularly in relation to the spruce one.

**Senator Day:** Exactly. The stress chambers, and so on.

**Mr. Cox:** With ozone you can predispose these plants to other stresses, which include water stress and nutrient stress.

Most pollution, be it acid rain, ozone or nitrogen deposition, actually decreases root mass. Under the climate change scenarios where you might get increased evapo-transpiration and a drier environment, a reduced root mass is fairly serious.

This leads to an additive effect on the decreased health of these trees. This effect is measurable after one or two years of experimentation. A tree lives for 100 years. These effects are cumulative.

In areas where there is high pollution deposition, these effects are hidden until such time as an extreme event harvests them. It might demonstrate itself as a major decline in birch or sugar maple. However, some climatic event usually pushes them over their adaptive limits into a decline situation.

This will happen during a transition of a standing crop to a changing climate. As the climate changes, these additive stresses will add up and cause changes and gaps within the forest to allow migration of more southerly and more adapted species into those gaps. In that process, we may suffer a reduction in forest productivity and a reduction in carbon sequestration.

**Senator Day:** Did you not say that climate change is going to be a lot of variations over a year, as opposed to a significant rise in temperature?

**Mr. Cox:** The temperature in the Maritimes will actually decrease in the summer but increase in the winter.

**Senator Day:** I am sorry to hear that.

se remplissent d'air. Au printemps, les espèces telles que le bouleau, l'érable et le frêne remplissent à nouveau les vaisseaux de leurs xylèmes, le système assurant la circulation au moyen de la pression des racines. Si les xylèmes ne se remplissent pas, les arbres dépérissent.

**Le sénateur Day:** Nous comprenons l'augmentation du dioxyde de carbone. Nous avons étudié son incidence sur le changement climatique. Est-ce que l'ozone reproduit ce qui pourrait se passer dans la nature, ou dites-vous qu'on pourrait utiliser des réservoirs d'ozone pour essayer de limiter les effets du CO<sub>2</sub>?

Je pense ici aux conséquences pratiques de votre expérience et à la façon dont elle pourrait venir en aide aux travailleurs forestiers. Pendant que vous parliez, je me demandais ce que vous avez appris qui pourrait leur être utile?

**Le président:** Surtout par rapport à l'exploitation de l'épinette.

**Le sénateur Day:** Justement. Je pensais aux chambres de stress et à tout le reste.

**M. Cox:** Grâce à l'ozone, on peut prédisposer des arbres à subir d'autres stress, y compris ceux causés par l'eau et les nutriments.

La plupart des formes de pollution, qu'il s'agisse des pluies acides ou des rejets d'ozone et d'azote, diminuent la masse racinaire. Dans l'hypothèse du changement climatique, où l'on risquerait d'assister à une évapotranspiration plus poussée et de connaître un climat plus sec, la réduction de la masse racinaire serait assez grave.

De tels effets de la pollution aggravent les problèmes des arbres et nos travaux peuvent les mesurer après seulement un an ou deux. Or un arbre vit 100 ans, et les effets dont j'ai parlé sont cumulatifs.

Dans les régions très polluées, ces effets demeurent cachés jusqu'au moment où un phénomène extrême entraîne la disparition de l'arbre. On assistera peut-être alors à une forte réduction du nombre de bouleaux ou d'érables à sucre, mais dans certains cas, un événement climatique peut aussi détruire leur capacité d'adaptation et entraîner leur dépérissement.

Ce genre de chose affectera les arbres encore debout pendant une transition vers un changement climatique. Au fur et à mesure que le climat se modifie, les stress cumulés entraîneront des changements et finiront par causer des trouées dans la forêt, qui accueilleront des espèces provenant du Sud et plus adaptées au nouveau climat. Le processus pourra avoir pour effet une plus faible productivité forestière et une moindre capacité de piégeage du carbone.

**Le sénateur Day:** N'avez-vous pas affirmé que le changement climatique se manifesterait par de fortes variations au cours d'une année plutôt que par une augmentation marquée de la température?

**M. Cox:** La température dans les Maritimes va effectivement diminuer pendant l'été et augmenter en hiver.

**Le sénateur Day:** Je suis désolé d'entendre cela.

**Mr. Cox:** The cold area off Newfoundland is due to the outflow from the North Atlantic ice.

**Senator Day:** Mr. Stocks, could you explain page No. 10? It flows from a question that was asked of you. I could not understand all of the lines here.

**Mr. Stocks:** I am sorry, but it probably is not as visible as it would be in colour.

If you look at the top left graph, you have lines for cut-over. That is the bottom line that you can see there. The red line represents fires.

**Senator Day:** We have no red.

**Mr. Stocks:** You cannot see that, yes. That is unfortunate.

**Senator Day:** Should I see you afterwards, and you can explain this to me?

**Mr. Stocks:** It means that we are accumulating what we think is the area burned and the area affected by insects each year from 1920 along with area harvested, which is relatively constant. Even though we do not know where that triangle is between 1920 and 1965 we know that we are missing data. We suspect that the line should be higher.

You can see that post 1970, the lines are quite a bit higher. Those are the major disturbances that are occurring. There is more area burned and more insect areas affected.

If you use the numbers from 1920 to 1965, you can see that we appear to be a sink for carbon at that stage. Starting in 1970 when these vastly increased numbers occur, they drive down the sink to the point where you are a modest sink or source.

**Senator Day:** I think that the chart on the right is not the same as yours. That is part of the problem. Perhaps we could get this sorted out so that we have record that is the same one. We have only a horizontal line and an arrow at 1965.

**Mr. Stocks:** It is not only that, but you seem to be missing the numbers on the left hand side.

**Senator Day:** I do not have anything above that.

**Mr. Stocks:** I will leave you a copy of this in colour.

**Senator Ringuette:** You talked earlier about the situation in northern Ontario for the forest and the communities. Others studying climate change told us that there would be increased temperature in the northern areas. I equate "increased temperature in the northern area" with an increased period of timber growth. Therefore, the fibre for the industry will be available sooner, and it will be more cost effective.

**M. Cox:** La région froide sur les côtes de Terre-Neuve doit son climat à la descente des glaces en provenance de l'Atlantique nord.

**Le sénateur Day:** Monsieur Stocks, pouvez-vous nous expliquer la page 10? Je me reporte ici à une question qui vous a déjà été posée. Pour ma part, je n'ai pas réussi à comprendre tout le texte qui se trouve ici.

**M. Stocks:** Je m'excuse, mais la version papier ne montre pas aussi bien les choses en noir et blanc qu'en couleur.

Si vous vous reportez au tableau en haut à gauche, vous y voyez une courbe correspondant à la coupe à blanc. Vous voyez la ligne du bas. La ligne rouge représente les incendies.

**Le sénateur Day:** Il n'y a pas de rouge sur la copie papier.

**M. Stocks:** C'est vrai, vous ne pouvez pas la voir; c'est dommage.

**Le sénateur Day:** Est-ce que je devrais vous parler après la réunion afin que vous m'expliquiez cela?

**M. Stocks:** Cela signifie que nous comptabilisons à la fois les régions qui nous paraissent affectées par les incendies et celles ravagées par les insectes depuis 1920, ainsi que les régions d'abattage, qui sont demeurées relativement constantes. Bien que nous ne sachions pas où se trouve ce triangle entre 1920 et 1965, nous savons qu'il nous manque des données. Nous avons l'impression que la courbe devrait monter plus haut.

Vous pouvez voir qu'après 1970, les lignes montent beaucoup plus haut. Elles représentent les grandes perturbations. On a donc observé davantage de régions ravagées par les incendies et les insectes.

Si vous utilisez les chiffres portant sur la période allant de 1920 à 1965, vous constatez que nous semblons être alors un puits de carbone. À partir de 1970, cependant, lorsque ces bouleversements ont été beaucoup plus nombreux, les puits de carbone ont rétréci au point où vous êtes soit une source, soit un puits de carbone.

**Le sénateur Day:** Le tableau à droite ne semble pas pareil au vôtre, et c'est problématique. Peut-être pourrions-nous tirer tout cela au clair afin de parler des mêmes choses. À droite, on ne voit qu'une ligne horizontale et qu'une flèche pointée vers l'année 1965.

**M. Stocks:** Il n'y a pas que cela; il semble aussi manquer des chiffres du côté gauche.

**Le sénateur Day:** Je n'ai rien au-dessus de cela.

**M. Stocks:** Je vais vous laisser un exemplaire de cela en couleur.

**Le sénateur Ringuette:** Plus tôt, vous avez parlé de la situation des forêts et des collectivités du nord de l'Ontario. D'autres spécialistes du changement climatique nous ont dit qu'on assisterait à des hausses de température dans le Nord. À mes yeux, cela correspond à un allongement de la période de croissance des arbres. Par conséquent, on peut penser que le bois arrivera à maturité plus tôt et que l'industrie y aura donc accès elle aussi plus tôt, ce qui diminuera ses coûts.

We have mentioned the negative side of climate change for the forest industry, but I also see a positive side in regards to the growth season.

The summer season probably will be longer, possibly with more extreme weather as a pitfall. I do see a longer growth season and, therefore, the timber should be available for cutting earlier than we have experienced in the past.

**Mr. Stocks:** When we first started talking about the climate change issue, that was something we looked at. One of the first things we looked at was, if the temperature is to change in the next 100 years in this area, what species will grow there? Will there be a migration northward of species, and so on? It did not look all bad at first, because it looked like we could get increased fibre production. So what if we grow chestnut trees in northern Ontario instead of black spruce? It is all fibre. That was the initial assumption; however, as the reality of climate change and the extremes and everything else started to come to light, we suddenly began to realize that it is not really just about a change in temperature. This year could turn out to be the warmest year on the globe. However, you would not know it if you were sitting in Ottawa or where I live. From year to year, you will not notice much of a change in temperature. Maybe over 20 years, the global temperature will change a bit. However, the fact is we think these extreme events that are coming along with this changed atmosphere and the changes that are occurring in the hydrological cycle will overcome a lot of this. That increased uncertainty will not necessarily allow you to achieve what you would like to achieve in terms of the warming trends.

We started off where you are coming from, but we have been given pause because of the large uncertainty around extreme events.

**Senator Ringuette:** I need an answer to my first question, which was to Dr. Cox. He is an extremely intelligent person, and I guess I did not ask the question properly. I will give it a second try here.

All things being equal, is hardwood or softwood a better sink? They are both on the same lot next to each other. They have been growing for the same period of time. Is hardwood or softwood the best, all things being equal?

**The Chairman:** It would depend on the species of hardwood or softwood and the soil.

**Mr. Cox:** I would love to answer your question directly.

If we look at the future, in the southern part of the softwood range, you might find that hardwoods would grow slightly better and replace the softwoods. Hardwoods would replace the softwoods from the south, because they would out-compete those in the south. However, I would not like to say that productivity of hardwoods would outstrip that of softwoods in

On a évoqué les aspects négatifs du changement climatique pour l'industrie de l'exploitation forestière, mais j'y vois aussi des côtés positifs du fait de cette plus longue croissance.

L'été durera probablement plus longtemps, et ses températures seront probablement plus extrêmes. À mon avis, cela se traduira par une saison de croissance plus longue, et donc une disponibilité précoce du bois d'oeuvre car on pourra l'abattre plus tôt que dans le passé.

**M. Stocks:** Nous nous sommes penchés là-dessus lorsque nous avons commencé nos premières études sur le changement climatique. Nous nous sommes dits que si la température allait changer au cours des 100 prochaines années, il fallait essayer de savoir quelles espèces pousseraient. On s'est demandé s'il y aurait aussi une migration vers le nord d'espèces poussant au sud, et le reste. Au début, effectivement, les perspectives d'avenir n'étaient pas si négatives parce qu'on pouvait penser qu'on assisterait à une production plus élevée des fibres de bois. Quelle importance si nous faisons pousser du chêne châtaignier dans le nord de l'Ontario à la place d'épinettes noires? Tout cela donne de la fibre de bois. C'est ce que nous avons d'abord pensé; toutefois, au fur et à mesure que nous en apprenions davantage sur le changement climatique, ses extrêmes et tout le reste, nous avons compris qu'un tel phénomène ne se manifestait pas seulement par des changements de température. Cette année pourrait être la plus chaude que nous ayons connue sur la terre, mais si on habite à Ottawa ou dans ma ville, on ne s'en douterait certainement pas. On ne remarquera probablement pas beaucoup de fluctuation dans la température d'une année à l'autre. Peut-être que la température planétaire évoluera sur 20 ans. Toutefois, cela s'accompagnera aussi de phénomènes extrêmes et de changements dans le cycle hydrologique qui annuleront pour une bonne part cette hausse de température. La plus grande incertitude qui accompagnera tout cela ne vous permettra pas de tirer un parti positif de la tendance au réchauffement.

Nous aussi avons d'abord pensé comme vous, mais la grande incertitude entourant les événements extrêmes nous a fait réfléchir.

**Le sénateur Ringuette:** Ma première question s'adressait à M. Cox, et il n'y a pas répondu. Puisque M. Cox est extrêmement intelligent, j'ai dû mal formuler ma question. Je vais m'y essayer une seconde fois.

Toutes choses étant égales, est-ce que les feuillus ou les résineux font de meilleurs puits de carbone? Ils poussent ensemble dans les mêmes forêts et ont une même durée de croissance. Des feuillus ou des résineux, lesquels sont les meilleurs puits de carbone?

**Le président:** Cela dépend de l'espèce de bois dur ou de conifère, et aussi du genre de sol.

**M. Cox:** J'aimerais bien répondre directement à votre question.

Il se peut que dans l'avenir, dans le sud du district où poussent les conifères, les feuillus poussent mieux qu'eux et finissent par prendre leur place. Les feuillus pourraient donc l'emporter sur les conifères les plus au sud. Je ne dirais cependant pas cela des feuillus poussant dans la partie nord de l'aire de croissance des résineux. On évoque l'hypothèse que les conifères deviennent plus

the North, for instance. There is the scenario that pines might become more abundant in the middle part of the boreal forest due to warming. It is the transition from what we have now to a stable climate in the future that is the main problem in our lifetimes and for many generations. It is the transition to a warmer climate that is developing the problem with migration and effects within the standing crop that we have now, the standing crop seeded in 100 years ago with hardwoods. Because they are so long-lasting, if they are part of the climax vegetation, they become more unfit as climate changes, because they were recruited to their positions in old climate. The longer they live, the more unfit they are and the more unfit are their progeny. It is the transition that will cause problems. In the end, given an equilibrium situation, if we ever manage to produce a stable situation in terms of greenhouse gases, we may move to a more stable situation with higher productivity. In the meantime, over many more of our generations of humans, that instability will cause problems with production.

I am still waffling around your question, because I do not have a clear answer. It depends on habitat, species, age and so on.

**Senator Ringuette:** That is why I said, "all things being equal."

**The Chairman:** I know that someone must catch a plane and we have another witness. I thank you for an excellent presentation and I wish you could stay longer, because I have questions but there is no time. Your evidence will be very useful to our study.

Next, I would like to call upon Professor Bryant of the University of Montreal to make his presentation. Following that the senators will ask you questions.

**Mr. Christopher Bryant, Professor and Chair, IGU Commission on the Sustainable Development of Rural Systems, University of Montreal:** I am here representing a research group at the University of Montreal, but I will also talk briefly about the results of other research that I have been involved in.

First, I will present a practical but research-based perspective on adaptation to climate change, specifically in relation to agriculture. I want to make some comments about the basis of my remarks. I will not give you lots of statistical results and charts and things. You have already heard from some of my other colleagues in agriculture adaptation. I would prefer to make general comments and then, if you have specific questions, I will try to address them.

I would also like to make some comments about climatic change and the farmers' decision-making environment and about what we consider to be the important socio-economic dimensions or characteristics of adaptation. I want to talk to you as well about how farmers appear to see climatic change, because that is

abondants dans la partie médiane de la forêt boréale en raison du réchauffement climatique. Au cours de notre vie et pour bien des générations encore, c'est la transition de notre situation à un nouveau climat plus stable qui constituera le problème essentiel. C'est justement cette transition vers un climat plus chaud qui est à l'origine des migrations d'espèces et de certains effets sur les récoltes debout et qu'on observe déjà, j'entends par là les effets sur les récoltes debout de feuillus semés il y a une centaine d'années. La longue vie de ces peuplements est compromise par l'évolution du climat, car ils ont été semés dans ces régions dans d'autres conditions climatiques. Plus leur vie est longue, moins ils peuvent s'adapter et encore moins leur descendance. C'est donc la période de transition qui sera à la source des problèmes. À la fin du processus, dans une situation d'équilibre, si tant est qu'il est possible d'en arriver à la stabilité par rapport aux gaz à effet de serre, il se peut que nous retournions à une situation de productivité plus élevée. Entre-temps cependant, et pendant bon nombre d'autres générations humaines, l'instabilité aura une incidence négative sur la production.

Je ne réponds pas de façon très nette à votre question, parce que je n'ai justement pas de réponse claire à donner. Tout cela dépend de l'habitat, de l'espèce, de l'âge et du reste.

**Le sénateur Ringuette:** C'est pour cela que j'ai préfacé mes propos par l'expression «toutes choses étant égales».

**Le président:** Je crois savoir que quelqu'un a un avion à prendre et il reste encore un autre témoin à entendre. Je vous remercie donc de votre excellent exposé et je regrette que vous ne puissiez rester plus longtemps, car j'aurais d'autres questions à vous poser, mais nous manquons de temps. Quoi qu'il en soit, votre témoignage sera très utile à notre étude.

J'aimerais demander au professeur Bryant, de l'Université de Montréal, de bien vouloir nous faire son exposé. Après cela, les sénateurs vous poseront des questions.

**M. Christopher Bryant, professeur et président, Commission de l'UGI sur le développement durable et les systèmes ruraux, Université de Montréal:** Je représente un groupe de chercheurs de l'Université de Montréal, mais je parlerai aussi brièvement des résultats d'autres projets de recherche auxquels j'ai participé.

Je vous donnerai d'abord une perspective fondée sur la recherche mais d'ordre pratique sur l'adaptation au changement climatique, surtout en ce qui a trait à l'agriculture. J'aimerais aussi développer quelque peu les idées qui fondent mes remarques. Je ne vous fournirai pas beaucoup de statistiques cependant ni de tableaux et ce genre de choses. Mes autres collègues spécialisés en adaptation au changement climatique en agriculture vous ont déjà parlé de cela. Je préférerais y aller de remarques générales puis, si vous avez des questions précises, je m'efforcerai d'y répondre.

J'aimerais aussi faire certaines remarques au sujet du changement climatique et de la prise de décision par les agriculteurs ainsi que des dimensions socioéconomiques importantes ou caractéristiques liées à l'adaptation. Ensuite, j'aimerais vous parler un peu de la perception que les agriculteurs

absolutely all-important. It does not matter what models tell us or suggest to us. What really matters is what farmers think and how they behave.

My remarks are based on research on climate change undertaken with a group of three of my colleagues at the University of Montreal. We have been working together on adaptation of agriculture to climate change for the last 10 years. I have also been involved in the last three to five years — three formally, five years informally — with a group or network of other researchers in a pan-Canadian or cross-Canada network, also looking at agricultural adaptation to climate change. In addition to that, I have spent the last 35 years of my life looking at agricultural adaptations to other forms of stress. Something that I also wish to underscore is that farmers do not just react to climate change; they react to a whole bundle of things, and most of time they think of those other things as being more important, right now in any case.

**The Chairman:** U.S. tariffs, for instance.

**Mr. Bryant:** Absolutely. You hit it right on the head.

I spent the last 20 years involved in research and also as a consultant to communities across the country, particularly rural communities, in planning their development. All of those things have helped contribute to my understanding, and our research group's understanding, of adaptation to climate change.

The information that my remarks will be based on firstly in the climate change area, is interviews with farmers. We have undertaken interviews with farmers in the Montreal region, the Quebec City region, northeastern U.S., and also eastern Ontario. It is also based on workshops that involve groups of farmers. During the course of those workshops, we presented real farmers with the results of scenarios of climate change from the physical scientists. We have asked them how do they react to those, what does it mean to them, is it important, and do they care. We have had some interesting responses. We have also run workshops with other groups of professionals who are interested and concerned with the possible impacts of climate change on agricultural structure and productivity, various government representatives, people representing crop insurance schemes, all those sorts of people. Another source of information more generally, not specifically on climate change, has to do with various consultations that I have conducted with communities over the last few years.

I would like to make some comments now on climate change and the decision-making environment. First, in a study of impacts and adaptations, oftentimes, unfortunately, when we include the word "adaptations" in the title of a study, we do not talk about adaptation; we just talk about impacts. There are some good and also unfortunate reasons for that. At any rate, the study of impacts and adaptations cannot be undertaken without taking account of the human factor and the individual as a decision-maker. This is absolutely crucial to understand in the case of

ont de ce changement climatique, parce que c'est tout à fait essentiel. Ce que les modèles nous présentent ou préconisent n'a guère d'importance à côté de ce que les agriculteurs pensent et de la façon dont ils se comportent.

Mes remarques se fondent sur des recherches que j'ai entreprises avec une équipe de trois chercheurs de l'Université de Montréal. Cela fait dix ans que nous étudions ensemble l'adaptation de l'agriculture au changement climatique. Ces cinq dernières années, j'ai aussi participé, pendant trois ans à titre officiel et pendant cinq ans à titre officieux, aux études effectuées par d'autres chercheurs et intervenants oeuvrant au sein d'un réseau pancanadien qui se penche également sur l'adaptation de l'agriculture au changement climatique. En outre, j'ai passé les dernières 35 années de ma vie à étudier la façon dont l'agriculture s'adapte à d'autres formes de stress. Je tiens à préciser ici que les agriculteurs ne réagissent pas seulement au changement climatique mais à toute une gamme de facteurs, et que la plupart du temps ils estiment ces derniers plus importants que le changement climatique, tout au moins pour le moment.

