Transports Canada

GUIDE DE L'UTILISATEUR DU CALCULATEUR D'ÉMISSIONS LIÉES AU TRANSPORT URBAIN (CELTU)

VERSION DÉFINITIVE

Avril 2008

IBI GROUP

TABLE DES MATIÈRES

1. GUIDE RAPIDE 1

Données d'entrée sur le scénario 1
Données d'entrée sur les véhicules 1
Résultats 2

2. APERÇU DE L'OUTIL 3

2.1 Qu'est le CELTU? 3
2.2 À quoi le CELTU peut-il servir? 3
2.3 Quels sont les types de véhicules et de motorisation considérés? 4
2.4 Quelles sont les données d'entrée principales? 5
2.5 Quelles sont les principales sources de données? 6
2.6 Comment puis-je adapter le CELTU aux conditions locales? 7
2.7 Comment le CELTU a-t-il été mis à niveau? 8

3. DONNÉES D'ENTRÉE 10

3.1 Données d'entrée de scénario 10

Entrer le nom du scénario 10
Sélectionner l'année d'évaluation 10
Sélectionner la province ou le territoire 10

3.2 Véhicules personnels 10

Entrer les véhicules-kilomètres parcourus par les LDPV 10
Modifier les facteurs d'extension (véhicules personnels) 11
Entrer les pourcentages de kilomètres de conduite en ville et sur route 11
Entrer la ventilation du parc de LDPV 11
Entrer la ventilation du parc de véhicules à passagers par type de motorisation 11

3.3 Véhicules utilitaires 12

Entrer les véhicules-kilomètres parcourus par les véhicules utilitaires 12
Modifier les facteurs d'extension (véhicules utilitaires) 12
Entrer les pourcentages de kilomètres de conduite en ville et sur route 12

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

Entrer la ventilation du parc de véhicules utilitaires par type de motorisation 13

3.4 Véhicules de transport en commun 13

Entrer les véhicules-kilomètres parcourus par les autobus 13

Entrer les pourcentages des autobus-kilomètres parcourus en ville et sur route 13

Entrer les voyageurs-kilomètres parcourus par les véhicules ferroviaires 13

Préciser la période de temps correspondant aux données d'activité saisies 14

Modifier les facteurs d'extension (transport en commun) 14

Entrer la ventilation du parc d'autobus par type de motorisation 14

4. FACTEURS D'ÉMISSION 15

4.1 Rendement énergétique 15

Rendement énergétique des véhicules routiers classiques 16

Rendement énergétique des véhicules routiers à technologie de substitution 17

Rendement énergétique des trolleybus et des véhicules ferroviaires 19

4.2 Facteurs d'émission de gaz à effet de serre 19

4.3 Facteurs d'émission des principaux contaminants atmosphériques 22

5. RÉSULTATS 24

Émissions de GES et de PCA 24

Circulation annuelle 24

6. GLOSSAIRE 25

1. GUIDE RAPIDE

Le Calculateur d'émissions liées au transport urbain (CELTU) est un outil convivial pour estimer les émissions annuelles des gaz à effet de serre (GES) et des principaux polluants atmosphériques provenant des véhicules personnels, utilitaires et de transport en commun dans un contexte urbain.

Le CELTU est très facile à utiliser et le Guide rapide décrit les étapes de base à franchir pour obtenir rapidement des résultats. La qualité des estimations des émissions dépendra de la qualité des données d'entrée et de la capacité d'adapter les valeurs par défaut aux conditions locales. Pour un examen plus détaillé des données d'entrée, des données sous-jacentes, des calculs et des hypothèses, veuillez vous reporter aux autres sections du présent guide.

Exécuter un scénario comprend trois tâches principales : 1) **données d'entrée sur le scénario**, 2) **données d'entrée sur les véhicules**, 3) **résultats**. Ces tâches comprennent les 12 étapes de base décrites ci-dessous. Les étapes facultatives sont indiquées.

DONNÉES D'ENTRÉE SUR LE SCÉNARIO

1. **Entrer le nom du scénario (facultatif) :** L'entrée de noms de scénario significatifs (p. ex., Mise en œuvre complète de services d'autobus express) facilitera le suivi de scénarios multiples.

2. **Sélectionner l'année d'évaluation** : Cette sélection influe sur les résultats puisqu'on s'attend à ce que le rendement énergétique des véhicules et d'autres facteurs d'émission s'améliorent à l'avenir.

3. **Sélectionner la province ou le territoire** : Cette sélection permet au CELTU de prendre en considération la proportion d'automobiles et de camions légers et l'intensité différente des GES liée à la production d'électricité observées dans la province ou le territoire.

4. **Passer à l'écran des données d'entrée sur les véhicules** : Cliquez sur le bouton « Soumettre et passer aux véhicules personnels ».

DONNÉES D'ENTRÉE SUR LES VÉHICULES

Les données d'entrée sur les véhicules se répartissent sur trois écrans : les véhicules personnels, utilitaires et de transport en commun. Chaque écran possède à peu près la même structure.

5. **Entrer les kilomètres parcourus** : La donnée d'entrée principale est le nombre de véhicules-kilomètres parcourus (VKT) dans le cas des véhicules routiers et le nombre de voyageurs-kilomètres parcourus (PKT) dans le cas des véhicules ferroviaires.

6. **Préciser la période au cours de laquelle les kilomètres parcourus ont été mesurés** : Les VKP ou les PKT peuvent être inscrits comme des totaux pour une heure de pointe de jour de semaine, un jour de semaine moyen ou une période annuelle.

7. **Modifier les facteurs d'extension (facultatif)** : Les facteurs d'extension servent à convertir les données de circulation saisies en valeurs annuelles. Les utilisateurs sont encouragés à adapter les facteurs d'extension aux conditions locales. Les valeurs par

défaut reposent généralement sur les résultats provenant de grandes régions urbaines.

8. **Entrer les conditions de conduite (facultatif)** : La proportion de la conduite en ville, discontinue, et de la conduite sur route, fluide, sert à estimer le rendement énergétique. Les valeurs par défaut reposent généralement sur les résultats provenant de grandes zones urbaines.

9. **Préciser la répartition du parc (facultatif)** : Les véhicules dont la motorisation diffère fonctionnent à des carburants différents dont le rendement diffère. Pour chaque type de véhicule, répartissez le parc de véhicules selon le type de motorisation . Les valeurs par défaut sont basées sur les caractéristiques du parc national.

10. **Passer aux résultats ou au prochain écran de données d'entrée sur les véhicules** : Cliquez sur le bouton approprié pour passer aux résultats ou au prochain écran de données d'entrées sur les véhicules.

RÉSULTATS

Les résultats sont affichés en trois tableaux : Émissions annuelles de gaz à effet de serre, Émissions annuelles des principaux contaminants atmosphériques et Kilométrage annuel[BT1]. Veuillez noter que les unités de chaque tableau varient en fonction de la taille des nombres.

11. **Examen des résultats** : Le CELTU ne sauvegarde pas les scénarios. Veuillez copier la page des résultats dans Excel afin de les sauvegarder et d'en effectuer une analyse plus approfondie, si vous le souhaitez.

12. **Modifier le scénario actuel ou recommencer** : Cliquez sur le bouton approprié afin de revenir à la feuille des données d'entrée sur le scénario et apportez-y des modifications, ou effacez le scénario et recommencez. Vous pouvez aussi utiliser les boutons sous forme d'onglets situés au haut de l'écran pour passer à toute feuille d'entrée de données et y apporter des modifications.

2. APERÇU DE L'OUTIL

2.1 Qu'est le CELTU?

Le Calculateur d'émissions liées au transport urbain (CELTU) est un outil convivial pour l'estimation des émissions annuelles des véhicules personnels, utilitaires et de transport en commun. Le CELTU évalue :

- Les émissions annuelles de gaz à effet de serre (GES) provenant de l'exploitation des véhicules;
- Les émissions annuelles des principaux contaminants atmosphériques (PCA) provenant de l'exploitation des véhicules;
- Les émissions annuelles de gaz à effet de serre (GES) en amont provenant de la production, du raffinage et du transport des carburants de transport, ainsi que de la production de l'électricité utilisée par les véhicules électriques.

