



Second Session
Fortieth Parliament, 2009

SENATE OF CANADA

*Proceedings of the Standing
Senate Committee on*

Energy, the Environment and Natural Resources

Chair:
The Honourable W. DAVID ANGUS

Tuesday, December 1, 2009
Thursday, December 3, 2009

Issue No. 14

Eighth and ninth meetings on:

The current state and future of Canada's energy sector

WITNESSES:
(See back cover)

Deuxième session de la
quarantième législature, 2009

SÉNAT DU CANADA

*Délibérations du Comité
sénatorial permanent de l'*

Énergie, de l'environnement et des ressources naturelles

Président :
L'honorable W. DAVID ANGUS

Le mardi 1^{er} décembre 2009
Le jeudi 3 décembre 2009

Fascicule n^o 14

Huitième et neuvième réunions concernant :

L'état actuel et futur du secteur de l'énergie du Canada

TÉMOINS :
(Voir à l'endos)

THE STANDING SENATE COMMITTEE
ON ENERGY, THE ENVIRONMENT
AND NATURAL RESOURCES

The Honourable W. David Angus, *Chair*

The Honourable Grant Mitchell, *Deputy Chair*

and

The Honourable Senators:

Brown	Mc Coy
* Cowan	Merchant
(or Tardif)	Milne
Kenny	Neufeld
Lang	Peterson
* LeBreton, P.C.	Seidman
(or Comeau)	Sibbeston

* Ex officio members

(Quorum 4)

Changes in membership of the committee:

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

The Honourable Senator Kenny replaced the Honourable Senator Banks (*December 2, 2009*).

The Honourable Senator Banks replaced the Honourable Senator Rompkey, P.C. (*December 2, 2009*).

The Honourable Senator Rompkey, P.C., replaced the Honourable Senator Munson (*November 30, 2009*).

The Honourable Senator Munson replaced the Honourable Senator Banks (*November 30, 2009*).

LE COMITÉ SÉNATORIAL PERMANENT
DE L'ÉNERGIE, DE L'ENVIRONNEMENT
ET DES RESSOURCES NATURELLES

Président : L'honorable W. David Angus

Vice-président : L'honorable Grant Mitchell

et

Les honorables sénateurs :

Brown	Mc Coy
* Cowan	Merchant
(ou Tardif)	Milne
Kenny	Neufeld
Lang	Peterson
* LeBreton, C.P.	Seidman
(ou Comeau)	Sibbeston

* Membres d'office

(Quorum 4)

Modifications de la composition du comité :

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

L'honorable sénateur Kenny a remplacé l'honorable sénateur Banks (*le 2 décembre 2009*).

L'honorable sénateur Banks a remplacé l'honorable sénateur Rompkey, C.P. (*le 2 décembre 2009*).

L'honorable sénateur Rompkey, C.P., a remplacé l'honorable sénateur Munson (*le 30 novembre 2009*).

L'honorable sénateur Munson a remplacé l'honorable sénateur Banks (*le 30 novembre 2009*).

MINUTES OF PROCEEDINGS

OTTAWA, Tuesday, December 1, 2009
(32)

[*English*]

The Standing Senate Committee on Energy, the Environment and Natural Resources met this day, at 5:26 p.m., in room 9, Victoria Building, the chair, the Honourable W. David Angus, presiding.

Members of the committee present: The Honourable Senators Angus, Brown, Lang, McCoy, Merchant, Mitchell, Neufeld, Peterson, Rompkey, P.C. and Seidman (10).

In attendance: Marc Leblanc and Sam Banks, Analysts, Parliamentary Information and Research Service, Library of Parliament.

Pursuant to the order of reference adopted by the Senate on Thursday, June 4, 2009, the committee continued its examination of the current state and future of Canada's energy sector (including alternative energy). (*For complete text of the order of reference, see proceedings of the committee, Issue No. 10.*)

WITNESSES:

University of Calgary:

David Layzell, Executive Director, Institute for Sustainable Energy, Environment and Economy.

Balsillie School of International Affairs:

Thomas Homer-Dixon, Professor, Centre for International Governance Innovation, Chair of Global Systems.

The chair made an opening statement.

Mr. Layzell made a statement and answered questions.

The chair made a statement.

Mr. Homer-Dixon made a statement and answered questions.

At 7:48 p.m., the committee suspended.

At 7:49 p.m., the committee resumed.

The chair made a statement.

It was agreed that the following special study supplementary budget application (energy sector) for the fiscal year ending March 31, 2010, be approved for submission to the Standing Committee on Internal Economy, Budgets and Administration:

Professional and Other Services	\$ 625
Transportation and Communications	\$ 17 100
All Other Expenditures	<u>\$ 16 300</u>
TOTAL	\$ 34 025

PROCÈS-VERBAUX

OTTAWA, le mardi 1^{er} décembre 2009
(32)

[*Traduction*]

Le Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles se réunit aujourd'hui, à 17 h 26, dans la pièce 9 de l'édifice Victoria, sous la présidence de l'honorable W. David Angus (*président*).

Membres du comité présents : Les honorables sénateurs Angus, Brown, Lang, McCoy, Merchant, Mitchell, Neufeld, Peterson, Rompkey, C.P. et Seidman (10).

Également présents : Marc Leblanc et Sam Banks, analystes, Service d'information et de recherche parlementaires, Bibliothèque du Parlement.

Conformément à l'ordre de renvoi adopté par le Sénat le jeudi 4 juin 2009, le comité poursuit son étude sur l'état actuel et futur du secteur de l'énergie du Canada (y compris l'énergie de remplacement). (*Le texte intégral de l'ordre de renvoi figure au fascicule n° 10 des délibérations du comité.*)

TÉMOINS :

Université de Calgary :

David Layzell, directeur général, Institute for Sustainable Energy, Environment and Economy.

Balsillie School of International Affairs :

Thomas Homer-Dixon, professeur, Centre pour l'innovation dans la gouvernance internationale, Chaire des systèmes mondiaux.

Le président ouvre la séance.

M. Layzell fait une déclaration et répond aux questions.

Le président fait une déclaration.

M. Homer-Dixon fait une déclaration et répond aux questions.

À 19 h 48, la séance est suspendue.

À 19 h 49, la séance reprend.

Le président fait une déclaration.

Il est convenu que le budget supplémentaire pour l'étude spéciale (secteur de l'énergie), pour l'exercice financier se terminant le 31 mars 2010, soit approuvé et présenté au Comité permanent de la régie interne, des budgets et de l'administration :

Services professionnels et techniques	625 \$
Transport et communications	17 100 \$
Autres dépenses	<u>16 300 \$</u>
TOTAL	34 025 \$

At 7:53 p.m., the committee adjourned to the call of the chair.

ATTEST:

À 19 h 53, le comité s'ajourne jusqu'à nouvelle convocation de la présidence.

ATTESTÉ :

OTTAWA, Thursday, December 3, 2009
(33)

[*English*]

The Standing Senate Committee on Energy, the Environment and Natural Resources met this day, at 8:05 a.m., in room 257, East Block, the deputy chair, the Honourable Grant Mitchell, presiding.

Members of the committee present: The Honourable Senators Brown, Kenny, Lang, Merchant, Mitchell, Seidman and Sibbeston (7).

In attendance: Marc Leblanc and Sam Banks, Analysts, Parliamentary Information and Research Service, Library of Parliament.

Pursuant to the order of reference adopted by the Senate on Thursday, June 4, 2009, continued its examination of the current state and future of Canada's energy sector (including alternative energy). (*For complete text of the order of reference, see proceedings of the committee, Issue No. 10*)

WITNESS:

University of British Columbia:

Robert Evans, Professor, Mechanical Engineering.

The chair made an opening statement.

Mr. Evans made a statement and answered questions.

At 9:45 a.m., the committee adjourned to the call of the chair.

ATTEST:

OTTAWA, le jeudi 3 décembre 2009
(33)

[*Traduction*]

Le Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles se réunit aujourd'hui, à 8 h 5, dans la pièce 257 de l'édifice de l'Est, sous la présidence de l'honorable Grant Mitchell (*vice-président*).

Membres du comité présents : Les honorables sénateurs Brown, Kenny, Lang, Merchant, Mitchell, Seidman et Sibbeston (7).

Également présents : Marc Leblanc et Sam Banks, analystes, Service d'information et de recherche parlementaires, Bibliothèque du Parlement.

Conformément à l'ordre de renvoi adopté par le Sénat le jeudi 4 juin 2009, le comité poursuit son étude sur l'état actuel et futur du secteur de l'énergie du Canada (y compris l'énergie de remplacement). (*Le texte intégral de l'ordre de renvoi figure au fascicule n° 10 des délibérations du comité.*)

TÉMOIN :

Université de la Colombie-Britannique :

Robert Evans, professeur, génie mécanique.

Le président ouvre la séance.

M. Evans fait une déclaration et répond aux questions.

À 9 h 45, le comité s'ajourne jusqu'à nouvelle convocation de la présidence.

ATTESTÉ :

La greffière du comité,

Lynn Gordon

Clerk of the Committee

EVIDENCE

OTTAWA, Tuesday, December 1, 2009

The Standing Senate Committee on Energy, the Environment and Natural Resources met this day at 5:26 p.m. to examine and report on the current state and future of Canada's energy sector (including alternative energy).

Senator W. David Angus (*Chair*) in the chair.

[*English*]

The Chair: I call to order this meeting of the Standing Senate Committee on Energy, the Environment and Natural Resources as we continue our study on Canada's energy sector, the current status of the energy sector and the development of a framework for the future of this important sector of the Canadian economy.

I welcome all honourable senators, staff, guests and those watching on CPAC and on the World Wide Web.

[*Translation*]

My name is David Angus. I am a senator from the province of Quebec and I am the chair of this committee.

[*English*]

On my right is Deputy Chair Senator Grant Mitchell, from Alberta; our assistants from the Library of Parliament; Senator Richard Neufeld, from British Columbia; Senator Bert Brown, from Alberta; Senator Judith Seidman, from Quebec; and Senator Daniel Lang, from the Yukon. On my left is Lynn Gordon, Clerk of the Committee; Senator Elaine McCoy, from Alberta; and Senator Bill Rompkey, for Senator Tommy Banks, from Newfoundland and Labrador; and from Saskatchewan are Senator Pana Merchant and Senator Rob Peterson.

We are privileged to have with us tonight two very learned gentlemen with great expertise in this field of study. From the University of Calgary, David Layzell, Executive Director, Institute for Sustainable Energy, Environment and Economy; and Thomas Homer-Dixon, Professor, Centre for International Governance Innovation Chair of Global Systems at the Balsillie School of International Affairs. Both witnesses have provided the committee with copies of their presentations.

Dr. Layzell, your reputation precedes you. He has a Bachelor of Science, from the University of Waterloo; a Masters in plant science, from Guelph; and a Doctorate in plant physiology, from the University of Western Australia. He did post-doctorate work at Cornell University and came to Calgary in 2008 after a distinguished 27-year career as a Queen's University professor with appointments in biology, environmental studies and policy studies. He has authored more than 100 peer-reviewed publications and holds seven U.S. patents. His research accomplishments have been recognized by a number of awards, including the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada E.W.R. Steacie Memorial Fellowship, and election as a Fellow of the Royal Society of Canada.

TÉMOIGNAGES

OTTAWA, le mardi 1^{er} décembre 2009

Le Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles se réunit aujourd'hui à 17 h 26 pour examiner l'état actuel et futur du secteur de l'énergie du Canada (y compris les énergies de remplacement) et en faire rapport.

Le sénateur W. David Angus (*président*) occupe le fauteuil.

[*Traduction*]

Le président : La séance du Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles est ouverte. Nous poursuivons notre examen du secteur de l'énergie du Canada, de l'état actuel du secteur et de l'élaboration d'un cadre pour l'avenir de cet important secteur de l'économie canadienne.

Je souhaite la bienvenue aux honorables sénateurs, aux membres du personnel, aux invités et à ceux qui nous regardent sur CPAC et sur Internet.

[*Français*]

Je m'appelle David Angus. Je suis un sénateur de la province de Québec et le président de ce comité.

[*Traduction*]

À ma droite, se trouvent le vice-président, le sénateur Grant Mitchell, de l'Alberta, nos attachés de recherche de la Bibliothèque du Parlement, le sénateur Richard Neufeld, de la Colombie-Britannique, le sénateur Bert Brown, de l'Alberta, le sénateur Judith Seidman, du Québec, et le sénateur Daniel Lang, du Yukon. À ma gauche, se trouvent Lynn Gordon, greffière du Comité, le sénateur Elaine McCoy, de l'Alberta, et le sénateur Bill Rompkey, qui remplace le sénateur Tommy Banks, de Terre-Neuve-et-Labrador, et les sénateurs Pana Merchant et Rob Peterson, de la Saskatchewan.

Nous avons le privilège d'accueillir ce soir deux grands spécialistes de la question que nous examinons. De l'Université de Calgary, David Layzell, directeur général, Institute for Sustainable Energy, Environment and Economy, et Thomas Homer-Dixon, professeur, Centre pour l'innovation dans la gouvernance internationale, Chaire des systèmes mondiaux, à la Balsillie School of International Affairs. Les deux témoins ont remis au comité les textes de leurs exposés.

Monsieur Layzell, votre réputation vous précède. Il a un baccalauréat en sciences de l'Université de Waterloo; une maîtrise en phytologie, de Guelph; et un doctorat en physiologie végétale de l'Université de Western Australia. Il a fait des études postdoctorales à l'Université Cornell et est venu à Calgary en 2008 après une carrière prestigieuse à l'Université Queen's, où il a enseigné pendant 27 ans la biologie, les études environnementales et les études des politiques. Il a écrit plus de 100 publications examinées par les pairs et détient sept brevets américains. Ses contributions à la recherche lui ont valu plusieurs prix, notamment la Bourse Steacie du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie, et le titre de membre de la Société royale du Canada.

Honourable senators, Dr. Layzell has distributed, through the clerk, the various materials I alluded to earlier.

Please proceed with your presentation. We have had a private word. I know you are familiar with our study, and you have evinced your interest in same and your willingness to help us along the way as we go forward. You are well known to a number of my colleagues on this committee, which makes it all the more friendly.

David Layzell, Executive Director, Institute for Sustainable Energy, Environment and Economy, University of Calgary: Thank you. It is a delight to be here and thank you for the opportunity. I congratulate you, Senator Angus and the rest of this committee, for the comprehensive approach that you have chosen to use to address the issues that I think are central to Canada's energy future, as well as our environment and the economy of the nation.

I will begin by introducing the Institute for Sustainable Energy, Environment and Economy. That is a rather long name, so we call it ISEEE. We are a multi-faculty research and teaching organization at the University of Calgary that has a mandate to develop cost-effective solutions to the environmental challenges of energy production and use. In ISEEE, we work with 120 engineers, scientists and social scientists at the University of Calgary to develop both the human capacity and the research delivery vehicles needed to provide the critical technologies and insights that will inform energy-environment policy and investment decisions by Canadian governments and industry.

One thing ISEEE has done over the past 18 months is to build an organization called Carbon Management Canada. It is a national university research organization focused on managing carbon in the fossil fuel sector. Our work on that particular organization, which is in partnership with the Canada School of Energy and Environment, paid off this morning with the announcement by the Networks of Centres of Excellence Program, or NCE Program, where we received \$25 million in federal funding for this Carbon Management Canada network. We are pleased with that.

Over the next five years, Carbon Management Canada will focus on research to reduce greenhouse gas emissions associated with fossil fuel recovery and processing, and to develop the technologies and insights that will allow us to capture and safely store carbon dioxide emissions in geological reservoirs.

With Carbon Management Canada now officially launched, ISEEE is focusing its attention on building a new interdisciplinary research capacity that will work to understand and make recommendations for future North American energy systems that will take us on a path toward sustainability.

Today, I would like to spend a few minutes talking about some of our thinking in this area.

Honorables sénateurs, M. Layzell a distribué, par l'entremise de la greffière, les divers documents que j'ai mentionnés il y a un instant.

Veillez présenter votre exposé. Nous nous sommes entretenus en privé. Je sais que vous connaissez notre étude et que vous avez exprimé votre intérêt pour cette étude et votre désir de nous aider en cours de route. Vous êtes bien connu de certains de mes collègues du comité, ce qui rend la réunion encore plus amicale.

David Layzell, directeur général, Institute for Sustainable Energy, Environment and Economy, Université de Calgary : Merci. C'est un plaisir d'être ici et je vous remercie de votre invitation. Je vous félicite, sénateur Angus, ainsi que les autres membres du comité, pour l'approche globale que vous avez adoptée afin d'examiner les questions qui, selon moi, sont cruciales pour l'avenir énergétique du Canada, ainsi que pour notre environnement et pour l'économie nationale.

Je vous présenterai d'abord l'Institute for Sustainable Energy, Environment and Economy. Comme ce nom est plutôt long, nous utilisons l'acronyme ISEEE. Nous sommes une organisation de recherche et d'enseignement, qui regroupe plusieurs facultés de l'Université de Calgary et qui a pour mandat de développer des solutions efficaces pour relever les défis environnementaux de la production et l'utilisation de l'énergie. Nous travaillons avec 120 ingénieurs, scientifiques et chercheurs en sciences sociales de notre université pour développer les capacités humaines et les modalités de recherche nécessaires afin de fournir les technologies critiques et les idées qui guideront les politiques en énergie et environnement ainsi que les décisions d'investissement des gouvernements canadiens et de l'industrie.

Une des réalisations d'ISEEE au cours des 18 derniers mois a été la création de Gestion du carbone Canada, un organisme national de recherche universitaire, axé sur la gestion du carbone dans le secteur des carburants fossiles. Notre travail, et celui de notre partenaire, la Canada School of Energy and Environment, a été couronné de succès ce matin, lorsque les Réseaux de centres d'excellence ont annoncé une subvention fédérale de 25 millions de dollars pour notre réseau Gestion du carbone Canada. Cette nouvelle nous réjouit beaucoup.

Au cours des cinq prochaines années, Gestion du carbone Canada mettra l'accent sur la recherche visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre associées à la production et l'utilisation des carburants fossiles, ainsi que sur le développement des technologies et des connaissances pour capter et stocker en toute sécurité les émissions de dioxyde de carbone dans des réservoirs géologiques.

Maintenant que Gestion du carbone Canada est officiellement lancée, l'ISEEE concentrera ses efforts vers l'établissement d'une nouvelle capacité de recherche interdisciplinaire qui œuvrera à comprendre et à formuler des recommandations concernant le futur des systèmes énergétiques nord-américains afin de nous guider vers un avenir durable.

Aujourd'hui, je voudrais vous exposer certaines de nos réflexions dans ce domaine.

About three weeks ago, on November 10, the International Energy Agency released the *World Energy Outlook 2009*. This 691-page tome highlighted two scenarios for future energy systems and the resulting implications for global greenhouse gas emissions, and this is shown in Chart 2 of the document I handed out.

The reference scenario on the top right of the chart assumes business-as-usual energy policies for the next 40 years and predicts a 58 per cent increase in greenhouse gas emissions between now and 2050. This is on a global basis. Such a scenario would likely have devastating effects on our global climate systems, with serious implications for the world economy and the health of its citizens. The 450-ppm scenario, shown in the bottom right of the Chart 2 and recommended by the International Energy Agency, summarizes the trend in global greenhouse gas emissions required to limit global warming to 2 degrees Celsius, a temperature that should prevent dangerous or runaway climate change.

Chart 3 shows the commitment that the Canadian government has made in the global effort to mitigate climate change, including a 20 per cent reduction in greenhouse gas emissions by 2020 and a 65 per cent reduction by 2050. The commitment is the size of the gap between the business-as-usual scenario on the top and the bottom part, which is where we need to head if we are to meet Canada's commitment to address climate change by 2050.

Only a small part of that commitment can be met by reductions in non-energy emissions, such as those from landfill sites, animal production systems or deforestation. The majority of emission reductions will need to come from the energy sector, which currently accounts for about 80 per cent of Canada's greenhouse gas emissions.

The initiatives that we need to reduce energy emissions include three things. First is efficiency and conservation through the entire energy system, from the production of energy through to the use of that energy. This will effectively reduce the per capita market size for primary energy in Canada. Second is the implementation of low carbon renewable and alternative energy, including biomass, wind, solar, geothermal and nuclear. Third is the capture and storage of fossil carbon emissions, in either geological or biological storage systems.

All three of these strategies for reducing energy emissions will require major changes in both the market size and market share for energy production and use in Canada.

In effect, we need to see close to a 2 per cent change in market share for each and every year over the next 40 years. This represents a massive energy transformation.

Il y a environ trois semaines, le 10 novembre, l'Agence internationale de l'énergie a publié son rapport intitulé *2009 World Energy Outlook*. Cet ouvrage de 691 pages a proposé deux scénarios pour les systèmes énergétiques futurs et les implications qui en découlent pour les émissions mondiales de gaz à effet de serre. Ces scénarios sont illustrés dans le tableau 2 du document que je vous ai remis.

Le scénario de référence, dans le coin supérieur droit du tableau, suppose un maintien des politiques énergétiques actuelles durant les 40 prochaines années et prédit une augmentation de 58 p. 100 des émissions de gaz à effet de serre dans le monde d'ici 2050. Un tel scénario aurait probablement des effets dévastateurs sur le système climatique mondial, avec des conséquences graves pour l'économie mondiale et le bien-être de ses habitants. Le scénario de 450 ppm, figurant à droite, en bas du tableau 2 et recommandé par l'Agence internationale de l'énergie, indique la tendance des émissions mondiales de gaz à effet de serre nécessaire pour limiter le réchauffement planétaire à 2° Celsius, une température qui devrait empêcher un changement climatique dangereux ou hors de contrôle.

Le tableau 3 montre l'engagement du gouvernement canadien à l'effort mondial visant à atténuer les changements climatiques, y compris une réduction de 20 p. 100 des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2020 et une réduction de 65 p. 100 d'ici 2050. L'engagement correspond à l'écart entre le scénario de référence en haut et le scénario en bas, soit le résultat que nous devrions atteindre pour que le Canada respecte son engagement climatique d'ici 2050.

Une petite partie seulement de cet engagement pourra être atteinte par des réductions des émissions provenant de sources non énergétiques telles que les sites d'enfouissement des déchets, les systèmes de production animale, ou la déforestation. La majorité des réductions d'émissions devront provenir du secteur de l'énergie, qui représente actuellement environ 80 p. 100 des émissions de gaz à effet de serre du Canada.

Les initiatives dont nous avons besoin pour réduire les émissions de sources énergétiques sont de trois types. Premièrement, l'efficacité et la conservation dans l'ensemble du système énergétique, depuis la production jusqu'à l'utilisation de l'énergie, ce qui aura pour effet de réduire la taille par habitant du marché de l'énergie primaire au Canada. Deuxièmement, la mise en œuvre de sources d'énergie renouvelable et autre qui ont de faibles émissions de carbone, notamment l'énergie dérivée de la biomasse, et les énergies éolienne, solaire, géothermique et nucléaire. Troisièmement, le captage et le stockage des émissions de carbone fossile, dans des systèmes de stockage géologiques ou biologiques.

Chacune de ces trois stratégies pour réduire les émissions associées à l'énergie nécessitera des changements importants de la taille du marché et des parts de marché dans le domaine de la production et de l'utilisation de l'énergie au Canada.

En fait, nous aurons besoin d'accomplir un changement de presque 2 p. 100 des parts de marché chaque année durant les 40 prochaines années. Cela représente une transformation énorme des systèmes énergétiques.

Chart 4 is in both packages. It is the one with all the bar graphs. I will not take you through that at this time. It shows the size of the energy transition that we need.

Chart 5, entitled “‘Learnings’ from Past Energy Transitions,” shows the history of market share for primary energy in the United States in the past 200 years. What can we learn about past energy transitions to help guide us through future energy transitions?

Over this 200-year period, two major transitions have taken place; one that occurred in the late 19th century, when the U.S. went from biomass to coal; and one that occurred right after the Second World War with the rise in oil and gas.

You should know three things about the energy transitions of the past. The first is that over the past 40 years, the relative market share for primary energy sources has been unusually stable compared to the previous 160 years.

Second, before a primary energy shift, such as when coal or oil and gas started to take serious market share from other sources, a long incubation period occurs. Indeed, studies by Marchetti and others, looking at energy system changes from around the world, suggest that it takes about 40 years to go from 1-per-cent market share to 10-per-cent market share. This has sobering implications for many renewable energy sources that today count for less than 1 per cent.

Third, the maximum rate of market share change that we saw in the past 200 years is about 1 to 2 per cent per year. Recall that we need close to 2 per cent per year, each and every year for the next 40 years, to meet climate change commitments.

What are the factors that favour rapid energy transitions? How does our situation today compare with the conditions that drove past energy transitions?

In short, current conditions are not favourable in North America. For example, we are not likely to have a rapidly growing demand in North America in the next 40 years. The alternatives tend to be more expensive, not less expensive, than our current energy sources. We do not have the resource depletion, especially in Canada. We are a net energy exporter. Many of the alternative technologies have not yet been proven for large-scale deployment.

The only real driver for an energy transition is government policy, whether at the regional, national or international level. Clearly, the next energy transition will be more difficult than those in the past and much more policy-dependent than past energy transitions.

Therefore, what are the policy instruments that could be used and implemented now to achieve and ease this transition?

Le tableau 4 se trouve dans les deux séries de documents. C’est celui qui a tous les diagrammes à barres. Je ne vous l’expliquerai pas maintenant. Il montre l’ampleur de la transition énergétique que nous devons effectuer.

Le tableau 5, intitulé « Leçons à tirer des transitions énergétiques du passé », montre l’histoire des changements de part de marché dans le domaine de l’énergie primaire aux États-Unis au cours des 200 dernières années. Quelles leçons pouvons-nous tirer des transitions énergétiques du passé afin de nous guider dans les transitions futures?

Durant cette période de 200 ans, il y a eu deux grandes transitions énergétiques : une vers la fin du XIX^e siècle quand les États-Unis sont passés de la biomasse au charbon, et une après la Deuxième Guerre mondiale, qui a vu une transition en faveur du pétrole et du gaz.

Les transitions énergétiques du passé révèlent trois choses. Premièrement, les parts de marché des sources d’énergie primaire ont été exceptionnellement stables durant les 40 dernières années par rapport aux 160 années précédentes.

Deuxièmement, avant qu’une source nouvelle d’énergie primaire, comme le charbon, le pétrole ou le gaz, commence à prendre une part de marché importante, il y a eu une longue période d’incubation. De fait, des études de Marchetti et d’autres chercheurs sur l’évolution des systèmes énergétiques dans le monde révèlent qu’il faut environ 40 ans pour faire passer la part de marché de 1 p. 100 à 10 p. 100. Ceci a des implications qui donnent à réfléchir en ce qui concerne les nombreuses sources d’énergie renouvelable qui représentent aujourd’hui moins de 1 p. 100 du marché.

Troisièmement, le taux maximal de changement de part de marché au cours des 200 dernières années a été de 1 à 2 p. 100 par an. Je vous rappelle que, d’ici 40 ans, nous aurons besoin d’un changement de part de marché de près 2 p. 100 par an afin de respecter les engagements relatifs aux changements climatiques.

Quels sont les facteurs qui favoriseraient une transition rapide des systèmes énergétiques? La situation actuelle se compare-t-elle aux conditions qui ont provoqué les transitions énergétiques passées?

En bref, les conditions actuelles en Amérique du Nord ne sont pas très favorables. Nous ne sommes pas susceptibles d’avoir une croissance rapide de la demande en Amérique du Nord d’ici 40 ans. Les solutions de rechange ont tendance à être plus dispendieuses que les sources d’énergie actuelles. Nous ne faisons pas face à pas à l’épuisement des ressources, en particulier au Canada. Plusieurs des autres technologies n’ont pas été prouvées pour le déploiement à grande échelle.

Les politiques gouvernementales sont donc les seules forces motrices pour une transition énergétique, que ce soit aux niveaux régionaux, national ou international. De toute évidence, la prochaine transition énergétique va être plus difficile et va être plus dépendante des politiques gouvernementales que les transitions précédentes.

Alors, quels sont les instruments politiques qui pourraient être mis en œuvre maintenant pour faciliter cette transition?

I would argue that governments need to focus their policy instruments to achieve optimal results over three distinct periods in the next 41 years, as summarized in Chart 6.

For results in the short term, more or less the next 14 years, we need to encourage efficiency and conservation across energy systems — that is our low-hanging fruit — as well as the widespread deployment of low-carbon energy technologies that will integrate with our existing energy infrastructure.

For the medium term, between 2024 and 2037, in the next few years we need to set up and demonstrate large-scale deployment of known low-carbon energy technologies, such as carbon capture and storage, nuclear energy, electric vehicles, et cetera, and we need to fund R&D that is focused on reducing costs or removing barriers.

For results in the longer term, as we approach 2050, we need to invest now in fundamental, highly innovative research that has the potential to provide “game-changing” energy production and conversion technologies. The main point here is that I do not think we have the technologies yet to get us to where we need to be by mid-century.

Doing this effectively requires a national energy strategy that will address concerns about energy security and climate change, but ensures that we do not transfer problems to other areas such as food production, water use or biodiversity.

I am encouraged that the work of your committee may help us to work in that direction. Thank you for this opportunity.

Senator Lang: Thank you for coming and talking to us. You have an impressive curriculum vitae.

The areas of concern that come up repeatedly are innovation, technology and the changes that have to be made or that are being made. I notice that from 1998 to 2008, a period of 10 years, your university received \$54 million in funding from governments for the purpose of research. Over that period of time, were you able to bring forward some of these technological changes that will be required looking into the future?

Mr. Layzell: The work I was doing with BIOCAP Canada was multi-university research involving 38 universities across Canada. Our research foundation was run out of Queen’s University, but it was a national university research group. The \$54 million was spread across 38 universities and about 250 researchers from coast to coast.

That initiative provided valuable insights for areas such as forest carbon management. Our network and the research that was done as a result of those investments helped to show the Canadian government and provinces that using forests to manage carbon, which was a popular idea in the late 1990s and early 2000s, would probably be a problem. Canada’s forest carbon sinks were

Je dirais que les gouvernements doivent façonner leurs politiques dans le but d’obtenir des résultats optimaux sur trois périodes distinctes durant les 41 prochaines années, comme le résume le tableau 6.

Pour des résultats à court terme — plus ou moins les 14 prochaines années — nous devons encourager l’efficacité et la conservation, deux objectifs assez faciles à atteindre, et le déploiement à grande échelle de systèmes énergétiques à faible intensité de carbone qui peuvent s’intégrer à nos infrastructures énergétiques existantes.

Pour des résultats à moyen terme, de 2024 à 2037, nous devons préparer le terrain pour le déploiement à grande échelle des technologies énergétiques existantes à faible intensité de carbone, comme le captage et le stockage du carbone, l’énergie nucléaire, et les véhicules électriques, et subventionner la recherche et le développement qui ont pour but la réduction des coûts ou la suppression des obstacles.

Pour des résultats à long terme, aux environs de 2050, nous devons investir maintenant dans la recherche fondamentale hautement innovante, qui offre la possibilité d’inventer des technologies qui pourraient « changer les règles du jeu » de la production et de la conversion de l’énergie. Je ne pense pas que nous possédons maintenant les technologies qui vont nous permettre de nous rendre là où nous devons nous rendre en milieu de siècle.

Atteindre ces résultats exige véritablement une stratégie énergétique nationale qui répondra aux préoccupations concernant la sécurité énergétique et le changement climatique, mais sans créer des problèmes dans d’autres domaines tels la production alimentaire, l’utilisation de l’eau ou la biodiversité.

Je suis encouragé de voir que le travail de votre comité pourrait nous aider à avancer dans cette direction. Merci de votre invitation.

Le sénateur Lang : Merci d’avoir accepté notre invitation. Votre curriculum vitae est impressionnant.

Les domaines qui reviennent sans cesse sont l’innovation, la technologie et les changements qui ont été apportés ou sont en train de l’être. Je constate que, de 1998 à 2008, soit une période de 10 ans, votre université a reçu 54 millions de dollars des gouvernements aux fins de la recherche. Durant cette période, avez-vous pu contribuer à certains de ces changements technologiques qui seront nécessaires à l’avenir?

M. Layzell : Mon travail à BIOCAP Canada était une recherche regroupant 38 universités au Canada. Notre fondation de recherche était administrée à l’Université Queen’s, mais il s’agissait d’un groupe de recherche universitaire national. Les 54 millions de dollars ont été répartis entre 38 universités et quelque 250 chercheurs d’un océan à l’autre.

Cette initiative a apporté des renseignements précieux dans des domaines comme la gestion du carbone forestier. Notre réseau et les recherches effectuées grâce à ces investissements ont aidé à montrer au gouvernement canadien et aux provinces que l’utilisation des forêts pour gérer le carbone, une idée populaire à la fin des années 1990 et au début des années 2000, serait probablement

impacted by forest fires and insect infestations and, in fact, could become a liability rather than an asset.

We did a large amount of work in advising government and industry on the optimal way to use land area to address climate change. We suggested that perhaps making liquid fuels such as grain ethanol would be an expensive greenhouse gas mitigation alternative and that it would be better to use lignocellulosics, such as wood and straw, to replace coal fire in power plants. That is a much more cost-effective use of biological resources to address climate change.

Those are the type of insights that were generated as a result of our research, and a number of technologies as well. When you talk about hundreds of projects, it is difficult to pick out one. However, one of the most valuable outcomes of that investment was to guide federal and provincial governments, as well as companies that work in these sectors, on which biological solutions are more valuable, which ones are likely to deliver and which ones will not.

Senator Lang: At another point in your remarks, you mentioned that the only real driver for energy transition is government policy, whether at the regional, national or international level.

Would you comment with respect to the cost of energy?

In this last recession, the cost of a barrel of oil went down just below \$40 a barrel. In the previous recession it was well below \$20 a barrel, if I remember correctly. Now we are looking at \$80 a barrel. In my own experience of filling up my vehicle, I got a bit of a shock the other day when I had to go and pay. That certainly woke me up to the price of energy.

Would you not agree that the high price of energy will be a major driver of how our lifestyles will be affected?

Mr. Layzell: My presentation focused on what is the driver to meet the climate change commitment that the federal government has talked about and that the international community is talking about in Copenhagen. We will go through some sort of energy transition in the next 20 or 30 years no matter what, but I was referring to the size and nature of the energy transition to meet climate change commitments.

I would say that our energy is incredibly cheap; even at \$80 a barrel, it is still very cheap.

I think Dr. Homer-Dixon may have some examples in his book, to which he might refer, as to the quality or the amount of energy we have and the cost we pay for that energy and how inexpensive it is.

We do not use it efficiently or effectively, and that is one of the transitions we have to go through. We must develop technologies and strategies for using our precious resource much more effectively.

problématique. Les puits de carbone forestier du Canada ont été touchés par les feux de forêts et des infestations par les insectes, et ils pouvaient devenir un inconvénient plutôt qu'un atout.

Nous avons largement conseillé le gouvernement et l'industrie sur l'utilisation optimale de la masse terrestre pour réduire les effets des changements climatiques. Nous avons indiqué que fabriquer des carburants liquides comme l'éthanol de grain serait une solution coûteuse pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et qu'il vaudrait mieux utiliser les matières lignocellulosiques, comme le bois et la paille, pour remplacer le charbon dans les centrales électriques. C'est une utilisation beaucoup plus rentable des ressources biologiques pour réduire les effets des changements climatiques.

Voilà le genre de résultats qui ont découlé de nos recherches, ainsi que quelques technologies. Quand il y a des centaines de projets, il est difficile d'en choisir seulement un. Mais l'un des résultats les plus précieux de cet investissement est qu'il a permis de guider les gouvernements fédéral et provinciaux, ainsi que les entreprises qui travaillent dans ces secteurs, en montrant quelles solutions biologiques sont les plus utiles, celles qui ont un avenir prometteur et celles qui n'en ont pas.

Le sénateur Lang : Vous avez affirmé dans votre exposé que les politiques gouvernementales sont les seules forces motrices pour une transition énergétique, que ce soit aux niveaux régionaux, national ou international.

Quel rôle joue le coût de l'énergie?

Au cours de la dernière récession, le coût du baril de pétrole est descendu à un peu moins de 40 \$. Dans la récession précédente, il était bien inférieur à 20 \$ le baril, si je me souviens bien. Il est actuellement de 80 \$ le baril. Quand j'ai fait le plein l'autre jour, j'ai été stupéfait par le montant que j'ai dû payer. Je suis devenu tout à coup très conscient du prix de l'énergie.

Êtes-vous d'accord que le prix élevé de l'énergie aura une grande influence sur notre mode de vie?

M. Layzell : Mon exposé a porté sur le facteur essentiel pour tenir l'engagement que le gouvernement fédéral a pris à l'égard des changements climatiques et dont parle la communauté internationale à Copenhague. Il y aura une transition énergétique au cours des 20 à 30 prochaines années, quoi que nous fassions, mais je parlais de l'ampleur et de la nature de la transition nécessaire pour tenir les engagements climatiques.

Je dirais que notre énergie est extraordinairement bon marché; même à 80 \$ le baril, c'est encore très bon marché.

Je pense que M. Homer-Dixon donne peut-être dans son livre des exemples qu'il pourra évoquer, au sujet de la qualité ou de la quantité d'énergie que nous possédons et du prix que nous payons pour cette énergie, et pour montrer à quel point l'énergie ne coûte pas cher.

Nous ne l'utilisons pas efficacement, et c'est l'une des transitions que nous devons faire. Nous devons développer des technologies et des stratégies pour utiliser beaucoup plus efficacement nos précieuses ressources.

Senator Mitchell: Thank you, Dr. Layzell. It is great to have you here.

Just to follow up on Senator Lang's point, one of the ironies of the market is that when we do start to get alternative energies, then the demand for oil and natural gas could diminish. As it diminishes, its price will come down and take the pressure off the need to develop other energies, which is ultimately a strong case for needing to have a cap and regulations that say that this is what you have to do.

You are an accomplished scientist and peer-reviewed. There is no question in your mind that climate change is occurring because of human activity; is that correct?

Mr. Layzell: There is no question in my mind about that, no. However, I do not know how serious it will become in the future. We do know, and it is scientifically proven, that humans' burning of fossil fuels and deforestation are increasing the carbon dioxide in the atmosphere. There is no question about that.

There is also no question that CO₂ is greenhouse gas. The uncertainty is the relationship between the CO₂ concentration in the atmosphere and the magnitude and nature of the climate change that we will experience and are experiencing so far. The science is strong to suggest that we cannot explain the climate change of last 20 years without the CO₂ effect. We cannot explain it through normal, natural variation. It is beyond what we would expect. However, we do not know whether it will get three times worse or whether it will become more severe or more gentle.

The talent here is in risk management. For a group such as this, it is about managing risks. Many of the scientific models suggest the potential risk could be quite severe. If it is severe, the impacts on our economy, the wealth, quality of life, food production systems and flooding of lowland areas will be devastating for the world.

The question is how much we spend now in order to reduce the risk. There is another factor here, namely, that we are also looking at a very rapid increase in global energy demand for oil, in particular, and gas in the next few years, and there are serious questions of whether we have those global resources. Certainly, Canada has a large amount of energy, and we will continue to be a net energy exporter for many decades to come. The world is also looking at the fact that, even to address the issues of energy supply and the huge demand for energy internationally, we need to examine changing our energy systems.

The challenges for this committee and the government in Ottawa, as well as in other major centres, are how you balance the changes that will need doing for energy security issues and the supply of energy globally, and the climate change balance. I think we do recognize that we will have to put investments in to change; and there could be some economic benefits by taking early action to address some of these issues.

Le sénateur Mitchell : Merci, monsieur Layzell. C'est un plaisir de vous accueillir.

Dans la veine de l'observation du sénateur Lang, je dirais que l'une des ironies du marché est que, lorsqu'on commencera à obtenir d'autres sources d'énergie, la demande de pétrole et de gaz naturel pourrait diminuer. À mesure que la demande diminuera, le prix baissera, ce qui réduira le besoin de développer d'autres énergies, et démontre clairement la nécessité d'imposer des plafonds et des règlements pour dire quoi faire.

Vous êtes un scientifique accompli et évalué par vos pairs. Il ne fait aucun doute dans votre esprit que les changements climatiques résultent de l'activité humaine, n'est-ce pas?

M. Layzell : Cela ne fait aucun doute dans mon esprit. Mais je ne saurais dire quelle sera la gravité du problème à l'avenir. Nous savons, et la preuve scientifique a été établie, que l'utilisation des combustibles fossiles et la déforestation accroissent le dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Cela ne fait aucun doute.

Il ne fait aucun doute que le CO₂ est un gaz à effet de serre. Ce qui est moins certain, c'est la relation entre les concentrations de CO₂ dans l'atmosphère et l'ampleur et la nature des changements climatiques que nous verrons et que nous voyons déjà. La science semble indiquer assez clairement qu'on ne peut pas expliquer les changements climatiques des 20 dernières années sans l'effet du CO₂. On ne peut pas l'expliquer par les variations normales et naturelles. Cela va au-delà de ce à quoi on pourrait s'attendre. Mais on ne sait pas si cela deviendra trois fois pire, plus grave ou moins pire.

Notre talent se trouve dans la gestion des risques. Pour un groupe de ce genre, il s'agit de gérer les risques. De nombreux modèles scientifiques semblent indiquer que le risque potentiel pourrait être très grave. S'il est grave, les incidences sur l'économie, la richesse, la qualité de vie, les systèmes de production des aliments et l'inondation des terres basses seront dévastatrices pour la planète.

La question est combien dépenser maintenant pour réduire le risque? Un autre facteur entre en jeu. La demande mondiale d'énergie, surtout le pétrole mais aussi le gaz naturel, augmentera très rapidement au cours des prochaines années, et l'on se demande sérieusement si ces ressources mondiales existent. Le Canada est riche en énergie et nous resterons un exportateur net d'énergie pendant de nombreuses décennies. Le monde se dit également que, ne serait-ce que pour résoudre les problèmes d'approvisionnement en énergie et répondre à l'énorme demande d'énergie dans le monde, il faut envisager de changer les systèmes énergétiques.

Le défi pour votre comité et pour le gouvernement à Ottawa, et ailleurs dans le monde, c'est comment trouver un juste milieu entre les changements qui devront être apportés pour résoudre les problèmes de sécurité énergétique et d'approvisionnement en énergie dans le monde et les changements climatiques. Je pense qu'on reconnaît qu'il faudra investir dans les changements et qu'il pourrait y avoir des avantages économiques à agir rapidement pour résoudre certains de ces problèmes.

Senator Mitchell: You have years of study in this, and I think it is implicit in some of what you are saying. Let us say that you are the prime minister, and you have to make a decision about what government policies will drive. How would you prioritize which initiatives you would use to reduce carbon emissions?

You mentioned problems with ethanol and biofuels, although some have been overcome. Carbon capture and storage receives ongoing criticism — you are from Alberta, so you know. Every single solution has difficulties.

What would you do, and how would you do it?

Mr. Layzell: One of the most important areas to focus on now is how to significantly change our ever-rising greenhouse gas emissions and energy use and start to turn it down in the next 10 years. The low-hanging fruit here is energy efficiency and conservation; we need to put in policies and regulations for energy efficiencies and conservations. The most important one is putting a price on carbon. I do not think it has to start as a high price; it has to start as a price and slowly grow. Companies, industries and the population need to know it will increase. We need to have a credible price on carbon.

We also need to look at setting up efficiencies standards that will help us to reduce what I call this “energy obesity” that we have. The United States and Canada have almost twice the energy use per capita of other developed countries, such as those in Europe, or Japan. We have the excuse that this is a big and cold country. However, look at the amount of energy that we use per capita and the size of cars we drive, et cetera. We could still have a high quality of life and not use those resources. Future generations will look back on our generation and say, “That was an incredibly precious resource that we did not use effectively.”

Those sorts of incentives will be useful. We need to encourage renewable energy resources and technologies because they can be implemented. They will not be implemented in the next 10 or 20 years. They will not actually solve the problem because our problem is much bigger than that.

Therefore, there are things we can do. I do strongly support the carbon capture and storage investments in Alberta and by the federal government because those are the investments that we need to learn in the next five to ten years. We may have to implement those in quite a large scale, especially if we start to see massive global climate impacts. We will need to have some technologies in our back pocket to implement. It is important to do those types of investments that we can implement later if and when the climate change issue actually starts to become more obvious than even what it is today.

The Chair: You do not want to ask your next question about having a cap and trade system; let me ask that.

Le sénateur Mitchell : Vous avez étudié la question pendant des années, et je crois que cela transparait implicitement dans vos propos. Supposons que vous êtes le premier ministre et que vous devez décider quelles seront les politiques du gouvernement. Comment établiriez-vous des priorités parmi les mesures à prendre pour réduire les émissions de carbone?

Vous avez évoqué des problèmes au sujet de l'éthanol et des biocarburants, même si certains ont été surmontés. La séquestration du carbone est fort critiquée — vous venez de l'Alberta, vous êtes donc au courant. Il n'y a pas de solution sans difficulté.