**Le président:** On peut penser aux droits tarifaires imposés par les États-Unis, par exemple.

**M. Bryant:** Tout à fait. Vous avez visé juste.

J'ai consacré les 20 dernières années à la recherche mais j'ai aussi travaillé comme consultant auprès de diverses collectivités canadiennes, particulièrement en milieu rural, les aidant à planifier leur développement. De toutes ces activités, mes collègues et moi avons tiré une meilleure connaissance de l'adaptation au changement climatique.

Les renseignements sur lesquels je fonde mon exposé sont tirés d'entrevues avec des agriculteurs de la région de Montréal, de Québec, du nord-est des États-Unis et de l'est de l'Ontario. Je les ai aussi obtenus grâce à des ateliers de travail auxquels ont participé des groupes d'agriculteurs. Nous leur avons présenté les résultats des scénarios de changement climatique que nous avaient soumis des scientifiques. Nous leur avons demandé ce qu'ils en pensaient, ce que ces éventualités représentaient pour eux, si elles avaient une importance quelconque et s'ils s'en souciaient. Nous avons obtenu des réponses souvent intéressantes. Nous avons aussi invité d'autres groupes professionnels qui s'intéressent au même sujet et à ses effets sur l'agriculture et la productivité, comme des fonctionnaires, des représentants de l'assurance-récolte et d'autres encore. Je me suis aussi servi des diverses consultations que j'ai effectuées auprès des collectivités au cours des dernières années.

J'aimerais d'abord aborder le changement climatique et ses rapports avec la prise de décisions. Malheureusement, les études d'impact et des mécanismes d'adaptation omettent trop souvent de parler vraiment d'adaptation, se contentant plutôt de développer la question des impacts. Cela tient à de bonnes et de mauvaises raisons. Quoi qu'il en soit, toute étude d'impact et de l'adaptation doit nécessairement tenir compte du facteur humain et de la personne comme source de décision. C'est tout à fait essentiel en agriculture. Notre système agricole n'a pas été mis sur

farming. It is not just our governments and agri-business that have created the agriculture system that we have; it is also farmers and their families that have done this. They continue to maintain it, and sometimes they survive despite all odds and do quite well.

Another point that we cannot ignore — and I have already alluded to this a few minutes ago — is that we cannot study impacts and adaptation without understanding that adaptations to climate change take place in the context of a decision-making environment where farmers are faced with a whole myriad of different stresses and forces of change.

It is important not to make false distinctions, particularly in agriculture, between “mitigation” and “adaptation.” Any type of mitigation measure also involves adaptations. Some people like to see the two things as being separate, but in fact the separating line is extremely fuzzy.

I have had the opportunity of working with a colleague who is also a physical scientist. He is very open. He also has a degree in management sciences, so he is a very human type of physical scientist. One of the conclusions we and other people working in adaptation have come to is that if we study only the biophysical environment and its dynamic, we must conclude that that is totally inadequate for understanding adaptation. This is, curiously, where we place most of our research money. We put little research money or effort into understanding how individual farmers and their families adapt and into learning what they know, and they do know an awful lot. The same goes for our rural communities. That is just one little beef that we have.

I have a few comments on significant socio-economic dimensions. It is absolutely critical to understand that farmers and their families are decision-makers, and it does not matter how real they think climatic change is. What is important is whether they think it is important. You can have everyone agreeing that something is happening, and it is real, but gee whiz, there are interest rates, market changes, changing comparative advantages, changing technology and all sorts of other things that we have to contend with as well. Sometimes we can observe that farmers will perceive an issue or stress as being real, but they do not react to it necessarily because they have so many other things on their plates that are immediate and more pressing.

If we look at the adaptability of farmers in agricultural systems, one of the sets of conclusions that we have come to is that understanding this requires an understanding of the personal circumstances of individual farmers and their families. It requires an understanding of the circumstances of the individual farm unit, its structure and also its biophysical environment. It also means that we need to identify the generic stresses, the common stresses that affect most farm systems, as well as trying to understand the different stresses that affect different farm production systems and different broad regions of the country. What happens in

piéd que par nos gouvernements et les industries agricoles, mais aussi par les agriculteurs et leurs familles. Ce sont d'ailleurs eux qui le maintiennent et qui survivent et parfois même prospèrent malgré toutes les difficultés.

Il y a aussi un autre élément dont il faut tenir compte dans une étude de ce genre, et que j'ai déjà évoqué, à savoir que l'adaptation au changement climatique et les décisions qui en découlent s'inscrivent dans une situation de stress et de changements multiples pour l'agriculteur.

Il faut se garder de la fausse distinction qu'on fait parfois entre l'atténuation et l'adaptation, surtout en ce qui a trait à l'agriculture. Ces deux réalités sont peut-être distinctes aux yeux de certains, mais en réalité, la frontière entre elles est très floue.

J'ai eu l'occasion de travailler avec un collègue qui est également spécialiste des sciences physiques. Il est très ouvert, d'ailleurs diplômé en sciences de la gestion, ce qui en fait un scientifique très humain. Quelques autres chercheurs et nous sommes arrivés à la conclusion que si l'on veut comprendre l'adaptation, on ne peut absolument pas se contenter d'étudier le milieu biophysique et sa dynamique: ça ne suffit pas. Curieusement, c'est pourtant à cela que nous consacrons la plupart des ressources canadiennes en recherche. Nous affectons peu d'argent ou d'efforts à l'étude de l'adaptation des agriculteurs et de leur famille, et nous ne faisons pas non plus beaucoup d'efforts pour profiter de leurs connaissances, alors qu'ils en savent vraiment beaucoup. On peut dire la même chose des collectivités rurales. C'est un léger reproche que nous nous permettons de faire.

J'ai quelques commentaires sur les dimensions socioéconomiques significatives. Il est essentiel de comprendre que les agriculteurs et leur famille sont des décideurs, et que peu importe ce qu'ils pensent de la réalité du changement climatique. L'essentiel, c'est qu'ils estiment que c'est important. Tout le monde peut s'entendre pour dire que quelque chose est en train de se produire et que c'est une réalité, mais bon sang, il y a aussi les taux d'intérêt, les fluctuations du marché, l'évolution des avantages comparatifs, le changement technologique et toutes sortes d'autres choses dont il faut aussi s'occuper. Parfois, on constate que les agriculteurs sont bien conscients d'un problème ou d'un stress, mais qu'ils n'y réagissent pas nécessairement parce qu'ils ont bien d'autres priorités plus urgentes.

Quand on examine l'adaptabilité des agriculteurs et des systèmes agricoles, l'une de nos conclusions est que, pour comprendre cela, il faut comprendre les conditions personnelles des agriculteurs et de leur famille. Il faut comprendre les conditions particulières de l'exploitation agricole, sa structure et son milieu biophysique. Il faut aussi cerner les forces de stress génériques, les stress communs qui affectent la plupart des systèmes agricoles et essayer de comprendre les divers stress spécifiques à chaque système de production et à chaque grande région du pays. La situation au Québec n'est pas nécessairement

Quebec is not what we see happening in parts of the southern prairies in terms of the recent stresses, frequency of drought conditions and that sort of thing. This makes a big difference in terms of how people perceive whether something is important or not.

Is climate change considered important by farmers? I am looking mainly at our focus groups and sessions with farmers and professionals in Quebec, and also to a certain extent in eastern Ontario. One thing that converges with what we heard in the first two presentations, albeit on a different topic, is that farmers are not particularly interested in changing average conditions. One of the senators earlier made that same point about global warming. It is not a big deal.

When we present most farmers with scenarios of changes in 1 or 2 degrees over X number of years, they say, "That is interesting. I have to manage greater variations from year to year in any case, so I am sure we can manage that sort of change." If you start talking to them about variability in terms of the frequency of extreme events, intense periods of precipitation and drought, depending on when they occur in the growing season, they can get quite exercised about that. Then they say, "Tell us about it." We cannot tell them much because my understanding of the physical modeling exercises from the physical science and natural science base is that they do not help a great deal in generating parameters that are important to farmers as decision-makers. It is difficult for them to grab hold of.

Often, they will put things like climate change on a back burner simply because there are other things that they consider more pressing. Sometimes we think they are reacting to things from a shorter-term perspective rather than a longer-term perspective. There may be some of that. However, you cannot deny the fact that competition, price, cost changes — all of those sorts of things — are real. They affect the bottom line on a year-to-year basis, as do severe droughts and intense precipitation.

All the comments I have made here could be made about rural communities. In the last three years, everyone has heard about climate change. Everyone says, "Okay, this is really interesting. Boy, it could be catastrophic, but we have to look after the kitchen. We have to deal with what happens every day."

In relation to this fairly complex picture that happens when you talk to farmers about their decision-making environment, something that a number of people have concluded is that, perhaps, our focus in research should be more in terms of vulnerability.

We know that farmers face multiple stresses. We know that they have to take tactical and strategic decisions on a regular basis. When they take decisions, they really take decisions, unless it is to keep the bank manager away, in relation to one factor or

la même que dans le sud des Prairies qui ont subi récemment des stress, des sécheresses répétées, ce genre de choses. Cela change beaucoup la perspective des gens sur l'importance des choses.

Les agriculteurs considèrent-ils que le changement climatique est important? Je me réfère essentiellement à nos groupes cibles et à nos séances de travail avec des agriculteurs et des professionnels du Québec, et aussi dans une certaine mesure de l'est de l'Ontario. Une chose recoupe ce que nous avons entendu dans les deux premiers exposés, bien que ce soit sur un sujet différent, c'est que les agriculteurs ne s'intéressent pas particulièrement à l'évolution des conditions moyennes. L'un des sénateurs a dit tout à l'heure la même chose à propos du réchauffement de la planète. Ce n'est pas une grosse préoccupation.

Quand on soumet à des agriculteurs des scénarios prévoyant un changement d'un ou deux degrés sur tant d'années, ils répondent: «C'est intéressant, mais je dois faire face à des variations beaucoup plus importantes d'une année sur l'autre de toute façon, donc je suis sûr de pouvoir m'adapter à ce genre de changement». Si l'on commence à leur parler de variabilité dans la fréquence des événements extrêmes, de périodes de précipitations et de sécheresse intenses, selon le moment où ces phénomènes interviennent durant la saison de culture, alors ils sont beaucoup plus intéressés et ils tendent l'oreille pour en savoir plus. Nous ne pouvons malheureusement pas leur dire grand-chose car à ma connaissance, les exercices de modélisation des sciences physiques et naturelles ne permettent guère de déterminer des paramètres importants dont les agriculteurs pourraient se servir dans leurs décisions. Ils ont du mal à en tirer quelque chose.

Il leur arrive donc souvent de mettre en veilleuse la question du changement climatique parce qu'ils estiment devoir s'occuper de choses plus urgentes. Nous pensons parfois qu'ils réagissent plus en fonction du court terme que du long terme. C'est peut-être vrai en partie, mais on ne peut pas nier la réalité de la concurrence, des cours, de l'évolution des coûts, qui influent tout autant sur le bilan de fin d'année que les sécheresses ou les pluies intenses.

Tout ce que je viens de dire pourrait s'appliquer aux communautés rurales. Depuis trois ans, tout le monde entend parler de changement climatique. Tout le monde dit: «Bon, c'est intéressant, et cela risque de tourner à la catastrophe, mais il faut aussi qu'on s'occupe de la cuisine. On ne peut pas oublier le quotidien.»

Face à ce tableau assez complexe de la situation quand on parle à des agriculteurs du contexte dans lequel ils prennent leurs décisions, diverses personnes sont parvenues à la conclusion qu'il vaudrait peut-être mieux axer plus nos recherches sur la vulnérabilité.

Nous savons que les agriculteurs sont exposés à de multiples stress et qu'ils doivent régulièrement prendre des décisions tactiques et stratégiques. Quand ils prennent des décisions, ils prennent vraiment des décisions en fonction d'un facteur ou d'une

one source of stress. It might be the family. It might be that the kids do not want to stay on the farm any more. It might be interest rates. It might be all sorts of things.

In fact, what becomes more important is to look at our farms and the way they have evolved and to ask questions about how vulnerable they are. Are they getting more vulnerable? Are they getting less vulnerable? Are they becoming more resilient in terms of their ability to maintain incomes and satisfactory standards of living? At the same time, are they getting more resilient in terms of their ability to stand up to climate change?

If we look at the vulnerability issue — the capacity to deal with change, wherever it is coming from — in both farming and the rural communities, their adaptation to climate change is a secondary consequence of the management of risk because farmers are in the business of managing risk, in terms of their product structure, their farm practices and even the ways in which they manage their families. They are managing risk, change and uncertainties all the time.

I would like to draw some concluding points.

In looking at adaptation it is extremely important to take a holistic perspective. Assuming that this climatic change phenomenon will be with us for a while, we have to recognize that the way people react, adapt, or do not react or adapt, probably is going to make the difference between whether or not the final impacts are okay or really bad.

At the moment, we are increasingly interested in focusing on vulnerability. The group of researchers with whom I am working are talking to Ouranos, a group of people from Montreal, mostly physical scientists, together with some people who are concerned with financing and crop insurance for farming. We are looking at developing a climate change adaptation study. Many people are interested in it. However, the focus is not just on adaptation. The focus is really on the vulnerability of farm systems to change, including climatic change.

That means we have to understand and reinforce the capacity of farmers, other rural activities, and the various actors that play out their lives in rural areas to adapt and to become more resilient. Only by doing that can we honestly claim that, through adaptation, they will, perhaps, be able to maintain their contribution to their rural communities and their economies.

**The Chairman:** Thank you very much. I deeply regret that Senator LaPierre is not here today because he has a special interest in rural communities. He called shortly before the meeting tonight to say he is not feeling well. Once he reads the testimony, I am sure he will regret not having heard your comments, in particular those on rural communities.

**Senator Wiebe:** Professor, your presentation probably presented us with more questions than answers.

**Mr. Bryant:** That is the nature of research.

source de stress, quand ce n'est pas pour se protéger du gérant de leur banque. Il peut s'agir de la famille, des enfants qui ne veulent plus rester à la ferme, des taux d'intérêt, de toutes sortes de choses.

En fait, ce qui est plus important, c'est de voir comment les exploitations agricoles ont évolué et de s'interroger sur leur vulnérabilité. Deviennent-elles plus vulnérables, moins vulnérables? Les agriculteurs résistent-ils mieux à l'adversité pour préserver leur revenu et conserver un niveau de vie satisfaisant? Et en même temps, apprennent-ils à résister mieux au changement climatique?

Quand on se penche sur la question de la vulnérabilité — l'aptitude à faire face au changement quelle que soit sa provenance — des agriculteurs et des communautés rurales, on constate que l'adaptation au changement climatique est pour eux une conséquence secondaire de la gestion du risque car les agriculteurs passent leur temps à gérer des risques au niveau de leur structure de production, de leurs pratiques agricoles et même de la gestion de leurs familles. Ils passent leur temps à gérer le risque, le changement et l'incertitude.

J'en viens maintenant à quelques remarques de synthèse.

Il est important d'aborder l'adaptation dans une perspective holistique. Si l'on part du principe que ce changement climatique ne va pas disparaître avant longtemps, il faut bien admettre que la façon dont les gens vont ou non réagir et s'adapter sera probablement déterminante pour le résultat final, positif ou négatif.

Pour l'instant, nous nous concentrons de plus en plus sur la vulnérabilité. Le groupe de chercheurs avec lesquels je travaille discute avec Ouranos, un groupe de personnes de Montréal, composé essentiellement de chercheurs en sciences physiques, et d'autres personnes qui s'occupent de financement et d'assurance-récolte. Nous envisageons de faire une étude sur l'adaptation au changement climatique. C'est quelque chose qui intéresse beaucoup de personnes. Toutefois, il ne s'agit pas de parler uniquement d'adaptation, mais plutôt de se pencher sur la vulnérabilité des systèmes agricoles au changement, y compris le changement climatique.

Nous devons donc comprendre et renforcer l'aptitude des agriculteurs et des divers intervenants en milieu rural à s'adapter et à devenir plus résiliants. C'est seulement dans ces conditions qu'on pourra affirmer que, grâce à leur adaptation, ils seront peut-être en mesure de maintenir leur contribution aux communautés et à l'économie rurales.

**Le président:** Merci beaucoup. Je regrette profondément que le sénateur LaPierre ne soit pas là aujourd'hui car il s'intéresse tout particulièrement aux communautés rurales. Il nous a appelés juste avant la réunion pour nous dire qu'il n'était pas bien. Quand il lira ce témoignage, je suis sûr qu'il regrettera de ne pas vous avoir entendu parler notamment des communautés rurales.

**Le sénateur Wiebe:** Monsieur Bryant, vous nous posez plus de questions que vous ne nous apportez de réponses.

**M. Bryant:** C'est la nature de la recherche.

**Senator Wiebe:** We are struggling to find answers. I think you hit the nail on the head with the statement about being careful not to make false distinctions between mitigation and adaptation. You also said that it is important that policy makers react to what farmers think.

At least in my understanding from the farmers I have talked to, they still have not made the distinction between mitigation and adaptation. Some of them think that if they burn a more environmentally friendly fuel in their tractor, that will help solve the problem and that we can address it by adopting the Kyoto accord. Even if Kyoto is adopted 100 per cent by every country, the damage will have been done. That is something that is long term.

How do we get the message out that we have to start looking at adaptation practices? We do not know what they are, and I do not think the farmer knows what those practices are. He will be able to adapt to what the climate presents.

Let me give you an example. When we had our hearings in Edmonton, we had a presentation there by a rancher who had been farming for about 17 years. He never had drought and never had to worry about having enough hay on hand. In my part of the country, we are used to drought all the time. My grandfather told me that if you want to go into livestock, make sure you have a deep well and three years of hay on hand. If I had told that to that farmer two years ago, he would have said I was nuts. Had he done what I had told him, he would have been able to survive the climate change. How do we get the message across in a way that they will understand and believe what we are saying? That is what we are searching for.

**Mr. Bryant:** One point I would like to make is that many farmers are already in the process of integrating different strategies into their farm practices, not just in relation to climate change, but more often in relation to the last two or three years of damaging droughts or rains and that sort of thing. However, within the farm community, an incredible amount of innovation exists. A lot of that innovation tends to be small-scale measures that often do not cost a lot of money. Farmers are doing things and being quite successful in building more resilient systems, but governments do not seem to know about them. A lot of researchers do not seem to know about them. You basically have to reach out into the community and listen to farmers. Listen to their experiences. One of the first things to do is share their experiences.

I attended a conference in Winnipeg a couple of months ago with Barry Smith and other people in this field. One of the things organized was an afternoon of presentations by farmers in terms of how they were coping with difficult situations.

Many ways in which they were dealing with difficult situations were low-key but innovative, and they were being successful. They were making the difference between being able to survive and

**Le sénateur Wiebe:** Mais nous cherchons avidement des réponses. Je crois que vous avez mis dans le mille en disant qu'il fallait prendre soin de ne pas faire de fausses distinctions entre atténuation et adaptation. Vous avez aussi dit qu'il était important que les décideurs politiques réagissent à la façon de penser des agriculteurs.

D'après les discussions que j'ai eues avec des agriculteurs, j'ai l'impression qu'ils ne font toujours pas la distinction entre atténuation et adaptation. Certains pensent que, s'ils utilisent un carburant moins polluant pour leur tracteur, ils vont contribuer à atténuer le problème et qu'on peut s'occuper de la question en adoptant l'accord de Kyoto. Or, même si tous les pays acceptaient les conditions de Kyoto, on n'effacerait pas les dégâts qui sont déjà là. Il s'agit donc d'un problème à long terme.

Comment leur faire comprendre qu'il faut commencer à entreprendre des mesures d'adaptation? Nous ignorons en quoi elles consistent, et je pense que les agriculteurs n'en ont pas la moindre idée non plus. Ils pourront s'adapter aux conditions du climat.

Je vais vous donner un exemple. Lors de nos audiences à Edmonton, nous avons entendu un éleveur de bétail qui est dans ce métier depuis environ 17 ans. Il n'a jamais eu de sécheresse et n'a pas jamais eu à s'inquiéter de ne pas avoir assez de foin à sa disposition. Dans ma région, nous avons sans arrêt des sécheresses. Mon grand-père me disait que si je voulais faire de l'élevage, j'avais intérêt à avoir un puits très profond et trois années de foin de réserve. Si j'avais dit cela à cet éleveur il y a deux ans, il m'aurait que j'étais cinglé. Mais s'il avait fait ce que je lui aurais dit, il aurait pu survivre au changement climatique. Comment faire passer le message pour qu'ils nous comprennent et nous croient? C'est ce que nous essayons de trouver.

**M. Bryant:** J'aimerais souligner que de nombreux agriculteurs sont déjà en train d'intégrer diverses stratégies à leurs pratiques agricoles, pas seulement face au changement climatique, mais plus souvent en réaction aux deux ou trois dernières années de sécheresses ou de précipitations catastrophiques, ce genre de chose. Il y a une capacité d'innovation incroyable dans le monde agricole. Souvent, il s'agit de mesures modestes qui ne coûtent pas bien cher. Les agriculteurs sont très capables de mettre en place des dispositifs qui leur permettent de mieux résister, mais les gouvernements n'ont pas l'air de le savoir. De nombreux chercheurs n'ont pas l'air d'en être conscients non plus. Ce qu'il faut faire, c'est aller écouter directement les agriculteurs eux-mêmes, les écouter parler de leur expérience. C'est une des premières choses à faire.

J'ai assisté il y a quelques mois à une conférence à Winnipeg, avec Barry Smith et d'autres spécialistes de ce domaine. Les organisateurs avaient prévu un après-midi au cours duquel les agriculteurs sont venus nous expliquer comment ils faisaient face à des situations difficiles.