Le CELTU a été créé pour aider le secteur des transports à réduire les émissions de gaz à effet de serre et d'autres émissions des transports urbains. La clientèle cible de cet outil comprend les responsables des transports et de l'aménagement du territoire, les universitaires et d'autres experts en transports, les fournisseurs de services de transport urbain et les gestionnaires de parcs automobiles privés et publics.

2.2 À quoi le CELTU peut-il servir?

Le CELTU peut servir à estimer les émissions des transports urbains dans quantité de contextes comprenant divers types de véhicules (c.-à-d. des véhicules personnels, utilitaires et de transport en commun), divers types de motorisation (p. ex., le véhicule à essence, diesel, hybride, à éthanol, au biodiesel) et divers horizons de planification (2006 à 2031). Voici des exemples d'utilisation :

- Déterminer un niveau de base des émissions annuelles de GES et de PCA provenant du transport des voyageurs dans une zone urbaine;
- Prévoir les émissions annuelles de GES et de PCA provenant du transport des voyageurs dans une zone urbaine pour des années ultérieures (c.-à-d. 2011, 2016, 2021, 2026 et 2031);
- Évaluer les répercussions des émissions d'un projet de transport en commun donné (p. ex. une nouvelle voie de transport rapide);
- Évaluer les répercussions que la conversion d'une partie d'un parc d'utilitaires ou de véhicules de transport en commun à une motorisation de substitution (autobus diesels hybrides ou au gaz naturel, camions au biodiesel, etc.) aurait sur les émissions.

Comme il en est discuté ci-après, le CELTU estime les émissions d'après les données sur les activités de transport (p. ex., les véhicules-kilomètres parcourus). Sans données d'activité, il ne peut pas prédire les répercussions que divers aménagements du territoire ou d'autres stratégies de réduction des émissions (p. ex., le covoiturage) auraient sur les émissions.

2.3 Quels sont les types de véhicules et de motorisation considérés?

Le CELTU permet d'estimer les émissions de GES et de PCA des véhicules suivants :

- **Véhicules légers à passagers (LDPV)** – Automobiles et camions légers qui servent au transport de personnes et dont le poids nominal brut du véhicule (PNBV) est inférieur à 6 000 lb;
- **Véhicules utilitaires légers (LDCV)** – Camions utilitaires dont le PNBV est inférieur à 8 000 lb (p. ex., une camionnette);
- **Véhicules utilitaires moyens (MDCV)** – Camions utilitaires dont le PNBV est de 8 000 à 33 000 lb (p. ex., un fourgon);
- **Véhicules utilitaires lourds (HDCV)** - Camions utilitaires dont le PNBV dépasse 33 000 lb (p. ex., une semi-remorque);
- **Autobus de transport en commun (BUS)** – Autobus servant au transport en commun;
- **Trolleybus de transport en commun (TB)** – Autobus de transport en commun connecté à un réseau électrique (alimenté en électricité par caténaire);
- **Matériel ferroviaire léger (LR)** – Matériel ferroviaire léger de transport en commun fonctionnant à l'électricité ou au carburant diesel, telle qu'un tramway à traction électrique ou le O-Train d'Ottawa;
- **Métro (SM)** – Métro fonctionnant à l'électricité;
- **Matériel ferroviaire lourd (HR) [diesel]** – Matériel ferroviaire de banlieue à moteur diesel.

Le CELTU examine également les incidences des nouvelles technologies et des carburants de substitution sur les véhicules routiers. Les combinaisons véhicule-technologie considérées dans le cas des véhicules routiers figurent dans le tableau suivant.

Tableau 2-1 : Combinaisons véhicule- technologie considérées

Technologie	Véhicule				
	LDPV	LDCV	MDCV	HDCV	BUS
Essence (E)	♦	♦	♦	♦	♦
Diesel (D)	♦	♦	♦	♦	♦
Propane (P)	♦	♦	♦	♦	♦
Gaz naturel comprimé (CNG)	♦	♦	♦	♦	♦
Gaz naturel liquéfié (LNG)			♦	♦	♦
Éthanol (E10)	♦	♦			
Éthanol (E85)	♦	♦			
Méthanol (M85)	♦	♦			
Éthanol-diesel (ED10)			♦	♦	♦
Biodiesel (B100)			♦	♦	♦
Hybride (HYB)	♦	♦			♦
Hybride électrique rechargeable (PHEV)[1]	♦	♦			
Véhicule électrique (EV)	♦	♦			
Pile à combustible (FC)	♦	♦			♦

1) Le véhicule hybride électrique rechargeable est présumé être un PHEV 50/50 (en d'autres termes, la batterie peut fournir de l'énergie pour 50 kilomètres de route, et le véhicule fonctionne à l'électricité sur 50 % du trajet).

2.4 Quelles sont les données d'entrée principales?

Les données d'entrée principales du CELTU sont les véhicules-kilomètres parcourus (VKT), pour les véhicules routiers, et les voyageurs-kilomètres parcourus (PKT), pour les véhicules ferroviaires. Ces chiffres peuvent être saisis sous forme de totaux pour une heure de pointe de jour de semaine, un jour de semaine moyen ou une période annuelle. Afin d'améliorer l'exactitude des résultats, il est recommandé à l'utilisateur de modifier les valeurs par défaut d'autres données d'entrée, telles les facteurs d'extension et la composition du parc, en fonction des conditions locales, mais cela n'est pas nécessaire pour faire fonctionner le CELTU.

Les principales données d'entrée sont résumées ci-dessous et décrites individuellement dans la section Données d'entrée.

- **Données d'activité** – Comme nous l'avons mentionné, la principale donnée d'entrée du CELTU est le nombre de VKT parcourus par les véhicules routiers et celui des PKT parcourus par les véhicules ferroviaires, qui peuvent être saisis sous forme de totaux pour l'heure de pointe d'un jour de semaine, un jour de semaine moyen ou une période annuelle.

- **Année d'évaluation** – L'utilisateur peut sélectionner une année d'évaluation correspondant à l'une des années du recensement quinquennal qui vont de 2006 à 2031. Les facteurs de rendement énergétique et d'émission devraient s'améliorer avec le temps, comme l'indique la section Facteurs d'émission.

- **Province ou territoire** – La province ou le territoire d'étude détermine la composition de véhicules légers par défaut et le facteur d'émission de GES provenant de la production d'électricité.

- **Facteurs d'extension** – Les facteurs d'extension convertissent les données d'activité en valeurs annuelles et ont une grande incidence sur les résultats finaux. Les valeurs par défaut reposent sur les données provenant d'une vaste région urbaine; il est cependant recommandé d'adapter ces valeurs aux conditions locales, si les données voulues sont disponibles. Des facteurs d'extension spécifiques sont fournis pour les véhicules personnels, utilitaires et de transport en commun pour refléter les déplacements différents de ces types de véhicules.

- **Conditions de conduite** – Pour les véhicules routiers, les utilisateurs peuvent modifier la proportion par défaut de la conduite en ville (c.-à-d. avec des démarrages et des arrêts fréquents et à une faible vitesse moyenne) et sur route (c.-à-d. en régime fluide à vitesse moyenne élevée). Le CELTU modifie le rendement énergétique selon les conditions de conduite.

- **Composition du parc** – La composition par défaut du parc routier repose sur les moyennes nationales. Les utilisateurs peuvent changer cette répartition et préciser la proportion de véhicules à carburant de substitution.