Que feriez-vous et comment vous y prendriez-vous?

M. Layzell : L'une des questions les plus importantes actuellement est comment réduire considérablement nos émissions croissantes de gaz à effet de serre et notre consommation d'énergie au cours des 10 prochaines années. La solution la plus facile est l'efficacité énergétique et la conservation de l'énergie. Nous devons mettre en place des politiques et des règlements afin d'accroître l'efficacité et la conservation de l'énergie. La plus importante consiste à mettre un prix sur le carbone. Je ne pense pas qu'il faut commencer avec un prix élevé, mais le prix doit augmenter graduellement. Les entreprises, les industries et la population doivent savoir que le prix augmentera. Nous devons fixer un prix crédible pour le carbone.

Nous devons également mettre en place des normes sur l'efficacité qui nous aideront à réduire ce que j'appelle notre « obésité énergétique ». Les États-Unis et le Canada consomment presque deux fois plus d'énergie par habitant que d'autres pays développés comme ceux de l'Europe ou le Japon. Nous invoquons comme excuse que notre pays est grand et froid. Mais regardez la quantité d'énergie que nous consommons par habitant, la taille de nos voitures, et cetera. Nous pourrions encore avoir une qualité de vie sans utiliser toutes ces ressources. Les générations futures diront de notre génération que nous n'avons pas su utiliser efficacement ces ressources extrêmement précieuses.

Ces mesures incitatives seront utiles. Nous devons encourager les énergies renouvelables et les technologies connexes parce qu'elles peuvent être mises en place. Elles ne le seront pas au cours des 10 à 20 prochaines années. Elles ne résoudront pas le problème parce que notre problème est beaucoup plus grave.

Il y a donc des mesures que nous pouvons prendre. Je suis très en faveur des investissements dans la séquestration du carbone effectués en Alberta et par le gouvernement fédéral parce qu'il s'agit des investissements dont nous aurons besoin au cours des cinq à dix prochaines années. Il faudra peut-être investir massivement, surtout si l'on commence à observer des incidences énormes sur le climat dans le monde. Il nous faudra des technologies. Il est important d'effectuer ces investissements qui seront utiles plus tard si le problème des changements climatiques commence à devenir plus évident qu'il ne l'est actuellement.

Le président : Vous ne voulez pas poser la prochaine question sur l'existence d'un système de plafonnement et d'échange. Laissez-moi vous la poser.

Mr. Layzell: My preference would be some form of a tax because the challenge with cap and trade systems is that the transactional costs can be high. Loopholes also present some challenges in that certain sectors can get away with things, et cetera. My preference would be a tax system since it is much simpler and easier to manage.

I think that is a great policy; it is just lousy politics. Maybe that is a role for the Senate to come out with; maybe there is an opportunity for the Senate to talk more about the policy and less about the politics.

The Chair: Are you against the carbon cap and trade? Do you prefer a carbon tax?

Mr. Layzell: I would prefer it. I think the way to start is to have some sort of tax shifting; that would not be a bad mechanism. It makes sense. However, I think we have to recognize that if we really want to shift human behaviour to try to shift our way or our investments of how we do it, it will cost money. We will have to raise enough money and increase the cost of energy. The cost of energy can be increased by putting in some sort of a tax shifting.

However, ultimately, we will have to pay more for energy and invest in technologies that will take us where we need to go. We will have to put a value on the environment essentially and recognize the environmental costs of certain energy sources as being more than others.

How does one work that into an economy? A tax structure is probably the cleanest and simplest way. Carbon trading systems have their benefits. Better than doing nothing, we should do a carbon trading system. However, I worry a bit about the transactional costs and whether it will get us where we need to go.

Senator McCoy: Thank you for an interesting presentation; I have never seen it put this way before.

I may be teasing your memory banks a bit too much, but I have a question on the “silver buckshot” chart. You have three approaches to reduce greenhouse gas emissions. Efficiency and conservation in 2020 looks to be roughly one third of the reduction. What is that number?

Mr. Layzell: One third, one third and one third are approximate numbers that are not mathematically determined. However, many people who have looked at the issue around what the components are of a strategy — especially for countries such as Canada and the United States — in meeting the climate change gap think that about one third will probably need to be efficiency and conservation.

Let me give you an example of what we are talking about. Right now we take coal that we are using for electricity, and we are running our electricity generation systems at about 30 per cent efficiency. We could increase the efficiency of turning a fuel such as

M. Layzell : Je préférerais une taxe quelconque parce que problème que posent les systèmes de plafonnement et d'échange est que les coûts transactionnels peuvent être élevés. Les échappatoires peuvent aussi poser des problèmes si certains secteurs peuvent se soustraire à certaines exigences, par exemple. Je préférerais une taxe parce que c'est beaucoup plus simple et facile à gérer.

Je pense que c'est une politique formidable, mais aussi de la politiciaillerie de bas niveau. C'est peut-être un rôle que devrait jouer le Sénat; il y a peut-être une possibilité pour le Sénat de parler davantage de la politique et d'oublier la politiciaillerie.

Le président : Êtes-vous contre le plafonnement et l'échange des droits d'émission? Préférez-vous une taxe sur le carbone?

M. Layzell : Je préférerais une taxe. Je pense qu'on pourrait commencer par une espèce de translation de l'impôt; ce ne serait pas un mauvais mécanisme. C'est logique. Mais je pense que si l'on veut vraiment changer le comportement humain pour modifier les façons de faire ou les investissements, il y aura un prix à payer. Il faudra obtenir des fonds suffisants et accroître le coût de l'énergie. On peut accroître le coût de l'énergie en effectuant une certaine translation de l'impôt.

Mais au bout du compte, nous devons payer davantage pour l'énergie et investir dans les technologies qui nous amèneront là où nous devons aller. Nous devons donner un prix à l'environnement et reconnaître que les coûts environnementaux de certaines sources d'énergie sont plus élevés que pour d'autres.

Comment intégrer cela dans une économie? Une structure fiscale est probablement la méthode la plus efficace et la plus simple. Les systèmes d'échange de crédits de carbone ont leurs avantages. Faute de mieux, nous devrions mettre en place un système d'échange. Mais je m'inquiète un peu des coûts transactionnels et je me demande s'il nous mènerait là où nous devons aller.

Le sénateur McCoy : Merci pour votre exposé très intéressant. Je n'avais jamais vu la question sous cet angle.

Je vais peut-être mettre votre mémoire à dure épreuve, mais j'ai une question sur le tableau où vous présentez des « solutions concrètes ». Vous proposez trois méthodes pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. L'efficacité et la conservation en 2020 semblent représenter environ le tiers de la réduction. D'où vient ce chiffre?

M. Layzell : Un tiers, un tiers et un autre tiers sont des chiffres approximatifs, qui ne sont pas déterminés mathématiquement. Mais un grand nombre de ceux qui se sont interrogés sur les composantes d'une stratégie — surtout pour des pays comme le Canada et les États-Unis — pour réduire l'écart lié aux changements climatiques pensent qu'environ le tiers proviendra probablement de l'efficacité et de la conservation.

Permettez-moi de vous donner un exemple. À l'heure actuelle, le charbon qui sert à produire de l'électricité est efficace à environ 30 p. 100. Nous pourrions accroître cette efficacité et la porter à plus de 50 p. 100. C'est un exemple de ce qui se ferait du côté de la

coal into electricity; it could be up over 50 per cent efficient. That is one example of where we would be at on the production side. That will be more expensive, however, and it depends on the price of the feedstock and the carbon emissions as to whether it makes sense.

Senator McCoy: What is the tonnage roughly in 2020? It is 850 tonnes in 2050.

Mr. Layzell: Do you mean for the number of tonnes in the gap? That is a good question. I could probably do a quick calculation there.

Senator McCoy: I could let you think about it.

Mr. Layzell: It would be about 200, 250 to 300 tonnes maybe. We are talking about 25 per cent. I can do those numbers for you but maybe not right now.

Senator McCoy: Perhaps after we let you off the hot seat here.

In comparison, Alberta's plan by 2020 is about 24 tonnes of those 300 tonnes, is it not? It is quite a bit less. That is probably because of our industrial mix.

Mr. Layzell: Yes. The Alberta plan is only a 4 per cent decrease above 1990, or something in that range — or 2005.

This is 65 per cent of 2006. You have to put them on the same terms.

Senator McCoy: Fair enough.

Turning to your next chart, "Canada's 21st Century Energy Transition," I am intrigued to see nuclear; it is in this alternative and renewable energy source.

Mr. Layzell: Yes. Do you have a question about that?

Senator McCoy: I am not used to thinking about nuclear energy as a renewable source.

Mr. Layzell: I put it as an alternative. It is because nuclear is an alternative energy to our fossil fuels. We are a fossil fuel economy; about 82 per cent of our energy comes from fossil fuels now. Alternative energies are alternatives to the fossil fuels, so I grouped it in there. It is not a renewable energy for sure, but I think it will need to be a major player; and it is one of the technologies that Canada will have to seriously consider.

Senator McCoy: Producing electricity is what we are talking about. They say its cost is roughly equivalent to a coal-fired electricity generator with full carbon capture and storage, or CCS.

Mr. Layzell: It is difficult to know the real cost of nuclear in some ways. The cost in Ontario has been high, and I think that is partly due to the way it was managed and deployed. This is one of the challenges because it is a technology-rich energy source. We have to take into account the cost of waste management, waste disposal and so on.

production. Mais le coût plus élevé et le prix de la matière première détermineront si cette solution est rentable.

Le sénateur McCoy : Quel sera le tonnage approximatif en 2020? Est-ce 850 tonnes en 2050?

M. Layzell : Vous voulez dire l'écart, en tonnes? C'est une bonne question. Je pourrais probablement faire un calcul rapide.

Le sénateur McCoy : Je peux vous laisser y penser.

M. Layzell : Ce serait environ 200, 250 à 300 tonnes probablement. Ce qui représente environ 25 p. 100. Je peux faire ces calculs pour vous, mais pas maintenant.

Le sénateur McCoy : Peut-être quand vous ne serez plus sous les feux de la rampe.

En guise de comparaison, le plan de l'Alberta d'ici 2020 représente environ 24 tonnes sur ces 300 tonnes, n'est-ce pas? C'est pas mal moins. Probablement à cause de la composition industrielle.

M. Layzell : Oui. Le plan de l'Alberta ne représente que 4 p. 100 de moins qu'en 1990, ou quelque chose du genre, en 2005.

C'est 65 p. 100 par rapport à 2006. Il faut utiliser les mêmes points de comparaison.

Le sénateur McCoy : D'accord.

Au tableau suivant, intitulé « Passage du Canada aux hydrocarbures du XXI^e siècle », je suis intrigué de voir le nucléaire dans l'énergie de remplacement renouvelable.

M. Layzell : Oui. Vous avez une question?

Le sénateur McCoy : Je n'ai pas l'habitude de considérer le nucléaire comme une source renouvelable.

M. Layzell : Je le mets dans les énergies de remplacement, parce que le nucléaire peut remplacer les combustibles fossiles. Nous sommes une économie de combustibles fossiles; environ 82 p. 100 de notre énergie provient actuellement des combustibles fossiles. Les énergies de remplacement sont celles qui remplacent les combustibles fossiles, alors je les ai regroupées. Ce n'est pas une énergie renouvelable, c'est évident, mais je pense que ce sera une grande source et je pense qu'elle fait partie des technologies que le Canada devra envisager sérieusement.

Le sénateur McCoy : La production d'électricité, c'est de cela qu'il s'agit. On dit que cela coûte à peu près l'équivalent d'une centrale au charbon s'il y a un captage et un stockage complets du carbone.

M. Layzell : Il est difficile de connaître le coût réel du nucléaire. Le coût en Ontario a été élevé, et je pense que c'est en partie à cause de la manière dont cette énergie a été gérée et déployée. C'est l'un des problèmes, parce que c'était une source d'énergie riche en technologie. Nous devons tenir compte du coût de la gestion des déchets, de l'élimination des déchets, et cetera.

Senator McCoy: That is another one of these externalities that has not been factored into the cost of nuclear power generation.

Mr. Layzell: It could be, especially for Canada. Canada has an option.

When we look at it, I think one of the comments previously was that we ultimately have to make choices. Every energy choice will have pros and cons. Even with wind power, many people do not like the look of windmills and fight against them. Solar panels have many challenges also, as do rare earth metals and resources. Every energy choice will have an associated cost.

The challenge for policy-makers, and in looking at the trade-offs, is how you weight those. We need a national discussion on this. Again, this is what part of the role of a national energy strategy is, namely, to identify what we want from our energy systems of the future.

Part of this will need to be framed in reality within the international global community and what they will demand from Canada in terms of our energy systems. We are a major energy exporter. We are probably one of the only developed countries in the world that is an energy exporter. We will have to devise an energy strategy with that in mind.

Senator McCoy: You have about 50 per cent with alternative and renewables in this chart and 50 per cent with carbon-free emissions and fossil fuels.

Mr. Layzell: Yes. I have a large question mark on there as to where that line will be.

Senator McCoy: Yes. I take it with the question marks on both the upper and lower limits that, for one thing, it is a suggestion, not a prediction.

Mr. Layzell: It is not a prediction. I have looked at some of the numbers about the transformational change that we need to meet the commitments that the federal government has made — namely, minus 20 by 2020 and minus 65 by 2050. These are the transformational changes that we will need.

It is important to recognize that because we can make these long-term commitments. We made a major commitment 12 years ago in Kyoto; we did not follow it up. It is important, and perhaps there is a role for academe to say, “This is what we are talking about when we make those sorts of commitments.”

How will we meet those commitments? What are the technologies and types of market shifts that we need to put in place to meet those? What are the types of technologies we need? What are the criteria for those technologies? This is a sobering set of analyses when you look at the tools that we have now as to how we will meet those.

We can start on the path, but I do not think that we have the technologies today to take us all the way. We certainly have the technologies that we can implement in the next 10 to 11 years to meet a 2020 goal of minus 20 per cent. That will be

Le sénateur McCoy : C’est un autre de ces facteurs externes qui n’ont pas été pris en considération dans le coût de l’énergie nucléaire.

M. Layzell : Il pourrait l’être, surtout pour le Canada. Le Canada a un choix.

En fait, l’une des observations faites plus tôt est que, finalement, nous devons faire des choix. Tous les choix énergétiques ont des avantages et des inconvénients, même l’énergie éolienne. Bien des gens n’aiment pas l’allure des éoliennes et luttent contre elles. Les panneaux solaires comportent eux aussi leur lot de difficultés, tout comme les métaux terreux rares et les autres ressources. Tous les choix énergétiques ont un coût.

Le défi pour les décideurs, c’est comment évaluer les compromis. Il faut un débat national sur cette question. C’est en partie le rôle d’une stratégie énergétique, soit déterminer ce que nous voulons de nos systèmes énergétiques futurs.

Il faudra notamment tenir compte de la réalité de la communauté internationale et de ce qu’elle exigera des systèmes énergétiques du Canada. Nous sommes un grand exportateur d’énergie. Nous sommes probablement l’un des rares pays développés du monde qui est exportateur net d’énergie. Nous devons concevoir une stratégie énergétique qui tient compte de ce fait.

Le sénateur McCoy : Il y a environ 50 p. 100 de sources de remplacement et renouvelables dans ce tableau et 50 p. 100 pour combustibles fossiles sans émissions sans carbone.

M. Layzell : Oui. Je me pose de grandes questions sur ce que sera la répartition réelle.

Le sénateur McCoy : Oui. Je suppose que les points d’interrogation pour les limites supérieures et inférieures veulent dire que c’est une hypothèse, pas une prédiction.

M. Layzell : Ce n’est pas une prédiction. J’ai examiné quelques chiffres sur quelques transformations que nous devons apporter pour tenir les engagements pris par le gouvernement fédéral — soit 20 p. 100 de moins d’ici 2020 et 65 p. 100 de moins d’ici 2050. Voilà les transformations dont nous avons besoin.

Il est important de le reconnaître, parce que nous pouvons prendre ces engagements à long terme. Nous avons pris un engagement important il y a 12 ans à Kyoto; nous n’y avons pas donné suite. C’est important, et les universitaires ont peut-être le devoir de dire : « Voilà ce que cela représente, quand nous prenons ce genre d’engagements. »

Comment ferons-nous pour tenir ces engagements? Quelles sont les technologies et les transformations du marché à mettre en place pour y arriver? De quels types de technologies avons-nous besoin? Quels sont les critères pour ces technologies? Ce sont des analyses qui font réfléchir quand on pense aux outils dont nous disposons actuellement pour atteindre les objectifs.

Nous pouvons commencer à avancer, mais je ne pense pas que nous disposons actuellement des technologies nécessaires pour aller jusqu’au bout. Nous avons certainement les technologies que nous pouvons mettre en place d’ici 10 à 11 ans pour atteindre

transformational. I hope in the next 10 years, with the right investments, we will have a picture of what the next 20 or 30 years after that look like.

Senator McCoy: I have another burning question, but in courtesy to others, I will defer; or can I have it now?

The Chair: Is it a short one?

Senator McCoy: No. It is a short question, but I think it will involve a long answer, so I will defer to others.

Senator Rompkey: I want to ask about alternative sources as well. I want to particularly focus on hydro, wind and other forms of energy. I notice on the chart that the contribution of hydro could be significant.

First, what could the contribution be, and how significant would it be?

Mr. Layzell: Quebec and Manitoba have the potential for significant additional hydro — large hydro. There are also opportunities for small hydro across the country. I do not have a number on it. I know that others have done those sorts of calculations.

Certainly, there is an opportunity to increase the contribution of hydro within our energy mix. That makes sense for us to look at. Obviously costs are involved in doing that — for example, flooding of land and other challenges.

The Chair: You know this senator is from Labrador.

Mr. Layzell: Absolutely.

The Chair: When you talk about potential, you do not want to overlook it because Danny Williams is watching.

Mr. Layzell: No. Labrador and Newfoundland has huge hydro resources, and also some in British Columbia. Ontario has some potential, but not as much, unless you are looking in James Bay.

Senator Rompkey: Ontario has a need.

Mr. Layzell: Yes, Ontario has a massive need.

Hydro is one of the cleanest and most attractive energy sources. Ultimately, we have to go to much more electrification of our energy system.

Senator Rompkey: You also said that the only real driver for an energy transition is government policy.

Mr. Layzell: That is a driver for the energy transitions that we have talked about in terms of the climate change transition.

Senator Rompkey: That is so whether at the regional, national or international level.

On national and regional energy policy, what new policy do we need to add hydro resources to the mix?

l'objectif d'une réduction de 20 p. 100 d'ici 2020. Il y aura une transformation. J'espère que dans dix ans, si nous faisons les bons investissements, nous aurons une bonne idée du tableau pour les 20 ou 30 années suivantes.

Le sénateur McCoy : J'ai une autre question brûlante, mais par courtoisie pour les autres, j'attendrai, ou puis-je la poser maintenant?

Le président : Est-elle courte?

Le sénateur McCoy : Non. La question est courte, mais je pense que la réponse sera longue, alors je cède la parole aux autres.

Le sénateur Rompkey : Je voudrais moi aussi poser des questions sur les énergies de remplacement. Je voudrais insister sur l'hydroélectricité, l'énergie éolienne et d'autres formes d'énergie. Je constate sur le tableau que la contribution de l'hydroélectricité pourrait être importante.

Premièrement, quelle pourrait être cette contribution et serait-elle importante?

M. Layzell : Le Québec et le Manitoba peuvent accroître fortement la part de l'hydroélectricité, le potentiel est énorme. Il y a aussi de petites possibilités de développement de l'hydroélectricité ailleurs au pays. Je n'ai pas de chiffres à ce sujet. Je sais que d'autres ont fait ce genre de calculs.

Il est certainement possible d'accroître la contribution de l'hydroélectricité dans notre panier d'énergies. Ce serait logique pour nous de l'envisager. Il y a évidemment des coûts — les terres inondées, par exemple.

Le président : Vous savez que ce sénateur vient du Labrador.

M. Layzell : Absolument.

Le président : Il ne faut pas oublier le potentiel, parce que Danny Williams nous regarde

M. Layzell : Non. Terre-Neuve-et-Labrador possède des ressources hydroélectriques colossales, et il y en a aussi un peu en Colombie-Britannique. L'Ontario a un certain potentiel, mais beaucoup moins grand, sauf quand on pense à la baie James.

Le sénateur Rompkey : L'Ontario a des besoins.

M. Layzell : Oui, l'Ontario a des besoins énormes.

L'hydroélectricité est l'une des sources d'énergie les plus propres et les plus attrayantes. En bout de piste, nous devons électrifier beaucoup plus notre système énergétique.

Le sénateur Rompkey : Vous avez déclaré également que les politiques gouvernementales sont les seules forces motrices pour une transition.

M. Layzell : C'est une force pour les transitions énergétiques dont nous avons parlé et plus particulièrement pour la transition liée aux changements climatiques.

Le sénateur Rompkey : Aussi bien au niveau régional, que national ou international.

En ce qui concerne les politiques énergétiques nationales et régionales, de quelles nouvelles politiques avons-nous besoin pour ajouter des ressources hydroélectriques au panier?

Mr. Layzell: First, for large hydro we need to identify a carbon target because hydro has low carbon emissions per unit of energy. Second, we should look at the east-west transfer of power. Most of our hydro power lines go north-south, not east-west. It would be good to develop it so that Labrador would provide Ontario with hydro power. That would be a terrific opportunity.

Senator Rompkey: What is needed to do that? Is there a policy vacuum?

Mr. Layzell: It presents a challenge because energy is a provincial jurisdiction, making it difficult for the federal government to enter the mix. We need the provinces to cooperate and understand the value of cooperating to develop a national energy strategy to meet the goals.

I struggle with this because I do not have a clear fix on how to do it. We need all the provinces to agree that there are trade-offs and opportunities for those with hydro electric resources and opportunities for those with fossil fuel resources.

Senator Rompkey: Is there a role for the federal government in this and, if so, how should it be played?

The Chair: A larger budget for the Standing Senate Committee on Energy, the Environment and Natural Resources is a good idea.

Mr. Layzell: That is a challenging question. I can understand the difficulty. I would like to ask members of the committee how you would do this. How do we get the provinces to cooperate on this file? If we do not get cooperation, the country will surely fall behind.

A potential driver could be changes to energy and environmental policy in Washington, D.C. that would be imposed on Canada. It might create sufficient pressure on the provinces to work more closely together. Maybe that is the only way it will happen. It might only happen if it is imposed from without.

Senator Neufeld: This is an interesting presentation. I want to talk a bit about the Carbon Management Canada initiative because I am interested in carbon capture and storage. You talked about Alberta's carbon capture and storage. Which one is that?

Mr. Layzell: We are talking about three or four different storage sites within Carbon Management Canada. The 75 or so researchers involved in Carbon Management Canada are from all across Canada, from British Columbia to the Maritimes. This national research initiative is led out of the University of Calgary.

Some researchers talk about injecting CO₂ back into spent natural gas and oil wells. Another component is enhanced oil recovery, but it is not large. There is a great deal of storage in saline aquifers and a bit in coalbed methane, but not much. Most carbon management is done with saline aquifers; the injection of CO₂,

M. Layzell : Premièrement, pour les grands projets hydroélectriques, nous devons fixer une cible de carbone parce que l'hydroélectricité émet peu de carbone par unité d'énergie. Deuxièmement, nous devrions examiner le transfert de l'électricité de l'est vers l'ouest. La plupart de nos lignes d'électricité vont du nord au sud, pas de l'est à l'ouest. Il serait bien de les développer pour que le Labrador fournisse de l'hydroélectricité à l'Ontario. Ce serait une formidable occasion à ne pas rater.

Le sénateur Rompkey : Que faut-il pour cela? Y a-t-il un vide politique?

M. Layzell : Ce n'est pas facile, parce que l'énergie est une compétence provinciale. Le gouvernement fédéral a donc du mal à entrer en jeu. Deuxièmement, les provinces doivent coopérer et comprendre la valeur de la coopération pour élaborer une stratégie énergétique nationale afin d'atteindre les buts.

J'ai du mal à voir clair parce que nous ne savons pas exactement comment procéder. Il faut que toutes les provinces conviennent qu'il y a des compromis et des possibilités pour celles qui possèdent des ressources hydroélectriques et des possibilités pour celles qui ont des ressources en combustibles fossiles.

Le sénateur Rompkey : Y a-t-il un rôle pour le gouvernement fédéral et, si oui, comment devrait-il être joué?

Le président : Un budget plus important pour le Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles serait une bonne idée.

M. Layzell : C'est une question difficile. Je peux comprendre la difficulté. J'aimerais demander aux membres du comité comment vous procéderiez. Comment amener les provinces à coopérer dans ce dossier? Sans coopération, le pays prendra certainement du retard.

Un moteur éventuel pourrait être une modification de la politique énergétique et environnementale à Washington, qui serait imposée au Canada. Cela pourrait exercer une pression suffisante sur les provinces pour les inciter à travailler plus étroitement ensemble. C'est peut-être la seule façon d'y arriver. Cela ne se fera peut-être pas si ce n'est pas imposé.

Le sénateur Neufeld : Votre exposé est intéressant. J'aimerais revenir sur Gestion du carbone Canada parce que le captage et le stockage du carbone m'intéressent. Vous avez évoqué la capture et le stockage du carbone en Alberta. De quoi s'agit-il?

M. Layzell : Il y a trois ou quatre lieux de stockage dans Gestion du carbone Canada. Les quelque 75 chercheurs qui participent à Gestion du carbone Canada viennent de toutes les régions du Canada, de la Colombie-Britannique aux Maritimes. Ce projet de recherche national est dirigé par l'Université de Calgary.

Quelques chercheurs parlent de réinjecter le CO₂ dans les puits abandonnés de gaz naturel et de pétrole. Un autre volet est la récupération assistée du pétrole, mais ce n'est pas important. Il y a beaucoup de stockage dans les aquifères salins et un peu dans le méthane houiller mais pas beaucoup. La plus grande partie de la

which is a by-product of natural gas production systems; or the injection of captured CO₂ from post-combustion in coal plants.

Senator Neufeld: Correct me if I am wrong, but I have been involved in the gas industry for many years. The most common process that I hear about in Alberta is the enhanced oil recovery. What is the net benefit of carbon capture and storage to enhance oil recovery? How much carbon comes back with the oil when they do enhance it?

Mr. Layzell: A large amount of carbon comes back with the oil. If you are producing oil from enhanced oil recovery and from oil sands, the amount of net emissions from enhanced oil recovery will be less than the net life cycle emissions from oil sands. At least it gets some CO₂ out of the air and puts it back into the ground.

Senator Neufeld: We are producing oil doing that.

Mr. Layzell: Yes.

Senator Neufeld: I always think about producing more oil because the CO₂ does not stay down there. It comes back and must be dealt with but not so with saline aquifer solutions, such as Spectra Energy is doing in British Columbia. We have not talked about the carbon capture and storage that will happen there. It will be the single largest source of carbon capture and storage if everyone can figure out exactly how to do it. The saline pools are in place; it is simply a matter of having the rest of the technology and dealing with the cost.

Mr. Layzell: Yes.

Senator Neufeld: Do we have the energy to sustain ourselves into the future? That is a huge question. I believe that we are having an effect on the climate. I was part of a government that levied a carbon tax, which was the first one in Canada. Fossil fuels power the world, not just North America. It is fine to say that we will build wind energy towers, but we need the steel and other materials to do that. We will be using this energy for decades. We have to depend on people such as you to figure out the smart way to do it.

You said that for results in 2038, we need to invest now in fundamental innovative research to develop game-changing energy technology, including those to achieve zero-carbon fossil fuels. What do you mean by zero-carbon fossil fuels?

Mr. Layzell: If we are to meet the level of greenhouse gas emissions that the Government of Canada, the U.S. and the world have talked about to address climate change and if we continue to use fossil fuels, most of them will have to add no net CO₂ to the atmosphere. The numbers are quite clear on that.

gestion du carbone se fait par les aquifères salins; l'injection de CO₂, qui est un sous-produit des systèmes de production de gaz naturel; ou l'injection du CO₂ capturé provenant de la postcombustion dans les centrales au charbon.

Le sénateur Neufeld : Corrigez-moi si je me trompe, mais j'ai eu affaire à l'industrie du gaz pendant de nombreuses années. Le processus le plus courant dont j'entends parler en Alberta et la récupération assistée du pétrole. Quel est l'avantage net de la séquestration du carbone par rapport à la récupération assistée du pétrole? Combien de carbone revient avec le pétrole quand la récupération est assistée?

M. Layzell : Une grande partie du carbone revient avec le pétrole. Quand on produit du pétrole par récupération assistée et par les sables bitumineux, les émissions nettes de la récupération assistée sont moins élevées que les émissions nettes du cycle de vie des sables bitumineux. Cela enlève au moins un peu de CO₂ de l'air et le renvoie dans le sol.

Le sénateur Neufeld : Nous produisons du pétrole de cette façon.

M. Layzell : Oui.

Le sénateur Neufeld : Je pense toujours à produire davantage de pétrole, parce que le CO₂ ne reste pas dans la terre. Il revient et doit être éliminé, ce qui n'est pas le cas avec les solutions des aquifères marins, comme le fait Spectra Energy en Colombie-Britannique. Nous n'avons pas parlé de la capture et du stockage du carbone qui se feront là-bas. Ce sera la plus grande source de captage et de stockage du carbone si tout le monde trouve exactement comment le faire. Les bassins salins sont en place; il suffit seulement d'avoir les technologies et de payer les coûts.

M. Layzell : Oui.

Le sénateur Neufeld : Avons-nous l'énergie pour subvenir à nos besoins à l'avenir? C'est une question de taille. Je crois que nous avons un effet sur le climat. J'ai fait partie d'un gouvernement qui a imposé une taxe sur le carbone, la première au Canada. Les combustibles fossiles font tourner le monde, pas seulement l'Amérique du Nord. C'est bien de dire que nous allons construire des éoliennes, mais nous avons besoin d'acier et d'autres matériaux pour le faire. Nous utiliserons cette énergie pendant des décennies. Nous devons dépendre de gens comme vous pour trouver la manière intelligente de procéder.

Vous avez déclaré que, pour atteindre les objectifs de 2038, nous devons investir maintenant dans la recherche fondamentale novatrice afin de développer des technologies énergétiques qui changeront les règles du jeu, y compris celles nécessaires pour que les combustibles fossiles n'émettent aucun carbone. Qu'entendez-vous par combustibles fossiles sans émissions de carbone?

M. Layzell : Pour atteindre le niveau d'émissions de gaz à effet de serre dont parlent le gouvernement du Canada, les États-Unis et le monde entier à cause des changements climatiques et pour continuer à consommer des combustibles fossiles, la plupart d'entre eux devront être des émetteurs nets de CO₂. Les chiffres sont assez clairs là-dessus.

As far as other technologies that are being looked at, perhaps we can make hydrogen out of the fossil fuels and then bury the CO₂ back in the ground. The other possibility is to get hydrogen out and combine it and move it around as CO₂, but the CO₂ could be captured from the air. Essentially, that component would be recycled. Another possibility and opportunity is that, in Canada, we have large biological systems and the technologies to have our forests and agricultural lands pull carbon out of the atmosphere but convert it into a form of carbon that cannot be mobilized.

Some interesting studies were published this last week in *Nature Geoscience* magazine on technologies for converting CO₂ at the end of emissions into essentially limestone or rock, a solid form that can be used. We could make a small mountain chain using that technology.

Those breakthrough technologies would allow us to continue to use our fossil fuel resources without compromising the global climate.

Senator Neufeld: I read in your report that it will take some government direction to start changing what we do and how we do it.

I want to bring forward a point. Many people talk about Denmark and how they are changing wind power. They ought to, as they generate 50 per cent from coal and have done so for a long time, most of it with very outdated coal technology. The last I checked, their price for electricity for the consumer was about 45 cents per kilowatt hour compared to ours in Canada at about 7 cents. The cost of it certainly has not changed how Denmark is generating, other than that they have some wind generation.

How we will do these things in the future poses a huge challenge. The cost will be horrendous when you think about what we pay for electricity and that we now have to change our coal to something else. Would you agree with me?

Mr. Layzell: I do not think it has to be 45 cents a kilowatt hour. Some of the Europeans, for example, Germany and Denmark, have put in and made very expensive electricity, and it does not need to be that expensive.

Senator Neufeld: Would that be wind energy?

Mr. Layzell: Wind is not that expensive, but to make electricity from bio-digesters on a small scale can be expensive. We have to be a little smarter in some ways and learn from some of the mistakes of other countries.

It does not have to be at the level of 45 cents, but it will be more expensive than 7 cents.

Senator Merchant: You may know that I come from Saskatchewan. I am interested in the carbon things.

This is a medium-term transitional instrument that you presented to us. The short term was 14 years and the long term was 50 years. We are talking somewhere between 2025 and 2050 between the short term and long term.

En ce qui concerne les autres technologies envisagées, il est peut-être possible d'extraire l'hydrogène des combustibles fossiles et d'enterrer ensuite le CO₂. L'autre possibilité consiste à extraire l'hydrogène et à le combiner et le transporter en CO₂, mais en capturant ensuite le CO₂ dans l'atmosphère. Essentiellement, cette composante serait recyclée. Une autre possibilité vient du fait que le Canada possède de grands systèmes biologiques et les technologies nécessaires pour que nos forêts et nos terres agricoles retirent du carbone de l'atmosphère, mais qu'elles le convertissent en une forme de carbone qui ne peut pas être mobilisée.

Des études intéressantes ont été publiées la semaine dernière dans *Nature Geoscience* sur les technologies permettant de convertir le CO₂ à la fin des émissions en calcaire ou en pierre, une forme solide qui peut être utilisée. Nous pourrions faire une petite chaîne de montagnes à l'aide de cette technologie.

Ces technologies d'avant-garde permettraient de continuer à utiliser les ressources en combustibles fossiles sans compromettre le climat sur la planète.

Le sénateur Neufeld : Je lis dans votre rapport qu'il faudra une orientation du gouvernement pour commencer à changer ce que nous faisons et comment nous le faisons.

Je veux faire une observation. On parle souvent du Danemark et de sa conversion à l'énergie éolienne. Il a intérêt à se convertir parce qu'environ 50 p. 100 de son électricité provient du charbon, et ce, depuis longtemps, la plupart du temps avec une technologie très dépassée. La dernière fois que j'ai vérifié, le prix de l'électricité pour les consommateurs était d'environ 45 cents le kilowattheure comparativement à environ 7 cents au Canada. Le coût n'a certainement pas changé comment le Danemark produit son électricité, sauf qu'il y a maintenant un peu d'énergie éolienne.

Comment nous nous y prendrons à l'avenir pose un problème énorme. Le coût sera exorbitant par rapport à ce que nous payons pour l'électricité et vu qu'il faut remplacer le charbon par autre chose, ne pensez-vous pas?

M. Layzell : Je ne pense pas que le coût doit être de 45 cents le kilowattheure. Certains pays européens, comme l'Allemagne et le Danemark, ont rendu l'électricité très chère, mais elle n'a pas besoin d'être aussi chère.

Le sénateur Neufeld : Vous parlez de l'énergie éolienne?

M. Layzell : L'énergie éolienne ne coûte pas si cher, mais produire de l'électricité à partir de digesteurs biologiques sur une petite échelle peut coûter très cher. Nous devons être plus intelligents à certains égards et tirer des leçons des erreurs commises par d'autres pays.

Il n'est pas nécessaire que le coût atteigne 45 cents, mais il sera plus élevé que 7 cents.

Le sénateur Merchant : Vous savez peut-être que je viens de la Saskatchewan. Je suis intéressée par le carbone.

Vous nous avez présenté un instrument de transition à moyen terme. Le court terme était 14 ans et le long terme, 50 ans. La période entre le court et le long terme se situe entre 2025 et 2050.

These large demonstrations of projects that we will have, are they between five and seven years?

Mr. Layzell: Yes.

Senator Merchant: What is the gap between the demonstration and the operation? What level of investment in infrastructure will be necessary for Canada's CCS technology to be operational by 2020?

Mr. Layzell: The initiatives that are being put forward already in Saskatchewan, British Columbia and Alberta have been about carbon capture and storage demonstrations, and about \$3 billion is being spent. From those studies, we should have a good idea of which of the different technologies work better and which do not work as well by 2015, 2016, in that period.

That is the sort of investment we need. On the basis of that, we can then start to build larger plants and start to deploy if it is determined to be a good investment on a much larger scale. By 2024, we should be able to see significant amounts of carbon being captured and sequestered.

Chart 6 was about what we need to do now in the next five or ten years to achieve significant emission reductions in the medium term. Right now we need to develop these demonstration sites and trials for cost-effective capture, compression, transportation, safe and secure storage, public engagement and communications around all of that. That will allow us to deploy in about eight, ten or twelve years from now, where it can be deployed at scale. However, we cannot deploy it at scale in the next 10 years because we have to learn, and we have to bring the costs down. Let us be honest; it is too expensive right now. We have to bring the cost down and ensure that we can do this at scale so that we reduce the risks.

Senator Brown: Could you tell us how dependable you think carbon storage really is?

Mr. Layzell: They have been doing carbon storage in British Columbia and Alberta for many decades now. We have not done it at the scale that we are talking about. However, if carbon dioxide can stay down there, we know enough about the science, and if we put it in the right locations we will be able to know it is secure and safe. As part of our Carbon Management Canada initiative, we are developing technologies for monitoring the CO₂ plume underground, for example, new seismic technologies and so on for measuring, monitoring and verification of that.

I am not a geoscientist, but I have spent a great deal of time with them. I have asked many of these questions and have become increasingly convinced that we do know how to do this. We can make it to minimize the risks, but there are still some unknowns. The question I have is not whether storage can be secure but how much we can do and at what point. How much carbon can we put down? We can put many millions of tonnes. However, can we put billions of tonnes? To address the carbon challenge that we are talking about, we need to think about billions of tonnes.

Aurons-nous ces grands projets pilotes d'ici cinq à sept ans?

M. Layzell : Oui.

Le sénateur Merchant : Quel est le délai entre le projet pilote et l'application? Quels investissements en infrastructure devront être effectués pour que la technologie de séquestration stockage du carbone du Canada soit en place en 2020?

M. Layzell : Les initiatives déjà en cours en Saskatchewan, en Colombie-Britannique et en Alberta ont porté sur des projets pilotes de capture et de stockage du carbone, et environ 3 milliards de dollars ont été investis. Grâce à ces études, nous devrions avoir une bonne idée des différentes technologies qui fonctionnent le mieux ou qui ne fonctionnent pas aussi bien d'ici 2015 ou 2016.

C'est de ce type d'investissement dont nous avons besoin. À partir de là, nous pouvons commencer à construire des installations plus grandes et à déployer la technologie si l'on détermine que c'est un bon investissement sur une plus grande échelle. En 2024, nous devrions pouvoir capter et séquestrer d'importantes quantités de carbone.

Le tableau 6 portait sur ce que nous devons faire au cours des cinq ou six prochaines années pour réduire de manière significative les émissions à moyen terme. À l'heure actuelle, nous devons développer ces projets pilotes et les essais pour la capture, la compression, le transport, l'entreposage sûr, la mobilisation publique et les communications connexes. Cela nous permettra un déploiement à l'échelle dans environ huit, dix ou douze ans. Mais nous ne pouvons pas le faire avant 10 ans, parce que nous devons apprendre, et abaisser les coûts. Admettons-le, le coût est trop élevé actuellement. Nous devons abaisser le coût et nous assurer de faire un déploiement à l'échelle afin de réduire les risques.

Le sénateur Brown : À votre avis, dans quelle mesure le stockage du carbone est-il vraiment fiable?

M. Layzell : Le stockage du carbone se fait en Colombie-Britannique et en Alberta depuis des décennies, mais pas à l'échelle que nous envisageons. Mais pour que le dioxyde de carbone reste stocké, nous connaissons suffisamment les aspects scientifiques et si nous stockons le carbone aux bons endroits, nous pourrions savoir si c'est sûr et sans danger. Dans le cadre de Gestion du carbone Canada, nous développons des technologies pour surveiller les panaches de CO₂ plume sous terre, par exemple, de nouvelles technologies sismiques, et cetera afin de mesurer, surveiller et vérifier tout cela.

Je ne suis pas géoscientifique, mais je passe beaucoup de temps avec eux. J'ai posé un grand nombre de ces questions et je suis devenu de plus en plus convaincu que nous savons comment faire. Nous pouvons réduire les risques, mais il y a encore quelques inconnues. La question que je me pose n'est pas si le stockage peut être sûr, mais combien nous pouvons stocker et à quel moment. Combien de carbone pouvons-nous stocker? Des millions de tonnes. Mais comment stocker des milliards de tonnes? Pour relever le défi carbone dont nous parlons, il faut penser en milliards de tonnes.

There is a real question of whether we can get to that scale. We will not know that until we have actually done a few at the millions of tonnes.

Senator Brown: I had two reasons for asking you about that. In rural areas around Calgary and Southern Alberta, we have a large amount of gas in water aquifers. I think you mentioned using those aquifers for storage.

Mr. Layzell: I am not referring to those aquifers. Instead of those aquifers you are talking about, we would be talking about ones down at 1.2 or 1.5 kilometres underground. We are talking about deep saline aquifers. They do not exchange with the type of aquifers from which you get drinking water. Again, these are the sorts of questions that I have asked my geoscience colleagues, namely, about the probabilities and the security or confidence that they have. Certainly, we have to ensure that we study each formation carefully. Much work is being done to ensure that we study it. We also have technologies for how to seal the storage sites and monitor them.

Senator Brown: Yes. My concern is sealing them off. These aquifers in rural Alberta have been increasing more and more with methane and SO₂ gas just because of the drilling that has been done in Southern Alberta. Now we are drilling four wells per quarter section for methane gas. Geologists tell us that nature abhors a vacuum. When you start taking something out of an aquifer, nature wants to replace the pressure from someplace else and looks for the fractures to do that. That is why I worry about carbon getting away from us. I am not against carbon storage, but whether or not we can keep it there is open for question.

Do you know anything about the recent study in Alberta to try to find out if CO₂ storage has the possibility to cause earthquakes?

Mr. Layzell: Yes, I am familiar; I know the researchers doing that study. It is an important study. It is the type of study that we need. This is what needs to be done in the next 10 years.

There are many eggs in the CCS basket in Canada. We need to do these studies because if it does not work, the challenge is so much greater.

It may be possible that we can find other ways to get carbon out of the atmosphere and store it in rock, as I spoke about, essentially making limestone. However, we do not have the technologies to do that in a cost-effective way.

We have many eggs in the basket right now. We need the next five to ten years to do the demonstration and answer exactly the questions you are asking. They are extremely important questions.

The Chair: Who is heading up that study?

Mr. Layzell: David Eaton, the head of the department of geoscience at the University of Calgary.

La vraie question, c'est si nous pouvons atteindre cette échelle. Nous ne le saurons pas tant que nous n'aurons pas stocké quelques millions de tonnes.

Le sénateur Brown : J'avais deux raisons de vous poser cette question. Dans les régions rurales autour de Calgary et dans le sud de l'Alberta, il y a une grande quantité de gaz dans les réservoirs aquifères. Je pense que vous avez évoqué la possibilité d'utiliser ces aquifères pour le stockage.

M. Layzell : Je ne parle pas de ces aquifères. Au lieu des aquifères dont vous parlez, nous utiliserions ceux qui se trouvent à 1,2 ou 1,5 kilomètre sous terre. Nous parlons des aquifères salins profonds. Ils n'ont pas d'échange avec les aquifères qui fournissent l'eau potable. Une fois de plus, j'ai posé ce genre de questions à mes collègues géoscientifiques, à propos des probabilités du degré de sécurité ou de confiance. Nous devons certainement nous assurer d'étudier chaque formation avec soin. De grands travaux sont effectués en ce sens. Nous possédons aussi les technologies nécessaires pour sceller les sites d'entreposage et les surveiller.

Le sénateur Brown : Bien. Je m'inquiète du fait qu'on veut les sceller. Ces aquifères dans les régions rurales de l'Alberta ont de plus en plus de méthane et de SO₂ simplement à cause du forage qui s'est effectué dans le sud de l'Alberta. Maintenant, nous forons quatre puits par quart de section pour trouver du méthane. Les géologues nous disent que la nature déteste le vide. Quand on commence à extraire quelque chose d'un aquifère, la nature veut remplacer la pression à partir d'ailleurs et cherche les fractures pour le faire. C'est pour cela que je crains que le carbone s'échappe. Je ne suis pas contre le stockage du carbone, mais je me demande si nous pouvons le garder là où il est stocké.

Êtes-vous au courant de la récente étude réalisée en Alberta pour essayer de déterminer si le stockage du CO₂ peut provoquer des tremblements de terre?

M. Layzell : Oui, je la connais. Je connais les chercheurs qui ont fait cette étude importante. C'est de ce type d'étude dont nous avons besoin. C'est ce qu'il faut faire au cours des 10 prochaines années.

Il y a de nombreux œufs dans le panier de la séquestration du carbone au Canada. Nous devons réaliser ces études parce que si cela ne fonctionne pas, le défi est d'autant plus grand.