Bien souvent, ils trouvaient des solutions rudimentaires mais novatrices et qui donnaient d'excellents résultats. Cela leur permettait de faire la différence entre disparaître et survivre, et

maybe do well and not being able to survive at all. One of the things is being able to communicate more effectively what is actually happening in the farm community.

Farmers do not take things lying down. Some may, but many farmers do not take things lying down. They get out there and they undertake proactive strategies. It is one form of adaptation. They anticipate change, and they develop some form of proactive strategy.

We need to know who those people are and what they are doing and to share much more effectively what they are doing with the rest of the agricultural community and with the people who manage our economy generally.

**Senator Wiebe:** Who should do the communication? You will have many farmers say that if the government tells them to do this, they will do the opposite because that works out the best. They have a tendency, sometimes, not to listen to that kind of advice.

What would be the vehicle to provide this kind of discussion?

**Mr. Bryant:** In different parts of the country, there are different professional groupings of farmers. For instance, there are environmental clubs in Quebec. These represent one vehicle by which one can communicate reasonably effectively with groups of farmers, and I think it is quite a successful set of organizations.

One can communicate quite successfully with these farmers. They are certainly more interested in understanding what is happening in climate change, what it means and what other people are doing.

In other parts of the country, it might be soil conservation groups. Even if it is not directly related to climatic change, they represent ways of getting into the agricultural community. I do not think one could create a monolithic policy framework for communicating effectively, but you could create a framework within which different groups of farmers would be able to communicate more effectively with each other about what is happening. I know that people will say, well, we are talking about 10 or 15 people at a time, and that is peanuts. We should try to get people together in large conferences or maybe use newsletters. However, that is not how people communicate. They communicate in small groups much more effectively. You can put in place a strategy where the actors would be the different types of groups in different parts of the country and pursue it on a systematic basis. Probably, within two to three years, you would cover a good part of the agricultural community.

**Senator Wiebe:** Besides the government or the policy makers providing more research dollars for adaptation, is the new agricultural policy framework something that should be made available with some changes in which they concentrate on crop insurance? Regarding the risk management under the Net Income

même parfois bien s'en sortir. Il est donc essentiel de faire connaître plus efficacement ce qui se passe dans le monde agricole.

Les agriculteurs ne restent pas les bras ballants. Certains peut-être, mais beaucoup d'entre eux réagissent. Ils prennent des initiatives. C'est une forme d'adaptation. Ils anticipent sur le changement et ils adoptent des stratégies proactives.

Il faut aller voir qui sont ces gens-là et ce qu'ils font, et communiquer beaucoup plus efficacement leurs expériences au reste du monde agricole et aux responsables qui gèrent notre économie sur un plan plus général.

**Le sénateur Wiebe:** Qui doit faire ce travail de communication? Il y a des tas d'agriculteurs qui disent que si le gouvernement leur dit de faire quelque chose, ils font le contraire parce que c'est ce qui va donner le meilleur résultat. Ils ont parfois tendance à ne pas écouter ce genre de conseil.

Quels dispositifs pourrait-on utiliser pour organiser ce genre de discussion?

**M. Bryant:** Dans les diverses régions du pays, il y a des regroupements professionnels d'agriculteurs. Par exemple, il y a des clubs environnementaux au Québec. C'est un outil assez efficace de communication avec les groupes d'agriculteurs, et je pense que ce sont là des organisations qui donnent de bons résultats.

On peut très bien communiquer avec ces agriculteurs. Ils sont certainement curieux de comprendre en quoi consiste le changement climatique, ce que cela signifie et ce que d'autres personnes font face à ce problème.

Dans d'autres parties du pays, ce pourrait être des groupes qui s'occupent de conservation du sol. Même si leurs activités ne sont pas directement liées au changement climatique, ces groupes représentent une façon de rejoindre les milieux agricoles. Je ne pense pas qu'on puisse se donner une seule stratégie de communication qui soit efficace dans tous les cas, mais il serait possible de créer un cadre qui permettrait aux groupes d'agriculteurs de communiquer plus efficacement entre eux. Je sais que certains critiquent ce genre de discussion en groupes de 10 à 15 personnes et disent qu'il faut essayer de tenir de grandes conférences qui réuniraient beaucoup de gens ou peut-être utiliser des bulletins de nouvelles. Ce n'est cependant pas la façon dont les gens communiquent entre eux. Ils communiquent le mieux en petits groupes. Vous pouvez mettre en place une stratégie qui serait mise en oeuvre de façon systématique dans tout le pays et qui viserait différents groupes d'intéressés. Dans deux ou trois ans, vous auriez sans doute rejoint une bonne partie des milieux agricoles.

**Le sénateur Wiebe:** Outre le fait que le gouvernement ou que les décideurs pourraient accroître les fonds réservés à la recherche dans le domaine de l'adaptation, faudrait-il apporter certaines modifications au nouveau cadre stratégique pour l'agriculture en ce qui touche l'assurance-récolte? En ce qui

Stabilization Account, NISA, is that the direction that policy makers should go to provide the cushion or the bumper while these adaptations are taking place?

**Mr. Bryant:** Money is always useful, but money is not the absolute key. I will try to answer your question from a different perspective.

We presented some profiles of farmers and their changing profiles to a set of professionals in crop insurance and financing agencies in farming, and we asked them to tell us which farm operations they thought were the most resilient and the most capable of adapting to change of any type. Then, basically, what was the difference? What made the difference between farmers that were capable of changing and adapting proactively and those who were not? The initial response was money, their financial capability to withstand shocks. Then, after reflection, the answer was, well, what is probably more important is simply the ability of individuals, working within their family to be critical of their own way of doing things, se remettre en question, as they would say in French. That has to do with education. It is not just education in any formal sense. One could even talk about cultures in different areas where change is regarded as okay. This is something we think about and we are prepared to question ourselves.

Part of the answer lies in providing some guidance to various professional organizations. That may mean sensitizing them to the importance of climatic change, but also to the importance of getting farmers to undertake a strategic planning process that builds in, as the name suggests, dealing with uncertainty and change. That is perhaps something that many farmers do not do currently.

**Senator Gustafson:** Thank you for being a very refreshing witness. Just by example, I talked to a lady who was coming from Saskatchewan and going to Montreal. She represented the milk producers. I asked how things were going. She said, "Very well." Thanks to the marketing boards, she is doing very well. However, if I talk to a grain farmer, even in Ontario or Alberta, they will say they cannot get their inputs back. What you say is right on line.

That suggests another question for you. The international scenario that farmers face is important. I am referring to subsidies. This committee travelled to Europe. The Europeans have done something very positive. They combined agricultural, rural development and environment in one package. They basically said that the farmers cannot support this alone. It has to be the responsibility of all society. That brings me to the question of where the urban community comes down on this. Where does the government come down on this? The Americans are moving closer to that system. They have other problems. They have acres and acres going under cement. They are trying to deal with those environmental questions.

touche la gestion des risques dans le cadre du compte de stabilisation du revenu net, le CSRN, est-ce l'orientation que les décisionnaires devraient prendre pour protéger les agriculteurs pendant cette période d'adaptation?

**M. Bryant:** L'argent est toujours utile, mais ce n'est pas une panacée. Je vais essayer de répondre à votre question d'une perspective différente.

Nous avons présenté les profils changeants des agriculteurs à un groupe de spécialistes de l'assurance-récolte et à des organismes de financement agricole et nous leur avons demandé de nous dire quelles étaient, à leur avis, les activités agricoles les plus susceptibles de s'adapter à tout type de changement. Cela revenait essentiellement à leur demander ce qui distinguait les agriculteurs en mesure de s'adapter au changement et ceux qui ne pouvaient pas le faire. Ils nous ont d'abord dit que c'était une question d'argent et que cela dépendait de leur capacité financière à faire face à des chocs. Après avoir réfléchi plus longuement à la question, ces spécialistes ont dit que ce qui comptait sans doute davantage, c'était la capacité des agriculteurs à se remettre en question. C'est une question de formation au sens large. On pourrait même dire que certaines cultures sont plus réceptives au changement que d'autres. C'est une aptitude à s'interroger sur soi-même et à se remettre en question.

Une partie de la solution consiste à intervenir auprès de diverses organisations professionnelles. Il peut s'agir de les sensibiliser à l'importance du changement climatique, mais aussi à l'importance d'amener les agriculteurs à établir une planification stratégique qui tienne compte de l'incertitude et des changements, ce que ne font peut-être pas actuellement de nombreux agriculteurs.

**Le sénateur Gustafson:** Je vous remercie de votre candeur. Soit dit en passant, j'ai parlé avec une dame venant de la Saskatchewan qui se rendait dernièrement à Montréal. Elle représentait les producteurs de lait de la province. Je lui ai demandé comment son industrie se portait. Elle m'a répondu: «Très bien.» Elle se porte très bien grâce aux offices de commercialisation. Les céréaliculteurs, même ceux de l'Ontario ou de l'Alberta, par ailleurs, disent ne pas rentrer dans leurs frais. Ce que vous nous avez dit est tout à fait juste.

Cela m'amène à vous poser une autre question. Le contexte international auquel font face les agriculteurs revêt de l'importance. Je fais allusion à la question des subventions. Notre comité s'est rendu en Europe. Les Européens font quelque chose de très bien. Pour eux, l'agriculture, le développement rural et la protection de l'environnement ne font qu'un. En Europe, les agriculteurs ne sont pas laissés à eux-mêmes. La société tout entière les soutient. Cela m'amène donc à vous demander quelle est la position des milieux urbains sur cette question. Quelle est aussi la position du gouvernement? Les Américains se rapprochent du système européen. Ils font cependant face à d'autres types de problèmes comme l'expansion tentaculaire des villes. Les Américains tâchent de régler les problèmes environnementaux que ce phénomène cause.

You have covered it well. We cannot just isolate it. On the prairies now, the grain farmer is saying that continuous cropping is the answer; do not summerfallow. Other farmers say, "I cannot come out with a continuous crop so I may have to go back with a summerfallow."

**Mr. Bryant:** If I can respond to part of that very broad question, in some parts of this country farmers are also required to produce plans that have to do with the environment, for certain types of things such as hog farms in Quebec. That is a particularly difficult situation.

**Senator Gustafson:** It is a different world.

**Mr. Bryant:** It is a different world, right. The Europeans came into this whole business quite tardily. For a long time they had a Disney World, I guess you could call it, built on farm subsidies. It took a long time, but they realized that that situation was not sustainable. The particular model of agricultural production that they had favoured was creating many negative impacts for the environment and also for rural communities, not to mention the fact that they were overproducing in relation to effective markets. It was similar to the model that we had favoured, although ours was perhaps less intensive. That is when they came in with the set-aside program. Later on they came in with agri-environmental plans. They are a good idea. There is something similar in Quebec, but it is not quite the same.

What has been developed in France is a particularly good idea. It is voluntary, and to help things along, there is a little bit of money, but not much. Farmers build up a sort of contract with the state, or its agency in the particular region, to modify their practices in particular ways to take account of specific environmental issues. Potentially, that approach could include anything. It could be broadened to include any type of change.

It is innovative, although if you talk to many of the researchers in the agricultural field in France, it works well in some areas and not so well in others. In some areas they do not need it because they are doing well, but they get involved because it is another way of getting a few more bucks. In areas that need it, it is not necessarily easy to integrate that type of approach.

It is promising. It requires an awful lot of work on the ground, not just by researchers but by the equivalent of extension workers and the farm associations.

**Senator Gustafson:** It seems to me that the approach that Canadians will take — the government, people in the urban centres, and the rural population — will be important in the future. The larger percentage of our population lives in the urban centres now and the trend seems to be that way, non-stop.

Vous avez à juste titre fait remarquer que toutes ces questions sont liées. Dans les Prairies, les céréaliculteurs pensent maintenant qu'il faut abandonner la jachère d'été et que la culture continue constitue la solution. D'autres agriculteurs qui ne peuvent pas pratiquer la culture continue pensent qu'ils devront revenir à la jachère d'été.

**M. Bryant:** Permettez-moi d'essayer de répondre à une partie de cette question très vaste. Dans certaines parties du pays, les agriculteurs doivent établir des plans en matière environnementale. Je songe notamment aux producteurs de porc du Québec. Il s'agit d'une situation particulièrement difficile.

**Le sénateur Gustafson:** C'est un autre monde.

**M. Bryant:** C'est en effet un autre monde. Les Européens se sont rendu compte sur le tard que des changements s'imposaient. Pendant longtemps, ils ont vécu dans un monde irréel fondé sur les subventions agricoles. Ils ont mis beaucoup de temps à le faire, mais ils se sont finalement rendu compte que la situation n'était pas soutenable. Ils ont fini par admettre que le modèle de production agricole qu'ils avaient adopté entraînait de nombreuses conséquences négatives pour l'environnement ainsi que pour le développement rural, sans mentionner le fait que la production était excédentaire. C'est un modèle qui ressemblait à celui que nous avons bien que le nôtre n'était peut-être pas aussi intensif. On a donc mis en oeuvre en Europe un programme de retrait obligatoire des terres en culture. Les agriculteurs européens ont ensuite établi des plans agri-environnementaux. C'est une bonne idée. C'est une idée qui a été reprise au Québec, mais pas intégralement.

Le modèle adopté en France est particulièrement bon. La participation est volontaire, mais les agriculteurs touchent une petite somme pour les encourager à participer au programme. Les agriculteurs concluent une sorte de contrat avec l'État ou l'organisme qui le représente dans la région visée et s'engagent à modifier leurs pratiques de façon à tenir compte de certains problèmes environnementaux. Cette approche peut être élargie pour s'appliquer à presque tous les types de changement.

Il s'agit d'une approche innovatrice, quoique de nombreux chercheurs agricoles en France admettent qu'elle donne de bons résultats dans certaines régions et de moins bons dans d'autres. Ce programme n'est pas nécessaire dans certaines régions où l'environnement n'est pas menacé, mais les agriculteurs y participent tout de même puisque c'est une façon pour eux de gagner un peu plus d'argent. Dans les régions où ce programme est nécessaire, l'intégration de cette approche peut poser certaines difficultés.

C'est une approche prometteuse. Elle exige beaucoup de travail sur le terrain, non seulement de la part des chercheurs, mais aussi des conseillers et des associations agricoles.

**Le sénateur Gustafson:** À mon avis, l'approche que les Canadiens adopteront — le gouvernement, les citoyens et les ruraux — sera déterminante pour l'avenir. Notre population est maintenant concentrée dans les villes et l'urbanisation du pays se poursuit toujours.

As a result, every farmer is a custodian of the land and there will be great responsibility falling into the farmer's hands, as there will be for the oil companies and so on.

**Mr. Bryant:** Sometimes it is interesting from a policy point of view to look at some of the things that many people see as being marginal, to see where things are changing. Organic farming is not marginal any more, but it was viewed as marginal for a long time. Some who are not certified organic farmers are going in that direction, even if they do not want to become certified. Part of that is linked to the urban marketplace and the urban consumer.

Another interesting trend is the explicit linkages between groups of urban consumers and farmers, to guarantee they will purchase part of the farmer's produce for the season, a basket-of-vegetables-every-week sort of thing. They commit themselves to a price ahead of time. The linkages are more than experiments because they are real and they are growing. We have one in particular in Montreal that is substantial. There is a whole network of farms and urban consumers that are involved in it.

**The Chairman:** Are they organic?

**Mr. Bryant:** They are not only organic, but one of the ideas is that, in some cases, the urban consumers that are involved also get involved in the farm. One of the conditions for purchasing the pattern of baskets throughout the production season is that they become interested in how the farmer produces, not just what the farmer produces. Again, while climatic change is not currently a big deal in that, all of the other environmental issues are.

**Senator Gustafson:** That is a good point. An example in our community involves the Hutterites, who bring their produce into a market every Saturday. They are sold out by nine o'clock. It does not matter how much they bring. People want that fresh food.

They are not supposed to sell meat, but they do. That happens before 8 o'clock, before the other stores open.

**Senator Fairbairn:** Absolutely!

**Senator Gustafson:** People want that kind of food.

**Mr. Bryant:** You can be an environmentalist and a capitalist.

**Senator Fairbairn:** They trust them, too.

**The Chairman:** Does it have the Government of Canada stamp on it?

**Senator Gustafson:** People trust their food. They know it is grown in a regular way.

**Senator Fairbairn:** Thank you very much for your presentation. I think we needed to hear this. You are a patient man. You have given us a message on one of the critical issues with which we must deal before we can get near questions like adaptation.

Il s'ensuit que tous les agriculteurs sont les gardiens de la terre et qu'ils devront assumer de grandes responsabilités tout comme les sociétés pétrolières pour ne nommer qu'elles.

**M. Bryant:** Du point de vue de l'élaboration des politiques, il est parfois bon de se pencher sur les secteurs considérés jusqu'ici comme des secteurs marginaux. L'agriculture biologique n'est plus un secteur marginal même si on l'a considéré de cette façon pendant longtemps. Certains agriculteurs optent maintenant pour l'agriculture biologique même s'ils ne veulent pas nécessairement obtenir une accréditation. Tout cela a quelque chose à voir avec le marché urbain et les goûts des consommateurs urbains.

Une autre tendance intéressante est l'établissement d'ententes entre les groupes de consommateurs urbains et les agriculteurs, les uns garantissant aux autres d'acheter un panier de légumes par semaine, par exemple. Les agriculteurs fixent leurs prix à l'avance. Ce genre de contrats ne sont pas seulement expérimentaux et cette tendance prend de plus en plus d'ampleur. Il existe notamment à Montréal tout un réseau d'agriculteurs et de consommateurs urbains qui est fondé sur ce genre d'ententes.

**Le président:** S'agit-il de culture biologique?

**M. Bryant:** Non seulement c'est de la culture biologique, mais dans certains cas, les consommateurs urbains s'intéressent aussi à l'exploitation agricole. Dans la commercialisation par paniers, l'une des conditions d'achat pendant toute la saison de production est de s'intéresser à la façon dont l'agriculteur cultive, et non pas uniquement à ce qu'il produit. Le changement climatique ne joue pas encore un très grand rôle à ce niveau, mais tous les autres facteurs environnementaux sont importants.

**Le sénateur Gustafson:** Voilà un bon argument. Dans ma région, nous avons les Hutterites, qui apportent leur production au marché tous les samedis. Tout est vendu dès 9 heures, quel que soit le volume de la production. Les gens veulent de ces produits frais.

Les Hutterites ne sont pas censés vendre de viande, mais ils en vendent. Ils le font avant 8 heures, avant l'ouverture des magasins.

**Le sénateur Fairbairn:** Absolument!

**Le sénateur Gustafson:** Les gens veulent ce genre de produit alimentaire.

**M. Bryant:** On peut être à la fois écologiste et capitaliste.

**Le sénateur Fairbairn:** Ce sont des producteurs à qui on fait confiance.

**Le président:** Est-ce que les produits sont inspectés par le gouvernement du Canada?

**Le sénateur Gustafson:** Les gens ont confiance en la qualité de ces produits. Ils savent que les producteurs cultivent de façon traditionnelle.

**Le sénateur Fairbairn:** Merci beaucoup de votre exposé. Nous avons besoin d'entendre cela. Vous êtes bien patient. Vous nous avez apporté un message essentiel sur les questions importantes que nous allons devoir aborder avant d'envisager d'autres sujets

People carrying the message must believe that it is real. People have been adapting through generations. This is not particularly a new issue. It is an extension of their culture and experience.

Heaven knows that we are keen to listen sometimes. The manner in which we address the issue or even the context of where we are addressing it can cause people to react with some impatience and hostility. There is the sense that whatever "it" is, you will not do it.

That is one of the problems of government. They are pronouncing what "it" is.

This is a difficulty in communications. It is a huge country. There are a lot of farmers. They do different things in different places. We bring in technology as part of our presentation and the way to do it. As you have almost indicated, perhaps we overdo it that way, and we lose the audience.

We hear the word "communication" around this table constantly, and we have heard it tonight. Who is communicating with the farmers is sometimes just as important as the message, to be successful. That leads me to the observation that it is a pity we cannot clone you, and send many Christopher R. Bryants across the country.

It has been one thing to talk about climate change in terms of Kyoto when you are dealing with hard industry and all sorts of people who have used flow charts and high-tech all their lives. In agriculture, we are trying to bring it down to the ground. We struggle to understand it. We want to be able to engage our listeners to share an enthusiasm in paying attention to the issue. That is a challenge.

You are doing it. We have run into some other scientists who have been taking the trouble to get into little groups and talk with the farmers, not at them.

How would you advise, not just us, but the government, on how to take an issue like this and engage the people who will ensure that the consumers will be okay in the future? They must be okay first.

**Mr. Bryant:** You are speaking in terms of how you engage the farm community. This is coming off the top of my head.

One needs to work through the various agricultural professional organizations. That is important because they do have networks. If the people that are the points of entry into those networks in the associations are sold on the idea — so you have to spend time selling them on the idea — it is then relatively easy for them to communicate with a broad, large proportion of the farm population. Work through the various farm organizations, not just the producer organizations, but also environmental clubs in Quebec, for example. They have a particularly interesting and innovative approach to change.

comme l'adaptation. Le messager doit toujours être convaincu de l'authenticité de son message. Les gens se sont toujours adaptés au fil des générations. La question n'est pas nouvelle. L'adaptation est le prolongement de la culture et de l'expérience.

Dieu sait que nous savons parfois écouter avec attention. La façon dont on aborde une question ou même le contexte dans lequel on l'aborde amène certaines personnes à réagir avec impatience et hostilité. On a tendance à condamner avant même de savoir de quoi il s'agit.

C'est le problème du gouvernement. C'est lui qui détermine de quoi il s'agit.

C'est là que le bât blesse en matière de communications. Nous avons un immense pays. Les agriculteurs sont très nombreux. Leur façon de faire varie d'un endroit à l'autre. Nous proposons des technologies et des façons de procéder. Comme vous l'avez plus ou moins dit, nous avons tendance à en faire trop, et nous perdons notre auditoire.