2.5 Quelles sont les principales sources de données?

Les données utilisées dans le CELTU proviennent de sources diverses, mais la composition sous-jacente du parc, le rendement énergétique, et les facteurs d'émission de GES et de PCA ont été extraits de trois sources principales :

- **Inventaire des émissions de gaz à effet de serre du Canada, Environnement Canada** – Environnement Canada a fourni des facteurs d'émission de GES à jour pour l'exploitation des véhicules classiques (c.-à-d. à essence ou à moteur diesel) avant la publication de l'inventaire des gaz à effet de serre de 1990-2006 (se reporter au http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/inventory_report/2005_report/tdm-toc_fra.cfm pour consulter le *Rapport d'inventaire national 1990-2005 : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada)*,

- **Résultats du modèle MOBILE 6.2C tirés de l'inventaire national des émissions des PCA, Environnement Canada** – Environnement Canada a exécuté le modèle MOBILE 6.2C[1] pour les années 1980 à 2030 à l'aide de données de parc nationales. Les résultats de ces exécutions ont fourni les facteurs d'émission des PCA et le rendement énergétique des véhicules routiers classiques utilisés dans le CELTU.

[1] MOBILE est un modèle élaboré par l'Environmental Protection Agency des États-Unis pour estimer la pollution provenant des véhicules routiers. Il calcule, en grammes par mille, les émissions d'hydrocarbures (HC), de monoxyde de carbone (CO), d'oxydes d'azote (NO_x), de dioxyde de carbone (CO_2), de particules (PM) et de toxiques atmosphériques des automobiles, camions, autobus et motocyclettes fonctionnant à l'essence, au carburant diesel ou au gaz naturel au cours des années civiles 1952 à 2050. C'est le modèle le plus réputé pour l'estimation des émissions des PCA provenant de sources routières. Il comprend plus de 25 classes de véhicules. La version la plus récente est MOBILE 6.2, qui a été adaptée par Environnement Canada aux conditions canadiennes sous le nom de MOBILE 6.2C.

- **GHGenius, Ressources naturelles Canada** – GHGenius est un outil Excel, élaboré pour Ressources naturelles Canada, qui est capable d'estimer les émissions des principaux gaz à effet de serre et polluants provenant de sources de combustion pendant leur durée de vie. GHGenius résume certaines des meilleures données disponibles sur les facteurs d'émission associés aux carburants classiques et aux carburants de substitution. Les facteurs d'émission de GES en amont pendant le cycle de tous les carburants ont été tirés de GHGenius en fonction de moyennes nationales. En outre, le rendement énergétique et les facteurs d'émission de GES et de PCA provenant de l'exploitation des véhicules à carburant de substitution ont été tirés de GHGenius (se reporter au http://www.ghgenius.ca/ pour accéder à l'outil et à toute la documentation complémentaire, en anglais).

2.6 Comment puis-je adapter le CELTU aux conditions locales?

Il y a plusieurs façons d'adapter le CELTU aux conditions locales, mais il faut bien connaître les caractéristiques des parcs et des déplacements et s'assurer de disposer de bonnes estimations des déplacements par classe de véhicule.

- **Modifier les facteurs d'extension** – Les facteurs d'extension sont employés pour convertir les données de circulation en valeurs annuelles. Leur adaptation aux conditions locales aura une incidence importante sur l'exactitude des résultats. Les facteurs d'extension par défaut tiennent compte des caractéristiques de la circulation dans une grande région urbaine (c.-à-d. celle du Grand Toronto). Les habitudes de déplacement dans la région à l'étude peuvent être nettement différentes. Il faut donc veiller à déterminer les facteurs appropriés (p. ex., si la vaste majorité des déplacements s'effectue au cours des périodes de pointe, le facteur d'extension « heure de pointe → quotidien » sera moins élevé).

- **Modifier les conditions de conduite** – Le degré de congestion et la proportion de circulation sur route dans la région à l'étude auront une incidence sur la proportion de la conduite discontinue en ville et de la conduite fluide sur route. Cela a un impact considérable sur le rendement énergétique, étant supposé que la conduite en ville nécessite 30 % de carburant de plus au kilomètre que la conduite sur route.

- **Modifier la proportion des automobiles et des camions légers dans le parc de véhicules légers à passagers** – Les véhicules légers à passagers sont un type de véhicule qui comprend de nombreuses classes, telles que les petites automobiles, les grandes automobiles, les véhicules utilitaires sport, les mini-fourgonnettes et les camionnettes. Afin de calculer plus exactement la consommation de carburant et les émissions, les véhicules légers à passagers sont subdivisés en automobiles et en camions. La proportion par défaut d'automobiles et de camions dans les LDPV est propre à la province ou au territoire, mais peut être adaptée davantage aux conditions locales.

- **Modifier la ventilation du parc de véhicules par type de motorisation** – L'utilisateur peut spécifier la répartition de chaque type de véhicule par type de motorisation (p. ex., essence, diesel, hybride, propane). Les valeurs par défaut représentent les caractéristiques du parc national.

Certains aspects du CELTU ne peuvent être modifiés, ce qui limite la capacité d'adapter cet outil aux conditions locales. Par exemple, les facteurs d'émission et le rendement énergétique par type de véhicule ne peuvent être modifiés et reposent sur des données de parc nationales, principalement en raison des limites des données. Cela pourrait entraîner de légères sous-estimations de la consommation de carburant et des émissions dans les provinces qui n'ont pas de

normes pour les véhicules en circulation (p. ex., le programme Air pur en Ontario) ou ont des parcs de véhicules plus anciens (p. ex., en Colombie-Britannique, où de nombreuses régions n'emploient pas de sel de voirie). De plus, les facteurs d'émission de GES en amont pendant le cycle de tous les carburants ont été tirés de GHGenius en fonction de moyennes nationales.

Dans l'ensemble, on s'attend à ce que le CELTU fournisse de bonnes estimations des émissions annuelles d'une région urbaine, pourvu que l'utilisateur puisse raisonnablement adapter les données d'entrée précitées aux conditions locales. Cependant, les estimations des émissions seront moins exactes si le parc examiné diffère sensiblement de la moyenne nationale (p. ex. un parc de camions dont tous les véhicules ont été achetés en une même année).

2.7 Comment le CELTU a-t-il été mis à niveau?

La première version du CELTU est devenue disponible au milieu de 2006. En raison de la croissance constante de l'ensemble des connaissances relatives à l'estimation des émissions, des commentaires reçus jusqu'à présent et du désir d'accroître la valeur de cet outil pour la clientèle cible, le CELTU a été mis à niveau. Voici les principales améliorations apportées :

- **Facteurs d'émission de GES et de PCA mis à jour** – Les facteurs d'émission de GES provenant de l'exploitation de véhicules ont été mis à jour afin de refléter les travaux les plus récents d'Environnement Canada. Les facteurs d'émission des PCA liés aux technologies des carburants de substitution ont été mis à jour selon les données les plus récentes résumées dans GHGenius. Les facteurs d'émission de GES en amont pendant le cycle des carburants ont été mis à jour selon les données les plus récentes résumées dans GHGenius. Les facteurs d'émission des PCA provenant des véhicules ferroviaires diesels ont été mis à jour d'après les travaux les plus récents que l'Association des chemins de fer du Canada a menés dans le cadre du *Programme de surveillance des émissions des locomotives*.

- **Rendement énergétique mis à jour** – La version précédente du CELTU prévoyait des améliorations limitées du rendement énergétique pour les 25 prochaines années en fonction des prévisions du modèle MOBILE 6.2C d'Environnement Canada. Le rendement énergétique a été modifié afin de refléter un taux d'amélioration annuel de 0,5 %, conformément aux projections de Ressources naturelles Canada (RNCan) dans *Perspectives des émissions du Canada* (http://www.nrcan.gc.ca/es/ceo/francais.htm).

- **Nouvelle interface utilisateur** – L'écran d'entrée des données a été simplifié et divisé en quatre sections : Données d'entrée de scénario, Véhicules personnels, Véhicules utilitaires, Véhicules de transport en commun. Les utilisateurs peuvent désormais entrer les données d'activité en termes d'heure de pointe ou de période quotidienne ou annuelle. De plus, afin de guider l'utilisateur, de brèves descriptions s'affichent en fenêtre contextuelle lorsqu'un utilisateur « fait glisser la souris sur » certaines données d'entrée.

