

621-1-12-007

# Cahier du participant



**Merci**

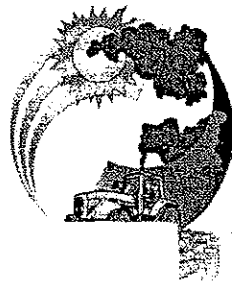
**à nos commanditaires majeurs**

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Banque Nationale du Canada

Hydro-Québec

# 65<sup>e</sup> Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec



**Changements  
climatiques:  
comprendre  
pour mieux agir!**

Dans le cadre de la politique de formation continue de l'Ordre des agronomes du Québec, la journée de conférences de ce 65<sup>e</sup> Congrès annuel représente une activité de formation continue qui s'inscrit dans le volet « champs de pratique agronomique en émergence ». En tant que participant à cette activité, vous pouvez déclarer 7 heures de formation.

Veuillez conserver cette page dans votre registre d'activité de formation continue.



**Ordre  
des agronomes  
du Québec**

Cette publication a été réalisée par le personnel du siège social de l'Ordre des agronomes du Québec.

Nous tenons à remercier particulièrement les personnes suivantes qui ont collaboré à l'élaboration de ce recueil des textes de conférences.

**Révision des textes :**

Alain Bourque	Marco Morin, agr.
Denise Drolet, agr.	Nancy Morin, agr.
Pierre-André Dubé, agr.	Philippe Rochette
Alfred Marquis, agr.	

**Edition des textes :**

France Crocheuère, agr.

**Pour information et commentaires :**

Ordre des agronomes du Québec  
1001, Sherbrooke Est, bureau 810  
Montréal (Québec) H2L 1L3

Téléphone : (514) 596-3833 ou 1 800 361-3833  
Télécopieur : (514) 596-2974  
Courriel : [agronome@oaa.qc.ca](mailto:agronome@oaa.qc.ca)

Tirage : 500 exemplaires

Veillez noter que le générique masculin est utilisé sans aucune discrimination et uniquement dans le but d'alléger le texte. Il désigne aussi bien les femmes que les hommes.

Reproduction autorisée avec mention de la source.

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec, 2002

Bibliothèque nationale du Canada, 2002

ISBN 2-922380-09-02

ISSN 1485-0141



**65<sup>e</sup> Congrès de l'OAQ : « Changements climatiques : comprendre pour mieux agir! »**

**Appréciation et commentaires**

***Nous vous invitons à remplir le présent questionnaire et à nous le remettre à la table d'inscription.***

**1) Quelles sont les deux principales raisons qui vous ont incité à vous inscrire au congrès?**

(Indiquez votre 1<sup>er</sup> choix et votre 2<sup>e</sup> choix)

- Thème abordé (changements climatiques)
- Qualité du programme de conférences
- Formation continue en général
- Occasion de rencontres avec vos collègues
- Proximité de l'événement

Commentaires

---



---

**2) Appréciation du congrès**

**a) Axe Montréal-Québec**

Très satisfait Satisfait Insatisfait Très insatisfait

**b) Congrès de courte durée (une journée et demie)**

Très satisfait Satisfait Insatisfait Très insatisfait

**c) Tenue du congrès en début juin**

Très satisfait Satisfait Insatisfait Très insatisfait

**d) Incitatif pour les régions éloignées (réduction de 50 \$ sur l'inscription à l'ensemble du congrès)**

Très satisfait Satisfait Insatisfait Très insatisfait

Commentaires

---



---

**3) Appréciation de la journée de conférences**

**a) Cette journée vous a permis de mieux comprendre les enjeux de la profession reliés aux changements climatiques?**

Très satisfait Satisfait Insatisfait Très insatisfait

Commentaires

---



---

**b) Êtes-vous satisfait du contenu des conférences?**

Très satisfait Satisfait Insatisfait Très insatisfait

Commentaires

---



---

**c) Êtes-vous satisfait de la qualité des présentations des conférenciers?**

Très satisfait Satisfait Insatisfait Très insatisfait

Commentaires

---



---

**d) Êtes-vous satisfait de la formule des conférences thématiques avec panel, au choix et présentées à deux reprises?**

Très satisfait Satisfait Insatisfait Très insatisfait

Commentaires

---



---

**4) Que pensez-vous de l'organisation du congrès?**

**a) Accueil et inscription**

Très satisfait Satisfait Insatisfait Très insatisfait

**b) Diffusion d'information sur le congrès (Agro-Nouvelles, site Internet)**

Très satisfait Satisfait Insatisfait Très insatisfait

**c) Déroulement dans son ensemble**

Très satisfait Satisfait Insatisfait Très insatisfait

Commentaires

---



---

5) Rapport qualité-prix sur :

a) Ensemble du congrès

Très satisfait Satisfait Insatisfait Très insatisfait

b) Journée de conférences

Très satisfait Satisfait Insatisfait Très insatisfait

c) Banquet et spectacle

Très satisfait Satisfait Insatisfait Très insatisfait

d) Hébergement

Très satisfait Satisfait Insatisfait Très insatisfait

6) Votre préférence quant à la présentation du *Recueil des textes* de la journée de conférences

- CD-ROM seulement
- CD-ROM avec cahier du participant (résumé de conférences et pages de notes)
- Recueil de textes imprimés seulement

Suggestions

---

---

7) Êtes-vous intéressé par une soirée d'accueil en avant-congrès?

a) Cocktail 5 à 7

Oui  Non

b) Souper retrouvailles

Oui  Non

c) Autres (préciser)

---

---

8) Le 66<sup>e</sup> Congrès de l'OAQ portera sur la qualité des aliments et aura pour thème : « La science agronomique... qualité garantie jusqu'à la table ».

a) Quels sujets particuliers souhaiteriez-vous voir aborder?

Suggestions

---

---

---

---

---

---

---

9) Sur quels sujets l'OAQ devrait axer les prochains congrès?

---

---

---

---

10) Endroits privilégiés pour la tenue des prochains congrès :

Veillez indiquer votre préférence par ordre croissant, du plus intéressant (1) au moins intéressant (6)

Région de Montréal, Rive-Sud \_\_\_\_\_  
Région de Laval, Rive-Nord \_\_\_\_\_  
Région de l'Estrie \_\_\_\_\_  
Région de Québec \_\_\_\_\_  
Région de la Mauricie \_\_\_\_\_  
Région de la Montérégie \_\_\_\_\_

11) Type d'hôtel ou d'auberge privilégié

Hôtel de villégiature (banlieue)   
Hôtel citadin (centre-ville)

12) Appréciation de l'Assemblée générale annuelle

Formule brunch

Très satisfait Satisfait Insatisfait Très insatisfait

13) Appréciation globale sur l'ensemble du congrès

Très satisfait Satisfait Insatisfait Très insatisfait

Commentaires

---

---

---

---

IDENTIFICATION

Nom (facultatif) \_\_\_\_\_

Section \_\_\_\_\_

Employeur \_\_\_\_\_

Champ d'activité \_\_\_\_\_

## MOT DE BIENVENUE DE LA PRÉSIDENTE DE L'ORDRE DES AGRONOMES DU QUÉBEC

---

Bonjour,

C'est avec enthousiasme que je vous souhaite la bienvenue au 65<sup>e</sup> Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec.

Ce congrès, placé sous le thème « *Les changements climatiques : comprendre pour mieux agir* », témoigne avec éloquence de notre souci, en tant que professionnels et scientifiques de l'agriculture et de l'agroalimentaire, de bien cerner les impacts qu'auront les changements climatiques sur les activités agricoles au Québec et, d'autre part, de dégager ensemble des pistes de solutions qui nous permettront de réduire la contribution de l'agriculture aux émissions de gaz à effet de serre.

Au cours de la journée, treize conférenciers et conférencières partageront avec nous le résultat de leurs recherches et de leurs travaux. Avec eux, nous pourrions apprécier les nouvelles avenues auxquelles nous devons commencer à penser dès maintenant afin d'intervenir le plus tôt possible sur les problématiques en productions agricoles qui seront occasionnées par les changements climatiques. Les conférences et les discussions qui s'en suivront nous permettront d'examiner les pratiques culturales et d'élevage qui ont une influence sur la production de gaz à effet de serre ainsi que celles qui peuvent significativement contribuer à diminuer les émissions de ces gaz.

Je vous souhaite de fructueux échanges et de bonnes discussions tout au long du congrès et j'en profite pour remercier toute l'équipe du siège social de l'OAQ, les commanditaires et plus particulièrement les organisateurs de cet événement sans qui ce congrès n'aurait pu avoir lieu.

Enfin, à la suite du congrès, je n'ai nul doute que tous et toutes continueront d'assurer le leadership agronomique essentiel au mieux-être de la population afin que le savoir et les décisions prises par les agronomes du Québec répondent avec efficacité à l'ensemble des défis qu'aura à relever l'agriculture du 21<sup>e</sup> siècle.

Bon congrès !



Claire Bolduc, agr.

## MOT DE BIENVENUE DU PRÉSIDENT DU CONGRÈS 2002

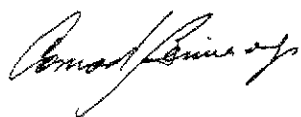
Chères consœurs et chers confrères,

C'est avec plaisir que nous vous accueillons au 65<sup>e</sup> Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec. Nous bénéficierons aujourd'hui de l'expérience et des connaissances notoires de conférencières et de conférenciers spécialisés dans le domaine des changements climatiques. Ils nous convieront, tour à tour, à réfléchir non seulement sur les enjeux et les défis auxquels les agronomes devront répondre au cours des prochaines décennies, mais aussi à innover et à oser dès maintenant proposer et mettre en place les solutions qui s'imposent pour assurer le développement durable de l'agriculture et de l'agroalimentaire au Québec en tenant compte des changements climatiques anticipés.

Ce congrès annuel de l'OAQ est aussi l'occasion de nous retrouver entre collègues afin d'échanger autour d'un bon repas. Ce midi, nous aurons l'honneur d'entendre M. André Boisclair, ministre de l'Environnement du Québec (MENV), qui viendra nous entretenir de la position de son ministère sur les changements climatiques ainsi que des solutions mises de l'avant pour contrer la production des gaz à effet de serre au Québec. En soirée, lors du banquet, l'OAQ honorera les récipiendaires de la Médaille de distinction agronomique, de l'Ordre du Mérite agronomique, du Mérite du Conseil interprofessionnel du Québec et du Prix Henri C. Bois décerné au bénévole de l'année. Nous aurons aussi le plaisir de souligner ensemble les 50 ans de vie agronomique des jubilaires de l'OAQ. Et pour clôturer la journée, quoi de mieux qu'un spectacle musical et une invitation à la danse. On vous y attend nombreux et nombreuses.

Les membres du comité organisateur provincial de l'OAQ, du conseil de la section de Québec et le personnel du siège social de l'Ordre ont tout mis en œuvre afin que ce congrès soit à la mesure de vos attentes. Je tiens à les remercier ainsi que l'ensemble des personnes qui ont contribué d'une façon ou d'une autre à l'organisation et à la tenue de cet événement soit par leur présence active, leurs conseils ou leur soutien.

Au nom du comité organisateur, je vous souhaite un très bon congrès !



Conrad Bernier, agr.  
Président du comité organisateur



## **COMITÉ ORGANISATEUR**

---

### **Les représentants du Bureau de l'OAQ :**

M. Conrad Bernier, agr., président du congrès 2002

M. Marco Morin, agr.

M. Christian Savard, agr.

### **Les membres du Conseil de la section de Québec :**

M<sup>me</sup> Hélène Alarie, agr.

