



# Les sources agricoles de gaz à effet de serre (GES) au Canada



Par : Philippe Rochette, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sainte-Foy

Cet article décrit les sources et les puits agricoles d'une famille importante de gaz, dont la présence dans l'atmosphère influence le bilan radiatif et la température de la Terre: les gaz à effet de serre (GES). Nous verrons où et comment sont produits le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) et le méthane (CH<sub>4</sub>) sur les fermes québécoises et canadiennes et comment le choix des pratiques d'élevage et de culture peuvent contribuer à en réduire les émissions.

La température annuelle moyenne de la Terre est de 15 °C. En l'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 due 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'homme 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, etc.).

## Protocole de Kyoto

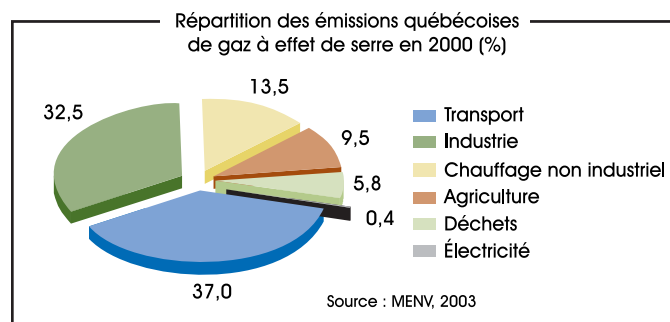
Les préoccupations politiques internationales sur la question des changements climatiques ont amené les pays industrialisés à s'entendre en décembre 1999, à Kyoto, sur un protocole de réduction des émissions anthropiques de GES. Les niveaux de réduction fixés pour chaque pays ne sont pas les mêmes. Le Canada a convenu de limiter ses émissions anthropiques de GES entre 2008 et 2012 à 94 % des niveaux de 1990, c'est-à-dire une diminution de 6 %. Or, comme nos émissions ont augmenté depuis 1990, la réduction réelle dépassera 10 % et pourrait même atteindre 20 %.

Il est important de comprendre que l'accord de Kyoto, même s'il était ratifié et respecté par tous les pays signataires, n'est pas

une solution définitive au problème des changements climatiques. En effet, il ne retarderait que de 20 ans le moment où la concentration en CO<sub>2</sub> doublera (2080 au lieu de 2060). Il apparaît cependant important pour plusieurs qu'il soit ratifié pour donner un signal clair de la volonté internationale de trouver une solution à ce problème et pour susciter la recherche et le développement de nouvelles technologies alternatives à la consommation effrénée de combustibles fossiles. Le Canada a, en décembre 2002, ratifié l'accord de Kyoto et participe activement aux discussions internationales qui mèneront aux accords internationaux qui succéderont à celui de Kyoto.

## Gaz à effet de serre en agriculture

Les principaux gaz à effet de serre produits par l'homme sont le CO<sub>2</sub>, (dioxyde carbone), le N<sub>2</sub>O (le protoxyde d'azote) et le CH<sub>4</sub> (méthane). Pratiquement toutes les activités humaines génèrent des gaz à effet de serre. La contribution relative des principales sources au Québec est présentée ci-dessous.



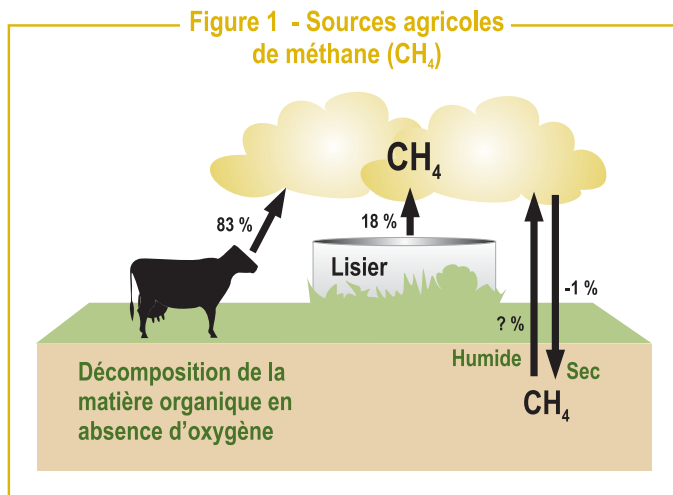
L'agriculture, avec environ 10 % des émissions totales, produit moins de GES que plusieurs autres secteurs de notre économie tels que les secteurs du transport et de l'industrie. Elle en demeure cependant une source appréciable, pour laquelle on doit explorer les possibilités de réduction afin que l'agriculture contribue à l'effort national pour atteindre les objectifs fixés par l'accord de Kyoto. Une des particularités de l'agriculture comme source de GES réside dans les proportions des différents gaz produits. En effet, l'agriculture ne produit qu'une fraction insignifiante (<1 %) du CO<sub>2</sub>, le gaz à effet de serre le plus important au Canada (responsable de 76 % de l'augmentation de l'effet de serre). En revanche, elle est responsable de plus

de 50 % du  $N_2O$  et de 30 % du  $CH_4$  produits. Ces deux gaz sont chacun responsables d'une part à peu près égale de l'augmentation de l'effet de serre au Canada (11 % à 12 %).