Il se pourrait que nous puissions trouver d'autres façons d'extraire le carbone de l'atmosphère et de le stocker dans la pierre, comme je l'ai mentionné, essentiellement pour le transformer en calcaire. Mais nous ne possédons pas les technologies pour le faire de manière rentable.

Nous avons de nombreux œufs dans le panier actuellement. Nous avons besoin des cinq à dix prochaines années pour réaliser les projets pilotes et répondre exactement aux questions que vous posez. Ce sont des questions extrêmement importantes.

Le président : Qui dirige cette étude?

M. Layzell : David Eaton, le chef du département de géoscience à l'Université de Calgary.

Senator Lang: You have taken a multiple-disciplinary approach to these studies, and we have talked and heard about the costs that will be associated with this, although we do not know what it will cost Canadians. At the end of day, Joe Lunch Bucket wants to know what the monthly cost will be to average Canadian families if we do go ahead with cap and trade, higher energy costs and all the aspects associated with it. Are we doing models of that so that we can give Canadians a complete, fair and honest bill of goods?

Mr. Layzell: I think you will be able to know the cost. The cost would not be imposed right away but would be gradually increasing. It will encourage more renewable and alternative energies so that the environmental cost will not have to be paid. If you plan over a 20- to 40-year period and the regions of the country cooperate, you can minimize that cost.

In the range of \$50 to \$100 a tonne may be what is required, although not for every tonne. That is probably the price we will need to have before we see major reductions in CO₂ emissions. You can get some CO₂ reductions for much less than \$50 a tonne.

Fifty dollars for every tonne of CO₂ emitted from a barrel of oil would increase the cost of a barrel of oil by approximately \$25. We have seen the price of a barrel of oil go up \$25 in the last few months. In this case, the \$25 would be used to stimulate other alternative energies.

I am certainly not suggesting that we impose that now, and I do not think anyone is. However, that gives you a sense of the scale we are talking about.

Senator McCoy: We have a credible study predicting the cost on a regional GDP and employment basis. It is the one sponsored by the Toronto-Dominion Bank.

Mr. Layzell: I am familiar with that study.

Senator McCoy: It is based on modeling done by Mark Jaccard, who I believe was a primary adviser to the Government of British Columbia on their climate change plans. At the back of that study, Mr. Jaccard has estimated the technology penetration that his model would bring about using a \$50- to \$100-cost per tonne of carbon.

Does that reflect something similar to this suggested energy future that you have shown us tonight?

Mr. Layzell: I do not know. I have not done a detailed enough analysis of that.

Senator McCoy: We will have to have you back, then.

The Chair: Sir, I cannot tell you how much we appreciate you coming here to share your thoughts with us. I think you can see that we have taken a very large bite, and we are learning as we go. Luckily these are early days in our study, so I hope that we can call on you again.

Le sénateur Lang : Vous avez adopté une approche multidisciplinaire pour ces études, et nous avons parlé et entendu parler des coûts afférents, même si nous ne savons pas ce que cela coûtera aux Canadiens. Au bout du compte, Joe Payeur veut savoir quel sera le coût moyen pour la famille canadienne moyenne si nous allons de l'avant avec le plafonnement et l'échange, si les coûts de l'énergie augmentent et si nous acceptons tous les aspects connexes. Faisons-nous des modélisations pour pouvoir indiquer aux Canadiens la facture complète et réelle?

M. Layzell : Je pense qu'on pourra connaître le coût. Le coût ne serait pas imposé tout de suite, mais il augmenterait graduellement. Cela stimulera les énergies renouvelables et de remplacement afin qu'il n'y ait pas de coût environnemental. Si l'on planifie sur une période de 20 à 40 ans et que les régions du pays collaborent, on peut réduire ce coût.

Il faudra peut-être compter entre 50 et 100 \$ la tonne, mais pas pour toutes les tonnes. C'est probablement le prix à payer avant de voir d'importantes réductions des émissions de CO₂. On peut obtenir certaines réductions de CO₂ pour beaucoup moins que 50 \$ la tonne.

Cinquante dollars par tonne de CO₂ émis par baril de pétrole, cela accroît le coût du baril d'environ 25 \$. Le prix du baril de pétrole a augmenté de 25 \$ ces dernières semaines. Dans ce cas, ces 25 \$ serviraient à stimuler des énergies de remplacement.

Je ne propose certainement pas d'imposer cela maintenant et je ne crois pas que personne le propose. Mais cela donne une idée de l'ordre de grandeur.

Le sénateur McCoy : Une étude crédible prévoit le coût en fonction du PIB régional et de l'emploi. Elle est parrainée par la Banque Toronto-Dominion.

M. Layzell : Je la connais.

Le sénateur McCoy : Elle se fonde sur une modélisation effectuée par Mark Jaccard, qui, je crois, a conseillé le gouvernement de la Colombie-Britannique sur les plans relatifs aux changements climatiques. Dans cette étude, M. Jaccard a estimé la pénétration technologique que son modèle apporterait en supposant un coût de 50 à 100 \$ par tonne de carbone.

Est-ce que cela correspond à l'avenir énergétique que vous nous avez décrit ce soir?

M. Layzell : Je ne sais pas. Je n'ai pas fait d'analyse assez détaillée à ce sujet.

Le sénateur McCoy : Nous devons vous inviter à nouveau, dans ce cas.

Le président : Monsieur, je ne saurais vous dire à quel point nous apprécions que vous soyez venu ici pour échanger avec nous. Vous pouvez voir que nous nous attaquons à un dossier de taille et que nous apprenons à mesure que nous avançons. Heureusement, nous sommes au début de notre étude. J'espère donc que nous pourrions vous inviter à nouveau.

Colleagues, our next witness is Dr. Thomas Homer-Dixon who holds the Centre for International Governance Innovation Chair of Global Systems at the Balsillie School of International Affairs in Waterloo, Canada. He is a professor in the Centre for Environment and Business in the Faculty of Environment at the University of Waterloo.

Welcome, sir.

Thomas Homer-Dixon, Professor, Centre for International Governance Innovation, Chair of Global Systems, Balsillie School of International Affairs: Good evening. I would like to begin with a bit of expectations management. I am a social scientist by training, although I have focused on climate change policy for two decades of research as well as on the complex relationships between energy and society. In general, my research focuses on how societies adapt and innovate under complex stress, including resource stress, environmental stress and energy scarcity.

Much of what I will say will echo what we have heard from Professor Layzell. I thought it would be useful for the committee if I provided you with some tools by which you can think about the nature of the energy challenge situation we face, which is of breathtaking magnitude. We need to acknowledge that this is a challenge that could rock human civilization to its core. It is easier to understand that when we understand some basic properties of energy and how some of the critical energy sources upon which we depend are changing with respect to those properties.

The Chair: Does it flow from what you just said that you believe in the science of climate change and that the need for re-engineering our energy system globally is a direct consequence of that science?

Mr. Homer-Dixon: It is a consequence of two things. In part, it is a consequence of the fact that 80 per cent of the energy the planet uses comes from fossil fuels, and that releases carbon dioxide, which is causing climate change.

The Chair: You believe that and you are comfortable with that science?

Mr. Homer-Dixon: I think the science is solid. I agree with what Professor Layzell said. I think there is a broad and deep consensus among scientists on this issue. The basics of climate change are fairly well understood. The details, especially as we go further out into the century, of how serious it will be are not so well understood. You can make at least a plausible case that it could be extraordinarily serious. Prudence dictates that we start addressing the issue aggressively now.

The other event that is driving this energy transition is the rapid increase in the energetic cost of conventional oil, which is illustrated by the diagram that we have in front of us.

We need to keep in mind two sets of properties of energy sources. Some properties relate to the intrinsic characteristics of the energy source, and I will address those in a few minutes.

Chers collègues, notre prochain témoin est M. Thomas Homer-Dixon, qui dirige le Centre pour l'innovation dans la gouvernance internationale, Chaire des systèmes mondiaux, à la Balsillie School of International Affairs à Waterloo, au Canada. Il est professeur au Centre pour l'environnement et les affaires de la faculté d'environnement de l'Université de Waterloo.

Bienvenue, monsieur.

Thomas Homer-Dixon, professeur, Centre pour l'innovation dans la gouvernance internationale, Chaire des systèmes mondiaux, Balsillie School of International Affairs : Bonsoir. J'aimerais d'abord gérer un peu les attentes. Je suis sociologue de formation, même si je fais depuis deux décennies des recherches sur les politiques reliées aux changements climatiques et sur les relations complexes entre l'énergie et la société. En règle générale, mes recherches portent sur la manière dont les sociétés s'adaptent et innovent sous des pressions complexes, comme le stress des ressources, le stress environnemental et la pénurie d'énergie.

Mes propos feront en grande partie écho à ceux du professeur Layzell. J'ai pensé qu'il serait utile que je fournisse au comité quelques outils vous permettant de réfléchir à la nature du défi énergétique actuel, d'une ampleur colossale. Nous devons reconnaître que ce défi pourrait ébranler profondément la civilisation humaine. C'est plus facile à comprendre quand on comprend quelques caractéristiques fondamentales de l'énergie et comment les caractéristiques de certaines des sources cruciales d'énergie dont nous dépendons sont en train de changer.

Le président : Dois-je comprendre que vous croyez dans la science des changements climatiques et que la nécessité de revoir le système énergétique de la planète est une conséquence directe de cette science?

M. Homer-Dixon : C'est une conséquence de deux choses. C'est en partie la conséquence du fait que 80 p. 100 de l'énergie consommée sur la planète provient de combustibles fossiles, et que ce la rejette du dioxyde de carbone, qui provoque les changements climatiques.

Le président : Vous croyez cela et vous êtes à l'aise avec cette science?

M. Homer-Dixon : Je pense que la science est solide. Je suis d'accord avec le professeur Layzell. Je pense qu'il y a un vaste et profond consensus parmi les scientifiques à ce sujet. Les aspects fondamentaux des changements climatiques sont assez bien compris. Les détails, en particulier plus on va loin dans le siècle, sur la gravité future, le sont moins. On peut au moins présenter des arguments plausibles démontrant que la situation pourrait être extrêmement grave. La prudence dicte de commencer maintenant à s'attaquer énergiquement au problème.

L'autre fait qui provoque cette transition énergétique est la hausse rapide du coût énergétique du pétrole conventionnel, illustrée dans le diagramme que nous avons devant nous.

Il faut garder en tête deux séries de caractéristiques des sources d'énergie. Certaines caractéristiques sont liées aux propriétés intrinsèques de la source d'énergie. J'y reviendrai dans quelques minutes.

Another property of our energy sources relates to the processes of production of energy. I want to emphasize the energy return on investment, sometimes called the energy return on energy investment, EROEI, as you can see on the left-hand axis of the first diagram.

How much energy do you need to obtain that energy? How much energy return do you get for every unit of energy you invest? This is a fundamental physical characteristic of our energy sources. It is not dependent upon market forces or economics; it is all about what technologies we use to get the energy and how much those technologies consume.

I would like to spend most of my time talking about this first diagram because it contains a great deal of information. You will notice that the diagram refers to U.S. net energy sources. We do not have equivalent calculations for Canada, but we can assume that the results would be similar for Canada.

The left-hand axis is the energy return on energy invested. For oil, this would be essentially how many barrels of oil you get back for every barrel of oil of energy you invest to drill into the ground and pump that oil out. At the bottom axis, you have the total amount of energy consumed or produced for each of these sources in quadrillion BTUs, or what specialists call “quads.”

I want to draw your attention to a couple of points that are particularly important. You will notice that there are three bubbles for domestic oil in the United States. At the top, it shows around 100:1 for domestic oil in 1930. That means that the Texas drillers were getting back about 100 barrels of oil for every barrel of oil of energy they invested to get that oil. This fell to somewhere in the neighbourhood of 30:1 in 1970, but notice that the amount of domestic oil energy consumed or produced in the United States increased significantly between the 1930s and 1970s. This fell again to about 15:1 or 17:1 around 2005.

That transition is of extraordinary importance. As I said, two events will be driving our energy transition this century. One is the climate problem, and the other is the increasing energetic cost of our most critical energy sources.

Notice that there has been a significant drop in the energy return on investment for imported oil from 1970 to 2005. Take a look at some of the other energy sources indicated there. The energy return on investment for natural gas is under 20:1. The EROEI for nuclear is controversial, but it is fair to say that, depending on the quality of the ore that is mined to produce the fuel, how you bound the system, whether you include, for instance, decommissioning of the plant or disposal of the waste, your energy return on investment ranges from 5:1 to 15:1 or 20:1, which is more or less what you see in the diagram. As Mr. Layzell said, hydro gives you a pretty good energy bang for joule invested. However, notice that PV solar — photovoltaic solar — does not; and wind, while not bad, is not a roaring success either.

The Chair: Wind is not and will not be, or can we make that follow?

Une autre caractéristique des sources d'énergie est liée aux processus de production d'énergie. J'insiste sur l'énergie dépensée par énergie produite, qu'on appelle parfois le rendement sur l'énergie investie, représenté par EROEI sur l'axe de gauche du premier graphique.

Combien faut-il d'énergie pour obtenir cette énergie? Quel est le rendement par unité d'énergie dans laquelle on investit? C'est une caractéristique matérielle fondamentale des sources d'énergie. Elle ne dépend pas des forces du marché ou de l'économie; elle est reliée aux technologies utilisées pour obtenir l'énergie et à la quantité d'énergie que consomment ces technologies.

J'aimerais consacrer presque tout mon temps à ce premier graphique parce qu'il contient une foule de renseignements. Vous remarquerez qu'il porte sur les sources d'énergie nette aux États-Unis. Il n'y a pas de calculs équivalents pour le Canada, mais on peut supposer que les résultats seraient semblables pour le Canada.

L'axe de gauche représente le rendement sur l'énergie investie. Pour le pétrole, il s'agit essentiellement du nombre de barils de pétrole obtenus par baril de pétrole d'énergie dépensé pour forer le sol et extraire ce pétrole. L'ordonnée du bas indique la quantité totale d'énergie dépensée ou produite pour chacune des sources, en quadrillions de BTU.

J'attire votre attention sur quelques aspects particulièrement importants. Vous remarquerez qu'il y a trois bulles pour le pétrole national aux États-Unis. En haut, elle indique environ 100 pour un pour le pétrole en 1930. Cela veut dire que les foreurs texans obtenaient environ 100 barils de pétrole par baril de pétrole d'énergie investi pour extraire ce pétrole. Le ratio est descendu autour de 30 pour un en 1970, mais remarquez que la quantité de pétrole d'énergie consommée ou produite aux États-Unis a nettement augmenté entre les années 1930 et les années 1970. Le ratio est descendu à environ 15 pour un ou 17 pour un vers 2005.

Cette transition a une importance extraordinaire. Je le répète, deux faits marqueront la transition énergétique pendant notre siècle. Le premier est le problème climatique et le second, la hausse du coût énergétique des sources d'énergie les plus cruciales.

Il y a eu une importante baisse du rendement sur l'énergie investie pour le pétrole importé de 1970 à 2005. Voyons quelques-unes des autres sources d'énergie indiquées sur le graphique. Le rendement sur l'énergie investie pour le gaz naturel est inférieur à 20 pour un. Le rendement pour le nucléaire est controversé, mais on peut affirmer que, selon la qualité du minerai extrait pour produire le combustible, selon les caractéristiques du système, selon qu'on inclut ou non le déclassement de la centrale ou l'élimination des déchets, par exemple, le rendement sur l'énergie investie varie de cinq pour un à 15 pour un ou 20 pour un, ce qui correspond à peu près à ce qui est indiqué sur le graphique. Comme l'a déclaré M. Layzell, l'hydroélectricité donne un assez bon rendement par joule d'énergie investie. Mais ce n'est pas le cas pour l'énergie solaire photovoltaïque. L'éolienne n'est pas mal, mais ce n'est pas un succès retentissant non plus.

Le président : L'éolienne ne donne pas et ne donnera pas de bons résultats, ou pouvons-nous tirer cette conclusion?

Mr. Homer-Dixon: It depends on another property of wind, which I will come to in a moment in my presentation.

I want to draw to your attention to the band across the bottom of this diagram. It reads “minimum EROEI required.” Some scholars would suggest that when, in aggregate, an energy economy falls below somewhere in the neighbourhood of 10:1 or 8:1 in terms of energy return on investment, it becomes unviable; you cannot sustain the complexity of the society. There is not sufficient energy surplus to maintain such things as highly complex cities, institutions and technologies. A debate is ongoing about whether this is true, whether you can actually specify some absolute minimum EROEI that you must sustain to maintain a complex society. However, there seems to be some fundamental reasonableness to this argument.

Let us put it this way: Looking at all the energy sources that you have in your economy, as you slide down the slope from 100:1 to 17:1, which is where we are with conventional oil in North America right now, to 4:1, which is about where the oil sands are, to 1:1, where corn-based ethanol is; as we slide down that slope, we are using a larger and larger fraction of the wealth and capital in our economy simply to produce energy. Therefore, we have less left over for everything else we need to do, including addressing our increasingly serious additional problems, such as climate change.

Climate change will take a large amount of energy to address. We will have to drill deeper for water, desalinate water along coastlines and pump water from newly wet areas to newly dry areas. As we have heard this evening, we will be pumping billions of tonnes of carbon dioxide underground. All of this will take staggering quantities of energy, at precisely the time in human history when we are going through a fundamental EROEI transition for one of our critical energy sources.

Conventional oil still provides 40 per cent of the world’s commercial energy and 98 per cent of our transportation energy. It is still the single biggest energy source in the world economy. We do not have a clear plan B, a replacement energy source for this source of energy, as it becomes increasingly expensive.

The bottom line is something that we all realize. Drillers are having to go farther into more hostile natural environments to drill deeper for smaller pools of lower-quality oil. They are having to work harder for every extra barrel, and that is not something that will change. It is a fundamental new reality to which we have to adapt.

The last thing I want to say about this first diagram is that this sort of EROEI shift that I have talked about this evening, when we have seen it in other civilizations at other times, has on occasion led to the collapse of civilizations. You can make a credible argument that what happened in the first 300 years of the current era, the collapse of the Western Roman Empire, was largely a function of the fact that it went through an EROEI shift that it could not accommodate. The empire simply could not generate enough energy in those days — all the energy was generated from food — to maintain its armies, cities,

M. Homer-Dixon : Cela dépend d’une autre caractéristique de l’énergie éolienne, sur laquelle je reviendrai dans un instant.

Je veux attirer votre attention sur la bande au bas du graphique au sujet de l’EROEI minimum requis. Certains chercheurs diraient que, dans l’ensemble, lorsqu’un rendement tombe au-dessous de 10 pour un ou 8 pour un environ, l’économie ne devient plus viable; elle ne peut plus soutenir la complexité de la société. Il n’y a pas assez d’excédent d’énergie pour faire vivre des villes, des institutions et des technologies complexes, par exemple. Il y a actuellement un débat afin de savoir si c’est vrai, si l’on peut effectivement déterminer un EROEI minimum absolu qu’il faut assurer pour maintenir une société complexe. Mais il semble y avoir un certain fondement raisonnable à cet argument.

Compte tenu de toutes les sources d’énergie dans l’économie, à mesure qu’on descend sur la pente, de 100 pour un à 17 pour un, où se situe le pétrole conventionnel en Amérique du Nord actuellement, à 4 pour un, où se situent les sables bitumineux et à un pour un, où se situe l’éthanol de maïs, à mesure qu’on descend sur cette pente donc, on utilise une proportion de plus en plus grande de richesse et de capital dans l’économie simplement pour produire de l’énergie. Il en reste moins pour tout le reste, y compris s’attaquer aux autres problèmes de plus en plus graves, comme les changements climatiques.

Les changements climatiques demanderont beaucoup d’énergie. Il faudra creuser plus profondément pour trouver de l’eau, dessaler l’eau le long des côtes et pomper l’eau des nouvelles régions humides vers les nouvelles régions sèches. Comme nous l’avons entendu ce soir, des milliards de tonnes de dioxyde de carbone seront enfouies sous terre. Il faudra pour cela des quantités colossales d’énergie, à ce point précis de l’histoire humaine où s’effectue une transition fondamentale de l’EROEI pour l’une des sources d’énergie les plus cruciales.

Le pétrole conventionnel fournit encore 40 p. 100 de l’énergie commerciale de la planète et 98 p. 100 de l’énergie pour le transport. C’est encore la plus importante source d’énergie dans l’économie mondiale. Il n’y a pas de plan B clair, une source d’énergie de remplacement, à mesure que le pétrole conventionnel devient de plus en plus cher.

La conclusion est claire pour tout le monde. Il faudra creuser plus profondément dans des environnements plus hostiles pour trouver de plus petites quantités de pétrole de moins bonne qualité. Il faudra travailler plus fort pour chaque baril de pétrole supplémentaire. Cela ne changera pas. C’est une nouvelle réalité fondamentale à laquelle nous devons nous adapter.

Le dernier point au sujet du premier graphique est que la transition de l’EROEI, qui a été constatée par le passé dans d’autres civilisations, a parfois provoqué le déclin de ces civilisations. On peut soutenir de manière crédible que ce qui est arrivé durant les 300 premières années de notre ère, le déclin de l’Empire romain, découle en grande partie du fait qu’il y a eu une transition de l’EROEI à laquelle la civilisation n’a pas pu s’adapter. L’empire ne pouvait tout simplement pas produire assez d’énergie — toute l’énergie venait du bois — pour les armées, les villes, les bureaucraties, les systèmes de transport,

bureaucraties, transportation systems, infrastructure of roads and information transfer across the empire. These are fundamental challenges. Energy is the master resource for our societies, and if it is not available, nothing else is possible.

Let us turn to the next pages of the presentation, and I will draw some conclusions. Now we are looking at the graph entitled “Components of FF Emissions” — FF being fossil fuels. I want to draw your attention to the fact that coal emissions have risen quickly over the last decade or so and now exceed those from oil. This is a direct consequence of the declining energy return on investment of conventional oil. As oil has become scarcer, harder to get, and as China’s production has peaked and started to decline — and this is true in many other places in the world — we have found that economies, firms and industries in general are starting to move to coal as a principal energy source and away from oil, in particular, because it has become much more expensive. You can see that this rise in coal emissions is almost exactly coincident with the rise in oil prices. It was driven by the rise in oil prices, and the rise in oil prices is significantly driven by the increasing energetic cost of oil.

To put this shift in context, if you look over the last 200 years in human societies, we see what specialists call a steady decarbonization of our energy sources. As we have moved from wood to coal to oil to natural gas as a principal energy source, with each one of those transitions we have released less carbon into the atmosphere for each unit of energy generated. In the last six years, every single region of the world has started to recarbonize its energy. The decarbonization process has stopped, it has been reversed, and now the carbon output per unit of energy generated is increasing in every region of the world. That is a fundamental shift of great importance for our climate change policy, especially given that it was assumed until as recently as five years ago, and even some prominent people still make the same argument, that there is a natural tendency in human energy systems toward decarbonization, toward ultimately something such as nuclear fusion, which will have no carbon content at all.

I agree with Professor Layzell in that we will be using carbon-based fossil fuels for many decades from now, and we will probably see, for an extended period of time, not a decarbonization of the global energy system but a recarbonization of the global energy system.

Turning to the next two sheets, they outline fossil fuel emissions, actual versus IPCC — Intergovernmental Panel on Climate Change — scenarios. You can see various IPCC emission scenarios going out to 2015. The smooth lines in the background, the red line, the highest of the scenarios is the worst-case A1F1 scenario produced by the IPCC. You can see that until this past year, we were either above or tracking that worst-case A1F1 scenario for several years, and that is a consequence of the increase in coal use around the world.

l’infrastructure routière et le transfert d’information dans l’empire. Ce sont des défis fondamentaux. L’énergie est la ressource essentielle de nos sociétés et si elle n’est pas disponible, rien n’est possible.

Passons maintenant à la suite de l’exposé, puis je tirerai quelques conclusions. Nous voyons maintenant le graphique intitulé « Composition des émissions des carburants fossiles ». J’attire votre attention sur le fait que les émissions de charbon ont augmenté rapidement depuis une décennie environ et dépassent maintenant celles du pétrole. C’est une conséquence directe du déclin du rendement sur l’énergie investie du pétrole conventionnel. À mesure que le pétrole est devenu plus rare, plus difficile à obtenir, et que la production de la Chine a plafonné et a commencé à décliner — et c’est le cas aussi dans de nombreuses autres régions du monde — les économies, les entreprises et les industries en général ont commencé à se tourner vers le charbon comme principale source d’énergie et ont délaissé le pétrole, en particulier, parce qu’il était devenu beaucoup plus cher. Cette hausse des émissions de charbon coïncide presque exactement avec la hausse des prix du pétrole. Elle a été provoquée par la hausse des prix du pétrole, et la hausse des prix du pétrole est attribuable en grande partie à la hausse du coût énergétique du pétrole.

Pour situer cette transition dans son contexte, je dirais qu’au cours des 200 dernières années, on constate dans les sociétés humaines ce que les spécialistes appellent une décarbonisation continue des sources d’énergie. On est passé du bois au charbon, puis au pétrole et au gaz naturel comme principale source d’énergie et à chacune de ces transitions, on a émis moins de carbone dans l’atmosphère par unité d’énergie produite. Au cours des six dernières années, toutes les régions du monde ont commencé à carboniser à nouveau leur énergie. La décarbonisation s’est arrêtée, elle s’est renversée et, maintenant, la production de carbone par unité d’énergie produite augmente dans toutes les régions du monde. C’est un changement fondamental très important pour les politiques sur les changements climatiques, surtout parce qu’on supposait, il y a cinq ans encore — et des gens éminents le supposent encore — qu’il y a une tendance naturelle des systèmes énergétiques humains vers la décarbonisation, vers la fusion nucléaire, par exemple, sans aucun contenu en carbone.

Je conviens avec le professeur Layzell qu’on utilisera des combustibles fossiles à base de carbone pendant de nombreuses décennies et qu’il y aura probablement pendant très longtemps non pas une décarbonisation du système énergétique mondial mais plutôt une recarbonisation de ce système.

Les deux graphiques suivants illustrent les émissions de carburants fossiles actuelles et selon les scénarios du GIEC, le Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat. Divers scénarios d’émissions du GIEC jusqu’en 2015 sont présentés. La ligne rouge continue correspond au scénario le plus catastrophique, A1F1, produit par le GIEC. Jusqu’à l’an dernier, nous avons été au-dessus ou près de ce scénario A1F1 pendant plusieurs années, à cause de l’accroissement de l’utilisation du charbon dans le monde.

If you go ahead two pages to the same diagram with one extra red dot — the fossil fuel emissions, actual versus IPCC scenarios — the red dot represents the Global Carbon Project's projection of where we will be this year, 2009. There is a substantial drop, which is a good thing. It is the only silver lining I can see in the global economic crisis. However, it says something grim about the state of affairs if the only way we can get carbon output into the atmosphere down in our world is to induce a global recession or a critical economic contraction.

However, I think we should think about the possibility of extending this trend. Maybe this is an inflexion point. Rather than returning to growth, the way it was before the economic crisis, maybe we can take advantage of the shift and start driving total global emissions downwards with aggressive carbon policy.

Two sheets ahead, you will see essentially the same sheet with notes on it, and the next one is fossil fuel emissions top emitters, greater than 4 per cent of the total. That is simply there to demonstrate the critical driver of this trend, which is China. China is building out somewhere around 1,500 megawatts of coal-fired electrical power every week. That is about 70,000 megawatts per year, which is equivalent to France's entire electrical production on an annual basis.

If the Chinese do not adopt CCS, then everything else that everyone tries to do on the climate policy front is largely irrelevant. The Chinese have to engage on this issue and have to start dealing with the carbon emissions from their coal combustion. They are becoming increasingly reliant on coal because, among other reasons, their principal oilfields are now in sharp decline. For instance, they are starting to build coal liquefaction plants to provide liquid transportation fuels for their rapidly expanding automobile fleet.

I talked about the property of an energy source in terms of the amount of energy you need to produce it. I want to talk about a couple of intrinsic properties of energy sources. On the sheet entitled "Energy Density of Fuel," we are looking at, on the vertical axis, the amount of energy, megajoules per litre, in a particular energy source, and across the horizontal axis are the megajoules per kilogram; gravimetric density versus volumetric density.

An ideal energy source would appear in the top right-hand corner. However, if you want a good transportation energy source, you need high volumetric density because you need to be able to pack a lot of energy into a small space to be able to carry it around in a vehicle.

It turns out that given all the energy sources we know, hydrocarbons such as oil, diesel and gasoline are extraordinarily good transportation fuels. It may actually be the case that what we eventually do is generate hydrogen using some zero-carbon energy source, and we may convert that hydrogen into a hydrocarbon and use it to drive our transportation fuels. However, we would take the carbon out of the atmosphere and simply release it back into the atmosphere in the process of combustion of that fuel.

Il y a ensuite un graphique identique sur lequel est ajouté un point rouge qui représente la projection du Global Carbon Project pour cette année. Il y a une baisse substantielle, ce qui est une bonne nouvelle. C'est le seul beau côté de la crise économique mondiale, selon moi. Mais il n'y a pas de quoi se réjouir si la seule façon de réduire les émissions de carbone dans l'atmosphère consiste à provoquer une récession mondiale ou une grave contraction économique.

Nous devrions cependant réfléchir à la possibilité de prolonger cette tendance. C'est peut-être un tournant. Au lieu de revenir à la croissance comme avant la crise économique, nous pouvons peut-être profiter de cette transition et commencer à réduire les émissions mondiales par une politique du carbone énergique.

Deux pages plus loin, on voit essentiellement la même feuille, sur laquelle figurent quelques notes. La prochaine porte sur les émissions des carburants fossiles par les principaux émetteurs, qui représentent plus de 4 p. 100 du total. Elle vise simplement à montrer le principal facteur de cette tendance, la Chine. La Chine ajoute environ 1 500 mégawatts d'électricité par des centrales au charbon toutes les semaines. Cela représente environ 70 000 mégawatts par année, soit l'équivalent de toute la production annuelle d'électricité de la France.

Si les Chinois n'adoptent pas la séquestration du carbone, tous les efforts des autres sur le front de la politique du climat ne servent pas à grand-chose. Les Chinois doivent s'engager dans ce domaine et commencer à réduire leurs émissions de carbone liées à la combustion du charbon. Ils dépendent de plus en plus du charbon, notamment parce que leurs principaux champs de pétrole s'épuisent brusquement. Ainsi, ils commencent à construire des usines de liquéfaction du charbon afin d'obtenir des carburants liquides destinés à leur parc automobile en expansion rapide.

J'ai parlé des caractéristiques d'une source d'énergie en fonction de la quantité d'énergie nécessaire pour la produire. J'aimerais maintenant décrire quelques caractéristiques intrinsèques des sources d'énergie. Sur le graphique illustrant la densité énergétique du carburant, l'axe vertical montre la quantité d'énergie, en mégajoules par litre, dans une source d'énergie donnée, et l'axe horizontal montre les mégajoules par kilogramme; donc la densité gravimétrique et la densité volumétrique.

Une source d'énergie idéale se trouverait dans le coin supérieur droit. Mais pour avoir une bonne source d'énergie de transport, il faut une densité volumétrique élevée parce qu'il faut pouvoir concentrer beaucoup d'énergie dans un petit espace afin de pouvoir la transporter dans un véhicule.

Il se trouve que, parmi toutes les sources d'énergie connues, les hydrocarbures comme le pétrole, le diesel et l'essence sont des carburants de transport extrêmement bons. Il se pourrait qu'on finisse par produire de l'hydrogène à l'aide d'une source d'énergie sans carbone et qu'on convertisse cet hydrogène en un hydrocarbure servant de carburant de transport, mais on retirerait le carbone de l'atmosphère et on le rejetterait ensuite dans l'atmosphère par la combustion de ce carburant.

The last sheet indicates the comparative power densities of production and consumption. This is simply by way of demonstrating that some of the alternatives do not really solve our problem effectively, in particular solar-based renewables. Here we have a comparison of the power densities of production and consumption. This basically means how many watts per square metre you are generating from a production system and how many watts per square metre you are consuming in a particular consumption system.

You can see the solar production systems that are indicated on this diagram are all down at the bottom: phytomass, wind, et cetera. In general, their power densities are relatively low in terms of watts per square metre that they generate. The things we need to power the high-rise buildings, supermarkets, steel mills and refineries, industries and whole cities all tend to be toward the top of the diagram. It basically means that there is a fundamental geographic mismatch between renewable energy sources such as wind, solar and biomass and the concentrated power consumption that we currently exhibit within our industries and our cities. We need concentrated power; we need concentrated energy sources; we need a huge amount of power density in our energy sources. Unfortunately, for many things, wind and solar just will not do the job.

Let me conclude with a few suggestions about where we need to go. I have tried to emphasize here that we face a quite profoundly intractable energy problem, and we do not have clear answers. The rapid increase in the energetic cost of oil is an enormous challenge because oil is so important to the global economy. We do not have an obvious easy substitute. Coal is not a clear substitute because of the carbon consequences of using large quantities of coal. We emit much more carbon dioxide per unit of energy generated from coal than we do from other fossil fuels. The only way to use coal is on a large scale with carbon capture and storage. Most other energy sources, including renewables such as wind and solar, do not provide energy with the particular properties that we need to maintain our modern and complex economies, technologies and societies. This means that our principal aim, therefore, should be to engage in an enormous exercise of research and development involving massive investment for R&D in energy technologies.

We need to make significant advances in four areas. Professor Layzell has already mentioned at least two of these: efficiency and conservation. We can do much without new technologies. However, new technologies might go a long way to making efficiency and conservation more palatable for people in our societies.

As Mr. Layzell emphasized, we need significant research and development, especially in the scaling up problem for carbon capture and storage dealing with our waste carbon from our continued use over many decades of fossil fuels.

Le dernier graphique illustre les densités énergétiques comparées de production et de consommation. Il vise simplement à montrer que certaines énergies de remplacement ne règlent pas le problème efficacement, en particulier l'énergie solaire. Il compare les densités énergétiques de la production et de la consommation. Cela signifie essentiellement le nombre de watts par mètre carré produits par un système de production et le nombre de watts par mètre carré consommés dans un système de consommation donné.

Les systèmes de production solaires se trouvent tous en bas : phytomasse, éolien, et cetera. En règle générale, leurs densités énergétiques sont relativement faibles en watts par mètre carré. Les systèmes nécessaires pour alimenter des immeubles de grande hauteur, des supermarchés, des aciéries et des raffineries, des industries et des villes entières ont tous tendance à se trouver vers le haut du graphique. Cela signifie essentiellement qu'il y a une asymétrie géographique fondamentale entre les sources d'énergie renouvelables comme l'éolien, le solaire et la biomasse et la consommation concentrée d'énergie dans les industries et les villes actuellement. Il faut une énergie concentrée, des sources d'énergie concentrées, une densité énergétique énorme. Malheureusement, pour de nombreux usages, l'éolien et le solaire ne font pas l'affaire.

Je conclurai par quelques suggestions pour l'avenir. J'ai essayé d'insister sur le fait que nous sommes aux prises avec un grave problème de l'énergie, assez insoluble, et qu'il n'y a pas de réponses claires. La hausse rapide du coût énergétique du pétrole constitue un défi énorme, à cause de l'importance du pétrole dans l'économie mondiale. Il n'y a pas de substitut évident. Le charbon n'est pas un bon substitut à cause des conséquences sur le carbone de l'utilisation de grandes quantités de charbon. Les émissions de dioxyde de carbone par unité d'énergie produite par le charbon sont beaucoup plus élevées que pour les autres combustibles fossiles. La seule façon d'utiliser le charbon sur grande échelle consiste à séquestrer le carbone. La plupart des autres sources d'énergie, y compris les sources renouvelables comme l'énergie éolienne et l'énergie solaire, ne fournissent pas une énergie possédant les caractéristiques nécessaires pour maintenir les économies, technologies et sociétés modernes et complexes. Cela veut donc dire que le principal objectif devrait être la réalisation d'un gigantesque programme de recherche-développement nécessitant des investissements massifs dans la R-D liée aux technologies de l'énergie.

Il faut des progrès importants dans quatre grands domaines. Le professeur Layzell en a déjà mentionné deux, l'efficacité et la conservation. On peut faire beaucoup sans de nouvelles technologies. Mais de nouvelles technologies pourraient contribuer grandement à rendre l'efficacité et la conservation plus acceptables dans nos sociétés.

Comme l'a fait remarquer M. Layzell, il faut beaucoup de recherche-développement, surtout pour accélérer la séquestration du carbone accumulé pendant des décennies d'utilisation continue des combustibles fossiles.

Something not emphasized in the previous presentation is that we need breakthroughs in energy storage technologies for renewables. The story with solar and wind would be much more positive if we had good energy storage capacity so that the intermittency of solar and wind was not at such a striking disadvantage to the widespread deployment of those technologies right now. We need better energy storage technologies for electrical vehicles. Storage is the critical impediment to the rollout on a large scale of an electrical transportation fleet. We need better car batteries, to use the vernacular.

Finally, we need to keep our sights on potential game-changing energy technologies, technologies that would offer the possibility of zero-carbon energy. That could literally revolutionize our economies.

Nothing like this will happen fast; there are some possibilities where Canada, I believe, can lead. I mentioned two in particular. One would be underground coal gasification, which offers enormous possibilities in Alberta because there are large, very deep, “unmineable” coal seams that can potentially be gasified. You bring the SIN gas up to the surface, strip out the carbon dioxide and pump it underground and use the remaining hydrogen to generate electricity and export the electricity. Finally, there is enhanced deep geothermal, where you go down several kilometres, heat water to several hundred degrees Celsius, bring it up to the surface and use it to drive turbines and essentially generate zero-carbon energy.

Alberta, and Canada more generally, can be a world leader in deep geothermal. We should be devoting resources there. In questions and answers, we can talk more about the potential problems with geothermal. However, this is potentially a game-changing technology. It would offer zero-carbon energy for every society in the world. It could solve many of the problems that we are facing right now in one significant energy shift.

The Chair: Where are we on that one?

Mr. Homer-Dixon: It is getting a bad rap right now.

The Chair: Is that due to the cost?

Mr. Homer-Dixon: First, let us be clear on what is required here. You have to drill deep, not through sedimentary rock but through igneous rock. It is a different challenge by conventional drilling. However, it is not something that is insurmountable. It is a technical and engineering challenge. In principle, there is no reason why we cannot solve this.

I can give you two recent examples. A few years ago, there was an exercise in enhanced geothermal in Basel, Switzerland. They went very deep. You have to go deep and then go horizontally and fracture the rock because you have to push the water through the rock and then bring it up through the surface because it heats through the fracture zone. When they started “fracking the rock,” as they call it, they started generating substantial earthquakes.

The Chair: In Switzerland?

Ce qui n’a pas été souligné dans l’exposé précédent, c’est qu’il faut des percées dans les technologies de stockage de l’énergie renouvelable. Le bilan de l’énergie solaire et de l’énergie éolienne serait beaucoup plus positif s’il y avait une bonne capacité de stockage de l’énergie afin que l’intermittence de ces sources ne soit plus un handicap si flagrant au déploiement de ces technologies. Il faut de meilleures technologies de stockage de l’énergie pour les véhicules électriques. Le stockage est l’obstacle le plus important au déploiement sur grande échelle de véhicules électriques. Il faut de meilleures batteries de voiture, pour employer la langue de monsieur Tout-le-monde.

Enfin, il faut rester à l’affût des technologies énergétiques qui pourraient changer les règles du jeu, des technologies qui pourraient permettre d’obtenir de l’énergie sans carbone. Cela pourrait révolutionner les économies.

Rien de tout cela n’arrivera rapidement. Il y a des domaines où le Canada pourrait être un chef de file. J’en ai évoqué deux. Le premier serait la gazéification du charbon, qui présente des possibilités énormes en Alberta, à cause des grandes veines de houille très profondes et inexploitées, qui pourraient être gazéifiées. On fait remonter le gaz à la surface, on enlève le dioxyde de carbone et on le renvoie dans le sol, puis on utilise l’hydrogène qui reste pour produire et exporter de l’électricité. Enfin, il y a la géothermie profonde stimulée, qui consiste à creuser à plusieurs kilomètres, chauffer l’eau à des centaines de degrés Celsius, la pomper à la surface et s’en servir pour faire tourner des turbines et produire une énergie essentiellement sans carbone.

L’Alberta et le Canada en général peuvent être des chefs de file mondiaux de la géothermie profonde. Il faudrait y consacrer des ressources. Dans la période de questions, nous pourrions discuter plus en détail des problèmes potentiels de la géothermie. Il s’agit cependant d’une technologie qui pourrait changer les règles du jeu. Elle procurerait de l’énergie sans carbone à toutes les sociétés du monde. Elle pourrait résoudre de nombreux problèmes actuels par une seule grande transformation énergétique.

Le président : Où en est-on actuellement?

M. Homer-Dixon : Elle est très controversée actuellement.

Le président : À cause du coût?

M. Homer-Dixon : D’abord, soyons clairs sur ce que cela suppose. Il faut creuser très profondément, pas dans la roche sédimentaire, mais dans la roche ignée. C’est difficile par forage conventionnel, mais ce n’est pas insurmontable. C’est un défi technique et de génie. En principe, rien n’empêche de résoudre ce problème.

Je peux vous donner deux exemples récents. Il y a quelques années, il y a eu un projet de géothermie profonde stimulée à Bâle, en Suisse. Ils ont creusé très profondément. Il faut creuser en profondeur, puis aller à l’horizontale et fracturer la roche parce qu’il faut injecter de l’eau dans la roche fracturée, où elle se réchauffe, et la remonter à la surface. Quand ils ont commencé à fracturer la roche, ils ont provoqué d’importants tremblements de terre.

Le président : En Suisse?

Mr. Homer-Dixon: Yes, in Basel. It was enough that the experiment was shut down. It was completely halted.

More recently, this year, the Obama administration has regarded deep geothermal as one of the most interesting possibilities for new energy sources. Significant funds for deep geothermal are included in the financial relief bill, the \$700 billion that was passed early in the year. Some of that funding was supporting a company by the name of AltaRock Energy Inc. in Northern California that was involved in an experiment in an earthquake zone.

When it became widely known, thanks to some articles in *The New York Times*, that this experiment in Basel had produced earthquakes, the U.S. Department of Energy went back and looked at the original proposal from AltaRock Energy and found that they had not been exactly forthcoming about the Basel experience. The U.S. Department of Energy said that AltaRock Energy could only drill to 12,000 feet and that they were not to “frac” the rock because that was supposed to be the source of the earthquakes. Actually, they had to go deeper.

The Chair: What region of the U.S. was this?

Mr. Homer-Dixon: This was in Northern California. The actual frac zone was somewhere in the region of 15,000 or 20,000 feet. The company was allowed to drill down to that level, but — and this is significant — they reached 12,000 feet and ran into a layer that they could not penetrate. They spent \$3 million trying to get through that layer of rock and had to eventually shut down the well because they could not get through it.

There are technical obstacles here, and a recent Massachusetts Institute of Technology — MIT — report elaborated on all the technical details. However, here is the beauty of this potential technology: You are essentially using the heat that is generated by nuclear decay in the core of the earth. That reactor is as well contained as any nuclear reactor within the solar system. It makes much more sense to simply drill down and extract the heat that is right beneath our feet instead of building nuclear reactors on the surface of the planet. If we can work that technology out, we may be able to say goodbye to the global warming problem.

I would like to see substantially enhanced levels of investment in all of these four areas that I have mentioned, but significant “risk-research” dollars on potential game-changing technologies. Most of them will not work. A large percentage of them will not work, but if we can find one or two that do, that is a real breakthrough. It could make the difference for the whole world, and it could provide industries that will bring enormous profit to Canada.

The Chair: That is it?

Mr. Homer-Dixon: Yes.

The Chair: That is fascinating stuff.

Senator Rompkey: I want to return to hydro, if I could. I noticed on the graph that the bang for the buck is not bad; it is right up there with imported oil and firewood. I do not think we

M. Homer-Dixon : Oui, à Bâle. Cela a suffi pour faire arrêter l'expérience. Les travaux se sont arrêtés complètement.

Cette année, l'administration Obama a jugé que la géothermie profonde constituait l'une des plus intéressantes possibilités de nouvelles sources d'énergie. Des fonds importants sont prévus pour la géothermie profonde dans le programme de relance économique de 700 milliards de dollars adopté au début de l'année. Une partie de ces fonds a appuyé une entreprise appelée AltaRock Energy Inc., au nord de la Californie, qui faisait une expérience dans une zone sismique.

Quand on a su, grâce à des articles publiés dans le *New York Times*, que l'expérience à Bâle avait provoqué un tremblement de terre, le département de l'Énergie des États-Unis a réexaminé la proposition d'AltaRock Energy et déterminé que l'entreprise n'avait pas été transparente au sujet de l'expérience de Bâle. Il a déclaré qu'AltaRock Energy ne pouvait creuser qu'à 12 000 pieds et qu'il ne fallait pas fracturer la roche parce que ce cela semblait être la cause des tremblements de terre. En fait, ils devaient creuser plus profondément.