M. Robert Dallaire, agr.

M. Jocelyn Douhérêt, agr.

M<sup>me</sup> Denise Drolet, agr.

M<sup>me</sup> Germaine Fortier, agr.

M. Éric Lavoie, agr.

M. André Lessard, agr.

M<sup>me</sup> Nancy Morin, agr.

M. Luc Pelletier, agr.

### **Le personnel du siège social de l'OAQ**

## **ANIMATION DE LA JOURNÉE DES CONFÉRENCES**

---

M<sup>me</sup> Caroline-Joan Boucher, agr.

Coordonnatrice, responsable des communications et du développement  
Institut de l'environnement rural et forestier (ENREF) de l'Université Laval



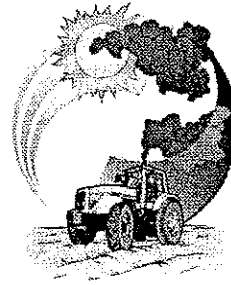
## TABLE DES MATIÈRES

---

9 h	<b>État des connaissances en matière de changements climatiques : le climat changera-t-il vraiment au 21<sup>e</sup> siècle?</b> ..... 9 Alain BOURQUE
9 h 30	<b>Sources agricoles de gaz à effet de serre</b> ..... 13 Philippe ROCHETTE
10 h	<b>Impacts des changements climatiques sur l'agriculture au Québec</b> ..... 17 Gilles BÉLANGER Co-auteur : Andy BOOTSMA
	<b>Conférences thématiques en simultanée (au choix)</b>
10 h 45	<b>Salle A : Sources de gaz à effet de serre en productions végétales et méthodes de réduction</b> Animée par Philippe ROCHETTE
	<b>Rôle des sols agricoles dans la séquestration du CO<sub>2</sub> atmosphérique</b> ..... 23 Denis ANGERS
	<b>Émissions de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) en agriculture, contribution des amendements organiques, des fertilisants minéraux et du labour</b> ..... 25 Martin CHANTIGNY
	<b>Inventaire des émissions et des captages de gaz à effet de serre dans le Bas-Saint-Laurent et plan d'action</b> ..... 27 François GRANGER Collaborateurs : Louis DRAINVILLE, Guy AVOINE et Pierre-Yves MICHON
10 h 45	<b>Salle B : Sources de gaz à effet de serre en productions animales et méthodes de réduction</b> Animée par Jean-Paul LAFOREST
	<b>Émissions de gaz à effet de serre par les animaux aux bâtiments</b> ..... 33 Alfred MARQUIS
	<b>Effets du traitement des déjections porcines sur les émissions de gaz à effet de serre</b> ..... 35 Stéphane GODBOUT Collaborateurs : Alfred MARQUIS, Jean-Pierre LAROUCHE et Roch JONCAS
	<b>Production et émission du méthane et du gaz carbonique par les ruminants</b> ..... 37 Yvan CHOUINARD

10 h 45	<p><b>Salle C : Impacts et adaptation de l'agriculture aux changements climatiques au Québec</b> Animée par Alain BOURQUE</p> <p><b>Évaluation du zonage agroclimatique québécois au cours du prochain siècle</b> ..... 43 Pierre-André DUBÉ</p> <p><b>Étude de cas sur la productivité des cultures de maïs et de soya face à la variabilité climatique</b> ..... 45 Élizabeth PATTEY Collaborateur : Ian STRACHAN</p> <p><b>Impact potentiel des changements climatiques sur l'entomofaune agricole au Québec</b> ..... 47 Michèle ROY</p>
14 h	<p><b>Conférences thématiques du matin reprises en après-midi (au choix)</b></p> <p><b>Salle A : Sources de gaz à effet de serre en productions végétales et méthodes de réduction</b> ..... 21</p> <p><b>Salle B : Sources de gaz à effet de serre en productions animales et méthodes de réduction</b> ..... 31</p> <p><b>Salle C : Impacts et adaptation de l'agriculture aux changements climatiques au Québec</b> ..... 41</p>
15 h 30	<p><b>Vision européenne sur les changements climatiques et sur la production et la réduction de gaz à effet de serre en regard de l'agriculture, à partir de l'exemple de la recherche agronomique en France</b> ..... 51 Bernard SEGUIN</p>

# 65<sup>e</sup> Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec



**Changements  
climatiques:  
comprendre  
pour mieux agir!**

## **ÉTAT DES CONNAISSANCES EN SCIENCE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES : LE CLIMAT CHANGERA-T-IL VRAIMENT AU 21<sup>e</sup> SIÈCLE?**

**Alain Bourque, M. Sc.**  
Directeur du volet Impacts et adaptation  
Consortium Ouranos  
alain.bourque@ec.gc.ca

M. Alain Bourque est directeur du volet Impacts et adaptation au consortium Ouranos et coordonnateur au Québec du Réseau canadien de recherche sur les impacts climatiques et l'adaptation. Auparavant, il a travaillé comme climatologue et chef de section à la Division des sciences atmosphériques et enjeux environnementaux à Environnement Canada.



**Ordre  
des agronomes  
du Québec**

# ÉTAT DES CONNAISSANCES EN SCIENCE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES : LE CLIMAT CHANGERA-T-IL VRAIMENT AU 21<sup>e</sup> SIÈCLE?

par Alain Bourque

## Introduction

Le Groupe Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) est l'instance internationale en matière de changements climatiques. Cet organisme a comme objectif de quantifier et de qualifier l'évolution passée et future du climat et de ses causes. En 2001, cette instance a une fois de plus confirmé ce que la majorité des spécialistes en science du climat signalent depuis déjà plusieurs années : *le climat change et ces changements ne peuvent faire autrement que de s'intensifier au cours du 21<sup>e</sup> siècle si l'être humain ne change pas sa façon d'exploiter les ressources de la planète.*

En fait, nous savons tous que le climat change continuellement. Or, le GIEC signale que les moyennes climatologiques ne sont plus aussi stables qu'auparavant et qu'elles commencent maintenant à dériver vers un climat significativement plus chaud, plus énergétique. Il devient donc fondamental de bien comprendre la science des changements climatiques afin de prendre des décisions éclairées pour réduire le problème à la source, c'est-à-dire réduire les émissions de gaz à effet de serre et adapter nos activités socio-économiques et environnementales à une nouvelle réalité climatique qui semble inévitable. Avant tout, tentons de mieux comprendre ensemble le phénomène de l'équilibre et de l'évolution climatique.

## Équilibre climatique

Comme tous les corps, la surface du globe terrestre émet des ondes en fonction de sa température. Ainsi, une portion significative de ce rayonnement terrestre est absorbée et convertie en chaleur par certains gaz et par la vapeur d'eau qui composent l'atmosphère. Ce processus naturel est connu sous l'expression «effet de serre».

En l'absence de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), méthane (CH<sub>4</sub>), vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O) et oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O)), le rayonnement terrestre pénétrant dans l'atmosphère terrestre serait transféré sans absorption vers l'espace. On comprend donc l'importance de conserver la même quantité de gaz à effet de serre dans cette atmosphère où se font les échanges énergétiques déterminants pour la température du globe.

L'avènement de l'industrialisation, la hausse de la demande en énergie, la croissance démographique et l'utilisation intensive du territoire contribuent à modifier la composition de l'atmosphère. L'accroissement des concentrations de gaz à effet de serre associé aux activités citées plus haut accentuent l'effet de serre naturel, font monter la température moyenne de la surface du globe, augmentent la quantité d'énergie disponible et fragilisent la stabilité énergétique des derniers siècles. Ce réchauffement provoque donc des changements climatiques pour l'ensemble des paramètres du climat.

## Évolution historique du climat

En faisant l'étude de l'évolution des températures moyennes mondiales, nous remarquons un réchauffement marqué depuis les 140 dernières années, essentiellement depuis 1910. Selon les scientifiques, il semble désormais très peu probable que l'augmentation observée des températures à l'échelle planétaire soit causée par la simple variabilité interne du climat. Un forçage externe est donc en cause. Regardons ensemble certains des indicateurs climatiques.

Un indicateur climatique d'intérêt est le couvert de neige couvrant le globe. Il semble très probable que la durée de ce couvert ait diminué de près de 10 % sur la majorité de l'hémisphère nord depuis les années 1960. À ceci s'ajoutent une retraite généralisée des glaciers non polaires et le fait que le couvert de glace automnal et printanier de l'océan Arctique semble avoir diminué de

près de 40 %. Le niveau de la mer s'est globalement accru de 10 à 20 centimètres au cours du 20<sup>e</sup> siècle. De plus, les observations océaniques disponibles indiquent un réchauffement des océans. Le suivi des précipitations est également crucial mais parfois très difficile à compiler. Des analyses récentes suggèrent que les précipitations continentales sur l'hémisphère nord ont augmenté de 5 à 10 % depuis l'an 1900. Encore plus variables que les précipitations, les événements climatiques extrêmes font pourtant continuellement la manchette. La fréquence, l'amplitude et l'intensité de certains phénomènes (El Niño, sécheresses) semblent avoir augmenté depuis les 30 dernières années.

### **Liens entre les gaz à effet de serre et l'évolution récente du climat**

La concentration de certains gaz de l'atmosphère, en particulier des gaz à effet de serre, a clairement augmenté depuis le dernier siècle. Les augmentations suivant une courbe exponentielle sont respectivement de 31 %, 151 % et 17 % pour le CO<sub>2</sub>, le CH<sub>4</sub> et le N<sub>2</sub>O. En examinant l'évolution de divers forçages radiatifs depuis l'industrialisation, on constate que seul l'accroissement de la concentration des gaz à effet de serre peut expliquer la tendance marquée au réchauffement des températures planétaires. À la suite de ce constat, nous sommes en droit de nous demander ce qui nous attend au 21<sup>e</sup> siècle.

Puisque les gaz à effet de serre ont généralement un temps de résidence dans l'atmosphère de plus de 15 ans, le doublement des concentrations atmosphériques semble pratiquement inévitable d'ici la fin du siècle puisque les scénarios allant de + 90 % à + 250 % sont anticipés, et ce, même en supposant la réalisation du Protocole de Kyoto. Selon les estimés présentement disponibles, une utilisation maximisée du territoire afin de séquestrer le carbone pourrait permettre de diminuer légèrement cette augmentation.

Au niveau des températures mondiales, une augmentation de 1,4 à 5,7 °C de la température moyenne de la surface du globe par rapport aux normales de 1961-1990 est anticipée. Le Canada serait en fait l'un des pays les plus affectés avec une température moyenne annuelle augmentant de 5 à 10 °C. Évidemment, il n'y aura pas que la température qui sera affectée. Le régime de précipitation, l'accumulation de neige et de glace, le niveau de la mer, l'intensité et la trajectoire des tempêtes réagiront à de nouveaux forçages climatiques.

L'impact du changement des moyennes climatiques prend aussi son importance lorsqu'on y ajoute la variabilité naturelle du climat. Les plus récents travaux montrent donc que les jours de chaleur accablante, les événements de précipitation intense et les sécheresses devraient augmenter en fréquence, intensité et durée pour les régions continentales. Les vagues de froid devraient par contre diminuer alors que d'autres phénomènes, comme les tempêtes de verglas ou le phénomène El Niño, nécessitent la combinaison de facteurs trop particuliers ou encore mal compris pour pouvoir se prononcer.

