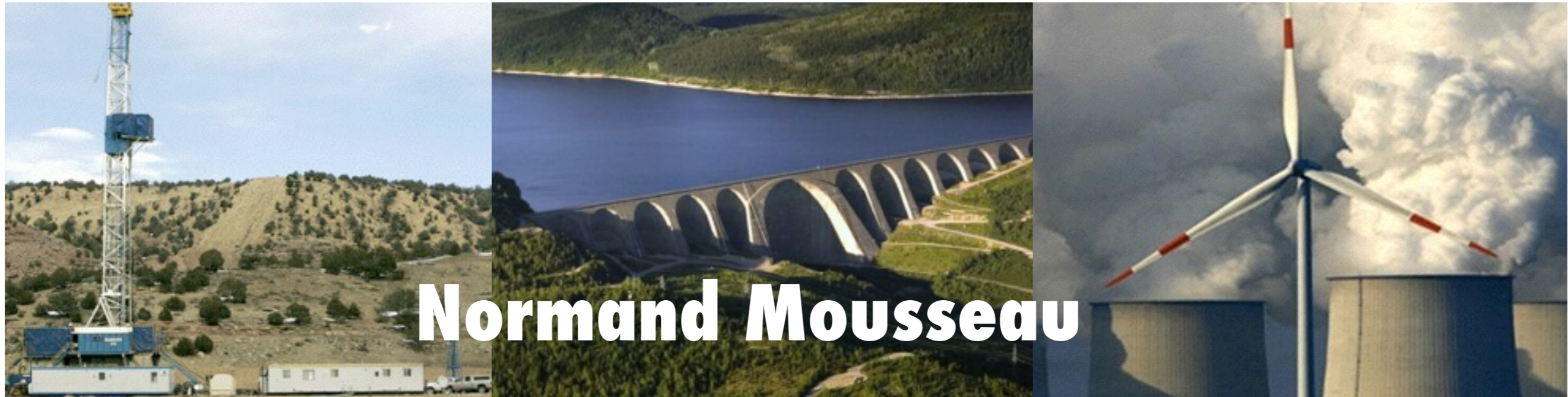


# Transition énergétique: les solutions

## Réflexions sur une politique énergétique québécoise



**Normand Mousseau**

Département de physique, Université de Montréal  
Coprésident, Commission sur les enjeux énergétique du Québec

Saint-Antoine-de-Tilly, Juin 2015

The title 'LA GRANDE ÉQUATION' is written in a white, chalk-like font against a dark blue background with a nebula-like texture. Various mathematical symbols are scattered around the text, including  $R$ ,  $g_{ij}$ ,  $8\pi G$ ,  $T$ ,  $\phi$ ,  $\vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \int \vec{j} \cdot d\vec{s}$ , and  $\Delta$ .

# LA GRANDE ÉQUATION

**UNE ÉMISSION DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE  
ANIMÉE PAR NORMAND MOUSSEAU**

Un nouveau libre arbitre (*philosophie*)

Ce que le sida a changé (*médecine/socio*)

Le développement durable, expression fourre-tout? (*société/environnement*)

Carnets d'un astrophysicien (*astronomie/physique*)

*Et bien plus!*

**Diffusion:** Jeudi à 13h30 à Radio VM (91,3 FM)

Samedi à 16h00 (rediffusion)

**Disponible en balado-diffusion:**

<http://lagrandeequation.ca>

iTunes U (page Université de Montréal)

# Commission sur les enjeux énergétiques du Québec

## *De la réduction des gaz à effet de serre à l'indépendance énergétique du Québec*

Printemps 2013	Préparation du document de consultation
4 juillet 2013	Annonce de la CEÉQ
4 sept. au 15 oct. 2013	Consultations publiques à travers le Québec
15 oct. au 1er nov. 2013	Tables d'experts
Fin novembre 2013	Rencontres avec les autochtones
20 janvier 2014	Remise du rapport à la ministre
24 février 2014	Publication du rapport