On entend beaucoup parler de communication autour de cette table, et il en a encore été question ce soir. Le succès dépend autant de la personnalité de celui qui communique avec les agriculteurs que du message. Cela m'amène à dire que c'est bien dommage qu'on ne puisse pas vous cloner et envoyer toute une série de Christopher R. Bryant dans toutes les régions du pays.

On peut bien parler de changement climatique dans le contexte du Protocole de Kyoto lorsqu'on s'est occupé d'industrie lourde, qu'on a manié des organigrammes et de la haute technologie toute sa vie. En agriculture, il faut rester les pieds sur terre. C'est ce que nous nous efforçons de comprendre. Nous voulons amener nos interlocuteurs à partager notre enthousiasme et à s'intéresser à certains sujets. C'est là tout un défi.

Et vous savez le relever. Il nous est arrivé de rencontrer des scientifiques qui se donnent la peine de former des petits groupes et de s'entretenir avec les agriculteurs, plutôt que de s'adresser à eux.

Quel conseil pouvez-vous donner non seulement à nous, mais aussi au gouvernement, sur la façon d'aborder une question comme celle-ci et de recruter des spécialistes grâce auxquels les consommateurs seront satisfaits à l'avenir? Ce sont eux qu'il faut satisfaire.

**M. Bryant:** Vous parlez de la façon de convaincre le monde agricole. Voilà ce que je peux vous dire de prime à bord.

Il faut passer par les différents organismes professionnels agricoles. C'est important, car ils ont des réseaux. Lorsqu'on arrive à convaincre les personnes qui contrôlent l'accès à ces réseaux dans les associations — et il faut parfois y passer un certain temps — il est ensuite assez facile de convaincre une bonne partie du monde agricole. Il faut passer par les différentes associations agricoles, et non pas uniquement par les associations de producteurs; il y a aussi, par exemple, des clubs d'écologistes au Québec. Ils ont une conception particulièrement intéressante et novatrice du changement.

At the same time as one sensitizes professional organizations at various levels, one should encourage them to communicate with their members. You also must sell them on the idea that they have to reach out further than the active core of their membership.

Many farmers, even if they are part of professional associations, do not really feel part of it. They are formally members, but they do not necessarily like it because they do not necessarily see that there is anything in it for them, or they do not think that the association necessarily shares their preoccupations.

Some professional organizations are more focused on some sectors of the agriculture economy than others. You get entire whole wads of farmers who feel left out even though they have to pay their annual dues to the association.

Find ways of partly using the associations, but also, use other points of entry into farm networks to build up the capacity for looking at and planning for change. It can vary substantially from province to province.

In Quebec, many of the county municipalities have a rural development officer. Some of those rural development officers actually have a good background in farming. They have gone through training that involves environment. Some of them are agronomists by training. There is an enormous wealth of resources on the ground that we could use to communicate more effectively with the farming community.

It may require, either provincially or, more likely, below the provincial level, finding some form of framework that would help seed a process by which people work in the community, interact with farmers and pull them together into small groups. We have had lots of experience in that, in some parts of the country in other fields. It is not a formal professional association, but it is also important in terms of getting out there.

I am not sure whether that is much help. However, if you took a particular province and a region within the province and developed a good understanding of the various networks within the farming community, it would not be that difficult to put together that process that would start on a small scale, but which would diffuse rapidly within the agricultural community to get people thinking and talking about it.

**Senator Fairbairn:** I am glad it is on the record, because what you have said is true. Some colleagues will remember, even within this committee, occasions where there have been striking issues that have needed to be addressed quickly and involving a mighty amount of money and structure. I am thinking of, over the last few years, our concentration on emergency safety net provisions and things like that.

On a couple of occasions, indeed, professional associations and provinces were listened to. However, it did not work well because it was at too high a level. It also was not a level that was taking into consideration that not just provinces are different, but some parts of provinces are different. We went through a painful exercise across Western Canada three or four years ago when we, with all the best will in the world and billions of dollars, had a

Et pendant qu'on sensibilise les organismes professionnels aux différents niveaux, il faut aussi les inviter à communiquer avec leurs membres. Il faut les convaincre que leur action doit aller au-delà du cercle restreint des membres les plus actifs.

Même s'ils font partie d'une association professionnelle, bien des agriculteurs n'ont pas vraiment l'impression d'y appartenir. Ils en sont officiellement membres, mais ils n'y souscrivent pas forcément, parce qu'ils estiment que l'association n'a rien à leur offrir ou qu'elle ne partage pas leurs préoccupations.

Certains organismes professionnels s'intéressent davantage à certains secteurs de l'économie agricole. De nombreux agriculteurs se sentent alors tenus à l'écart de l'association même s'ils sont obligés de lui verser une cotisation annuelle.

On peut faire son chemin en passant par les associations, mais on peut aussi frapper à d'autres portes pour pénétrer les réseaux agricoles, rassembler les énergies et organiser le changement. La situation peut varier considérablement d'une province à l'autre.

Au Québec, les municipalités de comté ont souvent un agent de développement rural. Certains d'entre eux ont une bonne expérience de l'activité agricole. Ils ont reçu une formation portant notamment sur l'environnement. Certains sont agronomes de formation. Il existe sur le terrain des ressources considérables qu'on pourrait utiliser pour communiquer plus efficacement avec le monde agricole.

Pour cela, il faut peut-être, soit au niveau provincial, soit plutôt à un niveau inférieur, trouver une sorte de structure qui permettrait d'amorcer un processus grâce auquel on pourrait travailler au niveau des collectivités, en interaction avec les agriculteurs constitués en petits groupes. Nous avons une bonne expérience en la matière, dans certaines régions du pays et dans d'autres domaines. Nous ne passons pas toujours par une association professionnelle officielle, mais c'est aussi important de le faire pour rejoindre les producteurs.

Je ne sais pas si mes propos vous seront utiles. Cependant, en procédant par province et par région pour bien comprendre les différents réseaux du monde agricole, il ne devrait pas être difficile d'amorcer un processus à petite échelle qui prendrait rapidement de l'ampleur au sein du monde agricole et qui susciterait une réflexion et un débat.

**Le sénateur Fairbairn:** Je suis heureuse que tout cela figure au compte rendu, car ce que vous dites est vrai. Nos collègues se souviennent que même au sein de ce comité, il est arrivé qu'on doive aborder rapidement des questions cruciales portant sur des structures et des montants considérables. Ce fut notamment le cas, ces dernières années, de nos travaux sur le filet de sécurité d'urgence.

À quelques reprises, nous avons écouté des représentants d'associations professionnelles et des représentants des provinces. Mais les résultats n'ont pas été très bons car nous étions à un niveau trop élevé. Par ailleurs, on ne tenait pas toujours compte des différences non seulement entre les provinces, mais entre les régions à l'intérieur d'une même province. Il y a trois ou quatre ans, nous avons fait un exercice pénible concernant l'ouest du

negative result from it. We need the ability to get below those certain levels. There is nothing wrong with them. However, if they are not reaching into the daily reality of whatever section of Canada we are working in, then we will come up short; and when we come up short, impatience, frustration and hostility make the issue worse. I am sure Senator Wiebe has something to say about that.

**Mr. Bryant:** I agree.

**Senator Wiebe:** To follow up on that, Senator Fairbairn is correct. In the past, we have attempted, as politicians, to solve a problem by throwing money at it. It follows along with the answer that you gave to my last question, when I asked about crop insurance and NISA. You said that money is nice, but not really the key.

I go back to what we called the New Zealand experiment. They made the decision 10 years ago that they would no longer pay out any subsidies to agriculture. They offered a one-time cash payment and said; "You make the decision about whether you want to stay in farming or use that money to get out."

I had the good fortune last March of spending some time in New Zealand. I was excited to go down there to talk to some of the people and see how agriculture worked. I found agriculture in New Zealand to be vibrant, successful and prosperous, and they are not paying any subsidies. However, for us to take that kind of approach here in Canada, politically, we would be killed.

What is your reaction to the New Zealand experience and the comments of Senator Fairbairn?

**Mr. Bryant:** When I said money is not the issue, it is always good to have money. However, you need to know what you want it for. It does not matter what area of the economy you are talking about. Giving money for the sake of giving money sometimes acts as a stopgap, but can also be an expensive way of dealing with a problem. We have been good at throwing money around to try to keep people happy, at least in the short term. It is much more difficult to build capacity to deal with things, however. It can always use a bit of money but, more importantly, it requires a particular set of attitudes on the part of people that deal with the farming community: the bureaucrats, the research scientists and the politicians.

To come back to the question about the subsidy issue, it is a difficult tightrope act. People need help to cope with some things, like catastrophes, difficult situations and things that we believe that people have been flung into through no fault of their own. We need to come to their aid. We might decide to not necessarily subsidize, but to pay people to do certain things, because it provides us with a different type of good. They have talked a lot in Western Europe about decoupling subsidies for farm production from farm production, that is, providing money to farmers to do certain things in certain ways.

**The Chairman:** Or not to do them.

Canada et malgré toute la meilleure volonté du monde et des milliards de dollars, nous n'avons obtenu que des résultats négatifs. Il faut pouvoir descendre en dessous de ces niveaux-là, qui n'ont rien de mauvais à proprement parler, mais qui ne permettent pas de rejoindre la réalité quotidienne des régions du Canada; et quand on ne le fait pas, l'impatience, le mécontentement et l'hostilité ne font qu'aggraver les choses. Je suis sûre que le sénateur Wiebe a quelque chose à dire à ce sujet.

**M. Bryant:** Je suis bien d'accord.

**Le sénateur Wiebe:** Le sénateur Fairbairn a raison. Jusqu'à maintenant, la classe politique avait tendance à vouloir résoudre les problèmes par l'argent. C'est un peu ce que vous avez dit en réponse à ma dernière question sur l'assurance-récolte et le CSRN. Vous avez dit que l'argent, c'est très bien, mais que ce n'est pas vraiment la solution.

Je reviens à ce qu'on appelle l'expérience néo-zélandaise. Dans ce pays, on a décidé il y a dix ans de ne plus verser de subventions aux agriculteurs. On leur a offert un montant forfaitaire en les invitant à décider s'ils continuaient l'agriculture ou s'ils se servaient de l'argent pour trouver autre chose.

En mars dernier, j'ai eu la chance de faire un séjour en Nouvelle-Zélande. J'étais très heureux de rencontrer des agriculteurs et de voir comment fonctionnait l'agriculture néo-zélandaise. Je l'ai trouvée dynamique, efficace et prospère, alors même qu'elle ne reçoit aucune subvention. Mais pour nous, il serait suicidaire d'appliquer la même formule au Canada.

Que pensez-vous de l'expérience néo-zélandaise à la lumière des commentaires du sénateur Fairbairn?

**M. Bryant:** J'ai dit que l'argent n'est pas la solution, mais il est toujours bon d'en avoir. Pourtant, il faut savoir à quoi l'employer, quel que soit le secteur économique considéré. L'argent qu'on distribue peut servir de palliatif, mais c'est aussi parfois une façon coûteuse d'aborder un problème. Nous avons le tour pour distribuer de l'argent à droite et à gauche et rendre les gens heureux, du moins à court terme. Mais il est beaucoup plus difficile de renforcer les capacités pour trouver de vraies solutions. On a parfois besoin d'un peu d'argent, mais surtout, c'est une question d'attitude de la part de ceux qui s'adressent au monde agricole, c'est-à-dire les fonctionnaires, les scientifiques et la classe politique.

Pour en revenir à la question des subventions, c'est un subtil numéro d'équilibriste. Les gens ont besoin d'aide pour faire face à certaines difficultés, que ce soit des catastrophes, une crise économique ou une situation dont ils ne sont pas responsables. Il faut leur venir en aide. On peut décider de ne pas les subventionner mais de les payer pour qu'ils fassent certaines choses de façon à obtenir une autre sorte de bien. En Europe occidentale, on a beaucoup parlé de la dissociation entre les subventions agricoles et la production agricole, c'est-à-dire qu'on donne de l'argent aux agriculteurs pour qu'ils fassent certaines choses d'une certaine façon.

**Le président:** Ou qu'ils ne le fassent pas.

**Mr. Bryant:** Or not to do them, for instance, adopting certain conservation practices in areas of outstanding natural beauty, particular scientific interest, particular cultural heritage and this sort of thing. We are not subsidizing them, then. We are saying, “We want you to produce this and we will pay you.”

On the other hand, simply giving out money as a stopgap measure — and sometimes that stopgap measure becomes almost permanent — create dependency. Dependency is the last thing you can think of as comprising capacity to adapt and change.

When NAFTA came in a few years back, we were running workshops with farmers in the Montreal region, market gardeners and milk producers, looking at NAFTA and how they react to it.

The people who were the most upset were the milk producers. They were upset because they saw ultimately that the protected market system, the quota system, would probably go out the window. Talk to the market gardeners about NAFTA and it is not a big deal. They have dealt with and competed in the U.S. market for years, and they are not regulated. They are not protected. The only thing that the market gardeners were worried about was that they thought some of their milk-producing colleagues would get out of milk production and get into market gardening.

**The Chairman:** I, too, deeply appreciated the evidence you have given us tonight.

A number of farmers, as you have already said, are innovative and resilient. They are able to bounce back to these changes that they can somehow see coming by using new seeds, different crops and zero till, doing different types of marketing, and so on. A number of farmers, as you mentioned, are going into organic farming. You told Senator Gustafson about these explicit linkages between consumers and farmers. I wanted to know how far you were going to take that or how far it is being taken now. You indicated the explicit arrangements that some of these people have where they actually look to make sure that there are not pesticides and insecticides being used so that they know what they are buying in their basket of food each day. You also indicated that they work on the farm. If there were a major climatic change or a major hailstorm, would these people go and help with the effect of climate change on the farm? How far will this be taken?

**Mr. Bryant:** The climate change issue does not have a big profile in their thinking right now, but for the people that are interested, that have become involved in it, one of the reasons for becoming involved is that they are concerned with having healthy produce. They are interested in the process by which the produce comes to their table. Others are interested because they are concerned about the impact of modern, productive farming on the environment. They are also looking at it from a broader point of view. We have done interviews with organic farmers in Quebec, trying to find out why they become organic farmers. We find health reasons, personally and for the community generally, and

**M. Bryant:** Ou qu'ils ne le fassent pas, par exemple en adoptant certaines méthodes de conservation dans des régions qui présentent un attrait particulier du point de vue esthétique, scientifique, patrimonial, et cetera. Au lieu de les subventionner, on demande aux agriculteurs d'entreprendre certaines cultures contre rémunération.

Par ailleurs, le fait de distribuer de l'argent à titre de palliatif temporaire — et le temporaire risque toujours de devenir permanent — on crée une dépendance. La dépendance est à l'opposé de l'objectif visé quand on veut favoriser la capacité d'adaptation et l'aptitude au changement.

Lorsque l'ALENA est entré en vigueur il y a quelques années, nous avons organisé des ateliers pour les agriculteurs de la région de Montréal, pour les maraîchers et les producteurs de lait; nous leur avons présenté l'ALENA et nous leur avons demandé d'y réagir.

Les plus mécontents étaient les producteurs de lait. En effet, ils ont vu que la formule du marché protégé et des quotas devrait sans doute être abandonnée. Pour les maraîchers, l'ALENA n'a pas grande importance. Ils sont présents sur le marché américain, donc ils subissent la concurrence, et ils ne sont ni réglementés, ni protégés. La seule chose qui les inquiétait, c'était la possibilité que leurs collègues producteurs de lait abandonnent le secteur laitier pour se lancer dans la production maraîchère.

**Le président:** Moi aussi, j'ai beaucoup apprécié ce que vous nous avez présenté ce soir.

Comme vous l'avez dit, les agriculteurs font souvent preuve d'esprit d'innovation et de résilience. Ils sont capables de réagir au changement, en utilisant de nouvelles graines, en se lançant dans des cultures différentes, en passant à la culture sans labour, en trouvant de nouvelles formes de commercialisation, et cetera. Comme vous l'avez dit, bien des agriculteurs passent maintenant à l'agriculture biologique. Vous avez parlé au sénateur Gustafson de ces liens directs entre les consommateurs et les agriculteurs. J'aimerais savoir jusqu'où on va actuellement dans ce domaine. Vous avez parlé de ces consommateurs qui s'assurent que le producteur n'a pas utilisé de pesticides ni d'insecticides et qui veulent savoir ce qu'ils mettent chaque jour dans leur panier à provisions. Vous avez dit aussi qu'ils vont parfois travailler à la ferme. En cas de changement climatique majeur ou de grêle, est-ce qu'ils seraient prêts à aller aider les agriculteurs? Quelle est l'étendue de leurs relations?

**M. Bryant:** La question du changement climatique ne les préoccupe guère actuellement, mais ceux qui s'y intéressent, entrent en contact avec les agriculteurs parce qu'ils tiennent à acheter un produit sain. Ils s'intéressent au procédé à l'issue duquel le produit arrive sur leur table. D'autres s'y intéressent parce qu'ils se préoccupent des effets sur l'environnement de l'agriculture moderne axée sur la productivité. Ils se placent aussi d'un point de vue plus large. Nous avons interrogé des exploitants du Québec qui cultivent des produits biologiques pour essayer de savoir pour quelle raison ils étaient passés à ce type de culture. C'est parfois pour des raisons de santé, des raisons personnelles,

also preoccupations for the environment are important. While not related directly to climate change, the preoccupation for a healthy environment means it is easier for those same groups to talk about climatic change to farmers and get farmers to talk to them about how climate change fits into their calculus, into their decision-making environment.

**The Chairman:** Senator Gustafson was asking about the difference between rural and urban communities. He said most people live in the urban areas. In these explicit relationships that you talk about between the consumer and the farmer, are some of those relationships between people in urban and rural areas? In other words, are they leaving the cities and coming out and forming those relationships? You indicated as well, as I heard your evidence, that some of them are actually working and helping out on the farm.

**Mr. Bryant:** Sometimes when they work on the farms, it is basically to get an experience. They are not necessarily paid for it.

**The Chairman:** I see.

**Mr. Bryant:** Apart from what I said, there are other relationships in agriculture, even in urban type environments. We have a few examples of that in Canada, but there are many more in other parts of the world where farm activities are used as a means of integrating people who have moved into an urban area from rural areas. They cannot integrate into the workforce, or they are used to integrate people who are hard-core unemployed, people who have had difficulty getting into the workforce in the first place. Some agricultural projects can be and have been used as a means of providing a work opportunity for these people. It is almost like not just training them to be farmers or farm workers, but training them in a much broader sense, getting back their self-respect and this sort of thing. However, that is a different kettle of fish.

There are examples also of land trusts that have been created where land is owned by a group of consumers.

**The Chairman:** Are they working the land?

**Mr. Bryant:** They will hire the former farmer, for instance, to farm the land for them, and they, in exchange, are a management board. In a sense, we are only restricted by lack of imagination and creativity.

**The Chairman:** But there are programs like that?

**Mr. Bryant:** They are projects, not so much programs.

**The Chairman:** That is fascinating.

You have touched some wonderful nerves that go right to the root of the thing that many of us are interested in, in terms of rural communities, climate change, adaptation and so on. Your evidence has been incredibly useful and helpful. Thank you very much. I apologize for the lateness of the hour, but we wanted to keep you because we had so many things to ask, to explore your many suggestions.

The committee adjourned.

par souci de l'intérêt général et aussi parce que l'agriculteur se préoccupe de l'environnement. Même s'il n'est pas directement lié au changement climatique, le souci d'un environnement sain amène les consommateurs de ce genre à parler de changement climatique aux agriculteurs, qui leur parlent à leur tour de la place qu'occupe le changement climatique dans la planification de leurs activités et dans les décisions qu'ils ont à prendre.

**Le président:** Le sénateur Gustafson a parlé de la différence entre les collectivités rurales et urbaines. Les relations entre le consommateur et l'agriculteur dont vous nous avez parlé sont-elles des relations entre urbains et ruraux? Autrement dit, est-ce que les consommateurs quittent les villes pour établir ces relations? Si j'ai bien compris votre témoignage, vous dites aussi que certains consommateurs mettent la main à la pâte pour aider les agriculteurs.

**M. Bryant:** Parfois, lorsqu'ils travaillent à la ferme, c'est essentiellement pour acquérir de l'expérience. Ils ne sont pas forcément rémunérés.

**Le président:** Je vois.

**M. Bryant:** À part ce dont j'ai parlé, il existe d'autres relations en agriculture, même dans le contexte urbain. Nous en avons quelques exemples au Canada, mais on en trouve dans d'autres parties du monde, où les activités agricoles sont un moyen d'intégration pour ceux qui sont passés de la campagne à la ville. Ils ne peuvent pas toujours s'intégrer au marché du travail. On sert des activités agricoles pour assurer l'intégration des chômeurs de longue durée, de ceux qui ont du mal à trouver leur place sur le marché du travail. On s'est servi de certains projets agricoles pour leur proposer du travail. Il ne s'agit pas simplement de leur donner une formation d'ouvriers agricoles; on les forme de façon beaucoup plus large, afin qu'ils trouvent l'estime de soi, par exemple. Mais ici, nous sommes dans un domaine différent.

On trouve aussi des exemples de fiducie foncière où la terre appartient à un groupe de consommateurs.

**Le président:** Est-ce qu'ils l'exploitent?

**M. Bryant:** Ils peuvent, par exemple, engager l'ancien agriculteur pour qu'il l'exploite pour eux et en contrepartie, ils constituent un conseil de gestion. De ce point de vue, la seule limite est celle de l'imagination et de la créativité.