### **Conclusion**

Les scientifiques du climat signalent aux habitants de cette planète que des changements climatiques majeurs sont commencés et s'amplifieront au cours des prochaines années. En considérant l'inertie qu'accumule le système climatique, il appert que nos activités devront maintenant s'adapter sur deux nouveaux tableaux : i) en réduisant de façon drastique les émissions de gaz à effet de serre et ii) en considérant de nouvelles statistiques climatiques, avec comme hypothèse qu'un scénario sous un doublement de CO<sub>2</sub> est de plus en plus incontournable. Ces adaptations sont sérieuses, mais les implications de ne rien faire le sont encore plus et la science des changements climatiques devra être à la base de ces adaptations.

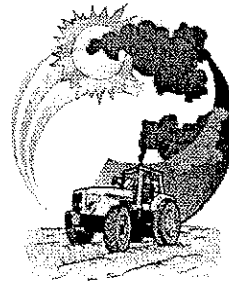
Notes personnelles



A series of horizontal lines for writing notes, consisting of 20 evenly spaced lines.



# 65<sup>e</sup> Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec



**Changements  
climatiques:  
comprendre  
pour mieux agir!**

## **SOURCES AGRICOLES DE GAZ À EFFET DE SERRE**

**Philippe Rochette, Ph. D.**

Chercheur scientifique en agrométéorologie

Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Sainte-Foy

rochettep@em.agr.ca

M. Philippe Rochette est chercheur scientifique au Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Sainte-Foy. Il s'intéresse à la mesure et à la prédiction des émissions de gaz dans les écosystèmes agricoles. M. Rochette a agi à titre de conseiller sur la méthodologie d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre et sur les recommandations visant leur contrôle ou leur réduction.



**Ordre  
des agronomes  
du Québec**

# SOURCES AGRICOLES DE GAZ À EFFET DE SERRE

par Philippe Rochette

## Introduction

L'atmosphère et la biosphère ne sont pas des systèmes fermés. Les cycles du carbone et de l'azote comportent tous les deux d'importants réservoirs atmosphériques et de grandes quantités de ces éléments sont échangées annuellement d'un système à l'autre sous forme gazeuse (200 millions de tonnes d'azote et 100 milliards de tonnes de carbone). Certains de ces gaz sont inertes ( $N_2$ ) alors que d'autres ont des impacts significatifs sur la chimie ou la physique de l'atmosphère. Cet exposé se propose de décrire les sources agricoles d'une famille importante de gaz dont la présence influence le bilan radiatif et la température de la terre : les gaz à effet de serre. Nous verrons où et comment sont produits le gaz carbonique ou dioxyde de carbone ( $CO_2$ ), le protoxyde d'azote ou oxyde nitreux ( $N_2O$ ) et le méthane ( $CH_4$ ) sur les fermes canadiennes et comment le choix des pratiques d'élevage et de culture peuvent contribuer à en réduire les émissions.

## Effet de serre

La température moyenne de l'air est déterminée par le bilan énergétique à la surface de la terre. Ce bilan est en grande partie déterminé par la différence entre les quantités de radiation reçues et celles émises par la surface terrestre. Certains gaz atmosphériques comme le  $CO_2$ , le  $N_2O$  et le  $CH_4$  ont la propriété d'intercepter la radiation infrarouge émise par la terre et d'en réémettre une partie vers la surface terrestre. Ils contribuent ainsi à augmenter la radiation nette reçue et la température à la surface de la terre. Leur action sur les échanges radiatifs s'apparente à celle des parois d'une serre, d'où leur appellation « gaz à effet de serre » (GES).

La température annuelle moyenne de la terre est de 15 °C. En absence de gaz à effet de serre dans son atmosphère, la terre serait environ 34°C plus froide. À cette température, l'eau n'existerait pas sous forme liquide. L'effet de serre est donc un phénomène naturel essentiel au maintien de la biosphère. Il y a cependant une inquiétude sans cesse croissante au sujet d'une augmentation de l'effet de serre attribuable au rejet, par les activités humaines, de grandes quantités de GES. Les processus naturels des cycles du carbone et de l'azote produisent et consomment ces GES. L'être humain perturbe l'équilibre naturel en émettant des quantités additionnelles de GES que les puits naturels de la biosphère ne peuvent absorber. Il en résulte une augmentation de la concentration atmosphérique de ces gaz qui menace de réchauffer la température de la terre et de provoquer des changements climatiques qui auront des répercussions importantes sur nos sociétés (augmentation du niveau des mers, nouveaux patrons de précipitations, plus grande variabilité climatique). Les préoccupations politiques internationales sur cette question ont amené les pays à s'entendre en décembre 1997, à Kyoto, sur un protocole de réduction des émissions anthropiques de GES.

## Gaz à effet de serre en agriculture

Les principaux gaz à effet de serre produits par l'être humain sont le  $CO_2$ , le  $N_2O$  et le  $CH_4$ . Pratiquement toutes les activités humaines génèrent des gaz à effet de serre. L'agriculture, avec environ 10 % des émissions totales, produit moins de GES que plusieurs autres secteurs de notre économie tels que les secteurs de l'énergie, de la transformation manufacturière et du transport. Une des particularités de l'agriculture comme source de GES réside dans les proportions des différents gaz produits.

Le  $CH_4$  a une efficacité 21 fois plus grande que celle du  $CO_2$  pour intercepter la radiation infrarouge. Il est produit par la décomposition biologique de la matière organique et par la réduction du  $CO_2$  sous des conditions hautement anaérobies. Les quantités de  $CH_4$  produites par les ruminants agricoles sont importantes. Par exemple, une vache laitière en lactation peut produire plus de 600 litres de  $CH_4$  par jour. Ces émissions représentent près de 25 % de tout le

CH<sub>4</sub> de sources anthropiques au Canada. Par ailleurs, le CH<sub>4</sub> est produit dans les fosses à lisier par la fermentation biologique des solides déposés au fond de la fosse. Or, on peut réduire les quantités de matières fermentescibles par une séparation des phases liquide et solide du lisier avant l'entreposage, par la réduction des quantités de litière ou par l'amélioration des aliments. L'intensité de la fermentation peut être diminuée i) par un entreposage dans une fosse partiellement enfouie où la température est plus basse et ii) par une réduction de la durée de la période d'entreposage. La solution au problème des émissions de GES à partir des lisiers propose de stimuler la fermentation et la production de CH<sub>4</sub> à l'aide de bioréacteurs. Le CH<sub>4</sub> produit peut être capté et utilisé pour subvenir, en partie, aux besoins énergétiques de la ferme.

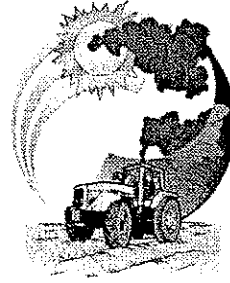
Le N<sub>2</sub>O est un gaz à effet de serre très puissant. En effet, l'émission de un kilogramme de N<sub>2</sub>O dans l'atmosphère augmente l'effet de serre d'une valeur comparable à l'émission de 310 kg de CO<sub>2</sub>. Les activités agricoles produisent plus de la moitié (50 à 80 %) de tout le N<sub>2</sub>O émis par les activités humaines au Canada. En agriculture, le N<sub>2</sub>O est produit lors de deux transformations biologiques de l'azote minéral : la nitrification, qui transforme l'azote ammoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) en nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), et la dénitrification, qui réduit le nitrate en azote moléculaire (N<sub>2</sub>). On estime qu'au Canada, environ 20 % des GES attribuables à l'agriculture sont émis hors des terres agricoles à partir de nitrates lessivés et exportés vers les cours d'eau et à partir d'ammoniac volatilisé à la surface des terres et redéposé ailleurs. La contribution substantielle de cette source aux émissions agricoles de N<sub>2</sub>O souligne l'importance, pour l'agriculture, de bien contrôler ses stocks d'azote si elle veut contribuer aux objectifs nationaux de réduction des émissions de GES. On peut atteindre cet objectif en évitant les doses excessives d'engrais et de fumier, en les appliquant au moment opportun ainsi qu'en fractionnant et en localisant leur application. Le semis de cultures de couverture après les récoltes et la réduction de pratique de la jachère d'été sont aussi de bonnes mesures pour éviter la présence de niveaux élevés de nitrates dans le sols.

Le CO<sub>2</sub> est de loin le gaz à effet de serre le plus abondant. Au Canada, la grande consommation des combustibles fossiles pour le chauffage des bâtiments, le transport, les procédés industriels et la production d'électricité (Ouest canadien) engendre des émissions atmosphériques représentant plus de 75 % des émissions totales de GES. L'activité agricole ne contribue que très peu à ces émissions car la consommation énergétique des fermes est relativement faible par rapport aux autres activités canadiennes. Les surfaces agricoles, tout comme les forêts, jouent cependant un rôle très actif dans les échanges de CO<sub>2</sub> entre l'atmosphère et la biosphère.

## Conclusion

L'agriculture canadienne émettait, en 1996, environ 10 % des émissions nationales de gaz à effet de serre. On estime que l'augmentation du nombre des animaux de ferme et l'intensification de l'agriculture résulteront en une augmentation de 20 % des émissions agricoles d'ici 2010 si les pratiques actuelles sont maintenues. Or, si on considère que la cible d'émissions de GES fixée pour la période 2008-2010 par le Protocole de Kyoto est de 6 % inférieure aux émissions de 1990, l'agriculture devra, si elle veut contribuer à l'atteinte de cet objectif, modifier de façon significative ses pratiques d'élevage et de culture. Il s'agit là d'un défi de taille, en raison du grand nombre de producteurs agricoles, des contrastes entre les conditions environnementales (sol, climat) et des différences importantes entre les systèmes de production qu'on retrouve dans les diverses régions du Canada. Les scénarios les plus optimistes laissent cependant envisager que l'agriculture serait en mesure, surtout par le stockage de matière organique dans le sol, de rencontrer et même de dépasser cet objectif.





**Changements  
climatiques:  
comprendre  
pour mieux agir!**

## **IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR L'AGRICULTURE AU QUÉBEC**

**Gilles Bélanger, Ph. D.**

Chercheur scientifique en agronomie et écophysologie  
Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures  
Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Sainte-Foy  
belangergf@em.agr.ca

Co-auteur : **Andy Bootsma, M. Sc.**

Chercheur scientifique en agroclimatologie  
Centre de recherche de l'Est sur les céréales et les oléagineux  
AAC, Ottawa

Chercheur au Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures à Agriculture et Agroalimentaire Canada, M. Gilles Bélanger travaille sur la modélisation de la croissance et de la qualité ainsi que sur l'évaluation des risques de dommage hivernal aux plantes pérennes en fonction des changements climatiques. Ses activités de recherche ont aussi porté sur la croissance et la qualité des plantes fourragères et la gestion des éléments nutritifs.



**Ordre  
des agronomes  
du Québec**

# IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR L'AGRICULTURE AU QUÉBEC

par Gilles Bélanger

## Introduction

L'agriculture occupe une place importante dans l'économie québécoise et elle est largement influencée par les conditions climatiques. Les modèles météorologiques prédisent des changements climatiques au Québec au cours des cinq prochaines décennies. Ces changements climatiques projetés auront vraisemblablement des effets positifs aussi bien que négatifs sur l'agriculture des différentes régions du Québec. L'objet de cette conférence est de présenter les répercussions possibles des changements climatiques sur l'agriculture du Québec.

## Données climatiques et indices agroclimatiques utilisés

Les indices agroclimatiques ont été calculés pour la période actuelle (1961-1990) et pour deux périodes futures (2010-2039 et 2040-2069) à partir de 21 stations climatiques représentatives des régions agricoles du Québec.