- **Types de véhicules et de motorisation supplémentaires** – Afin d'offrir aux utilisateurs un plus grand nombre d'options, deux types de véhicules ont été ajoutés : véhicules utilitaires moyens et métros. En outre, trois types de motorisation ont été ajoutés : E-diesel (ED10), biodiesel (BD100) et véhicule hybride électrique rechargeable (PHEV).

- **Traitement modifié de la vitesse et des conditions de conduite** – Les utilisateurs n'ont plus besoin d'entrer la vitesse moyenne et la proportion de conduite par type de route. La saisie des conditions de conduite a été simplifiée; elle se limite à l'entrée de la proportion de conduite en ville et de conduite sur route. Cette modification a été effectuée afin de permettre une plus grande compatibilité avec GHGenius et une

meilleure estimation du rendement énergétique des véhicules à carburant de substitution. Il est aussi plus facile aux utilisateurs d’adapter les caractéristiques de conduite aux conditions locales.

3. DONNÉES D'ENTRÉE

3.1 Données d'entrée de scénario

ENTRER LE NOM DU SCÉNARIO

Le scénario peut être tout ce que vous voulez. Le choix de noms de scénario significatifs (p. ex., Mise en œuvre complète de services d'autobus express) aidera à conserver la mémoire de plusieurs scénarios. Veuillez noter que le CELTU ne sauvegarde pas les résultats de plusieurs scénarios.

SÉLECTIONNER L'ANNÉE D'ÉVALUATION

L'année d'évaluation affectera les résultats des émissions, car on s'attend à ce que le rendement énergétique des véhicules et d'autres facteurs d'émission s'améliorent à l'avenir. La nature de ces changements est abordée ci-après dans les sections Rendement énergétique, Facteurs d'émission de gaz à effet de serre et Facteurs d'émission des principaux contaminants atmosphériques. Les années d'évaluation correspondent aux années du recensement quinquennal qui vont de 2006 à 2031, car ce sont celles en fonction desquelles de nombreuses municipalités ont calibré leurs modèles de prévision de la demande de transport.

SÉLECTIONNER LA PROVINCE OU LE TERRITOIRE

La sélection de la province ou du territoire où se trouve la municipalité à l'étude permet au CELTU de tenir compte des diverses ventilations provinciales des véhicules légers à passagers (c.-à-d. la proportion d'automobiles et de camions légers), ainsi que l'intensité différente des GES associée à la production d'électricité dans chaque province. La version actuelle du CELTU ne modifie pas les facteurs d'émission des PCA en fonction de la province, car ils ne sont pas aisément disponibles.

3.2 Véhicules personnels

L'écran d'entrée des données sur les véhicules personnels accepte les données sur l'activité et le parc des véhicules légers à passagers. Ces derniers comprennent les voitures et les camions légers dont le PNBV est inférieur à 6 000 lb.

ENTRER LES VÉHICULES-KILOMÈTRES PARCOURUS PAR LES LDPV

Les véhicules-kilomètres parcourus (VKT) représentent la principale donnée d'entrée du CELTU; il faut veiller à entrer des chiffres exacts. S'il ne les connaît pas, l'utilisateur peut laisser ce champ à 0, et les émissions de cette classe de véhicule ne seront pas calculées.

En fonction des données disponibles, l'utilisateur peut entrer le nombre de VKT de l'heure de pointe, du jour de semaine moyen ou d'une période annuelle. Les modèles de la demande de transport, qui sont disponibles dans la majorité des grandes municipalités, fournissent des estimations du trafic d'heure de pointe. Sils ne fournissent pas de données sur les VKT, d'autres méthodes peuvent être utilisées. Par exemple, si des comptes de la circulation d'heure de pointe sont disponibles, leur multiplication par la longueur de route voulue donnera les VKT d'heure de pointe.

MODIFIER LES FACTEURS D'EXTENSION (VÉHICULES PERSONNELS)

Les facteurs d'extension servent à convertir les données de circulation en valeurs annuelles. Si l'utilisateur a indiqué que le nombre de VKT entré est quotidien ou annuel, les facteurs d'extension appropriés sont automatiquement mis à un.

Bien que les rapports entre l'heure de pointe et la circulation annuelle soient propres à chaque municipalité, les valeurs par défaut tiennent compte des caractéristiques de la circulation dans la région de Toronto, grande région urbaine, d'après les données du Sondage pour le système de transports de demain 2001. Les utilisateurs sont encouragés à adapter les facteurs d'extension aux conditions locales.

ENTRER LES POURCENTAGES DE KILOMÈTRES DE CONDUITE EN VILLE ET SUR ROUTE

Selon les cotes de consommation de carburant des nouveaux véhicules, la conduite discontinue en ville nécessite environ de 20 à 65 % de carburant de plus par kilomètre que la conduite fluide sur route (*Guide de consommation de carburant 2008*, Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles Canada, 2007). La proportion de conduite en ville et de conduite sur route sert à estimer le rendement énergétique des véhicules légers à passagers. Les valeurs par défaut indiquent qu'on s'attend à ce qu'un véhicule personnel circule le plus souvent dans des conditions urbaines.

ENTRER LA VENTILATION DU PARC DE LDPV

Les véhicules légers à passagers sont un type de véhicule qui comprend de nombreuses classes, telles que les petites automobiles, les grandes automobiles, les véhicules utilitaires sport, les mini-fourgonnettes et les camionnettes. Afin de permettre un calcul plus exact de la consommation de carburant et des émissions, les véhicules légers à passagers sont subdivisés en automobiles (LDPV-A) et en camions (LDPV-T). Les LDPV-T comprennent tous les véhicules personnels plus lourds, tels les véhicules utilitaires sport, les mini-fourgonnettes et les camionnettes. La proportion par défaut d'automobiles et de camions légers, propre à chaque province et territoire, a été déterminée à partir des données de 2005 que l'Office de l'efficacité énergétique a versées dans sa Base de données complète sur la consommation d'énergie, Secteur des transports (http://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/tableaux_complets/index.cfm?fuseaction=Selector.showTree&attr=0).

ENTRER LA VENTILATION DU PARC DE VÉHICULES À PASSAGERS PAR TYPE DE MOTORISATION

Le CELTU prévoit onze types de motorisation différents pour les véhicules légers à passagers, comme le montre le tableau 2-1 ci-dessus. Les utilisateurs peuvent sélectionner jusqu'à six types de motorisation de LDPV par scénario. On suppose que chaque véhicule d'un type donné parcourt la même distance chaque année, de sorte que la proportion des VKT parcourus par les véhicules de ce type avec un type de motorisation donné est réputée équivalente à celle des véhicules de ce type qui ont ce type de motorisation. La somme des pourcentages doit être égale à 100.

Les valeurs par défaut pour la ventilation du parc reposent sur les données nationales (VKT) fournies par type de véhicule par le modèle MOBILE 6.2C d'Environnement Canada. Les hypothèses relatives aux technologies des carburants de substitution sont définies ci-après lors de l'examen des facteurs d'émission.

3.3 Véhicules utilitaires

L'écran d'entrée des données sur les véhicules utilitaires accepte les données sur l'activité et le parc des véhicules utilitaires légers (camions dont le PNBV est inférieur à 8 000 lb), des véhicules utilitaires moyens (camions dont le PNBV est de 8 000 à 33 000 lb) et des véhicules utilitaires lourds (camions dont le PNBV dépasse 33 000 lb).

ENTRER LES VÉHICULES-KILOMÈTRES PARCOURUS PAR LES VÉHICULES UTILITAIRES

Les véhicules-kilomètres parcourus représentent la principale donnée d'entrée du CELTU; il faut veiller à entrer des chiffres exacts. S'il ne les connaît pas, l'utilisateur peut laisser ce champ à 0, et les émissions de cette classe de véhicule ne seront pas calculées.

