

*Réponse en référence à la question concernant la méthodologie utilisée pour calculer les émissions de gaz à effet de serre lors de l'audience du 22 mars dernier.*

Le remplacement d'un mode de transport des marchandises par un autre, peut affecter le taux d'émissions des gaz à effet de serre (GES) associé à cette activité. Dans le contexte du Québec où une large part de l'énergie disponible est d'origine hydroélectrique, il est concevable que l'utilisation d'un pipeline muni d'équipements de pompage électriques soit un mode de transport générant moins d'émissions de GES que le transport ferroviaire ou maritime. Toutefois, la construction d'un pipeline nécessite le déboisement de la totalité ou d'une partie de l'emprise lorsque la conduite est installée en milieu forestier. Finalement, les activités de construction génèrent elles-mêmes des GES.

Le présent document vise principalement à décrire la méthodologie retenue pour l'estimation des émissions nettes de GES afin de pouvoir comparer les modes de transport entre eux et afin d'évaluer l'effet de la construction et du déboisement de l'emprise. Les estimations se limitent au corridor de transport Saint-Romuald – Montréal-Est pour les produits pétroliers d'Ultramar ainsi qu'aux superficies forestières directement affectées par le projet de pipeline. Enfin, la méthodologie retenue vise d'abord à fournir un ordre de grandeur réaliste des émissions de GES.

### **Méthodologie générale**

En général, les gaz pouvant être comptabilisés pour l'estimation des émissions de GES sont ceux ayant un impact direct sur l'effet de serre, soit : le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>) et l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O), ainsi que ceux ayant un impact indirect sur l'effet de serre, soit : l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>), les hydrofluorocarbures (HFC), les perfluorocarbures (PFC) et l'ozone troposphérique (O<sub>3</sub>), de même que les composés organiques volatils non méthane (COVNM), les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et le monoxyde de carbone (CO).

Pour les estimations réalisées dans le cadre du présent projet, les gaz retenus sont ceux ayant un impact direct sur l'effet de serre, soit le CO<sub>2</sub>, le CH<sub>4</sub> et le N<sub>2</sub>O. Les estimations sont basées pour la plupart à partir de l'énergie consommée (fossile ou électrique) par les diverses activités. Ainsi, les émissions de chacun de ces trois gaz sont estimées principalement à partir de la quantité de carburant ou d'énergie consommée et d'un coefficient d'émission spécifique.

Pour leur part, les émissions fugitives pour chacun des trois gaz visés ont été estimées à partir de la quantité de produits pétroliers transportée et d'un coefficient d'émission spécifique. Les coefficients utilisés sont davantage reliés au transport d'huile ou de pétrole brut et pourraient sous-évaluer les émissions fugitives dans le cas de l'essence.

Pour fins de comparaison, les émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O ont été converties en équivalent CO<sub>2</sub> par rapport à leur potentiel de réchauffement planétaire sur un horizon de 100 ans (PRP<sub>100ans</sub>), puis additionnées aux émissions de CO<sub>2</sub> pour une activité donnée.

Autant que possible, des données et des bases de références qui sont reconnues généralement dans le cadre d'inventaires nationaux ont été retenues. Lorsque disponibles, les données et coefficients utilisés ou cités lors d'inventaires ou d'études canadiennes ont été privilégiés pour l'estimation des émissions de GES (ACFC et Environnement Canada, 2003 ; Environnement Canada 2004 et 2005 ; Sodes, 2000). Sinon, les données et coefficients du Groupe d'experts

Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC, 1996) ont été utilisés. Les données forestières, quant à elles, proviennent des inventaires réalisés pour le tracé de pipeline projeté.

Enfin, lorsque plusieurs données étaient disponibles, les données les plus pessimistes ont été utilisées dans le cas des estimations des émissions de GES avec un transport par pipeline et les données les plus optimistes ont été utilisées pour les estimations des émissions avec le transport ferroviaire ou maritime.

## **Scénarios**

Cinq scénarios ont été retenus pour l'estimation des émissions de GES ainsi que pour des fins de comparaison avec des modes de transport alternatifs. Ceux-ci sont décrits brièvement ci-après.

### Scénario I – Situation actuelle, transport de 50 000 barils / j :

- 40 000 barils / j transportés par trains-blocs.
- 10 000 barils / j transportés par navires.

### Scénario II – Transport de 100 000 barils / j par trains-blocs uniquement :

- Volume prévu en 2009
- Transport uniquement par trains-blocs.

### Scénario III – Transport de 100 000 barils / j par trains-blocs et navires :

- Volume prévu en 2009.
- 40 000 barils / j par trains-blocs.
- 60 000 barils / j par navires.

### Scénario IV – Transport de 100 000 barils / j par navires uniquement :

- .
- À partir de 2017, soit à la fin du contrat actuel avec le CN.
- Transport uniquement par navires.