Sur l'ensemble du territoire agricole québécois, les unités thermiques maïs (UTM) devraient passer de 2 390 sous les conditions actuelles à 3 088 en 2040-2069. Les augmentations des UTM seront cependant plus importantes dans les régions nordiques que dans le sud du Québec.

Certaines régions agricoles du Québec (Saguenay - Lac-Saint-Jean, Abitibi, Bas-Saint-Laurent et Gaspésie) ont présentement une accumulation d'UTM trop faible pour envisager la production de maïs-grain et de soya (UTM < 2 300). Les conditions climatiques prédites devraient permettre d'envisager la culture du maïs-grain et du soya dans ces régions au cours de la période 2040-2069. Pour les régions où la culture du maïs-grain et du soya est déjà possible, les rendements au cours des 50 prochaines années devraient augmenter.

Les degrés-jours de croissance (DJC) servent à représenter la période de croissance des plantes fourragères vivaces, tandis que les degrés-jours de croissance effectifs (DJCE) servent plus spécifiquement à représenter la période de croissance des petites céréales du printemps. En moyenne, sur le territoire québécois, les DJCE devraient passer de 1 565 à 1 821 en 2010-2039, puis à 2 053 en 2040-2069, soit une augmentation de 31 % par rapport aux conditions actuelles.

Les DJC devraient augmenter de 26 à 31 % avec le changement climatique, soit des augmentations de 397 à 513 degrés-jours. On peut donc prévoir qu'avec le changement climatique, une coupe additionnelle de plantes fourragères pourra être prise dans toutes les régions agricoles du Québec.

Les variations de précipitations prévues sont généralement faibles, c'est-à-dire que le rapport entre le volume mensuel moyen des précipitations pour les périodes étudiées et la mesure correspondante pour la période de référence est souvent voisine de 1. Le déficit hydrique devrait augmenter légèrement dans toutes les régions. En moyenne, au Québec, le déficit hydrique devrait passer de 79 mm sous les conditions actuelles à 106 mm en 2040-2069. Cette augmentation du déficit hydrique variera de 9 mm dans la région du Continental Nord à 41 mm dans l'Outaouais. Bien que le stress hydrique puisse, certaines années, avoir une influence significative sur le rendement du maïs et d'autres cultures, ce facteur ne devrait pas produire un effet notable sur les rendements moyens.

## Risques de mortalité hivernale des plantes agricoles pérennes

Les conditions climatiques hivernales sont une contrainte majeure pour les plantes agricoles pérennes, lesquelles représentent plus de un million d'hectares au Québec. L'augmentation

prédite de 2 à 6 °C de la température moyenne de l'air dans l'est du Canada devrait affecter les facteurs climatiques responsables pour la survie à l'hiver des plantes pérennes.

Les conditions favorables pour la croissance des plantes fourragères retardent le développement de l'endurcissement au froid. Ainsi, la somme des degrés-froid ( $T < 5\text{ °C}$ ) au cours de la période d'endurcissement exprime le potentiel d'endurcissement des plantes fourragères. La somme des degrés-froid au cours de la période d'endurcissement devrait diminuer de 13 à 29 % selon les régions. De plus, les plantes pérennes s'endurcissent moins bien sous des conditions excessives d'humidité du sol. Les pluies journalières au cours de la période d'endurcissement devraient diminuer de 7 à 29 % selon les régions agricoles, ce qui devrait favoriser un meilleur endurcissement.

Les plantes fourragères pérennes, même si elles ont développé une tolérance maximale au froid, peuvent être affectées si les températures descendent sous leur limite de tolérance. La survie à l'hiver des plantes fourragères dépend donc de la protection des racines et du collet par une couverture de neige adéquate. Le nombre de jours d'exposition à des températures létales sans couverture de neige devrait augmenter dans toutes les régions du Québec, amplifiant ainsi le risque de dommages.

Les températures plus douces prévues pour les périodes futures devraient également causer une augmentation importante des pluies hivernales. En effet, les pluies hivernales peuvent occasionner la formation de couches de glace en surface, lesquelles peuvent entraîner l'anoxie ainsi que des dommages physiques au système racinaire. De plus, la glace peut amener une plus grande pénétration du gel. Les risques de dommage associés à la présence de glace devraient donc augmenter avec le changement climatique.

La diminution de la photopériode au cours de l'automne induit l'endurcissement des arbres fruitiers ; la baisse de température permet de compléter ce processus. Dans toutes les régions agricoles du Québec, la photopériode au jour de la première gelée devrait diminuer. Les conditions d'endurcissement pour les arbres fruitiers seront donc plus favorables avec le changement climatique.

La possibilité de perte d'endurcissement au cours de l'hiver existe également chez les arbres fruitiers. Pour l'ensemble du Québec, les risques de dommages attribuables à la perte d'endurcissement au froid devraient augmenter avec le changement climatique.

### **Potentiel agroclimatique au Québec sous un climat modifié**

Le potentiel agroclimatique au Québec devrait être modifié de façon significative avec le changement climatique. Ces modifications se feront à trois niveaux : les rendements, la distribution des cultures et les risques.

Le changement climatique prédit au cours des prochaines cinq décennies devrait occasionner des augmentations de rendement de maïs, de soya et de plantes fourragères. Par contre, aucune augmentation des rendements en orge n'est prévue. Les résultats disponibles ne permettent pas de conclure sur les rendements d'autres espèces telles que les cultures maraîchères et horticoles.

Le changement climatique au cours de l'hiver aura également un impact sur la distribution des espèces agricoles au Québec. La modification de la longueur de la saison de croissance permettra donc de choisir des cultivars ou hybrides plus tardifs et de cultiver des espèces nouvelles.

Le risque accru pour des espèces fourragères sensibles à l'hiver pourrait avoir un impact sur le choix des espèces cultivées. Le risque de mortalité hivernale est présentement plus élevé dans le sud du Québec que dans les autres régions. Avec le changement climatique, la plupart des

régions agricoles du Québec auront un niveau de risque comparable à ce que nous avons aujourd'hui dans le sud du Québec.

### Conclusion

Les changements climatiques prévus pour les cinq prochaines décennies devraient avoir un effet important sur l'agriculture québécoise. Les augmentations de rendement de plusieurs cultures importantes et le développement de nouvelles cultures dans plusieurs régions du Québec constituent des occasions intéressantes. Par ailleurs, les risques accrus associés à la production agricole représentent un défi pour le monde agricole.

### Notes personnelles

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

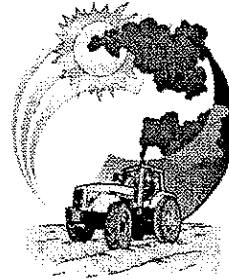
---

---

---



# 65<sup>e</sup> Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec



**Changements  
climatiques:  
comprendre  
pour mieux agir!**

CONFÉRENCE THÉMATIQUE A

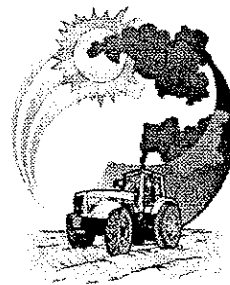
## **SOURCES DE GAZ À EFFET DE SERRE EN PRODUCTIONS VÉGÉTALES ET MÉTHODES DE RÉDUCTION**

Animée par M. Philippe Rochette



**Ordre  
des agronomes  
du Québec**





**Changements  
climatiques:  
comprendre  
pour mieux agir!**

## **RÔLE DES SOLS AGRICOLES DANS LA SÉQUESTRATION DU CO<sub>2</sub> ATMOSPHÉRIQUE**

**Denis Angers**, Ph. D., spécialiste en sol  
Chercheur scientifique  
Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures  
Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Sainte-Foy  
angersd@em.agr.ca

M. Denis Angers est spécialiste en sol à la Direction générale de la recherche à Agriculture et Agroalimentaire Canada. Il s'intéresse particulièrement au rôle fondamental que joue la matière organique dans le fonctionnement des sols agricoles et, plus précisément, à l'activité biologique et à la structure du sol. Il travaille actuellement à la recherche de solutions pour la gestion durable des effluents d'élevage et la réduction des émissions de gaz à effet de serre à partir des sols agricoles.



**Ordre  
des agronomes  
du Québec**

# RÔLE DES SOLS AGRICOLES DANS LA SÉQUESTRATION DU CO<sub>2</sub> ATMOSPHÉRIQUE

par Denis Angers

## Introduction

À l'échelle de la biosphère terrestre, les sols représentent le réservoir le plus important de carbone et jouent ainsi un rôle central dans le cycle global du carbone. À la suite de la photosynthèse, une fraction importante (~ 20 %) du CO<sub>2</sub> atmosphérique fixé par les plantes est incorporée dans le sol sous forme de matière organique. Le carbone ainsi fixé est retiré de l'atmosphère et séquestré dans le sol. Les processus de stabilisation du carbone dans les sols sont complexes. À la suite des transformations biologiques, chimiques et physiques, la matière organique se trouve stabilisée sous forme de molécules résistantes à la décomposition et intimement liées aux argiles du sol.

Avant la mise en culture, les sols forestiers du Québec et de l'est du Canada pouvaient contenir entre 70 et 110 tonnes à l'hectare de carbone, ce qui représente des valeurs assez élevées attribuables au climat frais et humide de ces régions. À quelques exceptions près, la mise en culture de ces sols a conduit à une perte des stocks de carbone qui varie entre 20 et 30 %.

## Cycle du carbone

Les pratiques de production agricole jouent donc un rôle important dans le contrôle des stocks de carbone dans le sol. Alors que la mise en culture et l'utilisation de certaines techniques de production conduisent à des pertes de matière organique du sol, d'autres techniques contribuent à son augmentation et donc à séquestrer ou capter du CO<sub>2</sub> atmosphérique.

Parmi les approches permettant d'augmenter les apports de carbone, on retrouve la gamme des techniques qui visent l'optimisation du rendement des cultures, la gestion des résidus de culture et des résidus organiques ainsi que l'utilisation d'espèces végétales produisant des quantités importantes de biomasse. Parmi les approches visant la réduction de la décomposition de la matière organique, on pense surtout à la réduction du travail du sol.

## Puits de carbone

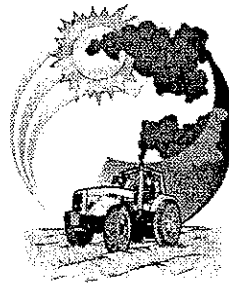
Les estimations actuelles suggèrent qu'une quantité importante de CO<sub>2</sub> atmosphérique pourrait être captée dans les sols agricoles canadiens à la suite de l'adoption de certaines pratiques culturales. L'adoption de ces pratiques sur de très grandes surfaces contribuerait de façon significative à l'atteinte des objectifs nationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les études préliminaires menées au Québec et dans l'est du Canada confirment que l'adoption de pratiques de conservation augmente généralement les stocks de carbone du sol mais que cet effet varie selon l'environnement.

L'inclusion des sols agricoles comme puits de carbone dans le Protocole de Kyoto donne maintenant la possibilité aux pays d'utiliser les crédits d'émissions associés à la séquestration du carbone dans les sols agricoles. Cependant, les modalités d'applications doivent être précisées et font présentement l'objet de négociations internationales.

Bien que l'augmentation des teneurs en matière organique des sols soit souhaitable, il faut s'assurer que les techniques proposées ne causent pas de problèmes agronomiques ou environnementaux indirects.

## Conclusion

En fournissant des éléments nutritifs et en stabilisant la structure, la matière organique contribue au maintien de la productivité agricole et à la qualité de l'environnement. À ces bénéfices s'ajoute donc maintenant le potentiel de séquestration du CO<sub>2</sub> atmosphérique.