À l'examen de ces chiffres, il apparaît clairement que l'utilisation des combustibles fossiles pour le transport et les processus industriels est de loin la cause principale de l'augmentation des GES au Québec, et qu'une solution durable à ce problème ne peut être envisagée sans l'adoption de nouvelles technologies moins énergivores. L'agriculture peut cependant jouer un rôle significatif à court terme pour aider le Canada à atteindre son objectif fixé à Kyoto.

## Le Méthane ( $CH_4$ )

Le méthane 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, c'est-à-dire en l'absence d'oxygène. En agriculture, on retrouve ces conditions dans le système digestif des ruminants et dans les fosses à lisier, qui sont respectivement responsables de 83 % et 17 % des émissions agricoles de  $CH_4$  au Canada (figure 1 - Note : Les pourcentages indiquent la contribution relative de chaque source aux émissions. agricoles canadiennes).



Les quantités de  $CH_4$  produites par les ruminants agricoles sont importantes. Ces émissions représentent près de 25 % de tout le  $CH_4$  de sources anthropiques au Canada. Une vache laitière en lactation, par exemple, peut produire plus de 600 litres de  $CH_4$  par jour (quantité de gaz à effet de serre équivalente à l'utilisation d'une automobile sur 40 km). Les ruminants valorisent des aliments qui sont peu digestibles par les monogastriques grâce à des processus microbiens de décomposition dans leur rumen. Malheureusement, cette activité microbienne produit également une quantité de méthane correspondant à une perte d'environ 20% de la productivité des animaux. La réduction des émissions de méthane par les ruminants agricoles contribuerait donc non seulement à diminuer l'effet de serre mais augmenterait aussi la rentabilité des exploitations agricoles. Sous les

conditions canadiennes d'élevage, les pratiques agricoles qui sont proposées pour réduire les émissions de  $CH_4$  visent principalement à augmenter la productivité des animaux afin d'obtenir les quantités de produits agricoles nécessaires avec un troupeau réduit. D'autres actions sont à l'étude, telles que l'utilisation de vaccins pour modifier la flore du rumen et l'ajout d'additifs alimentaires (antibiotiques ionophores, huiles comestibles, etc.) pour réduire l'action des organismes méthanogènes.

Le  $CH_4$  est aussi produit dans les fosses à lisier par la fermentation biologique des solides déposés au fond de la fosse. Les pratiques agricoles permettant de réduire la production de  $CH_4$  dans les fosses à lisier ont pour objectif de réduire les quantités de matières fermentescibles ou de diminuer l'intensité de la fermentation. Il est possible de réduire la quantité de matière organique entretenant la fermentation dans les fosses en séparant des phases liquide et solide du lisier avant l'entreposage, en améliorant la conversion alimentaire et en réduisant la quantité de litière utilisée dans les bâtiments. L'intensité de la fermentation peut quant à elle être diminuée, soit par un entreposage dans une fosse partiellement enfouie où la température est généralement plus basse que dans une fosse hors terre, soit par une réduction de la durée de l'entreposage par des épandages plus fréquents. Paradoxalement, la solution la plus attrayante au problème des émissions de  $CH_4$  à partir des lisiers propose de stimuler la fermentation et la production de méthane à l'aide de bioréacteurs. Le méthane ainsi produit peut être entreposé et utilisé pour subvenir, en partie, aux besoins énergétiques de la ferme. On gagne alors sur deux tableaux : la combustion transforme le  $CH_4$  en  $CO_2$ , un GES beaucoup moins nuisible, et les quantités de combustibles fossiles utilisés à la ferme s'en trouvent diminuées d'autant. Le Centre de recherche d'Agriculture et Agroalimentaire Canada de Lennoxville poursuit des travaux pour mettre au point ces bioréacteurs.