Commission sur les enjeux énergétiques du Québec

# MAÎTRISER NOTRE AVENIR ÉNERGÉTIQUE

Pour le bénéfice  
économique,  
environnemental  
et social de tous

Roger Lanoue  
Normand Mousseau  
Coprésidents



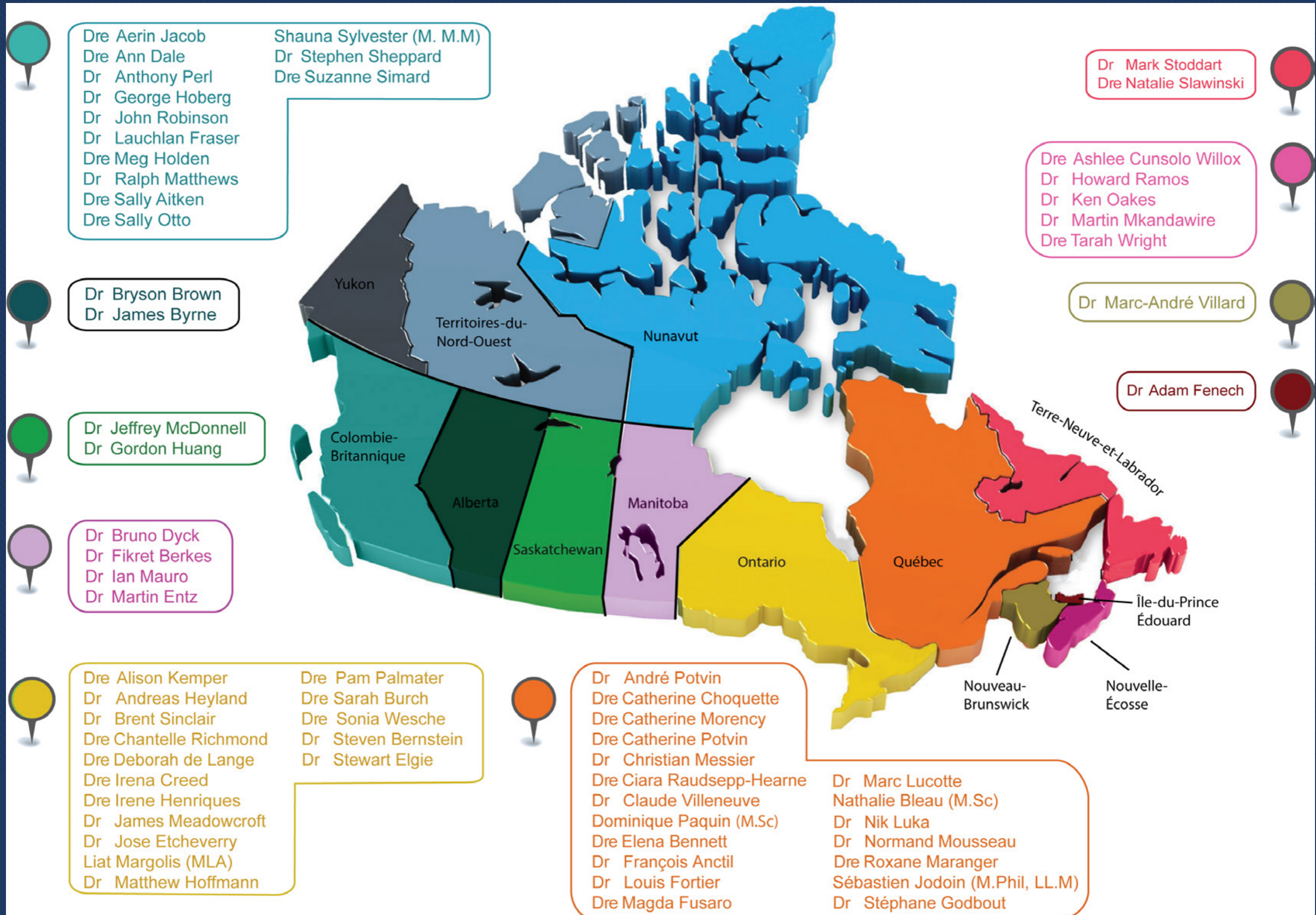


# **AGIR** SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

les **solutions** d'universitaires  
canadiens et canadiennes

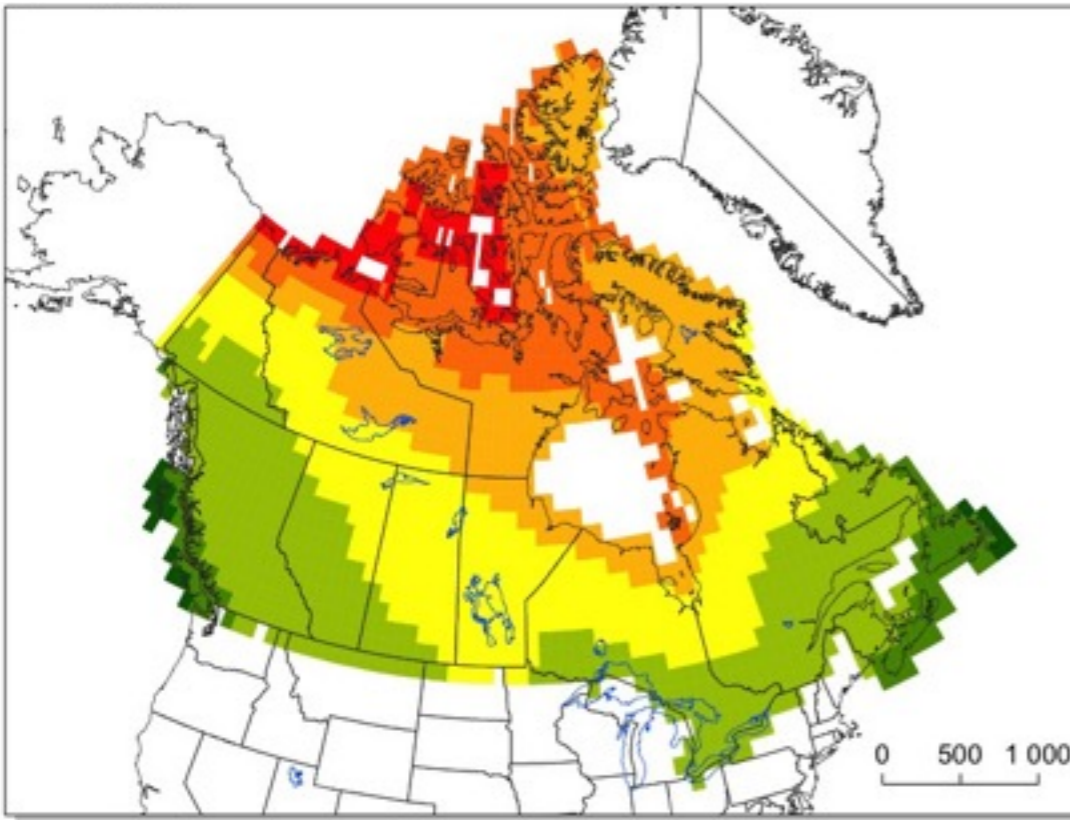


# Carte des chercheur(e)s des DCV

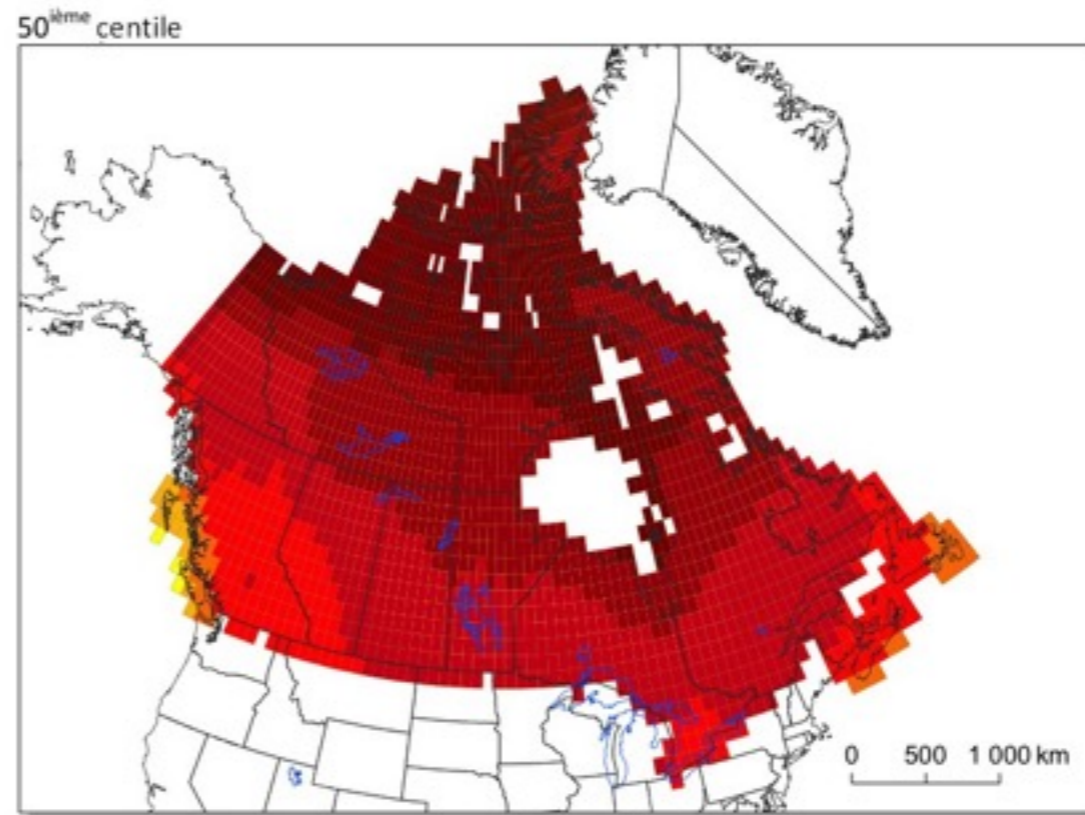




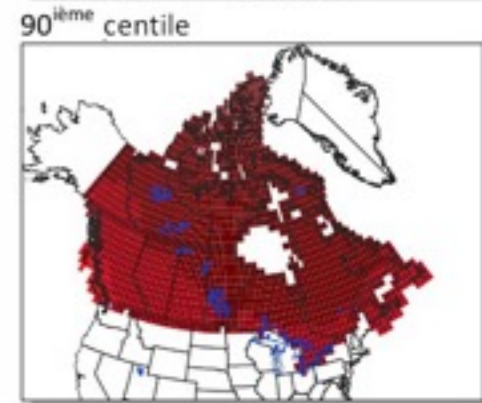
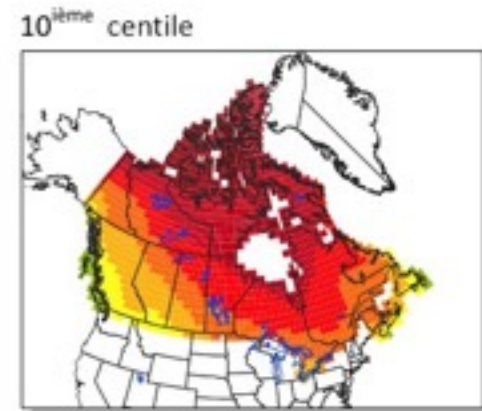
## Changements de la température annuelle moyenne au cours des 100 prochaines années



$\Delta$  Température à 2m (°C) : ANN

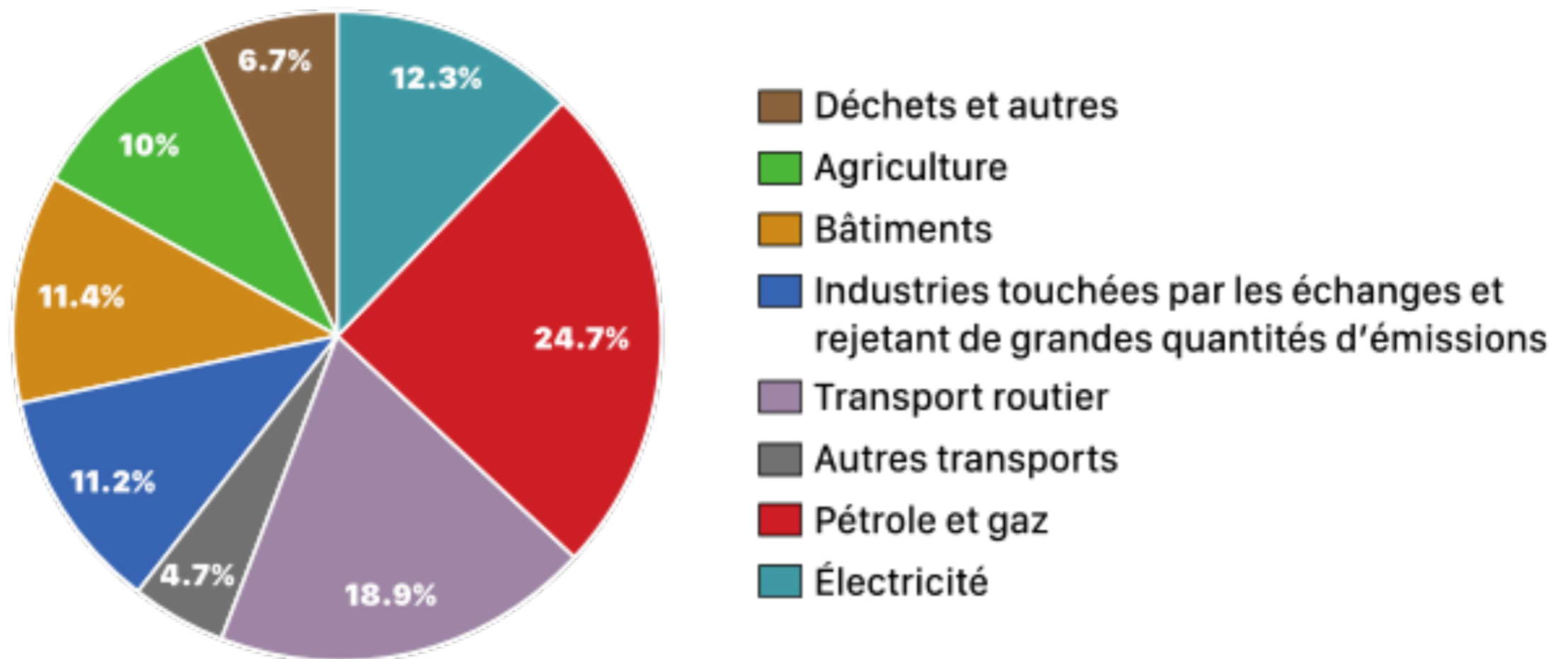


$\Delta$  Température à 2m (°C) : ANN



**Dialogues  
pour un  
Canada vert**

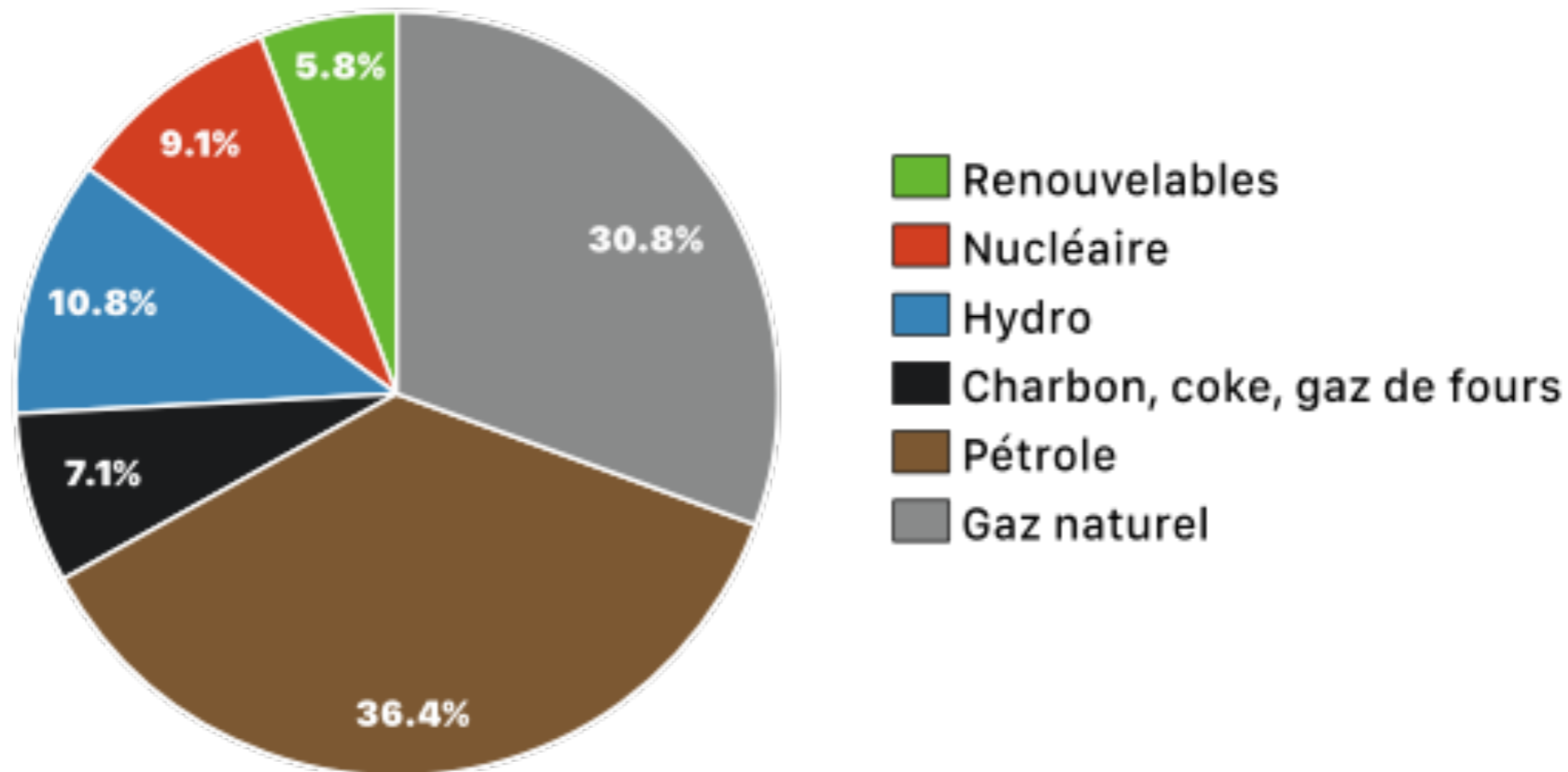
## Émissions canadiennes de gaz à effet de serre