Selon les données disponibles, l'utilisateur peut entrer le nombre de VKT de l'heure de pointe, du jour de semaine moyen ou d'une période annuelle. Les modèles de la demande de transport, disponibles dans la plupart des grandes municipalités, fournissent des estimations du trafic d'heure de pointe, mais ne tiennent peut-être pas compte des véhicules utilitaires. Si ces modèles ne fournissent pas de données sur les VKT, d'autres méthodes peuvent être utilisées, telles que le comptage au cordon ou la supposition que la circulation des véhicules utilitaires représente une certaine proportion de la circulation des véhicules à passagers. D'autre part, il se peut que les gestionnaires de parcs tiennent des dossiers sur la circulation quotidienne ou annuelle de leurs camions.

MODIFIER LES FACTEURS D'EXTENSION (VÉHICULES UTILITAIRES)

Les facteurs d'extension servent à convertir les données de circulation en valeurs annuelles. Si l'utilisateur a indiqué que le nombre de VKT entré est quotidien ou annuel, les facteurs d'extension appropriés sont automatiquement mis à un.

Les utilisateurs sont encouragés à adapter les facteurs d'extension aux conditions locales. La valeur par défaut du facteur d'extension « heure de pointe → quotidien » tient compte des caractéristiques de circulation de la région de Toronto, grande région urbaine, d'après les données du sondage de 2001 sur les véhicules utilitaires du ministère des Transports de l'Ontario (MTO) et la base de données de comptage au cordon du Groupe de gestion des données de l'Université de Toronto (qui sont aussi des comptages de 2001). Il s'agit d'une moyenne des facteurs d'extension correspondant à chaque type de véhicule utilitaire. D'après ces sources, le facteur d'extension « heure de pointe → quotidien » augmente avec la taille des camions (LCDV = 12, MDCV = 14,5, HDCV = 16) pour refléter le fait que la circulation des poids lourds se répartit plus également sur la journée. L'utilisateur peut ajuster la valeur par défaut de ce facteur d'extension s'il n'étudie qu'un ou deux types de véhicules utilitaires.

Le facteur d'extension « quotidien → annuel » repose sur les caractéristiques de déplacement des véhicules utilitaires.

ENTRER LES POURCENTAGES DE KILOMÈTRES DE CONDUITE EN VILLE ET SUR ROUTE

Les proportions de la conduite en ville et sur route servent à estimer le rendement énergétique des véhicules utilitaires. Les valeurs par défaut reflètent le fait que la distance moyenne des déplacements augmente avec la taille des véhicules et qu'une proportion plus grande de la conduite a donc tendance à se produire dans des conditions de circulation fluide, sur route.

ENTRER LA VENTILATION DU PARC DE VÉHICULES UTILITAIRES PAR TYPE DE MOTORISATION

Le CELTU prévoit onze types de motorisation différents pour les véhicules utilitaires légers et sept pour les véhicules utilitaires moyens et lourds, comme l'indique le tableau 2-1 ci-dessus. Les utilisateurs peuvent sélectionner jusqu'à quatre types de motorisation par type de véhicule. On suppose que chaque véhicule d'un type donné parcourt la même distance chaque année, de sorte que la proportion des VKT parcourus par les véhicules de ce type avec un type de motorisation donné est réputée équivalente à celle des véhicules de ce type qui ont ce type de motorisation. La somme des pourcentages doit être égale à 100.

Les valeurs par défaut pour la ventilation du parc reposent sur les données nationales (VKT) fournies par type de véhicule par le modèle MOBILE 6.2C d'Environnement Canada. Les hypothèses relatives aux technologies des carburants de substitution sont définies ci-après lors de l'examen des facteurs d'émission.

3.4 Véhicules de transport en commun

L'écran d'entrée des données sur les véhicules de transport en commun accepte les données sur l'activité des autobus, des trolleybus et des véhicules ferroviaires (matériel ferroviaire léger, métro et matériel ferroviaire lourd).

Le terme **autobus** désigne les autobus standard de transport en commun de 40 pieds. Le terme **trolleybus** désigne les autobus de transport en commun connectés à un réseau électrique (alimenté en électricité par caténaire), comme ceux qui sont en service à Vancouver. Le **matériel ferroviaire léger** est habituellement alimenté en électricité au moyen de lignes aériennes, tels les tramways de Toronto, bien qu'il puisse être à moteur diesel (p. ex., le O-Train d'Ottawa). Le **métro** est un matériel ferroviaire lourd à traction électrique qui circule habituellement sur un réseau souterrain. Dans cette application, le terme **matériel ferroviaire lourd** désigne le matériel ferroviaire de banlieue à traction diesel.

ENTRER LES VÉHICULES-KILOMÈTRES PARCOURUS PAR LES AUTOBUS

Les véhicules-kilomètres parcourus représentent la principale donnée d'entrée du CELTU pour les autobus; il faut veiller à entrer des chiffres exacts. S'il ne les connaît pas, l'utilisateur peut laisser ce champ à 0, et les émissions des bus et des trolleybus ne seront pas calculées.

ENTRER LES POURCENTAGES DES AUTOBUS-KILOMÈTRES PARCOURUS EN VILLE ET SUR ROUTE

La proportion de la conduite en ville et de la conduite sur route sert à estimer le rendement énergétique des autobus à moteur à combustion interne (c.-à-d. pas celui des trolleybus). Les valeurs par défaut indiquent qu'on s'attend à ce que les autobus circulent toujours dans des conditions urbaines.

ENTRER LES VOYAGEURS-KILOMÈTRES PARCOURUS PAR LES VÉHICULES FERROVIAIRES

Les voyageurs-kilomètres parcourus représentent la principale donnée d'entrée du CELTU pour les véhicules ferroviaires, car cette mesure est un meilleur indice de la consommation énergétique du matériel ferroviaire en raison de la variabilité de la taille de ce matériel (c.-à-d. le nombre de voitures). Il faut veiller à entrer des chiffres exacts. Si les véhicules ferroviaires ne présentent aucun intérêt dans l'analyse, l'utilisateur peut ne rien inscrire dans les champs correspondants, et les émissions de ces véhicules ne seront pas calculées.

PRÉCISER LA PÉRIODE DE TEMPS CORRESPONDANT AUX DONNÉES D'ACTIVITÉ SAISIES

En fonction des données disponibles, l'utilisateur peut entrer le nombre de VKT et de PKT de l'heure de pointe, du jour de semaine moyen ou d'une période annuelle. Les modèles de la demande de transport, qui sont disponibles dans la majorité des grandes municipalités, fournissent des estimations du trafic d'heure de pointe. S'ils ne fournissent pas de données sur les VKT, d'autres méthodes peuvent être utilisées. Par exemple, il se peut que l'organisme de transport en commun recueille des données quotidiennes ou annuelles.

MODIFIER LES FACTEURS D'EXTENSION (TRANSPORT EN COMMUN)

Les facteurs d'extension servent à convertir les données de circulation en valeurs annuelles. Si l'utilisateur a indiqué que les VKT et PKT saisis sont quotidiens ou annuels, les facteurs d'extension appropriés sont automatiquement mis à un.

Les utilisateurs sont encouragés à adapter les facteurs d'extension aux conditions locales. Comparativement aux véhicules personnels et utilitaires, les véhicules de transport en commun assurent la plus grande proportion de leur desserte quotidienne, en VKT, à l'heure de pointe, lorsque la demande de transport en commun est la plus élevée.

La valeur par défaut du facteur d'extension « heure de pointe → quotidien » tient compte des caractéristiques de circulation de la région de Toronto, grande région urbaine, d'après les données du Sondage pour le système de transports de demain 2001. La valeur par défaut représente un facteur d'extension approprié pour les autobus, la matériel ferroviaire léger et les métros qui sont utilisés régulièrement durant la journée.

Un facteur d'extension « heure de pointe → quotidien » inférieur serait approprié pour le matériel ferroviaire de banlieue, étant donné que ce dernier assure surtout le trafic de navetteurs aux heures de pointe. Pour les trains de banlieue de la région de Toronto, ce facteur d'extension est estimé à 4,5 d'après les donnés du Sondage pour le système de transports de demain 2001.