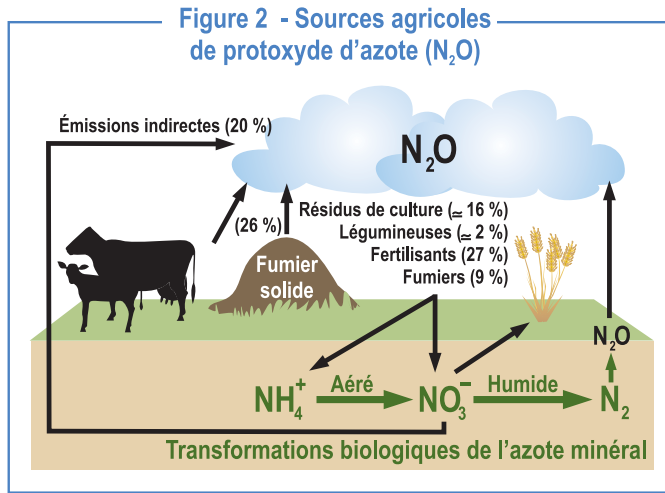
## Le protoxyde d'azote ( $N_2O$ )

Le protoxyde d'azote est un gaz à effet de serre très puissant. En effet, l'émission d'un kg de  $N_2O$  dans l'atmosphère augmente l'effet de serre d'une valeur comparable à l'émission de 310 kg de  $CO_2$ . Les activités agricoles produisent plus de la moitié (50 % à 80 %) de tout le  $N_2O$  émis par les activités humaines au Canada.

En agriculture, le  $N_2O$  est produit lors de deux transformations biologiques de l'azote minéral: la nitrification qui transforme l'azote ammoniacal ( $NH_4^+$ ) en nitrate ( $NO_3^-$ ) et la dénitrification qui réduit le nitrate en azote moléculaire ( $N_2$ ). (figure 2 - Note : Les pourcentages indiquent la contribution relative de chaque source aux émissions. agricoles canadiennes)

Par unité d'azote transformé, la dénitrification produit environ 10% plus de  $N_2O$  que la nitrification.

Les pratiques agricoles permettant de diminuer le  $N_2O$  produit dans les sols agricoles ont donc surtout pour objectif de réduire les volumes d'azote dénitrifié. Elles visent essentiellement à éviter l'accumulation de nitrates libres et le développement de conditions anaérobies.



La gestion des nitrates dans le sol peut être optimisée en synchronisant la disponibilité des nitrates avec les besoins nutritifs des plantes. On peut atteindre cet objectif en évitant les doses excessives d'engrais et de fumiers (analyses de sol, guides de fertilisation, précédents culturaux), en les appliquant au moment opportun (printemps plutôt qu'automne) ainsi qu'en fractionnant (semis et postlevée plutôt qu'une application unique) et en localisant (en bandes plutôt qu'à la volée) leur application. Le semis de cultures de couverture après les récoltes et la réduction de la pratique de la jachère d'été (région des prairies) sont aussi de bonnes mesures pour éviter la présence de niveaux élevés de nitrate dans les sols. Le risque de développement de conditions anaérobies dans le sol peut, quant à lui, être réduit par un drainage adéquat et une gestion efficace de l'irrigation.

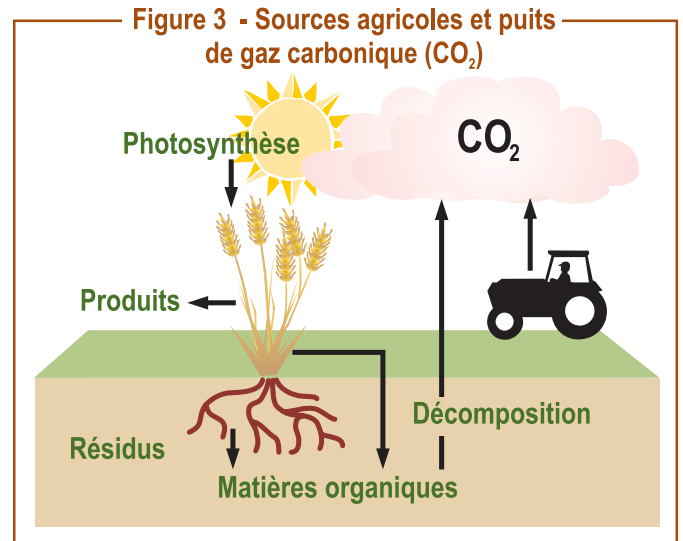
La pratique du travail minimal du sol par contre, augmente la densité apparente et peut, dans certains sols, réduire l'aération et conduire à des émissions accrues de  $N_2O$ . Plusieurs projets de recherche sont en cours au Centre de recherche d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Sainte-Foy pour quantifier les sources de  $N_2O$  associées aux pratiques culturales québécoises et proposer les meilleurs choix de régie pour en limiter les émissions.

## Le dioxyde de carbone ( $CO_2$ )

Le dioxyde de carbone ou gaz carbonique ( $CO_2$ ) est de loin le gaz à effet de serre le plus abondant. 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 de la société canadienne. Les surfaces agricoles, tout comme les forêts, jouent cependant un rôle très

actif dans les échanges de  $CO_2$  entre l'atmosphère et la biosphère.

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. Suite à la photosynthèse végétale, une fraction importante (~20%) du  $CO_2$  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 (figure 3).