**Changements  
climatiques:  
comprendre  
pour mieux agir!**

## **ÉMISSIONS DE PROTOXYDE D'AZOTE (N<sub>2</sub>O) EN AGRICULTURE, CONTRIBUTION DES AMENDEMENTS ORGANIQUES, DES FERTILISANTS MINÉRAUX ET DU LABOUR**

**Martin Chantigny, Ph. D.**

Chercheur scientifique

Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Sainte-Foy

chantignym@em.agr.ca

M. Martin Chantigny est chercheur au Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Il s'intéresse à la valorisation des résidus organiques d'origine agricole et industrielle. Plusieurs expériences au champ lui ont permis de développer ou d'améliorer des techniques d'investigation fiables afin de mesurer les émissions de gaz à effet de serre relatives à diverses pratiques agricoles et d'identifier ou de proposer des mécanismes régularisant l'intensité des émissions de CO<sub>2</sub>, de N<sub>2</sub>O et de NH<sub>3</sub> consécutives aux pratiques agricoles.



**Ordre  
des agronomes  
du Québec**

# ÉMISSIONS DE PROTOXYDE D'AZOTE (N<sub>2</sub>O) EN AGRICULTURE, CONTRIBUTION DES AMENDEMENTS ORGANIQUES, DES FERTILISANTS MINÉRAUX ET DU LABOUR

par Martin Chantigny

## Introduction

Au Canada, environ 70 % des émissions de N<sub>2</sub>O sont d'origine agricole. Même si la perte d'azote en agriculture sous forme de N<sub>2</sub>O représente généralement moins de 2 % de l'azote appliqué au champ, il est important de connaître les phénomènes et les pratiques culturales qui favorisent les émissions de N<sub>2</sub>O et les pratiques susceptibles de les minimiser.

Bien que le N<sub>2</sub>O puisse être produit dans les sols de façon purement chimique, la majeure partie de ce gaz est produite de façon biologique. Le N<sub>2</sub>O est en effet un intermédiaire métabolique des bactéries nitrificatrices et des microorganismes dénitrificateurs.

## Fertilisation azotée minérale

Les fertilisants minéraux peuvent augmenter de façon immédiate la teneur d'un sol en NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. S'il s'agit d'un engrais essentiellement ammoniacal, le NO<sub>3</sub><sup>-</sup> n'apparaîtra qu'à partir du moment où l'ammonium sera nitrifié. En cours de saison de croissance et lorsque le sol est bien aéré, la nitrification est rapide et peut transformer un apport important de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en 7 à 15 jours sous les conditions du Québec. Par conséquent, peu importe la forme de l'engrais, de grandes quantités de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> deviennent disponibles dans les jours suivant l'application et sont susceptibles d'être transformées en N<sub>2</sub>O. La solution la plus facile pour réduire les émissions de N<sub>2</sub>O consiste à ajouter un inhibiteur de la nitrification au fertilisant. Une autre approche consiste à appliquer l'azote minéral au stade où la culture est la plus apte à le prélever rapidement.

## Apports de fumier solide et de lisier

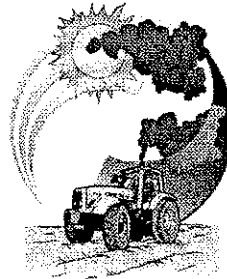
Les apports d'engrais de ferme sont reconnus pour stimuler l'activité biologique du sol et, par conséquent, stimuler la production de N<sub>2</sub>O. Comme ces amendements apportent le carbone et qu'une partie de l'azote est déjà sous forme minérale (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), il ne reste en général qu'à attendre la première pluie suivant l'épandage pour connaître des épisodes d'émissions de N<sub>2</sub>O très élevées. Toutefois, des émissions immédiates de N<sub>2</sub>O peuvent aussi survenir. Comme dans le cas des engrais minéraux, l'ajustement de la dose d'azote à la capacité d'absorption de la plante et le fractionnement de la dose totale à appliquer sont les meilleures approches à utiliser pour restreindre la production de N<sub>2</sub>O. Les épandages sur sol nu ou en pré-semis devraient être évités si possible, surtout pour les cultures à établissement lent, car la majeure partie de l'azote appliquée est transformée en NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en quelques jours et devient disponible pour produire du N<sub>2</sub>O. Le semis d'une culture intermédiaire à l'automne ou d'une culture intercalaire à croissance rapide au printemps peut aider à immobiliser temporairement l'azote de façon à le rendre disponible au moment où la culture principale en aura le plus besoin.

## Effet du labour

Très peu de choses sont connues à propos de l'impact d'un travail réduit des sols agricoles sur les émissions de N<sub>2</sub>O. Un essai démarré en 1999 a permis de démontrer que les émissions de N<sub>2</sub>O dans un sol léger sont peu influencées par le travail du sol. Par contre, les émissions de N<sub>2</sub>O dans un sol lourd se sont avérées fortement augmentées après la récolte en automne, dans le cas d'un sol non labouré depuis deux ans.

## Conclusion

On ne peut empêcher de façon systématique les émissions de N<sub>2</sub>O en agriculture en raison, entre autres, des aléas climatiques (ex. : précipitations) que nous ne pouvons contrôler ni prévoir de façon très précise. Toutefois, le respect de certains principes simples permet de minimiser les risques d'émissions importantes de N<sub>2</sub>O.



**Changements  
climatiques:  
comprendre  
pour mieux agir!**

## **INVENTAIRE DES ÉMISSIONS ET DES CAPTAGES DE GAZ À EFFET DE SERRE DANS LE BAS-SAINT-LAURENT ET PLAN D'ACTION**

**François Granger**, agronome, ingénieur  
Urgel Deslisle et associés inc.  
fgranger@udainc.com

Collaborateurs : **Louis Drainville**, agronome et biologiste, Terre-Eau inc.  
**Guy Avoine**, biologiste, UDA inc.  
**Pierre-Yves Michon**, ingénieur forestier, UDA inc.

M. François Granger est chargé de projets chez Urgel Deslisle & associés inc., une entreprise qui offre des services conseils en agriculture, en foresterie et en environnement agroforestier. Son expérience porte sur la gestion, la manutention et le traitement des fumiers, des lisiers et des matières résiduelles fertilisantes. Il a participé à l'implantation de plusieurs programmes de valorisation. M. Granger est impliqué dans des projets de recherche et développement appliqués à l'agroenvironnement.



**Ordre  
des agronomes  
du Québec**

# INVENTAIRE DES ÉMISSIONS ET DES CAPTAGES DE GAZ À EFFET DE SERRE DANS LE BAS-SAINT-LAURENT ET PLAN D'ACTION

par François Granger

## Introduction

Les enjeux environnementaux sont de plus en plus préoccupants pour les exploitants agricoles. La problématique concernant les changements climatiques ne fait pas exception.

Le projet réalisé par UDA inc. et Terre-Eau inc. visait, entre autres, à fournir des données plus concrètes aux exploitants agricoles à partir de données propres à leur entreprise et à élaborer à partir des bilans établis, les plans d'action correspondants. Ainsi, un inventaire des émissions et des captages de GES a été réalisé pour sept exploitations agricoles du Bas-Saint-Laurent, toutes membres du club agroenvironnemental Agro-Futur Matane.

Les exploitations étudiées sont de nature agroforestière et sont localisées à la tête du bassin versant de la Rivière Blanche, aux environs de Saint-Damase.

## Inventaire et bilan

L'inventaire a été réalisé à partir des données disponibles correspondant à une année d'exploitation pour chacune des fermes. Les principaux gaz d'intérêt agricole pour lesquels des données ont été recueillies sont le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) et le méthane (CH<sub>4</sub>). Les bilans ont été obtenus en soustrayant les quantités de gaz séquestrées des quantités émises.

Selon les résultats obtenus, les fermes étudiées sont actuellement des émissaires nets de GES. Cependant, il est intéressant de constater que le bilan effectué uniquement pour les activités considérées régulières et habituelles démontre que les exploitations de la région sont relativement près d'un bilan nul (émissions égales au captage). Ainsi, on peut s'attendre à ce qu'en améliorant sensiblement les pratiques agronomiques, ce bilan nul pourrait être atteint et même dépassé. Cette région deviendrait donc une zone de captage net, ce qui compenserait pour les activités qui augmentent occasionnellement les émissions.

## Plan d'action régional

Le plan d'action régional vise à établir les priorités pour l'implantation d'actions permettant de réduire les émissions de GES générées par les activités agroforestières de la zone à l'étude. Ce plan d'action a été élaboré à partir des résultats des bilans réalisés et en établissant les priorités selon l'importance des sources d'émissions de GES, les gains réalisables à court terme ainsi que la faisabilité technico-économique d'appliquer rapidement les mesures de réduction identifiées aux exploitations ciblées. Les priorités du plan d'action sont : i) optimiser la gestion de l'azote dans les sols agricoles; ii) optimiser la gestion des effluents d'élevage; iii) optimiser les pratiques forestières; iv) augmenter le taux de captage du CO<sub>2</sub>; v) améliorer les performances alimentaires des bovins et vi) réduire la consommation de carburant fossile.

## Conclusion

Une large part des mesures de réduction des émissions de GES porte sur de bonnes pratiques agronomiques et environnementales. Toutefois, les sources d'émissions sont variées et concernent tous les secteurs d'activités. L'application de solutions ainsi que l'implantation de plans d'action requièrent une approche multidisciplinaire.





Notes personnelles 

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

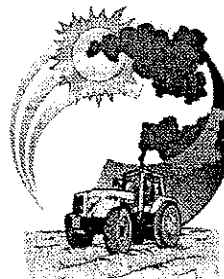
---

---

---

---

# 65<sup>e</sup> Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec



**Changements  
climatiques:  
comprendre  
pour mieux agir!**

CONFÉRENCE THÉMATIQUE B

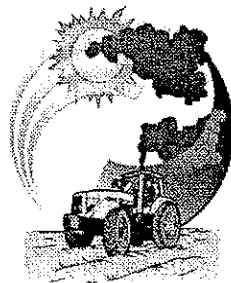
## **SOURCES DE GAZ À EFFET DE SERRE EN PRODUCTIONS ANIMALES ET MÉTHODES DE RÉDUCTION**

Animée par M. Jean-Paul Laforest



**Ordre  
des agronomes  
du Québec**





**Changements  
climatiques:  
comprendre  
pour mieux agir!**

## ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE PAR LES ANIMAUX AUX BÂTIMENTS

**Alfred Marquis**, Ph. D., agronome, ingénieur  
Professeur, Université Laval  
amarquis@grr.ulaval.ca

M. Alfred Marquis est professeur au Département des sols et de génie agroalimentaire à l'Université Laval. Ses activités de recherche portent sur la qualité de l'air à l'intérieur et autour des bâtiments d'élevage et visent surtout à contrôler les émissions de gaz, d'odeurs et de poussières. Plusieurs de ses projets sont spécifiquement reliés aux émissions de gaz à effet de serre, en particulier les émissions associées aux déjections animales en entreposage ou ayant subi un traitement.



**Ordre  
des agronomes  
du Québec**

# ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE PAR LES ANIMAUX AUX BÂTIMENTS

par Alfred Marquis

## Introduction

Les animaux d'élevage et leurs déjections produisent une multitude de gaz dans l'atmosphère dont des gaz à effet de serre, principalement du gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ), du méthane ( $\text{CH}_4$ ) et de l'oxyde nitreux ( $\text{N}_2\text{O}$ ).