Le président : C'était dans quelle région des États-Unis?

M. Homer-Dixon : Au nord de la Californie. La zone de fracture se trouvait à quelque 15 000 ou 20 000 pieds. L'entreprise a été autorisée à creuser à cette profondeur, mais — et c'est important — à 12 000 pieds, elle a atteint une couche qu'elle n'a pas pu pénétrer. Elle a dépensé 3 millions de dollars pour passer au travers de cette couche mais a dû finalement abandonner le forage parce qu'elle n'y arrivait pas.

Il y a des obstacles techniques, et un récent rapport du Massachusetts Institute of Technology — le MIT — a décrit les détails techniques. Mais la beauté de cette technologie potentielle est qu'on utilise la chaleur produite par la désintégration nucléaire dans le noyau terrestre. Ce réacteur est aussi confiné que n'importe quel réacteur nucléaire dans le système solaire. Il est beaucoup plus logique de creuser simplement dans le sol et d'extraire la chaleur qui se trouve sous nos pieds que de construire des réacteurs nucléaires sur la planète. Si cette technologie peut être mise au point, on pourrait pouvoir dire adieu au problème du réchauffement climatique.

J'aimerais voir de fortes hausses des investissements dans ces quatre domaines, mais aussi des investissements importants dans la « recherche risquée » sur des technologies qui pourraient changer les règles du jeu. La plupart d'entre elles ne fonctionneront pas. Un grand pourcentage ne fonctionnera pas, mais si l'on peut en trouver une ou deux qui fonctionnent, ce serait une véritable percée. Cela pourrait faire toute la différence du monde, et stimuler des industries qui rapporteraient gros au Canada.

Le président : C'est tout?

M. Homer-Dixon : Oui.

Le président : C'est fascinant.

Le sénateur Rompkey : J'aimerais revenir sur l'hydroélectricité, si je le peux. Je constate sur le graphique que le rendement n'est pas mal; il est aussi élevé que pour le pétrole importé et le bois

should underestimate firewood. Many rural areas in Canada are returning to firewood either for firing furnaces or stoves. Many people are heating with that.

I want to repeat the questions that I posed earlier, namely, what contribution hydro can make to the alternative energy mix. You have said in your presentation that wind, perhaps, will not be that effective in making a contribution. With the amount of hydro we have, what contribution could it make to the Canadian economy, and what do we need to do to allow it to make that contribution?

Mr. Homer-Dixon: I have a huge amount to add to what Mr. Layzell said. However, in terms of interpreting this diagram, you are suggesting by this question that you want to move that hydro ellipse to the right. You want it to make up an increasing share of the total power production for Canada, ultimately for North America, let us say.

The problem with hydro power is that certain physical limitations arise because of the nature of the landscape. You can only put dams that will generate sufficient quantities of power in certain places. Many of the best dam sites have already been used. We could start doing such things as Mr. Layzell suggested, for example, damming James Bay. However, my guess is that it would be unsalable, given the current environmental sensibilities; and in recognition that, in many cases, we make a mess out of these mega-projects and that there are unanticipated consequences that haunt us for generations to come, we could not dam James Bay.

In the United States now, we are seeing a move towards opening up damns — taking them away and allowing the rivers to run free so that fish stocks can be replenished, rather than building more dams.

Some specialists and experts would say that we have probably seen the apogee of dam construction in the world. I think that is probably not true. The exigencies of our energy problem will require us to increase hydro power. We will be using as much of it in as many ways as possible. Much of it may be micro-scale power in smaller rivers and streams with power generation systems specifically designed not to harm fish runs and ruin ecosystems. There is room for research and development in this area.

In answer to your question, ultimately, I am not convinced that hydro will be a huge component in solving our problem. It is a matter of scale. Most people do not recognize the enormous scale of our energy consumption in modern, wealthy economies. Even in areas of North America or rich countries where much hydro power is produced, hydro rarely exceeds 50 per cent of the power needs for a particular region. It might be higher in some areas, such as British Columbia or Newfoundland and Labrador, but it is still a relatively small component. I do not think that we will see that change by any significant fraction in coming decades simply

de chauffage. Je crois qu'il ne faudrait pas sous-estimer le bois de chauffage. De nombreuses régions rurales du Canada retournent au bois pour alimenter des chaudières ou des poêles. Bien des gens chauffent au bois.

Je voudrais répéter les questions que j'ai déjà posées, soit quelle contribution l'hydroélectricité peut apporter au panier d'énergies de remplacement. Vous avez déclaré dans votre exposé que l'énergie éolienne ne sera pas très efficace. Étant donné la quantité d'hydroélectricité que nous produisons, quelle contribution pourrait-elle apporter à l'économie canadienne, et que faut-il faire pour lui permettre d'apporter cette contribution?

M. Homer-Dixon : J'ai plein de choses à ajouter aux observations de M. Layzell. Mais en ce qui concerne l'interprétation de ce graphique, vous laissez entendre par cette question que vous voulez déplacer l'ellipse de l'hydroélectricité vers la droite. Vous voulez qu'elle représente une part croissante de la production totale d'énergie au Canada, et peut-être aussi de l'Amérique du Nord, par exemple.

Le problème, avec l'hydroélectricité c'est qu'il y a des limites matérielles à cause de la nature du paysage. On ne peut construire des barrages qui produisent des quantités suffisantes d'énergie qu'à certains endroits. La plupart des meilleurs emplacements pour les barrages sont déjà utilisés. On pourrait commencer à mettre en œuvre certaines des suggestions de M. Layzell, par exemple, harnacher la baie James. Mais je crois que cela ne serait pas accepté, en raison des sensibilités environnementales actuelles. Vu que ces mégaprojets sont souvent des catastrophes et que des conséquences imprévues viendraient hanter de nombreuses générations à venir, il serait impossible de harnacher la baie James.

Aux États-Unis, la tendance consiste à ouvrir les barrages — on les démantèle et on laisse les rivières couler librement pour reconstituer les stocks de poisson, au lieu de construire de nouveaux barrages.

Quelques spécialistes et experts diraient que l'apogée de la construction des barrages dans le monde est probablement derrière nous. Je pense que c'est probablement faux. Les exigences du problème énergétique nous obligeront à accroître l'hydroélectricité. Nous en utiliserons le plus possible et de toutes les manières possibles. Ce pourrait être souvent par des microcentrales sur de petites rivières et des ruisseaux, grâce à des systèmes de production conçus spécialement pour ne pas perturber les frayères à poisson et ne pas ruiner les écosystèmes. Il y a de la place pour la recherche-développement dans ce domaine.

Pour répondre à votre question, finalement, je ne suis pas convaincu que l'hydroélectricité contribuera grandement à résoudre le problème. C'est une question d'échelle. La plupart des gens ne reconnaissent pas l'échelle énorme de la consommation d'énergie dans les riches économies modernes. Même dans les régions de l'Amérique du Nord ou les pays riches qui en produisent beaucoup, l'hydroélectricité dépasse rarement 50 p. 100 des besoins en énergie de la région. C'est peut-être plus élevé dans certaines régions comme la Colombie-Britannique ou Terre-Neuve-et-Labrador, mais c'est encore une part relativement faible. Je ne

because of constraints on hydro building sites. There may be a few good dam sites left, but most have already been exploited.

Senator Rompkey: Would it be worthwhile to craft a national policy and to invest in this area?

Mr. Homer-Dixon: I think hydro can be part of the story. Micro-hydro may be an important part of the story, especially for distributed power generation in rural areas or smaller towns.

However, rather than focusing on hydro, I would let the market use its distributed intelligence and entrepreneurship. Getting a price on carbon would start to get everyone interested in what they can do to produce zero-carbon energy. If it happens to be hydro for a certain place or region, then suddenly that becomes relatively economically more interesting compared to carbon-based energy sources.

Therefore, as soon as we get a significant price on carbon, we shift the playing field toward a whole range of other energy sources — one of which might be hydro — that do not release much carbon. Then let the market sort out which is right for given jurisdictions, regions, geographical settings and industrial and urban requirements, rather than focusing specifically on hydro and having, in a sense, a hydro subsidization, tax promotion or regulatory regime that only deals with hydro.

The problem is carbon. Let us focus on carbon and hydro will be part of the solution, but probably along with dozens of other things at the same time.

Senator Rompkey: I want to turn your attention to the Arctic and energy resources there. The Arctic has approximately 12 per cent of the world's natural gas and 30 per cent of the oil. However, it is in a hostile environment that is far from markets, and the technology to get it is not proven. We also do not know how much of that will be in our territory.

Mr. Homer-Dixon: That is correct.

Senator Rompkey: If there is some in Canadian territory, what should we be doing about it?

Mr. Homer-Dixon: I could speak at length about Arctic natural gas and oil resources. The estimates you have seen and the statistics you have quoted are largely drawn from the U.S. Geological Survey, USGS. If you look carefully at the methodology used to generate those estimates, they are almost entirely statistical. In other words, they have developed probability estimates of what resources might be in the Arctic basin. In many cases, these are largely independent of any on-the-ground exploration or testing because we have not been able to do it. We have not been able to go there and actually do the seismic testing to find out what might be available. Those resources are entirely speculative at this point.

crois pas que cette part changera grandement dans les décennies qui viennent, à cause simplement des contraintes des sites où peuvent se construire les centrales. Il reste peut-être encore quelques bons endroits pour des barrages, mais la plupart ont déjà été exploités.

Le sénateur Rompkey : Serait-il utile d'élaborer une politique nationale et d'investir dans ce domaine?

M. Homer-Dixon : Je pense que l'hydroélectricité peut jouer un rôle. Les micro-centrales peuvent jouer un rôle important, surtout pour fournir de l'électricité aux régions rurales ou aux petites villes.

Mais au lieu de mettre l'accent sur l'hydroélectricité, je laisserais le marché appliquer ses connaissances et son entrepreneuriat. Fixer un prix pour le carbone commencerait à inciter tout le monde à faire tout ce qui est possible pour produire de l'énergie sans carbone. Si c'est l'hydroélectricité à un endroit donné ou dans une région donnée, soudainement elle devient relativement plus intéressante du point de vue économique que les sources d'énergie basées sur le carbone.

Par conséquent, dès qu'un prix significatif est établi pour le carbone, les règles du jeu deviennent favorables pour tout un éventail d'autres sources d'énergie — dont l'hydroélectricité — qui n'émettent pas beaucoup de carbone. On laisse ensuite le marché déterminer ce qui est bon pour des pays, régions, situations géographiques et besoins industriels et urbains donnés, au lieu de se concentrer sur l'hydroélectricité et de subventionner, en quelque sorte l'hydroélectricité, ou de promouvoir uniquement l'hydroélectricité par un régime fiscal ou réglementaire.

Le problème, c'est le carbone. Il faut se concentrer sur le carbone, et l'hydroélectricité deviendra un élément de la solution, mais probablement comme des douzaines d'autres choses en même temps.

Le sénateur Rompkey : J'aimerais attirer votre attention sur l'Arctique et les ressources énergétiques qui s'y trouvent. L'Arctique possède environ 12 p. 100 des réserves mondiales de gaz naturel et 30 p. 100 des réserves de pétrole. Mais c'est un environnement hostile, loin des marchés, et la technologie pour extraire ces ressources n'est pas prouvée. Nous ne savons pas non plus quelle part de ces ressources se trouvera sur notre territoire.

M. Homer-Dixon : C'est exact.

Le sénateur Rompkey : S'il y en a une partie sur le territoire canadien, que devrions-nous faire?

M. Homer-Dixon : Je pourrais parler pendant des heures des ressources pétrolières et gazières de l'Arctique. Les estimations que vous avez vues et les statistiques que vous citez sont tirées en grande partie du U.S. Geological Survey, USGS. Quand on examine soigneusement les méthodologies employées pour obtenir ces estimations, on constate qu'elles sont presque entièrement statistiques. Autrement dit, ils ont obtenu des estimations des probabilités des ressources qui pourraient se trouver dans le bassin arctique. Dans bien des cas, elles ne reposent pas vraiment sur l'exploration ou la prospection sur place, parce qu'il a été impossible d'en faire. On n'a pas réussi à aller sur place et à effectuer la prospection sismique pour déterminer ce qui pourrait exister. Ces ressources sont tout à fait hypothétiques pour le moment.

There is reason to believe that the estimates from the U.S. Geological Survey are wildly optimistic. Maybe there will be resources; maybe there will not. I am sceptical about how easy they will be to extract. We will possibly be drilling in an extremely hostile environment. The ice will not have completely disappeared; it will be mobile; there will be many icebergs, especially off the coast of Greenland, which is one area where there is supposedly a substantial amount of oil and gas. In some areas, we may not be able to explore at all because of higher iceberg flows. It is also possible that climate change may result in much larger Arctic storms that will impede exploration. If we have large finds, how will we get the resources out?

I do not think resources in the Arctic basin will make a material difference to the energy challenge that humankind faces at this point.

Senator Brown: Your presentation is fascinating. If we were to tap into the Earth's magma on a world scale, would not the inevitable action-reaction equation start to take place?

In Yellowstone, they tried injecting water into one of geysers that goes off every 24 hours or so.

Mr. Homer-Dixon: That is Old Faithful.

Senator Brown: Yes. The first thing they produced was what you discussed in California — a whole host of earthquakes.

If we start taking heat from the magma, it seems that sooner or later, it will turn into hard rock as we take heat away from it. The first thing we will lose is our drill bits because the magma is quite hot.

Mr. Homer-Dixon: We would not drill that deep to reach the magma. You drill to the zone just above the transition between the crust and magma from what I understand. It is still entirely solid rock.

This research, again, has a large R&D requirement. However, it may turn out that the worst places that you could engage in these types of exercises are Northern California, Yellowstone Park or the Alps because of the potential risk of earthquakes being that they are tectonic seismically active zones. Obviously, we have much to learn.

In principle, there is something relatively appealing about it. I do not know the statistic, but I would guess that the amount of energy in the Earth's core would exceed human requirements by tens of millions of times.

I do not think there would be any risk of converting magma into solid rock. That heat will be there for a long time. It is constantly generated anew because of decay of radioactive materials in the centre of the Earth.

Senator Brown: According to some experts, we are looking at a major need for much more energy and a way to find it. Your chart showed the quadrillion BTUs per year of a variety of different energy sources.

Il y a raison de croire que les estimations du Geological Survey sont beaucoup trop optimistes. Il y aura peut-être des ressources, mais peut-être pas. Je doute qu'il soit facile de les extraire. Les forages pourraient se faire dans un environnement extrêmement hostile. La glace n'aura pas disparu complètement; elle sera mobile; il y aura de nombreux icebergs, surtout au large du Groenland, une région où il y aurait, semble-t-il de grandes réserves de pétrole et de gaz. Dans certaines régions, l'exploration pourrait être tout à fait impossible, à cause des mouvements accrus des icebergs. Il se peut aussi que les changements climatiques provoquent des tempêtes beaucoup plus fortes dans l'Arctique, ce qui empêcherait l'exploration. Et même si de grandes ressources sont trouvées, comment les extraire?

Je ne pense pas que les ressources dans le bassin arctique feront une grande différence pour relever le défi énergétique auquel l'humanité est confrontée actuellement.

Le sénateur Brown : Votre exposé est fascinant. S'il était possible de puiser dans le magma terrestre à l'échelle mondiale, l'équation inévitable de l'action-réaction ne se déclencherait-elle pas?

À Yellowstone, on a tenté d'injecter de l'eau dans un des geysers qui souffle toutes les 24 heures environ.

M. Homer-Dixon : Le geysier Old Faithful.

Le sénateur Brown : Oui. Le premier résultat a été identique à ce que vous avez expliqué pour la Californie — une série de tremblements de terre.

Si l'on commence à retirer la chaleur du magma, il me semble que tôt ou tard, le magma se transformera en roche dure à mesure qu'on enlèvera la chaleur. La première chose qui se perdra, ce seront les mèches parce que le magma est très chaud.

M. Homer-Dixon : On ne creuserait pas jusqu'au magma. On creuse dans la zone juste au-dessus de la transition entre la croûte et le magma, si je comprends bien. C'est entièrement du roc solide.

Ces travaux exigent beaucoup de R-D. Mais il pourrait s'avérer que les pires endroits pour effectuer ces travaux sont le nord de la Californie, le parc Yellowstone ou les Alpes, à cause du risque potentiel de tremblement de terre dans ces zones d'activité sismique. De toute évidence, il y a beaucoup à apprendre.

En principe, c'est relativement attrayant. Je ne connais pas les statistiques, mais je dirais que la quantité d'énergie dans le centre de la Terre dépasserait des dizaines de millions de fois les besoins humains.

Je ne pense pas qu'il y aurait un risque de convertir le magma en roche solide. La chaleur sera là pendant très longtemps. Elle se régénère constamment à cause de la décomposition des matières radioactives au centre de la Terre.

Le sénateur Brown : D'après certains experts, il y a un grand besoin pour beaucoup plus d'énergie et il faut la trouver. Votre graphique indiquait des quadrillions de BTU par année, provenant de diverses sources d'énergie.

Has anyone tried to measure the quadrillion BTUs per day that we get from the sun? That would seem to be an inexhaustible source?

Mr. Homer-Dixon: Yes, it is. I am glad you have raised this point.

The amount of radiation that falls on the surface of the Earth is tens of thousands of times more than is consumed by the entirety of humankind on a daily basis.

If you refer to my last diagram, the problem with solar energy is that it is relatively diffuse. At high noon on a sunny day in the Arizona desert, you get about 1,000 watts per square metre. A good PV solar system can convert maybe 200 watts of that into electricity under ideal conditions. The rest of the world, most of the time, will generate much lower wattage per square metre. An enormous amount of energy is delivered by the sun, but it is spread out thinly over the surface of the planet. We tend to use our energy in a concentrated way; for example, in urban buildings. A skyscraper in downtown Toronto will consume thousands of watts per square meter. This is a fundamental physical mismatch between the geographical characteristics of power generation from solar energy, including wind and biomass, and those of the density of our power consumption.

The point is that to solve our problem effectively, we need energy sources that have high energy density, or we will have to reconfigure our societies entirely and spread them out across the countryside. In that way, the energy that they consume would correspond roughly to the amount of solar energy that falls on the region in which they are located. That would mean a dramatic geographical reconfiguration of our societies.

Senator Brown: A former Member of Parliament from Red Deer, Alberta, Bob Mills has been working privately in this field for 15 years or so. At his home in Red Deer, he produces more energy than he consumes. He sells his excess energy to the Alberta grid. I have not seen his home, but I hope to do so soon. He claims that he does that on cloudy days as well as on sunny days.

Mr. Homer-Dixon: I would not be surprised. Our former Finance Minister Donald MacDonald has shown me the system in his house north of Toronto that also generates more energy than he consumes.

For the intermediate period of time going out a few decades while we transition away from fossil fuels, we are looking at 30 per cent efficiency in conservation and 30 per cent renewables — wind and solar — largely for distributed production and in particular for household energy consumption. You need feed-in in tariffs, as we see in Germany and as have been implemented in Ontario, to encourage people to install solar panels on their roofs. It is an expensive outlay and would involve heavy subsidization. You have to make some judgment calls about the larger public good achieved. You will never power an aluminum smelter or an auto production plant with solar panels.

Est-ce que quelqu'un a tenté de mesurer les quadrillions de BTU par jour que fournit le soleil? Cela me semblerait une source inépuisable.

M. Homer-Dixon : Oui, elle l'est. Je suis content que vous en parliez.

La radiation qui tombe sur la surface de la Terre est des dizaines de milliers de fois plus élevée que la consommation de toute l'humanité au quotidien.

Mon dernier graphique montre que le problème de l'énergie solaire, c'est qu'elle est relativement diffuse. À midi, un jour ensoleillé dans le désert de l'Arizona, on obtient environ 1 000 watts au mètre carré. Un bon système photovoltaïque peut en convertir peut-être 200 watts en électricité dans des conditions idéales. Le reste du monde, la plupart du temps, génère une puissance beaucoup plus faible au mètre carré. Le soleil fournit une quantité énorme d'énergie, mais elle est répartie de manière diffuse sur la surface de la planète. On a tendance à utiliser l'énergie de manière concentrée, par exemple, dans les immeubles urbains. Un gratte-ciel au centre-ville de Toronto consomme des milliers de watts au mètre carré. Il y a un décalage physique fondamental entre les caractéristiques géophysiques de la production d'énergie solaire, d'énergie éolienne et de la biomasse, et celles de la densité de la consommation d'énergie.

Pour régler le problème efficacement, il faut des sources d'énergie à forte densité d'énergie, sinon il faudra reconfigurer complètement nos sociétés et les disperser dans la campagne. De cette façon, l'énergie consommée correspondrait à peu près à la quantité d'énergie solaire qui tombe dans les régions habitées. Cela supposerait une reconfiguration géographique spectaculaire de nos sociétés.

Le sénateur Brown : Un ancien député de Red Deer, en Alberta, Bob Mills, travaille par lui-même dans ce domaine depuis une quinzaine d'années. Chez lui, à Red Deer, il produit plus d'énergie qu'il n'en consomme. Il vend l'énergie excédentaire au réseau albertain. Je n'ai pas vu sa maison, mais j'espère le faire bientôt. Il prétend que cela fonctionne aussi bien les jours ennuagés que les jours ensoleillés.

M. Homer-Dixon : Cela ne m'étonnerait pas. Notre ancien ministre des Finances Donald MacDonald m'a montré le système dans sa maison au nord de Toronto qui produit lui aussi plus d'énergie que ce qui est consommé.

Pendant la période intermédiaire des quelques décennies de transition qui nous éloignera des combustibles fossiles, on vise une hausse de 30 p. 100 de l'efficacité et de la conservation et de 30 p. 100 des énergies renouvelables — éolienne et solaire — en grande partie pour la production décentralisée et pour la consommation d'énergie domestique. Il faut des tarifs d'alimentation, comme il y en a en Allemagne, et comme ceux qui ont été instaurés en Ontario, afin d'inciter les gens à installer des panneaux solaires sur leurs toits. C'est une dépense coûteuse et il faut de fortes subventions. Il faut porter un jugement sur les avantages pour le bien public. On ne réussira jamais à alimenter en électricité une aluminerie ou une usine de fabrication d'automobiles avec des panneaux solaires.

There would be a 40 per cent residual requirement for large-scale, capital-intensive, centralized, grid-distributed electrical production. That means coal-fired plants with carbon capture and storage or nuclear power. It also means electrifying our transportation system. We would have point source production of carbon dioxide in coal-fired electrical plants whereby you pump the carbon dioxide underground, generate the electricity and send it out to the transportation fleet. The current problem is that we have distributed production of carbon dioxide in our transportation fleet. You cannot put a CCS plant on the end of every tailpipe. Let us get all the cars electrified and have the carbon that is produced in the electrical power plants pumped underground.

Senator Neufeld: I will talk about transportation because that is a huge part of the CO₂ emissions everywhere. We heard earlier that you could use hydrogen, which has made quite a step forward, although it has its issue of carrying enough to get you far. However, that is an issue with electrification as well.

Mr. Homer-Dixon: Yes, that is right.

Senator Neufeld: How far ahead could electrifying our transportation system be done?

Mr. Homer-Dixon: It could happen very fast.

Senator Neufeld: I do not disagree that we should put less carbon into the atmosphere, but building these cars with batteries might not be the best thing for the environment either, given the basic construction. Would you agree?

Mr. Homer-Dixon: The total environmental impact life cycle assessment on a Toyota Prius does not look very good by the time you calculate the various things that went into it, such as the energy consumption, carbon load, toxic waste, et cetera. You are absolutely right. The committee might want to invite before the committee David Keith, the director of the Energy and Environmental Systems Group at ISEEE. He could speak with enormous knowledge on these subjects.

The Chair: He is on the list.

Mr. Homer-Dixon: Mr. Keith showed me the statistics to support the fact that delivering electrical energy to a wheel in a car is about one fifth the cost of gasoline energy. It is much cheaper. That is why, if you have a plug-in hybrid vehicle, people want to use the plug-in because they can travel from point A to point B, within the range of their battery, for much less cost than they could do it using gasoline. The main problem is range of travel for the charge in the battery.

Could hydrogen solve that problem? Hydrogen was all the rage a number of years ago. Everyone was excited about it. I was involved in a venture capital firm that was supporting the development of hydrogen technologies. Within about two years, the enthusiasm vanished for a number of reasons. Figuring out a way to transport enough hydrogen to do a significant job, such as moving a vehicle long distance from one place to another, was difficult. The storage problem is very hard to solve.

Il resterait un besoin de 40 p. 100 pour la production d'électricité sur grande échelle, à forte intensité en capital et distribuée en réseau. Cela veut dire des centrales au charbon qui séquestrent le carbone ou des centrales nucléaires. Cela veut dire également l'électrification des transports. Il y aurait une source centralisée de production de dioxyde de carbone dans les centrales au charbon, le carbone serait séquestré et l'électricité produite alimenterait le parc automobile. Le problème actuellement est que la production de dioxyde carbone est décentralisée dans le parc automobile. On ne peut pas installer une usine de séquestration au bout de chaque pot d'échappement. Électrifions les automobiles et faisons séquestrer dans le sol le carbone produit dans les centrales électriques.

Le sénateur Neufeld : Je parlerai du transport parce que c'est une grande source d'émissions de CO₂ partout. Nous avons entendu plus tôt qu'on pourrait utiliser l'hydrogène, qui a fait de grands pas en avant, malgré le problème du transport de grandes quantités pour aller loin. Mais cela pose aussi un problème pour l'électrification.

M. Homer-Dixon : Oui, c'est exact.

Le sénateur Neufeld : Dans combien de temps pourrait-on électrifier le système de transport?

M. Homer-Dixon : Cela pourrait se faire très rapidement.

Le sénateur Neufeld : Je conviens qu'il faudrait rejeter moins de carbone dans l'atmosphère, mais les automobiles électriques ne sont peut-être pas ce qu'il y a de mieux pour l'environnement, vu la construction de base, ne pensez-vous pas?

M. Homer-Dixon : L'incidence environnementale totale du cycle de vie d'une Toyota Prius n'a pas l'air très impressionnante quand on tient compte de tous les éléments, comme la consommation d'énergie, la teneur en carbone, les déchets toxiques, et cetera. Vous avez tout à fait raison. Le comité voudrait peut-être inviter David Keith, directeur du groupe des systèmes de l'énergie et de l'environnement à l'ISEEE. Il possède d'énormes connaissances dans ces domaines.

Le président : Il est sur la liste.

M. Homer-Dixon : M. Keith m'a montré les statistiques qui démontrent que fournir de l'électricité à une roue d'automobile coûte environ cinq fois moins cher que l'essence. C'est beaucoup moins cher. C'est pour cela que les propriétaires de véhicules hybrides électriques rechargeables veulent recharger la batterie, parce qu'aller du point A au point B sur la puissance de la batterie coûte beaucoup moins cher qu'avec l'essence. Le principal problème, c'est l'autonomie limitée que procure la charge de la batterie.

Est-ce que l'hydrogène pourrait résoudre ce problème? L'hydrogène avait le vent en poupe il y a quelques années. Tout le monde était emballé. J'ai travaillé pour une entreprise de capital de risque qui appuyait le développement des technologies de l'hydrogène. En moins de deux ans environ, l'enthousiasme s'est émoussé pour diverses raisons. Il était difficile de trouver comment transporter assez d'hydrogène pour exécuter une tâche importante, comme déplacer un véhicule sur une longue distance. Le problème du stockage était difficile à résoudre.

On the chart that I provided to the committee, you can see that even when hydrogen is liquefied, the volumetric density or megajoules per litre of power density in hydrogen is very low. Therefore, it is much less attractive than gasoline or diesel as a fuel because large tanks are required to store sufficient fuel to travel the distances that people are accustomed to these days.

There is a more fundamental problem. When you have hydrogen in your car, you run it through a fuel cell, generate electricity and power an electrical engine. That means efficiency losses. Why not simply put the electricity in a battery, power the electrical engine and remove those efficiency losses. With hydrogen, you are introducing another step between the energy source and the electricity at the wheel. You might as well put the electricity right into the car instead of putting hydrogen into the car and generating electricity from the hydrogen. People realized that fundamentally there was an illogic to hydrogen in transportation vehicles because of that fundamental efficiency loss. It made more sense to use straight electricity.

Senator Neufeld: I appreciate your viewpoints. I have a different viewpoint about hydrogen and what it might do in the future. We have done many experiments with it, not just in British Columbia. Ford, General Motors and Honda are experimenting as we speak. However, the same problem arises, namely, you cannot get far; and it is the same with battery-powered vehicles.

Mr. Homer-Dixon: That is right.

Senator Neufeld: I agree that we do not have a silver bullet. Many different things will have to be done. Currently, compressed natural gas is being used widely in large trucks in the transportation industry. China and the U.S. employ most of the technology that we have developed in Canada. Those things are options for the future and should remain part of the mix. Perhaps folks such as you and other people who do this work will find that silver bullet.

I see natural gas on your chart at 20:1; am I reading that chart right?

Mr. Homer-Dixon: Yes, and probably less for shale gas.

Senator Neufeld: It would be less for shale gas because it takes more energy to get shale gas.

Mr. Homer-Dixon: You drill many holes and use a large amount of high-pressure water.

Senator Neufeld: You have domestic oil from 1930 to 1970, the changes you see there, 100:1 to 30:1. Where would natural gas have been 30 years ago?

Mr. Homer-Dixon: I do not know. I would have to ask the researchers who put this together.

Senator Neufeld: Could we ask you for that?

Sur le graphique que j'ai remis au comité, on peut voir que même lorsque l'hydrogène est liquéfié, la densité volumétrique ou les mégajoules par litre de densité énergétique est très faible. Par conséquent, l'hydrogène est beaucoup moins attrayant que l'essence ou le diesel comme carburant parce qu'il faut de gros réservoirs pour stocker assez de carburant pour parcourir les distances auxquelles les gens sont habitués de nos jours.

Il y a un problème plus fondamental. Quand on a de l'hydrogène dans une automobile, il alimente une pile à combustible, produit de l'électricité et fait tourner un moteur électrique, ce qui entraîne des pertes d'efficacité. Pourquoi ne pas stocker simplement l'électricité dans une batterie, faire tourner le moteur électrique et éliminer ces pertes d'efficacité? Avec l'hydrogène, on ajoute une étape entre la source d'énergie et l'électricité à la roue. On ferait aussi bien de fournir l'électricité directement à l'automobile au lieu de mettre de l'hydrogène dans l'automobile et de produire de l'électricité à partir de l'hydrogène. On s'est aperçu que, fondamentalement, il était illogique de vouloir mettre de l'hydrogène dans les véhicules de transport à cause de cette perte fondamentale d'efficacité. Il était plus logique d'utiliser de l'électricité pure et simple.

Le sénateur Neufeld : Je comprends vos points de vue. J'ai un point de vue différent au sujet de l'hydrogène et de ce qu'il pourrait faire à l'avenir. Il y a eu de nombreuses expériences avec l'hydrogène, pas seulement en Colombie-Britannique. Ford, General Motors et Honda font des expériences, au moment où nous nous parlons. Mais le problème est le même, on ne peut pas aller loin. C'est le même problème que pour les véhicules électriques rechargeables.

M. Homer-Dixon : En effet.

Le sénateur Neufeld : Je conviens qu'il n'y a pas de solution miracle. Il y aura beaucoup de choses à faire. À l'heure actuelle, le gaz naturel comprimé est grandement utilisé dans les gros camions dans l'industrie des transports. La Chine et les États-Unis utilisent la plupart des technologies conçues au Canada. Ce sont des possibilités pour l'avenir et elles devraient rester dans le panier. Des gens comme vous et d'autres qui font ce genre de travail trouveront peut-être la solution miracle.

Sur votre graphique, le gaz naturel est à 20 pour un, si je ne m'abuse.

M. Homer-Dixon : Oui, et probablement moins pour le gaz de schiste.

Le sénateur Neufeld : Ce serait moins pour le gaz de schiste parce qu'il faut plus d'énergie pour obtenir ce gaz.

M. Homer-Dixon : On perce de nombreux trous et il faut de grandes quantités d'eau sous pression.

Le sénateur Neufeld : Pour le pétrole national de 1930 à 1970, on passe de 100 pour un à 30 pour un. Où se situait le gaz naturel il y a 30 ans?

M. Homer-Dixon : Je ne sais pas. Je devrais poser la question aux chercheurs.

Le sénateur Neufeld : Pouvons-nous vous demander de le faire?

Mr. Homer-Dixon: This chart is from a report by the Post Carbon Institute that just came out last week; it is the first time I have seen all this analysis together in one place. You are right that it is interesting to watch the trajectories over time. Coal has probably gone up. Coal has an EROEI of somewhere between 50:1 and 80:1. As we have become more efficient in blowing off the tops of mountains and getting the material out of the ground with big trucks, we have probably actually increased the energy return on energy investment. There is no reason in principle why they all have to go down, at least for a while. It would be interesting to know what has happened to natural gas. I believe it has gone down, but I do not know how much.

On the hydrogen issue, I am actually quite agnostic. The problem is range. The problem is energy storage in transportation systems. We might be able to solve that problem with hydrogen or new forms of electrical batteries, or we electrify our roadways so that you do not actually have anything more than a small battery in a car and the car clicks onto a rail in the roadway and you are off. We can solve the range problem in many ways. Let us focus on that rather than what the actual energy source for the vehicle itself will be. It is a research problem, fundamentally.

Senator Neufeld: Many options are available, remembering that all of this energy has to be generated someplace and somehow and distributed some way.

Mr. Homer-Dixon: From a public education point of view, that is important, because most people do not understand that something such as hydrogen or the electricity in a battery is only an energy vehicle not an energy source. Electrical energy has to be generated to produce the hydrogen elsewhere.

Senator Neufeld: You talked about energy storage, which we need to look at. I would suggest hydro is a great storage for electricity because the water can be stored. Almost 90 per cent of the electricity consumed in British Columbia is clean, and it is from hydro and renewables, such as wind. I do not think wind is the answer either, but renewables can be part of it. Opportunities can be found for micro-hydro where there is mountainous terrain. Where I come from, we have that, as do other parts of Canada, and it is smaller and less intrusive on the environment. Would you agree with me?

Mr. Homer-Dixon: I agree with everything you say. The only amendment I would make is that with hydro as an energy storage system, coupled with wind, for example, it all depends on whether you have the elevation, or the geographic circumstances are such that water can be pumped up to an elevation, stored in a reservoir and then used to drive turbines when the wind is not blowing. Many places simply do not have the physical characteristics proximate to areas where a great deal of wind might be generating.

Senator Neufeld: I am not talking about pumping water. I am talking about water running out of the mountains into the reservoir. We do not pump water up.

M. Homer-Dixon : Le graphique est tiré d'un rapport du Post Carbon Institute paru la semaine dernière. C'est la première fois que je vois cette analyse réunie au même endroit. Vous avez raison de penser qu'il est intéressant de suivre les trajectoires dans le temps. Le charbon a probablement monté. Le charbon a un EROEI qui varie entre 50 pour un et 80 pour un. À mesure qu'on est devenu plus efficace pour faire sauter les sommets des montagnes et transporter la matière extraite dans de gros camions, on a probablement accru le rendement sur l'énergie investie. En principe, il n'y a aucune raison pour laquelle ils doivent tous descendre, pendant un certain temps tout au moins. Il serait intéressant de savoir ce qui est arrivé au gaz naturel. Je pense qu'il a baissé, mais je ne sais pas de combien.

En ce qui concerne l'hydrogène, je suis plutôt incrédule. Le problème, c'est l'autonomie. Le problème, c'est le stockage de l'énergie dans les systèmes de transport. On pourrait peut-être résoudre ce problème avec l'hydrogène ou de nouvelles formes de batteries, ou alors on pourrait électrifier les routes afin de garder une petite batterie dans l'auto et de la recharger rapidement en cours de route. Il y a plusieurs façons de résoudre le problème, mais il faut se concentrer plutôt sur la source d'énergie du véhicule. C'est un problème de recherche, fondamentalement.

Le sénateur Neufeld : Il y a de nombreuses options possibles, mais il faut se rappeler que toute cette énergie doit être produite quelque part d'une façon ou d'une autre et être distribuée ensuite.

M. Homer-Dixon : Du point de vue de l'éducation publique, c'est important, parce que la plupart des gens ne comprennent pas que l'hydrogène ou l'électricité dans une batterie est seulement un véhicule de l'énergie, pas une source d'énergie. Il faut produire de l'énergie électrique pour pouvoir produire de l'hydrogène ailleurs.

Le sénateur Neufeld : Vous avez parlé du stockage de l'énergie, un aspect que nous devons examiner. Je pense que l'hydroélectricité est une grande façon de stocker l'électricité, parce que l'eau peut-être stockée. Près de 90 p. 100 de l'électricité consommée en Colombie-Britannique est propre. Elle vient de l'hydroélectricité et d'énergies renouvelables comme le vent. Je ne pense pas que l'énergie éolienne soit la solution, mais les énergies renouvelables peuvent en faire partie. Il y a des possibilités de minicentrales hydroélectriques lorsque le terrain est accidenté. C'est le cas d'où je viens, ainsi que dans d'autres régions du Canada. C'est plus petit et cela perturbe moins l'environnement. Êtes-vous d'accord avec moi?

M. Homer-Dixon : Je suis d'accord avec tout ce que vous dites. Ma seule réserve serait que, pour que l'hydroélectricité soit un système de stockage de l'énergie combiné à l'éolien, il faut une élévation, ou une situation géographique qui permet de pomper l'eau jusqu'à une élévation, stockée dans un réservoir et utilisée ensuite pour faire tourner les turbines lorsqu'il n'y a pas de vent. Bien des endroits ne possèdent pas les caractéristiques physiques nécessaires à proximité de lieux où il y a beaucoup de vent.

Le sénateur Neufeld : Je ne parle pas de l'eau qu'on pompe. Je parle de l'eau qui descend des montagnes dans le réservoir. On ne pompe pas l'eau.

Mr. Homer-Dixon: You use the wind when the wind is blowing to move water into a higher reservoir, and when the wind is not blowing, you use the reservoir to generate hydroelectricity.

Senator Neufeld: I am talking about huge storage reservoirs. Quebec is no different, and Manitoba is no different. There are those opportunities.

Mr. Homer-Dixon: The problem of energy storage with renewables is a central issue. With hydro, it is almost solved by definition because the energy storage is behind the dam. However, with solar and wind, it is not solved yet. We talk about pumping compressed natural gas into underground chambers, et cetera; maybe ultimately this is where hydrogen will come in. We will generate hydrogen at the energy production site where the wind turbines are located and then burn the hydrogen.

Senator Neufeld: I would like some information on the Basel experiment. I am not unfamiliar with 10,000-foot wells. Could you provide some information on the wells?

Mr. Homer-Dixon: They were down about 20,000 feet in Basel, and that is where they were heading in Northern California as well. The company in Northern California was AltaRock Energy. *The New York Times* has had two or three major articles on this in the last six months.

The Chair: We should have a session on geothermal. Transportation is such a huge factor in the current situation and with some of these new technologies being discussed. Has a new way to power airplanes been suggested or proposed? I was asked that on the weekend with respect to all this debate that is happening. I have heard most of the ideas but must have missed that. There must be something.

Mr. Homer-Dixon: Air travel is one of the toughest nuts to crack, but I am not someone who believes you have to simply eliminate flying.

The Chair: I said exactly that, that the answer is to stop flying. They cannot make any money in the airline industry.

Mr. Homer-Dixon: Being entirely speculative, our energy prices will go up substantially in coming decades. In real terms, relative to other factors of production, I would not be surprised if we see a doubling, tripling or quadrupling of energy prices because of these two pressures that I mentioned. It will induce a profound restructuring or reconfiguration of our technologies.

I would not be surprised if, by 2025-30, we start to see large quantities of non-perishable, manufactured materials and ores, et cetera, moving overseas by sail. It will be by high-tech sailing boats with the fanciest new fabrics. These will be ships as we have never seen before. They will have sails, but they will be using the most advanced technologies and computers to ensure that we extract as much energy from the wind as possible. We will see large quantities of material moving by sail within two or three

M. Homer-Dixon : On utilise le vent, quand il vente, pour faire monter l'eau dans un réservoir plus élevé et, quand il n'y a pas de vent, on se sert du réservoir pour produire de l'électricité.

Le sénateur Neufeld : Je parle des immenses réservoirs de stockage. C'est pareil au Québec et au Manitoba. Il y a des possibilités.

M. Homer-Dixon : Le problème du stockage de l'énergie est crucial dans le cas des énergies renouvelables. Pour l'hydroélectricité, il est presque résolu par définition, parce que le stockage de l'énergie se fait derrière le barrage. Mais pour l'énergie solaire et l'énergie éolienne, ce n'est pas encore résolu. Nous parlons du pompage de gaz naturel comprimé dans des chambres souterraines, par exemple. C'est peut-être là que l'hydrogène entrera en jeu. L'hydrogène sera produit sur le lieu de production de l'énergie, là où se trouvent les turbines éoliennes et l'hydrogène sera ensuite consommé.

Le sénateur Neufeld : J'aimerais avoir plus d'information sur l'expérience à Bâle. Je ne connais rien des puits à 10 000 pieds. Pouvez-vous me renseigner sur les puits?

M. Homer-Dixon : Ils sont descendus à environ 20 000 pieds à Bâle, et c'est aussi ce qu'ils voulaient faire au nord de la Californie. L'entreprise en Californie était AltaRock Energy. *The New York Times* a publié deux ou trois longs articles à ce sujet au depuis six mois.

Le président : Nous devrions avoir une séance sur la géothermie. Le transport est un facteur tellement important dans la situation actuelle et pour certaines de ces nouvelles technologies. A-t-on suggéré ou proposé une nouvelle façon de propulser les avions? On m'a posé la question la fin de semaine dernière, vu le débat actuel. J'ai entendu la plupart des idées, mais j'ai raté ce bout-là. Il doit bien y avoir quelque chose.

M. Homer-Dixon : Le transport aérien est l'un des problèmes les plus difficiles à résoudre, mais je ne fais pas partie de ceux qui croient qu'il faut simplement cesser de prendre l'avion.

Le président : C'est exactement ce que j'ai dit. La solution, c'est de cesser de prendre l'avion. Ils ne peuvent plus faire d'argent dans le secteur du transport aérien.

M. Homer-Dixon : Parce qu'ils sont tout à fait spéculatifs, les prix de l'énergie augmenteront fortement au cours des prochaines décennies. En termes réels, par rapport aux autres facteurs de production, je ne serais pas étonné si les prix de l'énergie doubleraient, tripleraient, voire quadruplaient à cause des deux pressions que j'ai indiquées. Il y aura donc une restructuration ou une reconfiguration profonde des technologies.

Je ne serais pas surpris si, d'ici 2025 ou 2030, on commençait à voir de grandes quantités de matériaux non périssables, de produits manufacturés et de minerais, par exemple, traverser les mers à la voile. Les voiliers seront d'avant-garde et les voiles, fabriquées avec les plus récents tissus. On n'aura jamais vu de bateau de ce genre auparavant. Ils auront des voiles, mais utiliseront les technologies les plus avancées et des ordinateurs de pointe pour tirer le plus d'énergie possible du vent. De grandes

decades. We will see a whole new tourist industry in sailboats, where people will take trips to the other side of the planet over periods of months rather than flying in a period of days.

The Chair: Through the Northwest Passage, of course.

Mr. Homer-Dixon: For air travel, my guess is that we will develop something along these lines: We will recognize that hydrocarbon fuels, kerosene in particular, have a certain set of properties that are ideal for air transport, in particular; namely, relatively low volatility and a high power density, as I indicated. To try to get anything approximating a reasonable range with a plane and hydrogen — and I have seen designs of these — an enormous tank sitting over the top of the passenger cabin is required, which would not entice many passengers because of past experience with hydrogen, for instance, the *Hindenburg* explosion.

My guess is that we will continue to use something similar to kerosene produced through zero-carbon processes. Similar to what Mr. Layzell said, we will generate hydrogen using a zero-carbon energy source and then combine the hydrogen with carbon dioxide from the atmosphere to produce a hydrocarbon proximate in kerosene, and we will use that in our planes. When it is burned, we would simply return the carbon to the atmosphere, so it is essentially a continuous cycle. The key is to find the zero-carbon energy source at the beginning of the process. I would not write off air travel, but it will be much more expensive.

Senator McCoy: You started to answer a question from Senator Neufeld, but I do not think you returned to it, namely, how fast the transportation system could be electrified.

Mr. Homer-Dixon: I am glad you returned to that. Again, referring to David Keith and some conversations that I have had with him, he mentioned — and he was right — that when the internal combustion engine was introduced and the first viable designs for passenger vehicles were available in the late 19th and early 20th century, the transition away from horses to cars, especially in cities, happened very fast; it happened within a period of about 15 years.

He suggests that, given the cost advantage of electricity that I spoke about before, the cost to the wheel of electricity, compared to gasoline, is about one fifth of power delivered to the wheel. If we can solve the range problem, we could see the transition very fast. There are huge economic advantages to going electric, at least with our passenger transportation fleet. Our truck transportation fleet is another story; but with our passenger transportation fleet, the turnover could happen quickly.