**Le président:** Mais ces programmes existent?

**M. Bryant:** Ce sont des projets plutôt que des programmes.

**Le président:** C'est fascinant.

Vous êtes allé au coeur même des sujets qui nous intéressent, comme le sort des collectivités rurales, le changement climatique, l'adaptation, et cetera. Votre témoignage nous a été d'une aide précieuse. Merci beaucoup. Je vous demande de nous pardonner l'heure tardive, mais nous avons tenu à vous garder parce que nous avons bien des questions à vous poser pour bien saisir vos propos.

La séance est levée.

OTTAWA, Thursday, May 8, 2003

The Standing Senate Committee on Agriculture and Forestry met this day at 8:35 a.m. to examine the impact of climate change on Canada's agriculture, forests and rural communities and the potential adaptation options focusing on primary production, practices, technologies, ecosystems and other related areas.

**Senator Donald H. Oliver** (*Chairman*) in the Chair.

[*English*]

**The Chairman:** I call to order this session of the Standing Senate Committee on Agriculture and Forestry. By way of background, on October 22, 2002, the committee was authorized to examine the impact of climate change on Canada's agriculture, forests and rural communities and to study the potential adaptation options, focusing on primary production practices, technologies, ecosystems and other related areas.

Since October 21, this committee has held 30 meetings on the subject of climate change, focusing its attention on the impacts and adaptation on the agriculture and forestry sectors as well as on rural communities. The committee has heard from a total of 106 witnesses thus far and we have sat for 67 hours. Farmers, forestry workers, municipal officials, scientists, tourism operators, academics and others have told the committee of their personal experiences with climate change and how they are addressing the resulting problems and opportunities.

Today, we are honoured to conclude our initial hearings on climate change by hearing two officials from the Hadley Centre for Climate Prediction and Research in the United Kingdom. The Hadley Centre for Climate Prediction and Research, which is part of the Met Office, provides a focus in the United Kingdom for the scientists associated with climate change.

For 140 years, the Met Office has been the U.K.'s national weather service. Now they also provide services to other government departments and to a wide range of companies in commerce, industry and the media with TV weather.

I will introduce the members of the panel, Mr. Richard Betts, Senior Ecosystem Scientist, and Mr. Peter Cox, Head of Climate Chemistry and Ecosystems.

Welcome to the committee, gentlemen. Please proceed with your presentations.

**Mr. Peter Cox, Head of Climate Chemistry and Ecosystems, Met Office, Hadley Centre for Climate Prediction and Research:** I will give you a general introduction to the Hadley Centre's work, how it is organized and how it relates to the external community. Mr. Betts will speak specifically to impacts on ecosystems and feedback from ecosystems, particularly with some reference to the Canadian situation.

OTTAWA, le jeudi 8 mai 2003

Le Comité sénatorial permanent de l'agriculture et des forêts se réunit aujourd'hui, à 8 h 35, pour procéder à l'étude sur l'impact du changement climatique sur l'agriculture, les forêts et les collectivités rurales au Canada et les stratégies d'adaptation à l'étude axées sur l'industrie primaire, les méthodes, les outils technologiques, les écosystèmes et d'autres éléments s'y rapportant.

**Le sénateur Donald H. Oliver** (*président*) occupe le fauteuil.

[*Traduction*]

**Le président:** Je déclare ouverte la séance du Comité sénatorial permanent de l'agriculture et des forêts. À titre d'information, le 22 octobre 2002, le comité a été autorisé à procéder à l'étude sur l'impact du changement climatique sur l'agriculture, les forêts et les collectivités rurales au Canada et les stratégies d'adaptation à l'étude axées sur l'industrie primaire, les méthodes, les outils technologiques, les écosystèmes et d'autres éléments s'y rapportant.

Depuis le 21 octobre, notre comité a tenu 30 séances sur le sujet du changement climatique, tout en prêtant une attention particulière aux impacts et aux stratégies d'adaptation axées sur l'agriculture et les forêts ainsi que sur les collectivités rurales. Jusqu'à présent, le comité a entendu 106 témoins et siégé 67 heures. Agriculteurs, forestiers, fonctionnaires municipaux, scientifiques, agents du tourisme, universitaires et autres ont fait part au comité de leur expérience personnelle à l'égard du changement climatique et de la façon dont ils réagissent aux problèmes et opportunités qui en découlent.

Aujourd'hui, nous avons l'honneur de conclure nos audiences initiales sur le changement climatique en accueillant deux représentants du Hadley Centre for Climate Prediction and Research, du Royaume-Uni. Le Centre Hadley se consacre aux prédictions et à la recherche sur les changements climatiques.

Il relève du Bureau météorologique, qui joue le rôle de service météorologique national depuis 140 ans. Aujourd'hui, le Bureau météorologique offre aussi des services à d'autres ministères du gouvernement, aux médias ainsi qu'à une vaste gamme d'entreprises commerciales et industrielles.

Permettez-moi de présenter les membres du groupe de discussion, M. Richard Betts, scientifique principal (écosystèmes), et M. Peter Cox, directeur, chimie du climat et écosystèmes.

Bienvenue au comité, messieurs. Je vous cède la parole.

**M. Peter Cox, directeur, Chimie du climat et écosystèmes, Bureau météorologique, Hadley Centre for Climate Prediction and Research:** Je vais faire une introduction générale sur le travail du Centre Hadley, son organisation et ses relations avec l'extérieur. M. Betts va parler des impacts sur les écosystèmes et de la rétroaction de ceux-ci, tout en faisant état de la situation du Canada à cet égard.

I will give this introduction to the work of the Hadley Centre with the assistance of slides. The first slide provides information on the basic background role of the Hadley Centre and the motivating science questions, which may be familiar to you. On the second slide, you will see some definitions of the Hadley Centre: It is the U.K. research centre into climate change and it is the climate research institute of the Met Office. The Met Office deals with meteorological forecasting and we benefit from being part of that. There is a synergy between what we do and weather forecasting, which I will come to later on.

The centre was built up over 10 years since it was opened in 1990. Now, we have a staff of about 110, approximately three quarters of whom are scientists and the remaining are information technology support staff for the major computing systems that we have.

The Hadley Centre is concerned with policy questions. On the third slide you will see the list of the scientific drivers. We are interested in trying to understand the processes that control climate and represented these in computer models with greater realism. We are talking about simulating and predicting climate change.

We also want to monitor how climate is changing. Obviously, we need to check our predictions. We also wish to diagnose the cause of those changes, which is called "attribution." I will move on to the fourth slide. To diagnose those changes, we rely on hearing from the Met Office and so we are embedded in a research situation in which we have activities of relevance occurring in our organization. This includes ocean forecasting, observations, computer support, pollution modeling and basic atmospheric research. There are also external research programs. We are connected to the university research programs, although we do not share the same funding. That is through the Natural Environment Research Council in the U.K. specifically. We are also connected to the World Meteorological Association, which organizes various inter-comparisons between different climate models.

We are funded primarily by the U.K. Department for Environment, Food and Rural Affairs, DEFRA, which funds us to the tune of about 8 million pounds per annum. Much of that is spent on staff and super-computing resources. The Ministry of Defence, which owns the Met Office, also funds DEFRA for about 3.5 million pounds per year and we have a core customer group in the Met Office that contributes about 1 million pounds. We also receive funds from the European Commission in the form of projects, which currently amount to

Pour mon introduction sur le travail du centre, je vais utiliser des diapositives. La première donne des renseignements sur le rôle fondamental du centre ainsi que sur les domaines de recherche scientifique, que vous connaissez peut-être. La deuxième diapositive donne quelques définitions du centre: il s'agit du centre de recherche britannique qui se consacre à la recherche sur les changements climatiques et qui est, à ce titre, l'institut de recherche du Bureau météorologique dans ce domaine. Le Bureau météorologique est chargé des prévisions météorologiques, ce qui est très utile pour nous. Il y a en effet synergie entre ce que nous faisons et les prévisions météo, sujet sur lequel je vais revenir un peu plus tard.

Depuis son ouverture en 1990, le centre a pris de l'ampleur. Nous comptons maintenant près de 110 employés, dont près des trois-quarts sont des scientifiques, le reste représentant le personnel de soutien technologique de l'information nécessaire pour les grands systèmes informatiques du centre.

Le Centre Hadley s'intéresse aux questions politiques. La troisième diapositive dresse la liste des domaines de recherche scientifique. Nous voulons essayer de comprendre les processus qui déterminent le climat et qui sont représentés sous forme de modèles informatiques avec beaucoup de réalisme. Il s'agit de simuler et de prédire les changements climatiques.

Nous voulons également surveiller la façon dont les changements climatiques se produisent. De toute évidence, nous devons vérifier nos prévisions. Nous souhaitons également poser le diagnostic de la cause de ces changements, ce que nous appelons «attribution». Je passe maintenant à la quatrième diapositive. Pour poser le diagnostic de ces changements, nous nous appuyons sur le Bureau météorologique si bien que nous sommes intégrés à cet organisme au plan de la recherche, tout en mettant cependant l'accent sur les activités propres à notre organisation. Ces travaux portent sur les prévisions océaniques, les observations, l'appui informatique, la construction de modèles de pollution et la recherche atmosphérique fondamentale. Nous avons également des programmes de recherche externes et sommes reliés aux programmes de recherche universitaires par l'entremise du Natural Environment Research Council du Royaume-Uni, même si nous ne bénéficions pas du même financement. Nous sommes également reliés à l'Association météorologique mondiale qui organise diverses comparaisons entre divers modèles climatiques.

Nous sommes principalement financés par le Department for Environment, Food and Rural Affairs — le DEFRA — du Royaume-Uni, dont nous recevons quelque huit millions de livres par année. La plupart de ces fonds sont affectés aux ressources humaines ainsi qu'aux super-ordinateurs. Le ministère de la Défense, dont fait partie le Bureau météorologique, finance également le DEFRA à coups de 3,5 millions de livres par année et nous avons un groupe client au Bureau météorologique dont la contribution s'élève à un million de livres environ. Nous recevons

about 0.5 million pounds and it is growing. Overall, the program receives about 13 million pounds per annum and is still growing. It is big science to do these predictions and analyses.

On the seventh slide there is a graph showing how the Hadley Centre connects to the external community. We are basically prediction but we are driven by policy. That impacts the kinds of things that you are considering. Although we produce climate predictions, we are closely connected to the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, which has branches dealing with impacts and adaptation as well as climate change. We are also connected to the U.K. Climate Impact Program, UKCIP, which is external to the Hadley Centre but strongly driven by our outputs. The primary people to whom we deliver are UKCIP, the IPCC and DEFRA.

I will speak briefly to the motivating science questions. The four questions that we are trying to answer are interesting. The first one, how has the climate changed, is based on the observations to determine whether climate has changed in a significant way. The second question is, why has climate changed, which is the problem of attributing the causes of climate change. The third question, how much will climate change in the future, is dealt with using model projections. Mr. Betts will speak to the consequences of climate change.

How has climate changed? We are responsible in collaboration with one of the universities in the U.K. for maintaining the global database of temperatures on land and in the ocean. You may have seen the plot showing global temperatures going up by about .6 of a degree over the 20th century. The facts keep rolling in with regard to extreme temperatures. For example, the 1990s is the warmest decade on record and 1998 was the warmest year, although I understand that this year will probably be warmer because of El Niño. There definitely has been a change over the 20th century. This can also be put in context as the longer-term change in the Earth's climate, where reconstructions for things such as tree rings actually show a downward trend over the last 1000 years and then an abrupt warming in the context of historical change over the course of the last century. That is the context we are looking at. There has definitely been significant change. The critical question is, what caused it? Has it been naturally occurring or has it been because of human interference?

The reasons for climate change are many, of course. The climate varies naturally because of such things as the glacial cycle, which is a classic case in point; the radiation on the medium-term time-scale of decades to centuries; and there are changes in volcanic elements. As well, there are the human forces, which we are primarily concerned about in the Hadley Centre. Greenhouse gas emissions are the primary one but there are also sulphate

également des fonds de la Commission européenne sous forme de projets, qui équivalent actuellement à près de 0,5 million de livres, somme qui prend de l'ampleur. Au total, le programme reçoit près de 13 millions de livres par année et ce financement ne cesse d'augmenter. Ces prévisions et ces analyses représentent des recherches scientifiques d'importance.

La septième diapositive est un graphique représentant les liens entre le Centre Hadley et l'extérieur. Nous faisons essentiellement de la prévision, mais nous dépendons de la politique, ce qui a un effet sur nos travaux. Même si nous produisons des prévisions climatiques, nous avons des relations étroites avec le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, le GIEC, qui s'occupe entre autres des impacts et de l'adaptation, ainsi que de l'évolution du climat. Nous sommes également reliés au Climate Impact Program du Royaume-Uni, l'UKCIP, qui est distinct du Centre Hadley, mais qui dépend fortement de ce que nous produisons. L'UKCIP, le GIEC et le DEFRA sont nos principaux clients.

Je vais maintenant parler brièvement des domaines de recherche scientifique définis sous forme de quatre questions intéressantes. La première — comment le climat a-t-il changé? — s'appuie sur les observations visant à déterminer si le climat a évolué de façon significative. La deuxième question — pourquoi le climat a-t-il changé? — est en fait le problème d'attribution des causes du changement climatique. La troisième question — dans quelle mesure le climat va-t-il évoluer dans l'avenir? — est traitée à l'aide de modèles. M. Betts va vous parler des conséquences du changement climatique.

Comment le climat a-t-il changé? En collaboration avec l'une des universités du Royaume-Uni, nous sommes chargés de tenir à jour la banque mondiale des températures terrestres et océaniques. Vous avez peut-être vu que la courbe des températures mondiales a monté d'environ 0,6 degré au cours du XX<sup>e</sup> siècle. Nous ne cessons de recevoir des faits relatifs aux températures extrêmes. Par exemple, les années 90 représentent la décennie la plus chaude jamais enregistrée, l'année 1998 étant l'année la plus chaude, même si, autant que je sache, cette année sera probablement plus chaude à cause d'El Niño. Le climat a certainement changé au cours du XX<sup>e</sup> siècle. Cela peut également être placé dans le contexte de l'évolution à plus long terme du climat de la terre, puisque des reconstructions d'éléments comme les cercles des arbres indiquent en fait une tendance à la baisse ces 1 000 dernières années, puis un réchauffement abrupt au cours du siècle dernier. C'est le contexte que nous examinons. Les changements ont été certainement importants. La question clé est la suivante: Pourquoi? Pour des raisons naturelles ou pour des raisons humaines?

Les raisons du changement climatique sont bien sûr nombreuses. Le climat varie naturellement pour des raisons telles que le cycle glaciaire, qui est un exemple classique; la variabilité décennale et séculaire, sans compter les changements des éléments volcaniques. Il faut citer également les raisons humaines, qui intéressent principalement le Centre Hadley. Les émissions de gaz à effet de serre sont les principaux responsables,

aerosols, which have a tendency to cool the climate; increases in tropospheric ozone, which has an effect on climate as well as ecosystems and human health; and land use change.

Essentially, something quite significant has happened in climate modeling over the last few years. One key concern was that we could not reproduce exactly the record of warming as seen in the observations. That is not true now because there has been recognition that the 20th century signal of climate change is partly a consequence of natural processes. For example, there was a mid-century cooling of the climate system that does not look consistent with the greenhouse effect. That turns out to be due in part to volcanic eruptions and partly because of change in these other outputs. To be fair, in the past, climate models would have rejected these as insignificant but they have been significant in parts of the 20th century.

The problem with natural forces is that they cannot explain warming and it is only with the natural forces, particularly the greenhouse effect, that it is possible to explain the recent warming. When we put the two together, we have an understanding of this rather complicated pattern of time of warming through the 20th century. We have a tendency to warm initially and then cool in the mid-century followed by a rather rapid warming. The mid-century is a consequence of natural force elements but it seems more and more that the later warming is definitely due to the greenhouse effect.

We now have a situation where we can attribute, to some extent, the causes of observed climate change. The next thing that we will be asked is, what will happen in the future, which is a key thing for policy.

To do that, we have a multistage process. All modeling centres do this currently. We go to a socio-economic group of experts and ask them to come up with scenarios of future emissions and land-use change. We use that information to drive the model. We then pass the climate change impacts on to a further group who deal with impact.

This is a disciplinary process. The IPCC is structured in this way with separate groups doing separate bits of the problem. More and more we are coupling the entire system together.

When you get the slides you will see that even from a single model like ours, there is a large range of possibilities. These are based largely on the future emission scenario, which is only known within a factor of two or three. That translates into large differences in climate change and, therefore, large differences in impacts.

mais il faut également citer les aérosols de sulfate, qui ont tendance à refroidir le climat; les augmentations de l'ozone troposphérique, qui ont un effet sur le climat ainsi que sur les écosystèmes et la santé humaine; et enfin le changement d'affectation des sols.

Ces dernières années, le domaine de la modélisation climatique a connu un changement fort important. Un des problèmes essentiels, c'était que l'on ne pouvait pas reproduire exactement les tendances du réchauffement constatées dans les observations. Ce n'est plus le cas aujourd'hui, car il est reconnu que le changement climatique observé au XX<sup>e</sup> siècle est en partie attribuable aux processus naturels. Par exemple, on a remarqué un refroidissement du système climatique au milieu du siècle qui ne semble pas cadrer avec l'effet de serre, mais qui s'explique en fin de compte par les éruptions volcaniques, d'une part, et par le changement des autres données de sortie, d'autre part. Pour être honnête, je dirais que dans le passé, les modèles climatiques les auraient rejetés en raison de leur insignifiance, mais ils ont eu de l'importance à certaines époques du XX<sup>e</sup> siècle.

Le problème des forces naturelles, c'est qu'elles ne peuvent pas expliquer le réchauffement, or, c'est seulement grâce aux forces naturelles, notamment l'effet de serre, qu'il est possible d'expliquer le réchauffement récent. Lorsque nous prenons les deux en compte, nous arrivons à comprendre le phénomène temporel assez complexe du réchauffement intervenu au XX<sup>e</sup> siècle. Initialement, le climat a tendance à se réchauffer, puis au milieu du siècle, il se refroidit, avant de se réchauffer assez rapidement. Ce qui s'est passé au milieu du siècle est une conséquence des forces naturelles, mais il semble de plus en plus que le réchauffement ultérieur soit attribuable à l'effet de serre.

Nous pouvons aujourd'hui attribuer, dans une certaine mesure, les causes du changement climatique observé. Il faut ensuite se demander ce qui va se passer à l'avenir, ce qui est essentiel en matière de politique.

Pour ce faire, nous avons un processus en plusieurs étapes. Tous les centres de modélisation procèdent de la sorte actuellement. Nous demandons à un groupe socio-économique d'experts de nous présenter des scénarios des futures émissions et du futur changement d'affectation des sols. Nous utilisons cette information pour le modèle. Nous transmettons alors les impacts du changement climatique à un autre groupe qui traite de l'impact.

C'est un processus disciplinaire. Le GIEC se compose de groupes distincts qui traitent des aspects différents du problème. Nous nous dirigeons de plus en plus vers une association complète.

D'après les diapositives, vous pouvez voir que même à partir d'un seul modèle comme le nôtre, il s'offre tout un éventail de possibilités qui s'appuient essentiellement sur le scénario futur des émissions dont le facteur de variation est de l'ordre de deux ou trois. Cela se traduit par de grands écarts en matière de changement climatique, et, par conséquent, de grandes différences en matière d'impacts.

An additional uncertainty comes from the complex system that we use to model processes. It is based in large part on how sensitive the climate is to carbon dioxide, for example. There is room for error.

We are getting to the stage now where the climate modeling community is recognizing that a single estimate will never be enough. One of the key frontiers is to develop theories from an ensemble of simulations, instead of doing one simulation with our best guess. We can never know that it is our best guess.

We plan to do many hundreds of simulations using internal model premises, including the way clouds varies with droplet concentration that are unknown. Within those ranges, we look at all the possibilities. It is only when we get to the stage where we have got a distribution function of possible futures that we can really look at assessing risk, and, therefore, giving good guidance to policy.

Already in the Hadley Centre we have gone from doing one simulation to doing 50 or 100 simulations with a similar model but different internal parameters, all of which are feasible. We are getting a range of possibilities. The idea is that we would weight those futures based on how well they reproduce the historical and current climate. Some of those sets of internal parameters or variants would turn out to be not very realistic because they do not like the current model. However, many of the variants will, possibly.

That is one of our priorities for future research. I will not talk about the other graphs. Perhaps we can come back to this. I will now either answer questions if you have any or pass over to Mr. Betts to talk about impacts.

**The Chairman:** Perhaps it would be best if we left the questions until after we have heard from Mr. Betts. Please proceed.

**Mr. Richard Betts, Senior Ecosystem Scientist, Met Office, Hadley Centre for Climate Prediction and Research:** Mr. Chair, could I confirm that you do not have any of the figures that we sent to you?

**The Chairman:** We have the document entitled "Effects of Climate Change on the Biosphere." The first page says: "1. Impacts of climate change, 2. Climate-carbon cycle feedbacks."

**Mr. Betts:** Excellent. The first line is a summary of what I will talk about, which is the impacts of climate on aspects of biosphere. I will then describe how some of the changes in the biosphere under climate change may feedback on a climate change and have a further effect on each climate change. I will then talk specifically about the effects of forests on climate, and how this may be relevant in climate change ideation proposals.

Move to the next slide if you want to follow. We can think of two different impacts of climate change. There are impacts on the natural environment such as changes in sea-ice, natural ecosystems, river flows and sea-level rise. There are also impacts

Le système complexe de modélisation que nous utilisons ajoute une autre incertitude en raison de la sensibilité du climat au dioxyde de carbone, par exemple. Une certaine marge d'erreur est prévue.

Nous en arrivons maintenant au stade où les spécialistes de la modélisation climatique reconnaissent qu'une seule estimation ne suffit pas. Il faut donc élaborer des théories à partir d'un ensemble de simulations, au lieu de faire une seule simulation basée sur la meilleure hypothèse. Nous ne pouvons jamais savoir quelle est la meilleure hypothèse.