## Émissions de $\text{CO}_2$

La production de gaz carbonique par les animaux aux bâtiments résulte en quasi totalité (plus de 96 %) de leur respiration. Elle est donc fonction de la production de chaleur totale des animaux et peut être estimée à 0,32 g  $\text{CO}_2$ /heure/Watt de chaleur produite. Il y a peu de choses à faire pour réduire les émissions de  $\text{CO}_2$  aux bâtiments, si ce n'est de maintenir les animaux dans la zone de confort thermique où la production de chaleur des animaux est à son optimum.

Les quantités de  $\text{CO}_2$  produites par les déjections en entreposage, bien que moins importantes que la production aux bâtiments, sont d'une importance relative qu'il ne faut pas négliger. Elles sont liées à la méthode d'entreposage et varient en fonction de la disponibilité en oxygène. Le type d'animal, la composition des déjections, la température, le pH et la durée d'entreposage constituent d'autres facteurs qui influencent les émissions de  $\text{CO}_2$  par les déjections en entreposage.

## Émissions de $\text{CH}_4$

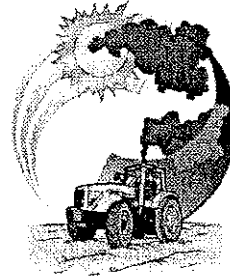
Les polygastriques produisent une quantité importante de méthane par fermentation entérique au cours de la digestion de leurs aliments alors que les monogastriques en produisent comparativement beaucoup moins. Cette production est fonction de l'énergie digestible des aliments. Il est donc possible de diminuer la production de méthane par les animaux en modifiant la consommation alimentaire, ce qui fait ressortir l'importance de l'alimentation. Les émissions de  $\text{CH}_4$  des déjections sont quant à elles influencées par les mêmes facteurs que ceux qui agissent sur la production de  $\text{CO}_2$ . Elles sont très importantes en gestion liquide des déjections alors qu'elles sont pratiquement inexistantes en gestion solide. Il faut toutefois tenir compte du fait que le méthane des déjections peut être valorisé.

## Émissions de $\text{N}_2\text{O}$

Il n'y a pas de production significative d'oxyde nitreux ( $\text{N}_2\text{O}$ ) dans les bâtiments d'élevage. Cependant, il peut y en avoir en provenance des déjections en entreposage dépendant des conditions et de la durée d'entreposage. Ainsi, inversement à ce que l'on observe dans le cas du méthane, les émissions de  $\text{N}_2\text{O}$  sont faibles en gestion liquide des déjections alors que des quantités importantes de ce gaz sont produites en gestion solide.

## Conclusion

La production de gaz à effet de serre sous forme de  $\text{CO}_2$ , de  $\text{CH}_4$  et de  $\text{N}_2\text{O}$  par les animaux aux bâtiments et par les déjections en entreposage est importante, d'où la raison pour laquelle les études devraient prendre ces données en considération dans les calculs du bilan du gaz carbonique en agriculture.



**Changements  
climatiques:  
comprendre  
pour mieux agir!**

## **EFFETS DU TRAITEMENT DES DÉJECTIONS PORCINES SUR LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE**

**Stéphane Godbout**, Ph. D., agronome, ingénieur  
Chercheur scientifique  
Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)  
stephane.godbout@irda.qc.ca

Collaborateurs : **Alfred Marquis**, Ph. D., agronome, ingénieur  
**Jean-Pierre Larouche**, chimiste  
**Roch Joncas**, M. Sc., agronome, ingénieur

M. Stéphane Godbout œuvre comme chercheur à l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). Dans le cadre de ses travaux de recherche sur la réduction des émissions gazeuses, il a mis sur pied une unité mobile pour mesurer les émissions gazeuses des bâtiments porcins. Il a également travaillé aux mesures des gaz à effet de serre provenant du traitement des lisiers.

# EFFETS DU TRAITEMENT DES DÉJECTIONS PORCINES SUR LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

par Stéphane Godbout

## Introduction

Les productions animales au Québec, et plus particulièrement la production porcine, produisent un important volume de déjections. Leurs caractéristiques ne sont pas constantes puisqu'elles dépendent de l'animal, de l'alimentation et de la gestion globale de l'élevage.

## Gestion des lisiers et gaz à effet de serre

Bien que peu de traitements des lisiers soient vraiment rendus à un stade commercial, il existe, soit à l'échelle du laboratoire, de projets pilotes ou de la démonstration, une soixantaine de technologies de traitement des lisiers, allant d'un traitement complet, pour un rejet dans l'environnement, à un traitement partiel, en passant par une simple stabilisation.

Dans le cas des traitements complets, les plus populaires sont les systèmes de traitement aérobies et anaérobies. Dans le cadre de l'approche aérobie, ces systèmes sont couplés, le plus souvent en aval, à une unité de séparation mécanique. Cette séparation est alors suivie d'une digestion aérobie complète de la fraction liquide et du compostage de la fraction solide. Les traitements anaérobies impliquent quant à eux une digestion anaérobie des matières organiques. Il existe aujourd'hui des procédés fonctionnant à de basses températures, qui permettent alors une croissance des bactéries spécifiques à la méthanogénèse. Le principal gaz à effet de serre issu de ces procédés est le méthane. Cependant, dans un traitement complet de type industriel, ce gaz est valorisé et ne devrait pas être pris en considération dans l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre.

Des méthodes de calculs permettent actuellement d'évaluer, selon certains critères, les émissions de gaz à effet de serre par les lisiers soumis à des traitements et de les comparer aux émissions produites dans un contexte de gestion standard des déjections sous forme liquide, avec entreposage. Plusieurs valeurs, comme les calculs le démontrent, sont des approximations très grossières et parfois purement hypothétiques. Des efforts de recherche devront donc être consentis sous nos conditions climatiques afin d'évaluer plus justement la contribution de l'agriculture québécoise aux émissions de gaz à effet de serre.

Toutefois, selon des calculs préliminaires, il semble que la gestion avec une chaîne regroupant un réacteur aérobie et une unité de compostage sans traitement des rejets gazeux ne produit pas plus de gaz à effet de serre que la gestion standard des lisiers. Donc, un traitement des rejets gazeux de ce type de chaîne entraînerait une réduction totale des émissions de gaz à effet de serre.

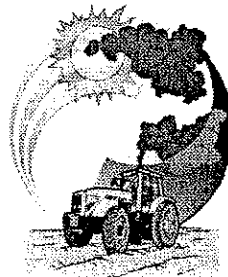
Les mêmes calculs ont démontré que les traitements anaérobies augmentent les émissions de gaz à effet de serre si les rejets gazeux ne sont pas récupérés ou traités. Dans ce cas, un traitement du rejet gazeux semble incontournable. Cependant, ce type de traitement a l'avantage de produire un gaz ( $\text{CH}_4$ ) ayant un potentiel économique intéressant. Un traitement anaérobie devrait donc être conçu pour utiliser le potentiel du  $\text{CH}_4$ .

Dans les deux cas de traitement, il faut souligner que s'il y a épandage des phases liquides traitées, celles-ci n'émettront pratiquement pas de gaz puisqu'elles sont stabilisées. C'est un avantage majeur sur la gestion standard.

## Conclusion

Peu importe le système de traitement adopté, il serait avantageux de mesurer les émissions de gaz et de prévoir des modes de réduction ou de récupération de celles-ci. Ainsi, globalement, le Québec pourrait réduire ses émissions de gaz à effet de serre provenant des productions agricoles.





**Changements  
climatiques:  
comprendre  
pour mieux agir!**

## PRODUCTION ET ÉMISSION DU MÉTHANE ET DU GAZ CARBONIQUE PAR LES RUMINANTS

**Yvan Chouinard**, Ph. D., agronome  
Professeur, Université Laval  
yvan.chouinard@san.ulaval.ca

M. Yvan Chouinard est professeur à l'Université Laval. À ce titre, il est responsable d'un programme de recherche portant sur la physiologie et la nutrition des ruminants au Département des sciences animales. Il s'intéresse particulièrement au processus de fermentation ruminale conduisant à la production de méthane et de gaz carbonique.



**Ordre  
des agronomes  
du Québec**

# PRODUCTION ET ÉMISSION DU MÉTHANE ET DU GAZ CARBONIQUE PAR LES RUMINANTS

par Yvan Chouinard

## Introduction

La production de méthane ( $\text{CH}_4$ ) et de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) par les animaux est d'origine digestive. L'émission de  $\text{CO}_2$  d'origine digestive s'ajoute à la production de  $\text{CO}_2$  d'origine métabolique (respiration de l'animal). La production de  $\text{CH}_4$  et de  $\text{CO}_2$  d'origine fermentaire est le résultat de la dégradation anaérobie de la biomasse végétale ingérée, et ce, par les microorganismes présents dans le tube digestif. Tous les animaux d'élevage produisent donc du  $\text{CH}_4$  et du  $\text{CO}_2$ . Cependant, les ruminants (bœuf, mouton, chèvre) excrètent des quantités plus grandes de ces gaz que les monogastriques (porc et volaille).

## Digestion chez le ruminant

Les aliments du bétail, à l'exception des concentrés protéiques, contiennent environ 70 à 75 % de glucides. Les glucides fournissent donc en moyenne près des trois quarts de l'énergie alimentaire des animaux de ferme. Le taux de fermentation, et conséquemment de production de  $\text{CH}_4$  et de  $\text{CO}_2$ , des glucides d'origine végétale est variable, étant donné leur grande diversité de sucres simples et de liaisons chimiques. Il existe plusieurs façons de mesurer les quantités de  $\text{CH}_4$  produit par le bétail. Il est toutefois plus difficile de déterminer la quantité de  $\text{CO}_2$  produit par la fermentation ruminale.

Plusieurs études menées chez le bovin et le mouton ont montré que les pertes d'énergie sous forme de  $\text{CH}_4$  augmentaient avec la digestibilité du régime. Cet accroissement dépend toutefois des caractéristiques des ingrédients du régime. Par exemple, le broyage des fourrages diminue leur temps de séjour dans le rumen, ce qui réduit la digestibilité des parois végétales et la production de  $\text{CH}_4$ . Également, la proportion de l'énergie brute perdue sous forme de  $\text{CH}_4$  serait réduite avec l'augmentation de la prise alimentaire, c'est-à-dire du niveau de production et de la vitesse de passage des particules dans les compartiments du système digestif.

Outre la modification du régime alimentaire, d'autres méthodes, telles le recours aux inhibiteurs de la méthanogénèse, ont donné des résultats intéressants à l'échelle expérimentale pour réduire la production de  $\text{CH}_4$  par les ruminants. Une série d'effets secondaires et des interactions ont toutefois été observés, ce qui fait qu'aucune de ces méthodes ne semble applicable en pratique pour le moment.

## Conclusion

En diminuant de 20 % la production de  $\text{CH}_4$  par les ruminants d'élevage, il serait possible d'obtenir une réduction de l'effet de serre de l'ordre de 0,50 %. Cette baisse représenterait un défi de taille sur le plan nutritionnel puisqu'il faudrait obtenir une réponse satisfaisante chez tous les animaux, peu importe la race, l'alimentation, l'environnement et le stade de croissance. Cette baisse impliquerait également que les technologies développées soient adoptées par tous les éleveurs avec comme motivation principale une réduction de la pollution d'origine agricole.

Notes personnelles

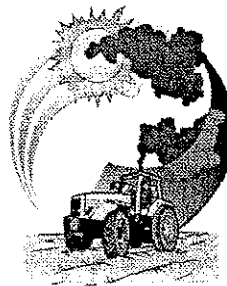


A series of horizontal lines for writing, consisting of 20 evenly spaced lines that span the width of the page.