I am surprised that hybrid vehicles are making the inroads that they already are despite the fact that they do not offer huge economic advantages yet. Once we see a big economic advantage, the transition could happen fast. So much depends on getting the price signals right. In this case, getting the incentives right for electrical passenger transportation involves solving the range problem.

quantités de matériaux seront transportées par des voiliers d'ici deux ou trois décennies. Il y aura toute une nouvelle industrie touristique sur les voiliers, on fera le tour de la planète à la voile pendant des mois au lieu de prendre l'avion quelques jours.

Le président : Par le passage du Nord-Ouest, évidemment.

M. Homer-Dixon : Pour le transport aérien, je pense que l'évolution pourrait être la suivante : on reconnaîtra que les hydrocarbures, le kérosène en particulier, ont des propriétés qui en font un carburant idéal pour le transport aérien; soit une volatilité relativement faible et une forte densité énergétique, comme je l'ai indiqué. Pour essayer d'obtenir une autonomie de vol raisonnable avec l'hydrogène — et j'ai vu des images à ce sujet — il faut un réservoir énorme au-dessus de la cabine des passagers, ce qui ne plairait pas à beaucoup de passagers, vu les antécédents de l'hydrogène, par exemple, l'explosion du *Hindenburg*.

Je pense qu'il faudra continuer d'utiliser un carburant semblable au kérosène obtenu par des procédés sans carbone. Un peu comme l'a dit M. Layzell, on produira de l'hydrogène à l'aide d'une source d'énergie sans carbone, et on combinera ensuite l'hydrogène avec le dioxyde de carbone dans l'atmosphère pour produire un hydrocarbure semblable au kérosène, qui propulsera les avions. Une fois brûlé, le carbone retournerait simplement dans l'atmosphère, de sorte que le cycle serait continu. La clé, c'est trouver la source d'énergie sans carbone au début du processus. Je n'élimine pas le transport aérien, mais il coûtera beaucoup plus cher.

Le sénateur McCoy : Vous avez commencé à répondre à une question du sénateur Neufeld, mais je ne pense pas y être revenue, au sujet de la rapidité avec laquelle le système de transport pourrait être électrifié.

M. Homer-Dixon : Je suis content que vous y reveniez. Là encore, pour revenir à David Keith et à quelques conversations que j'ai eues avec lui, il a mentionné — et il avait raison — que lorsque le moteur à combustion a été inventé et que les premières conceptions viables de voitures sont devenues réalité à la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e, la transition du cheval à l'automobile, surtout dans les villes, s'est faite très rapidement, dans une quinzaine d'années.

Il estime que, compte tenu de l'avantage de coût de l'électricité, que j'ai évoqué plus tôt, le coût de l'énergie électrique pour mouvoir la roue, comparativement à l'essence, est environ cinq fois moins cher. Si l'on peut régler le problème de l'autonomie, la transition pourrait être très rapide. Il y a des avantages énormes à passer à l'électricité, tout au moins pour l'automobile. Pour les camions, c'est une autre histoire, mais pour l'automobile, la transition pourrait se faire très vite.

Je suis étonné de voir que les véhicules hybrides sont déjà aussi populaires malgré le fait qu'ils n'offrent pas encore d'énormes avantages économiques. Quand il y aura un grand avantage économique, la transition pourrait être très rapide. Cela dépend énormément des bons signaux de prix. Dans ce cas-ci, pour offrir les bons encouragements afin de promouvoir la voiture électrique, il faut résoudre le problème de l'autonomie.

Senator McCoy: Why would it not be the same for the trucking business?

Mr. Homer-Dixon: I would have to defer that question to experts, but my understanding is that when it comes to the sort of long haul, high power requirements for truck transportation, electrical vehicles are not adequate at that point.

Senator McCoy: Do you think it has to do with the range again?

Mr. Homer-Dixon: It is range and also power; we need huge amounts of torque, which, of course, electrical engines have. In this case, I would have to defer to people such as Mr. Layzell. However, I have seen it referenced that electrification of the truck transportation fleet presents many more problems than electrification of the passenger fleet.

Senator McCoy: I would like to spend some time going over your last diagram to understand it better, but we could do that offline.

We assume that no one does anything unless we put some incentive or compulsion in place. Certainly, that would appear to be the case. No one has done anything serious in Canada about reducing carbon; and all of our plans are about the government making it mandatory in one way or another.

I notice that you have studied this matter from the points of view of cognitive science, social psychology and complex systems theory. I think you are the first person that we have had the opportunity to speak to about that.

How valid do you think that assumption is?

Mr. Homer-Dixon: In getting the economic incentives right — and I will not talk about compulsion — they involve both carrots and sticks. There are economic advantages and disadvantages to acting in certain ways. Economic incentives from a carbon tax or some type of carbon price would make a huge difference.

Right now, in terms of the psychology of the problem, we have many people who want to do the right thing, and they do in many ways, with costs to them. They might buy a Prius, and even with the subsidies and so on, it probably costs them more money up front. Ultimately, it might not even fit their needs well because they are cramped inside; so they pay costs in various small and large ways in an attempt to make a difference.

The problem now is that our ethical impulses are pushing in one direction and our economic incentives are pushing in another direction. Our economic incentives are not encouraging us to go green, yet our ethical impulses are. We need to align the two in the same direction, and then we will get a more vigorous public response.

It is not all about economics. People make many choices because they think it is the right thing to do. However, if you are pushing against economics, it makes those ethical impulses very difficult to act on. It makes it a very steep hill to climb.

Le sénateur McCoy : Pourquoi serait-ce différent pour le camionnage?

M. Homer-Dixon : Je devrais renvoyer la question aux experts, mais si je comprends bien, sur les longues distances, les besoins de forte puissance du camionnage rendent les véhicules électriques inadaptés pour le moment.

Le sénateur McCoy : Pensez-vous que c'est aussi une question d'autonomie?

M. Homer-Dixon : C'est une question d'autonomie et de puissance; il faut une très grande force motrice, que possèdent évidemment les moteurs électriques. Je devrais renvoyer la question à des gens comme M. Layzell. Mais j'ai lu que l'électrification des camions est beaucoup plus problématique que celle des automobiles.

Le sénateur McCoy : J'aimerais revenir sur votre dernier graphique pour mieux le comprendre, mais nous pouvons le faire après la séance.

On suppose que personne ne fait quoi que ce soit à moins qu'il ait un encouragement ou une compulsion. Il semble bien en être ainsi. Personne n'a fait quoi que ce soit de sérieux au Canada pour réduire le carbone, et tous nos plans vont dans le sens d'une obligation quelconque imposée par le gouvernement.

Je constate que vous avez étudié cette question du point de vue de la science cognitive, de la psychologie sociale et de la théorie des systèmes complexes. Je pense que vous êtes le premier à venir nous en parler.

Quelle est la validité de cette hypothèse, selon vous?

M. Homer-Dixon : Pour obtenir les bons encouragements économiques — et je ne parlerai pas de la compulsion — il faut des carottes et des bâtons. Il y a des avantages et des inconvénients économiques à agir de certaines façons. Les encouragements économiques liés à une taxe carbone ou à un prix du carbone feraient une énorme différence.

À l'heure actuelle, en ce qui concerne la psychologie du problème, il y a beaucoup de gens qui veulent faire ce qui est bien, et ils le font de plusieurs manières en assumant le coût. Ils peuvent acheter une Prius, même sans subvention, alors leur voiture leur coûte probablement plus cher au départ. Au bout du compte, elle ne répond peut-être pas à leurs besoins, parce qu'ils sont serrés à l'intérieur, alors ils paient des coûts de diverses façons, petites ou grandes, afin de tenter de faire une différence.

Le problème, maintenant, c'est que les impulsions éthiques poussent dans une direction et les encouragements économiques poussent dans une autre. Les encouragements économiques n'incitent pas à devenir plus écologiques, mais les impulsions économiques, si. Il faut aligner les deux dans le même sens. La réaction publique sera alors plus vigoureuse.

Ces n'est pas seulement une question économique. Les gens font des choix parce qu'ils pensent que c'est la bonne chose à faire. Mais si les encouragements économiques vont dans le sens opposé, il est très difficile de suivre les impulsions éthiques. La pente est très dure à monter.

You have asked the question about cap and trade versus taxes. I agree completely with what Mr. Layzell said. Taxes are harder to gain, and cap and trade will introduce huge bureaucracies — ironically, because it is generally the preferred approach. However, it is much more burdensome in terms of bureaucracies and institutional infrastructure.

The main thing is that I do not care what is done, but we have to get across to people — and this is stated in moral terms — that they need to pay a price for using the atmosphere as a garbage dump for their carbon, just as we pay a price to use the local landfill for our garbage.

In Fergus, Ontario, I have to go to the local grocery store and buy these little yellow plastic bags for \$1.50 each; I put all my household garbage in there and put it out on the curb. That is a user-pay system. Houses that used to generate a dozen black bags of garbage every week are down to one or two; it makes a real difference.

You then start to invoke some of this ethical impulse. People start to think how little garbage can we throw out if we start working on it. It is amazing how many people, especially with kids in their families, have these conversations and have a little game with themselves about how much they can reduce.

You need to get the economic incentives pushing in the same direction as the ethical impulse. If you frame this in terms of paying a price for using the atmosphere as a carbon sink, a user-pay strategy works. Then you can ditch the whole language about taxes and talk about it in terms of user pays.

You need to reframe this problem. It has been framed in such a way that it has poisoned the politicians. I think it can be reframed; it is about how you explain it to people. Then you can start working with people's better nature, instead of their worse nature.

The Chair: Senator McCoy, you have unmasked our first real, live energy shrink here. It is great stuff.

Thank you, sir, for being so thoughtful. Your approach is unique and very instructive to us as we proceed with our studies.

We will now go off air and ask the senators to stay for a few minutes to deal with the budget.

Colleagues, we are considering the supplementary budget that we require with respect to our study from now until the end of the fiscal year. As I suggested earlier, we had a little glitch, but it is not that serious. Many aspects are involved when we go on the road, as we will do, to British Columbia, Senator Neufeld. It is essential to have the translators and all the paraphernalia and equipment that goes with that.

For reasons that really are not relevant, we did not have it in our documentation when we went to the committee. However, we have prepared a supplementary budget. In so doing, we have

Vous avez posé la question du plafonnement et de l'échange par rapport aux taxes. Je suis tout à fait d'accord avec M. Layzell. Les taxes sont plus difficiles à faire accepter, et le plafonnement et l'échange créeront d'énormes bureaucraties — ironiquement, parce que c'est généralement l'approche préférée. Mais elle est beaucoup plus lourde du point de vue des bureaucraties et des infrastructures institutionnelles.

Essentiellement, la solution choisie m'importe peu, mais il faut faire comprendre aux gens — et je le dis en termes moraux — qu'ils doivent payer un prix pour utiliser l'atmosphère comme poubelle pour leur carbone, tout comme on paie un prix pour jeter ses déchets dans le dépotoir local.

À Fergus, en Ontario, je dois aller à l'épicerie locale et acheter de petits sacs en plastique jaune qui coûtent 1,50 \$ chacun. J'y mets mes déchets ménagers et je les dépose au bord du trottoir. C'est un système d'utilisateur-payeur. Les ménages qui avaient l'habitude d'avoir une douzaine de sacs noirs de déchets par semaine en ont maintenant seulement un ou deux; cela fait une vraie différence.

On commence ensuite à jouer sur les impulsions éthiques. Les gens commencent à penser qu'on peut vraiment réduire la quantité de déchets quand on s'y met. C'est renversant de voir combien de gens, surtout avec les enfants dans les familles, ont ces conversations et transforment la réduction des déchets en un jeu.

Il faut que les encouragements économiques aillent dans le même sens que les impulsions éthiques. Si on la présente comme un prix à payer pour l'utilisation de l'atmosphère comme puits de carbone, une stratégie d'utilisateur-payeur fonctionne. On peut ensuite aborder les taxes et les présenter dans la perspective de l'utilisateur-payeur.

Il faut présenter le problème autrement. On l'a présenté d'une manière qui a empoisonné les politiciens. Je pense qu'on peut le présenter autrement; il faut savoir comment l'expliquer aux gens. On peut ensuite commencer à travailler avec le bon côté des gens, au lieu de leur mauvais côté.

Le président : Sénateur McCoy, vous avez révélé le premier psychiatre de l'énergie. C'est formidable.

Merci, monsieur, pour ces remarques judicieuses. Votre approche est unique et très instructive pour nous faire avancer dans nos études.

Nous quitterons les ondes et demanderons aux sénateurs de rester quelques minutes pour discuter du budget.

Chers collègues, nous examinons le budget supplémentaire dont nous avons besoin pour poursuivre cette étude jusqu'à la fin de l'exercice. Il y a eu un petit pépin, mais ce n'est pas grave. De nombreux aspects entrent en jeu quand nous partons en tournée, comme nous le ferons lorsque nous irons en Colombie-Britannique, sénateur Neufeld. Il est essentiel d'avoir les traducteurs et tout le matériel qui va avec.

Pour des raisons qui ne sont pas pertinentes, cela ne figurait pas dans notre documentation lorsque nous avons présenté le budget au comité. Mais nous avons préparé un budget

included several other small things, for example, a provision for advertising, which may be necessary for the local media if we are holding public hearings.

The supplementary asks for about \$35,000, which we already warned the committee about the other day. We thought we could do it without having to go through the committee again, but we could not, so I need your approval. Would someone like to move it?

If anyone has questions, Ms. Gordon is here. I will read it: Is it agreed that the special study supplementary budget application for our energy sector study, for the fiscal year ending March 31, 2010, be approved for submission to the Standing Committee on Internal Economy, Budgets and Administration?

If I have that motion and it is duly seconded, then we can discuss it.

Senator Mitchell: I will move it.

Senator Neufeld: I will second it.

The Chair: It is moved and seconded. Who had a question?

Senator Mitchell: It was me moving it.

The Chair: There are no questions. All in favour?

Hon. Senators: Agreed.

The Chair: I see it is unanimous. Thank you very much. It was a great session tonight. I will be absent on Thursday morning but Senator Mitchell will chair the meeting. I will read the transcript carefully the next day.

I want to say to those of you who are still here that I went to the Copenhagen briefing meeting, for a group that is now known as the ministers' advisory group. There were 27 of us there, including CEOs. I was the only lowly political person there, other than one or two of the minister's staff. They were university presidents and high-class people. The minister was terrific, as were the ambassador to the environment, Michael Martin, and the other person from Foreign Affairs and International Trade Canada. I think this thing is on track. It is not just what you read in the newspapers. This government does seem to be seriously engaged and wants to make a difference. Forty professional bureaucrats are in the negotiating team — they were not there — that is going. This is big business, and I will keep you posted all the way along.

(The committee adjourned.)

supplémentaire. Nous en avons profité pour inclure quelques autres petites choses, par exemple, un montant pour la publicité, qui pourrait être nécessaire pour les médias locaux si nous avons des audiences publiques.

Le budget supplémentaire demande environ 35 000 \$, comme nous en avons prévenu le comité l'autre jour. Nous pensions pouvoir agir sans passer à nouveau par le comité, mais ce n'est pas possible, alors j'ai besoin de votre approbation. Est-ce que quelqu'un veut faire une proposition?

Si quelqu'un a des questions, Mme Gordon est ici. Je lis le texte : Il est convenu que la demande supplémentaire d'autorisation de budget aux fins de son étude spéciale sur le secteur de l'énergie, pour l'exercice se terminant le 31 mars 2010, soit approuvée pour être présentée au Comité permanent de la régie interne, des budgets et de l'administration.

Si j'ai une motion et qu'elle est dûment appuyée, nous pourrions alors en discuter.

Le sénateur Mitchell : Je la propose.

Le sénateur Neufeld : Je l'appuie.

Le président : Elle est proposée et appuyée. Qui avait une question?

Le sénateur Mitchell : C'est moi qui ai fait la proposition.

Le président : Pas de questions. Tout le monde est d'accord?

Des voix : D'accord.

Le président : Je vois que la décision est unanime. Merci beaucoup. Nous avons eu une formidable séance ce soir. Je serai absent jeudi matin, mais le sénateur Mitchell présidera la séance. Je lirai le compte rendu avec soin le lendemain matin.

Je voudrais dire à tous ceux d'entre vous qui sont encore ici que je suis allé à la séance d'information sur Copenhague, à l'intention d'un groupe maintenant connu sous le nom de groupe consultatif du ministre. Nous étions 27, dont des PDG. J'étais le seul à avoir des liens avec la politique, à part un ou deux membres du personnel du ministre. Il y avait des recteurs d'université et des sommités. Le ministre a été formidable tout comme l'ambassadeur à l'environnement, Michael Martin, et l'autre personne des Affaires étrangères et du Commerce international. Je pense que c'est bien parti. Ce n'est pas seulement ce qu'on lit dans les journaux. Le gouvernement semble engagé sérieusement et veut faire une différence. Quarante bureaucrates professionnels font partie de l'équipe de négociation — ils n'étaient pas présents — qui va à Copenhague. C'est une grosse affaire et je vous tiendrai toujours au courant.

(La séance est levée.)

OTTAWA, Thursday, December 3, 2009

The Standing Senate Committee on Energy, the Environment and Natural Resources met this day at 8:05 a.m. to examine and report on the current state and future of Canada's energy sector (including alternative energy).

Senator Grant Mitchell (*Deputy Chair*) in the chair.

The Deputy Chair: Good morning. I want to welcome everyone in the committee room and those viewing this on television to the Standing Senate Committee on Energy, the Environment and Natural Resources. I am Grant Mitchell, a senator representing Alberta and the deputy chair of this committee. I am chairing the meeting today in the absence of the chair, the Honourable Senator Angus from Quebec.

Before we start today, I will go around the table and introduce those who are in attendance at the meeting. With us are Marc LeBlanc and Sam Banks are Library of Parliament analysts who give us tremendous support, research, insight and background into what we do; Senator Pana Merchant from Saskatchewan; Lynn Gordon is clerk of the committee and makes it run exceptionally well; Senator Judith Seidman is a relatively new senator from Quebec; Senator Daniel Lang from the Yukon; and Senator Bert Brown from Alberta.

On June 4, 2009, this committee asked for and received the authorization of the Senate to examine and report on the current and future state of Canada's energy sector, including alternative energy. We will also provide insight into the impact of climate change on our energy sector and future energy configuration. We are at the beginning of the study. Today is our seventh meeting on the subject.

I am pleased to introduce another excellent witness to join those who have already participated in our study. Our witness is Dr. Robert Evans. He is a professor of mechanical engineering in the Faculty of Applied Science at the University of British Columbia. He is a former director and current member of the Clean Energy Research Centre of the University of British Columbia. He holds the position of Methanex Professor of Clean Energy Research.

Dr. Evans teaches undergraduate and graduate courses in applied thermodynamics, heat transfer and energy conversion. He conducts research on energy conversion systems, internal combustion engines and turbo-machinery. He was the inaugural director of the Clean Energy Research Centre at UBC that undertakes research on clean energy technologies with a view to providing sustainable energy for B.C., Canada and the world while reducing the environmental impact of the use of energy.

OTTAWA, le jeudi 3 décembre 2009

Le Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles se réunit aujourd'hui, à 8 h 5, pour examiner l'état actuel et futur du secteur de l'énergie au Canada (y compris des énergies de remplacement) et en faire rapport.

Le sénateur Grant Mitchell (*vice-président*) occupe le fauteuil.

Le vice-président : Bonjour. Je souhaite la bienvenue à tous ceux qui se trouvent dans la salle de réunion du comité et à ceux qui regardent à la télévision cette réunion du Comité sénatorial permanent de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles. Je suis le sénateur Grant Mitchell; je représente l'Alberta et je suis le vice-président du comité. Je préside la réunion d'aujourd'hui en l'absence du président, le sénateur Angus, du Québec.

Avant que nous ne commençons, je vais faire un tour de table pour présenter tous ceux qui participent à la réunion. Voici Marc LeBlanc et Sam Banks, analystes à la Bibliothèque du Parlement, dont les travaux de recherche et les connaissances sont d'un soutien indispensable pour notre travail; le sénateur Pana Merchant, de la Saskatchewan, Lynn Gordon, greffière du comité, qui fonctionne particulièrement bien sous sa férule; le sénateur Judith Seidman, du Québec, dont la nomination est relativement récente, le sénateur Daniel Lang, du Yukon; et le sénateur Bert Brown, de l'Alberta

Le 4 juin 2009, notre comité a demandé l'autorisation du Sénat d'examiner l'état actuel et futur du secteur de l'énergie au Canada (y compris les énergies de remplacement) et d'en faire rapport, autorisation qui lui a été accordée. Nous allons également présenter nos observations sur l'impact des changements climatiques sur notre secteur de l'énergie et sur la configuration énergétique de l'avenir. Nous en sommes au tout début de l'étude. C'est la septième fois que nous nous réunissons à ce sujet.

Je suis heureux de présenter un autre excellent témoin, qui joint les rangs de ceux qui ont déjà participé à notre étude. Il s'agit du professeur Robert Evans. Il est professeur de génie mécanique à la faculté de Sciences appliquées de l'Université de la Colombie-Britannique. Il est un ancien directeur et membre actuel du Centre de recherche sur l'énergie propre de l'Université de la Colombie-Britannique. Il occupe le poste de professeur en recherche sur l'énergie propre Methanex.

Le professeur Evans donne des cours à des étudiants de premier et de deuxième cycles en thermodynamique appliquée, en transfert thermique et en conversion de l'énergie. Il effectue des recherches sur les systèmes de conversion de l'énergie, les moteurs à combustion interne et les turbomachines. Le professeur Evans a été le premier directeur du Centre de recherche sur l'énergie propre de l'Université de Colombie-Britannique, un des principaux centres de recherche sur les technologies d'énergie propre visant à assurer l'approvisionnement énergétique plus durable pour la C.-B., le Canada et le reste du monde, tout en réduisant l'impact environnemental de la consommation énergétique.

A particular interest of Dr. Evans is the intersection between energy technology and energy policy. This is a perfect application for the study that we are undertaking at this time. He is author of the award-winning book *Fueling our Future: An Introduction to Sustainable Energy* published by Cambridge University Press.

I would ask Dr. Evans to proceed with his presentation. Then we will open it up to questions from members of the committee.

Robert Evans, Professor, Mechanical Engineering, University of British Columbia: Good morning, honourable senators. It is a privilege and a pleasure for me to be here this morning. I would like to congratulate the committee on embarking on this study. It is a very ambitious and important study for Canada to look at the complete energy sector. I look forward to following your progress over the next two years that you will be working on this.

I have a presentation, and you have copies of it in paper form. I am sorry; there are many slides. I will go over many of them quickly. If there are questions, we can stop, and I would be happy to answer questions as we go along, or we can do that at the end. I am sorry for this bright blue colour, which is one of the UBC colours.

Senator Lang: There is nothing wrong with the colour blue.

Mr. Evans: I am glad to hear it. I will go fairly quickly, but if I am too fast, stop me and we can have some more discussion.

There are four ways to combat climate change, from my perspective. This will be a fairly top-level talk, looking at the basic concepts without drilling down too deeply into many of the details.

Just before we met, I was chatting with Senator Mitchell, and I said that I think this is really important for the general public to try to step back and understand the basics of energy use, how we use energy and where that energy comes from. Too often, we drill down into details without standing back and looking at the big picture, so I will spend most of my time talking about these big picture ideas.

I will say a bit about the climate problem. Although I am not a climate scientist or an expert in climate modelling, I am happy to field questions, if there are any. Also, I will talk a bit about what I see the problem being, together with the four ways to combat climate change, and deal more specifically with the technical aspects of that. I will introduce the energy conversion chain, which is an important and simple to understand technical concept that gives the background on how we use energy and how we might make changes in that.

Le professeur Evans s'intéresse tout particulièrement au lien entre la technologie de l'énergie et la politique énergétique. C'est la mise en application idéale pour l'étude que nous menons présentement. Il est l'auteur du livre primé *Fueling Our Future : an Introduction to Sustainable Energy*, publié par les Presses de l'Université de Cambridge.

Je vais maintenant demander au professeur Evans de présenter son exposé. Les membres du comité pourront ensuite poser des questions.

Robert Evans, professeur, génie mécanique, Université de la Colombie-Britannique : Bonjour, honorables sénateurs. C'est un privilège et un plaisir pour moi d'être parmi vous ce matin. J'aimerais féliciter le comité d'avoir entrepris cette étude. Il s'agit d'une étude très ambitieuse et très importante qui permettra au Canada de se pencher sur son secteur énergétique dans son entier. Je suivrai avec intérêt les progrès que vous ferez au cours des deux prochaines années que vous consacrerez à cette tâche.

J'ai un exposé à vous présenter, dont vous avez une copie sur support papier. Vous m'excuserez; il y a beaucoup de diapositives. Je vais survoler bon nombre d'entre elles rapidement. S'il y a des questions, nous pourrions arrêter, et je me ferai un plaisir d'y répondre au fur et à mesure, ou encore à la toute fin. Je suis désolé de ce fond d'écran bleu vif, c'est l'une des couleurs de l'Université de la Colombie-Britannique.

Le sénateur Lang : Il n'y a rien de mal avec le bleu.

M. Evans : Je suis content de vous l'entendre dire. Je vais présenter mon exposé plutôt rapidement, mais si je vais trop vite, arrêtez-moi et nous pourrions discuter.

Il y a quatre façons de lutter contre les changements climatiques, à mon avis. Ce sera une discussion d'assez haut niveau, où nous examinerons les notions élémentaires, sans trop approfondir les nombreux détails.

Juste avant notre réunion, je causais avec le sénateur Mitchell, et je lui disais que je pense qu'il est vraiment très important que le grand public prenne un peu de recul et comprenne les notions élémentaires de la consommation d'énergie, de la manière dont nous la consommons et de sa provenance. Trop souvent, nous donnons une foule de détails sans prendre de recul pour regarder la vue d'ensemble; je vais donc passer la plus grande partie de mon exposé à vous parler de ces idées qui forment la vue d'ensemble.

Je vais parler un peu du problème des changements climatiques. Même si je ne suis pas un scientifique en climatologie ni un spécialiste de la modélisation climatique, je ferai de mon mieux pour répondre à vos questions, s'il y en a. Je vais également parler un peu de ce que j'estime être le problème, ainsi que des quatre manières pour lutter contre les changements climatiques; nous parlerons plus précisément des aspects techniques. Je vais présenter la notion de chaîne de conversion de l'énergie, une notion technique importante et simple à comprendre qui explique le contexte de la manière dont nous consommons l'énergie et des changements que nous pourrions y apporter.

Most of my time will be spent on the final point, talking about challenges and how we might move to a more sustainable energy system.

The main problems are global warming and energy resources. Our fossil fuel resources, which make up 80 per cent of the energy demand in Canada — in fact, 80 per cent of the demand worldwide — are being depleted. These are non-renewable resources, and, ultimately, they will be depleted. That is a long-term issue.

The last point on this slide is important and perhaps not as well understood as it should be. That is that people like using energy the way they do now and not having worry about it — such as plugging their computer into the wall and not worrying about where that energy comes from. They like getting into their car and driving wherever they want to go without worrying about that. That is a real issue as well.

The next two slides are plots of CO₂ emissions from our neighbours to the south. The red bar is the Kyoto target that the U.S. would have had if they had signed onto Kyoto — 7 per cent below the 1990 levels. These levels go from 1990 out to 2007. There has been a continuous increase in CO₂ emissions, with minor fluctuations, depending on the economy and the demand for energy, and on climate.

We sometimes feel that we know how to do these things better in Canada. Then you look at the Canadian chart below it. Essentially, you divide by 10 and get the same chart. You can see the steady increase in CO₂ emissions, so we do not have much to brag about in that department.

Our Kyoto target, which we did sign onto — is 6 per cent below 1990 levels in the next couple of years. You can see that we will not reach that target. It will be a challenge to bring CO₂ down.

From my perspective, we can do only four things to reduce the CO₂ contribution that comes from using fossil fuels for 80 per cent of our energy needs. The first thing is to use less energy. These are largely lifestyle changes. People can walk, ride a bike or take transit rather than driving their car, for example. They can turn the thermostat down at home. It is just individuals using less energy. It sounds simplistic, but it is often difficult to get people — especially millions of people — to change habits of a lifetime.

The second important point is to use energy more efficiently. There is a great deal of waste in the way we use energy now, and we could increase efficiency. This is often called the “low-hanging fruit.” It is probably not the most exciting aspect if you are an engineer working in the business, but it is where the biggest bang

Enfin, je passerai la plus grande partie de mon temps à parler du dernier point c'est-à-dire des obstacles à surmonter et de la manière dont nous pourrions passer à un système énergétique plus durable.

Les deux principaux problèmes sont le réchauffement climatique et les ressources énergétiques. Nos combustibles fossiles, qui composent 80 p. 100 de la demande énergétique canadienne — en réalité, 80 p. 100 de la demande mondiale — s'épuisent. Il s'agit de ressources non renouvelables et, au bout du compte, elles s'épuiseront. Il s'agit d'un enjeu à long terme.

Le dernier élément sur cette diapositive est important, et peut-être qu'il n'est pas aussi bien compris qu'il devrait l'être. C'est que les gens adorent consommer de l'énergie comme ils le font maintenant, sans avoir à s'en préoccuper — comme de brancher la prise de leur ordinateur sans avoir à se préoccuper de la provenance de cette énergie. Ils aiment embarquer dans leur voiture et se rendre là où ils veulent aller sans avoir à y penser. Cela aussi, c'est un véritable problème.

Les deux prochaines diapositives sont des diagrammes illustrant les émissions de CO₂ de nos voisins du Sud. La barre rouge est la cible de Kyoto que les États-Unis auraient eu à respecter s'ils avaient signé l'accord, soit 7 p. 100 en deçà des niveaux de 1990. Les niveaux sur le diagramme vont de 1990 à 2007. Il y a eu une augmentation continue de l'émission de CO₂, caractérisée par des fluctuations mineures, en fonction de l'économie, de la demande énergétique et de la météo.

Ici, au Canada, nous avons parfois l'impression que nous faisons mieux. Regardons donc le diagramme canadien. Pour l'essentiel, si l'on divise par 10, on obtient le même diagramme. Vous constatez l'augmentation continue des émissions de CO₂, alors il n'y a pas de quoi se vanter dans ce domaine.

La cible de Kyoto que nous nous sommes engagés à atteindre par notre signature de l'accord est de 6 p. 100 en deçà des niveaux de 1990 au cours des prochaines années. Vous pouvez constater que nous n'allons pas atteindre cette cible. Ce sera un défi d'abaisser les émissions de CO₂.

De mon point de vue, il n'y a que quatre façons de réduire l'apport de CO₂ qui provient de la consommation de combustibles fossiles pour 80 p. 100 de nos besoins énergétiques. La première chose à faire consiste à consommer moins d'énergie. Il s'agit là en grande partie de changements touchant notre mode de vie. Par exemple, plutôt que de conduire leur voiture, les gens peuvent marcher, prendre leur bicyclette ou le transport en commun. Ils peuvent baisser le thermostat de leur résidence. Il s'agit tout simplement que chaque personne consomme moins d'énergie. Cela peut sembler simpliste, mais il est parfois difficile de convaincre des gens — plus particulièrement des millions de gens — de changer les habitudes d'une vie.

Le deuxième aspect important consiste à consommer de l'énergie de manière plus efficace. Notre consommation actuelle d'énergie entraîne énormément de gaspillage, et nous pourrions augmenter l'efficacité de notre consommation. Cela s'appelle souvent « la solution la plus accessible ». Ce n'est sans doute pas l'aspect le plus

for your buck likely comes from — increasing energy efficiency, such as in building energy use, for example.

Potentially, we can capture and store CO₂. I know we have senators from Alberta here. This is a hot topic in that province, and particularly in other fossil-fuel-producing regions of the world. I will say a little more about that, but I am not an expert in this area.

The challenge, as I see it, if you look at our oil consumption, for example, is that one third of Canada's energy consumption is in the form of oil. Essentially, all of that oil is used for transport applications, and you will not be able to capture and store CO₂ from moving vehicles. A huge chunk is not amenable to carbon capture and storage.

Natural gas makes up another one third of our total energy consumption in Canada. Most of that is used to heat buildings such as this and individual homes across the country. Again, you will not be successful in capturing and storing the carbon dioxide provided in those applications.

You are left with a relatively small use of fossil fuels in large stationary power plants, for example, or big central plants, and the CO₂ emitted from processing plants — from oil refineries, oil upgraders and similar things. A huge portion of fossil fuels, by far the majority, simply is not amenable to carbon capture and storage.

The final point, which I will spend more time on, is that we can switch away from fossil fuels to the other two sources of energy. Only three sources of energy exist: fossil fuels, renewable energy and nuclear power. Everything we do comes from one of those three sources. Therefore, the other approach is to try to switch away from fossil fuels to renewables and nuclear power.

That brings me to the energy conversion chain on the next two slides. Slide 9 is the only technical slide I have; it is the only mention of thermodynamics at any point in my presentation, I am sure you will be happy to hear.

The concept of energy use is not well understood by the public. The fact is that energy does not disappear. There is a fixed amount of energy, and we are always converting it from one form to another for our needs. For example, we take the chemical energy stored in fossil fuel, burn the fossil fuel and break the carbon-hydrogen bond, extracting that energy. The result is mechanical work, for example, to drive a vehicle, and then the energy is left over as very low-grade heat. That is not available for our use because it is too low grade.

excitant pour un ingénieur qui travaille dans ce domaine, mais c'est sans doute là que l'on obtient le meilleur rendement sur l'investissement — en augmentant l'efficacité énergétique, comme, par exemple, en surveillant la consommation d'énergie des édifices.

Nous avons la capacité de capter et de stocker du CO₂. Je sais que des sénateurs de l'Alberta se trouvent parmi nous. Il s'agit d'un sujet qui soulève les passions dans cette province, ainsi que dans d'autres régions du monde qui produisent des combustibles fossiles. J'en parlerai un peu plus, mais je ne suis pas un expert de ce domaine.

À mon avis, le défi qu'il nous faut relever, si l'on examine par exemple notre consommation de pétrole, c'est que le tiers de la consommation énergétique canadienne prend la forme de pétrole. Pour l'essentiel, tout ce pétrole sert dans des applications de transport, et on ne serait pas en mesure de capter et de stocker le CO₂ émis par des véhicules en mouvement. Une très grosse partie du CO₂ disponible ne se prête pas au captage et au stockage.

Le gaz naturel compte pour un autre tiers de notre consommation énergétique totale au Canada. La majeure partie de ce gaz sert à chauffer des bâtiments comme celui dans lequel nous nous trouvons ainsi que des résidences individuelles partout au pays. Encore une fois, vous n'arriverez pas à capter et à stocker le CO₂ émis dans ces applications.

Cela nous laisse avec une consommation relativement petite de combustibles fossiles dans de grosses centrales stationnaires, par exemple, ainsi que le CO₂ émis par des usines de traitement — par des raffineries de pétrole, des usines de traitement du pétrole et autres usines du genre. Une énorme proportion des combustibles fossiles, la très grande majorité, ne se prêtent tout simplement pas au captage et au stockage du CO₂.

Le dernier aspect, que je compte approfondir, c'est le fait que nous pouvons délaissier les combustibles fossiles pour nous tourner vers deux autres sources d'énergie. Il n'y a que trois sources d'énergie qui existent : les combustibles fossiles, l'énergie renouvelable et l'énergie nucléaire. Tout ce que nous faisons provient de l'une de ces trois sources. Par conséquent, notre approche consiste à délaissier les combustibles fossiles pour nous tourner vers les énergies renouvelables et le nucléaire.

Ce qui m'amène à vous parler de la chaîne de conversion de l'énergie présentée sur les deux prochaines diapositives. La diapositive 9 est la seule diapositive technique que je vais vous présenter; je suis convaincu que vous serez heureux d'apprendre que c'est la seule mention que je ferai de la thermodynamique dans mon exposé.

Le public comprend mal la notion de consommation d'énergie. Ce qu'il faut savoir, c'est que l'énergie ne disparaît pas. Il y a une quantité fixe d'énergie, et nous sommes constamment en train de la convertir d'une forme à l'autre pour répondre à nos besoins. Par exemple, nous prenons l'énergie chimique emmagasinée dans un combustible fossile, brûlons ce combustible pour rompre le lien carbone-hydrogène afin d'extraire cette énergie. Cela produit un travail mécanique qui permettra, par exemple, de mettre un véhicule en mouvement; l'énergie qui reste prend la forme de chaleur à très basse température. Nous ne pouvons pas utiliser cette chaleur parce qu'elle ne contient pas suffisamment d'énergie.

Slide 10 looks a little complex, but it is a very simple concept. I like to use this to picture how we use energy and how we get from the primary source of energy through to the end needs and where we use the energy ultimately. If you start with the block in the top left-hand corner, these are the primary energy sources. Again, there are only three — fossil fuels, nuclear energy and renewable energy.

Everything we do is down in the bottom right-hand corner. That is where we need energy — to provide our transportation, fuel our industry and heat and light commercial and residential buildings. For everything we do in that bottom right-hand corner, the energy ultimately must come from one of those three sources in the top left-hand corner.

You can trace it through the chain to see what happens when we take these conversion steps. If you start back at the energy sources, first you go through a processing step. I will use oil as the example. Ultimately, we use that to power a car. The oil is processed in a refinery and turned into an energy carrier.

Today, we currently use only three energy carriers. After the processing step, the oil is turned into gasoline or diesel fuel, for example. That is one of the carriers, the petroleum products. The other two carriers we use are natural gas, which just has a little processing to remove sulphur and impurities, and electricity.

I have a question mark there next to hydrogen because that has been one in the news over many years. I will spend a bit more time talking about that and trying to explain why hydrogen will not be a significant energy carrier in the future.

If we go from those three carriers, often we want to store the energy. The fuel tank in your car stores the gasoline, and then you take that stored energy and go through a final end-use conversion step. The engine in your car converts the chemical energy in that gasoline into mechanical work and provides transportation. It is a very useful concept. Any use of energy can be pictured on this chart.

Every time you go through one of these conversion steps, there is an efficiency penalty. At each step in this chain, a loss of available energy occurs. If we start with 100 units of energy in crude oil to power your car, by the time it pushes your car down the road, you are getting about 20 per cent of that to drive your car down the road. The rest of the energy gets lost in the form of waste heat.

Slide 11 is a complex one. You may well have seen that. I will not spend time on it unless you have any questions. It is produced by Natural Resources Canada, NRCan. If you are an engineer, this is a nice snapshot of the complete energy economy in this

La diapositive 10 peut vous sembler un peu complexe, mais il s'agit d'une notion très simple. J'aime me servir de cette image pour illustrer la consommation d'énergie ainsi que la manière dont nous passons de la source primaire d'énergie jusqu'à nos besoins énergétiques et les domaines dans lesquels nous utilisons l'énergie à la toute fin. Si nous regardons le bloc qui se trouve dans le coin supérieur gauche, ce sont les sources d'énergie primaires. Encore une fois, il n'y en a que trois : les combustibles fossiles, l'énergie nucléaire et l'énergie renouvelable.

Tout ce que nous faisons se trouve dans le bloc situé dans le coin inférieur droit. C'est là que nous avons besoin d'énergie — pour assurer le transport, fournir du carburant à nos industries et chauffer et éclairer les édifices commerciaux et résidentiels. Pour tout ce que nous faisons dans ce bloc du coin inférieur droit, au départ, l'énergie doit venir de l'une des trois sources indiquées dans le coin supérieur gauche.

Vous pouvez suivre la chaîne pour voir ce qui se produit quand nous effectuons les étapes de conversion. Si nous commençons aux sources d'énergie, il nous faut d'abord passer par une étape de traitement. Je me servirai du pétrole comme exemple. À la toute fin, nous nous en servons pour mettre un véhicule en mouvement. Le pétrole est traité dans une raffinerie et est transformé en un vecteur énergétique.

Présentement, nous n'utilisons que trois vecteurs énergétiques. Après l'étape du traitement, le pétrole est transformé en essence ou en diesel, par exemple. C'est l'un des vecteurs énergétiques, soit des produits pétroliers raffinés. Les deux autres vecteurs que nous utilisons sont le gaz naturel, qu'il faut traiter un petit peu pour en retirer le soufre et les impuretés, et l'électricité.

Il y a un point d'interrogation à côté de l'hydrogène, parce qu'il fait souvent l'actualité depuis de nombreuses années. Je vais passer un peu de temps à en parler et à tenter de vous expliquer pourquoi l'hydrogène ne deviendra pas un vecteur énergétique important à l'avenir.

À partir de ces trois vecteurs énergétiques, nous voulons souvent stocker l'énergie. Le réservoir à essence de votre voiture stocke l'essence, puis vous prenez cette énergie stockée et passez par une toute dernière étape de conversion. Le moteur de votre voiture convertit l'énergie chimique emmagasinée dans cette essence en travail mécanique, et vous fournit un transport. C'est une notion très utile. Ce diagramme permet d'illustrer n'importe quelle utilisation de l'énergie.

Chaque fois que vous passez par l'une de ces étapes de conversion, il y a une pénalité sur le plan de l'efficacité. À chaque étape de cette chaîne, il y a une perte d'énergie disponible. Si nous commençons avec 100 unités d'énergie de pétrole brut pour mettre votre voiture en mouvement, au moment où votre voiture avance effectivement sur la route, vous n'en utilisez qu'environ 20 p. 100. Le reste de cette énergie se perd sous forme de chaleur résiduelle.

La diapositive 11 est complexe. Vous l'aurez sans doute constaté. Je n'ai pas l'intention d'en parler, à moins que vous n'ayez des questions. Elle a été préparée par Ressources naturelles Canada, RNCan. Si vous êtes ingénieur, voilà un bel instantané

country. This started with the U.S, who put out a similar chart. It shows the primary sources on the left and our end uses on the right, and you can trace through the energy conversion chain.

You see 80 per cent. The width of the bars is proportional to the amount of that source of energy. The wider the bar, the more energy that comes from that source. You can see that we are major exporters of uranium and oil, for example.

If you go to the far right-hand side, you will see that there is useful energy and then the lost energy. The small amount of useful energy is what we end up using to drive our cars and heat our buildings, and the lost energy is the losses due to those efficiency penalties I was speaking about.

If 80 per cent of our energy now comes from fossil fuels, how might we switch from fossil fuels to something that might be more sustainable? I will just speak on two points, but I would be happy to answer questions on others. I will say a little about renewable energy and then spend more time on the so-called sustainable transportation option.

I will not spend much time on the renewable options on the next page. I have a list of them there, in no particular order, although I am from British Columbia, where hydroelectric power is very important, as it is in Manitoba and Quebec. We have tremendous potential to expand hydroelectric power if we want to do so. Then the other main sources of renewable energy are shown, with varying levels of economic acceptance to them.

I will not spend any time on the pictures. They are just there as part of the slide show. The hydroelectric dam happens to be the Revelstoke dam in B.C., for example. If you turn the page, I have a picture of an offshore wind farm just off Copenhagen, where the meeting of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC panel, or the 15th United Nations Climate Change Conference, COP15 panel, is meeting next week. I presume delegates will be able to look out and see that wind farm.

Several of the slides show solar energy installations in the United States. The United States receives a great deal of criticism for not acting much on this, but they have spent large amounts of money demonstrating some of these renewable energy sources.

For example, the first slide shows photovoltaic energy, a 4.6 megawatt station out in the Arizona desert. The next two slides show a different way to generate electricity from solar energy using solar thermo-processes, where the energy from the sun is focused into a single point and is used to boil water or another fluid to generate electricity in that way. We can come back to that if there are questions.

de l'économie en fonction de l'énergie au pays. Cela a commencé par les États-Unis, qui ont préparé un diagramme semblable. Du côté gauche, on trouve les sources primaires, et du côté droit, les utilisations finales que nous faisons de l'énergie, et vous suivez la chaîne de conversion de l'énergie en passant de gauche à droite.

Vous voyez 80 p. 100. La largeur des traits est proportionnelle à la quantité de cette source d'énergie. Plus le trait est large, plus l'énergie qui provient de cette source est importante. Par exemple, vous pouvez constater que nous sommes d'importants exportateurs d'uranium et de pétrole.

Si vous regardez complètement à droite, vous constaterez qu'il y a de l'énergie utile, puis de l'énergie perdue. La petite quantité d'énergie utile est ce que nous finissons par consommer en conduisant nos voitures et en chauffant nos édifices; l'énergie perdue représente les pertes attribuables aux pénalités sur le plan de l'efficacité dont je parlais.

Si 80 p. 100 de notre énergie provient actuellement des combustibles fossiles, comment pourrions-nous les délaissier pour nous tourner vers quelque chose qui serait plus durable? Je n'aborderai que deux aspects, mais je me ferai un plaisir de répondre à toute question sur d'autres. Je parlerai un peu de l'énergie renouvelable puis nous parlerons plus en détail de la fameuse solution de transport durable.