Le rôle essentiel de la matière organique dans le fonctionnement des sols agricoles est bien connu. Les agronomes font depuis longtemps la promotion des techniques favorisant le maintien de la teneur et de la qualité de la matière organique du sol. 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  $CO_2$  atmosphérique.

Les pratiques agricoles qui augmentent la matière organique du sol (MOS) visent essentiellement à en diminuer le taux de décomposition ou à augmenter les quantités de résidus de culture retournés au sol. Le taux de décomposition de la MOS peut-être diminué en réduisant les superficies en jachère d'été où les conditions de température et d'humidité du sol sont habituellement plus favorables à l'activité des décomposeurs que dans les sols en culture. Le travail minimal du sol est aussi fréquemment associé à une plus faible décomposition de la MOS. L'efficacité de cette pratique varie cependant en fonction du type de sol et du climat. Ainsi, les bénéfices du travail minimal du sol seraient plus grands dans la région des prairies que dans le centre et l'est du Canada. Le retour au sol des résidus de cultures peut, quant à lui, être accru par l'augmentation des rendements (gestion de l'eau, éléments nutritifs, etc.), par une meilleure gestion des pâturage et des prairies, par des choix de cultures (maïs-grain vs maïs-ensilage, ne pas récolter la paille, etc.),

augmenter la présence de cultures pérennes dans les rotations, diminuer la fréquence de la jachère et le brûlage des résidus. Le stockage de CO<sub>2</sub> atmosphérique dans les écosystèmes agricoles peut aussi être augmenté par la plantation de brise-vent, par la naturalisation de terres agricoles marginales et par

l'utilisation des résidus de cultures pour la fabrication de biens durables ("strawboard"). L'éthanol produit à partir de biomasse agricole constitue un substitutif aux combustibles fossiles et peut ainsi contribuer à une diminution nette des émissions de CO<sub>2</sub>.

## Bonnes pratiques de gestion des sols et des élevage

*Si elle veut contribuer à l'atteinte des objectifs fixés par le protocole de Kyoto, l'agriculture devra modifier ses pratiques de gestion des sols et des élevages. 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 à travers le Canada.*

*Les scénarios les plus optimistes laissent cependant envisager que l'agriculture sera en mesure, surtout par le stockage de matière organique dans le sol, d'atteindre voire de dépasser cet objectif. Certains développements, comme la possibilité pour les agriculteurs de vendre des économies d'émissions de GES réalisées à leur ferme, viendront peut-être motiver les efforts du secteur. Cependant, le meilleur allié dans cette démarche demeure le fait que les actions envisagées pour réduire les émissions de GES sont, en grande partie, des pratiques qui aboutissent aussi à une production agricole plus efficace et plus respectueuse de l'environnement.*

### Références :

Desjardins, R.L. et R. Riznek. Bilan des gaz à effet de serre d'origine agricole. Page 14 dans McRae, T., C.A.S. Smith, et L.J. Gregorich (éd.). L'agriculture écologiquement durable au Canada : rapport sur le Projet des indicateurs agroenvironnementaux – Résumé, Ottawa Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Environnement Canada. Inventaire canadien des gaz à effet de serre 1900-1999, pratiques et méthodes d'estimation des émissions et de l'absorption. Direction des données sur la pollution, Direction générale de la prévention de la pollution atmosphérique, Environnement Canada, 2001, 98 pp.

IPCC. Greenhouse gas reference manual: revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, 1997, <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm>.

Janzen, H.H., R.L. Desjardins, J.M.R. Asselin et B. Grace. La santé de l'air que nous respirons, Ottawa. Direction Générale de la recherche, Agriculture et agroalimentaire Canada, 1999, 100 pp.

Ministère de l'Environnement du Québec. Plan d'action québécois 2000-2002 sur les changements climatiques, 2000, [http://www.menv.gouv.qc.ca/air/changement/plan\\_action/](http://www.menv.gouv.qc.ca/air/changement/plan_action/).

### Pour de l'information supplémentaire, des textes plus complets sont disponibles auprès des auteurs suivants :

Rochette, P. 2002. *Sources agricoles de gaz à effet de serre*. Texte de conférence présenté au 65<sup>e</sup> Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec. [rochettep@agr.gc.ca](mailto:rochettep@agr.gc.ca)

Chantigny, M. 2003. *Contribution des amendements organiques, des fertilisants minéraux et du labour aux émissions de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O)*. Texte de conférence présenté au 65<sup>e</sup> Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec. [chantignym@agr.gc.ca](mailto:chantignym@agr.gc.ca)

Angers, D. 2002. *Rôle des sols agricoles dans la séquestration de CO<sub>2</sub> atmosphérique*. Texte de conférence présenté au 65<sup>e</sup> Congrès de l'Ordre des agronomes du Québec. [angersd@agr.gc.ca](mailto:angersd@agr.gc.ca)