# 65<sup>e</sup> Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec

---



**Changements  
climatiques:  
comprendre  
pour mieux agir!**

CONFÉRENCE THÉMATIQUE C

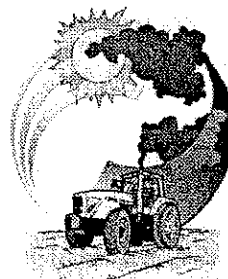
## **IMPACTS ET ADAPTATION DE L'AGRICULTURE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES AU QUÉBEC**

Animée par M. Alain Bourque



**Ordre  
des agronomes  
du Québec**

# 65<sup>e</sup> Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec



**Changements  
climatiques:  
comprendre  
pour mieux agir!**

## ÉVALUATION DU ZONAGE AGROCLIMATIQUE QUÉBÉCOIS AU COURS DU PROCHAIN SIÈCLE

**Pierre-André Dubé**, Ph. D., agronome, agrométéorologue  
Professeur retraité, Université Laval  
margdube@hotmail.com

M. Pierre-André Dubé est professeur retraité de l'Université Laval. Il a consacré ses études doctorales à la météorologie agricole. M. Dubé a enseigné à la Faculté des Sciences de l'agriculture et de l'alimentation de l'Université Laval de 1972 à 2001. Ses travaux de recherche ont principalement porté sur le potentiel agroclimatique du Québec.



**Ordre  
des agronomes  
du Québec**

# ÉVALUATION DU ZONAGE AGRICOLE QUÉBÉCOIS AU COURS DU PROCHAIN SIÈCLE

par Pierre-André Dubé

## Introduction

Le potentiel agricole d'une région relève à la fois des qualités pédologiques du milieu et des caractéristiques climatiques régionales. Or, l'évolution pédologique menant de la dégradation de la roche-mère à la formation d'un sol fertile est à l'échelle du millénaire. Il y a donc fort à parier que l'évolution du sol soit constamment en retard face à celle du climat.

## Approche phénoclimatique

Dans l'optique d'un changement climatique, l'analyse du potentiel agroclimatique doit intégrer simultanément les concepts de durée de la saison de croissance et de la saison sans gel ainsi que la somme des degrés-jours au plan strictement thermique. Il faut également intégrer la quantité et la distribution des précipitations au cours de la période estivale. Dans le cas des plantes pérennes, les facteurs conditionnant l'endurcissement à l'hiver (photopériode et température) et la survie hivernale (température et précipitations) devront aussi être considérés.

## Potentiel agroclimatique au cours du prochain siècle

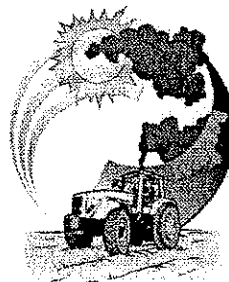
Sur une base de réchauffement climatique, on peut s'attendre à un début plus hâtif et à une fin plus tardive de la saison de croissance, d'où l'augmentation de la durée de cette saison. Par conséquent, il y aura certes augmentation des sommes de degrés-jours. Cependant, le territoire agricole québécois subit une influence continentale et, conséquemment, un réchauffement climatique ne signifie pas nécessairement une fin plus hâtive des gelées tardives au printemps ni une arrivée plus tardive des gelées hâtives à l'automne. Par ailleurs, l'adoucissement des températures automnales ne favorisera pas un endurcissement optimal et le risque de désendurcissement sera augmenté par des conditions hivernales clémentes.

Dans les zones plus chaudes de la Plaine du Saint-Laurent, il y aura une amélioration du potentiel agronomique seulement s'il y a un bon équilibre thermohydrique. Il ne faut cependant pas s'attendre à ce que le Québec devienne le « corn belt » américain. La zone cultivable ne devrait pas s'étendre davantage, compte tenu que l'agriculture s'exerce déjà parfois sur des sols à vocation forestière.

## Conclusion

Un réchauffement climatique ne veut pas nécessairement dire une amélioration du potentiel agroclimatique au Québec. En saison de croissance, il faudra qu'il y ait un équilibre du potentiel thermohydrique et un impact négatif minimal de la saison sans gel. En période automnale et hivernale, ceci pourrait être préjudiciable en atténuant le niveau d'endurcissement et en provoquant un désendurcissement respectivement. Compte tenu de la distribution de nos sols, on notera nécessairement une amélioration de la productivité agricole.

# 65<sup>e</sup> Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec



**Changements  
climatiques:  
comprendre  
pour mieux agir!**

## ÉTUDE DE CAS SUR LA PRODUCTIVITÉ DES CULTURES DE MAÏS ET DE SOYA FACE À LA VARIABILITÉ CLIMATIQUE

**Élizabeth Pattey, Ph. D.**

Chercheuse scientifique

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), Ottawa

patteye@em.agr.ca

Collaborateur : **Ian Strachan**, Université McGill, Montréal

M<sup>me</sup> Élizabeth Pattey est chercheuse scientifique à la Direction générale de la recherche du Centre de recherche de l'Est sur les céréales et les oléagineux d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. À ce titre, elle travaille à quantifier la réponse des végétaux aux conditions météorologiques et édaphiques ainsi que les émissions agricoles de gaz à effet de serre à l'échelle du champ.



**Ordre  
des agronomes  
du Québec**



# ÉTUDE DE CAS SUR LA PRODUCTIVITÉ DES CULTURES DE MAÏS ET DE SOYA FACE À LA VARIABILITÉ CLIMATIQUE

par Élisabeth Pattey

## Introduction

Il est important de comprendre comment les cultures réagissent aux conditions saisonnières contrastées afin d'adapter, tant faire se peut, la gestion des cultures en fonction du déroulement de la saison de croissance ou de voir à l'implantation de pratiques culturales inusitées dans certaines régions, à la suite de l'étude des tendances saisonnières récentes.

## Matériel et méthodes

Le site d'observation était un champ de 30 ha situé sur une ferme de la ceinture de verdure de la région d'Ottawa. Les résultats obtenus sont présentés pour i) une culture de maïs-grain de type C4, produite en 1998 et divisée en deux sections dont l'une recevant la dose recommandée d'azote (155 kg/ha) et l'autre étant limitée à 63 % de la dose recommandée (99 kg/ha), et ii) une culture de soya sans amendement azoté, produite en 1999.

Les flux nets de CO<sub>2</sub> et de vapeur d'eau ont été mesurés aux demi-heures par une technique de covariance turbulente. Des mesures de biomasse, d'indice de surface foliaire et de réflectance hyperspectrale ont également été prises et une carte de rendement à la récolte a été élaboré. Un suivi de l'état hydrique, de la température, de la respiration du sol et des conditions météorologiques a aussi été effectué.

## Résultats

### Maïs

Le déficit hydrique a eu lieu pendant la croissance active et à l'apparition des soies. Une forte diminution de l'accumulation de biomasse totale au cours de la saison était semblable pour les deux doses de fertilisation. Le rendement sec récolté était le même pour les deux doses d'azote, avec une variabilité spatiale moins grande pour la dose d'azote plus élevée. Fait à noter, l'efficacité de l'eau était plus grande pour le maïs recevant la fertilisation optimale.

### Soya

Le déficit hydrique a eu lieu en début et en fin de croissance active puis lors de la phase reproductrice, hâtant ainsi la sénescence et la déhiscence foliaire. L'accumulation de matière sèche était environ la moitié moindre pour le soya que pour le maïs. La période d'accumulation de biomasse était aussi plus courte d'environ un mois. L'efficacité de l'eau était, de ce fait, très réduite.

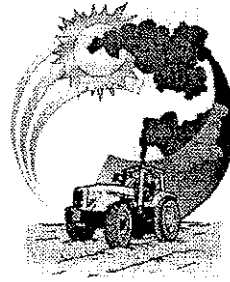
## Conclusion

Le soya est très sensible à la sécheresse et a une efficacité de l'eau très inférieure à celle du maïs. Les déficits hydriques ont hâté la sénescence. L'accumulation de biomasse chez le soya est inférieure à la moitié de l'accumulation de biomasse du maïs.

Le maïs ayant reçu la dose d'azote recommandée s'est montré plus susceptible au déficit de précipitation pendant la période de croissance active que le maïs ayant reçu une dose inférieure. La dose recommandée n'a pas généré une augmentation de rendement significative au niveau économique, à cause du déficit hydrique en juillet et août.

Les résultats du maïs montrent que les outils pour assister les producteurs et les conseillers agricoles dans leur prise de décision de préconisation azotée devraient inclure une composante climatique. De tels outils permettraient d'améliorer la viabilité de l'environnement agricole par une meilleure gestion de l'azote.

# 65<sup>e</sup> Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec



**Changements  
climatiques:  
comprendre  
pour mieux agir!**

## **IMPACT POTENTIEL DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR L'ENTOMOFAUNE AGRICOLE AU QUÉBEC**

**Michèle Roy**, Ph. D., agronome, entomologiste  
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec  
(MAPAQ)  
michele.roy@agr.gouv.qc.ca

M<sup>me</sup> Michèle Roy est responsable de la section entomologie au Laboratoire de diagnostic en phytoprotection à la Direction des services technologiques du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Auparavant, elle a été responsable du Réseau-pommier du Réseau d'avertissements phytosanitaires du MAPAQ et chercheure en entomologie dans les cultures de petits fruits au même ministère.



**Ordre  
des agronomes  
du Québec**

# IMPACT POTENTIEL DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR L'ENTOMOFAUNE AGRICOLE DU QUÉBEC

par Michèle Roy

## Introduction

L'influence d'autres variables au climat, comme les insectes et les maladies, n'est pas encore prise en compte dans les scénarios d'impact puisque, jusqu'à présent, peu d'études ont été consacrées à ces aspects particuliers. Les effets des changements climatiques sur l'entomofaune suscitent toutefois de plus en plus d'intérêt et de questions dans les pays des régions tempérées.

## Rôle du climat sur l'entomofaune agricole

Le climat joue un rôle déterminant sur la distribution géographique, sur le nombre de générations annuelles ainsi que sur l'abondance des arthropodes présents dans les écosystèmes agricoles. Par ailleurs, les insectes et les acariens ont développé des mécanismes, tels la diapause ou la migration, qui leur permettent d'échapper aux conditions extrêmes de l'hiver.

## Impact des changements climatiques sur l'entomofaune agricole

L'incidence des changements climatiques sur l'entomofaune est très complexe. La recherche a toutefois permis de prédire les événements futurs liés aux changements climatiques et de dégager certaines grandes tendances qui semblent faire consensus au sein de la communauté scientifique. D'abord, une augmentation des températures favorisera le développement d'un grand nombre de générations d'insectes et d'acariens pendant la période de croissance des plantes, qui elle aussi sera prolongée. Ensuite, des hivers plus doux et l'allongement de la saison exempte de gel permettront à certaines espèces, dont la distribution sous nos latitudes était jusqu'à présent limitée par le froid, de passer l'hiver dans nos régions et d'élargir ainsi leur aire de distribution.

Par ailleurs, le réchauffement climatique entraînera un glissement des zones agroclimatiques avec la possibilité de cultiver certaines plantes dans de nouvelles régions, avec une colonisation simultanée par l'entomofaune associée à ces nouvelles cultures. En opposition, une augmentation de la durée et de la fréquence des températures extrêmes ainsi que la diminution de l'épaisseur du couvert de neige pourraient être néfastes à certaines espèces. La configuration des vents pourraient favoriser la migration de certaines espèces venues du sud et augmenter la pression exercée par ces ravageurs. De plus, les changements climatiques prévus pourraient accroître l'importance des maladies virales transmises par les insectes.