Je ne passerai pas trop de temps sur les sources d'énergie renouvelable de la prochaine diapositive. En voici une liste, qui n'est pas classée selon un ordre particulier, même si je viens de la Colombie-Britannique, où l'énergie hydroélectrique est très importante, comme c'est le cas au Manitoba et au Québec. Le potentiel d'expansion de l'énergie hydroélectrique est énorme, si c'est ce que nous voulons faire. Vous trouvez également les autres principales sources d'énergie renouvelable, caractérisées par divers niveaux d'acceptation économique.

Je ne passerai pas de temps à vous parler des images. Elles font tout simplement partie du diaporama. Par exemple, le barrage hydroélectrique que vous voyez est celui de Revelstoke, en Colombie-Britannique. Si vous tournez la page, vous verrez une photo d'un parc d'éoliennes extracôtiers au large de Copenhague, où se tiendra la réunion du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, le GIEC, ou le quinzième congrès des Nations Unies sur les changements climatiques, COP15, la semaine prochaine. Je présume que les délégués pourront regarder au large et voir ce parc d'éoliennes.

Plusieurs des diapositives montrent des installations d'énergie solaire américaines. Les États-Unis sont souvent critiqués pour leur manque d'action sur les changements climatiques, mais ils ont dépensé des sommes considérables d'argent pour faire la démonstration de certaines de ces sources d'énergie renouvelable.

Par exemple, la première diapositive montre une station solaire photovoltaïque de 4,6 mégawatts située dans le désert de l'Arizona. Les deux prochaines diapositives montrent une autre manière de produire de l'électricité à partir de l'énergie solaire au moyen de thermoprocessus scolaires, où l'énergie du soleil est concentrée en un seul point et est utilisée pour faire bouillir de l'eau ou un autre liquide pour produire de l'électricité. Nous pourrions y revenir si vous avez des questions.

Slide 20, headed “Intermittency,” shows the key issue with most renewable resources, and that is that they are intermittent. Simply put, the wind does not blow all the time and the sun does not shine all the time. That causes a real problem. To try to overcome that, we need backup power. However, to build big facilities just to generate power when the wind is not blowing is very expensive. Ideally, we would like to have energy storage. Electricity storage is problematic. I will say more about batteries in a couple of minutes.

We should be very proud that, in Canada, we have significant energy storage, essentially electric energy storage. Slide 21 shows that; I call these the world’s biggest batteries. Canada has two out of the three biggest batteries in the world. By “batteries,” I simply mean water stored behind a hydroelectric dam, which is then usable as energy storage. I think it is not well understood in Canada that probably the most important aspect of our hydroelectric stations is the energy storage rather than the generation capacity. Both are important, but the storage is a phenomenal benefit.

In B.C. we have Williston Lake, which is the largest lake in the province. It happens to be a man-made lake. In Quebec, Manicouagan is almost twice that size. The size here is simply the storage of water behind that dam in cubic kilometres. These are very large bodies of water.

The beauty of that is that if you want to incorporate wind power in your system and you have this amount of storage, for example, when the wind is blowing, you can shut down the hydro turbines and then the energy is stored in the water behind the dam. When the wind stops blowing, you can turn on your hydro-generators. We do have that type of storage capacity, and that means that we could integrate in those areas where we have big hydroelectric capacity significantly more of the intermittent renewables.

Now I will spend some time on the sustainable transportation option. That is just one use of energy, of course, but it is a significant one. Nearly all of the oil goes into transportation, whether it is road or air transportation. That is where we can make real inroads in moving away from fossil fuels, if indeed that is what we decide we want to do. The transportation problem is really an energy problem. It relies almost entirely on fossil fuels, and, as I mentioned previously, you will not be able to capture and store carbon dioxide from moving vehicles.

The next set of slides, which use that energy conversion chain approach, show that we probably need a new carrier for transportation. If we use gasoline and diesel fuel, all of the carbon ends up as CO₂ from the exhaust of the vehicle, and we can do nothing to try to capture that in a cost-effective way.

La diapositive 20, intitulée « Intermittence », décrit le principal problème qui caractérise la plupart des ressources renouvelables, c’est-à-dire qu’elles sont intermittentes. En termes simples, le vent ne souffle pas tout le temps, et le soleil ne brille pas tout le temps. Cela pose un véritable problème. Pour tenter de surmonter cette difficulté, il nous faut de l’énergie d’appoint. Cependant, construire de grandes installations juste pour produire de l’énergie quand le vent ne souffle pas est particulièrement onéreux. L’idéal, ce serait de stocker l’énergie. Le stockage d’électricité est difficile. Je parlerai davantage des batteries dans quelques minutes.

Au Canada, nous devrions être très fiers de posséder un vaste stockage d’énergie, essentiellement du stockage d’électricité. C’est ce que montre la diapositive 21; c’est ce que j’appelle les plus grosses batteries au monde. Le Canada compte deux des trois plus grosses batteries au monde. Par « batteries », je parle tout simplement d’eau stockée derrière un barrage hydroélectrique, qui sert alors de stockage d’énergie. Je ne suis pas certain que l’on comprend bien au Canada que le stockage d’énergie est probablement l’un des aspects les plus importants d’une centrale hydroélectrique plutôt que la capacité de production. Les deux sont importants, mais le stockage est un avantage phénoménal.

En Colombie-Britannique, nous avons le lac Williston, le plus gros lac de la province. C’est un lac artificiel. La taille du lac Manicouagan, au Québec, est presque le double de celle du lac Williston. La taille renvoie tout simplement à la quantité d’eau stockée derrière ce barrage en kilomètres cubiques. Ce sont de très gros plans d’eau.

La beauté de la chose, c’est que si vous voulez incorporer l’énergie éolienne à votre système et que vous avez cette quantité de stockage, par exemple, quand le vent souffle, vous pouvez fermer les turbines hydroélectriques, et l’énergie est alors stockée dans l’eau retenue par le barrage. Quand le vent cesse de souffler, vous pouvez activer les turbines. Nous disposons de ce type de capacité de stockage, et cela signifie que nous pourrions intégrer bien davantage les sources d’énergie renouvelable intermittentes là où nous avons une grande capacité hydroélectrique.

Je vais maintenant parler des solutions de transport durable. Ce n’est qu’une seule utilisation de l’énergie, bien sûr, mais elle est d’une grande importance. Presque tout le pétrole que nous utilisons sert au transport, qu’il s’agisse du transport aérien ou routier. C’est là que nous pouvons faire de véritables progrès pour délaissier les combustibles fossiles, si c’est effectivement le chemin que nous voulons prendre. Le problème du transport est en réalité un problème énergétique. Il s’appuie presque entièrement sur les combustibles fossiles et, comme je l’ai mentionné plus tôt, il ne sera pas possible de capter et de stocker le CO₂ émis par les véhicules en mouvement.

Les prochaines diapositives, qui utilisent l’approche de la chaîne de conversion d’énergie, montrent qu’il nous faut probablement un nouveau vecteur énergétique pour le transport. Si nous utilisons l’essence et le diesel, tout le carbone émis par le véhicule se retrouve sous forme de CO₂, et il n’y a rien que nous pouvons faire pour tenter de le capter de manière rentable.

I apologize for the little cartoon at the bottom. That is the cartoon I use in my public slide to show where we are today. I am sorry if there are oil people in the crowd. I know it does not really depict an oil refinery and how that works, but it is the cutest slide I could find. The vehicle on the right is not Ford's latest SUV, but it is not far from it if you see some of the vehicles we have on our roads today. That is where we are today, and we need to get somewhere else.

On the next slide is one proposal. It is generic, but it is starting with a sustainable source of energy now, not fossil fuels. I have chosen to show photovoltaic electric power. The proposal from enthusiasts for the hydrogen economy, for example, is to take that electricity and convert it into hydrogen. You would electrolyze water. That is the next step. Then you take the hydrogen and store it. You can compress it or liquefy it and store it. Then you put it on board a fuel cell vehicle and turn the hydrogen back into electricity.

The key point here is that in this part of the energy conversion chain, you have electricity coming in at the outset, as an energy carrier; you are converting that into a second energy carrier, hydrogen; and then you are converting the hydrogen back into the first energy carrier. It is a complex process, and a drop in efficiency occurs at each point in the chain. I will come to that in a minute.

The next slide shows how maybe we can do that differently. The slide shows an electric battery. It is the same situation. You have electricity coming in as your primary carrier, you have electricity going out; and you simply store the electricity in a battery, a simply electric vehicle.

The next two slides are comparing those two routes. Slide 29 is what I call the hydrogen battery. The whole hydrogen economy, at least for vehicles, is predicated on the fact that you have electricity in, electricity out, but you have hydrogen as the intermediate carrier. That is exactly equivalent to just having an electric battery.

Why would we not want to use an electric battery? It seems much simpler. The problem is that batteries are not very good at storing energy. They have very low energy density.

If you turn to slide 30, you will see a comparison, in energy terms, of those two approaches. This is the "in-out" efficiency, in other words, the efficiency from taking the first carrier in, electricity; and the second one out, electricity to drive the vehicle. If you use the hydrogen fuel cell storage, today the efficiency of that process is about 65 per cent. You have a compressor to store the hydrogen that might have an efficiency of 90 per cent, and the fuel cell has an efficiency of 50 per cent. To get the efficiency from

Je m'excuse de la petite bande dessinée au bas de la page. Je l'utilise dans mon diaporama public pour montrer où nous en sommes à ce jour. Je suis désolé s'il y a des représentants de l'industrie pétrolière parmi nous. Je sais que cela ne représente pas la réalité d'une raffinerie de pétrole et la manière dont elle fonctionne, mais c'est la plus jolie diapositive que j'ai pu trouver. Le véhicule que vous voyez à droite n'est pas le dernier VUS produit par Ford, mais si vous pensez à certains des véhicules que nous retrouvons sur nos routes de nos jours, il n'en est pas si loin. Voici où nous en sommes, et nous devons nous rendre ailleurs.

La prochaine diapositive présente une proposition. Elle est générique, mais elle commence par une source d'énergie renouvelable, pas par des combustibles fossiles. J'ai choisi de vous montrer l'énergie électrique photovoltaïque. Si l'on prend par exemple la proposition des partisans de l'économie fondée sur l'hydrogène, il s'agit de prendre cette électricité et de la convertir en hydrogène grâce à l'électrolyse de l'eau. C'est la prochaine étape. Ensuite, on prend l'hydrogène et on le stocke. Il peut être comprimé ou liquéfié et ensuite stocké. Ensuite, on l'installe dans un véhicule à piles à combustible et on transforme l'hydrogène de nouveau en électricité.

Ce qu'il faut retenir ici, c'est que dans cette partie de la chaîne de conversion de l'énergie, la chaîne commence par de l'électricité, à titre de vecteur énergétique; elle est convertie en un deuxième vecteur énergétique, soit l'hydrogène; ensuite, on convertit l'hydrogène de nouveau sous forme du premier vecteur énergétique. C'est un processus complexe, et il y a une pénalité sur le plan de l'efficacité à chaque point de jonction de la chaîne. J'y reviendrai dans une minute.

La prochaine diapositive montre comment nous pourrions peut-être arriver au même résultat, mais différemment. Les diapositives montrent une batterie électrique. C'est la même situation. L'électricité sert de vecteur énergétique primaire et c'est l'électricité qui servira à mouvoir le véhicule; entre les deux, elle est stockée dans une batterie, tout simplement installée dans un véhicule électrique.

Les deux prochaines diapositives comparent ces deux façons de faire. Sur la diapositive 29, on retrouve ce que j'appelle la pile à hydrogène. Toute l'économie fondée sur l'hydrogène, à tout le moins pour les véhicules, s'appuie sur le fait que l'électricité sert à la fois d'intrant et d'extrant, mais que l'hydrogène sert de vecteur intermédiaire. C'est exactement la même chose que d'avoir une simple batterie électrique.

Mais pourquoi ne pas utiliser une batterie électrique? Ça semble beaucoup plus simple. Le problème, c'est que les batteries ne sont pas une très bonne manière de stocker l'énergie. Leur densité énergétique est très faible.

Si vous passez à la diapositive 30, vous trouverez une comparaison de ces deux approches sur le plan énergétique. Il s'agit de l'efficacité « intrant, extrant »; autrement dit, de l'efficacité qui découle du fait de prendre le premier vecteur entrant, soit l'électricité, et du vecteur sortant, l'électricité grâce auquel le véhicule pourra se mettre en mouvement. Si vous utilisez la pile à combustible à hydrogène, l'efficacité actuelle de ce processus s'élève à environ 65 p. 100. Il y a un compresseur pour

the electricity coming in and the electricity out, you multiply those together, and it is about 33 per cent; it is about a third. In other words, of the electricity going in, you only get a third of it out to drive the vehicle.

If you look on the right, the battery is at about 90 per cent. A battery is an efficient way to store electricity. If you went with the left-hand side, the hydrogen conversion chain, you would need about three times the amount of the primary energy up front as you would simply using a battery.

Turning to the next slide, a battery electric vehicle looks attractive from that point of view. The problem is that the batteries are not good at storing energy so the range is limited. The batteries are heavy and range is limited. These have fairly limited applicability — golf carts. I think we will see more electric commuter vehicles just for use running around in town and so on. However, for most individuals wanting to get in their car, commute to work and perhaps on the weekend drive to the cottage or visit relatives, a battery vehicle will not do it. The range is too limited.

The next iteration of that will be plug-in hybrid vehicles. I am sure you have heard about these, and I believe these are coming. This is where you have a battery electric vehicle, but you also have the engine and a generator so that when you do not have enough energy in the battery, the engine will come on seamlessly and power you and get you to where you are going.

Over the page, again, these are some results from studies. I will quote the results from the many studies done on this concept by the Electric Power Research Institute, EPRI, in the U.S. At the very bottom line of the slide, the PHEV — plug-in hybrid vehicles — shows 60, which means a 60-mile or 100-kilometre range on the electric portion only. Using the energy stored in the battery, you would get a range of 100 kilometres; the rest of the time you would use gasoline. By doing that, for a typical driving cycle, you would have an 85 per cent reduction in CO₂ from that type of vehicle. It is not zero, but it is a huge reduction and a big advance.

We will see these cars. I am sure you have seen General Motors advertising the Volt, which they say will be in production in 2010. They are a long way with that technology. Other automakers are working on that technology.

stocker l'hydrogène dont l'efficacité pourrait être de 90 p. 100, et la pile à combustible est caractérisée par une efficacité de 50 p. 100. Pour établir l'efficacité qui consiste à stocker l'électricité dans la pile et à l'extraire ensuite, il faut multiplier ces deux efficacités, ce qui donne environ 33 p. 100, soit le tiers. Autrement dit, pour mouvoir votre véhicule, vous n'obtenez que le tiers de l'électricité que vous avez stockée à l'origine dans la pile.

Si vous examinez du côté droit du tableau, vous constaterez que l'efficacité de la batterie est d'environ 90 p. 100. Une batterie est une manière efficace de stocker l'électricité. Si vous regardez du côté gauche du tableau, du côté de la chaîne de conversion de l'hydrogène, il vous faudrait environ trois fois la quantité d'énergie primaire en entrée que celle dont vous auriez besoin si vous utilisiez tout simplement une batterie.

Passons à la prochaine diapositive. Dans un tel contexte, un véhicule électrique à batterie semble vraiment très intéressant. Le problème, c'est que les batteries ne stockent pas l'énergie de manière efficace, ce qui rend ces véhicules peu autonomes. Les batteries sont lourdes, et l'autonomie du véhicule est limitée. Ces véhicules ont des applications relativement limitées — des voitures de golf. Je pense que nous verrons davantage de véhicules électriques pour des déplacements sur de courtes distances comme faire des courses en ville et ainsi de suite. Cependant, pour la plupart des personnes qui veulent s'asseoir dans leur voiture, se rendre au travail et peut-être aller faire un tour à la campagne pendant la fin de semaine ou rendre visite à de la famille, un véhicule à batterie ne fera pas l'affaire. L'autonomie de ce type de véhicule est trop limitée.

La prochaine génération est le véhicule hybride rechargeable. Je suis certain que vous en avez entendu parler, et je pense qu'ils s'en viennent. Ce sont des véhicules électriques à batterie, mais qui sont également munis d'un moteur et d'une génératrice; quand il n'y a pas suffisamment d'énergie dans la batterie, le moteur prend le relèvement de manière intégrée pour vous permettre de vous rendre où vous voulez.

Sur cette diapositive, encore une fois, voici quelques résultats tirés d'études. Je citerai les résultats tirés des nombreuses études menées sur ce concept par le Electric Power Research Institute, EPRI, aux États-Unis. À la dernière ligne de la diapositive, il est indiqué que le VHR — véhicule hybride rechargeable — a une autonomie de 60, c'est-à-dire qu'il peut parcourir 60 milles ou 100 kilomètres grâce à la seule énergie électrique. Avec l'énergie stockée dans la batterie, vous auriez une autonomie de 100 kilomètres; le reste du temps, vous utiliseriez de l'essence. De la sorte, dans un cycle de conduite normale, vous obtiendrez une réduction de 85 p. 100 des émissions de CO₂ pour ce type de véhicule. Les émissions ne sont pas nulles, mais c'est une réduction énorme et un progrès considérable.

Nous allons voir ces voitures. Je suis certain que vous avez vu la publicité que General Motors fait pour la Volt; l'entreprise annonce qu'elle sera en production en 2010. GM a parcouru un long chemin avec cette technologie. D'autres fabricants automobiles y travaillent également.

The next slide is particularly important for Canada. In the past, people have said that individuals will not want to plug in their cars. They will not like electric or plug-in vehicles because you have to plug the car in every night and charge it up. I have never understood that. I do not think that is a big deal. Look at where we are in Canada with our electricity prices, at least in B.C., and I think it is the same in the much of the rest of the country.

As just a quick, back-of-the-envelope calculation, if we use electricity, my residential rate is 6 cents or 7 cents per kilowatt hour. That is the equivalent in energy terms of 60 cents per litre of gasoline. If you use electricity the same way as you use gasoline, the equivalent cost of electricity is 60 cents per litre. However, the electric drive train in the electric car is about four times the efficiency of a gasoline-powered car because that battery releases 90 per cent of the energy that you put into it, so the effective cost to drive the car would be 15 cents per litre. When the average person understands that they can fill up their car at 15 cents per litre as opposed to \$1.10 or \$1.20, as it is out West, it is a no-brainer. They will love these vehicles. This calculation does not include taxes or road tax and so on, but you could easily double the price with taxes and it will still be significantly less than the cost of gasoline. Will people want to plug them in? I think once the cost of this is understood, yes, people will accept these very well.

There are significant benefits to the utilities from having load levelling. Load levelling means utilities have peak demand. At the time of day when people get up and go to work, there is peak demand on utilities, and also when they go home at night and cook dinner. They have to provide equipment for all this demand. Relatively little use of electricity happens in the middle of the night, so there is a big trough in the demand. Utilities would like to have a nice level demand across the day. That makes for more cost-effective use of their equipment.

The fact is that these plug-in hybrid vehicles will be plugged in primarily at night for most people, so the demand at night will increase for the utility and make much better use of their generating capacity. I know utilities are very receptive to this. I gave a general talk similar to this a few years ago in California, and a gentleman there responsible for regulating the California utility system said that they cannot wait for plug-in hybrid vehicles. Their utilities will love the load-levelling capacity this will give them.

Particularly for Canada, with sustainable electricity, we have many options; certainly with the first two, hydro and wind. We probably will not use solar power too much here compared to the

La prochaine diapositive est particulièrement importante pour le Canada. Par le passé, certaines personnes ont dit que les gens ne voudraient pas recharger leurs voitures. Qu'ils n'aimeraient pas les véhicules électriques ou rechargeables parce qu'il faut brancher la voiture tous les soirs pour recharger la batterie. Je n'ai jamais compris cet argument. Ce n'est pas si compliqué. Regardez les tarifs d'électricité au Canada, à tout le moins en Colombie-Britannique, et je pense que c'est la même chose dans le reste du pays.

Petit calcul rapide sur le coin de la table : si nous utilisons l'électricité, mon tarif résidentiel s'élève à six ou sept cents par kilowatt-heure. C'est l'équivalent en énergie de 60 cents par litre d'essence. Si vous consommez l'électricité de la même manière que vous consommez de l'essence, le coût équivalent d'électricité s'élève à 60 cents par litre. Cependant, la transmission électrique de la voiture électrique est environ quatre fois plus efficace que celle d'une voiture à essence parce que cette batterie rend 90 p. 100 de l'énergie que vous y injectez, de sorte que le coût réel pour conduire la voiture serait de 15 cents par litres. Quand monsieur tout le monde comprend qu'il peut remplir son réservoir à essence pour 15 cents plutôt que 1,10 \$ ou un 1,20 \$ le litre, soit le prix de l'essence dans l'Ouest, pas besoin de réfléchir longtemps. Il va adorer ces véhicules. Ce calcul n'inclut pas les taxes ni les taxes sur le carburant et les autres choses, mais on pourrait facilement doubler le prix avec les taxes et ce serait toujours considérablement moins cher que le coût de l'essence. Est-ce que les gens voudront recharger leur voiture? Je pense qu'une fois que le coût de cette solution est compris, oui, les gens accepteront très bien ces contraintes.

Les fournisseurs d'électricité tirent d'importants avantages du nivellement de la charge. La notion de nivellement de la charge renvoie à la période de pointe des fournisseurs d'électricité. Au moment où les gens se lèvent et vont travailler, il y a une période de pointe de la demande en électricité, et c'est la même chose au moment où ils rentrent à la maison en soirée et préparent le souper. Les fournisseurs d'électricité doivent fournir de l'équipement pour répondre à toute cette demande. Il y a relativement peu d'électricité utilisée en plein milieu de la nuit, il y a donc une période creuse de la demande à ce moment-là. Les fournisseurs d'électricité aimeraient bien avoir une demande répartie également tout au long de la journée, ce qui leur permet d'utiliser leur équipement de manière plus rentable.

En réalité, pour la plupart des gens, ces véhicules hybrides rechargeables seront branchés surtout pendant la nuit, de sorte que la demande en électricité nocturne augmentera, ce qui permettra aux fournisseurs d'électricité de faire un bien meilleur usage de leur capacité de production d'électricité. Je sais que les fournisseurs d'électricité se montrent très réceptifs. Il y a quelques années, j'ai donné une conférence semblable en Californie, et l'un des responsables de la réglementation du système de fourniture d'électricité de la Californie a affirmé être impatient de voir les véhicules hybrides rechargeables arriver sur le marché. Leurs fournisseurs d'électricité adoreront la capacité de nivellement de la charge que cela leur offrira.

Plus particulièrement au Canada, grâce à l'électricité durable, nous avons davantage de solutions, au moins les deux premières, l'énergie hydroélectrique et l'énergie éolienne. Nous n'allons

U.S. and maybe Middle Eastern countries. We do have some geothermal capacity. However, by expanding our electric rapid transit, for example, subway systems, the SkyTrain the Vancouver, and electric trolley buses — again in Vancouver — we can move our system towards electricity. The next slide is the plug-in hydroelectric car, an artist's impression of the GM Volt. We can move from fossil fuels much more toward electricity as the primary energy carrier for transportation. There is electric heat using heat pumps, and this technology is an effective way of using electricity and is about three times the efficiency of using electricity through baseboard heaters for heating buildings. We should be using more of that. Canada can be a showcase for what I am calling the new "electricity economy." I do see electricity becoming much more important as an energy carrier compared to refined petroleum products, for example.

Chair, I have gone on a long time. I have a couple more slides on global energy projections.

The Deputy Chair: We have until 10 o'clock. You are our only witness. We have showcased your testimony, and we would like not to cut you off.

Mr. Evans: Some time ago, I looked at global energy supply. When I wrote the little book that you kindly mentioned, it was based on global energy consumption. I am an engineer, not an economist or a forecaster, but I wondered how our energy supply might look in 100 years time. I have two scenarios. Again, I am not an economist and this is back-of-the-envelope stuff to get an idea of where we might be going.

The first slide is a clean coal scenario. This is probably not so applicable to Canada. About 11 per cent of our energy supply comes from coal. It is much more in the rest of the world. The Prime Minister is in China today, I believe, according to the news, and there they are building and opening a new coal-fired plant every two weeks. This is where we might use carbon capture and storage. If we were able to do that, how might our energy future look?

These slides show energy consumption from 1980 through to 2100, and the data up to 2000 is real data. Going down from the top, we have renewables, nuclear and then the three fossil fuels — coal, natural gas and oil. I simply plotted the real data up to 2000 as measured by the International Energy Agency, IEA. Then I made simple, engineer, back-of-the-envelope projections on where we might be going.

probablement pas utiliser l'énergie solaire autant que les États-Unis et les pays du Moyen-Orient. Nous avons une certaine capacité géothermique. Cependant, grâce à l'élargissement de notre système de transport électrique à grande vitesse, par exemple, les métros, le SkyTrain de Vancouver et les trolleybus électriques — encore une fois à Vancouver —, nous pouvons faire passer notre système vers l'électricité. Sur la prochaine diapositive, vous voyez la voiture rechargeable hydroélectrique, soit la GM Volt rendue par un artiste. Nous pouvons délaisser les combustibles carbonés pour nous tourner beaucoup plus vers l'électricité en tant que principal vecteur énergétique pour le transport. Il y a également la chaleur électrique à l'aide de pompes de chaleur, et cette technologie constitue une manière efficace d'utiliser l'électricité; cette approche est environ trois fois plus efficace que les plinthes électriques pour chauffer des bâtiments. Nous devrions l'utiliser davantage. Le Canada peut devenir une vitrine pour ce que j'appelle la nouvelle « économie de l'électricité ». À mon avis, l'électricité deviendra un vecteur énergétique beaucoup plus important, comparativement aux produits pétroliers raffinés, par exemple.

Monsieur le président, j'ai beaucoup parlé. Il me reste encore quelques diapositives sur des prévisions concernant la consommation énergétique mondiale.

Le vice-président : Nous avons jusqu'à 10 heures. Vous êtes notre seul témoin. Votre exposé est en vedette, et nous n'aimerions pas vous interrompre.

M. Evans : Il y a un certain temps, j'ai examiné l'approvisionnement énergétique mondial. Au moment où j'ai rédigé le petit livre que vous avez eu l'amabilité de mentionner, je me suis appuyé sur la consommation énergétique mondiale. Je suis ingénieur, pas économiste ni prévisionniste, mais je me demandais à quoi ressemblerait notre approvisionnement énergétique dans 100 ans. J'ai deux scénarios. Encore une fois, je ne suis pas économiste, et il s'agit d'un calcul fait sur le coin de la table pour avoir une idée de là où nous allons.

La première diapositive porte sur le scénario du charbon épuré. Cela ne s'applique sans doute pas tant au Canada. Environ 11 p. 100 de notre approvisionnement énergétique provient de la combustion du charbon. Cette proportion est beaucoup plus élevée dans le reste du monde. Je pense que le premier ministre se trouve en Chine aujourd'hui, si l'on se fie aux nouvelles, et, là-bas, ils construisent et ouvrent une nouvelle centrale au charbon toutes les deux semaines. Voilà où nous pourrions faire du captage et du stockage du carbone. Si nous étions en mesure de faire cela, à quoi rassemblerait notre avenir sur le plan énergétique?

Ces diapositives montrent la consommation d'énergie de 1980 à 2100, et les données jusqu'à l'an 2000 sont des données réelles. En examinant le graphique de haut en bas, nous avons les énergies renouvelables, l'énergie nucléaire, puis les trois combustibles fossiles — le charbon, le gaz naturel et le pétrole. J'ai tout simplement fait un diagramme des données réelles jusqu'à l'an 2000, telles que mesurées par l'Agence internationale de l'énergie, AIE. Ensuite, j'ai fait des prévisions simples, à la manière d'un ingénieur, sur le coin de la table, pour déterminer dans quelle direction nous allons peut-être.

Total energy demand has been increasing internationally at about 2 per cent per year, compounded growth rate. The early part of that represents 2 per cent growth rate. Surely we can be smarter than that, so I brought it down towards the end of century. You see that even with that, global energy consumption is double by the end of this century, over 100 years' time.

The units, by the way, I like. The units are maybe not important, but it is gigatonnes of oil equivalent. It is all the energy that we consume converted into the equivalent of tonnes of oil. I like these units because the baseline in 2000 is 10 gigatonnes, so you can get a nice feel for that. My projection would be simply what would happen if we had this growth rate, 25 gigatonnes at the end of the century.

In this projection, the use of coal has increased significantly, and that is with the assumption that we will be able to do something about the CO₂ emissions from that. Renewables have increased, and nuclear has increased a bit; natural gas has remained relatively constant in this scenario. I am saying, in this, that we will have about depleted our economic oil resources by the end of that 100-year period. Again, these are not forecasts or projections, just "what if" scenarios.

The second approach would be what if we think carbon capture and storage will not be cost-effective, or we are worried about how long it will stay underground, or we do not have sufficient repositories for it. We might then rely more on nuclear and renewable resources.

Therefore, the next scenario is a nuclear and renewable energy scenario where I show a large expansion in renewable energy — presumably that most of that will be to generate electricity — and a large expansion in nuclear power as well. We see this currently around the world, particularly in Europe where many countries are moving to nuclear power. Coal remains relatively constant because China will be burning coal for a long time. I kept the gas and oil scenarios the same as before.

Again, I hope you will not take these as projections or forecasts. It is simply a "what if" exercise.

This leads me to the last slide. I have put together what I see as priorities for Canada, more or less in the order I would see them. In looking at a transcript from a previous witness, he was asked if he were the prime minister, what he would do. This is my list of seven things that I would do if I were appointed prime minister tomorrow, although we need not worry about that happening.

La demande énergétique totale mondiale augmente à un taux de croissance composée d'environ 2 p. 100 par année. La première partie du graphique représente ce taux de croissance de 2 p. 100. Comme nous pouvons sûrement faire mieux que ça, je l'ai diminué un peu vers la fin du siècle. 'Vous constatez que, même avec cette réduction, la consommation énergétique mondiale double à la fin du siècle actuel, sur une période de 100 ans.

En passant, j'aime bien les unités de mesure. Les unités ne sont peut-être pas importantes, mais je vous dis quand même qu'il s'agit de gigatonnes d'équivalents pétroliers. C'est toute l'énergie que nous consommons convertie en son équivalent de tonnes de pétrole. J'aime ces unités, parce que, en l'an 2000, le point de repère est de 10 gigatonnes, un beau chiffre rond. Selon ma prévision, voici ce qui arriverait : avec ce taux de croissance, nous aurions 25 gigatonnes à la fin du siècle.

Dans cette prévision, la consommation de charbon a considérablement crû, et cela s'appuie sur l'hypothèse que nous serons en mesure de faire quelque chose d'utile avec les émissions de CO₂. Il y a une augmentation des énergies renouvelables, et une petite augmentation de l'énergie nucléaire. Le gaz naturel est resté relativement constant dans ce scénario. Ce que je dis à l'aide de ce scénario, c'est que nos ressources économiques et pétrolières seront à peu près épuisées d'ici la fin de cette période de 100 ans. Encore une fois, il s'agit non pas de prévisions ou de projections, mais simplement de scénarios possibles.

La deuxième approche s'appuie sur l'idée selon laquelle le captage et le stockage du carbone ne seraient pas rentables, ou si nous nous inquiétons de la quantité de temps qu'il restera sous terre, ou si nous n'avons pas suffisamment de lieux de stockage. Nous pourrions alors nous appuyer davantage sur des sources d'énergie nucléaire et d'énergie renouvelable.

Par conséquent, le prochain scénario est un scénario d'énergie nucléaire et d'énergie renouvelable où je montre une expansion importante de l'énergie renouvelable — on peut supposer que la majeure partie de cette énergie servira à générer de l'électricité — et une expansion importante de l'énergie nucléaire. C'est ce que nous observons présentement dans le monde, plus particulièrement en Europe, où de nombreux pays se tournent vers l'énergie nucléaire. La consommation de charbon reste relativement constante parce que la Chine continuera à brûler du charbon encore longtemps. J'ai conservé les scénarios pour le gaz naturel et le pétrole au même niveau que dans le scénario précédent.

Encore une fois, je vous rappelle qu'il ne s'agit pas de prévisions ni de projections. Il s'agit tout simplement d'un exercice de scénarios possibles.

Ce qui m'amène à la dernière diapositive. J'ai dressé une liste de ce que j'estime être les priorités pour le Canada, plus ou moins dans l'ordre où je les classerais moi-même. Selon la transcription d'un précédent témoignage, le témoin a été prié de dire ce qu'il ferait s'il était premier ministre. Voici ma liste des sept choses que je ferais si on me nommait premier ministre demain; ne vous inquiétez pas, cela ne se produira pas.

Increasing energy efficiency is a low-hanging fruit. It is hard work and not terribly glamorous. We should move toward the electricity economy. Electricity will be a much more important energy carrier for transportation as well as for other uses.

We have large capacity to expand hydroelectric power. We have the possibility in British Columbia alone to double our current hydro capacity without harming any fish rivers in the province. Environmental problems will always be a factor, and many people will be against any sort of development, but the physical capacity is there to double the production. I am sure that that is the case in Manitoba and Quebec as well. One of the real strengths in Canada is our potential for hydroelectric power.

We should be developing other renewable resources. I have listed them, though not in any particular order. We should be expanding nuclear power. There are issues with this, but much of the rest of the developed world is expanding nuclear power. I studied in the U.K., and my first job was for the electricity authority in the U.K. After a long time of not building any nuclear plants since the early 1980s, the U.K. has said that they will build at least 10 new nuclear plants. France has always been the leader in nuclear power. Over 80 per cent of their electricity comes from nuclear sources. They are continuing to expand that.

We should investigate carbon capture and storage. There will be application for that. Much uncertainty still exists, but I am not an expert in this.

Finally, and perhaps it should not be last, promote a reduced-energy lifestyle. This is not something engineers are good at. We need to motivate individuals to reduce their energy consumption. This could be number one. This should be part and parcel of increasing energy efficiency.

Thank you for your attention. I would be happy to answer any questions you may have.

The Deputy Chair: Thank you. This was very clear.

One of our objectives is to assist Canadians to come to an understanding of the issues involved in energy consumption and supply, et cetera. These are issues generally seen to be very complex. We are looking for a way to clear away that complexity. Your presentation proves it is possible.

Since we began, two additional senators have joined us. We have Senator Sibbeston from the Northwest Territories and Senator Kenny from Ontario. I welcome them.

Senator Brown: Thank you for your fascinating presentation.

Accroître l'efficacité énergétique constitue la solution la plus accessible. Cela demande beaucoup d'efforts et n'a rien de tellement glorieux. Il nous faut passer à l'économie de l'électricité. L'électricité deviendra un vecteur énergétique beaucoup plus important pour le transport ainsi que pour d'autres usages.

Nous avons la possibilité d'élargir encore beaucoup l'hydroélectricité. En Colombie-Britannique seulement, nous avons la possibilité de doubler notre capacité hydroélectrique actuelle sans causer de tort aux rivières à poissons de la province. Les problèmes environnementaux seront toujours un facteur, et les gens seront toujours nombreux à s'élever contre toutes sortes d'aménagements, mais la capacité physique est présente pour permettre de doubler la production. Je suis certain que c'est également le cas au Manitoba ainsi qu'au Québec. Au Canada, l'une des véritables forces est notre potentiel hydroélectrique.

Nous devrions également donner de l'expansion à d'autres énergies renouvelables. J'en ai dressé une liste, sans ordre particulier. Nous devrions accroître l'énergie nucléaire. Cela pose problème, mais une bonne partie du reste du monde industrialisé le fait. J'ai étudié au R.-U., et mon premier employeur a été le fournisseur d'électricité britannique. Après avoir cessé de construire des centrales nucléaires depuis le début des années 80, le Royaume-Uni a affirmé qu'il construira au moins dix nouvelles centrales nucléaires. La France a toujours été le chef de file de l'énergie nucléaire. Plus de 80 p. 100 de son électricité provient de sources nucléaires, et le pays continue d'en créer de nouvelles.

Nous devrions faire de la recherche sur le captage et le stockage du carbone. Il y aura des applications pour cela. Il y a encore beaucoup d'incertitude, mais je ne suis pas un expert dans ce domaine.

Enfin, et cela ne devrait peut-être pas se trouver au dernier rang, il faut encourager les gens à adopter un mode de vie moins énergivore. C'est un domaine dans lequel les ingénieurs ne sont pas doués. Nous devons motiver les personnes à réduire leur consommation d'énergie. Cela pourrait occuper le premier rang et devrait être partie intégrante de l'accroissement de l'efficacité énergétique.

Je vous remercie de m'avoir écouté. Je me ferai un plaisir de répondre à vos questions.

Le vice-président : Merci. Votre exposé était très clair.

L'un de nos objectifs est d'aider les Canadiens à comprendre les enjeux de la consommation et de l'approvisionnement énergétiques, et cetera. Ces enjeux sont souvent considérés comme étant très complexes. Nous cherchons à simplifier cette complexité, et votre exposé prouve que c'est possible.

Depuis que nous avons commencé la réunion, deux autres sénateurs se sont joints à nous. Accueillons le sénateur Sibbeston, des Territoires du Nord-Ouest, et le sénateur Kenny, de l'Ontario. Je leur souhaite la bienvenue.

Le sénateur Brown : Merci de votre exposé, c'était fascinant.

My question is about electrolysis. You said that by electrifying water, we could obtain 34 per cent efficiency. Is that correct?

Mr. Evans: That is the hydrogen we can get from the whole chain in electricity production. Electrolysis itself, simply to produce hydrogen is about 65 per cent efficient. In other words, 65 per cent of the energy from that electricity is in the form of hydrogen, which you can burn or run it in a fuel cell. If you use a fuel cell, that is another 50 per cent efficiency, so you multiply these together. At the end of the day, the efficiency of the electricity coming in and going out of the vehicle is about 33 per cent.

Senator Sibbeston: I know that carbon waste is measured in tonnes. My primitive mind has a hard time imagining a tonne of carbon. Is this only a theoretical idea? Have you ever seen a tonne of carbon?

Mr. Evans: No, I have not seen a tonne of carbon; you may be referring to carbon dioxide. It is not theoretical, it exists. The simplest way to look at it is to take natural gas, our simplest fossil fuel. It is 95 per cent methane, which is a simple molecule, CH_4 . If you burn the CH_4 , all of the carbon combines with the oxygen we use to burn it and turns into CO_2 . If you have enough natural gas, it would indeed weigh a tonne. Burning that tonne of natural gas produces almost three tonnes of carbon dioxide. We use many millions of tonnes.

Although it is in gaseous form, mass is associated with this, and it has weight. That is simply a physical fact. I know it is hard to conceptualize these things. If you had a pressurized container, put it on a scale and pumped in gas, you would see the weight on the weigh scale. Indeed, mass is associated with it.

Senator Kenny: The question is really which is heavier, a tonne of feathers or a tonne of carbon dioxide?

The Deputy Chair: As always, providing insight.

Senator Seidman: It was a great presentation, especially for someone such as me who is new to this committee.

Two witnesses earlier this week said clearly that we will not have alternative clean-energy renewable substitutes for fossil fuels to any degree even by 2020. They said that it is highly likely that much of what we need in the area of new clean-energy technology has not even been developed yet.

I am from Quebec, and I am particularly interested in the future of hydroelectricity. Perhaps you could comment on new technologies, where we are positioned going forward and challenges presented in the use of hydro. You referred to load

Ma question porte sur l'électrolyse. Vous avez dit que, grâce à l'électrolyse de l'eau, nous pourrions obtenir une efficacité énergétique de 34 p. 100. Est-ce exact?

M. Evans : Cela correspond à l'hydrogène que nous pourrions obtenir de toute la chaîne de production de l'électricité. En elle-même, l'électrolyse servant simplement à produire de l'hydrogène a une efficacité d'environ 65 p. 100. Autrement dit, 65 p. 100 de l'énergie de cette électricité prend la forme d'hydrogène, que vous pouvez brûler ou stocker dans une pile à combustible. Si vous utilisez une pile à combustible, celle-ci a une efficacité énergétique de 50 p. 100; vous devez donc multiplier ces deux efficacités ensemble. Au bout du compte, l'efficacité énergétique de l'énergie entrant et de l'énergie sortant du véhicule est d'environ 33 p. 100.

Le sénateur Sibbeston : Je sais que le carbone émis par la consommation de combustibles fossiles se mesure en tonnes. Mon petit cerveau a bien du mal à s'imaginer à quoi ressemble une tonne de carbone. S'agit-il d'une notion théorique? Avez-vous déjà vu une tonne de carbone?

M. Evans : Non, je n'ai pas vu une tonne de carbone; vous pensez sans doute à du CO_2 . Ce n'est pas une notion théorique, cela existe. La façon la plus simple de l'envisager est de prendre le gaz naturel, notre combustible fossile le plus simple. Il est composé à 95 p. 100 de méthane, une molécule simple, CH_4 . Si vous brûlez le CH_4 , tout le carbone se combine avec l'oxygène que nous utilisons pour le brûler et se transforme en CO_2 . Si vous avez suffisamment de gaz naturel, cela pèserait effectivement une tonne. La combustion de cette tonne de gaz naturel produit presque trois tonnes de CO_2 . Nous consommons des tonnes par millions.

Même si le carbone se trouve sous forme gazeuse, il a une masse, il pèse quelque chose. C'est un fait physique, point à la ligne. Je sais que c'est difficile de conceptualiser ces notions. Si vous aviez un contenant sous pression déposé sur une balance et que vous y pompiez du gaz, vous pourriez mesurer le poids du gaz sur la balance. Le carbone a effectivement une masse.

Le sénateur Kenny : La véritable question consiste à savoir ce qui est le plus lourd : une tonne de plumes ou une tonne de CO_2 ?

Le vice-président : Comme toujours, un commentaire éclairé n'attend pas l'autre.

Le sénateur Seidman : C'était un exposé passionnant, surtout pour moi, nouvellement arrivée dans le comité.

Plus tôt cette semaine, deux témoins ont clairement dit qu'il n'y aura pas d'autres énergies renouvelables propres pouvant se substituer aux combustibles fossiles qui puissent être réellement utilisées, même d'ici 2020. Ils ont affirmé qu'il est très probable qu'une grande partie de ce dont nous avons besoin dans le domaine de la technologie des énergies propres n'a même pas encore été mise au point.

Je viens du Québec, et je m'intéresse tout particulièrement à l'avenir de l'hydroélectricité. Pourriez-vous nous faire des commentaires sur les nouvelles technologies, sur les voies d'avenir et sur les défis que pose l'hydroélectricité? Vous avez

levelling, smart grid, the challenges we face with Canadian weather and the blackouts we often encounter.

Mr. Evans: I will start with the last part, the challenges of producing more renewable energy. We are fortunate in British Columbia, Manitoba, Quebec and Newfoundland and Labrador to have great potential for more hydroelectric power. Many political issues are associated with developing more energy of any type in the country. This is one of the challenges. It takes a long time to bring new resources on stream.

I would argue that new technology does not need to be developed; hydroelectricity is well-known technology. It takes a long time to get the approval to build plants and move ahead.

The technology for using that to replace fossil fuels is coming. The first thing that we will see will be plug-in hybrid electric vehicles. There is no question that it will take time to get those into the marketplace. We will see changes by 2020, but not huge changes. I would hope that we would see significant changes by 2050, for example. If we move down this route to electricity economy by that time, we will see significant replacement of fossil fuels by electricity. Then we need to develop these renewable sources.

It can be hydro power, more wind power, solar or geothermal; we have many potential sources. Worldwide, we will see a big expansion of nuclear power, as well. It probably takes at least 10 years for the approval and building of a new nuclear plant, so there will not be a huge change by 2020. It is not that far away.

I missed the first part of the question.

Senator Seidman: You have answered much of it. You are saying that the technologies exist, that we do not need massive R&D to develop new technologies to replace fossil fuels.

Mr. Evans: I would say yes and no. Basic research needs to be done; and as a university researcher, I am doing that in my lab. I am doing mundane things to increase the efficiency with which we use fuel in engines. We will have engines for a long time. Despite the general thrust of my presentation, we will still be burning fossil fuel for a long time to come, so we do need to do that more efficiently. My day-to-day research is increasing the efficiency of the way we use those fuels in engines.

parlé de nivellement de la charge, de réseaux de distribution d'énergie intelligents, des difficultés que nous impose le climat canadien et des pannes que nous subissons fréquemment.

M. Evans : Je vais commencer par la dernière partie, c'est-à-dire les défis associés à la production de davantage d'énergie renouvelable. En Colombie-Britannique, au Manitoba, au Québec et à Terre-Neuve-et-Labrador, nous avons la chance d'avoir un important potentiel de développement d'hydroélectricité. Le développement de l'énergie sous n'importe quelle forme au pays est lié à de nombreux enjeux politiques. C'est l'une des difficultés. C'est très long avant que de nouvelles ressources ne deviennent actives.

Je ferai valoir qu'il n'est pas nécessaire d'élaborer de nouvelles technologies; l'hydroélectricité est une technologie bien connue. C'est l'obtention de l'approbation pour construire des centrales et aller de l'avant qui prend beaucoup de temps.