**Dialogues**  
pour un  
**Canada vert**



## Énergie totale consommée au Canada en 2012



**Dialogues**  
pour un  
**Canada vert**

**À long terme, une cible de réduction des  
émissions de 80 % d'ici 2050**

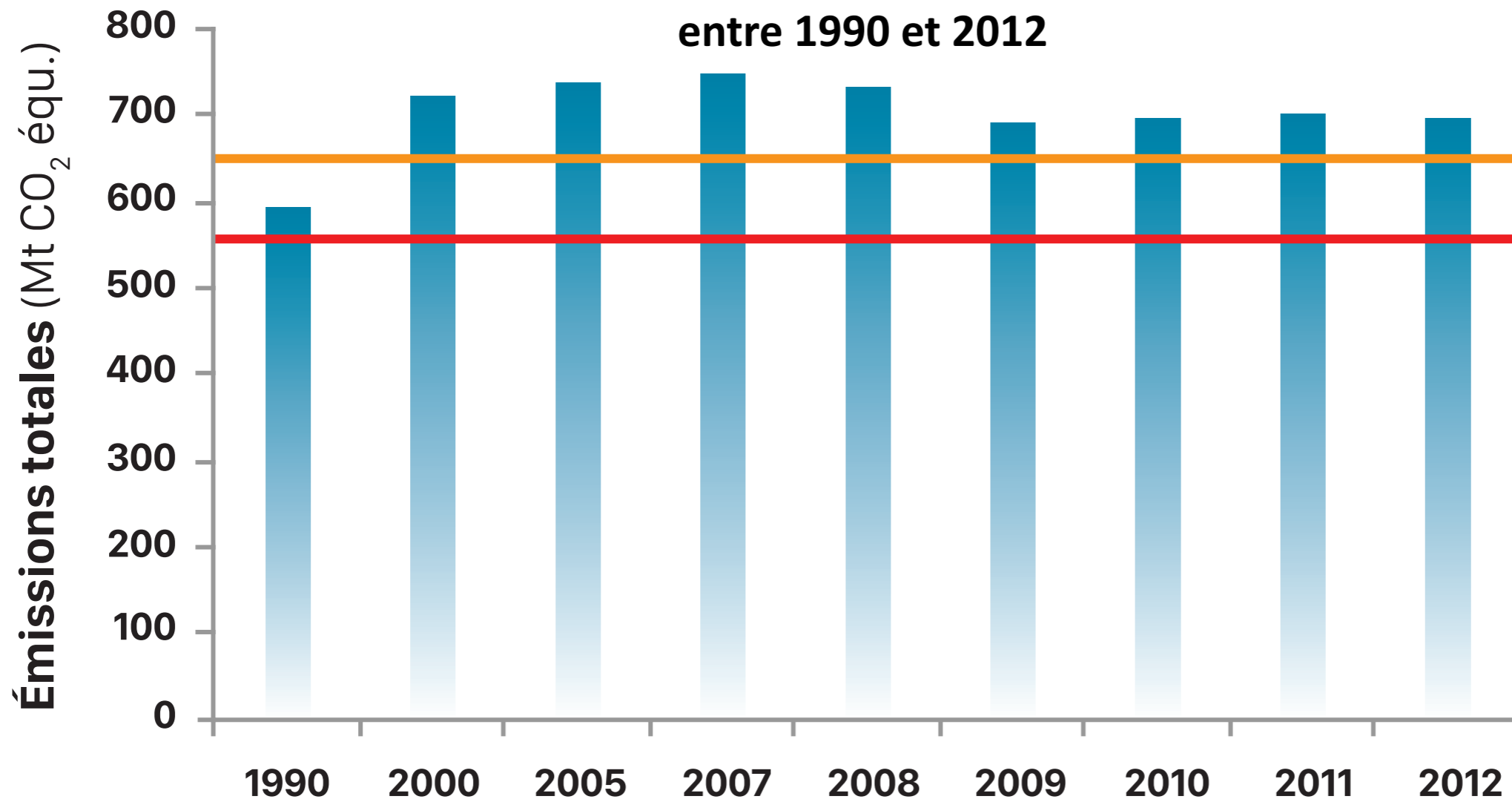


**À court terme, une cible de réduction des  
émissions de 26-28 % par rapport aux niveaux de  
2005 d'ici 2025**

**Dialogues  
pour un  
Canada vert**



## Évolution des émissions de GES pour le Canada entre 1990 et 2012



**COPENHAGUE**  
Réductions totales  
de 17% en 2020 par  
rapport à 2005  
(621.67)

**KYOTO**  
Réductions totales  
de 6% en 2012 par  
rapport à 1990  
(555.54)

**Dialogues**  
pour un  
**Canada vert**

**Première orientation stratégique:**



**Établir un prix sur le carbone**

**Dialogues**  
pour un  
**Canada vert**

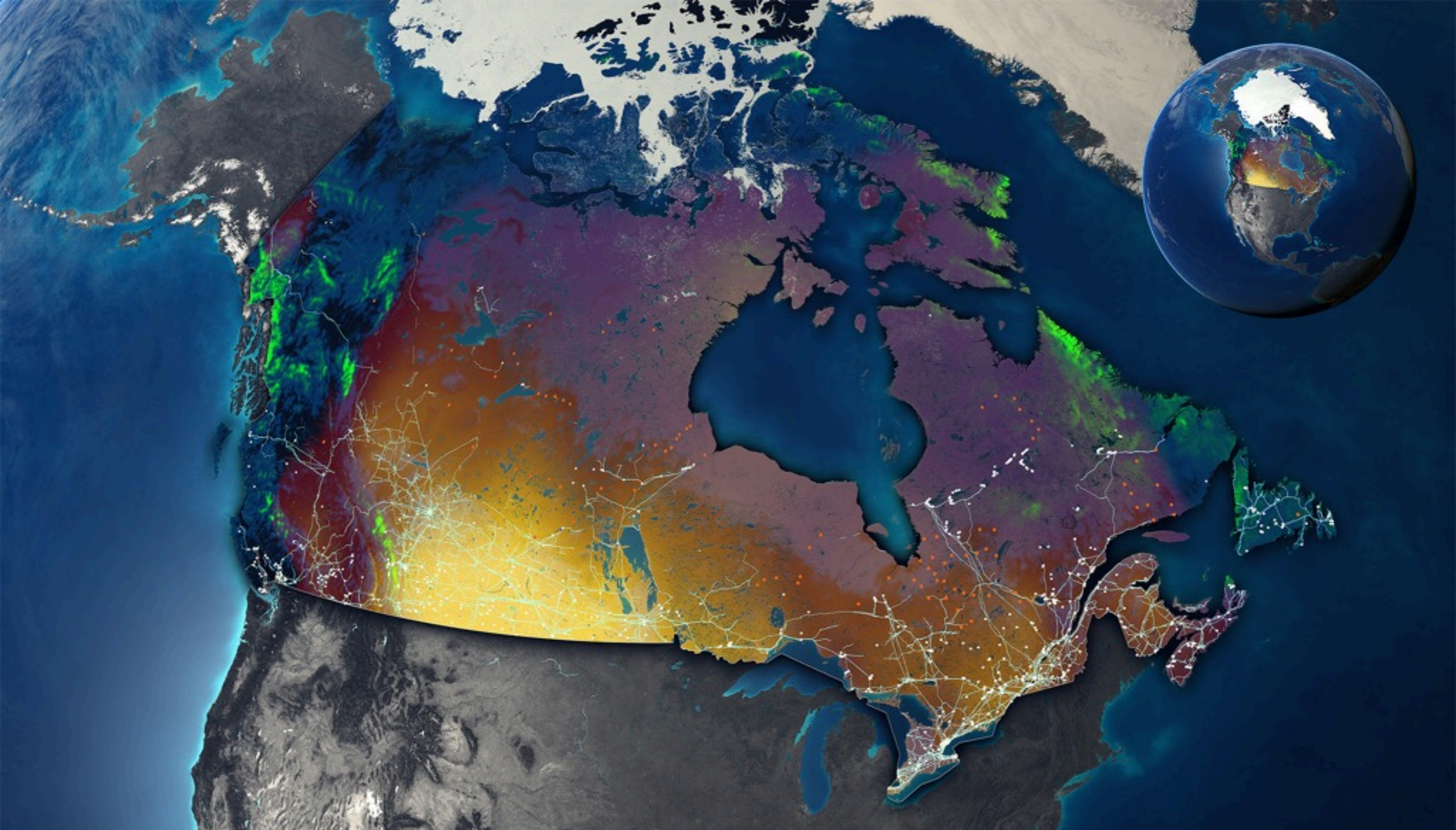


## **Deuxième orientation stratégique:**

**Inclure des objectifs audacieux de production d'électricité à faibles émissions de GES dans les plans d'action climatiques du gouvernement fédéral et des gouvernements provinciaux**

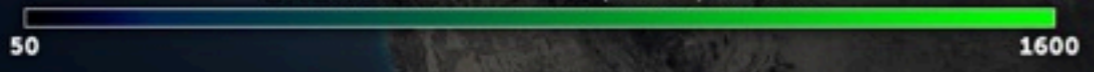
**Dialogues  
pour un  
Canada vert**



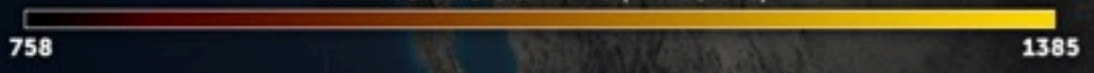




# Énergies renouvelables du Canada : un potentiel impressionnant

**ÉNERGIE ÉOLIENNE (W/m<sup>2</sup>) À 50M**



**ÉNERGIE SOLAIRE (kWh/kW)**



-  Barrages existants
-  Barrages potentiels

 Lignes électriques





## Troisième orientation stratégique:

**Intégrer le secteur de la production pétrolière et gazière dans les politiques climatiques**



**Dialogues**  
pour un  
**Canada vert**

## **Quatrième orientation stratégique:**

**Adopter une politique énergétique à multiples niveaux ayant comme éléments centraux l'efficacité énergétique et la coopération en matière d'électrification**

**Dialogues  
pour un  
Canada vert**



## Cinquième orientation stratégique:



**Adopter rapidement des stratégies de transport à faibles émissions de GES dans l'ensemble du Canada**

**Dialogues**  
pour un  
**Canada vert**

## Sixième orientation stratégique:

**Intégrer l'aménagement du territoire dans les politiques de planification des infrastructures, d'utilisation des terres, du transport et l'énergie**

**Dialogues  
pour un  
Canada vert**



**Septième orientation stratégique:**

**Soutenir la transformation du secteur du bâtiment en un secteur neutre en carbone ou même au bilan carbone positif**



**Commentez ou endossez sur le site:**

**[www.acfas.ca](http://www.acfas.ca)**

**Dialogues**  
pour un  
**Canada vert**



Développer une politique de  
manière rationnelle

# **1. Les faits d'abord** ou *quel est le problème ?*

- a. quelles est la situation énergétique du Québec?
- b. quelles sont les tendances?
- c. comment le Québec se compare-t-il aux autres pays?

# **2. Les buts à atteindre** ou *où veut-on aller?*

- a. que cherche-t-on à accomplir?
- b. quelles sont les priorités?
- c. quel est l'échéancier?