Au Québec, une étude récente a permis de modéliser l'impact potentiel des changements climatiques sur certains des principaux ravageurs associés aux cultures de la carotte, du chou, du maïs sucré, de la pomme de terre et du pommier.

## Conclusion

On possède beaucoup moins d'information sur l'impact des changements climatiques sur la dynamique des interactions numériques entre les ravageurs et leurs ennemis naturels. Nul doute que de tels changements nécessiteront de nombreux ajustements au niveau de l'application de la lutte intégrée en agriculture. De plus, certains insectes considérés jusqu'à présent sans impact économique pourraient devenir des ravageurs importants et nécessiter eux aussi le développement d'outils de dépistage et de méthodes de lutte adaptées. Par ailleurs, la gestion de la résistance des ravageurs aux insecticides et aux acaricides deviendra plus problématique dans la mesure où le réchauffement climatique s'accompagnera d'une augmentation du nombre de générations annuelles de certains ravageurs.

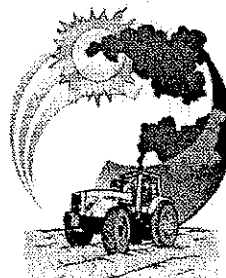
Notes personnelles



A series of horizontal lines for writing notes, consisting of 20 evenly spaced lines.



# 65<sup>e</sup> Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec



**Changements  
climatiques:  
comprendre  
pour mieux agir!**

## **VISION EUROPÉENNE SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET SUR LA PRODUCTION DE GAZ À EFFET DE SERRE EN REGARD DE L'AGRICULTURE, À PARTIR DE L'EXEMPLE DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE EN FRANCE**

**Bernard Seguin**, diplômé d'ingénieur agronome de l'Institut National  
Agronomique de Paris  
Directeur de recherche  
Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), en France  
seguin@avignon.inra.fr

M. Bernard Seguin est directeur de recherche à l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) en France. Depuis 1968, ses recherches portent sur l'influence du climat sur la production agricole et l'agrométéorologie. Il a, entre autres, coordonné des travaux sur l'effet de serre et le changement climatique en tant que chef de département adjoint. Il est actuellement responsable de la Mission sur le climat et l'effet de serre au sein de l'INRA.



**Ordre  
des agronomes  
du Québec**

# VISION EUROPÉENNE SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SUR LA PRODUCTION DE GAZ À EFFET DE SERRE EN REGARD DE L'AGRICULTURE

par Bernard Seguin

## Introduction

Dans le contexte international lié à l'émission des gaz à effet de serre (GES), l'Union Européenne (UE) se situe dans une position de départ intermédiaire entre les pays hautement industrialisés et les pays en voie de développement. En effet, pour un produit intérieur brut (PIB) sensiblement voisin, le niveau moyen émis par habitant se situe à environ 12 tonnes de CO<sub>2</sub>, contre 23 pour les États-Unis et 21 pour le Canada. Dans les négociations liées au Protocole de Kyoto, l'UE s'est engagée à une réduction de l'ordre de 8 % de ses émissions pour la période 2008-2012. Au sein de l'UE, la France se trouve elle-même en position moyenne, avec une émission de l'ordre de 6 tonnes de CO<sub>2</sub> par habitant, pour un PIB d'environ 15 000 \$.

La lutte contre le changement climatique a officiellement été déclarée priorité nationale et s'appuie sur une structure de coordination mise en place en 1992, la Mission interministérielle pour l'effet de serre (MIES).

## Part de l'agriculture et des forêts

L'agriculture contribue à elle seule pour 18 % à l'ensemble des émissions de GES au niveau français, alors qu'elle représente moins de 3 % du PIB. Dans le cadre du secteur de l'agriculture et des forêts, le N<sub>2</sub>O occupe la part prépondérante, avec 56 % des émissions, contre 33 % pour le CH<sub>4</sub> et 11 % pour le CO<sub>2</sub>.

## Travaux de recherche à l'INRA sur l'effet de serre et le changement climatique

Vers le début des années 1990, le programme Agrotech a permis de mobiliser une équipe d'une vingtaine de chercheurs qui ont travaillé sur les deux volets complémentaires suivants : i) l'évaluation des impacts d'un doublement du CO<sub>2</sub> et d'un réchauffement climatique sur la production agricole et forestière et ii) la quantification des échanges des surfaces agricoles et forestières pour les GES et appréciation de l'efficacité des pratiques pour réduire les émissions ou augmenter les absorptions.

Les travaux de recherche ont porté sur les productions qui occupent une place prépondérante de la superficie agricole, soit les grandes cultures et les prairies et fourrages. Leurs résultats devraient permettre d'indiquer des pistes pour les orientations génétiques à mettre en œuvre et commencer à réfléchir sur des systèmes de culture adaptés à ces nouvelles conditions. Le changement climatique ne devrait pas poser de problèmes insurmontables pour les grandes cultures, dont les capacités d'adaptation rapide ont été démontrées. Le facteur « eau » risque toutefois de poser plus de problèmes, si les tendances qui se dessinent dans les scénarios actuels vers une diminution de pluviométrie au cours des saisons déjà sèches se confirment. Pour les prairies, le changement climatique devrait se traduire par une avance notable des dates de coupe, comme cela a été simulé avec les scénarios climatiques, par exemple dans les zones de moyenne montagne des Alpes. Mais cet effet dépendra en premier lieu de la pluviométrie.

En ce qui concerne les cultures pérennes, arbres fruitiers et vigne, il ne paraît pas exagéré de prétendre que l'élévation des températures, d'ailleurs confirmée par les données climatiques observées en particulier dans la décennie 1990-2000, s'est traduite par une avance notable des stades phénologiques, dont on peut considérer qu'ils agissent comme révélateurs du réchauffement climatique. Or, l'effet de ce réchauffement mettra en jeu des mécanismes

complexes qui devront être pris en compte dans la sélection variétale et pourraient remettre en question l'étalement géographique des zones de production. Il faudra que les modèles climatiques soient plus performants que maintenant sur les valeurs-seuil, alors qu'ils ont surtout traité jusqu'à présent les valeurs moyennes.

### **Axes actuels de recherche à l'INRA**

Une priorité est accordée à une analyse approfondie du passé récent et du présent, de façon à pouvoir apporter des éléments de réponse pour l'horizon 2020-2030 (et non plus seulement 2070-2100), surtout au niveau de la recherche sur les cultures pérennes, dont le temps d'adaptation est plutôt de 10 à 20 ans. Il faudra pouvoir obtenir des modélisateurs du climat des scénarios avec un degré de confiance plus fort qu'actuellement sur les autres facteurs que la température (pluie, rayonnement global), une régionalisation plus poussée et des indications plus complètes que la valeur moyenne.

Il faudra également, pour l'ensemble des productions, se préoccuper de la qualité autant que de la quantité et, par ailleurs, intégrer les conséquences environnementales dans le champ des impacts à prendre en compte.

### **Agriculture et bilan des GES**

D'autres programmes de recherche à l'INRA ont conduit à obtenir un certain nombre de résultats quant à la contribution de l'agriculture à l'effet de serre, dont, entre autres, le stockage du carbone dans les sols et son évolution et les émissions d'oxyde nitreux et de méthane en productions végétales et animales.

### **Conclusion**

Au niveau français, une vision d'ensemble peut être obtenue à partir d'un document officiel datant de mars 2002 et intitulé *Troisième communication nationale à la Convention cadre des Nations Unies sur les Changements climatique*. Il est possible de le consulter sur le site Internet de la MIES ([www@effet-de-serre.gouv.fr](http://www@effet-de-serre.gouv.fr)).

La France n'a pas encore défini de programme spécifique d'adaptation au changement climatique en dehors des lois sur l'aménagement du territoire et sur la protection de l'environnement. À l'heure actuelle sont mentionnées la nécessité d'agir sur les déjections animales (susceptibles de conduire à des émissions de l'ordre de 3 Mt CO<sub>2</sub>/an en 2010), l'orientation vers une limitation des apports d'azote par le biais d'une redevance dans le cadre de la loi sur l'eau en cours d'examen et l'amélioration des connaissances par le biais de la recherche (sur la biomasse, la fermentation entérique des ruminants, les émissions de N<sub>2</sub>O par les sols ainsi que le stockage de carbone dans ces mêmes sols).

Au niveau européen, à ce jour, il n'existe pas de dispositif commun. Par contre, l'élaboration de la nouvelle Politique Agricole Commune (PAC) en 2003 conditionnera notablement les relations de l'agriculture avec son environnement. L'affichage clair d'une priorité donnée au changement climatique dans les orientations du 6<sup>e</sup> Plan commun de Recherche et Développement (PCRD) présentement en implantation, est une bonne garantie de progression à l'échelon européen.





## MERCI À NOS COMMANDITAIRES

---

Agriculture et Agroalimentaire Canada  
Banque Nationale du Canada, secteur agricole  
et agroalimentaire  
Hydro-Québec

Meloche-Monnex

Coopérative fédérée de Québec  
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de  
l'Alimentation du Québec  
Saputo inc.

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du  
Québec

Faculté des Sciences de l'agriculture et de l'alimentation de  
l'Université Laval

Aliments Breton inc.  
RBC Banque Royale

A.G.E.O.  
Centre d'insémination artificielle du Québec (CIAQ)  
Fédération des caisses Desjardins du Québec  
Salon de l'agriculteur  
Union des producteurs agricoles

Agribands Purina Canada inc.  
Agrinove coopérative agroalimentaire  
Agropur  
Aon Parizeau inc.  
Fédération des producteurs de lait du Québec  
Financement agricole Canada  
Jefo Nutrition inc.  
La Financière agricole du Québec  
Regroupement des CO-OP  
SGF Soquia inc.  
Semico inc.

Agri-Marché  
Association Canadienne du Ciment  
Encon Group Inc.  
Envirogain inc.  
Faculté des sciences de l'agriculture et de l'environnement de l'Université McGill  
Groupe Dynaco, Coopérative agroalimentaire  
Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc.  
Les Composts du Québec inc.  
Lindt Sprungli  
PATLQ  
Purdel  
Services financiers Don Atkinson inc.

Centre Jardin Hamel inc  
Christiane Gagnon, députée de Québec  
Conseil de l'industrie laitière du Québec inc.  
Fédération des producteurs de porcs du Québec  
Fertior, coop de fertilisation organique  
Innotag inc.  
Kronström Desjardins  
Modus Vivendi Communications inc.

Société Coopérative Agricole La Seigneurie

Alfred Couture Ltée  
Bernard Breton inc.  
Consultants LEGOFF Groupe  
URGEL DELISLE & ASSOCIÉS INC.

Gérard Bourbeau & Fils inc.

Au plaisir de vous revoir au  
66<sup>e</sup> Congrès de l'OAQ qui  
se tiendra dans la région de Montréal.  
Celui-ci portera sur la qualité des  
aliments et aura pour thème :

**La science agronomique...  
qualité garantie jusqu'à la table**

# Pour des nouvelles sur-le-champ !

QAO - Ordre des agronomes du Québec

Ordre  
des agronomes  
du Québec

L'Ordre

Services

Les membres

Orientations

À l'agenda

Nouvelles

Siège social

©

[www.oaq.qc.ca](http://www.oaq.qc.ca)



Ordre  
des agronomes  
du Québec