La technologie permettant de se servir de cette électricité pour remplacer les combustibles fossiles s'en vient. La première forme que prendra cette technologie, ce sont les véhicules hybrides rechargeables. Il ne fait aucun doute qu'il faudra un certain temps pour que les véhicules hybrides rechargeables prennent leur place sur le marché. D'ici 2020, il y aura des changements, mais ils ne seront pas énormes. J'espère que nous verrons des changements considérables d'ici 2050, par contre. Si nous prenons cette voie vers l'économie de l'électricité à cette date, nous constaterons un remplacement important des combustibles fossiles par l'électricité. Il nous faudra alors mettre au point ces sources d'énergie renouvelables.

Il pourrait s'agir d'hydroélectricité, d'énergie éolienne, d'énergie solaire ou de géothermie; nous disposons de beaucoup de sources potentielles. Partout dans le monde, nous constaterons également un important élargissement de l'énergie nucléaire. Il faudra probablement au moins 10 ans pour obtenir l'approbation puis la construction d'une nouvelle centrale nucléaire, de sorte qu'il n'y aura pas de changements énormes d'ici 2020. Ce n'est pas si éloigné.

J'ai raté la première partie de la question.

Le sénateur Seidman : Vous avez répondu à une bonne partie de la question. Vous avez dit que les technologies existent, que nous n'avons pas besoin d'importants investissements en R-D pour élaborer de nouvelles technologies pour remplacer les combustibles fossiles.

M. Evans : Je vous dirais oui et non. Il faut faire de la recherche fondamentale; en tant que chercheur universitaire, c'est ce que je fais dans mon laboratoire. Tous les jours, je fais de petites choses pour accroître l'efficacité avec laquelle nous consommons l'essence dans les moteurs. Les moteurs seront là encore longtemps. Malgré l'orientation générale de mon exposé, nous continuerons à brûler des combustibles fossiles encore longtemps, de sorte que nous devons le faire de façon plus efficace. La recherche que je mène tous les jours consiste à faire en sorte que les moteurs consomment ces combustibles de manière plus efficace.

The technology is coming for electrification of the transit system through these plug-in hybrid vehicles. It is early days; we do not have them commercialized yet. Most of this work is being done by the automakers. They are all working on this. The only unknown is how effective the batteries will be. The existing straightforward hybrid vehicles are setting terrific precedents. For example, the Toyota Prius, the best known of the conventional hybrid vehicles, has been far more successful than even Toyota suspected. The batteries have been much more reliable. Most of the taxis in Vancouver are Prius taxis. That is a pretty rugged application of that. I have talked to the odd taxi driver, and they are very happy with this.

The next step is to increase the size of the battery a bit and charge it up by plugging it into the wall at night. The technology is there, with some uncertainty about the market penetration of that technology.

I think your witnesses from Alberta were mainly talking about carbon capture and storage. I am perhaps less keen on that because it will not be applicable to mobile sources, and that is where most of our oil is used. Uncertainties still remain for that.

The capture of CO₂ is well established — conventional chemical engineering technology. It is expensive when handling huge volumes of gases. You can imagine the volume of many tonnes of a gas, which means very large, expensive pieces of equipment. However, it is known technology.

To me, the unknowns — and I am not an expert in this, by any means — are where the repositories will be, whether they will be sufficient and whether the CO₂ will stay there for the length of time we need it to. Much more research needs to be done on that before we can say that this is viable technology for any significant quantity.

It is being done now. CO₂ has been used for a long time in enhanced oil recovery, where oil fields are flooded with CO₂ to expedite and push the oil toward the well. Some of it comes up with the oil as well. Storage is being done in Norway, for example, where they have gas fields offshore and are storing some CO₂ underground.

Carbon capture and storage is being done in Saskatchewan, as we speak — one of the flagship IEA demonstration programs. However, it is relatively small, and it is early days. We need to monitor how stable that storage will be.

Senator Seidman: I will go back to the electricity issue because you are so keen on that and put a great deal of focus on it.

I would like to better understand the challenges about the loads on the grid and the tendency of our population to consume energy at the same time; and then we have weather challenges, of course.

La technologie d'électrification du système de transport grâce aux véhicules rechargeables approche. Nous en sommes encore aux balbutiements; nous n'avons pas encore commercialisé cette technologie. Une grande partie de ce travail est effectué par les fabricants d'automobiles, qui travaillent tous là-dessus. La seule inconnue, c'est l'efficacité des batteries. Les voitures hybrides existantes créent des précédents fantastiques. Par exemple, la Toyota Prius, la plus illustre voiture hybride conventionnelle, a connu un succès bien plus important que ce que Toyota avait escompté. Les batteries ont été beaucoup plus fiables. La plupart des taxis à Vancouver sont des taxis Prius. C'est une application pas mal exigeante pour un véhicule hybride. J'ai parlé à deux ou trois chauffeurs de taxi, et ils sont très heureux de leur véhicule.

La prochaine étape consiste à augmenter un peu la taille de la batterie et à permettre de la charger en la branchant la nuit. La technologie existe, mais il y a une certaine part d'incertitude quant à la pénétration du marché qu'elle pourrait faire.

Je pense que vos témoins de l'Alberta parlaient surtout du captage et du stockage du carbone. Je suis peut-être moins porté sur cette technologie parce qu'elle ne s'appliquera pas aux sources mobiles, et c'est là que la majeure partie de notre pétrole est consommé. Il y a encore beaucoup d'incertitude autour de cette application.

Le captage du CO₂ est bien établi; il s'agit d'une technologie de génie chimique conventionnelle. C'est une technologie qui devient coûteuse au moment de manipuler d'importants volumes de gaz. Vous pouvez vous imaginer le volume de nombreuses tonnes d'un gaz; il faut des pièces d'équipement très grosses et très chères. Cependant, c'est une technologie connue.

À mes yeux, les inconnues — et je ne suis d'aucune façon un spécialiste en la matière —, ce sont l'emplacement des dépôts, la question de savoir s'ils suffiront à la tâche et si le CO₂ y restera emprisonné le temps qu'il faut. Nous devons approfondir vraiment les recherches sur la question avant de pouvoir dire que c'est un procédé viable à une échelle conséquente.

Ça se fait en ce moment même. Le CO₂ sert depuis longtemps à la récupération assistée des hydrocarbures : on inonde un champ de pétrole de CO₂ pour accélérer la marche du pétrole vers le puits. Il y en a une partie qui remonte à la surface avec le pétrole. Par exemple, on en stocke en Norvège, là où il y a des champs de gaz extracôtiers. On stocke le CO₂ sous terre.

En ce moment même, on piège et on stocke du carbone en Saskatchewan — c'est un des programmes pilotes phares de l'AIE. Par contre, ça se fait à une échelle relativement petite; le projet en est à ses premiers jours d'existence. Nous devons contrôler la stabilité de ce stockage.

Le sénateur Seidman : Je vais revenir à la question de l'électricité, car vous manifestez un tel intérêt pour cette question-là, vous y attachez une grande importance.

J'aimerais mieux comprendre les défis entourant les charges pour le réseau et la tendance qu'a notre population à consommer de l'énergie en même temps; puis, il y a les difficultés météorologiques que nous connaissons, bien entendu.

Mr. Evans: That was part of your question. With respect to the load on the grid, if we expand down this electricity economy, we will need to strengthen our grid. We will need to build more transmission facilities, for example. That is always a challenge. However, our grids are pretty reliable, even though we have severe weather challenges, and we could expand the grid.

The other issue is using electricity for cars, which is so much more efficient than fossil fuels. The extra load on the utility is not as great as you might expect. If we take all the fossil fuel fuels we now use, 80 per cent of our use, and transfer it to the electricity load, that would be huge; but the use of electricity is four times as efficient as using gasoline.

The U.K. did a study to look at the potential impact of having a 10 per cent penetration of electric vehicles on their grid. That is a significant penetration; it will be some time before we get there. The conclusion was that the existing grid could handle that in the U.K. I do not have numbers for Canada, but I suspect it is the same. However, for the long term, some expansion and strengthening of transmission distribution lines will be required.

Senator Merchant: I know you are not here to debate the climate issue, but you want to engage the individual person in your presentation. I think you have given us a picture of the important part each one of us has to play to make this work, and to wean us away from fossil fuels.

I think I heard yesterday — and I do not remember the exact numbers — some polling, where people are not really seized by climate change or global warming. I do not know which is which. I know this is not a debate about whether this is happening or not, but the words keep changing.

When we talk about climate change, I am not sure if that is exactly the same thing that they talk about in the different presentations. Is that synonymous with global warming? Climate change, to me, is something different than global warming. I am not sure that most Canadians believe that something is happening and that there is a need to change.

In your presentation this morning, you have to engage everyone. Your thesis is that when people see the dollar value of making the change, this will motivate them to do so.

A few years ago on this committee, we studied the One-Tonne Challenge. We were challenging Canadians to make these changes. We had advertising on television. The government had an extensive program in which they told Canadians about the small changes they could make such as using electricity in non-peak hours or using cold water to do your laundry instead of

M. Evans : Cela faisait partie de votre question. Pour ce qui est de la charge que doit supporter le réseau, si nous donnons ainsi de l'expansion à l'économie de l'électricité, il nous faudra renforcer notre réseau. Il nous faudra construire davantage d'installations de transport d'électricité, par exemple. C'est toujours un problème. Par contre, nos réseaux sont relativement fiables, même si nous devons composer avec des difficultés météorologiques extrêmes, et nous pourrions donner de l'expansion au réseau.

L'autre question est celle de l'usage de l'électricité pour alimenter les voitures, l'électricité étant nettement plus efficace que les combustibles fossiles. La charge supplémentaire avec laquelle doivent alors composer les services publics n'est pas aussi grande qu'on pourrait le croire. Si on prenait tous les combustibles fossiles actuellement utilisés, soit 80 p. 100 de ce que nous utilisons, et qu'on le transfère au réseau d'électricité, ce serait énorme; par contre, l'électricité est quatre fois plus efficace que l'essence.

Le Royaume-Uni a réalisé une étude pour déterminer l'effet qu'aurait sur son réseau un taux de pénétration de 10 p. 100 des véhicules électriques. C'est un taux de pénétration important; il faudra du temps encore avant que nous en arrivions là. La conclusion, c'est que le réseau existant au Royaume-Uni pourrait le supporter. Je n'ai pas de statistiques pour le Canada, mais je soupçonne que c'est la même chose. Tout de même, à long terme, il faudrait étendre et renforcer quelque peu les lignes de transport de l'électricité.

Le sénateur Merchant : Je sais que vous n'êtes pas là pour débattre de la question du climat, mais vous avez dit, dans votre exposé, que vous vouliez engager individuellement les gens dans la démarche. Je crois que vous nous avez montré le rôle important que chacun d'entre nous peut jouer pour que nous y arrivions, pour nous sevrer des combustibles fossiles.

Je ne me souviens pas des chiffres précis, mais je crois avoir entendu parler hier de sondages qui ont été effectués, selon lesquels la question des changements climatiques ou du réchauffement de la planète ne saisit pas vraiment les gens. Je ne sais pas lequel est lequel. Je sais que nous ne cherchons pas à savoir ici si le phénomène se produit bel et bien ou non, mais les mots, eux, changent sans cesse.

Lorsqu'il est question des changements climatiques, je ne sais pas très bien si c'est toujours de la même chose qu'il est question dans les différents exposés qui sont présentés. Est-ce un synonyme de réchauffement de la planète? Les changements climatiques, à mes yeux, n'équivalent pas au réchauffement de la planète. Je ne suis pas sûre que la plupart des Canadiens croient qu'il se passe quelque chose sur ce plan et qu'il faut modifier des choses.

Selon l'exposé que vous avez présenté ce matin, il faut mobiliser tout le monde. La thèse que vous défendez, c'est que les gens seront motivés à changer lorsqu'ils verront la valeur du changement en argent.

Il y a quelques années de cela, ici au comité, nous avons étudié le Défi d'une tonne. Par cette campagne-là, nous mettions les Canadiens au défi de modifier leurs habitudes. Il y avait de la publicité là-dessus à la télévision. Le gouvernement avait mis en place un programme d'envergure où il parlait aux Canadiens des petits changements qu'ils pouvaient apporter à leur vie, par

hot water — some of the things you talked about this morning. They were changes everyone could make. How much did that affect people?

Mr. Evans: I sometimes use the One-Tonne Challenge as an example of perhaps the one thing the government has done to try to get people to change their ways. I cannot tell you how effective that was, or if it was effective at all. I suspect it has not been terribly effective in changing peoples' ways.

The examples I look to are young people. Now I have grown children and little grandchildren. I remember when my daughter, in particular, was a teenager, recycling was just coming in. I am an old-fashioned guy and thought that this was a bit of pain. I wanted to take my newspaper and throw it in the garbage as I have always done. However, I was educated by my teenaged daughter.

I think it is the young people that have led this revolution, and now it is a recycling revolution. I am recycling with the best of them. I use that as an example of how if young people want change, they will lead the way in this. We will see significant changes by young people in using energy more responsibly and using less energy per capita. However, some of the changes that we are talking about will take hundreds of years.

If you were to poll young people, you would find that they think that climate change is coming, that it is at least in part manmade and that we need to make changes. I believe they will undertake some of these changes. It will not be so important for people my age because we will not be using energy that much longer. The revolution, as always, will be led by young people.

Senator Merchant: That is what we all hope, that we will all change slowly and maybe the younger people will lead that revolution.

Another thing to consider is whether these changes that we make have a net positive result. I have heard different reports about recycling. Recycling keeps bottles and paper off the streets and highways and gives us a cleaner environment in that sense. However, sometimes the energy it takes to recycle the materials is not a net plus. There are good reasons to recycle, but if we are talking about energy savings, sometimes it does not work out exactly the way we think it might work. Is that a fact or not?

Mr. Evans: I think that is right. You have to look at the complete energy conversion chain. Is what I am doing down here on my demand side having an effect upstream on the primary energy source? You can make that assessment for each application. We need to do a life-cycle analysis for both recycling and energy use; what the total life-cycle change or

exemple utiliser l'électricité en dehors des heures de pointe pour la consommation d'électricité ou choisir l'eau froide plutôt que l'eau chaude pour faire sa lessive — certaines des choses dont vous avez parlé ce matin. C'étaient des changements qui étaient à la portée de tous. Quel effet cela a-t-il eu sur les gens?

M. Evans : J'évoque parfois le Défi d'une tonne pour parler de la chose, peut-être, que le gouvernement a faite pour convaincre les gens de modifier leurs habitudes. Je ne saurais vous dire à quel point la campagne a été efficace ni même si elle a eu quelque efficacité que ce soit. Je soupçonne qu'elle n'a pas été terriblement efficace quand il s'agit de modifier les habitudes des gens.

Pour des exemples, je me tourne vers les jeunes. Aujourd'hui, mes enfants ont atteint l'âge adulte, et j'ai des petits-enfants. Je me rappelle en particulier du fait que, à l'époque où le recyclage commençait, ma fille était adolescente. Comme je suis vieux jeu, cela m'énervait un peu. Je voulais mettre mon journal dans les ordures comme je l'avais toujours fait. Ma fille adolescente s'est toutefois occupée de mon éducation.

Je crois que ce sont les jeunes qui ont mené cette révolution et, maintenant, c'est une révolution du recyclage. Je suis dans le peloton de tête des recycleurs. C'est l'exemple que j'évoque pour dire que, là où des jeunes tiennent à ce que les choses changent, ils prennent les rênes de l'affaire. Nous allons être témoins de changements importants qui seront le fait des jeunes : ils utiliseront l'énergie de manière plus responsable et consommeront moins d'énergie par personne. Cependant, certains des changements dont nous parlons s'échelonneront sur des centaines d'années.

Si vous sondez les jeunes, vous constaterez que, selon eux, les changements climatiques s'amènent et qu'ils sont au moins en partie le fait de l'homme et qu'il nous faut apporter certains changements. Je crois qu'ils vont entreprendre d'apporter certains de ces changements. Ce ne sera pas si important pour les gens de mon âge : nous n'allons pas utiliser cette énergie-là encore longtemps. Comme toujours, ce seront les jeunes qui seront les fers de lance de la révolution.

Le sénateur Merchant : C'est ce que nous espérons tous, que nous allons tous changer lentement et que, peut-être, les jeunes se feront les fers de lance de cette révolution-là.

Il faut aussi se demander si ces changements produiront un effet positif net. J'ai entendu différents points de vue sur le recyclage. Le recyclage permet d'éviter que des bouteilles et des papiers se trouvent dans la rue et sur les routes; de ce point de vue-là, c'est bon pour l'environnement. Cependant, parfois, l'énergie nécessaire au recyclage des matériaux fait que le bilan net n'est pas positif. Il existe de bonnes raisons de recycler, mais s'il est question d'économie d'énergie, il arrive que le résultat ne soit pas tout à fait celui que nous attendions. Est-ce vrai?

M. Evans : Je crois que c'est vrai. Il faut voir la chaîne de conversion de l'énergie dans son intégralité. Mon activité ici, du côté de la demande, a-t-elle un effet en amont, du côté de la source d'énergie primaire? C'est une analyse qu'on peut faire pour chaque cas. Il faut faire une analyse du cycle de vie qui tienne compte du recyclage et de l'utilisation de l'énergie à la fois;

improvement will be if we change our way of life. That analysis is complex, but it needs to be done.

Senator Merchant: Currently, do you think the taxpayer or rate payer should be paying for the real cost of energy?

Mr. Evans: Individuals probably do not really notice the difference in whether they pay taxes or they pay more at the pump or for electricity. They just see the increased costs. I am not an economist, but I do think pricing works. Price is an important signal, and people do take notice of that.

As I understand it — again, not being an economist — energy demand is what economists would call inelastic. In other words, we really want to drive our car to get somewhere. If the price goes up at the pump, people grumble. I grumble, but I still fill up, and most people do. If they have to, they will make sacrifices elsewhere in their budget to continue driving to where they want to go. It is a challenge.

We now have a small carbon tax in British Columbia. People grumble about this tax. However, it is very small, and they put up with it. I am not sure that the carbon tax has had much change on people's behaviour yet.

Senator Merchant: However, as a rate payer, if you are reminded of the cost every day or every week, it stays front of mind, whereas if you pay your taxes at the end of the year, it sort of puts it off.

Mr. Evans: Yes. The issue with going the way of electric vehicles is the inverse price signal. The price is much less than fossil fuels. I think that will drive people toward that option, as long as the vehicles have the same effectiveness and drive the same as a conventional vehicle; and I see no reason why that will not be the case. The average person will get into one of these vehicles and not really notice whether the energy is coming from being plugged in at night or from the engine, to get you the longer range you need.

Senator Kenny: Before I get to the serious part, I would like to know how Dr. Evans gets his kids to take out the blue boxes.

Mr. Evans: I am afraid they have now left home, so I have to take out the blue boxes.

Senator Kenny: You just said that they were leading the way.

Mr. Evans: They did; they got me into the habit of doing it, so I am now doing it.

Senator Kenny: Has a new nuclear plant been licensed in North America in the last 25 years?

déterminer ce que représentera le changement ou l'amélioration par rapport au cycle de vie entier, si nous modifions nos habitudes. C'est une analyse complexe, mais qui doit se faire.

Le sénateur Merchant : En ce moment, croyez-vous que le contribuable, que celui qui paie la note devrait payer le prix réel de l'énergie en question?

M. Evans : Chacun ne remarque probablement pas vraiment la différence qu'il y a, que ce soit un paiement au fisc ou encore un paiement plus important à la station d'essence ou aux services publics. Il voit seulement les coûts accrus. Je ne suis pas économiste, mais je crois que miser sur le prix fonctionne. Le prix est un signal important, et les gens en prennent bel et bien note.

Si je comprends bien — encore une fois, je ne suis pas économiste —, la demande d'énergie est inélastique, comme le disent les économistes. Autrement dit, nous tenons vraiment à prendre la voiture pour nous rendre ici et là. Si le prix de l'essence augmente, les gens grognent. Je grogne, mais je fais quand même le plein, et la plupart des gens font de même. S'ils doivent le faire, ils font les sacrifices à un autre poste budgétaire pour continuer à prendre la voiture pour se déplacer. C'est un problème.

Il y a maintenant une petite taxe sur le carbone qui est prélevée en Colombie-Britannique. Cela fait grogner les gens. Tout de même, c'est un très petit montant, que les gens tolèrent. Je ne suis pas sûr que la taxe sur le carbone ait vraiment incité encore les gens à modifier leurs habitudes.

Le sénateur Merchant : Tout de même, dans la mesure où vous payez la note, si le prix de l'affaire vous est rappelé tous les jours ou toutes les semaines, la chose reste à l'avant-plan dans votre esprit, alors que si vous réglez la facture fiscale à la fin de l'année, c'est comme repousser à plus tard.

M. Evans : Oui. Si l'on opte pour le véhicule électrique, le signal de prix est inversé. Le prix est nettement inférieur à celui des combustibles fossiles. Je crois que cela conduira les gens à adopter cette option-là, à condition que les véhicules présentent la même efficacité et qu'ils se conduisent comme un véhicule classique; et je ne vois pas pourquoi ce ne serait pas le cas. La personne moyenne montera dans un tel véhicule sans remarquer vraiment si la source d'énergie est l'électricité, parce que le véhicule a été branché pendant la nuit, ou le moteur lui-même, pour l'autonomie plus grande qu'il faut au véhicule.

Le sénateur Kenny : Avant d'entamer la partie sérieuse de l'affaire, j'aimerais savoir ce que fait M. Evans pour convaincre ses enfants de mettre les boîtes bleues au chemin.

M. Evans : Je suis désolé de vous dire qu'ils ont quitté la maison, si bien que c'est moi qui dois maintenant mettre les boîtes bleues au chemin.

Le sénateur Kenny : Vous venez de dire qu'ils montraient le chemin.

M. Evans : Ils l'ont bien montré; ils m'ont inculqué l'habitude, de sorte que je le fais maintenant moi-même.

Le sénateur Kenny : Y a-t-il une nouvelle centrale nucléaire qui ait obtenu son permis en Amérique du Nord au cours des 25 dernières années?

Mr. Evans: I am not an expert. In the last 25 years, I am not sure.

Senator Kenny: Seabrook Station was the last nuclear plant, and there has not been one since.

Mr. Evans: There has not been one for a long time, certainly not in Canada.

Senator Kenny: We look at the success in France. They have 80 or 90 reactors. We are not building them. We are frightened of them. Is that a realistic thing for North Americans to talk about?

Mr. Evans: Personally, I think we should be talking about it. I always say that there is no free lunch, no magic bullet; costs are associated with everything. The issue is whether more risks and costs are associated with building a nuclear plant, for example, than building a coal-fired plant and taking the carbon emissions and other emissions that come from that plant.

Senator Kenny: I agree with you. We have a plant in Seabrook, New Hampshire for which all someone has to do is turn the key and it will work. However, there is the psychological problem, namely, that Canadians and Americans will not go there after Three Mile Island, Pennsylvania.

Mr. Evans: I think that is right; perception is everything. France has taken a very different attitude. More than 80 per cent of their energy comes from nuclear power. As far as I know, no one demonstrates in the streets of Paris. It is well accepted there. Much of Europe is also moving that way. The Germans were shutting down plants, but they now have a hiatus on that and will probably be building more.

Senator Kenny: There is a metre in every kitchen that tells you whether you are buying cheaper or more expensive fuel.

Mr. Evans: I did not speak about that, but smart metres will be very important and beneficial. That is new technology that is available. It will be expensive to retrofit every home, but it is important.

Senator Kenny: My next question is about electricity. The fun of being in taxis in Vancouver is that you can watch the dashboard and see when you are switching from electricity to gasoline and back again. That is more fun than anything else.

The issue, however, is knowing whether the electricity being used is clean electricity. How do you get the full cost-effectiveness if the person producing the electricity is doing it in a dirty way and you think you are being a good citizen by riding in this taxi that is running most of the time on electricity? I know you know what I am getting at.

M. Evans : Je ne suis pas spécialiste. Pour les 25 dernières années, je ne sais pas très bien.

Le sénateur Kenny : La dernière centrale nucléaire est celle de Seabrook, et il n'y en a pas eu depuis.

M. Evans : Il n'y en a pas eu depuis longtemps, certainement pas au Canada.

Le sénateur Kenny : Nous étudions le succès qu'il y a en France à cet égard. La France compte 80, 90 réacteurs. Nous n'en construisons pas chez nous. Nous en avons peur. Est-ce réaliste d'en parler en Amérique du Nord?

M. Evans : Quant à moi, je crois que nous devrions en parler. Je dis toujours que rien n'est vraiment gratuit, qu'il n'y a pas de solution miracle; il y a toujours un prix à payer, pour tout. La question consiste à savoir si la construction d'une centrale nucléaire, par exemple, suppose plus de risques et de frais que la construction d'une centrale au charbon, en comptant les émissions de carbone et autres émissions attribuables à la centrale en question.

Le sénateur Kenny : Je suis d'accord avec vous. Il y a à Seabrook, dans le New Hampshire, une centrale où il suffirait que quelqu'un tourne la clé pour que les choses démarrent. Cependant, il y a le problème psychologique qui se présente, c'est-à-dire que les Canadiens et les Américains ne veulent pas de cette option-là depuis qu'il y a eu l'incident à Three Mile Island, en Pennsylvanie.

M. Evans : Je crois que vous avez raison; tout est question de perception. La France a adopté une attitude très différente. Plus de 80 p. 100 de son énergie provient du nucléaire. Autant que je sache, personne ne manifeste dans les rues de Paris. C'est bien accepté là-bas. La majeure partie de l'Europe se tourne vers cette source d'énergie-là. Les Allemands fermaient jadis leurs centrales, mais, maintenant, ils ont suspendu la décision prise dans ce sens et vont probablement en construire davantage.

Le sénateur Kenny : Il y a dans chaque cuisine un compteur qui vous dit si le combustible que vous achetez est plus cher ou moins cher.

M. Evans : Je n'en ai pas parlé, mais les compteurs intelligents seront très importants et très utiles. C'est une nouvelle technologie qui est disponible. Cela coûtera cher de refaire chaque maison en conséquence, mais c'est une chose importante.

Le sénateur Kenny : Ma prochaine question porte sur l'électricité. Le plaisir de se promener en taxi à Vancouver tient à la possibilité de surveiller le tableau de bord pour voir quand on passe de l'électricité à l'essence et inversement. C'est ce qui est le plus amusant.

Il faut quand même savoir s'il s'agit d'une électricité propre. Comment en arriver au meilleur coût-efficacité possible si la personne produisant l'électricité le fait de façon sale et que vous, vous croyez être un bon citoyen en prenant un taxi qui fonctionne à l'électricité la plupart du temps? Je sais que vous savez où je veux en venir.

Mr. Evans: I do. If you are in a taxi in Vancouver, it is clean, green energy. It is hydropower. More than 90 per cent of our electricity comes from hydropower in B.C. You, as a consumer, do not have any control over that. If you are in Alberta, a significant portion will probably be coming from coal, for example. If we move to electricity, it is incumbent on the people building the electricity plants and expanding electricity to make that as green as possible. It could be coal, with carbon capture.

Senator Kenny: What premium would you put on people who are producing electricity in a dirtier way, by coal, and then moving it out into the system, giving people the impression that they have a cleaner system? Should there be an extra tax on those people who are essentially producing what looks like a clean fuel in a dirty way?

Mr. Evans: Yes. One way to approach it is a carbon tax. People using coal to generate electricity would pay a significant carbon tax.

Senator Kenny: Every time you say “carbon tax,” I see shivers go up and down the spine of my friend over here; he does not like the idea.

Mr. Evans: Carbon tax or cap and trade. Again, I am not an economist. Economists know about these matters. I once asked an economist what the difference is really, since they would have the same impact. If we levy a significant carbon tax, it changes people’s behaviour. As I understand it, we do not really know what the outcome will be and how much effect that will have. However, if we put a hard cap on emissions and regulate them saying that you must not emit more than a certain amount, and if you do, you must buy credits from someone else, then we get exactly the reduction we need.

Senator Kenny: Otherwise, the car stops.

Mr. Evans: Yes. However, it is a complex system involving much bureaucracy, which may or may not be a good thing.

Senator Kenny: We like bureaucracy here.

Mr. Evans: The carbon tax seems to me to be a much simpler approach. If I were the prime minister, I would put a carbon tax on carbon, such that if you burn coal or gasoline, you would have to pay a tax.

Senator Kenny: I am dying to hear your speech in Calgary.

The last point I wanted to raise with you is really a strategic one; it has to do with Canada being a net exporter of energy. In reality, the country is bifurcated; Eastern Canada is an importer and Western Canada is an exporter.

M. Evans : Je le sais. Le taxi que vous prenez à Vancouver fonctionne grâce à une énergie propre, verte. C’est de l’énergie hydroélectrique. Plus de 90 p. 100 de notre électricité provient de centrales hydroélectriques en Colombie-Britannique. En tant que consommateur, vous n’avez aucune prise là-dessus. Si vous êtes albertain, une part importante proviendra probablement du charbon, par exemple. Là où il est question d’électricité, il appartient à ceux qui construisent la centrale d’énergie et qui étendent le réseau de la faire de la façon la plus verte possible. Il pourrait s’agir de charbon ou de piégeage du carbone.

Le sénateur Kenny : Quelle compensation demanderiez-vous aux gens qui produisent de l’électricité de façon malpropre, au moyen du charbon, puis alimentent le réseau avec cette électricité en donnant aux gens l’impression que le réseau est propre? Faut-il imposer une surtaxe aux personnes qui, essentiellement, produisent un combustible propre de façon malpropre?

M. Evans : Oui. Une façon de régler le problème consiste à appliquer une taxe sur le carbone. Les gens qui produisent de l’électricité au moyen du charbon auraient à assumer une importante taxe sur le carbone.

Le sénateur Kenny : Chaque fois que vous dites « taxe sur le carbone », je vois mon ami ici qui en a des frissons; il n’aime pas l’idée.

M. Evans : Une taxe sur le carbone ou un système de plafonds et d’échange. Encore une fois, je ne suis pas économiste. Les économistes sont au courant de ces choses-là. J’ai déjà demandé à un économiste quelle serait vraiment la différence, étant donné que les deux formules auraient le même impact. Si nous prélevons une importante taxe sur le carbone, cela va inciter les gens à changer leurs habitudes. Si j’ai bien compris, nous ne savons pas vraiment quel sera le résultat ni quel effet cela aura. Cependant, si nous plafonnons rigoureusement les émissions, si nous les réglémentons en disant : vous ne devez pas émettre plus de telle quantité; si vous le faites, vous allez devoir acheter les crédits de quelqu’un d’autre, à ce moment, nous obtenons tout à fait la réduction qu’il nous faut.

Le sénateur Kenny : Sinon, la voiture s’arrête.

M. Evans : Oui. Tout de même, c’est un système complexe qui repose sur une importante bureaucratie, ce qui peut être considéré comme plus ou moins bon.

Le sénateur Kenny : Nous aimons les bureaucraties ici.

M. Evans : La taxe sur le carbone me semble représenter une approche beaucoup plus simple. Si j’étais premier ministre, j’adopterais une taxe sur le carbone. Si vous brûliez du charbon ou de l’essence, vous devriez payer une taxe.

Le sénateur Kenny : Je meurs d’envie de vous entendre dire cela à Calgary.

Pour finir, c’est une question stratégique que je voulais vous signaler; elle a trait au fait que le Canada est un exportateur net d’énergie. En réalité, le pays est divisé en deux; l’est du Canada importe, l’ouest du Canada exporte.

What thoughts do you have for the committee on the different approach that we should have toward energy, when just about everyone east of Sarnia is importing and everyone west of Sarnia has the security of being self-sufficient?

Mr. Evans: Are you talking about oil in particular?

Senator Kenny: I am talking about oil, but it includes all energy. In effect, all of our imports end up going to Eastern Canada. Unfortunately, the oil that is produced in Eastern Canada goes down to the Gulf for refining because it is too waxy.

Mr. Evans: We need to take a continent-wide approach to this. These are big issues, and we cannot be too insular. We need to have a global approach. We cannot be doing things here that are not coordinated with our friends to the south. I do not have a problem with our importing on one side and exporting on the other. The approach should be global, or continent-wide, to reduce our carbon footprint.

Senator Kenny: Economically, that works well. Certainly, something that stays within the North American sphere makes sense. However, when you are shipping oil from Canada to the Middle East or from South America, that is not very secure oil under some world conditions. One of our objectives needs to be to look far enough ahead to think how we will provide that energy to those parts of the country in a time when shipping does not come easily.

Mr. Evans: Yes. This is really not my area of expertise. Those are questions for economists rather than engineers. I hope that, over time, we will reduce our demand particularly for oil as we move toward electricity, and we have some real advantage in this country to generate that electricity. That is one issue.

In terms of security of supply, if there really is a reduction in demand for oil globally, then we will have sufficient production in Canada. We would need the infrastructure to move it across the country, and perhaps more pipelines if we felt that was important. That is expensive to do, but it can be done.

Senator Kenny: We ask engineers because economists say, "On one hand, and then on the other hand." Engineers just give us an answer.

Mr. Evans: I am doing my best on engineering issues, not so much on economics.

Senator Lang: I would like to thank the witness for the clear and concise message he brought here. I think most of our listeners could fully understand where you started from and where you think we should go.

Mr. Evans: Thank you.

Senator Lang: It is nice to see a presentation such as that.

Selon vous, quelle est l'approche différente de l'énergie que nous devrions adopter, en songeant au fait que tout le monde à l'est de Sarnia importe et que tout le monde à l'ouest de Sarnia bénéficie de la sécurité que procure l'autosuffisance?

M. Evans : Parlez-vous du pétrole en particulier?

Le sénateur Kenny : Je parle du pétrole, mais toutes les formes d'énergie sont incluses. De fait, l'importation se fait toujours dans l'est du Canada. Malheureusement, le pétrole qui est produit dans l'est du Canada descend vers le sud, le long du Golfe pour être raffiné. C'est qu'il est trop cireux.

M. Evans : Il faut adopter une approche continentale. Ce sont de grands enjeux; nous ne pouvons être trop insulaires. Il nous faut une approche globale. Nous ne pouvons adopter ici des mesures sans les coordonner avec nos amis du Sud. Le fait que nous importions d'un côté en exportant de l'autre ne me dérange pas. L'approche de réduction de l'empreinte de carbone que nous adoptons devrait être mondiale, sinon continentale.

Le sénateur Kenny : D'un point de vue économique, c'est bien. Certes, le cadre nord-américain a un sens. Tout de même, si vous exportez vers le Moyen-Orient depuis le Canada ou l'Amérique du Sud, ce n'est pas un pétrole qui est très sûr, les conditions mondiales étant ce qu'elles sont. Un de nos objectifs consiste à être suffisamment prévoyant pour trouver la façon d'exporter cette forme d'énergie vers ces endroits-là au pays, à une époque où le transport n'est pas une chose facile.

M. Evans : Oui. Ce n'est vraiment pas mon domaine d'expertise. Ce sont des questions qu'il faut poser aux économistes plutôt qu'aux ingénieurs. J'espère que, au fil du temps, nous allons réduire notre demande, notre demande de pétrole en particulier, en privilégiant l'électricité, et nous sommes tout à fait avantagés au pays en ce qui concerne la production de cette électricité-là. Voilà un enjeu.

Pour ce qui est de la sécurité de l'approvisionnement, s'il y a vraiment une diminution de la demande mondiale de pétrole, notre production sera suffisante au Canada. Il nous faut l'infrastructure nécessaire pour transporter le produit d'un bout à l'autre du pays et disposer peut-être d'un plus grand nombre de pipelines, si nous croyons que c'est important. Or, cela est coûteux, mais ça peut se faire.

Le sénateur Kenny : Nous posons la question aux ingénieurs parce que les économistes nous disent : « D'une part, il y a ceci, mais, d'autre part, il y a cela. » Les ingénieurs répondent simplement à la question.

M. Evans : Je fais de mon mieux pour parler du côté technique des choses; le côté économique, je ne m'y connais pas tant.

Le sénateur Lang : Je tiens à remercier le témoin d'être venu nous présenter un message clair et concis. Je crois que la plupart de nos auditeurs comprennent tout à fait votre point de départ et la destination que vous croyez que nous devrions nous donner.

M. Evans : Merci.

Le sénateur Lang : Il est bien d'entendre un tel exposé.

We did a fact-finding trip to Washington a number of weeks ago. It was a very interesting trip for all of us. Those who went all learned much. What came home to me, and I think it is important to anyone listening out there, is the fact that for all our energy that we produce, we provide the United States with 77 per cent of their imported energy, including electricity, uranium, gas and oil.

I want to correct the record here: East of Sarnia, for my good friend, Senator Kenny, a huge volume, as he knows, of electrical energy is exported to the United States via Quebec and Labrador for that eastern seaboard. In fact, just to correct the record, the position that Alberta takes is interesting. When they go down to the United States — so that the Americans understand how dependent they are on us — they say that the lights on Broadway are turned on by oil from Alberta. That brings a picture home to anyone that has been there.

In your presentation, and this is more of a technical question, you talk about the hybrid vehicle, and you speak of the use of batteries and that they are 90 per cent efficient. The one aspect that I do not see factored in there is the energy required to build batteries. That, to my understanding, is considerable and expensive. Is that not correct?

Mr. Evans: Yes. Again, I am not an expert in that. I am certainly not an expert in batteries. One needs to take a look at the life-cycle energy of this. The Prius, for example, has had very few battery replacements. You build it once, and it runs for many years. That is the hope for the new batteries coming on as well. We need to look at the overall, complete life-cycle energy use. Thus far, that is very positive for battery vehicles. It does take energy and materials to produce a battery.

Senator Lang: I point that out because it is important that we put all the costs in relationship. I am certainly not against it. It makes sense.

The other aspect we talk about is the cost per litre that each consumer would pay because plugging their vehicle in would be considerably less expensive than buying gas at the pumps. On the question of costs looking ahead, the volume and the increase in population, and the requirement for new megaprojects to provide that electricity, when most people plug into the wall, they do not have a clue where that electricity comes from. Following that through, as you said, we will need nuclear plants or larger electrical plants, which will be significantly costly and have a long-term life-cycle cost attached. Per litre, you will be looking at substantially higher costs. Is that not correct?

Mr. Evans: Most definitely, yes; the price will go up. We have historically low electricity prices in Canada. One should use the marginal cost of producing electricity. Even at those rates, at the equivalent of 15 cents per litre, you can double the price of electricity to consumers, and it will still be to their benefit to use

Nous avons effectué un voyage d'étude à Washington il y a de cela plusieurs semaines. C'est un voyage qui s'est révélé très intéressant pour nous tous. Les participants ont tous beaucoup appris. Ce que j'ai fini par comprendre, et je crois que cela importe pour quiconque nous écoute, c'est que, avec toute l'énergie que nous produisons, nous comptons pour 77 p. 100 de l'énergie importée aux États-Unis, en comptant l'électricité, l'uranium, le gaz naturel et le pétrole.

Je veux corriger une chose pour le compte rendu : à titre de renseignements pour mon bon ami, le sénateur Kenny, à l'est de Sarnia, comme il le sait, il y a un volume énorme d'électricité qui est exporté vers les États-Unis par le Québec et le Labrador, pour la côte est. De fait, à titre de rectificatif, disons que l'Alberta adopte une position intéressante. Quand ses représentants se rendent aux États-Unis — pour que les Américains comprennent à quel point ils dépendent de nous —, ils disent que c'est le pétrole albertain qui illumine Broadway. C'est évocateur pour les gens là-bas.

Pendant votre exposé, et voici une question plutôt technique, vous avez parlé du véhicule hybride et vous avez parlé de l'utilisation de batteries qui présentent une efficacité de 90 p. 100. La dimension qui n'a pas été prise en considération, selon moi, c'est l'énergie nécessaire à la production des batteries en question. À ma connaissance, cela est important, et c'est coûteux. Ai-je raison de le dire?

M. Evans : Oui. Encore une fois, je ne suis pas spécialiste en la matière. Je ne suis certainement pas spécialiste des batteries. Il faut se pencher sur le cycle de vie énergétique. Il est très rare que la batterie de la Prius, par exemple, ait à être remplacée. Une fois qu'elle est faite, elle alimente le véhicule pendant de nombreuses années. C'est l'espoir que l'on a à propos des nouvelles batteries aussi. Il faut voir le cycle de vie complet en ce qui concerne l'utilisation de l'énergie. Jusqu'à maintenant, c'est très positif dans le cas des véhicules à batterie. Il faut quand même de l'énergie et des matériaux pour produire une batterie.

Le sénateur Lang : Je le souligne parce qu'il importe pour nous de mettre en relation tous les coûts que ça suppose. Je ne suis certainement pas contre l'idée. Cela paraît fondé.

L'autre dimension dont nous parlons, c'est le coût par litre assumé par chaque consommateur, car les gens qui branchent leur véhicule paient beaucoup moins cher que ceux qui s'approvisionnent au poste d'essence. À propos de la question des coûts, pour l'avenir, du volume et de l'augmentation de la population, et aussi de la nécessité d'aménager de nouveaux mégaprojets pour produire l'électricité en question, disons que la plupart des gens, lorsqu'ils se branchent, n'ont aucune idée d'où provient l'électricité. Pour faire suite à cela, comme vous le dites, il nous faudra des centrales nucléaires ou des centrales de plus grande taille, dont les coûts seront importants et qui comporteront des coûts à long terme, échelonnés sur un cycle de vie. Le coût par litre sera nettement plus élevé. Ai-je raison de le dire?

M. Evans : Très certainement, oui; le prix augmentera. Historiquement, nous avons eu droit à des prix faibles pour l'électricité au Canada. Il faut prendre pour référence le coût marginal de production de l'électricité. Même à de tels tarifs, soit l'équivalent de 15 cents le litre, on peut doubler le prix de

electricity for their vehicle. Yes, there will be costs, and the costs of electricity will go up, as well as for transmission distribution systems. There is no free lunch. If we use energy, we have to pay the price. Presumably, people will not be buying as much oil, for example.

Could I just quibble a little with the example of oil turning on the lights on Broadway? I do not actually think that is the case. Oil goes down there, but I do not think anyone is burning oil to generate electricity. That is another issue.

Senator Lang: All I am telling you is what we were told from the representative from Alberta. It was the man from Alberta who told me that.

The Deputy Chair: Let us stop picking on Alberta.

Mr. Evans: The oil will be used for gasoline and diesel fuel.

Senator Lang: Going further on the question of the carbon capture, if I could, I do share a concern here because we seem to have a large amount of faith in future innovation and technological change. You expressed, to some degree, a reservation as to where this will go. Do you have any thoughts about what time frame we are looking at for a decision to be made on whether this is viable?

Mr. Evans: I do not have an answer for that; I am not an expert. It is being done. Thus far, it is viable in Saskatchewan, but this is at a very small level. The problem is that this must be stored for thousands of years, ideally, and we do not know that with certainty. Depending on the repository, in some cases, it will be much more secure than others. You would be able to talk to geologists and try to get a feel for that.

My issue with it is that there is some uncertainty on that aspect, but most of our fossil fuel use is not amenable to carbon capture. Oil, for example, being used for mobile applications, we will not be able to use carbon capture and storage for that. It is a relatively small portion of our fossil fuel use, the stationary use of it, such as processing plants, where it will be possible to use carbon capture and storage.

Senator Lang: I want to refer back to natural gas. I noticed you highlighted coal and did not really emphasize a further use of natural gas in our generation of electricity more so than perhaps what we normally do. I would have thought it would have been more advantageous from an environmental point of view to use more natural gas and have less dependency on coal generation.

Mr. Evans: It is more environmentally advantageous. The carbon-hydrogen ratio is much better in natural gas, resulting in fewer CO₂ emissions. In the past, the issue has been that natural gas is a high-value fuel and coal is a low-value fuel. The companies talk about reserves-to-production ratio. We have about a 40-year supply of oil in the ground today at today's consumption rate. We have about 70- or 80-years worth of

l'électricité sans changer le fait qu'il demeure avantageux pour le consommateur d'utiliser un véhicule électrique. Oui, il y aura des coûts à assumer, et les coûts de l'électricité augmenteront, de même que ceux des réseaux de transport de l'électricité. Rien n'est gratuit. Si nous étudions une forme d'énergie, nous devons payer le prix. Présumément, les gens n'achèteront pas tant de pétrole, par exemple.

Permettez-moi de chipoter un peu sur l'exemple qui a été donné du pétrole qui illumine Broadway. Je ne crois pas que ce soit vraiment le cas. Il y a du pétrole qui est livré là, mais je ne crois pas que quiconque brûle du pétrole pour générer de l'électricité. Voilà une autre question.

Le sénateur Lang : Je vous relate seulement ce que le représentant de l'Alberta nous a dit. C'est lui qui m'a dit ça.

Le vice-président : Ne nous acharnons pas sur l'Alberta.