### Scénario V – Transport de 100 000 barils / j par pipeline uniquement :

- Volume prévu en 2009.
- Déboisement d'environ 190 ha sur 108 km d'emprises.
- Activité de construction sur environ 239 km de nouvelles conduites.
- Transport par pipeline uniquement.
- Postes de pompage utilisant l'énergie hydroélectrique.

## Transport des produits pétroliers

À l'exception du scénario I, les scénarios considèrent la même quantité de produits pétroliers à transporter dans le corridor de transport Lévis – Montréal-Est. Cette quantité correspond à la quantité projetée après la construction du pipeline, soit :

- 15 900 m<sup>3</sup>/j (100 000 barils/j) ou
- 5,8E6 m<sup>3</sup>/an ou 4,64E6 t/an (densité de 800 kg/m<sup>3</sup>)

Pour le transport ferroviaire, les éléments suivants sont considérés :

- Longueur du trajet : 590 km aller/retour
- Capacité d'un convoi : 8 500 m<sup>3</sup> (85 wagons de 100 m<sup>3</sup>)
- Consommation de diesel : 1,95 L/m<sup>3</sup> de produit transporté

Pour le transport maritime, les éléments suivants sont considérés :

- Longueur du trajet : 500 km aller/retour
- Capacité d'un navire : 47 000 m<sup>3</sup>
- Consommation de diesel : 1,88 L/m<sup>3</sup> de produit transporté

Pour le transport par pipeline, les éléments suivants sont considérés :

- Longueur du pipeline : 239 km
- Longueur en milieu forestier : 108 km
- Largeur totale de l'emprise : 18 m
- Largeur déboisée : 18 m
- Consommation d'électricité : 4,81 kWh/m<sup>3</sup> de produit transporté

L'estimation des émissions de GES lors du transport des produits pétroliers tient compte de certaines émissions fugitives ainsi que de la consommation de carburant par les véhicules en attente aux passages à niveau dans les cas où le transport ferroviaire est considéré. Actuellement, il y a 98 passages à niveau publics le long de la voie ferrée empruntée par les trains-blocs. Le tableau 1 présente les données et coefficients utilisés ainsi que l'estimation des émissions de GES pour les scénarios de transport considérés.

## Déboisement de l'emprise

L'impact du déboisement sur les émissions nettes de GES dépend notamment de l'âge des peuplements forestiers affectés. En effet, les peuplements âgés sont considérés en équilibre par rapport à leur taux d'émissions et de captage de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), alors que les peuplements en croissance captent davantage de CO<sub>2</sub> qu'ils n'en émettent.

Deux situations de déboisement de l'emprise du pipeline sont considérées dans les scénarios, soit, aucun déboisement (transport par trains-blocs ou navires uniquement) ou le déboisement de l'emprise sur une largeur de 18 m (transport par pipeline) effectué sur une distance d'environ 108 km, correspondant à la longueur totale des secteurs forestiers présents sur l'emprise projetée.

Avec les scénarios alternatifs au pipeline, il n'y a aucun déboisement et il a été considéré que la forêt est en croissance et peut donc continuer à capter du CO<sub>2</sub> (Environnement Canada, 2005). Cependant, la construction du pipeline nécessitera le déboisement de l'emprise et la superficie forestière touchée de façon permanente est estimée à environ 190 ha. L'estimation des émissions liées au déboisement tient compte du déboisement, de l'utilisation du bois récolté et de la disposition des résidus forestiers.

### Émissions de GES

Selon l'utilisation, le bois récolté et les résidus forestiers peuvent être une source d'émissions de GES plus ou moins étalée dans le temps. Il a été considéré que la moitié du volume de biomasse aérienne se décomposera au sol en 10 ans et que l'autre moitié (tiges marchandes) libérera son carbone en 20 ans.

Pour l'estimation des émissions liées au déboisement, le poids du bois a d'abord été évalué à partir d'un volume de 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> et d'une densité moyenne de 0,51 t m<sup>-3</sup> (0,4 TMA m<sup>-3</sup> pour les résineux et 0,62 TMA m<sup>-3</sup> pour les feuillus). Le poids de bois coupé a ainsi été estimé à 19 920 t pour 190 ha de forêt coupée. Par la suite, la quantité de carbone dans la biomasse forestière a été estimée de la façon suivante :

Quantité de C = BF x fraction de C

où

Quantité de C	= Émission de C (t C an <sup>-1</sup> )
BF	= Quantité de biomasse forestière (t)
Fraction de C	= Fraction de C de la biomasse (0,5)

La quantité de carbone est donc de :

Quantité de C pour 190 ha : 9 960 t C

Cette quantité de carbone a été convertie en équivalent CO<sub>2</sub> en divisant par 0,273 (27,3 % de C dans une molécule de CO<sub>2</sub>) :