# Pourquoi une politique énergétique?



La sécurité énergétique



Le développement économique



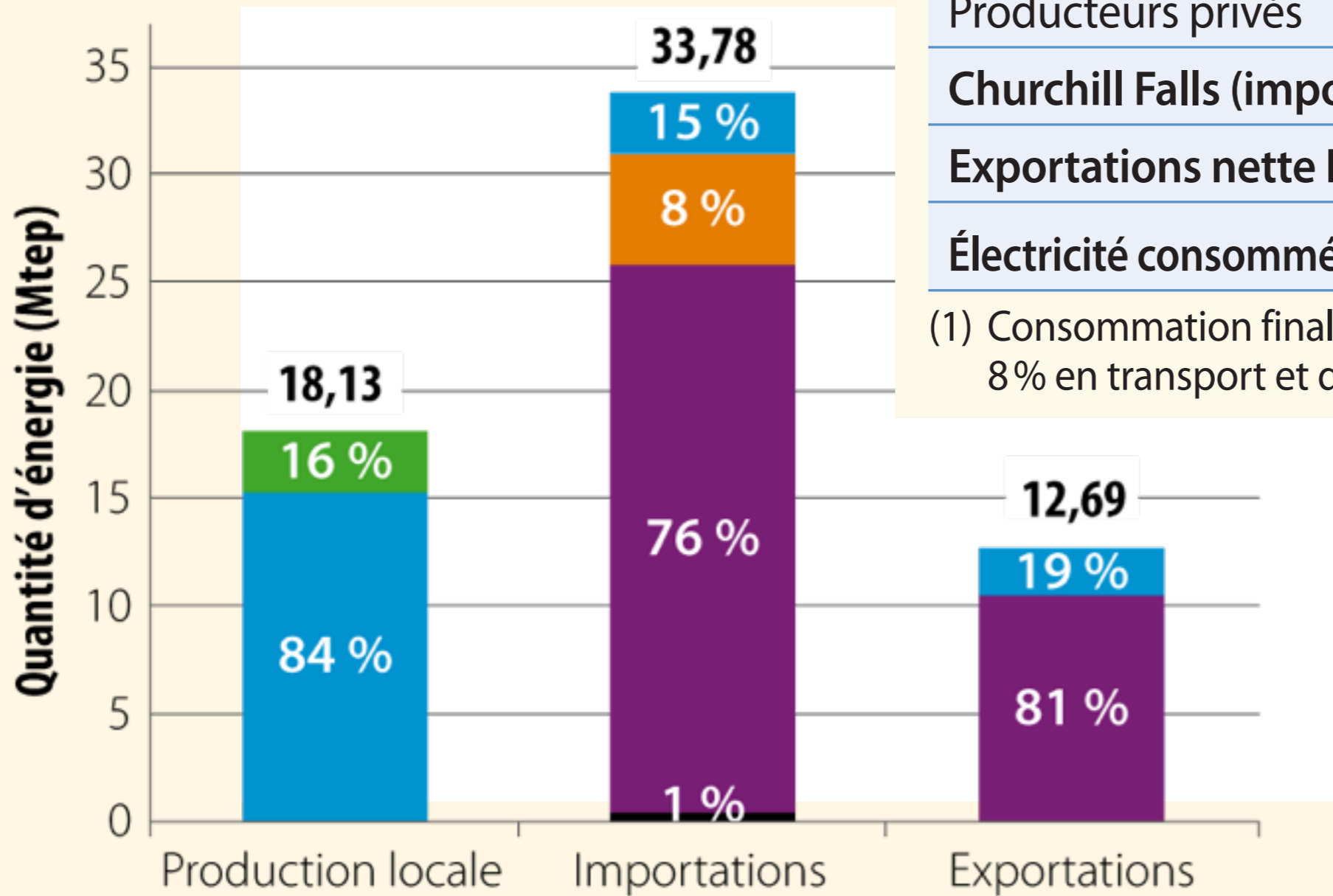
Le réchauffement climatique

# L'approvisionnement



## Production, consommation, exportation d'électricité au Québec en 2012

### Bilan de la production et des échanges énergétiques du Québec (2009)

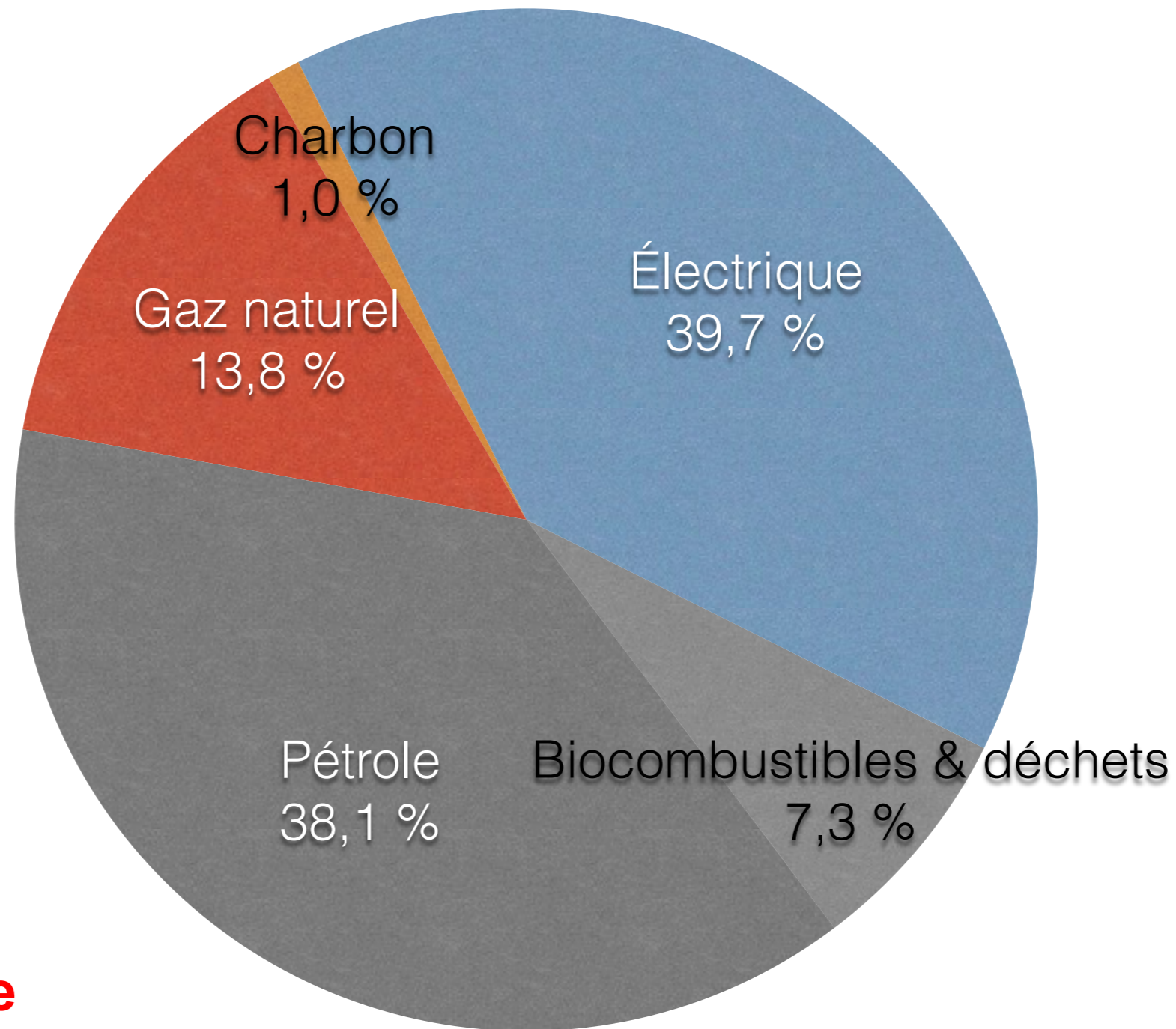


	TWh	TWh
<b>Produite au Québec</b>		200
Hydro-Québec	174	
Producteurs privés	26	
<b>Churchill Falls (importation)</b>		32,3
<b>Exportations nette HQ</b>		30,1
<b>Électricité consommée au Québec<sup>(1)</sup></b>		186

(1) Consommation finale en tenant compte de pertes de 8% en transport et distribution