M. Evans : Le pétrole servirait à produire de l'essence et du diesel.

Le sénateur Lang : Si vous le permettez, pour approfondir la question du piégeage du carbone, je dirai que cela m'inquiète : nous semblons croire beaucoup à l'innovation future et à l'évolution des techniques. Vous avez affiché une certaine réserve quant à l'aboutissement de cette affaire. Avez-vous idée du délai qui se rapporte à une décision éventuelle, à savoir si cela est viable?

M. Evans : Je ne peux répondre à cela; je ne suis pas spécialiste en la matière. Cela se fait. Jusqu'à maintenant, c'est viable en Saskatchewan, mais c'est à très faible échelle. L'ennui, c'est qu'il faut stocker le carbone pendant des milliers d'années, idéalement, et nous ne sommes pas certains de ce qu'il en est. Selon les cas, le dépôt sera plus ou moins sécuritaire. Vous allez pouvoir poser la question à des géologues pour essayer de vous faire une idée.

La difficulté que j'y vois, c'est qu'il y a de l'incertitude de ce côté-là, mais pour la plupart des usages que nous en faisons, le combustible fossile ne se prête pas au piégeage du carbone. Par exemple, le pétrole sert à des applications mobiles, mais nous n'allons pas pouvoir piéger le carbone et le stocker dans ce cas-là. C'est une proportion relativement faible de l'usage que nous faisons des combustibles fossiles, l'usage stationnaire, par exemple dans une usine, où il sera possible de piéger et de stocker le carbone.

Le sénateur Lang : Je veux revenir à la question du gaz naturel. J'ai remarqué que vous avez insisté sur le charbon sans vraiment parler du rôle accru que pourrait jouer le gaz naturel dans la production d'électricité au pays, plus peut-être que ce n'est le cas en temps normal. J'aurais cru qu'il serait plus avantageux, d'un point de vue environnemental, de recourir au gaz naturel et de se fier moins au charbon.

M. Evans : C'est plus avantageux d'un point de vue environnemental. Le ratio carbone/hydrogène est nettement plus intéressant dans le cas du gaz naturel, de sorte que les émissions de CO₂ sont moindres. Par le passé, le gaz naturel a été considéré comme un combustible de grande valeur, et le charbon, comme un combustible de faible valeur. Les entreprises parlent du ratio réserves/production. Le sol renferme l'équivalent de 40 années de

natural gas and 200-years worth of coal. No one worries too much about exploring for more coal. However, with oil and even gas, people say that they are high-value fuels and that we should just be using them for home heating and industrial processes. With shale gas coming on-stream, maybe some of that concern has gone away a bit. We have huge, new potential sources of natural gas. This is keeping the price of natural gas down. I am sure folks in Alberta are not terribly happy about that, nor are they happy in parts of British Columbia. I think we will see more use of natural gas for power generation. If it replaces coal, that is a good thing.

The Deputy Chair: Senator Kenny, do you have a supplemental question or do you want to be on the second round?

Senator Kenny: I have a couple of questions for Senator Lang. I want to know what oil line runs from Alberta to New York. I would be happy if he would enlighten me.

The Deputy Chair: Senator Kenny, this is not a debate amongst us.

Senator Kenny: He mentioned that he was correcting me. If he did not mention my name, I would not be commenting, but he did mention my name. Having spent 20 years on this committee and having worked in the energy business, I am simply curious to know which line runs from Alberta to New York. He does not have an answer.

The Deputy Chair: I will intervene here. I have a question before going to the second round.

Senator Kenny: I had a second question, Mr. Chair. Had Senator Lang read any of the Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD, reports on the Canadian energy situation, which come out each year, he would see the bifurcation between the two halves of Canada. I would commend it to him. It is a serious problem.

The Deputy Chair: It is one of the problems on which we are working. It will be a topic of discussion because we know that we are exporting on one side of the country and importing on the other, which is problematic.

In defence of Senator Lang, he was promoting Alberta's interests, and I thank him very much. Another point to the chair of the Defence Committee, Senator Kenny, is that Alberta oil derives the fuel for the fighter jets based in Minnesota. We are fuelling U.S. fighter jets and that should be reassuring to you.

Dr. Evans, we have kept you going for quite a while. If you still have energy for this — pun intended — I hope we can continue.

Mr. Evans: I am at your disposal.

réserve de pétrole au taux de consommation d'aujourd'hui. Nous avons l'équivalent d'environ 70, 80 années de gaz naturel en réserve, 200 années, en charbon. Personne ne se soucie trop de l'idée de prospecter pour trouver davantage de charbon. Par contre, dans le cas du pétrole et même du gaz naturel, les gens affirment que ce sont des combustibles de grande valeur et que nous devrions les réserver au chauffage des maisons et aux procédés industriels. L'arrivée du gaz de schiste fait que ce souci-là est peut-être un peu moins grand. Nous disposons d'énormes sources éventuelles de gaz naturel. C'est ce qui fait que le prix du gaz naturel demeure faible. Je suis sûr que les bonnes gens d'Alberta n'en sont pas très heureux, comme c'est le cas aussi à certains endroits en Colombie-Britannique. Je crois que le gaz naturel va servir davantage à produire de l'électricité. S'il remplace le charbon, ce sera une bonne chose.

Le vice-président : Sénateur Kenny, avez-vous une question supplémentaire à poser ou souhaitez-vous figurer au deuxième tour?

Le sénateur Kenny : J'ai quelques questions à poser au sénateur Lang. Je voudrais savoir quel pipeline va de l'Alberta à New York. J'aimerais bien qu'il m'éclaire.

Le vice-président : Sénateur Kenny, ce n'est pas entre nous que le débat a lieu.

Le sénateur Kenny : Il a dit qu'il me corrigeait. S'il ne m'avait pas nommé, je ne dirais rien, mais il m'a quand même nommé. Ayant siégé pendant 20 ans à notre comité et ayant travaillé dans le domaine de l'énergie, je voudrais simplement savoir quel est le pipeline qui relie l'Alberta et New York. Il n'a pas de réponse à donner.

Le vice-président : Je vais intervenir. J'ai une question à poser avant le deuxième tour.

Le sénateur Kenny : J'ai une deuxième question à poser, monsieur le président. Si le sénateur Lang avait lu l'un quelconque des rapports de l'Organisation de coopération et de développement économiques, l'OCDE, sur la situation de l'énergie au Canada, qui sont publiés tous les ans, il aurait constaté que le Canada est divisé en deux moitiés. Je lui en recommande la lecture. C'est un grave problème.

Le vice-président : C'est un des problèmes que nous cherchons à régler. C'est un sujet dont nous allons discuter, étant donné que nous exportons d'un côté du pays et que nous importons de l'autre, ce qui pose un problème.

À la décharge du sénateur Lang, il défendait les intérêts de l'Alberta, et je l'en remercie beaucoup. Autre point pour le président du Comité de la défense, le sénateur Kenny : le pétrole albertain est à l'origine du combustible qui est utilisé dans les avions de combat au Minnesota. Nous alimentons les avions de combat américains, ce qui devrait vous rassurer.

Monsieur Evans, nous vous gardons depuis un bon moment. Si vous avez encore de l'énergie — le jeu de mot est voulu — j'espère que nous allons pouvoir continuer.

M. Evans : Je suis à votre disposition.

The Deputy Chair: You were talking about nuclear issues with Senator Kenny and how people fear that. It dawns on me that we are complacent about climate change and its consequences. This was Senator Merchant's point. We probably should fear those issues, but we are not. It takes us to a broader point, which is that governments are constrained by this lack of understanding in finding the political will to act. If people really understood this issue, there would be the room and space to ask people to do what must be done.

Dr. David Schindler is a remarkable internationally-renowned scientist — originally a water scientist from Alberta — who has won an important scientific award. You probably know him. He has said that we are simply not doing enough. We do not understand the consequences. It comes down to the range of public policy and what government needs to do.

I have two questions that follow from that. First, as a researcher, government will need to intervene in certain ways. It will probably involve regulation and setting caps but also to use incentives for research. Where do you think government could best support the efforts of alternative energy and energy-efficiency researchers such as you?

Mr. Evans: As a researcher, increased grant funding is always welcome. There is a real need in this area. Frankly, our federal government has made available significant new funding. For example, the Canada Foundation for Innovation has provided the funding for our new clean-energy research lab at UBC. That was wonderful and has been very welcome. Often, capital investment has good funding. Individual researchers do not have the level of funding that we would like to see.

It is relatively easy to get capital funds to build new facilities. It is more difficult to get ongoing operating funds. Our friends in the United States and most of Europe have easier access to research operating funds, to pay graduate students or the ongoing cost of research, for example. I would look toward that area to expedite some of the research activity in Canada.

The Deputy Chair: Therefore, researchers in addition to capital.

Mr. Evans: For example, an increased budget to the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada, NSERC, would be helpful to pay for operating costs for research.

Le vice-président : Vous avez parlé de la question de l'énergie nucléaire avec le sénateur Kenny et de la peur que les gens ont. J'en viens à penser que nous abordons avec complaisance la question des changements climatiques et de leurs conséquences. Je parle de la question que le sénateur Merchant a soulevée. Nous devrions probablement avoir peur, mais ce n'est pas le cas. Cela nous amène à une question de plus large portée, soit que l'absence de compréhension des gouvernements nuit à leur volonté politique d'agir. Si les gens comprenaient vraiment la question, nous aurions toute latitude pour demander aux gens ce qu'il faut faire.

M. David Schindler est un scientifique remarquable de renommée internationale — un spécialiste de l'eau de l'Alberta, à l'origine — qui a obtenu un important prix scientifique. Vous le connaissez probablement. Il a affirmé que nous n'en faisons tout simplement pas assez. Nous ne comprenons pas les conséquences du phénomène. Essentiellement, il s'agit de l'ensemble des mesures gouvernementales, de ce que le gouvernement doit faire, en fin de compte.

J'ai deux questions à poser qui découlent de cette première question. Premièrement, à titre de chercheur, le gouvernement devra intervenir de certaines façons. Il devra probablement réglementer et fixer des limites, mais aussi encourager la recherche. Quelle serait la meilleure façon pour le gouvernement, selon vous, d'appuyer les efforts des chercheurs spécialisés dans les énergies de substitution et d'efficacité énergétique, comme vous?

M. Evans : À titre de chercheur, j'accueille toujours favorablement un accroissement des subventions. Le besoin est tout à fait réel à cet égard. En toute franchise, notre gouvernement fédéral a débloqué d'importants fonds. Par exemple, la Fondation canadienne pour l'innovation a attribué des fonds à notre nouveau laboratoire de recherche sur les énergies propres à l'UBC. Voilà qui est merveilleux et qui a été très bien accueilli. Souvent, les dépenses d'investissement constituent une très bonne source de financement. Des chercheurs individuels n'ont pas accès au niveau de financement que nous aimerions voir.

Il est relativement facile d'obtenir des fonds pour la construction d'installations. Il est plus difficile d'obtenir des fonds de fonctionnement. Nos amis aux États-Unis et dans la majeure partie de l'Europe ont plus facilement accès à des fonds de fonctionnement pour la recherche, qui permettent de verser un salaire aux étudiants des cycles supérieurs ou d'assumer les frais permanents de la recherche, par exemple. Pour accélérer une partie des recherches qui se font au Canada, je me tournerais vers cette source-là.

Le vice-président : Ce serait donc les chercheurs et puis l'investissement.

M. Evans : Par exemple, majorer le budget du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie, le CRSNG, permettrait de mieux prendre en charge les coûts de fonctionnement de la recherche.

The Deputy Chair: Do you see this as a separation that has occurred because of jurisdictional imperative? For example, the provinces might be seen to be responsible for researchers whereas capital funding is more applicable to federal jurisdiction.

Mr. Evans: I do not think that is a big issue. Most of our funding for the ongoing cost of research at the university is federal funding from NSERC, and now capital funding comes from groups such as the Canada Foundation for Innovation. The Sustainable Development Research Centre initiative provided significant funding for industry as well as academia. I do not think there has been an issue between federal and provincial funding.

We would welcome increased research funding from provinces as well as from the federal government, but we are realistic.

The Deputy Chair: You have mentioned research with batteries, and others have alluded to this. They are critical to a number of forms of alternative energy. If we could actually store electricity, we would have much better capacity utilization for wind and solar energy and distance for use in cars. There has been progress. However, can you give an assessment on where we are with battery technologies? Are we at a limit, or do you see breakthroughs occurring?

Mr. Evans: With the caveat that I am not an expert on batteries — I am a thermodynamicist, mechanical engineer — I understand there is steady, relatively slow progress.

The batteries in the Prius currently today are nickel-metal hydride batteries. The next step is to lithium-ion batteries. I am sure everyone has something in their pocket powered by a lithium-ion battery, and they go home and use a laptop computer also powered that way. They have been very successful on a small scale. The trick is to take that concept and scale it up. They are currently taking small laptop batteries and literally packaging thousands of them together in big units for vehicle applications. The next step will be to scale up to the size required for vehicles.

A significant advancement has taken place from the nickel-cadmium batteries that we used in flashlights to nickel-metal hydride batteries. Each step is an increase in energy density and carrying capacity. The lithium-ion battery is the next step along that chain. I do not know if there is something ahead of that. I am sure there is. People talk about polymer batteries as well. I do not believe there will be huge breakthroughs. We could not increase the energy density storage by a factor of 10, for example. It is a matter of steady progress, and the move to lithium ion batteries has been significant.

Senator Sibbeston: You did not mention anything about biofuels. Is that because they are insignificant at this stage?

Le vice-président : Croyez-vous que c'est l'impératif territorial qui est à l'origine de cette séparation? Par exemple, les provinces peuvent être considérées comme étant responsables devant les chercheurs, alors que les dépenses d'investissements relèveraient davantage du gouvernement fédéral.

M. Evans : Je n'y vois pas de grand problème. Pour l'essentiel, les coûts permanents de recherche à l'université sont pris en charge grâce au financement fédéral du CRSNG et, maintenant, le financement d'immobilisations provient de groupes comme la Fondation canadienne pour l'innovation. Le financement du Sustainable Development Research Centre représente des sommes d'argent importantes pour l'industrie aussi bien que pour le monde universitaire. Je ne crois pas qu'il y ait eu de conflit entre le gouvernement fédéral et les provinces quant au financement.

Nous serions heureux d'obtenir un financement accru de la recherche de la part des provinces aussi bien que du gouvernement fédéral, mais nous sommes réalistes.

Le vice-président : Vous avez mentionné les recherches qui se font sur les piles, et d'autres y ont fait allusion. Ce sont des éléments essentiels de plusieurs formes d'énergie de substitution. Si nous pouvions vraiment stocker l'électricité, nous pourrions utiliser nettement mieux la capacité de l'énergie éolienne et solaire et franchir de plus longues distances en voiture. Il y a eu des progrès à ce chapitre. Pouvez-vous faire le point sur l'évolution de la technologie des piles? Avons-nous atteint une limite ou encore voyez-vous des percées à l'horizon?

M. Evans : En disant d'abord que je ne suis pas spécialiste des piles — je suis thermodynamicien, ingénieur mécanicien —, je crois savoir qu'il y a dans ce domaine des progrès constants et relativement lents.

Les batteries utilisées dans la Prius actuelle sont des hybrides nickel-métal. Les piles lithium-ion représentent l'étape suivante. Tout le monde a en poche un petit appareil alimenté par une pile lithium-ion, j'en suis sûr, et quand il arrive chez lui, il utilise un ordinateur portable qui est alimenté de la même façon. C'est une pile dont l'utilisation à petite échelle est très réussie. Le hic, c'est de reproduire l'idée à plus grande échelle. On regroupe actuellement des milliers de petites piles d'ordinateur portable pour créer de grandes unités destinées aux véhicules. L'étape suivante consistera à grossir encore la batterie ainsi créée pour qu'elle puisse s'utiliser dans un véhicule.

Il y a eu une évolution considérable de la technologie depuis la pile cadmium-nickel qui nous servait dans les lampes de poche jusqu'à la pile hybride nickel-métal. Chaque étape permet d'accroître la densité énergétique et la capacité de charge. La pile lithium-ion est le maillon suivant de cette chaîne-là. Je ne sais pas s'il y a quelque chose plus loin à l'avant. Il y en a sûrement. Les gens parlent aussi de piles à polymère. Il n'y aura pas de percée extraordinaire à mon avis. Par exemple, nous ne saurions multiplier par dix la densité énergétique. Ce sont des progrès constants qui se font dans le domaine et, le passage aux piles lithium-ion s'est révélé significatif.

Le sénateur Sibbeston : Vous n'avez pas parlé des biocarburants. Est-ce parce qu'ils ne jouent pas un rôle important au point où nous en sommes?

Mr. Evans: It was on my list. I did not mention it in my talk because I would have to talk for two hours to cover everything.

Biofuels are significant. They are still relatively small players. There has been a problem in the U.S., in particular, where they have used ethanol from grain, which is simply not a sensible thing to do if you look at this on a life-cycle energy basis. Cellulosic ethanol is a better overall energy conversion chain than using grain. Interesting research is happening in this regard in Canada.

We make a significant use of biofuels currently that many people do not understand. I am sure most of you have been in or have seen a pulp mill. The most significant source of energy is biofuels. The waste remaining after extracting the fibre from the wood is all consumed in boilers onsite to generate the electricity required for the process and the process heat.

We use large quantities of what is sometimes referred to as combustible renewables and waste. Worldwide, about 15 per cent of energy comes from combustible renewables and waste. It is not producing ethanol for motor vehicles in the way people often think of it; it is burning leftover biomass in this way for process heat and electricity. Thus, we are major players and consumers already in this respect.

Senator Brown: We seem to have agreed with many of witnesses that have said that we cannot get away from fossil fuels for one or two generations at least, no matter what we do with all these renewable energies. Why are we not hearing about much research on the scrubbing of coal-fired plants? The United States has more coal apparently than all the other energy sources in its entire country.

We are exporting enough natural gas. We export to the U.S., through a Chicago pipeline, 85 per cent of their increase in natural gas every year. Sooner or later, that will become a problem. They got 10 per cent of their natural gas increase very recently from Texas shale, and they are tapping into other areas in Colorado to get more shale gas.

Why are we not trying to find a way to reduce emissions on the biggest energy sources that we are using? If we are using oil and coal, why are we not focusing hard on capturing or reducing the emissions from those plants, wherever they are?

Mr. Evans: That goes back to the carbon capture and storage. The technology is available. There is new technology to improve the process, but the technology is available to capture the carbon. It is very expensive because of the large volumes of flue gases being handled. The CO₂ has to be scrubbed out of the flue gases,

M. Evans : Ça faisait partie des sujets que je voulais aborder. Si je ne l'ai pas mentionné dans mon exposé, c'est qu'il faudrait que je parle pendant deux heures pour tout dire.

Les biocarburants sont importants. La place qu'ils occupent est encore relativement modeste. Il y a eu un problème aux États-Unis, en particulier, où on a produit de l'éthanol à partir de céréales, ce qui n'est tout simplement pas raisonnable si on prend en considération le cycle de vie énergétique. L'éthanol cellulosique est supérieur à l'éthanol produit à partir de céréales du point de vue de la chaîne de conversion de l'énergie. Il y a des recherches intéressantes qui se font là-dessus au Canada.

Nous faisons actuellement un usage important des biocarburants, d'une façon que bien des gens ne comprennent pas. Je suis sûr que la plupart d'entre vous ont déjà visité ou vu une usine de pâte de bois. Les biocarburants y constituent la plus importante source d'énergie. On fait brûler sur place dans des chaudières tous les déchets qui restent une fois la fibre extraite du bois, pour générer l'électricité et la chaleur nécessaires au procédé.

Nous utilisons les déchets dits combustibles, renouvelables, en grandes quantités. Mondialement, 15 p. 100 environ de l'énergie provient des énergies renouvelables et déchets combustibles. On ne produit pas d'éthanol pour les véhicules à moteur comme les gens le pensent souvent; on brûle les sous-produits de biomasse de la façon que j'ai décrite pour produire l'électricité et la chaleur nécessaires aux procédés industriels. Nous sommes donc importants déjà à cet égard tant du côté des joueurs de l'industrie que de celui des consommateurs.

Le sénateur Brown : Nous semblons être d'accord avec bon nombre des témoins accueillis pour dire qu'il ne sera pas possible de se défaire des combustibles fossiles pendant une génération ou deux tout au moins, quoi que nous puissions faire de toutes ces énergies renouvelables. Pourquoi n'entendons-nous pas beaucoup parler de recherches sur l'épuration dans les centrales au charbon? Les États-Unis disposent apparemment de plus de charbon que de toutes les autres sources d'énergie réunies sur leur territoire.

Nous exportons suffisamment de gaz naturel. Nous en exportons aux États-Unis par un oléoduc qui passe par Chicago; le gaz naturel compte pour 85 p. 100 de l'augmentation annuelle là-bas. Tôt ou tard, cela deviendra problématique. Ils sont allés chercher très récemment au Texas 10 p. 100 de leur augmentation en gaz naturel sous forme de gaz de schiste et ils cherchent encore du gaz de schiste du côté du Colorado.

Pourquoi n'essayons-nous pas de réduire les émissions attribuables aux grandes sources d'énergie que nous employons en ce moment? Si nous utilisons le pétrole et le charbon, pourquoi ne nous concentrons-nous pas vraiment sur le piégeage ou sur la réduction des émissions provenant des usines en question, où qu'elles se trouvent?

M. Evans : Cela nous ramène à la question du piégeage et du stockage du carbone. La technologie existe. Il existe une technique nouvelle qui permet d'améliorer le procédé, mais elle sert à piéger le carbone. Comme cela suppose de traiter des gaz de combustion en grandes quantités, la technique est très coûteuse. Il faut

and then where will it be put? It is the storage issue. Those are really the issues — the unknowns about the storage and the cost of the large equipment required to remove CO₂.

Senator Brown: I read somewhere that the oceans are capable of taking in 50 times more carbon as the carbon sink than the boreal forest and the rest of our green plants anywhere in the world. It looks as though they will probably start focusing on the oceans sooner or later. In B.C., I believe they are pumping CO₂ into seawater now.

Mr. Evans: I am not aware that that is happening into seawater. People talk about saline aquifers, which are saltwater underground aquifers. I guess people are focusing on those because they will not be useful for any other purpose for people; therefore, we could put CO₂ in them.

You can store a large quantity of CO₂ in water. For a long time, the Japanese were thinking of trying to store CO₂ in the ocean. They would have a coal-fired power plant, scrub the CO₂ out and store it in the ocean. Many environmental concerns exist about the acidification of the ocean that might result if it is done on a large scale. Many people would be unhappy with that.

However, underground saline aquifers, which I believe are available in Alberta, are one possible storage site. It can be done, but, again, it is the unknowns with the carbon capture and storage. How long will it stay in those aquifers? Also, the cost is a big issue.

Senator Brown: I asked that question of the witness who we had the other day. In Southern Alberta, we seem to be finding gas naturally seeping into water aquifers — not gas we pump down, but gas that is already there, methane gas and SO₂ gas. They do show up in water wells all over Southern Alberta.

If we start pumping huge amounts of CO₂ into the ground, I do not care how deep they go, if there are fractures in the rock and they cannot seal everything all the way down, it will come back up.

Mr. Evans: That is the unknown and the uncertainty associated with it. That is why I am skeptical on that, as you probably gathered.

Senator Kenny: It has been an interesting discussion. It occurs to me that one of the biggest challenges that we have when you think about ethanol, for example, is that we created the ethanol business by encouraging the farmers to get involved in it, and now a powerful farm lobby does not want us to take it away. However, we have all figured out that growing corn to produce ethanol is not the brightest idea in the world.

extraire le CO₂ des gaz de combustion, mais où le mettre ensuite? C'est la question du stockage qui se pose. Voilà les questions qui se posent vraiment — les inconnues entourant le stockage et le coût du gros matériel nécessaire pour extraire le CO₂.

Le sénateur Brown : J'ai lu quelque part que les océans peuvent absorber 50 fois plus de carbone que la forêt boréale et le reste des plantes vertes de la planète, comme puits de carbone. Il semble probable qu'on se tourne vers les océans, tôt ou tard. En Colombie-Britannique, je crois qu'on injecte en ce moment même du CO₂ dans l'eau de mer.

M. Evans : Je ne savais pas que ça allait dans l'eau de mer. Les gens parlent des aquifères salins, les aquifères souterrains en mer. J'imagine qu'on se concentre sur eux parce qu'ils ne sauraient servir autrement aux gens; on peut donc y injecter du CO₂.

On peut stocker une grande quantité de CO₂ dans l'eau. Pendant longtemps, les Japonais ont essayé de stocker CO₂ dans l'océan. Ils stockaient dans l'océan le CO₂ extrait des déchets d'une centrale au charbon. L'acidification possible de l'océan à grande échelle qui en résulterait soulève de nombreuses préoccupations environnementales. Bien des gens seraient mécontents si cela se faisait.

Quoi qu'il en soit, ces aquifères salins, dont on dispose, je crois, en Alberta, représentent un lieu de stockage possible. Ça peut se faire, mais, encore une fois, ce sont les inconnues entourant le piégeage et le stockage du carbone qui entrent en ligne de compte. Pendant combien de temps le CO₂ demeurera-t-il dans ces aquifères? Par ailleurs, la question du coût est très importante.

Le sénateur Brown : J'ai posé cette question-là au témoin que nous avons accueilli l'autre jour. Dans le sud de l'Alberta, nous semblons trouver du gaz qui s'est infiltré naturellement dans les aquifères — pas du gaz que nous aurions injecté nous-mêmes, mais un gaz qui est déjà là, du méthane et du SO₂. On en retrouve dans les puits d'eau dans toute la partie sud de l'Alberta.

Si nous commençons à injecter des quantités énormes de CO₂ dans la terre, peu importe la profondeur, selon moi, s'il y a des fissures dans la roche et qu'on ne peut tout sceller jusqu'en bas, le gaz va remonter.

M. Evans : Voilà l'inconnue, l'incertitude qui est liée à cela. C'est la raison pour laquelle cette idée-là me laisse sceptique, comme vous l'avez probablement deviné.

Le sénateur Kenny : Nous avons eu une discussion intéressante. Il me vient à l'esprit que l'un des plus grands défis qu'il faut relever en rapport avec l'éthanol, par exemple, c'est que nous avons créé une industrie de l'éthanol en encourageant les cultivateurs à se lancer dans ce domaine et, maintenant, il y a un puissant lobby agricole qui ne veut pas qu'on élimine la chose. Tout de même, nous avons tous fini par comprendre que le fait de cultiver du maïs pour produire de l'éthanol ne représente pas l'idée la plus lumineuse qui soit.

The same applies to our fears about nuclear power. With many of the energy solutions, we almost need psychologists or communicators as witnesses to talk about how to address some of these issues in a way that will communicate better to the public.

I suspect everyone around the table here thinks that nuclear probably is where we will go in the long run — perhaps not everyone, but most people probably think that. Nevertheless, we all know that if we tried to move that way in Canada, we would not be successful in the next decade. It is just not going to happen.

The same is true with the force that we built up with ethanol. The farm lobby is such that it is a really important source of income now. It was something created by people who said that it is a cleaner fuel — but that is not the case.

How do you reverse that? I think it would be something worth discussing. I do not know if the witness has any observations that he would like to make on the psychology of energy.

Mr. Evans: Probably not. I said that I am not an economist; I am even less a psychologist, so I will not speak about that.

Senator Kenny: However, you mess around in the area.

Mr. Evans: Psychology is always important. I will make what may be a naive comment about the role of government, as I would see it. We often get in trouble when governments take a view that they know which technology would be best, so they put in place policies to promote a particular technology. Governments, I think, have not been terribly successful in finding winners in that way.

My view is that government should set the overall tone — we want only so much carbon emissions — and let the marketplace sort out what the best technologies might be. We have many examples of that. We get these distortions when the government decides, for example, that we need to have ethanol. Then we have a farm lobby that gets going on it; and once they are doing that, it is hard to stop it and take it away.

I would see the role of government to be to take a broad-brush approach, to set the requirements and then let the marketplace sort it out.

Senator Kenny: They should tell us the effects they want.

Mr. Evans: Yes, and we get on with it. If we decide it is nuclear, then they will want to regulate that and understand that, but they will not decide, yes, it will be nuclear and, no, it will not be carbon capture and storage, for example.

Il en va de même des peurs que nous nourrissons à propos de l'énergie nucléaire. Face à bon nombre des solutions énergétiques qui se présentent, ce serait presque des psychologues ou des communicateurs qu'il faudrait convoquer comme témoins, pour voir comment on pourrait aborder ces questions-là de meilleure façon auprès du public.

Je soupçonne que toutes les personnes présentes ici sont d'avis que l'énergie nucléaire est notre choix à long terme — ce n'est peut-être pas tout le monde, mais la plupart le pensent probablement. Néanmoins, nous le savons tous, si nous essayons de nous engager dans cette voie au Canada, nous ne réussirons pas au cours des dix prochaines années. Ça ne se fera tout simplement pas.

Il en va de même de la force que nous avons fini par édifier grâce à l'éthanol. Le lobby agricole le fait valoir, c'est vraiment devenu une source de revenu importante. Cela a été créé par des gens qui ont dit que c'était un combustible plus écologique — mais ce n'est pas le cas.

Comment inverser cette tendance? Je crois qu'il vaudrait la peine d'en discuter. Je ne sais pas si le témoin voudrait formuler des observations sur la psychologie de l'énergie.

M. Evans : Probablement pas. J'ai dit que je n'étais pas économiste; je suis encore moins psychologue; je ne vais donc pas en parler.

Le sénateur Kenny : Tout de même, vous jouez un peu dans ce domaine-là.

M. Evans : La psychologie est toujours importante. Je ferai à propos du rôle de l'État, tel que je le vois, un commentaire qui est peut-être naïf. Souvent, nous nous retrouvons en difficulté lorsque le gouvernement tient pour acquis qu'il sait laquelle des technologies serait la meilleure; il adopte donc des orientations en vue de promouvoir une technologie particulière. À mon avis, les gouvernements ne sont pas très habiles quand il s'agit de miser sur le bon coureur.

Selon moi, le gouvernement devrait donner le ton de l'affaire de manière générale — nous voulons qu'il y ait seulement telle quantité d'émissions de carbone — et laisser au marché le soin de trouver les meilleures technologies. De nombreux exemples existent. Il y a distorsion lorsque le gouvernement décide, par exemple, qu'il nous faut de l'éthanol. Puis, il y a un lobby agricole qui entre en scène; une fois cela établi, il devient difficile d'arrêter le mouvement et de faire cesser la production en question.

À mes yeux, le rôle du gouvernement consisterait à adopter une approche globale, à fixer les exigences, puis à laisser le marché se dépêtrer.

Le sénateur Kenny : On devrait nous dire les effets qui sont recherchés.

M. Evans : Oui, et puis nous allons alors aller de l'avant. Si nous décidons que c'est l'énergie nucléaire qui est privilégiée, les autorités voudront réglementer le domaine et comprendre cette forme d'énergie-là, mais ce ne sont pas elles qui diront : oui, ce sera l'énergie nucléaire et puis, non, ce ne sera pas le piégeage et le stockage du carbone, par exemple.

Senator Lang: I would like to see go back to one of your earlier statements, which resonates from the government and all the witnesses, that we are looking at a 20 per cent target for the carbon emissions by 2020.

I do not know if you are able to do this, but I would like to get an idea of what this 20 per cent target means to, for example, a family of four trying to make a living and, at the same time, trying to meet their environmental responsibilities.

What does that actually mean to someone when you say that we will have a 20 per cent target, and that we have low-hanging fruit that we can address to meet this objective of increased energy efficiency?

Mr. Evans: These targets are very challenging. With the best will in the world, we signed on to Kyoto, and we have that target of 6 per cent below 1990. You see what progress has been made — essentially nothing has been done, and that is with goodwill. This is hugely challenging. People like to use energy the way we use it now.

I have a real issue with targets. It is not that I think we should not have them because we do need them to shoot at. However, some of the targets are easy to throw out.

Again, I should not be negative about government, but it is easy for politicians to set a target for 2050. We have targets such as where we will reduce it by 80 per cent by 2050 or 2070. Fair enough, but what is the plan to reach that?

That is what I am focused on. We have only a limited number of things we can do; and if we really want that, we had better start now. The further out these targets get and the bigger they are, the more difficult it will be to meet them. We should have targets; we should expect that we may miss them but should do our best to try to reduce emissions.

Senator Lang: Your priority for Canada is to increase energy efficiency. Let us look at that principle. Do you believe that if we address this principle, we can meet a 20 per cent target for carbon emissions?

Mr. Evans: I am not sure that we can meet 20 per cent across the board with just efficiency, although efficiency is an important component of that. It is expensive and takes a long time. If we want to increase the efficiency of buildings, for example, we need huge programs to do that because we have so many buildings and individual houses.

I have been working in this business since the 1970s. I worked for the provincial government, for Senator Neufeld's ministry, running energy conservation technology programs. Some of you will remember that we had an energy crisis in the 1970s. Energy

Le sénateur Lang : J'aimerais revenir à une chose que vous avez dite, qui touche le gouvernement et tous les témoins, soit qu'il s'agit de réduire les émissions de carbone de 20 p. 100 d'ici 2020.

Je ne sais pas si vous êtes en mesure de me le dire, mais j'aimerais avoir une idée de ce que représente la cible de 20 p. 100, par exemple, pour une famille de quatre personnes qui essaie d'assurer sa subsistance et, en même temps, qui essaie de s'acquitter de ses responsabilités environnementales.

Qu'est-ce que cela veut dire pour la personne lorsque vous dites qu'il y aura une cible de 20 p. 100 et qu'il y a des projets immédiatement accessibles pour répondre à l'objectif d'accroissement de l'efficacité énergétique?

M. Evans : Atteindre ces cibles est très difficile. Avec la meilleure volonté qui soit, nous avons adhéré au protocole de Kyoto et nous nous retrouvons avec la cible de 6 p. 100 par rapport à 1990. On constate les progrès qui ont été faits — il n'y a rien qui s'est fait, essentiellement, malgré toute la bonne volonté qu'il y avait. C'est un défi qu'il est extrêmement difficile à relever. Les gens aiment bien utiliser l'énergie comme ils l'utilisent en ce moment.

Les cibles me posent vraiment des difficultés. Ce n'est pas que je crois qu'il faille les éliminer, car il faut viser quelque chose. Tout de même, parfois, il est plutôt facile de proposer telle ou telle cible.

Encore une fois, je ne devrais pas avoir une attitude négative à propos du gouvernement, mais il est facile pour les politiciens de fixer une cible pour 2050. Il y a les cibles selon lesquelles nous allons réduire les émissions de 80 p. 100 d'ici 2050 ou 2070. C'est très bien, mais quel est le plan qui permettra d'y arriver?

C'est ce à quoi je m'attache. Les mesures que nous pouvons adopter sont limitées, et si nous souhaitons vraiment y arriver, il vaudrait mieux commencer dès maintenant. Plus les cibles en question sont loin et plus elles sont importantes, plus il sera difficile de les atteindre. Nous devrions bel et bien avoir des cibles; nous devrions savoir qu'il est possible que nous n'y arrivions pas, mais nous devrions faire de notre mieux pour réduire les émissions.

Le sénateur Lang : Votre priorité, pour le Canada, consiste à croître l'efficacité énergétique. Regardons ce principe. Selon vous, en respectant ce principe-là, pouvons-nous atteindre la cible de réduction de 20 p. 100 des émissions de carbone?

M. Evans : Je ne suis pas sûr que la seule efficacité énergétique nous permette d'atteindre la cible de 20 p. 100 dans l'ensemble, même s'il s'agit d'un élément important. C'est coûteux, et ça prend du temps. S'il s'agit d'accroître l'efficacité énergétique des bâtiments, par exemple, il faut des programmes énormes, étant donné qu'il y a au pays un si grand nombre de bâtiments et de maisons.

Je travaille dans ce domaine depuis les années 1970. J'ai travaillé pour le gouvernement provincial, pour le ministère du sénateur Neufeld, où je m'occupais des programmes relatifs aux techniques de conservation de l'énergie. Certains d'entre vous s'en

efficiency was all the rage, and we wanted to increase efficiency in buildings, which is still an admirable goal. Not much has changed in that time.

One of the big issues was the landlord-tenant relationship. This is something I would encourage government to try to tackle. We still have exactly the same problem. I am a tenant in a building. I pay the energy bills. The landlord has no incentive to retrofit my building or put in a more efficient furnace, and I cannot do that as a tenant. That is a complete division that is very counterproductive. I do not have any magic ways to do that, but if we could fix that problem, it would be a huge benefit toward moving to some of these near-term targets. I can present to you the challenge to put that in place.

Senator Lang: I still do not seem to be able to get an answer. Perhaps I should be asking my question to an economist. What does 20 per cent actually mean to the economy and to a family of four in terms of what it will cost?

Mr. Evans: It will be expensive — there is no question about that — and perhaps disruptive to the economy. I think 20 per cent can be achieved through efficiency, moving more to the electricity economy, expanding hydropower and perhaps nuclear power. We cannot do all of that by 2020. There is perhaps just time to build a nuclear plant by 2020.

Senator Lang: It seems to me that what you are saying is that governments — because it is largely the provincial governments, in conjunction with the federal government — should be making a decision to expand hydro and to put in nuclear plants, and that this will meet our environmental responsibilities as well as wean us off the fossil fuels that we are presently using.

If we made that decision today, we would have the line of approach that we will take, timed with the planning process, and then we could meet the obligations that we are saying that we should be meeting. Would you like to comment on that?

Mr. Evans: That is exactly right. As an engineer, if I were running the country, we would have a plan: We need so much nuclear and hydro; it will cost this much, and let us get on with it.

I know politics does not work like that, but that is the engineering approach. It could be done, but important political issues, as well as people's concerns and special interests groups, make it difficult to do that. Ideally, we would have that type of plan.

Senator Lang: Further on that topic, for the information of other members, Britain has taken their responsibility for energy requirements to a non-partisan, independent organization or board, and they are going ahead with 10 nuclear plants in the next number of years. They have shortened the regulatory planning process down to an absolute minimum so that they can meet their

souviennent peut-être, il y a eu dans les années 1970 une crise de l'énergie. L'efficacité énergétique était très à la mode, et nous voulions accroître l'efficacité énergétique des bâtiments, ce qui est admirable comme but. Il n'y a pas grand-chose qui a changé depuis.

La relation propriétaire-locataire était parmi les grands enjeux. J'encouragerais le gouvernement à s'attaquer à cette question-là. Nous avons le même problème tout à fait aujourd'hui. J'ai loué un appartement dans un immeuble. C'est moi qui règle la facture d'électricité. Le propriétaire n'est pas du tout motivé à réaménager l'immeuble ou à installer une chaudière plus efficace, et je ne peux le faire moi-même, en tant que locataire. C'est une séparation nette qui est très antiproductive. Je n'ai pas de baguette magique, mais si nous pouvions régler ce problème-là, ça nous rapprocherait beaucoup plus de certaines des cibles à court terme qui sont fixées. Je pourrais vous dire : c'est tout un défi que de mettre cela en place.

Le sénateur Lang : Je n'arrive toujours pas à obtenir une réponse à ma question. Je devrais peut-être la poser à un économiste. Qu'est-ce que ces 20 p. 100 représentent vraiment pour l'économie et pour la famille de quatre, pour ce qui est des coûts?

M. Evans : Ce sera coûteux — indubitablement — et ça perturbera peut-être l'économie. Je crois qu'on peut atteindre la cible des 20 p. 100 en pratiquant l'efficacité énergétique, en privilégiant l'économie de l'électricité, en donnant de l'expansion à l'hydroélectricité et peut-être à l'énergie nucléaire. Nous ne pouvons faire tout cela d'ici 2020. Nous avons peut-être tout juste le temps de construire une centrale nucléaire d'ici 2020.

Le sénateur Lang : Il me semble que vous êtes en train de dire que les gouvernements — parce que ce sont essentiellement les gouvernements provinciaux, de concert avec le gouvernement fédéral — devraient décider de donner de l'expansion à l'hydroélectricité et de construire des centrales nucléaires, et c'est ce qui nous permettra de satisfaire à nos responsabilités environnementales et de nous sevrer des combustibles fossiles auxquels nous sommes actuellement accoutumés.

Si nous prenions cette décision-là aujourd'hui, nous saurions quelle approche adopter, en procédant à la planification voulue, puis nous pourrions satisfaire aux obligations dont nous disons qu'elles devraient être les nôtres. Qu'est-ce que vous pensez de cela?

M. Evans : C'est tout à fait juste. Moi qui suis ingénieur, si j'étais à la tête du pays, nous aurions un plan : il nous faut tant d'énergie nucléaire et tant d'hydroélectricité; ça va coûter tant, et allons donc de l'avant.

Je sais que la politique ne fonctionne pas de cette façon-là, mais c'est l'approche de l'ingénieur. Ça pourrait se faire, mais il y a des questions politiques importantes qui entrent en ligne de compte, de même que les préoccupations des gens et les groupes d'intérêts, qui font que c'est difficile. Idéalement, nous aurions ce type de plan.

Le sénateur Lang : Pour parler encore du même sujet, à titre de renseignements pour les autres membres du comité, la Grande-Bretagne a chargé un organisme indépendant et apolitique d'étudier sa responsabilité en matière d'énergie, et elle va construire 10 centrales nucléaires durant les quelques années à venir. Elle a réduit le processus de planification réglementaire au

obligations. Otherwise, they will not have enough power for the country. Perhaps that is something government should be looking at so that decisions can be made.

Mr. Evans: That is right. Britain has not built a new power plant for a long time. It has built relatively small-scale, inexpensive natural gas plants. Britain has already used most of its North Sea natural gas, and now it is importing it from Russia. How secure is that? I think that is the issue. Now Britain is moving to nuclear.

The Deputy Chair: Thank you to all senators. Your participation has been stimulating, all because Dr. Evans' presentation has been equally or even more stimulating.

I would like thank you, Dr. Evans, on behalf of the committee and on behalf of the people who have been watching this in the public and who will watch this in the future. This has been exactly on point with what we are trying to achieve. We want to make the issues clear, precise and understandable to everyone. You have done that exceptionally well.

Mr. Evans: Thank you very much for those kind comments. I have enjoyed this interaction. I will watch your deliberations with interest over the next couple of years. If I can help in any way in the future, I would be happy to do so.

The Deputy Chair: We might just have to call you back. Thank you.

(The committee adjourned.)

strict minimum de façon à satisfaire à ses obligations. Sinon, il n'y aura pas assez d'énergie pour alimenter le pays. C'est peut-être une idée que le gouvernement devrait envisager, pour que des décisions puissent être prises.

M. Evans : C'est juste. Il y a longtemps que la Grande-Bretagne n'a pas construit une centrale d'énergie. Elle a construit des centrales au gaz naturel relativement petites et peu coûteuses. La Grande-Bretagne a déjà épuisé la majeure partie du gaz naturel qu'elle possède dans la mer du Nord et, maintenant, elle importe le gaz naturel de Russie. Est-ce une source vraiment sûre? Je crois que la question est là. Aujourd'hui, la Grande-Bretagne se tourne vers le nucléaire.

Le vice-président : Merci à tous les sénateurs. Votre participation a été stimulante, et l'exposé de M. Evans a été tout aussi stimulant, sinon plus.

Je tiens à vous remercier, monsieur Evans, au nom des membres du comité et au nom des spectateurs qui ont écouté la séance et qui l'écouteront à l'avenir. C'est à cela tout à fait que nous aspirons. Présenter les enjeux de manière claire et précise, et accessible à tous. Vous vous en êtes exceptionnellement bien tiré.

M. Evans : Merci beaucoup de ces gentils commentaires. J'ai apprécié notre interaction. Je vais suivre vos délibérations avec intérêt au cours des quelques années à venir. Si je peux vous aider de quelque façon que ce soit, à l'avenir, je serai heureux de le faire.

Le vice-président : Il se peut que nous devons simplement vous convoquer de nouveau. Merci.

(La séance est levée.)



If undelivered, return COVER ONLY to:
Public Works and Government Services Canada –
Publishing and Depository Services
Ottawa, Ontario K1A 0S5

En cas de non-livraison,
retourner cette COUVERTURE SEULEMENT à :
Travaux publics et Services gouvernementaux Canada –
Les Éditions et Services de dépôt
Ottawa (Ontario) K1A 0S5

WITNESSES

Tuesday, December 1, 2009

University of Calgary:

David Layzell, Executive Director, Institute for Sustainable Energy,
Environment and Economy.

Balsillie School of International Affairs:

Thomas Homer-Dixon, Professor, Centre for International
Governance Innovation, Chair of Global Systems.

Thursday, December 3, 2009

University of British Columbia:

Robert Evans, Professor, Mechanical Engineering.

TÉMOINS

Le mardi 1^{er} décembre 2009

Université de Calgary :

David Layzell, directeur général, Institute for Sustainable Energy,
Environment and Economy.

Balsillie School of International Affairs :

Thomas Homer-Dixon, professeur, Centre pour l'innovation dans
la gouvernance internationale, Chaire des systèmes mondiaux.

Le jeudi 3 décembre 2009

Université de la Colombie-Britannique :

Robert Evans, professeur, génie mécanique.