Nous prévoyons faire des centaines de simulations en utilisant des hypothèses de modèle interne, y compris la variation des nuages dont la concentration de gouttelettes reste inconnue. Nous examinons toutes les possibilités. Ce n'est que lorsque nous arrivons au stade où nous obtenons une fonction de distribution d'avenirs possibles que nous pouvons vraiment songer à évaluer les risques et, par conséquent, à donner des conseils en matière politique.

Au Centre Hadley, nous sommes passés d'une simulation à 50 ou 100 simulations avec un modèle semblable, mais des paramètres internes différents; toutes sont réalisables et nous obtenons un éventail de possibilités. Il s'agit de pondérer ces avenirs en fonction de la façon dont ils reproduisent les données climatiques historiques et actuelles. Certains de ces paramètres ou variantes internes risquent de ne pas être très réalistes étant donné que le modèle actuel ne leur convient pas. Toutefois, bien des variantes vont l'être, éventuellement.

Il s'agit de l'une de nos priorités en matière de recherche. Je ne vais pas parler des autres graphiques. Peut-être pourrions-nous y revenir. Je vais maintenant répondre aux questions si vous le souhaitez ou céder ma place à M. Betts qui va vous parler des impacts.

**Le président:** Peut-être vaudrait-il mieux entendre M. Betts avant de poser nos questions. Je vous cède la parole.

**M. Richard Betts, scientifique principal (écosystèmes), Bureau météorologique, Hadley Centre for Climate Prediction and Research:** Monsieur le président, j'aimerais confirmer le fait que vous n'avez pas les chiffres que nous vous avons envoyés.

**Le président:** Nous avons en main le document intitulé «Effects of Climate Change on the Biosphere». À la première page, «1. Impacts of climate change, 2. Climate-carbon cycle feedbacks».

**M. Betts:** C'est parfait. La première ligne résume ce dont je vais parler, soit les impacts du climat sur la biosphère. Je décrirai ensuite comment certains des changements dans la biosphère subissant un changement climatique peuvent rétroagir sur un changement climatique et avoir un autre effet sur chaque changement climatique. Je parlerai ensuite plus précisément des effets des forêts sur le climat et de la pertinence que cela peut avoir pour les propositions d'interprétation du changement climatique.

Passons à la diapositive suivante. Nous pouvons envisager deux impacts du changement climatique. Tout d'abord, les impacts sur l'environnement, comme les changements de la glace de mer, les écosystèmes naturels, le débit fluvial et

important for humans such as the yields of our crops, the availability of water for drinking, changes in disease spread, which may be sensitive to climate, and, also, the effects of flooding, drought and so on.

My third slide shows two different ways of looking at climate impact. On the left we have, perhaps, the more traditional method of studying climate impacts. Mr. Cox mentioned how climate change science is often different for different groups. One group will come up with a scenario dealing with emissions, and another group, such as ours, will do the physical type of modeling. A third group will take our model output and look at the impacts in terms of change in ecosystems, water resources and so on.

Some of those impacts may actually have further feedback effects on the climate. The right-hand side of my figure here shows the return of impacts back on climate change. Change in ecosystems may be further affecting climate change in the future.

We use both these approaches in our work. The one-way approach is technically easier and quicker. Often, we will use that approach to see whether significant impacts in a particular area do occur when the impacts are important. If we determine that they are important, we will put more effort into the more technically involved side of the work, including these as feedbacks within our climate system model, extending our physical model of the earth system to include changes. I will describe that later on.

The first piece of work I will talk about is our fast-track impact system funded by DEFRA, the Department for Environment, Food and Rural Affairs, which uses the one-way impacts approach where we use our physical model output and apply that to other models without feedbacks.

I have a few examples from those studies. The map of changing river flows is done with a hydrological model forced by changes in precipitation, based on our climate model. Focusing particularly on Canada, you can see that that suggests an increase in annual mean river flow by the 2080s, due to an increase there.

Another study is changes in crop need where we have run an agricultural model. It charts changes in temperature, humidity and so on from that model. Again, focusing on Canada, that suggests an increase in crop yield by the end of the 21st century.

However, I would stress that these figures are subject to considerable uncertainty. This would be our best guess at the present time, but we would not set a definite prediction of what will happen.

l'élévation du niveau de la mer. Il faut aussi prendre en compte les impacts importants pour l'homme, comme le rendement des cultures, les ressources en eau potable, les changements dans la propagation des maladies, qui peuvent réagir au climat et, également, les effets des inondations, de la sécheresse, et cetera.

La troisième diapositive indique deux façons différentes d'envisager l'impact climatique. À gauche, nous avons peut-être la méthode plus traditionnelle d'examen des impacts du climat. M. Cox a indiqué que la science des changements climatiques varie souvent en fonction des groupes. Un groupe peut présenter un scénario relatif aux émissions, tandis qu'un autre groupe, comme le nôtre, se chargera de la modélisation de type physique. Un troisième groupe se servira de notre modèle pour examiner les impacts relatifs aux changements des écosystèmes, des ressources en eau, et cetera.

Certains de ces impacts peuvent en fait avoir d'autres effets de rétroaction sur le climat. À droite, vous pouvez voir la rétroaction des impacts sur le changement climatique. À l'avenir, le changement intervenant dans les écosystèmes peut influencer encore davantage le changement climatique.

Nous utilisons ces deux approches dans notre travail. L'approche unidirectionnelle est techniquement plus facile et plus rapide. Souvent, nous allons y avoir recours pour voir si des impacts significatifs dans un domaine particulier se produisent lorsque les impacts sont importants. Si nous concluons qu'ils sont importants, nous mettons davantage l'accent sur le volet plus technique du travail, en les faisant figurer dans notre modèle de système climatique comme des effets de rétroaction, pour que notre modèle physique du système terrestre inclue les changements. Je vais en faire la description un peu plus tard.

Je vais tout d'abord vous parler de la méthode d'étude accélérée des impacts financée par le DEFRA, le Department for Environment, Food and Rural Affairs, qui utilise l'approche unidirectionnelle; en d'autres termes, nous prenons les données de sortie du modèle physique pour les appliquer à d'autres modèles sans les effets de rétroaction.

J'ai quelques exemples de ces études. La carte du changement des débits fluviaux se fait à partir d'un modèle hydrologique découlant des changements des précipitations, d'après notre modèle climatique. En ce qui concerne le Canada en particulier, vous pouvez voir que le débit fluvial annuel va augmenter d'ici les années 2080.

Une autre étude porte sur les changements dans les besoins de cultures. Le modèle que nous en avons élaboré donne le graphique des changements de température, de l'humidité, et cetera. Là encore, dans le cas du Canada, le rendement des cultures devrait augmenter d'ici la fin du XXI<sup>e</sup> siècle.

Toutefois, je dois dire que ces chiffres sont loin d'être sûrs. C'est notre meilleure hypothèse pour l'instant, mais nous ne pouvons pas prédire que c'est effectivement ce qui va se passer.

**The Chairman:** We have your document in black and white. There is no colour on this. You are talking about a change in crop yields by 2080. How do we read this for Canada for cereals, for instance?

**Mr. Betts:** Sorry, I did not hear the last part of your question.

**The Chairman:** On the left-hand side of the slide it says "potential change in cereal yields." How do we read that? What will be the change for Canada in the yields for cereal crops grown in Canada?

**Mr. Betts:** That would be the third panel down. The change would be 0 to 2.5 per cent increase in yield for Canada. For reference, the U.S.A. has a 0 to -2.5 change in crop yield. This study suggests a decreasing crop yield in the U.S., but an increasing crop yield in Canada.

**The Chairman:** Is there any country in the world that would have better cereal yields than Canada in that period?

**Mr. Betts:** We do not have the absolute cereal yield. This shows the change in cereal yield. Some countries do have a larger change in cereal yield.

Northern China and Argentina have cereal-yield increases of around 10 per cent. Of course, you would need to know their present-day yield if you want to know which country would have the most cereal yield. We did not determine that. This is just the change in yield.

The other study I will briefly mention concerns the work we have done on the implications for human health. One of the areas we examined is the effect of climate change on malaria transmission, which depends largely on temperature.

The map here shows a change in the duration of the season for transmitting malaria. We do not see any significant changes encountered there, but large parts of the mid-latitudes do see an increase in the malaria transmission season, often going from 0 to 2 to 5 months. Therefore, we have potentially a greater risk of malaria spreading in a warmer climate.

Moving to the feedbacks side of the work, by way of introduction, this figure, entitled, "Atmospheric CO<sub>2</sub> Concentration (Mauna Loa Record)," is the record of atmospheric CO<sub>2</sub> measured from the 1950s to the present day. There has been the well-known rising CO<sub>2</sub> over the last few decades, but on top of that is the wiggle up and down every year, which is caused by the uptake of carbon dioxide by vegetation in the northern hemisphere as it grows in the summer and then the release as it grows in the winter. The fact that there is more land in the northern hemisphere means there is more vegetation growing in the northern hemisphere side than in the southern hemisphere side. Carbon dioxide is taken up by vegetation and released every year, which shows that the world's vegetation can have a significant influence on atmospheric CO<sub>2</sub>.

**Le président:** Votre document est en noir et blanc, sans couleur. Vous parlez d'un changement du rendement des cultures d'ici 2080. Comment l'interpréter dans le cas de la production céréalière au Canada, par exemple?

**M. Betts:** Désolé, je n'ai pas entendu la dernière partie de votre question.

**Le président:** Du côté gauche de la diapositive, il est question du changement potentiel des rendements céréaliers. Comment pouvons-nous l'interpréter? Le rendement des cultures céréalières va-t-il changer au Canada?

**M. Betts:** Il s'agit du troisième rectangle à partir du haut et ce changement serait en fait une augmentation du rendement des cultures au Canada, de 0 à 2,5 p. 100. Par comparaison, aux États-Unis, ce changement est de 0 à -2,5 p. 100. Par conséquent, cette étude semble indiquer une diminution du rendement des cultures aux États-Unis, mais une augmentation au Canada.

**Le président:** Y a-t-il un pays dans le monde qui aurait de meilleurs rendements céréaliers que le Canada pendant cette période?

**M. Betts:** Nous n'avons pas le rendement céréalière en chiffres absolus. On indique la variation du rendement. Pour certains pays, cette variation est plus importante.

Le nord de la Chine et l'Argentine enregistrent des augmentations de rendement céréalière d'environ 10 p. 100. Bien sûr, il faudrait connaître le rendement actuel pour savoir quel pays aurait le meilleur rendement. Nous ne l'avons pas déterminé. C'est seulement la variation du rendement.

L'autre étude dont je vais parler brièvement traite des répercussions sur la santé humaine. Nous avons examiné entre autres l'effet du changement climatique sur la transmission de la malaria, qui dépend beaucoup de la température.

La carte que vous voyez ici montre une variation dans la durée de la saison de transmission de la malaria. Il n'y a pas beaucoup de différences là mais, pour de grandes régions situées dans les latitudes moyennes, la saison de transmission de la malaria se prolonge, passant souvent de zéro à deux et à cinq mois. Par conséquent, le risque de propagation de la malaria est potentiellement plus grand quand le climat est plus chaud.

Pour ce qui est des rétroactions, pour commencer, le graphique intitulé «Atmospheric CO<sub>2</sub> Concentration (Mauna Loa Record)» est le relevé de la quantité de CO<sub>2</sub> présent dans l'atmosphère depuis les années 50 jusqu'à aujourd'hui. On sait bien que, depuis quelques décennies, le CO<sub>2</sub> augmente, mais il y a aussi des fluctuations annuelles qui sont causées par l'absorption du dioxyde de carbone par les végétaux dans l'hémisphère nord pendant l'été et son rejet pendant l'hiver. Comme la superficie de la terre émergée est plus importante dans l'hémisphère nord, il y a donc plus de végétation qui pousse dans cet hémisphère que dans l'hémisphère sud. Le dioxyde de carbone est absorbé et rejeté par la végétation chaque année, et on constate que la végétation dans le monde peut avoir une incidence importante sur le CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

To look at the potential for ecosystem feedbacks on climate change, we have included the feedback loops from ecosystems back to the physical climate. Moving to our figure entitled, "Hadley Centre Coupled Climate-Carbon Cycle Model," in the centre we have what would be the traditional climate model, which is the model of the atmosphere and the oceans. Within that, we have additionally incorporated a model of the ocean carbon cycle and also the land carbon cycle, which means that vegetation can absorb carbon dioxide from the atmosphere as it grows and pump that down into the soil to increase the soil carbon store. Then that is returned back to the atmosphere through processes of decay.

If it were in balance, the carbon into the global ecosystem would equal the carbon out. However, we are shifting the balance because we are warming up the climate and putting more CO<sub>2</sub> into the atmosphere. Our model includes the potential release of carbon from the ecosystems back to the atmosphere. We can model the actual rising of CO<sub>2</sub> in the carbon model itself, rather than prescribing it from some scenario of CO<sub>2</sub> rise produced by some external study. As Mr. Cox mentioned earlier, that is the usual approach. Now we can actually calculate our own CO<sub>2</sub> rise within the model, taking account of changes in lead systems.

My slide entitled, "Changes in Tree Cover," shows the assimilation of changes in tree cover across the world from the present day to 2050 and 2080. You will not see the colours here actually, but what these results suggest is that the boreal forests expand northwards and also become thicker; because of the warmer climate and the rise in CO<sub>2</sub>. Vegetation will be more productive.

In the Amazon, our current model suggests that it will become much drier there and that will cause the forest to die back, therefore, there will be a release of carbon from the Amazon forest. Although extra carbon is taken up in the boreal forest, more is released by the Amazon forest in this simulation.

My slide entitled, "Change in Global Soil and Vegetation Carbon," shows the changes in the soil carbon stores from 1850 to the present day, and then onwards up to 2100 in our carbon simulation. The line on the top of the right-hand bend is the changing vegetation carbon. There is an increase in vegetation carbon at first, because of increased CO<sub>2</sub> in the atmosphere, which enhances plant growth and photosynthesis, and more carbon is taken up in the vegetation. However, after 2050 or so, the loss of forest cover in the Amazon means a lot of the world's vegetation carbon is returned to the atmosphere, due to the drying out of the Amazon, therefore, the global total of vegetation carbon has got to reduce again.

The other line shows the changes in soil carbon. Again, this increases at first because the more productive vegetation is dropping more leaf litter, thereby increasing the carbon uptake in the soil. However, that modeling includes the effects of temperature and moisture on the processes of decay in the soil. Higher temperature means more decay in the soil and a greater

Pour examiner les rétroactions possibles des écosystèmes sur le changement climatique, nous avons indiqué les boucles de rétroaction entre les écosystèmes et le climat physique. Au centre du graphique intitulé «Hadley Centre Coupled Climate-Carbon Cycle Model», on retrouve le modèle de climat conventionnel, qui tient compte de l'atmosphère et des océans. On a ajouté un modèle pour le cycle du carbone dans les océans et le cycle du carbone sur la terre, ce qui veut dire que la végétation peut absorber le dioxyde de carbone qui se trouve dans l'atmosphère et le transférer dans le sol pour augmenter la réserve de carbone. Le carbone est ensuite rejeté dans l'atmosphère avec la décomposition des matières organiques.

S'il y avait équilibre, le carbone de l'écosystème mondial serait égal au carbone dégagé. Cependant, nous modifions l'équilibre parce que le climat se réchauffe et qu'il y a plus de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Notre modèle indique les rejets possibles de carbone dans l'atmosphère par les écosystèmes. Nous pouvons inclure l'augmentation réelle de CO<sub>2</sub> dans le modèle de carbone, plutôt que de la prévoir à partir de scénarios élaborés dans une étude externe. Comme M. Cox l'a dit plus tôt, c'est l'approche habituelle. Maintenant, nous pouvons calculer notre augmentation de CO<sub>2</sub> dans le modèle, en tenant compte des variations des systèmes.

La diapositive intitulée «Changes in Tree Cover» indique l'intégration des changements dans le couvert végétal partout dans le monde d'aujourd'hui à 2050 et à 2080. Vous ne verrez pas les couleurs, mais ces données indiquent que les forêts boréales s'étendent vers le nord et deviennent aussi plus denses en raison du réchauffement climatique et de l'augmentation du CO<sub>2</sub>. La végétation sera plus abondante.

Notre modèle indique que l'Amazonie va s'assécher amenant la forêt à disparaître, et il y aura donc rejet de carbone par la forêt amazonienne. Même si la forêt boréale absorbe plus de carbone, la forêt amazonienne en rejette davantage d'après cette simulation.

La diapositive intitulée «Change in Global Soil and Vegetation Carbon» indique les variations concernant le carbone stocké dans le sol depuis 1850 jusqu'à aujourd'hui, et on simule les variations jusqu'en 2100. La courbe du dessus indique la variation pour ce qui est du carbone végétal. Il y a d'abord une augmentation du carbone végétal parce qu'il y a plus de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, ce qui favorise la croissance des plantes et la photosynthèse, et la végétation absorbe plus de carbone. Cependant, après 2050 environ, la disparition du couvert végétal en Amazonie fera en sorte qu'une grande partie du carbone végétal mondial retournera dans l'atmosphère et, par conséquent, le carbone végétal total va diminuer de nouveau.

L'autre courbe indique les changements concernant le carbone dans le sol. Encore une fois, il y a une augmentation au départ parce qu'une végétation plus dense produit plus de feuilles mortes, ce qui augmente l'absorption du carbone dans le sol. Cependant, le modèle tient compte des effets de la température et de l'humidité sur le processus de décomposition dans le sol. Des

return of carbon to the atmosphere — so we lose a lot of carbon from the soil again under climate warming.

If we move to the slide called, “Atmospheric CO<sub>2</sub> Concentrations,” that gives two projections of the rise in CO<sub>2</sub> due to single business-as-usual emissions scenarios. The lower line is what you would expect if you did not include these feedbacks in the system, in other words what is so far the standard IPCC approach. That was just the rise in CO<sub>2</sub> concentration to around 750 parts-per-million by the end of the 21st century. The other line includes our extra feedbacks where the forests around the world are changing and the global stores are losing their carbon as well, so we get a more rapid rise in atmospheric CO<sub>2</sub>, as the ecosystem responses.

The following slide, Temperature Rise Over Land,” translates that CO<sub>2</sub> rise into the global warming. Again, the lower line is what we would expect if we did not include these feedbacks — a rise of about 5 degrees Celsius over the next 100 years on average over the global land. The other line is what we get when we include these carbon cycle feedbacks — more rapid warming, up to about 8 degrees Celsius by the end of the 21st century.

There are other physical feedbacks as well as the carbon cycle feedbacks. One important one is the change in the reflectivity of the surface of the earth over the oceans and the land. For example, snow and ice is bright and reflective. They reflect sunlight back into space for the cooling effect. However, if a warming climate means that the ice is melting in the Arctic, for example, as shown in this slide here, which suggests that September sea-ice by the 2080s may have all but disappeared, that would darken the sea surface further. Therefore, the map of global temperature changes show — you probably cannot see too well if you have not got the colour — a darker colour in the high latitude near the North Pole, in particular. That means the temperature rise is greater at high latitudes. This is because the loss of sea ice means that the sea is darker and will absorb more sunlight, so it has more warming than simply adjusted due to the greenhouse effect. You get a more rapid rise in temperature at high latitudes.

Vegetation also plays an important part in the darkening of the land surface. My photo is taken from our research aircraft over northern Finland. You can see areas of dark forest contrasting with white unforested and deforested land. The dark forest is absorbing more of the sun’s radiation, whereas the white, snow-covered unforested land is reflecting it back to space. So the forest has a warming effect by absorbing the sunlight.

températures plus élevées augmentent la décomposition dans le sol et la quantité de carbone rejetée dans l’atmosphère — donc le sol perd beaucoup de carbone avec le réchauffement climatique.

La diapositive intitulée «Atmospheric CO<sub>2</sub> Concentrations» présente deux projections de l’augmentation du CO<sub>2</sub> en fonction de scénarios simples sans changement dans les émissions. La courbe du dessous ne tient pas compte des rétroactions dans le système, et respecte autrement dit l’approche officielle du GIEC. On s’attend à ce que les concentrations de CO<sub>2</sub> atteignent environ 750 parties par million d’ici la fin du XXI<sup>e</sup> siècle. L’autre courbe tient compte des autres rétroactions selon lesquelles les forêts dans le monde se transforment et les réserves mondiales de carbone diminuent, de sorte que les concentrations de CO<sub>2</sub> dans l’atmosphère augmentent plus rapidement, en réaction aux écosystèmes.

La diapositive suivante, intitulée «Temperature Rise Over Land» montre que l’augmentation de CO<sub>2</sub> entraîne le réchauffement de la planète. Encore une fois, la courbe du dessous indique, sans tenir compte des rétroactions, ce qui est prévu, soit une augmentation d’environ 5 degrés Celsius en moyenne au cours des 100 prochaines années sur la surface émergée du globe. L’autre courbe tient compte des rétroactions du cycle de carbone et prévoit un réchauffement plus rapide, d’environ 8 degrés Celsius d’ici la fin du XXI<sup>e</sup> siècle.

Il y a d’autres rétroactions physiques en plus de celles du cycle du carbone. La variation de la réflexion du soleil à la surface de la terre et des océans en est une qui est importante. Par exemple, la neige et la glace sont brillantes et réfléchissantes. Elles réfléchissent la lumière du soleil dans l’air, ce qui a un effet refroidissant. Cependant, si un climat plus chaud fait fondre la glace dans l’Arctique, par exemple, comme on le voit sur cette diapositive qui indique que la glace de mer pourrait bien avoir disparu en septembre d’ici 2080, la surface de la mer sera plus sombre. Par conséquent, la carte des variations de températures de la planète montre — mais vous ne pouvez probablement pas voir très bien sans la couleur — des couleurs plus sombres dans la latitude élevée près du pôle Nord, en particulier. C’est donc dire que la température augmente davantage dans les hautes latitudes. S’il y a moins de glace de mer, la mer est plus sombre et absorbe plus la lumière du soleil, et le réchauffement est plus marqué parce qu’il n’est pas seulement causé par les gaz à effet de serre. L’augmentation des températures est plus rapide dans les hautes latitudes.