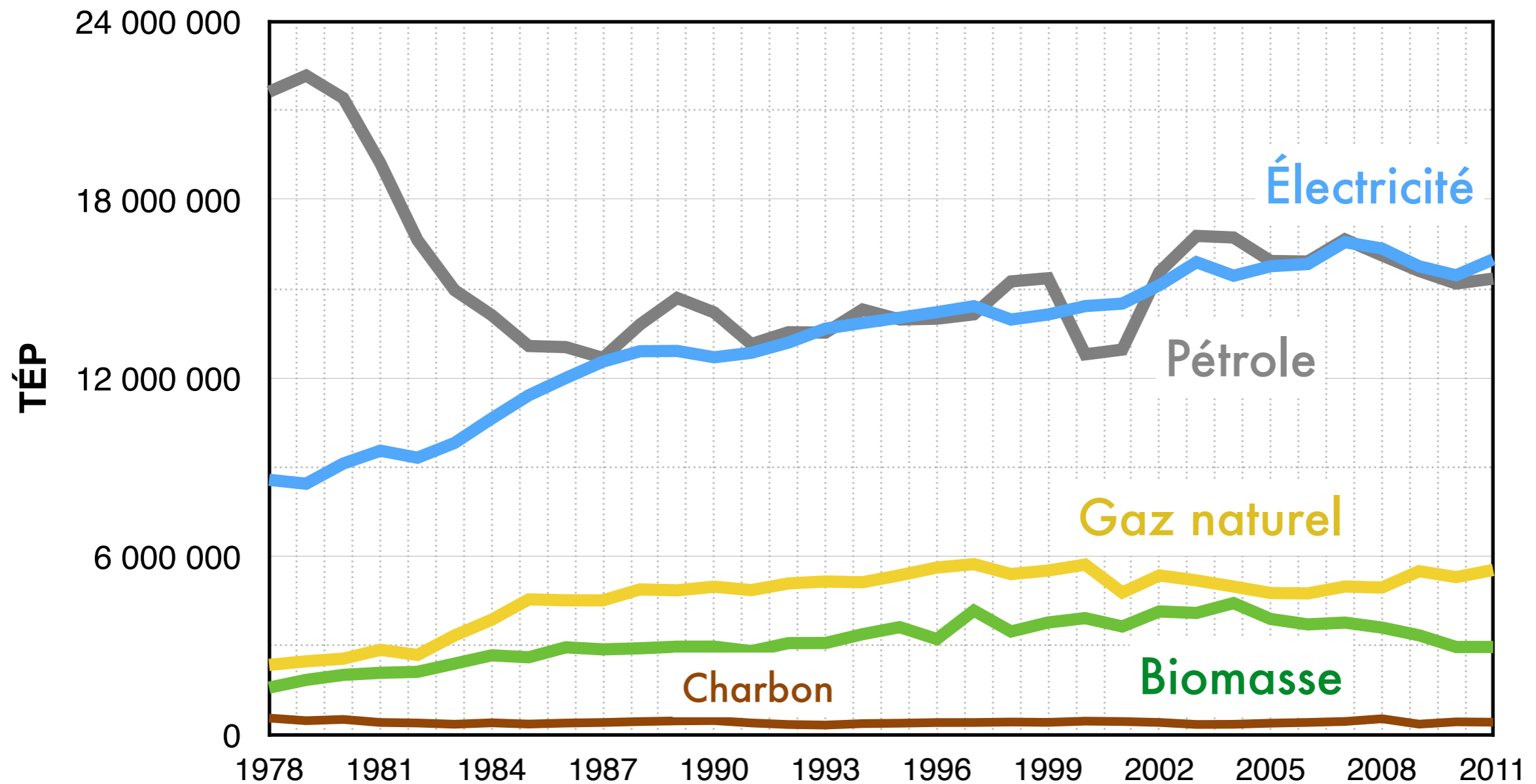
# Consommation d'énergie - Québec



**Total (2011)**  
**40 Mtép**  
**1700 PJ**  
**5 tép/personne**  
**210 GJ/personne**

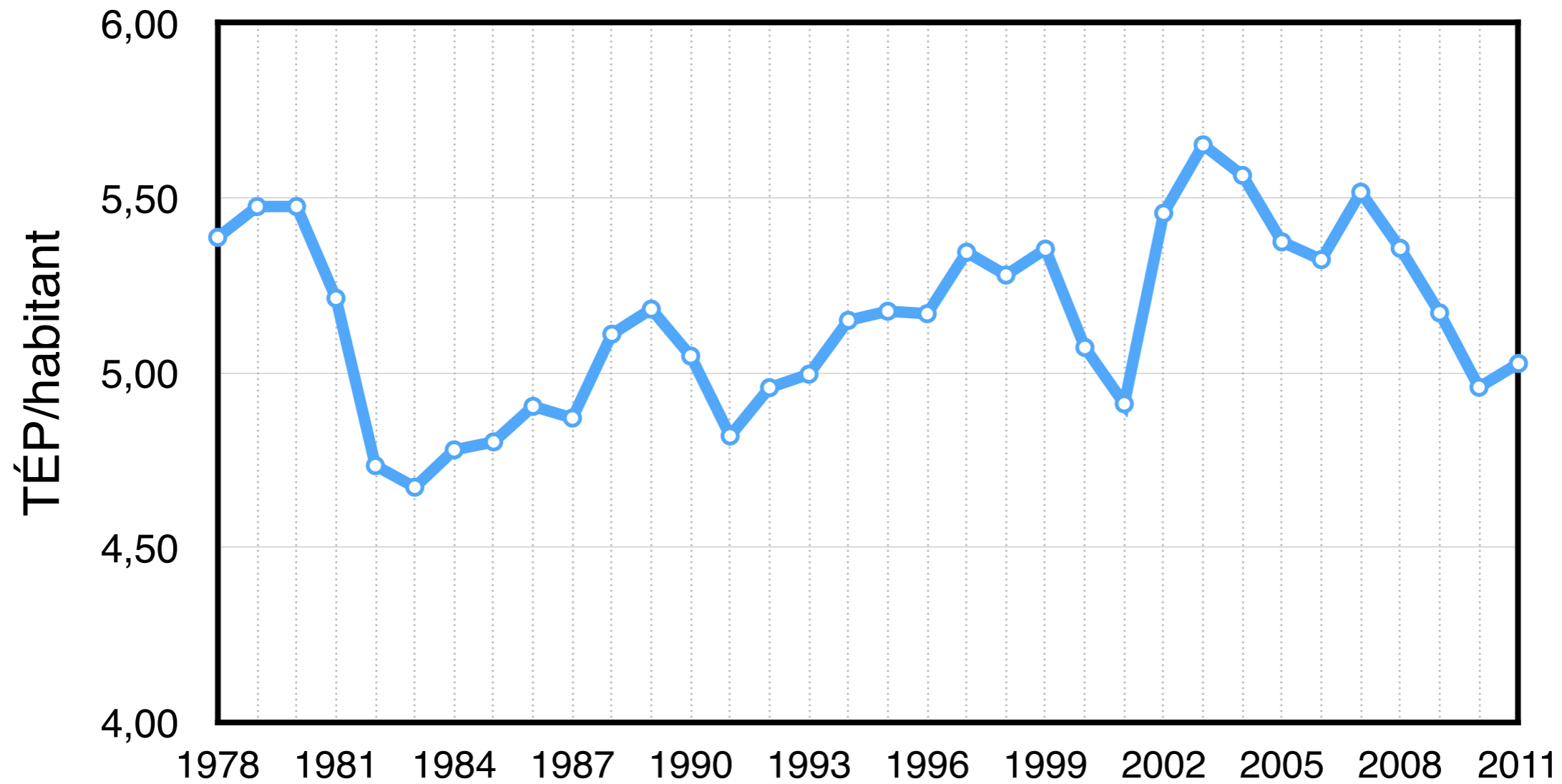


# Évolution de la consommation d'énergie 1978-2011



Source: Ministère de l'énergie et des ressources naturelles

# Évolution de la consommation moyenne d'énergie par habitant 1978-2011



Source: Ministère de l'énergie et des ressources naturelles

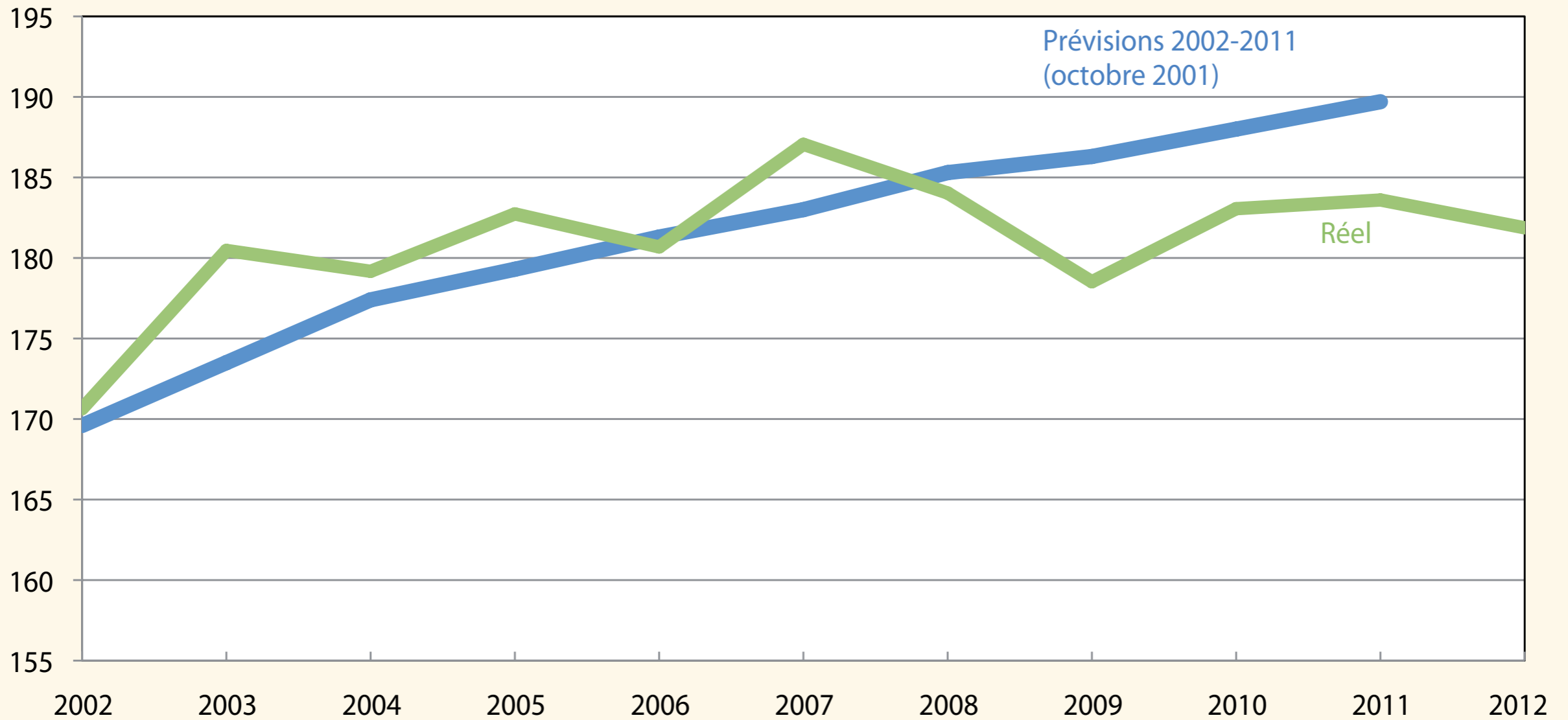


# Énergie consommée

tép/personne		Nucléaire	Renouvelable	Hydrocarbures
<b>Québec</b>		<b>0</b>	<b>2,4</b>	<b>2,6</b>
<b>Canada</b>	<b>Primaire</b>	<b>0,5</b>	<b>2,0</b>	<b>5,1</b>
<b>France</b>	<b>Primaire</b>	<b>1,7</b>	<b>0,3</b>	<b>1,9</b>
	<b>Finale</b>	<b>0,6</b>	<b>0,3</b>	<b>1,9</b>
<b>Allemagne</b>	<b>Primaire</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	<b>3,2</b>

# Comparaison des prévisions d'Hydro-Québec avec la demande réelle

TWh

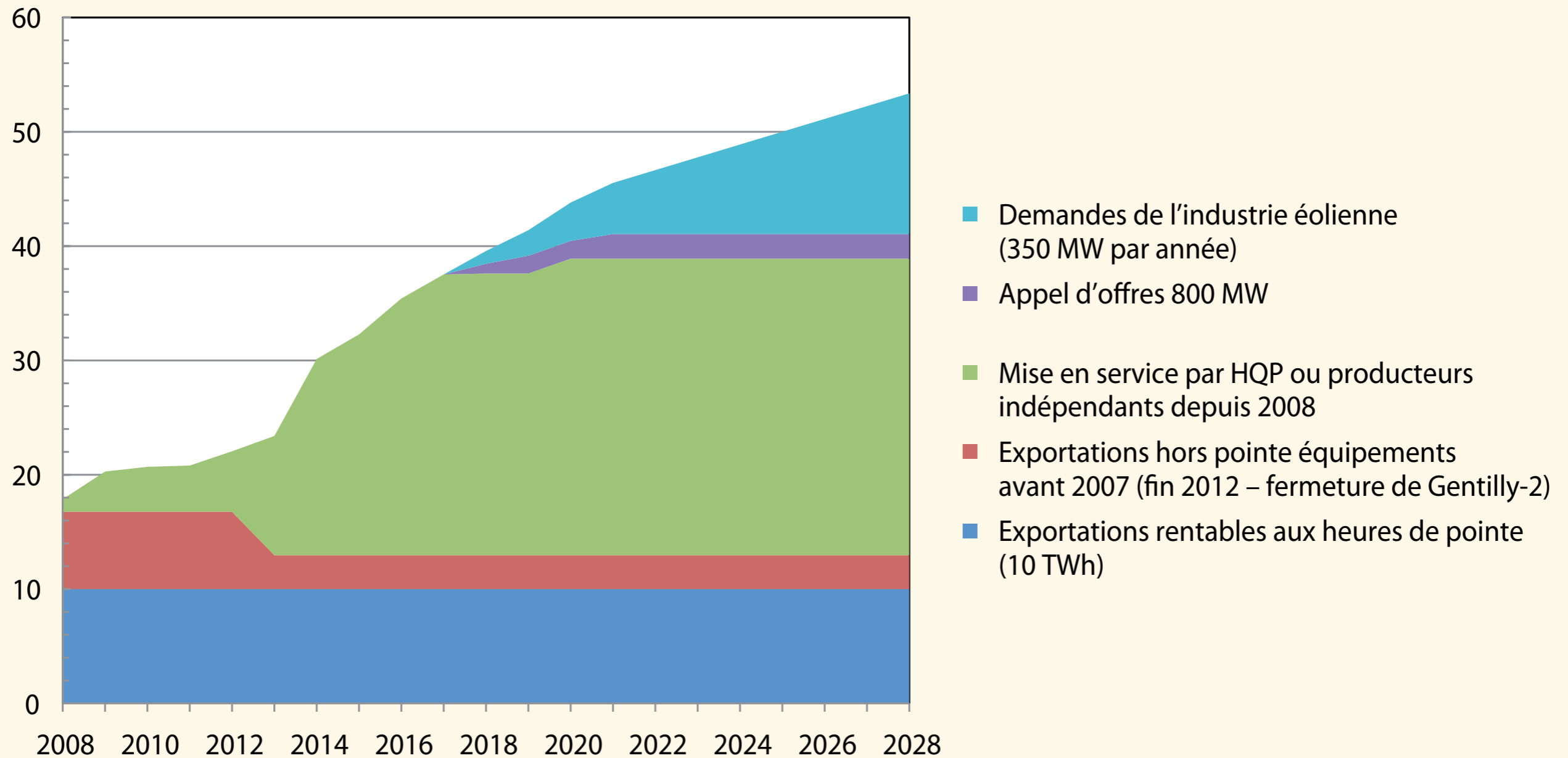


Source : Mémoire d'Hydro-Québec présenté à la CEEQ



# Estimation des surplus d'électricité au niveau de consommation actuelle

TWh



Source: Calculs de la Commission basés sur les données d'Hydro-Québec Production

# Constats

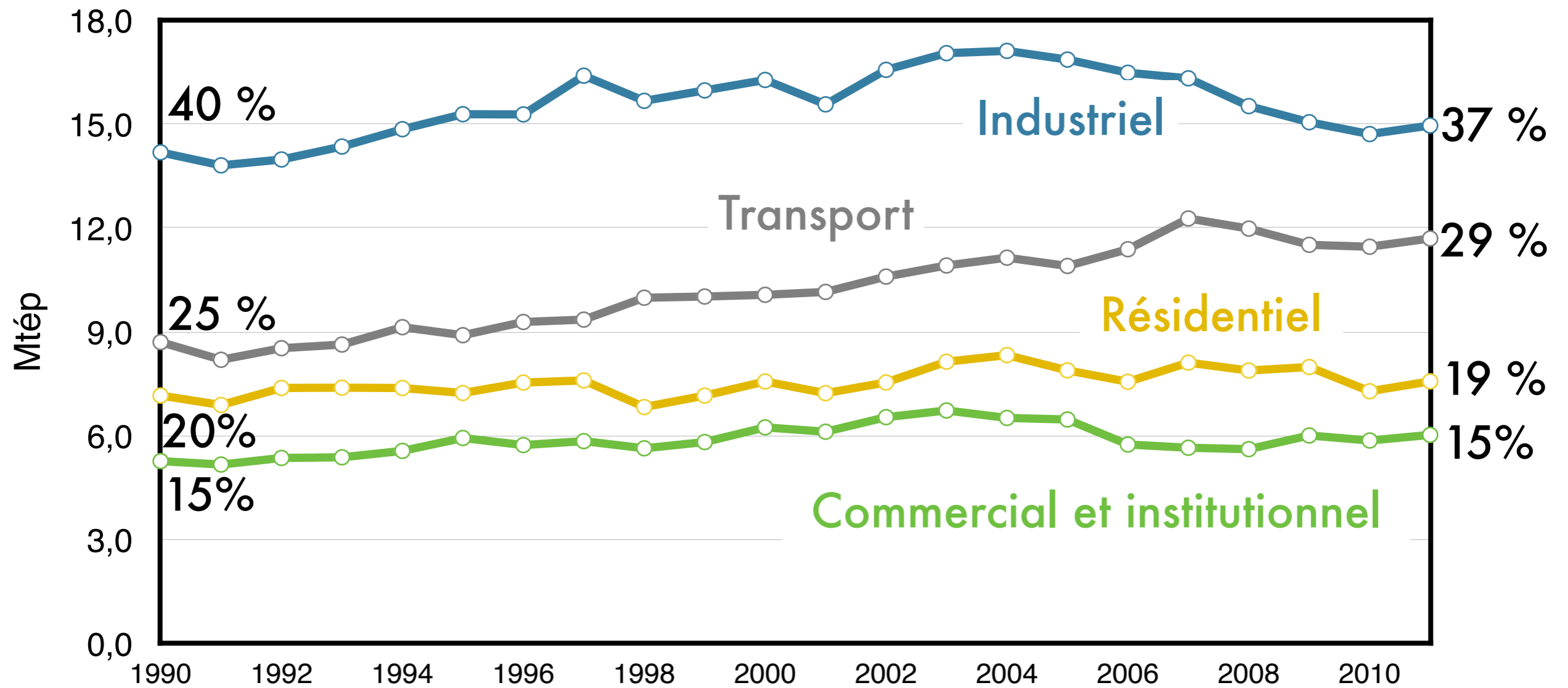
## **1. Pas de problème d'approvisionnement dans le court et moyen terme**