Quantité de CO<sub>2</sub> pour 190 ha : 36 483 t CO<sub>2</sub>

Les quantités annuelles de CO<sub>2</sub> émises sur 10 ans et 20 ans respectivement sont évaluées à :

Émissions de CO <sub>2</sub> 10 ans :	3 648 t CO <sub>2</sub> an <sup>-1</sup>
Émissions de CO <sub>2</sub> 20 ans :	1 824 t CO <sub>2</sub> an <sup>-1</sup>

Les émissions annuelles directement liées au déboisement sont estimées à 5 473 t CO<sub>2</sub> an<sup>-1</sup> pour les dix premières années suivant la construction (3 648 t an<sup>-1</sup> sur 10 ans et 1 824 t an<sup>-1</sup> sur 20 ans).

## Séquestration de CO<sub>2</sub>

La forêt en croissance connaît une augmentation annuelle de sa biomasse se traduisant par une séquestration de carbone. Environnement Canada (2005) évalue la séquestration annuelle du carbone dans la biomasse forestière selon l'équation suivante :

$$\text{Absorption de C} = A \times \text{AAM} \times \text{FCEB} \times \text{fraction de C}$$

où

Absorptions de C	= Absorption de C (t C an <sup>-1</sup> )
A	= Aire de la forêt en croissance (ha)
AAM	= Accroissement annuel moyen (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> an <sup>-1</sup> )
FCEB	= Facteur de conversion/expansion de la biomasse (t dm m <sup>-3</sup> )
Fraction de C	= Fraction de C de la biomasse (0,5)

L'accroissement annuel moyen pour la forêt en croissance dans la région forestière Grands Lacs/Saint Laurent, est de l'ordre de 1,821 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup>, alors que le facteur FCEB est de l'ordre de 0,9745 t dm m<sup>-3</sup> vert pour cette même région (Environnement Canada, 2004, tableau A6-1).

En appliquant l'équation aux superficies visées lorsqu'il n'y a pas de déboisement (190 ha), la séquestration annuelle de carbone serait la suivante :

$$\text{Séquestration annuelle de carbone pour 190 ha} : 173 \text{ t C an}^{-1}$$

Cette séquestration annuelle de carbone a ensuite été convertie en équivalent CO<sub>2</sub> en divisant par 0,273 (27,3 % de C dans une molécule de CO<sub>2</sub>) :

$$\text{Captage annuel de CO}_2 \text{ pour 190 ha} : 635 \text{ t CO}_2 \text{ an}^{-1}$$

## **Émissions des sols forestiers convertis en prairie**

Le déboisement permanent d'une partie de l'emprise implique une minéralisation de la matière organique du sol et des émissions de CO<sub>2</sub>. Une estimation des émissions provenant des sols convertis à un usage autre que forestier a donc été réalisée. Elle tient compte de la minéralisation de la matière organique dans les premiers 30 cm de sol pour les superficies qui seront converties en prairie.

Le déboisement de sols forestiers, c'est-à-dire la conversion vers l'agriculture ou le pâturage, peut générer des émissions de CO<sub>2</sub> et de N<sub>2</sub>O lors de la minéralisation de la matière organique et de l'azote du sol (GIEC, 2003). Toutefois, dans le cas présent, il est considéré que la totalité des superficies déboisées sera réensemencée en prairie puis laissée à elle-même, avec des interventions occasionnelles pour le contrôle des arbres. Ainsi, en milieu forestier, la végétation sur l'emprise du pipeline évoluera vers une friche herbacée. Dans ces conditions, seul le CO<sub>2</sub> est à considérer et la perte de carbone organique sera moins importante que dans le cas d'un usage agricole intensif (GIEC, 2003).

Pour l'estimation des émissions de CO<sub>2</sub>, la méthode de niveau 1 (tier 1) de GIEC (2003) a été retenue. Cette méthode considère l'évolution de la teneur en carbone organique des sols (C<sub>org-s</sub>) sur une période de 20 ans. Par contre, les résultats sont rapportés sur une base d'émissions annuelles. Trois facteurs d'évolution basés sur des pratiques de gestion des sols (Land use-F<sub>LU</sub>, Management-F<sub>MG</sub> et Input-F<sub>I</sub>) sont appliqués au stock de C<sub>org-s</sub>. Certaines pratiques auront pour effet de réduire ce stock, alors que d'autres permettront de l'augmenter, et ce, de façon progressive (20 ans). Ces facteurs de GIEC (2003) tiennent compte également du type de climat.