La végétation joue aussi un rôle important dans l’assombrissement de la surface du sol. La photo a été prise par notre avion de recherche au-dessus du nord de la Finlande. Vous pouvez voir des zones sombres de forêt qui contrastent avec des zones blanches sans arbre et déboisées. Les zones sombres couvertes d’arbres absorbent plus les rayons du soleil, alors que les zones blanches sans arbre qui sont couvertes de neige les réfléchissent dans l’air. La forêt a donc un effet de réchauffement en absorbant la lumière du soleil.

This has important implications for using forest plantations for climate change mitigation for the Kyoto Protocol. We have done a study where we compare the carbon uptake effect of carbon sequestration plantations, comparing that with this change in the surface reflectivity of the earth by afforestation.

My slide entitled, “Carbon Sink Plantations,” shows estimates of the potential for carbon sequestration, assuming there is an area of valuable afforestation. We are able to determine how much carbon would be taken up by the soils if forest were planted on unforested land. This is not a map of actual afforestation potential but it shows the potential for sequestration if the land were available for that. Such a scenario would also have implications for the change in surface reflectivity, or albedo. If open land were replaced with forests, the land surface would be darker and therefore less light reflective, thus, there would be an additional warming effect on the climate.

Moving to the next slide, we are able to compare these two terms, the carbon uptake and the surface reflectivity change, in terms of a quantity called “radiative forcing,” which is perturbation to the Earth’s radiation budget — the amount of energy coming into or out of the planet. The top slide shows the change in the greenhouse radiative forcing, which would be due to carbon sequestration by these hypothetical afforestation plantations. The lower slide shows the radiative forcing in the sunlight part of the radiation wavelengths due to the darkening of the land surface.

Next, you will see a negative radiative forcing, which is a cooling effect. The carbon is taken up into the vegetation and reduces the rise in levels of carbon dioxide, CO<sub>2</sub>, and thus reduces the greenhouse effect. However, the positive radiative forcing, seen on the lower slide, indicates an extra warming effect. The key is: What is the overall radiative forcing? We can simply add up the data from these two maps to give the net effect of “carbon sink” plantations. In some areas of lower latitude, such as the U.S.A. or Western Europe, the overall net effect is still negative. The carbon uptake effect, which is the dominant effect on climate, would have a cooling effect. In other areas, such as Eastern Siberia and Eastern Canada, there is an overall warming effect, which means that the darkening of the land surface has a greater effect on the climate than has the uptake of CO<sub>2</sub>. It is not as simple as assuming that the carbon storage change reflects the change in climate. If you want to know the true effect on climate, you have to take into account the changes in the reflectivity of the land surfaces, which are complications for freezing forests where you have climate change.

Climate impacts research suggests increased river flow, crop yield and forest growth in Canada, but it is worth reiterating that those are subject to considerable uncertainties. Changes in global vegetation and soil carbon may act as a positive feedback on

Cela a des répercussions importantes quant à l’utilisation des plantations forestières pour atténuer les changements climatiques dans le cadre du Protocole de Kyoto. Nous avons comparé l’effet d’absorption du carbone des plantations, qui contribuent à la séquestration du carbone, et la variation de la réflexion terrestre par le reboisement.

La diapositive intitulée «Carbon Sink Plantations» évalue le potentiel de séquestration du carbone, en partant de l’hypothèse qu’il y a une zone de reboisement utile. On peut déterminer combien de carbone serait absorbé par les sols si des terres dénudées étaient reboisées. On n’indique pas le potentiel réel de reboisement, mais le potentiel de séquestration si la reconstitution forestière était possible. Ce scénario aurait des répercussions sur la réflexion de la surface de la planète, ou albédo. Si des forêts recouvraient les terres dénudées, la surface de la planète serait plus sombre et donc moins réfléchissante, ce qui accentuerait le réchauffement climatique.

À la diapositive suivante, on compare quantitativement l’absorption du carbone et la réflexion de la surface de la planète pour obtenir ce qu’on appelle le «forçage radiatif», ou la perturbation dans le bilan radiatif de la terre — la quantité d’énergie absorbée et émise par la Terre. La carte du haut illustre la variation dans le forçage radiatif dû aux gaz à effet de serre, qui serait attribuable à la séquestration du carbone par les présumées plantations forestières. La carte du bas illustre le forçage radiatif dans le rayonnement des longueurs d’onde d’origine solaire attribuable à l’assombrissement de la surface terrestre.

La prochaine diapositive montre un forçage radiatif négatif, c’est-à-dire un effet de refroidissement. Le carbone est absorbé par la végétation et la hausse des niveaux de dioxyde de carbone, ou CO<sub>2</sub>, est moindre, ce qui réduit l’effet de serre. Cependant, le forçage radiatif positif, qu’on voit plus bas, a un effet de réchauffement accru. Il est donc important de se demander quel est le forçage radiatif global. On peut simplement additionner les données des deux cartes pour obtenir l’effet net des plantations servant de «puits de carbone». Dans les régions de plus basse latitude, comme les États-Unis ou l’Europe de l’Ouest, l’effet net global est toujours négatif. L’absorption du carbone, qui a une incidence prépondérante sur le climat, aurait un effet de refroidissement. Dans d’autres régions, comme en Sibérie de l’Est et dans l’est du Canada, il y a effet global de réchauffement, ce qui veut dire que l’effet de l’assombrissement de la surface terrestre est plus important sur le climat que l’absorption du CO<sub>2</sub>. On ne peut pas simplement présumer que les fluctuations dans les réserves de carbone reflètent le changement climatique. Si on veut vraiment connaître l’effet sur le climat, il faut tenir compte des variations de la réflexion de la surface terrestre qui constituent un problème pour les forêts nordiques là où il y a changement climatique.

D’après les études des incidences sur le climat, il y aurait augmentation du débit des cours d’eau, accroissement des rendements de culture et expansion des forêts au Canada, mais il faut se rappeler qu’il y a beaucoup d’incertitude à ce sujet. Les

climate change, which could accelerate the climate warming. Again, that is subject to a variety of uncertainties.

Changes in the reflectivity of the land and sea surface because of melting snow and ice could increase warming at high latitudes. Forestry activities could have further effects on climate through changing the reflectivity of the land surface as well as through carbon sequestration.

**The Chairman:** I will begin the questioning with the committee's deputy chair, Senator Wiebe.

**Senator Wiebe:** Are your projections, especially those on page 11 and 12 of your presentation, based on mankind merrily continuing on with the spewing out of carbon into the atmosphere? Are they based on that human activity slowing down? Are they based on the targets that the Kyoto Protocol has set to bring us back to 1990?

**Mr. Betts:** Most of these projections are based on what used to be termed the "business-as-usual scenario" of the IPCC, and basically, do not include any response to climate change through policy.

**Senator Wiebe:** One could say that this is the worst possible scenario, if we were to do nothing. Is that correct?

**Mr. Betts:** Business as usual might assume that it could not get any worse.

**Mr. Cox:** Perhaps I could interject. That was a relatively old scenario. The latest scenario uses the latest IPCC report, which has a much broader change. There are predictions that are much more pessimistic with regard to continuing emissions. That is a kind of central estimate, if you like.

**Senator Wiebe:** For my own information, could you explain how our oceans absorb, maintain and release carbon?

**Mr. Cox:** Perhaps I could do that. Essentially, there are two sets of processes. One is that CO<sub>2</sub> just dissolves in water and it tends to dissolve in colder waters. Carbon dioxide is absorbed in the higher latitudes, such as the North Atlantic, where it sinks with the cold-water to depth. Typically, it will bubble out at the equator so you get a kind of the circulation through the system. The second thing that happens is marine biology is involved. Organisms take up carbon dioxide and phytoplankton at the bottom of the food chain. They are consumed and that produces debris falling to depth, which is called the biological pump. Both activities seem to be important to future climate change, which has an impact on those processes. For example, there is a tendency, when you warm the ocean surface under climate change, to stabilize the ocean such that there is less mixing. That can have two effects. It tends to reduce CO<sub>2</sub> going to cold-water depth and it can reduce the amount of nutrients that are available to marine biology. There is a general tendency, even with the ocean, for climate change to tend to suppress the uptake of carbon dioxide by the ocean.

variations quant à la végétation sur la planète et le carbone dans le sol peuvent avoir un effet positif sur le climat et accélérer le réchauffement climatique. Mais, encore une fois, il y a beaucoup d'inconnues à ce sujet.

Si la réflexion de la surface terrestre et de la mer change avec la fonte de la neige et de la glace, le climat pourrait se réchauffer dans les hautes latitudes. Les activités forestières qui modifient la réflexion de surface terrestre et permettent la séquestration du carbone pourraient également avoir des effets sur le climat.

**Le président:** Je vais demander au vice-président du comité, le sénateur Wiebe, de poser les premières questions.

**Le sénateur Wiebe:** Est-ce que vos prévisions, surtout celles qui se trouvent aux pages 11 et 12 de votre exposé, considèrent que la population de la terre va simplement continuer de rejeter du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère? Tiennent-elles compte d'un ralentissement de l'activité humaine? Sont-elles fondées sur les objectifs fixés par le Protocole de Kyoto pour nous ramener aux niveaux de 1990?

**M. Betts:** La plupart de ces prévisions se fondent sur ce qu'on appelle le «scénario du statu quo» du GIEC, et n'envisagent essentiellement aucune intervention par voie de politique.

**Le sénateur Wiebe:** On pourrait dire que c'est le pire des scénarios, si on ne faisait rien, n'est-ce pas?

**M. Betts:** Avec le statu quo, on peut présumer que les choses ne pourraient pas être pires que ce qu'elles sont.

**M. Cox:** Je pourrais peut-être ajouter quelque chose. C'était un assez vieux scénario. Le dernier scénario s'inspire du plus récent rapport du GIEC, qui prévoit un changement plus vaste. Il y a des prévisions beaucoup plus pessimistes dans le cas des émissions constantes. C'est une évaluation médiane, si vous voulez.

**Le sénateur Wiebe:** Pour ma gouverne personnelle, pourriez-vous expliquer comment nos océans absorbent, conservent et rejettent le carbone?

**M. Cox:** Je pourrais peut-être vous l'expliquer. Essentiellement, il y a deux phénomènes. D'abord, le CO<sub>2</sub> se dissout dans les eaux froides. Le dioxyde de carbone est absorbé dans les latitudes élevées, comme dans l'Atlantique Nord, où il plonge avec l'eau froide dans les fonds marins. Normalement, il remonte à la surface à l'équateur, de sorte qu'il circule dans les océans. Le deuxième phénomène touche la biologie marine. Les organismes à la base de la chaîne alimentaire absorbent le dioxyde de carbone et le phytoplancton. Ils sont consommés ce qui produit des débris qui sont rejetés dans les profondeurs, c'est ce qu'on appelle la pompe biologique. Les deux phénomènes semblent être importants pour les changements climatiques futurs, qui ont un impact sur eux. Par exemple, quand le climat réchauffe la surface des océans, l'océan a tendance à rester stable de sorte qu'il y a moins de mélanges. Il y a deux effets possibles. Il y aura tendance à y avoir moins de CO<sub>2</sub> dans les profondeurs et, par conséquent, moins de nutriments pour les organismes marins. En général, l'océan absorbe moins de dioxyde de carbone quand il y a un changement climatique.

**Senator Day:** I did not follow well the effect of afforestation and the darkening of the surface in Canada. It seems that the effects in Eastern Canada are different than in Western Canada. Could you explain the effects to us?

**Mr. Betts:** That is right. The darkening of the surface depends largely on the length of the snow season. The darkening of the surface is greater when the underlying surface is covered in snow. In warmer regions, such as British Columbia, the surface darkening is not so great because there is not as much snow cover. In the colder parts of Canada, there is snow for a longer period of time during the year and so the surface is darkened much more. The overall effect is a net warming effect in Eastern Canada but a net cooling effect in Western Canada.

**Senator Day:** I have a couple of other points for clarification. When the soil is heated due to climate change, would that have the effect of releasing some carbon dioxide from the soil? Is that a natural phenomenon due to the heating or is there a chemical or physical activity that results in the CO<sub>2</sub> being released?

**Mr. Betts:** It is the change in the activity of the microbes of the soil. This process is subject to considerable uncertainty. There is much controversy about the actual response of the out-going carbon fluxes to changes in temperature. Overall, there is widespread agreement that the rate of release would double with every 10-degree rise in temperature.

**Senator Day:** You referred to the Amazon forest area and the net negative effect of forest disappearing with an increase in temperature. There would be a positive effect in relation to warming. Could you tell me, is that the result of not having the trees to take the carbon dioxide out of the air, or, is that a result of the slow deterioration of the trees and a release of the carbon from those decaying trees?

**Mr. Betts:** It is both actually. You need the forest air to take up more carbon in the future, but also the air there is released.

**Mr. Cox:** It is both. It is primarily the fact that you are releasing a lot of carbon that is currently stored there. You are losing not only the vegetation carbon but also the soil carbon underneath it. Obviously, when you stop putting the litter in, the soil will be consumed and turned into CO<sub>2</sub> by microbes. You do lose some sink, but mainly you use much stored carbon in the system.

**Senator Gustafson:** My question is around the impact of what is happening. This committee has been told that the rocky ice pack is depleting, and the northern polar is warming up. One indication was that within ten years it will be possible for ice breakers to move boats through the northern passage on a constant basis, instead of going around to the Panama Canal.

I find that people are interested in how it will impact them. Have you any comments on that?

**Mr. Betts:** We did not specifically apply our attentions to that kind of question. What you say is right. The models would suggest less sea ice and greater freedom to move around the northern landmasses like that.

**Le sénateur Day:** Je n'ai pas trop bien compris l'effet du reboisement et l'assombrissement de la surface terrestre au Canada. Il semble que les effets sont différents dans l'est et dans l'ouest du Canada. Pourriez-vous nous expliquer ces effets?

**M. Betts:** C'est exact. L'assombrissement du sol dépend beaucoup de la durée de l'enneigement. Quand le sol est couvert de neige, son assombrissement est plus important. Dans les régions plus chaudes, comme en Colombie-Britannique, l'assombrissement du sol est moindre parce qu'il n'y a pas autant de neige. Dans les régions plus froides du pays, la neige recouvre le sol plus longtemps et la surface est beaucoup plus sombre. Il y a donc un effet net de réchauffement dans l'est du Canada et un effet net de refroidissement dans l'ouest du Canada.

**Le sénateur Day:** Il y a deux ou trois autres sujets que j'aimerais faire éclaircir. Un sol réchauffé par le changement climatique va-t-il rejeter du dioxyde de carbone? Est-ce un phénomène naturel attribuable au réchauffement ou est-ce une activité chimique ou physique qui entraîne le rejet de CO<sub>2</sub>?

**M. Betts:** C'est l'activité des microorganismes dans le sol qui change. Il y a beaucoup d'incertitude à ce sujet. Une grande controverse entoure le lien entre les rejets de carbone et les changements de température. On s'entend en général pour dire que le taux de rejet doublerait chaque fois que la température augmente de 10 degrés.

**Le sénateur Day:** Vous avez parlé de la forêt amazonienne et de l'effet négatif net de la forêt qui disparaît avec l'augmentation de la température. Il y aurait un effet positif sur le réchauffement. Pourriez-vous me dire si c'est parce qu'il n'y a pas d'arbres pour absorber le dioxyde de carbone qui se trouve dans l'air ou si c'est en raison du rejet du carbone par les arbres en décomposition?

**M. Betts:** C'est attribuable aux deux, en fait. On a besoin de forêts pour absorber le carbone, mais il y en a aussi qui est rejeté dans l'air.

**M. Cox:** C'est attribuable aux deux. C'est surtout qu'il y a beaucoup de carbone stocké qui est rejeté. Il y a non seulement moins de carbone absorbé par la végétation, mais aussi moins de carbone dans le sol. Évidemment, quand il n'y a plus de feuilles mortes qui se déposent au sol, le sol se décompose et est transformé en CO<sub>2</sub> par les microorganismes. Il y a moins de puits de carbone mais, surtout, le carbone stocké est rejeté dans l'air.

**Le sénateur Gustafson:** Je m'interroge sur l'impact de ce qui se passe. Le comité s'est fait dire que les glaciers fondent et que le pôle Nord se réchauffe. On pense que, d'ici 10 ans, les brise-glace pourront frayer un passage aux bateaux par le Nord toute l'année, et qu'il ne sera plus nécessaire de passer par le canal de Panama.

Je pense que les gens s'intéressent aux répercussions que cela va avoir sur eux. Qu'avez-vous à dire à ce sujet?

**M. Betts:** Nous ne nous sommes pas précisément penchés là-dessus. Ce que vous dites est juste. Les modèles indiquent qu'il y aura moins de glace de mer et qu'il sera plus facile de circuler par le Nord.

**Mr. Cox:** That is true. One of the pictures that you probably got in the handout shows the sea-ice extent. It is about half-way through Mr. Betts's presentation. You can see that formerly blocked shipping routes are opened up, but many other things happen as well such as permafrost melt, which has structure and other implications for northern latitudes and effects on the ecosystem. Part of the problem is that the changes are likely to be so fast that adaptation of ecosystems will be difficult.

**Senator Gustafson:** What about sea levels?

**Mr. Cox:** Sea levels are a long-term commitment thing because it takes a long time for the heat to penetrate the ocean. It primarily must travel the expanse of the ocean. Even if you stopped emissions, you would be seeing a rise for many hundreds of years.

There are some things in the climate system where we are committed to adapting. We cannot mitigate against some level of sea level rise that will be significant, but we can determine ultimately the rate and the extent.

Other things in the climate system that are faster can be mitigated against. You are not forced to adapt if you mitigate. Sea-level rise is something to which we are committed to a significant extent.

**Senator Gustafson:** I gather from your presentation that Canada will have a net benefit from global warming. Am I assuming that correctly?

**Mr. Cox:** It is difficult to say that. Some of the natural resources likely will increase. If you warm the high latitudes, which will happen, you might expect extended growing seasons, and you might expect the hydrological cycling — evaporation-precipitation cycle — to increase, meaning more rainfall.

You might also expect problems associated with that. The same thing will happen in the U.K. You might expect more flooding or extremes. That is true in Canada. I do not see why it would not be. You will get an increase in the mean availability of resources but also more extremes, I would say.

**Mr. Betts:** Our models are still incomplete in terms of representing the earth's system. There are many processes that we do not have in there. For example, we do not have changes in insect attack on crops and forests, or changes in fire activity in the forests. Our model shows an increase in the growth of boreal forests but did not include change in fire activity.

This is where we are at the moment. There is more to do before we are truly representing everything that may happen in the climate system.

**Senator Gustafson:** You indicated that Canada may have the warmest year on record. Apparently, we had the coldest February on record.

**M. Cox:** C'est vrai. Une des diapositives que vous avez probablement indique l'étendue de la glace de mer. Elle se trouve à peu près au milieu de l'exposé de M. Betts. On peut voir que les couloirs de navigation autrefois gelés sont dégagés, mais beaucoup d'autres phénomènes se produisent, comme la disparition du pergélisol, qui a d'autres répercussions dans les latitudes Nord et des effets sur l'écosystème. Une partie du problème, c'est que les changements risquent de se produire tellement rapidement que les écosystèmes auront du mal à s'adapter.

**Le sénateur Gustafson:** Qu'en est-il du niveau de la mer?

**M. Cox:** Pour le niveau de la mer, c'est un phénomène à long terme parce que la chaleur prend du temps à pénétrer dans l'océan. Elle doit circuler dans tous les océans. Même si on arrêtrait les émissions, on verrait une hausse du niveau pendant des centaines d'années.

Il y a des aspects du système climatique auxquels il faut s'adapter. On ne peut pas empêcher une certaine hausse importante du niveau de la mer, mais on peut en déterminer à la longue le rythme et la portée.

D'autres phénomènes du système climatique qui se produisent plus rapidement peuvent être atténués. Vous n'êtes pas forcés de vous y adapter dans ce cas. La hausse du niveau de la mer est un élément auquel nous ne pouvons pas échapper dans une large mesure.

**Le sénateur Gustafson:** Je crois comprendre de ce que vous nous avez dit que le Canada va profiter en fin de compte du réchauffement de la planète. Ai-je raison de penser cela?

**M. Cox:** C'est difficile à dire. Certaines ressources naturelles vont probablement augmenter. Si les latitudes élevées se réchauffent, ce qui sera le cas, on peut s'attendre à ce que les saisons de croissance se prolongent, et à ce que le cycle hydrologique — d'évaporation de l'eau et de précipitations — augmente, ce qui veut dire qu'il va pleuvoir davantage.

Des problèmes associés à cela pourraient se poser. Ce sera la même chose au Royaume-Uni. Il pourrait y avoir plus d'inondations ou de phénomènes climatiques extrêmes. C'est vrai pour le Canada. Je ne vois pas pourquoi ce ne serait pas le cas. La disponibilité moyenne des ressources va augmenter, mais il y aura plus de phénomènes climatiques extrêmes, je dirais.

**M. Betts:** Nos modèles ne donnent pas encore une idée complète du système terrestre. Il y a beaucoup de phénomènes que nous n'avons pas étudiés. Par exemple, nous ne connaissons pas les changements qui vont toucher les dégâts causés par les insectes aux cultures et aux forêts, ou les incendies de forêts. Nos modèles indiquent que les forêts boréales vont prendre de l'expansion, mais ils ne tiennent pas compte des incendies de forêts.