- a. Pétrole disponible au Canada et dans le reste du monde (nouveaux accès prévus au pétrole de l'Alberta)
- b. Gaz naturel à bas prix facilement accessible (gaz de schiste)
- c. Importants surplus d'électricité



# Les secteurs de la consommation

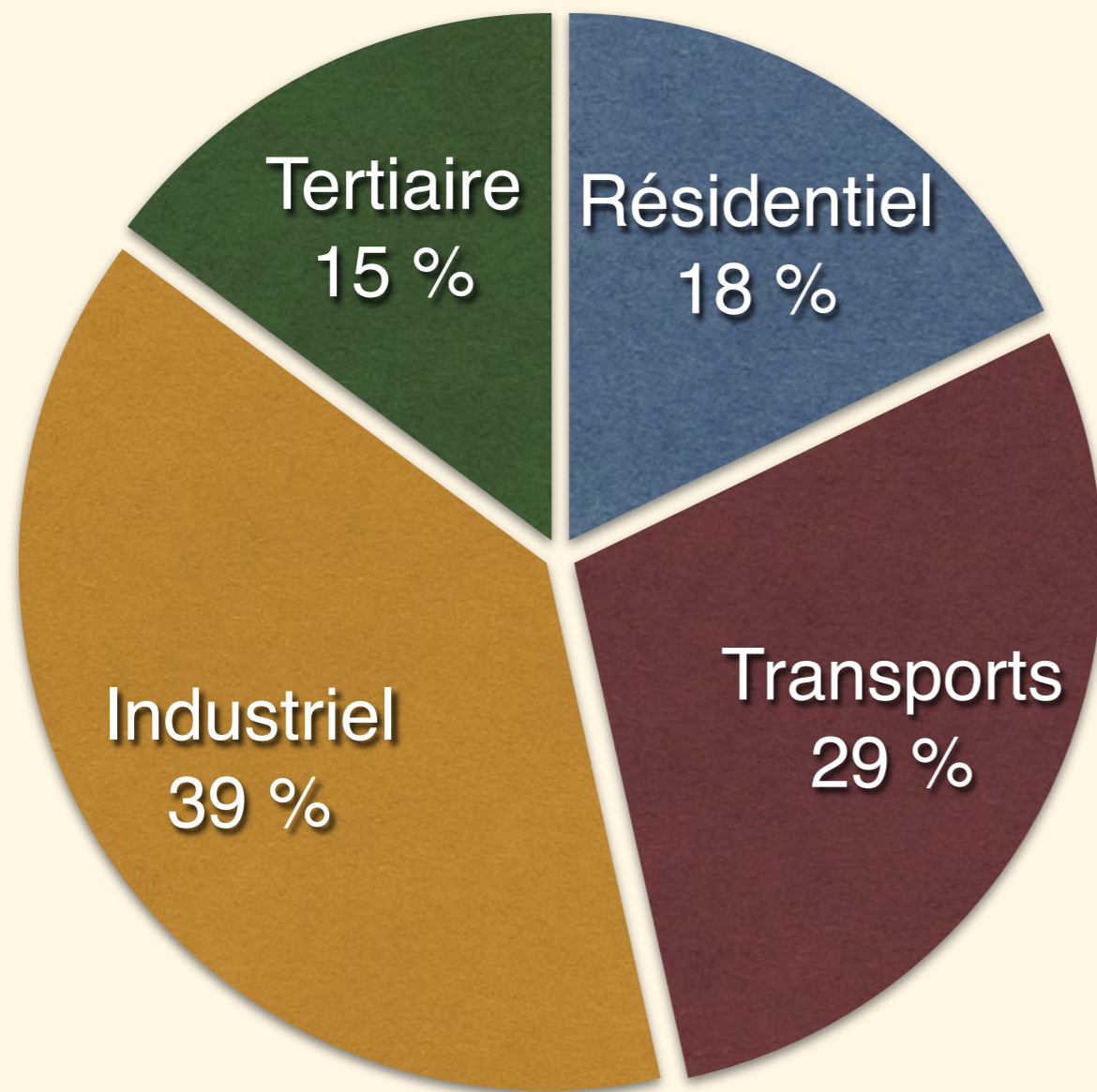
# Consommation d'énergie par secteur (1990-2011)



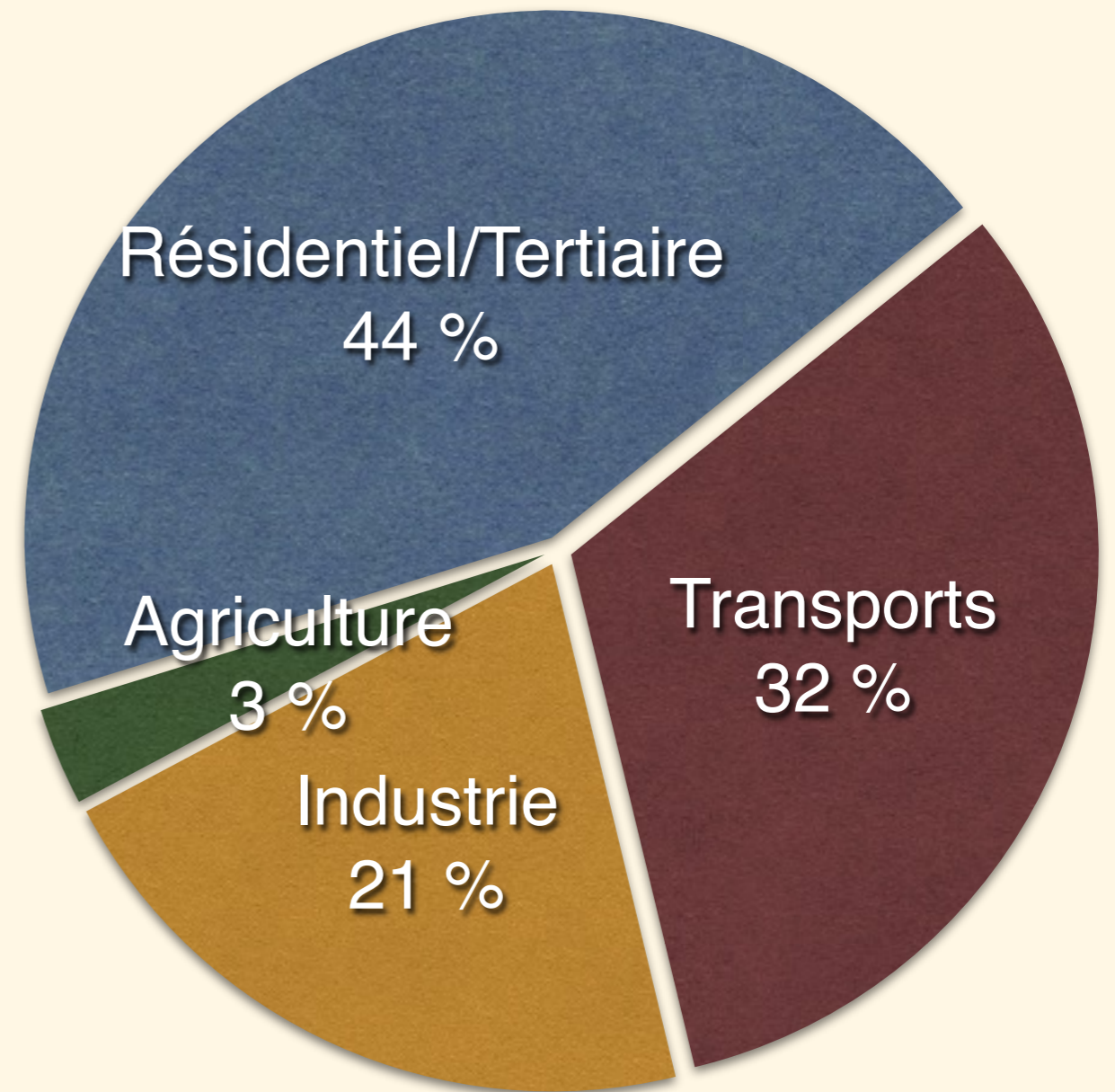
Source: Ministère de l'énergie et des ressources naturelles



# Consommation finale d'énergie par secteur

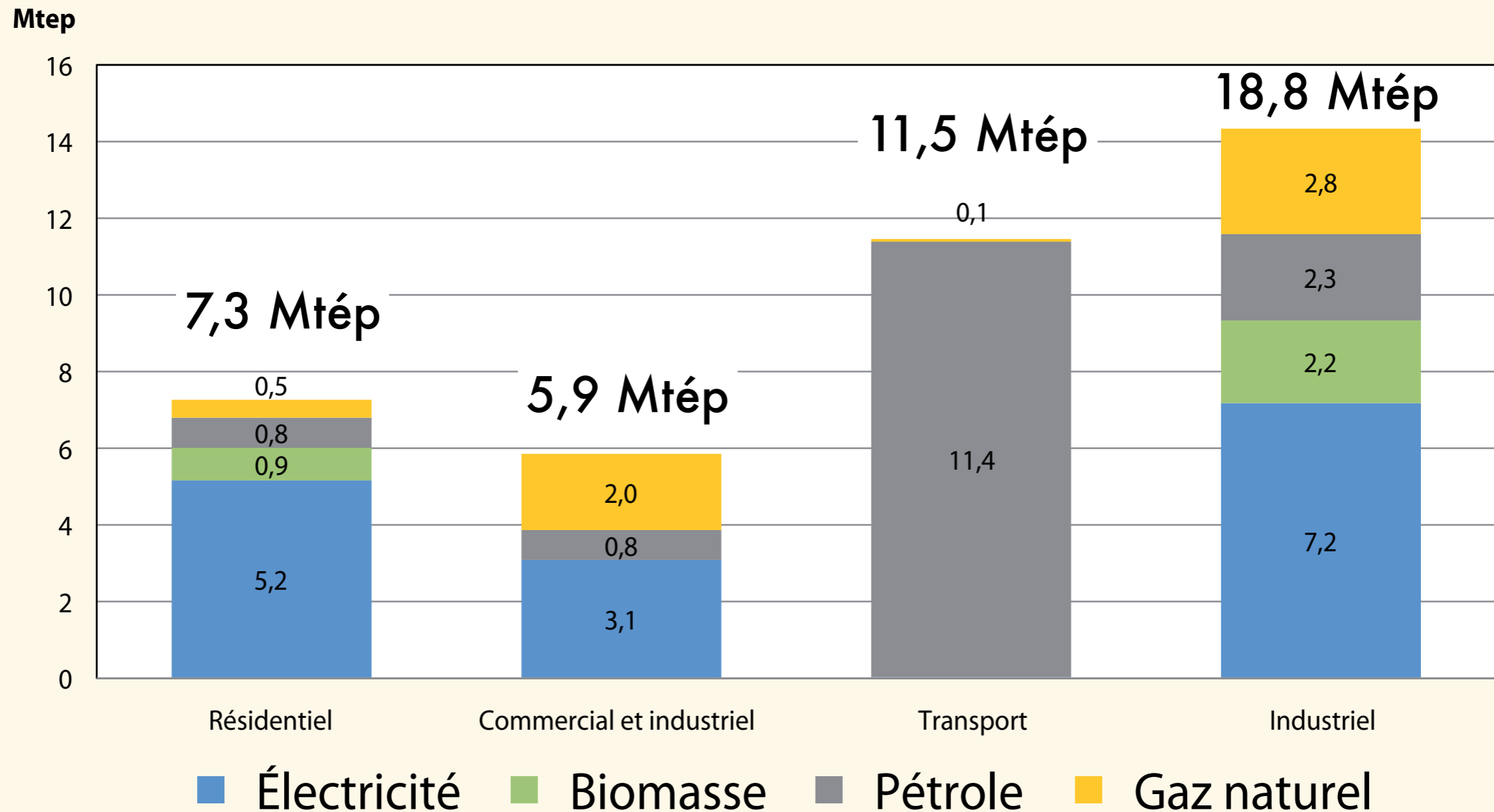


Québec (2010)