Le facteur d'extension « quotidien → annuel » repose sur les caractéristiques de déplacement des usagers des transports en commun.

ENTRER LA VENTILATION DU PARC D'AUTOBUS PAR TYPE DE MOTORISATION

Le CELTU prévoit neuf types de motorisation différents pour les autobus (trolleybus non inclus), comme l'indique le tableau 2-1 ci-dessus. Les utilisateurs peuvent sélectionner jusqu'à quatre types de motorisation par scénario. On suppose que chaque véhicule d'un type donné parcourt la même distance chaque année, de sorte que la proportion des VKT parcourus par les véhicules de ce type avec un type de motorisation donné est réputée équivalente à celle des véhicules de ce type qui ont ce type de motorisation. La somme des pourcentages doit être égale à 100.

Les hypothèses relatives aux technologies des carburants de substitution sont définies lors de l'examen des facteurs d'émission.

4. FACTEURS D'ÉMISSION

Des facteurs servent à calculer la consommation de carburant, les émissions de GES et celles des PCA à l'aide de données annuelles sur les déplacements des véhicules. L'établissement et l'utilisation de ces facteurs sont abordés ci-après.

D'abord, un point qui influe sur le calcul de tous les facteurs est la classification des véhicules. Elle varie d'ordinaire selon les sources. Tel est le cas des classifications utilisées par Environnement Canada dans ses rapports sur les GES et les PCA, qui sont les sources d'une grande partie des données du CELTU. Le tableau 4-1 montre le rapport entre les classifications de véhicules de l'inventaire des GES et du modèle Mobile 6.2C et la manière dont elles ont été employées pour déterminer les facteurs d'émission correspondant aux types de véhicules du CELTU.

Tableau 4-1 : Classification des véhicules selon la source de données

CELTU	Inventaire des GES d'Environnement Canada	MOBILE 6.2C
LDPV-A	LDGA	LDGV
	LDDA	LDDV
LDPV-T	LDGT	LDGT1
		LDGT2
	LDDT	LDDT12
LDCV	LDGT	LDGT3
		LDGT4
	LDDT	LDDT12
		LDDT34
MDCV	HDGV	HDGV2B
		HDGV3
		HDGV4
		HDGV5
		HDGV6
		HDGV7
	HDDV	HDDV2B
		HDDV3
		HDDV4
		HDDV5
		HDDV6
		HDDV7
HDCV	HDGV	HDGV8A
		HDGV8B
	HDDV	HDDV8A
		HDDV8B
Autobus urbain	HDGV	GAS BUS
	HDDV	URB BUS
TB	S/O	S/O
LR-E	S/O	S/O
SM	S/O	S/O
LR-D	Transport ferroviaire au diesel	S/O
HR	Transport ferroviaire au diesel	S/O

4.1 Rendement énergétique

Les facteurs de rendement énergétique servent à déterminer la consommation de carburant d'après le trafic annuel exprimé en VKT et en PKT. Cette consommation de carburant sert à

calculer les émissions de GES directes et indirectes. Les émissions des PCA sont estimées directement à partir des VKT et des PKT.

Le rendement énergétique est exprimé en L/100 km pour la plupart des types de technologie, avec quelques variations, comme le montre le tableau suivant.

Tableau 4-2 : Unités de rendement énergétique de référence par type de motorisation

Type de motorisation	Unités de rendement énergétique
Type non spécifié ci-après	L/ 100 km
Gaz naturel comprimé	m^3/100 km
Véhicule électrique	MJ/100 km
Véhicule hybride électrique rechargeable	MJ/100 km
Trolleybus	MJ/100 km
Matériel ferroviaire léger (électrique)	MJ/100 voy.-km
Matériel ferroviaire léger (diesel)	L/100 voy.-km
Métro (électrique)	MJ/100 km
Matériel ferroviaire lourd (diesel)	L/100 voy.-km

Les rendements énergétiques moyens sont des moyennes pondérées des facteurs de rendement énergétique en ville et sur route fondées sur la proportion entrée des kilomètres parcourus en ville et sur route. La façon de déterminer les facteurs de rendement énergétique en ville et sur route pour chaque type de véhicule, type de motorisation et année d'horizon est exposée ci-après.

RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE DES VÉHICULES ROUTIERS CLASSIQUES

Les rendements énergétiques de référence des véhicules à essence et à moteur diesel à chaque année de prévision ont été déterminés en fonction des valeurs provenant des prévisions du modèle MOBILE 6.2C d'Environnement Canada. Ils tiennent compte de la composition du parc national selon l'âge et la classe des véhicules. Étant donné que des VKT ont été fournis pour chacune des 27 classes de véhicules du modèle MOBILE 6.2C considérées, on a pu calculer le rendement énergétique de chaque type de véhicule du CELTU en faisant la moyenne pondérée du rendement des classes de véhicules correspondantes du modèle MOBILE 6.2C indiquées au tableau 4-1.

Selon les prévisions du modèle MOBILE 6.2C d'Environnement Canada, l'amélioration du rendement énergétique ne sera que marginale. Étant donné que des améliorations supérieures sont prévues, les rendements énergétiques prévus par MOBILE 6.2C pour les LDPV, les LDCV, les MDCV, les HDCV et les BUS ont été ajustés en fonction d'un facteur d'amélioration annuelle de 0,5 %. Ce facteur est le taux minimal d'amélioration du rendement énergétique que RNCan prédit dans ses *Perspectives des émissions*, selon lesquelles le rendement énergétique de la plupart des types de véhicules s'améliorera de 0,5 à 1 % par année.

Il fallait apporter une autre modification aux chiffres de rendement énergétique fournis par le modèle MOBILE 6.2C afin d'estimer le rendement énergétique de chaque classe de véhicule en ville et sur route. Le processus comportait deux étapes :

1. **Déterminer les conditions de conduite sur lesquelles reposent les résultats du modèle MOBILE 6.2C** : En élaborant la version canadienne du modèle MOBILE 6.2, le modèle MOBILE 6.2C, Environnement Canada a commandé une étude (*Estimation des vitesses moyennes pour la prévision des émissions avec MOBILE6C*, 2003) afin d'élaborer les profils de vitesse qui seraient entrés dans le modèle. Cette étude a permis d'élaborer un profil national de vitesse en fonction des profils de vitesse urbains et interurbains de diverses régions du pays. En analysant les données qui ont été utilisées dans cette étude, il a été déterminé que le profil national de vitesse comprenait environ 31 % de VKT sur route. Ce pourcentage comprenait des déplacements interurbains et environ 10 % de déplacements urbains.

2. **Déterminer la relation entre le rendement énergétique en ville et sur route** : D'après les cotes de consommation de carburant des nouveaux véhicules, la conduite discontinue en ville nécessite environ de 20 à 65 % de carburant de plus par kilomètre que la conduite fluide sur route, et ce pourcentage varie selon le modèle de véhicule (*Guide de consommation de carburant 2008*, Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles Canada, 2007). Compte tenu de ces résultats et des rendements énergétiques en ville et sur route déclarés dans GHGenius, le CELTU présume que la conduite en ville nécessite 30 % de carburant de plus par kilomètre que la conduite sur route.

Des tableaux des rendements énergétiques en ville et sur route des véhicules diesels et à essence ont été produits d'après ces valeurs et les résultats du modèle MOBILE 6.2C par année d'horizon et classe de véhicule.

RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE DES VÉHICULES ROUTIERS À TECHNOLOGIE DE SUBSTITUTION

Les rendements énergétiques en ville et sur route des véhicules à technologie de substitution ont été élaborés en fonction de l'approche adoptée dans l'outil GHGenius. Ce dernier utilise des facteurs de rendement relatifs pour la circulation en ville et sur route. Ils permettent de déterminer le rendement énergétique des véhicules à technologie de substitution d'après le rendement énergétique connu des véhicules à essence et diesels du même type. GHGenius fournit des facteurs de rendement relatifs pour les véhicules légers et lourds et les autobus de transport en commun. On a supposé que les facteurs de rendement relatifs des véhicules légers s'appliquaient aux véhicules légers à passagers et aux véhicules utilitaires légers et que les facteurs de rendement relatifs des véhicules lourds s'appliquaient aux véhicules utilitaires moyens.

Le facteur de rendement relatif est déterminé selon le rendement relatif de l'ensemble « moteur et carburant de substitution » et l'incidence de modifications du poids des véhicules sur le rendement relatif du véhicule. Le rendement relatif de l'ensemble « moteur et carburant de substitution » est le facteur le plus important. Pour chaque technologie de substitution, le rendement relatif devrait s'améliorer avec le temps à un rythme différent. Se reporter au chapitre 39 de *Documentation for Natural Resources Canada's GHGenius Model 3.0* (RNCan, 2005), disponible au www.ghgenius.ca, pour obtenir une description plus détaillée de la dérivation des facteurs de rendement relatifs. Les facteurs de rendement énergétique relatif des véhicules à technologie de substitution figurent dans le tableau suivant. Ils servent à modifier le rendement de l'essence et du carburant diesel exprimé en MJ/km.

Tableau 4-3 : Facteurs de rendement énergétique relatif pour les véhicules à technologie de substitution (MJ/km / MJ/km), véhicules légers à passagers et véhicules utilitaires légers (par rapport aux véhicules à essence)

Conditions de conduite	Année	P	CNG	LNG	E10	E85	M85	ED10	B100	HYB	PHEV	EV	FC
Ville	2006	0,98	1,06	0	0,99	0,94	0,95	0	0	0,59	0,44	0,29	0,54
	2011	0,95	1,03	0	0,99	0,93	0,94	0	0	0,57	0,42	0,28	0,53
	2016	0,93	1,01	0	0,99	0,92	0,93	0	0	0,55	0,41	0,27	0,52
	2021	0,93	1,01	0	0,99	0,92	0,93	0	0	0,55	0,41	0,27	0,52
	2026	0,93	1,01	0	0,99	0,92	0,93	0	0	0,55	0,41	0,27	0,52
	2031	0,93	1,01	0	0,99	0,92	0,93	0	0	0,55	0,41	0,27	0,52
Route	2006	0,98	1,06	0	0,99	0,94	0,95	0	0	0,81	0,6	0,39	0,67
	2011	0,95	1,03	0	0,99	0,93	0,94	0	0	0,78	0,58	0,38	0,64
	2016	0,93	1,01	0	0,99	0,92	0,93	0	0	0,75	0,56	0,37	0,62
	2021	0,93	1,01	0	0,99	0,92	0,93	0	0	0,75	0,56	0,37	0,62
	2026	0,93	1,01	0	0,99	0,92	0,93	0	0	0,75	0,56	0,37	0,62
	2031	0,93	1,01	0	0,99	0,92	0,93	0	0	0,75	0,56	0,37	0,62

Tableau 4-4 : Facteurs de rendement énergétique relatif pour les véhicules à technologie de substitution (MJ/km / MJ/km), véhicules utilitaires moyens et lourds et autobus de transport en commun (par rapport aux diesels)

Conditions de conduite	Année	P	CNG	LNG	E10	E85	M85	ED10	B100	HYB	PHEV	EV	FC
Ville	2006	1,25	1,26	0,99	0	0	0	1	1	0,61	0	0	0,67
	2011	1,24	1,25	0,98	0	0	0	1	1	0,59	0	0	0,65
	2016	1,23	1,24	0,98	0	0	0	1	1	0,57	0	0	0,64
	2021	1,23	1,24	0,98	0	0	0	1	1	0,57	0	0	0,64
	2026	1,23	1,24	0,98	0	0	0	1	1	0,57	0	0	0,64
	2031	1,23	1,24	0,98	0	0	0	1	1	0,57	0	0	0,64
Route	2006	1,25	1,26	0,99	0	0	0	1	1	0,84	0	0	0,83
	2011	1,24	1,25	0,98	0	0	0	1	1	0,8	0	0	0,79
	2016	1,23	1,24	0,98	0	0	0	1	1	0,78	0	0	0,77
	2021	1,23	1,24	0,98	0	0	0	1	1	0,78	0	0	0,77
	2026	1,23	1,24	0,98	0	0	0	1	1	0,78	0	0	0,77
	2031	1,23	1,24	0,98	0	0	0	1	1	0,78	0	0	0,77

RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE DES TROLLEYBUS ET DES VÉHICULES FERROVIAIRES

Les voyageurs-kilomètres parcourus représentent la principale donnée d'entrée du CELTU pour les véhicules ferroviaires, car cette mesure est un meilleur indice de la consommation énergétique du matériel ferroviaire en raison de la variabilité de la taille de ce matériel (c.-à-d. le nombre de voitures).

Le rendement énergétique des véhicules ferroviaires et des trolleybus est dérivé de diverses sources. Les voici :

- Trolleybus : 87 MJ/100 voy.-km, selon le *Public Transportation Fact Book* de 2005 de l'APTA;
- Matériel ferroviaire léger (électrique) : 78 MJ/100 voy.-km, selon le *Public Transportation Fact Book* de 2004 de l'APTA;
- Matériel ferroviaire léger (diesel) : Selon le résumé d'un projet exécuté dans le cadre du Programme de démonstration en transport urbain, le rendement énergétique du O-Train est de 1,32 L/véh.-km (http://www.tc.gc.ca/programmes/environnement/pdtu/otrainfrancais.htm). L'occupation moyenne des véhicules ferroviaires légers étant de 23,4 voyageurs selon le *Public Transportation Fact Book* de 2005 de l'APTA, cela correspond à un rendement énergétique de 5,6 L/100 voy.-km.
- Métro (électrique) : 58 MJ/100 voy.-km, selon le *Public Transportation Fact Book* de 2005 de l'APTA;
- Matériel ferroviaire lourd (diesel) : 5,03 L/100 voy.-km, selon les résultats de 2005 pour le transport par train de banlieue tirés du *Transportation Energy Data Book*, 26^{e} édition, tableau 9.12, Oak Ridges National Laboratory.

4.2 Facteurs d'émission de gaz à effet de serre

Les émissions de GES sont estimées selon la consommation de carburant et d'électricité provenant de la circulation. Le CELTU calcule les émissions de GES provenant de la consommation d'essence et des effets du cycle du carburant en amont. Les GES provenant de l'exploitation des véhicules sont rejetés directement par le tuyau d'échappement des véhicules. Ceux en amont proviennent de la production de l'électricité employée dans les véhicules électriques (c.-à-d. les trolleybus et le matériel ferroviaire léger), aussi bien que de la production, du raffinage et du transport des carburants de transport (c.-à-d. la partie du cycle allant du puits à la pompe). Il est important de noter que le CELTU ne tient pas compte des émissions du cycle de vie liées à la fabrication des véhicules et à leur recyclage en fin de vie.

Les émissions de GES que sont le dioxyde de carbone (CO_2), l'oxyde nitreux (N_2O) et le méthane (CH_4) sont calculées puis exprimées en équivalent CO_2 (CO_2e) selon leur potentiel respectif de réchauffement de la planète.

Potentiel de réchauffement de la planète

Afin de mesurer l'impact des divers gaz en cause dans le réchauffement de la planète à l'aide d'une seule unité de mesure, la collectivité scientifique a adopté un étalon basé sur l'impact d'une tonne de CO_2 sur une période de cent ans. Les impacts des autres types de gaz sur la même période de temps sont comparés à ceux du CO_2 afin de donner des potentiels de réchauffement de la planète (GWP) exprimés en tonnes d'équivalent CO_2 (CO_2e). Les valeurs du GWP de l'oxyde nitreux et du méthane sont tirées du *Guide du Registre défi-climat canadien des GES pour la déclaration en*

fonction de l'entité et des installations
(http://www.ghgregistries.ca/assets/pdf/Challenge_Guide_f.pdf).