C'est là où nous en sommes. Nous avons encore beaucoup à faire avant de vraiment savoir tout ce qui peut se produire dans le système climatique.

**Le sénateur Gustafson:** Vous avez dit que le Canada peut connaître l'année la plus chaude jamais enregistrée. Apparemment, nous avons eu le mois de février le plus froid.

**Mr. Cox:** That can happen. The more regional you look, the more variability there is in the climate. It is possible that one region could have the coldest season, but it would still be the warmest year globally. These figures are global ones. As you get to the regional scale, you are talking about highly fluctuating quantities. It is always difficult.

**Senator Gustafson:** Thank you for an interesting presentation.

**Senator Lapointe:** Gentlemen, I am a substitute on this committee today, and I am happy that I came because I have learned many things of which I was not aware.

Perhaps my question will sound absurd to you. Not so long ago, I read an article that mentioned that the Amazon forest was the lungs of the Earth. What happened? Why is that not the situation any more?

**Mr. Cox:** It still is to some extent. As far as the water cycle is concerned, the Amazon forest is critical. It is also important in the carbon cycle. It is possibly the most important region of the earth, but it is only one region.

We see in our model an impact on the global system as the result of the Amazon disappearing. The Amazon is critical to both water and carbon cycling, and you see that in our projections. It would be an absolute disaster if the Amazon were affected extensively by climate change in the way in which the modeling suggests. It is a great worry.

**The Chairman:** We are having this meeting with you today because the 106 witnesses that we have heard referred to your models. Your models are held up around the world as being pretty exceptional.

Why do you think that is? How are your models different from some of the other world models that are used in trying to determine the why and the how of climate change?

Do you collaborate with other research institutions and universities? Some of the professors we met in Canada said that what is really required to put a handle on adaptation strategies for climate change is many different disciplines working together. Do you collaborate with a number of other research institutes and universities?

Finally, I want to ask a technical question about your modeling. Witnesses have told the committee that the resolution of general circulation models is too large to clearly indicate the effects of climate change on agriculture and forest and help us give specific advice to these industries. What would be the adequate scale of a model that would allow a good understanding of the adaptation required by agriculture and the forest industry?

**Mr. Cox:** I will take the first two questions, and leave the third to Mr. Betts.

**M. Cox:** C'est possible. Plus vous limitez la région, plus les variations climatiques sont marquées. Il est possible qu'une région ait connu la saison la plus froide, mais que ce soit toujours l'année la plus chaude à l'échelle de la planète. Ces chiffres s'appliquent à l'ensemble du globe. Sur le plan régional, les fluctuations sont grandes. C'est toujours difficile.

**Le sénateur Gustafson:** Votre exposé était intéressant, et je vous en remercie.

**Le sénateur Lapointe:** Messieurs, je suis venu aujourd'hui remplacer un membre du comité et j'en suis heureux parce que j'ai appris beaucoup de choses que j'ignorais.

Ma question peut vous paraître absurde. Il n'y a pas si longtemps, j'ai lu un article dans lequel on indiquait que la forêt amazonienne était les poumons de la Terre. Que s'est-il passé? Pourquoi ce n'est plus le cas?

**M. Cox:** Ça l'est toujours dans une certaine mesure. Pour ce qui est du cycle hydrologique, la forêt amazonienne est cruciale. Elle est aussi importante dans le cycle du carbone. C'est peut-être la région la plus importante de la Terre, mais c'est seulement une région.

Notre modèle indique l'effet de la disparition de la forêt amazonienne sur la planète. La forêt amazonienne est cruciale autant pour le cycle hydrologique que pour le cycle du carbone, et c'est ce que nos prévisions indiquent. Ce serait absolument désastreux que le changement climatique perturbe la forêt amazonienne autant que les modèles le prévoient. C'est très inquiétant.

**Le président:** Nous vous rencontrons aujourd'hui parce que les 106 témoins que nous avons entendus ont fait référence à vos modèles. Vos modèles sont considérés dans le monde entier comme étant assez exceptionnels.

Pourquoi pensez-vous qu'il en est ainsi? En quoi vos modèles sont-ils différents de d'autres qui essaient de déterminer tout ce qui explique le changement climatique?

Collaborez-vous avec d'autres établissements de recherche et universités? D'après certains professeurs que nous avons rencontrés au Canada, pour maîtriser les stratégies d'adaptation concernant le changement climatique, il faut qu'il y ait des échanges entre les différentes disciplines. Collaborez-vous avec d'autres établissements de recherche et universités?

Enfin, j'ai une question d'ordre technique à poser au sujet de vos modèles. Les témoins nous ont dit que les modèles sont trop généraux pour bien indiquer les effets du changement climatique sur l'agriculture et les forêts et nous aider à conseiller ces secteurs d'activités. Quelle serait la bonne échelle d'un modèle pour comprendre les mesures que les secteurs de l'agriculture et des forêts devraient prendre pour s'adapter à la situation?

**M. Cox:** Je vais répondre à vos deux premières questions et laisser M. Betts répondre à la troisième.

It is really pleasing that people think that we are doing a good job with the climate prediction and modeling. There are two reasons that that has been possible. First, we have had relatively stable long-term funding from the U.K. government.

**The Chairman:** Is that not interesting?

**Mr. Cox:** Get that one down. This program has been operating for more than ten years.

To develop this kind of model from scratch — which is what we did although building on previous work — you have to be patient and have long-term funding. We have had that and it continues. To develop the models that Mr. Betts showed, there was five years before we produced anything. On the typical climate, even in the U.K., on the typical grants that you get in the university sector, you might get only two or three years to do something. It is just not possible to do it. That is the first thing.

Second, we tend to have a cross-disciplinary approach.

It is true that you have to connect to the outside world and that is more and more the case. We have had people in the same building working on the biosphere components, the atmospheric aerosols, and the clouds — all aspects of the climate system in one building. In many other countries, first of all, there is more competition; there is not a single centre. Second, a lot of the expertise is external to the centre, which means you have communication problems sometimes.

To take your second question, how do we connect to the outside world, in some senses that is becoming a more and more critical thing for us? As we move away from the physical climate modeling system toward a broader system, where we are dealing with chemistry and biology, it is no longer possible to have all the expertise in the Hadley Centre. The way we connect with universities in the U.K. and around the world is key to that.

I suspect climate system modeling is going to become big science. The network of people feeding into your models is going to be critical. The models that will be most heavily used will be the ones that are best developed. The way we are doing that now is to set up collaboration initiatives with U.K. universities, where they are funding from their own funding sources and we are funding from ours, but we have collaborations that are mutually beneficial. We are doing likewise in Europe.

**Mr. Betts:** To take your third question about the resolution of climate models, the resolution of the global models, such as represented here, is sufficient to give guidance at large scales. If you want to look at smaller scales like, for example, within Europe or the U.K., we would use a high-resolution model.

C'est vraiment agréable de savoir que les gens apprécient notre travail sur les prévisions et les modèles climatiques. Il y a deux raisons qui peuvent l'expliquer. D'abord, le financement à long terme que nous recevons du gouvernement britannique est assez stable.

**Le président:** Comme c'est intéressant!

**M. Cox:** Cela dit, notre programme existe depuis plus de 10 ans.

Pour créer de toutes pièces un modèle de ce genre — ce que nous avons fait, même si nous nous sommes servis de travaux antérieurs — il faut de la patience et du financement à long terme. C'est notre cas et ce n'est pas fini. Pour élaborer les modèles que M. Betts a présentés, il y a eu une période de cinq ans pendant laquelle nous n'avons rien produit. En règle générale, même au Royaume-Uni, les subventions versées aux universités pour des études sur le climat durent seulement deux ou trois ans peut-être. Ce n'est pas suffisant. C'est le premier aspect.

Ensuite, nous avons tendance à utiliser une approche interdisciplinaire.

Il est vrai qu'il faut de plus en plus échanger avec l'extérieur. Nous avons des gens, dans le même immeuble, qui étudient les éléments de la biosphère, les aérosols atmosphériques et les nuages, tous des aspects du système climatique. Dans beaucoup d'autres pays, il y a d'abord plus de concurrence; il n'y a pas un centre unique. Ensuite, beaucoup d'experts n'appartiennent pas au centre, ce qui peut parfois entraîner des problèmes de communication.

Pour ce qui est de votre deuxième question, comment échanger avec l'extérieur, dans un sens, cela devient de plus en plus important pour nous. À mesure que le système de modélisation du climat physique s'élargit, la chimie et la biologie entrent en ligne de compte, et il n'est plus possible de regrouper toutes les spécialités dans le centre Hadley. Nos échanges avec les universités au Royaume-Uni et ailleurs dans le monde sont donc déterminants.

J'ai l'impression que la conception de modèles climatiques deviendra une science d'envergure. Le réseau de personnes qui se servira de vos modèles deviendra critique. Ce sont les modèles le mieux conçus qui seront le plus utilisés. Nous sommes à mettre au point à l'heure actuelle des projets en collaboration avec les universités du Royaume-Uni. Elles assurent le financement à partir de leurs propres sources de financement alors que nous finançons à partir des nôtres, mais nous avons des projets de collaboration qui nous profitent mutuellement. Nous procédons de la même manière en Europe.

**M. Betts:** En ce qui a trait à votre troisième question concernant la définition des modèles climatiques, la définition des modèles planétaires, comme ceux qui sont représentés ici, suffit pour vous donner une idée à grande échelle. Si vous voulez examiner des échelles plus petites, par exemple à l'intérieur de l'Europe ou du Royaume-Uni, il vous faudrait alors utiliser un modèle haute-définition.

What we would do is take a version of our global model and do a high-resolution version which covers, say, Europe, and mesh that within the global models, so the outside of the high-resolution model is forced by the output of the global model. Then we get the finer detail of the U.K. scale, for example, and that can be used for climate impact studies.

The other issue about actual predictions for the regional scale is that you are often held back by the ability to prove your model against the historical record. There is a lot of noise as you work through the internal variability of the climate system. The climate will change year to year anyway. That variability can be quite large in small scales.

So far, we have not been able to show a huge amount of scale for reproducing precipitation change of the 20th century in this kind of model. We cannot be confident in regional scale precipitation predictions for the next 100 years yet.

**Senator Wiebe:** Much of the effort that has been done by people in universities, research centres and different levels of government have concentrated on the effects of what is happening and the mitigation of those problems. Going back to Senator Lapointe's question, I get the feeling that we are not spending enough time and research money on adaptation. What happens when we lose the Amazon, for example? How will we adapt? In your mind, where are the gaps to adaptations and whose responsibility is it to provide the dollars and research in the medium and long term to address some of those adaptation problems?

From a farmer's perspective, climate change — global warming — will be a gradual concern and you can adapt as you go. In some of these other areas, it is far more difficult. Can you give us any idea if that is going to be a serious problem?

**Mr. Cox:** One of the issues is that, apart from a few things — like sea-level rise, which I mentioned earlier — the optimal strategies for whether you adapt or mitigate are not clear. With the Amazon dieback, if we could say categorically — and we cannot yet — if you avoid a carbon dioxide level of 500 parts per million, the Amazon lives, and if you do not, it dies, then the policy maker would have the ability to say there is a more likely probability. We are still in the process of assessing those dangerous climate changes.

How do we define it? Where does it occur? If you knew where those critical points were, you could make assessments about what you definitely need to mitigate against. However, you are

Pour ce faire, nous prendrions une version de notre modèle planétaire et à partir d'une version haute-définition qui couvre, par exemple, l'Europe, nous l'intégrerions aux modèles planétaires de sorte que tout ce qui se trouve à l'extérieur du modèle haute-définition soit contraint par les résultats du modèle planétaire. Nous obtenons alors plus de précisions à l'échelle du Royaume-Uni, par exemple, et nous pouvons utiliser ces données pour des études des incidences sur le climat.

Quant à la réponse à l'autre question concernant les prédictions réelles relatives à l'échelle régionale, vous êtes souvent freinés par votre capacité de prouver la vérité de votre modèle par des données historiques. Il y a beaucoup de fluctuations quand vous examinez la variabilité interne du système climatique. Le climat changera de toute manière d'une année à l'autre. Cette variabilité peut être très importante à petite échelle.

Jusqu'à maintenant, nous n'avons pu utiliser une très grande échelle pour reproduire le changement dans les précipitations du XX<sup>e</sup> siècle dans ce genre de modèle. Nous ne pouvons pas avoir confiance encore aux prédictions relatives sur une échelle régionale pour les 100 prochaines années.

**Le sénateur Wiebe:** Une partie des efforts qui ont été déployés par les universitaires, les centres de recherche et différents paliers gouvernementaux ont surtout porté sur l'incidence de ce qui arrive et l'atténuation de ces problèmes. Pour revenir à la question du sénateur Lapointe, j'ai l'impression que nous ne consacrons pas suffisamment du temps et d'argent aux travaux de recherche sur l'adaptation. Qu'arrive-t-il alors si nous perdons les forêts amazoniennes, par exemple? Comment nous adapterons-nous? Selon vous, quels sont les écarts à combler en matière d'adaptations et qui doit fournir les dollars et la recherche à moyen et long termes pour régler certains de ces problèmes d'adaptation?

Du point de vue de l'agriculteur, les changements climatiques — le réchauffement de la planète — ne cesseront d'être un sujet de préoccupation et il est possible de s'adapter au fur et à mesure. Quant à certains de ces autres domaines, c'est de loin plus difficile. Pouvez-vous nous dire si cela deviendra un problème préoccupant?

**M. Cox:** Un des problèmes c'est que, à part certaines choses, par exemple l'élévation du niveau de la mer dont j'ai parlé plus tôt — les stratégies optimales, à savoir si l'on s'adapte ou si l'on atténue la menace, ne sont pas claires. Avec le dépérissement des forêts amazoniennes, si nous pouvions dire catégoriquement — et nous ne le pouvons pas pour l'instant — si vous évitez un niveau de dioxyde de carbone de 500 parties par million, les forêts résistent. Dans le cas contraire, elles meurent. Le décisionnaire aurait alors la capacité de dire que c'est plus que probable. Nous sommes toujours en train d'évaluer ces changements climatiques dangereux.

Comment le définissons-nous? Où se produit-il? Si nous savions où se trouvent ces points critiques, nous pourrions faire des évaluations quant aux mesures qu'il faut absolument prendre

right; adaptation will be necessary in lots of things, because we are committed, through things like sea level rise, to some degree of change.

The way that is dealt with in the U.K. is that we have a separate centre, called the Tyndall Centre, which is funded from the universities, which deals with mitigation and adaptation issues. It is fed data from our models. More and more, we are seeing that these things are linked together rather tightly.

What has happened in the past is that the scenarios of change, the scenarios of emission, have been independent of policy; and policy ultimately ought to be responding to the requirement to adapt or mitigate. We have not got there yet. We do not have the whole thing covered in the system.

Does that answer your question?

**Senator Wiebe:** No, but it is close.

**Senator Gustafson:** Have you done any studies on how climate change will impact world food supply?

**Mr. Betts:** Not as a whole. What we have done on crop yields was a first go at that, but you would need to look at the whole range of crops and livestock as well. That is in its early stages.

**Mr. Cox:** One of the things is that the impacts of climate change are extremely patchy. If you could see those maps in colour, you would see that there are some regions that benefit, some which lose. There is a tendency in the mid and high latitudes that the warming will not be detrimental to things like growing seasons. Where you really see the big impacts are in the developing world, where things are already pretty hot and dry. It looks like it might get worse. One of the biggest problems we may have with climate change is that there is an inequality in the way it strikes. The areas that are arguably the least responsible are the ones that are worst hit. That is a concern that needs attention.

**The Chairman:** In conclusion, you are the last witnesses that we are having in this study on adaptation to climate change. The researchers have already started to put a few words to paper.

One of the things that I would love to have your opinion on, when you do some of your modeling and research, and reach conclusions, what method do you use to communicate your results to policy makers, to industry groups, to farmers, foresters and other research institutions? How do you actually disseminate the results of your models?

**Mr. Cox:** Since we are funded largely by the U.K. government, we produce reports based on our contractual commitments that contain policy-relevant information. They will be partly responsible for distributing that. However, we also do other

pour les tempérer. Cependant, vous avez raison; l'adaptation s'imposera à plusieurs égards parce que nous sommes impliqués, par l'entremise de choses comme l'élévation du niveau de la mer, dans un certain changement.

Au Royaume-Uni, nous confions cette tâche à un organisme distinct, le Centre Tyndall, qui est financé par les universités et qui s'occupe des questions comme les mesures d'atténuation et d'adaptation. Nous lui fournissons les données qui proviennent de nos modèles. Nous constatons de plus en plus que ces choses sont assez étroitement reliées entre elles.

Par le passé les scénarios relatifs au changement, les scénarios relatifs aux émissions ne relevaient pas de la politique; et au bout du compte la politique devrait tenir compte de l'obligation de s'adapter et d'atténuer. Nous ne sommes pas encore arrivés là. Il reste encore des choses à couvrir dans le système.

Est-ce que cela répond à votre question?

**Le sénateur Wiebe:** Non, mais presque.

**Le sénateur Gustafson:** Avez-vous effectué des études sur les répercussions des changements climatiques sur les réserves alimentaires mondiales?

**M. Betts:** Pas dans l'ensemble. Les recherches que nous avons effectuées à l'égard des rendements des cultures était une première à cet égard, mais il faudrait aussi examiner les diverses cultures et les différents animaux d'élevage. Nous en sommes aux premières étapes à cet égard.

**M. Cox:** L'un des problèmes c'est que les répercussions des changements climatiques sont très inégales. Si vous pouviez voir ces cartes en couleur vous constateriez que certaines régions en profitent tandis que d'autres y perdent au change. La tendance dans les latitudes moyennes et élevées est que le réchauffement n'aura pas d'effet néfaste sur la saison de croissance. Vous constatez vraiment des répercussions importantes dans les pays en développement où il fait déjà assez chaud et sec. Il semble que les choses pourraient empirer. Un des plus grands problèmes en ce qui a trait aux changements climatiques, c'est l'inconstance. Les régions qui sont sans doute les moins responsables sont celles qui sont le plus frappées. Il faut s'intéresser à ce problème.

**Le président:** Pour terminer, vous êtes les derniers témoins que nous entendons dans le cadre de cette étude sur l'adaptation aux changements climatiques. Les attachés de recherche ont déjà commencé à rédiger le rapport.

J'aimerais obtenir votre point de vue sur une question. Lorsque vous élaborez un concept de modélisation, que vous effectuez et arrivez à des conclusions, comment vous y prenez-vous pour communiquer vos résultats aux décisionnaires, aux groupes industriels, aux agriculteurs, aux forestiers et aux autres établissements de recherche? Comment diffusez-vous les résultats de vos modèles?

**M. Cox:** Comme notre financement nous parvient en grande partie du gouvernement du Royaume-Uni, nous produisons des rapports fondés sur nos engagements contractuels qui contiennent de l'information pertinente à la politique. Ils seront en partie

things such as public lectures. We do as many public lectures as we are asked to do with regard to the whole issue of climate change.

We often have presentations of things at conventions; the Hadley Centre will have some stand and will generally give some kind of presentation or outreach thing. We try to connect as much as we can to the external research community and the public at large for all sorts of things. Wherever there is a possibility to spread the word about climate change, we will do it.

**The Chairman:** Thank you very much. Your testimony has been very useful. We appreciate your efforts.

The committee adjourned.

responsables de diffuser cette information. Cependant, nous avons d'autres activités comme des conférences publiques. Nous répondons à toutes les demandes en ce qui a trait à la question des changements climatiques.

Nous faisons souvent des exposés à des conventions; le Centre Hadley montera un kiosque, donnera en général un exposé ou fera une activité d'action directe. Nous essayons le plus possible d'établir un lien avec les milieux de recherche extérieurs et la population en général pour toutes sortes de choses. Dès qu'une possibilité se présente d'informer au sujet des changements climatiques, nous y sommes.

**Le président:** Merci beaucoup. Votre témoignage a été très utile. Nous sommes conscients de vos efforts.

La séance est levée.

---





*If undelivered, return COVER ONLY to:*

Communication Canada – Publishing  
Ottawa, Ontario K1A 0S9

*En cas de non-livraison,  
retourner cette COUVERTURE SEULEMENT à:*

Communication Canada – Édition  
Ottawa (Ontario) K1A 0S9

---

WITNESSES

**Tuesday, May 6, 2003**

*From Natural Resources Canada:*

Mr. Roger Cox, Research Scientist, Canadian Forest Service  
(Forest Health);  
Mr. Brian Stocks, Senior Research Scientist, Forest Fire and Global  
Change.

*From the University of Montreal:*

Mr. Christopher Bryant, Chair, IGU Commission on the  
Sustainable Development of Rural Systems.

**Thursday, May 8, 2003**

*By videoconference:*

*From the Hadley Centre for Climate Prediction and Research:*

Mr. Peter Cox, Head of Climate Chemistry and Ecosystems,  
Met Office;  
Mr. Richard Betts, Senior Ecosystem Scientist, Met Office.

---

TÉMOINS

**Le mardi 6 mai 2003**

*Des Ressources naturelles Canada:*

M. Roger Cox, chercheur scientifique, Service canadien des forêts  
(santé des forêts);  
M. Brian Stocks, chercheur scientifique principal, Incendies de  
forêts des changement mondial.

*De l'Université de Montréal:*

M. Christopher Bryant, professeur et président, Commission de  
l'UGI sur le développement durable et les systèmes ruraux.

**Le jeudi 8 mai 2003**

*Par vidéoconférence*

*Du Hadley Centre for Climate Prediction and Research:*

M. Peter Cox, directeur, Chimie du climat et écosystèmes,  
Bureau météorologique;  
M. Richard Betts, scientifique principal (écosystèmes), Bureau  
météorologique.