Pour le présent exercice, le stock initial de C<sub>org-s</sub> dans l'horizon 0-30 cm des sols forestiers (climat tempéré humide et podzols) a été établi à 115 t ha<sup>-1</sup> 30 cm<sup>-1</sup>. Les facteurs d'évolution (F<sub>LU</sub>, F<sub>MG</sub> et F<sub>I</sub>) du C<sub>org-s</sub> dans les sols forestiers sont tous fixés à 1 par défaut. Ainsi, avant la conversion de ces sols en prairie, il est considéré qu'il n'y a pas eu de changement dans le stock de C<sub>org-s</sub>.

Une fois la conversion en prairie réalisée, un facteur F<sub>MG</sub> de 0,97 a été retenu puisqu'il y a eu perturbation du sol, et qu'une prairie aura été implantée dans de bonnes conditions et qu'elle ne subira pas d'usage intensif. Les deux autres facteurs ont été fixés à 1. La perte annuelle de C<sub>org-s</sub> suite à la conversion des sols forestiers en prairie est donc estimée comme suit pour 190 ha :

$$[(C_{org-s} \text{ (prairie)} \times F_{MG} - C_{org-s} \text{ (forêt)})/20 \text{ ans}] \times \text{superficie affectée} = \text{perte annuelle}$$

$$[(t \text{ ha}^{-1}) \text{ an}^{-1}] \times \text{ha}^{-1} = t \text{ an}^{-1}$$

$$[(115 t \text{ ha}^{-1} - 115 t \text{ ha}^{-1} \times 0,97) / 20\text{ans}] \times 190 \text{ ha} = 33 t C_{org-s} \text{ an}^{-1}$$

Cette perte annuelle de C<sub>org-s</sub> a ensuite été convertie en émissions annuelles de CO<sub>2</sub> en divisant par 0,273 (27,3 % de C dans une molécule de CO<sub>2</sub>) :

$$\text{Émissions sur 190 ha : } 120 t \text{ CO}_2 \text{ an}^{-1}$$

## Construction du pipeline

Les émissions qui seront produites lors des activités de construction du pipeline ont été estimées à partir de la consommation en carburant des divers équipements motorisés qui seront requis. À cette consommation, sont appliqués les coefficients d'émission pour chacun des trois gaz retenus. La méthodologie suivie est similaire à celle qui a été utilisée pour l'estimation des émissions liées au mode de transport.

Dans un premier temps, le nombre et le type d'équipements susceptibles d'être utilisés lors de la construction ont été déterminés. L'exercice a été réalisé pour la moitié du tracé considérant que ce sont les mêmes équipements qui seront utilisés pour l'autre moitié. À partir de la puissance des moteurs et des régimes d'opération habituels, les consommations de carburant ont été établies en consultant les fiches techniques des fabricants.

Les coefficients d'émissions utilisés sont ceux d'Environnement Canada (2005) pour les sources de combustion mobiles (tableau A13-5). À l'exception des automobiles et camionnettes, il a été considéré que les systèmes antipollution des moteurs présentent une efficacité moyenne. Le tableau 2 présente la série d'équipements ainsi que les données et coefficients considérés. Les émissions totales en équivalent CO<sub>2</sub> seront le double de celles présentées au tableau 2, soit environ 15 200 t éq. CO<sub>2</sub> an<sup>-1</sup>.

### **Bilan et comparaison des émissions**

Le bilan des émissions et la comparaison entre les scénarios de transport considèrent les émissions ou la séquestration de carbone par le milieu forestier (biomasse et sol). Les émissions de GES associées au pipeline varieront au cours des 20 premières années. Par la suite, elles seraient stables et correspondraient aux émissions estimées pour le transport seulement, soit l'opération proprement dite du pipeline. Le tableau 3 présente le bilan réalisé.

## Références

1. ACFC et Environnement Canada, 2003. *Programme de surveillance des émissions des locomotives - 2002*. Association des chemins de fer du Canada et Environnement Canada, à l'intention de la Direction des systèmes de transport, Direction générale de la prévention de la pollution atmosphérique. Environnement Canada, Série de la Protection de l'Environnement ; SPE 2/TS/17, décembre 2003.
2. Environnement Canada, 2004. *Inventaire canadien des gaz à effet de serre 1990-2002*. Environnement Canada, Division des gaz à effet de serre. Août 2004.
3. Environnement Canada, 2005. *Inventaire canadien des gaz à effet de serre 1990-2003*. Environnement Canada, Division des gaz à effet de serre. Avril 2005.
4. GIEC, 1996. Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Groupe international d'experts sur l'évolution du climat.
5. GIEC, 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change. National Greenhouse Gas Inventories Program, Technical Support Unit. Institute for Global Environmental Strategies.
6. Sodes, 2000. Étude comparative des impacts environnementaux des modes de transport de marchandises dans l'axe du Saint-Laurent. Société de développement économique du Saint-Laurent. Étude réalisée dans le cadre de l'entente Canada-Québec du Plan d'action Saint-Laurent Vision 2000-III, Comité de concertation Navigation. Novembre 2000.