France (2012)

# Forme d'énergie consommée par secteur (2010)



Sources : Ministère des Ressources naturelles et Statistique Canada

## Évolution des émissions de gaz à effet de serre au Québec (1990-2010)

Sources d'émissions de GES	Quantité d'émissions (Mt éq. CO <sub>2</sub> )		Variation des émissions (%)	Part des émissions totales (%)
	1990	2010	1990-2010	2010
Secteur des transports	27,41	35,06	27,9 ↑	42,5
Secteur résidentiel	6,61	3,96	-40,1 ↓	4,8
Secteur commercial et institutionnel	4,21	4,99	18,5 ↑	6,1
Combustion secteur industriel	14,05	12,56	-10,7 ↓	15,2
Raffinage de pétrole et émissions fugitives	3,30	3,64	10,4 ↑	4,4
Production d'électricité	1,46	0,21	-85,6 ↓	0,3
<b>Total – Énergie</b>	<b>57,04</b>	<b>60,42</b>	<b>5,9 ↑</b>	<b>73,3</b>
Agriculture	6,21	6,55	5,5 ↑	7,9
Déchets organiques	7,32	4,60	-37,2 ↓	5,6
Précédés industriels	13,17	10,84	-17,7 ↓	13,1
Solvants et autres produits	0,05	0,06	24,0 ↓	0,1
<b>Total – Sans énergie</b>	<b>26,75</b>	<b>22,05</b>	<b>-17,6 ↓</b>	<b>26,7</b>
<b>TOTAL</b>	<b>83,80</b>	<b>82,47</b>	<b>-1,6 ↓</b>	<b>100,0</b>

Source: *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2010 et leur évolution depuis 1990*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (2013)



# Le système de plafonnement et d'échange de crédits de carbone

- **Le 1<sup>er</sup> janvier 2013:** grands émetteurs de GES (25 kt CO<sub>2</sub>e par an et plus) ont reçu une allocation gratuite d'unités d'émissions de carbone correspondant à la totalité de leurs émissions.
- **Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2015:** le nombre alloué diminuera d'un à deux pour cent par année, afin de réduire graduellement le total des émissions et de dégager des droits qui pourront être vendus à l'enchère. Ces droits peuvent aussi être distribués pour permettre d'augmenter la production des industries ou d'en installer de nouvelles.

# Constats

## **2. Lutte aux changements climatiques s'accorde avec les gains associés à une meilleure utilisation des hydrocarbures fossiles**

- a. Pétrole est beaucoup plus cher que l'électricité  
- les gains sont évidents même en cas de production locale
- b. Gouvernement du Québec s'est engagé à réduire les émissions de GES

## Constats

### **3. Les mesures en place sont insuffisantes pour atteindre les objectifs de réduction de GES**

- a. La création d'un marché du carbone avec la Californie risque de créer des sorties de capitaux sans réduction nette pour le Québec
- b. La structure de production et de consommation d'énergie au Québec impose de cibler avant tout l'utilisation des hydrocarbures fossiles pour la production de chaleur et le transport
- c. Il n'y a pas de gain à faire du côté de l'électricité pour la réduction de GES

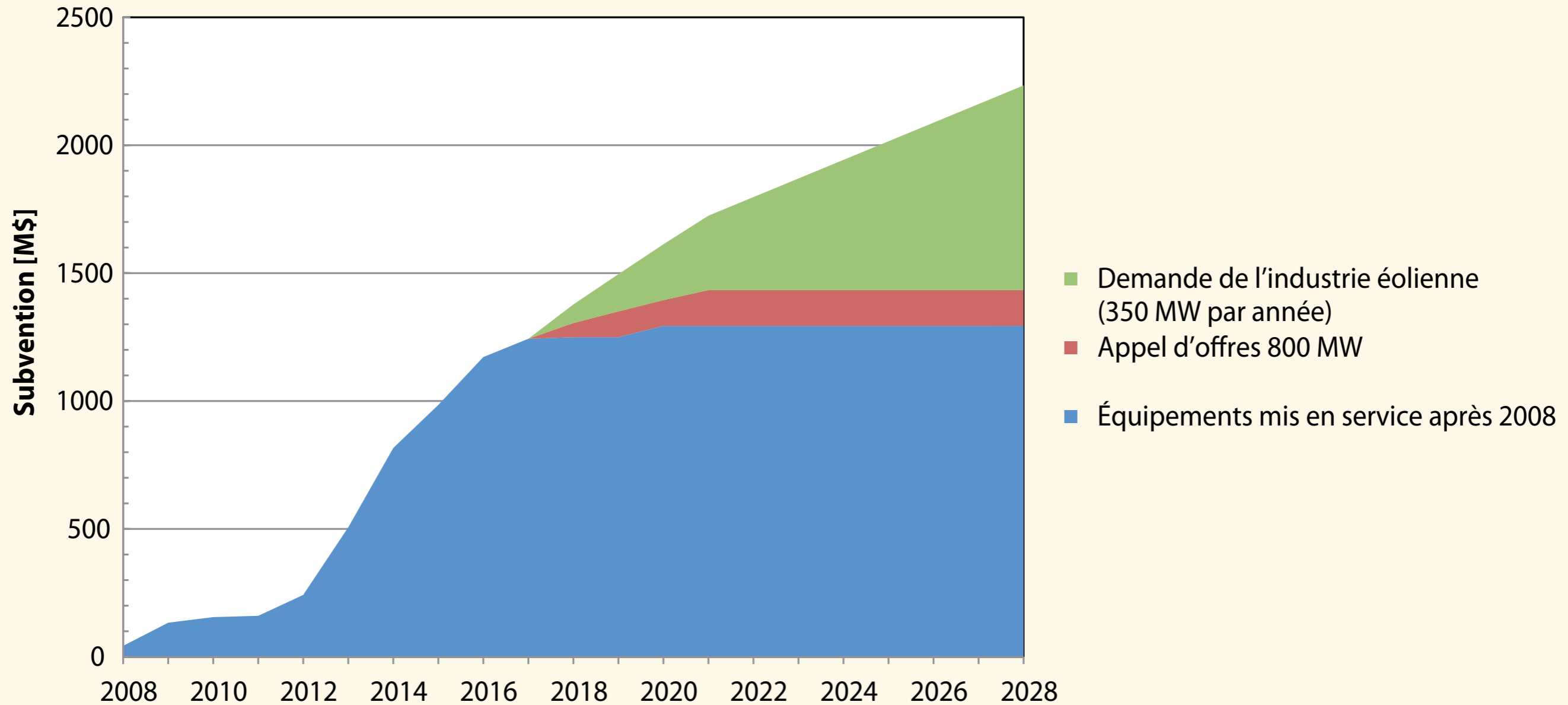


# Le développement économique

# Riches d'une électricité verte?



# Subvention directe aux équipements de production d'électricité mis en service depuis 2008 (2008-2028)



Source: Calculs de la Commission basés sur les données d'Hydro-Québec Distribution

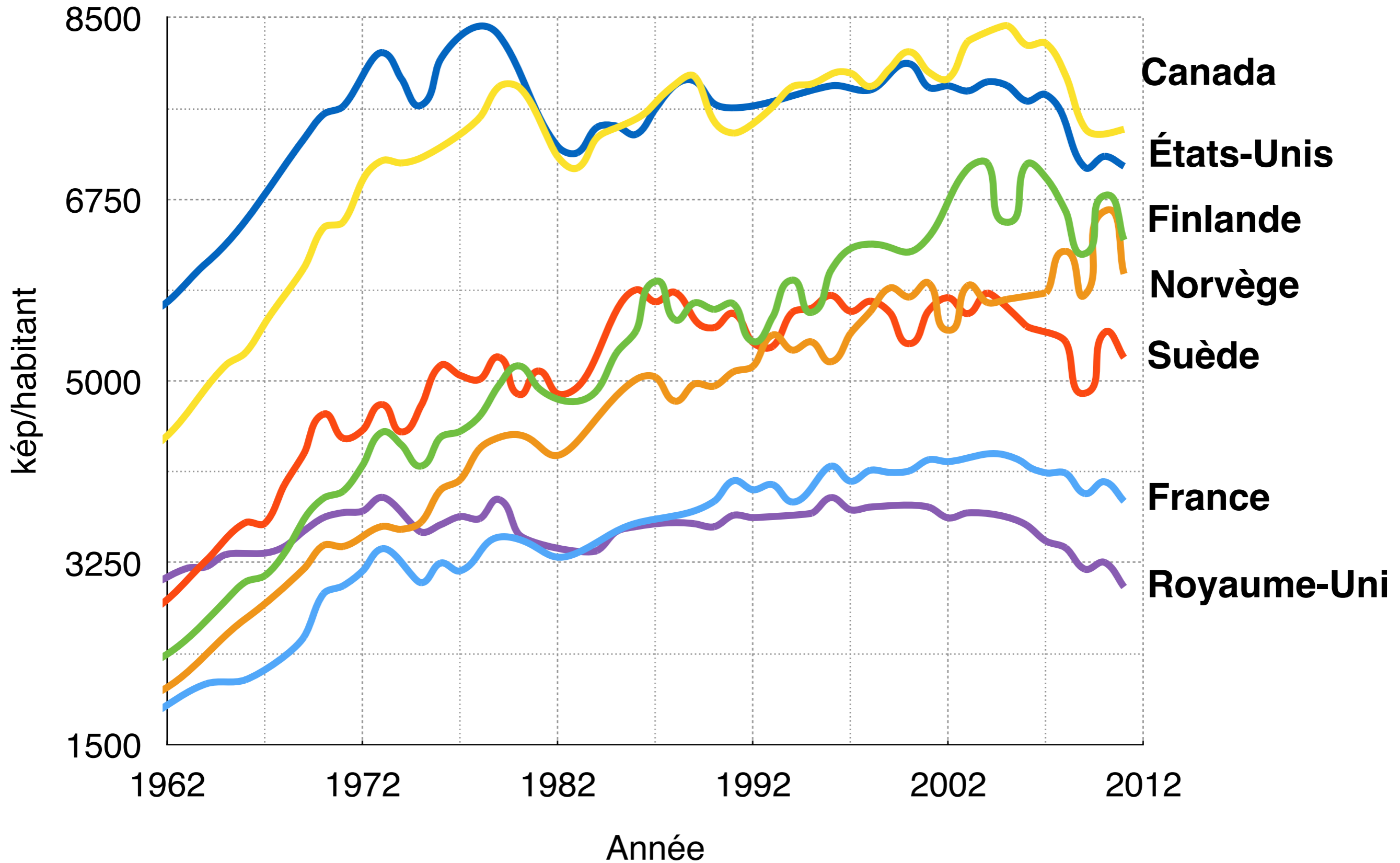


## Constats

### **4. L'électricité québécoise n'est plus aussi compétitive que par le passé**

- a. Le faible prix du gaz naturel aux États-Unis et au Moyen-Orient fait mal au Québec
- b. Il n'existe pas de façon facile de valoriser les importantes ressources renouvelables et à faible émission de GES disponibles au Québec

# Évolution de la consommation par personne



## Constats

- 5. Le Québec est à la traîne en terme d'efficacité énergétique**
- 6. Le gouvernement ne dispose pas des capacités d'analyse pour mettre en place des programmes efficaces**
  - a. Le modèle utilisé a plus de 30 ans et est complètement dépassé
  - b. La politique de non-remplacement a dévasté le ministère



# Les recommandations

# Principales recommandations

## **1. Adopter une perspective de réduction à long terme des GES**

- a. réduction de 75 % du secteur énergie d'ici 2050
- b. réduction de 20 % des produits pétroliers d'ici 2025
- c. Favorise une redevance carbone significative sur les hydrocarbures
- d. Suspende l'application de la bourse du carbone tant que d'autres partenaires ne s'y joindront pas

# Principales recommandations

## **2. Viser la « Maîtrise de l'énergie », au-delà de la simple efficacité énergétique**

- a. Abandon du mazout pour la chauffe (remplacement par biomasse ou gaz naturel)
- b. Aménagement du territoire
- c. Amélioration de la qualité du bâti (fiscalité)
- d. Transport des personnes et des marchandises
- e. Soutenir l'efficacité énergétique dans les secteurs industriels et commerciaux

# Principales recommandations

## 3. Cesser la construction de nouvelles sources d'approvisionnement en électricité

Ensemble des surplus totaux d'Hydro-Québec Production et Distribution, et manque à gagner pour les Québécois relié aux approvisionnements acquis depuis 2008 et exportés au PASO (estimé à 3¢/kWh)

	2014	2016	2018	2020	2022
Surplus (au-delà du 10 TWh de pointe) (TWh)	20,1	25,4	28,5	30,5	31,1
Approvisionnements en service depuis 2008 (TWh)	17,2	22,5	25,5	27,5	28,1
Perte pour les Québécois (avec vente à 3 ¢/kWh) (millions \$/année)	817	1 172	1 305	1 395	1 434

Sources: Hydro-Québec et calculs de la Commission



# Principales recommandations

## **4. Évaluer la faisabilité d'exploiter le pétrole en territoire Québec**

- a. Mettre en place un encadrement serré
- b. Débattre d'un modèle économique économique de développement
- c. Découpler la production de la politique énergétique

# Principales recommandations

## **5. Adopter une planification à long terme et une gestion avec rétroaction régulière**

- a. Créer la Société pour la maîtrise de l'énergie du Québec (SMEQ)
- b. Financer la maîtrise de l'énergie à hauteur de 2 % de l'ensemble des dépenses énergétiques
- c. Évaluer chaque année l'efficacité et le rendement des mesures
- d. Créer un Centre de recherche indépendant sur l'énergie
- e. Soutenir la recherche dans les créneaux prometteurs pour le Québec

# Des changements difficiles

1. Suspendre la construction de nouvelles infrastructures de production d'énergie renouvelable : réduction des investissements jusqu'à 2 milliards \$ par an.
2. Éliminer l'utilisation du mazout : peut affecter considérablement l'industrie de la distribution
3. Contraindre l'exploration et l'exploitation d'hydrocarbures fossiles en fonction des principes de développement durable : peut ralentir les investissements
4. Resserrement des règles d'aménagement du territoire: forcer à revoir les façons de faire de l'industrie de la construction.
5. Nouvelles règles dans la construction. Dérange les façons de faire, mais pas les investissements

## ... mais potentiellement payants

1. Remplacement du mazout par la biomasse représente des retombées locales de 1 G\$/année
2. Nouvelles sommes disponibles pour l'efficacité énergétique : retombées de 1 G\$/année
3. Transformation des règles de financement dans l'immobilité. Pourrait ajouter jusqu'à 2 G\$/année sans coût pour l'État et avec des économies pour les utilisateurs
4. Investissements dans les transports collectifs - des retombées directes pour le Québec et la mise en place d'une expertise exportable.



# Les limites

# **1. Où sont les scénarios?**

- a. en continuant comme avant
- b. en adoptant les mesures proposées
- c. en considérant d'autres mesures menant aux mêmes résultats

# **2. Évaluations technologiques, économiques, politiques et sociologiques**

- a. quels seront les effets des mesures proposées?
- b. est-ce qu'un bouleversement technologique pourrait rendre le tout caduque?
- c. l'effet rebond pourrait-il tout effacer?

En guise de conclusion

# Quelques bonnes idées ?

1. Le pétrole et le gaz produits au Québec doivent être utilisés par les Québécois
2. L'indépendance énergétique permettra d'enrichir le Québec
3. Le soutien aux énergies renouvelables alternatives permet de réduire les émissions de GES
4. Le soutien à la voiture électrique est essentiel pour la transition québécoise

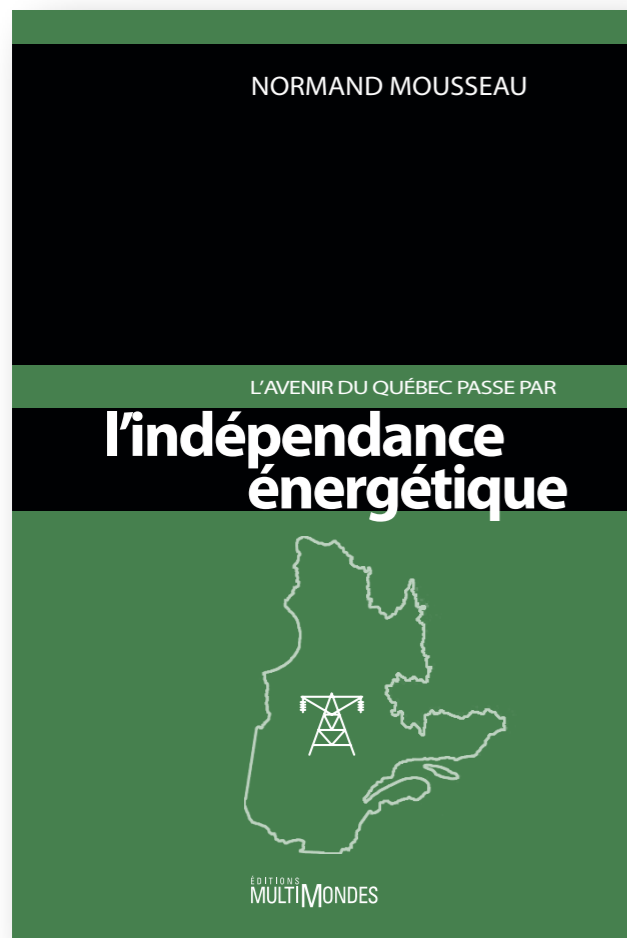
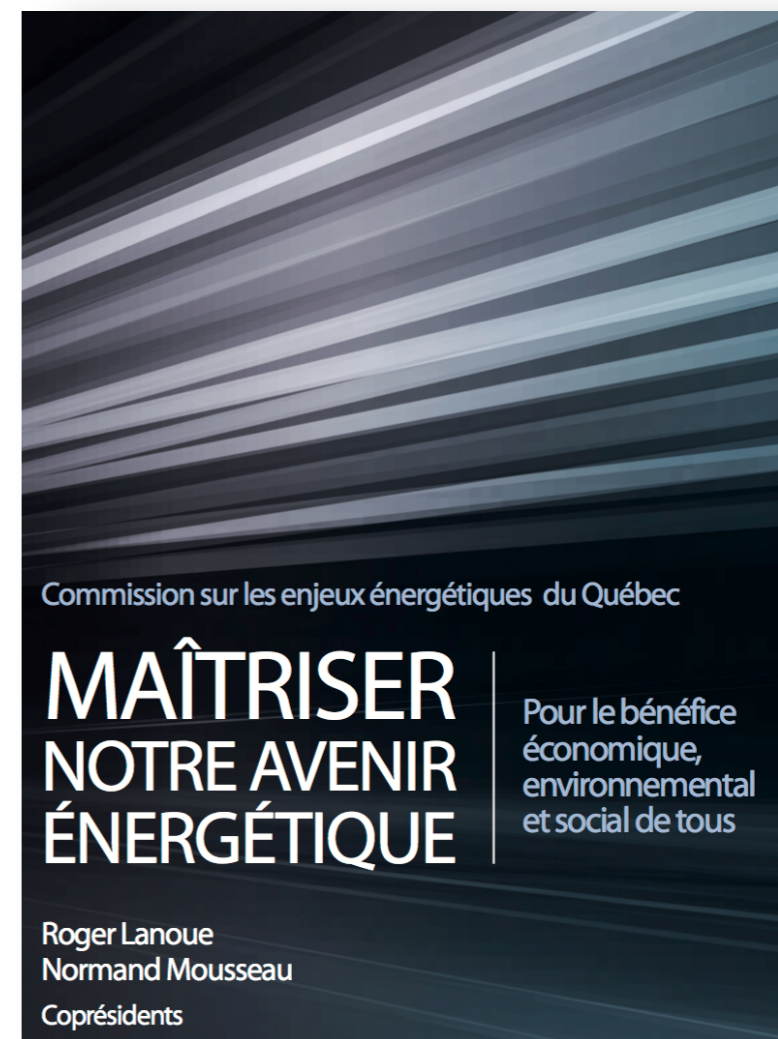
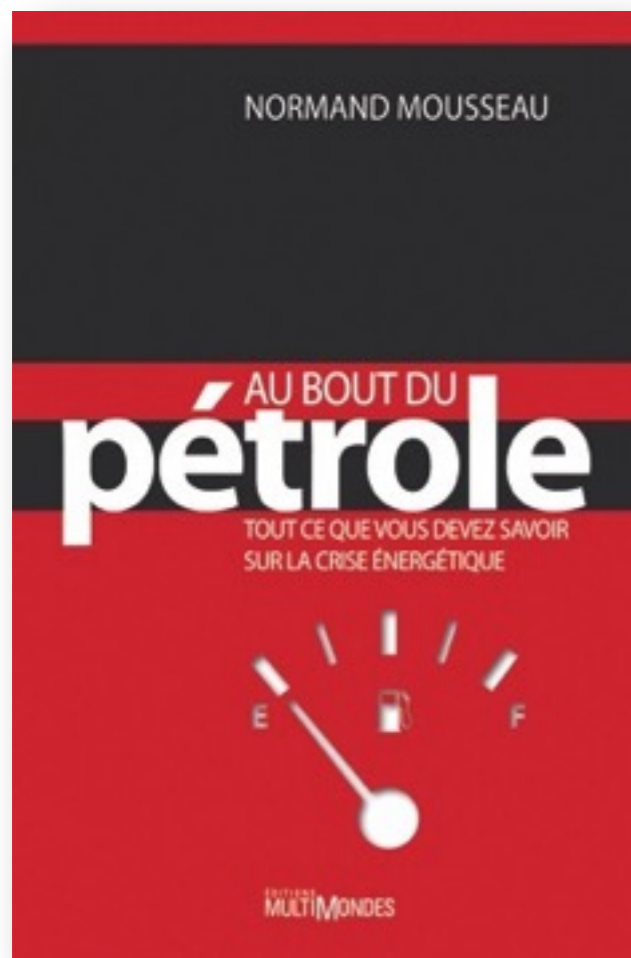


## Quelques bonnes idées ?

5. Instaurer des tarifs d'électricité qui varient en fonction de l'heure de la journée permettrait des économies collectives
6. Les Québécois ne paient pas assez cher pour leur électricité
7. Le Québec devrait exporter son électricité et importer du gaz naturel pour se chauffer
8. Le chauffage électrique impose des coûts trop importants pour Hydro-Québec à la pointe hivernale

# Une politique énergétique adaptée au Québec

1. Au coeur d'une politique sur les changements climatiques
2. Ciblant d'abord les combustibles fossiles
3. Imposant une cohérence des décisions touchant l'énergie (dont le transport, l'aménagement du territoire et le bâti)
4. Soutenue par une structure de gouvernance moderne et efficace
5. Et le savoir nécessaire pour comprendre ce qui se passe, évaluer l'efficacité des mesures, développer les technologies pertinentes et se projeter dans l'avenir



**MERCI !**