Facteurs d'émission de GES provenant de l'exploitation de véhicules classiques

Les facteurs d'émission directe de GES servent à déterminer les émissions de CO_2, de N_2O et de CH_4 au tuyau d'échappement des véhicules de transport urbain. Les facteurs d'émission directe de GES se mesurent en g/L, sauf dans le cas du gaz naturel comprimé, pour lequel la mesure est en g/m^3. Les facteurs d'émission de GES provenant de l'exploitation des véhicules classiques (c-à-d. à essence et diesels) ont été fournis par Environnement Canada avant la publication de l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre de1990 à 2006.

Les facteurs d'émission de l'essence et du carburant diesel proviennent de l'inventaire des émissions de GES de chaque type de véhicule figurant au tableau 4-1. Étant donné que les technologies antipollution (tel le type de convertisseur catalytique) affectent les taux d'émission de N_2O et de CH_4, la pénétration de chaque technologie dans le parc (mesurée par l'âge du parc) affectera les facteurs d'émission globaux du parc. Pour parler des technologies antipollution les plus récentes et des précédentes, Environnement Canada emploie les termes « technologies de niveau 1 et de niveau 0 » pour les véhicules à essence et « dispositifs perfectionnés » et « réduction modérée » pour les véhicules diesels.

Pour les véhicules routiers de 2006, les facteurs d'émission ont été calculés sous forme de moyennes pondérées des émissions obtenues avec les technologies des niveaux 1 et 0 ou les dispositifs perfectionnés et ceux de réduction modérée en fonction de la proportion du parc national de véhicules construite depuis 1996. Cela correspond à la période admise pour les véhicules à catalyseur à trois voies ou à dispositif perfectionné (*Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*, version révisée de 1996 : manuel de référence). Les informations relatives à la composition du parc de véhicules légers et lourds proviennent des résultats de l'enquête annuelle sur le parc automobile canadien de 2006 publiés par Statistique Canada. Les facteurs d'émission des modèles des années plus récentes ont été fixés aux valeurs obtenues avec les technologies de niveau 1 et les dispositifs perfectionnés.

Les facteurs d'émission rapportés dans l'inventaire des GES pour le matériel ferroviaire diesel sont appliqués aux véhicules ferroviaires légers et lourds.

Facteurs d'émission de GES provenant de l'exploitation de véhicules à technologie de substitution

Semblable aux facteurs de rendement relatifs abordés précédemment, les facteurs d'émission de GES pour les véhicules à technologie de substitution ont été déterminés au moyen des facteurs d'émission relatifs tirés de GHGenius. Ce dernier emploie des facteurs relatifs d'émission de GES qui permettent de déterminer les facteurs d'émission de CO_2, de N_2O et de CH_4 des véhicules à technologie de substitution d'après les facteurs d'émission connus des véhicules à essence et diesels du même type. GHGenius fournit des facteurs d'émission relatifs pour les véhicules légers et lourds et les autobus de transport en commun. On a supposé que les facteurs d'émission relatifs des véhicules légers s'appliquaient aux véhicules légers à passagers et aux véhicules utilitaires légers et que les facteurs d'émission relatifs des véhicules lourds s'appliquaient aux véhicules utilitaires moyens.

La méthode et les sources utilisées pour déterminer ces facteurs d'émission relatifs sont décrites dans le chapitre 40 de *Documentation for Natural Resources Canada's GHGenius Model 3.0* (RNCan, 2005), disponible au www.ghgenius.ca.

Les facteurs d'émission relatifs des GES des véhicules à technologie de substitution figurent dans le tableau suivant.

Tableau 4-5 : Facteurs relatifs d'émission de GES pour les véhicules à technologie de substitution

Type de véhicule	GHG	P	CNG	LNG	E10	E85	M85	ED10	B100	HYB	PHEV	EV	FC
LDPV, LDCV	CO_2	0,66	0,85	0,00	0,90	0,16	0,56	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,49
	CH_4	0,75	19,42	0,00	1,01	1,14	0,39	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,61
	N_20	0,75	0,31	0,00	0,39	0,61	0,25	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00
MDCV, HDCV, BUS	CO_2	0,57	0,71	0,53	0,00	0,00	0,00	0,90	0,01	1,00	0,00	0,00	0,40
	CH_4	0,52	11,73	8,75	0,00	0,00	0,00	0,96	0,96	1,00	0,00	0,00	0,00
	N_20	0,53	0,78	0,59	0,00	0,00	0,00	0,96	0,96	1,00	0,00	0,00	0,00

Note : Les facteurs des LDPV et des LDCV sont déterminés par rapport aux facteurs d'émission des véhicules à essence du même type; ceux des MDCV, des HDCV et des BUS le sont par rapport aux facteurs d'émission des véhicules diesels du même type.

Tous les véhicules électriques n'ont aucune émission directe de GES. Les facteurs d'émission des véhicules hybrides sont présumés être les mêmes par litre que le carburant principal (p. ex., l'essence pour les LDPV, le carburant diesel pour les BUS) du type de véhicule à l'étude.

Facteurs d'émission de GES du cycle du carburant en amont

Les facteurs d'émission de GES du cycle de carburant en amont servent à estimer les émissions de GES correspondant au cycle du carburant en amont, y compris le raffinage et le transport du carburant. Propres à chaque carburant, ils ont été déterminés à partir de GHGenius. Ce dernier estime les émissions de GES, en équivalent CO_2, qui proviennent de la distribution au détail du carburant, de sa distribution et de son stockage, de sa production, du transport des matières premières, de leur récupération, des changements d'utilisation des terres, de la production d'engrais, des fuites de gaz et des torchères, ainsi que des émissions déplacées. Les résultats par défaut employés représentent les conditions moyennes du secteur au Canada. De nombreuses hypothèses entrent en jeu dans ces calculs, telles que celles portant sur la distance de transport du carburant et les matières premières. L'utilisateur devrait se reporter à GHGenius (www.ghgenius.ca) s'il a besoin d'une analyse détaillée des émissions de GES en amont.

La matière première nécessaire pour la production de l'éthanol contenu dans l'E10, l'E85 et l'ED10 est présumée être le maïs, alors que la matière de base nécessaire pour la production de biodiesel est présumée être le soja. Les piles à combustible sont présumées fonctionner au méthanol.

Facteurs d'émission indirecte de GES provenant de la production d'électricité

Les facteurs d'émission indirecte de GES provenant de la production d'électricité servent à déterminer les émissions de GES liées aux véhicules électriques. Ils sont indiqués en kilogrammes de CO_2e par mégajoule d'électricité consommée. Ils sont propres à la province ou au territoire et basés sur la combinaison de méthodes de production d'électricité propre à cette région. Ils ont été déterminés à partir des facteurs d'émission de GES de la production de l'électricité déclarés par province et territoire dans le rapport sur les années 1990 à 2005 (http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/inventory_report/2005_report/2005_report_f.pdf). Il n'y a pas de prévisions de facteurs d'émission liés à la production d'électricité, aussi ne changent-ils pas au cours des années modèles.

4.3 Facteurs d'émission des principaux contaminants atmosphériques

Facteurs d'émission des PCA provenant de l'exploitation des véhicules classiques

Les facteurs d'émission des PCA servent à déterminer les émissions de monoxyde de carbone (CO), d'oxydes d'azote (NO_X), de dioxyde de soufre (SO_2), de composés organiques volatils (VOC), de particules totales (TPM), de particules de moins de 10 microns de diamètre (PM_{10}) et de particules de moins de 2,5 microns de diamètre ($PM_{2,5}$) provenant de l'exploitation des véhicules. Les facteurs d'émission directe des PCA sont exprimés en g/km puisqu'ils sont mieux estimés selon la distance parcourue que selon la quantité de carburant consommée. Les facteurs d'émission directe des PCA des véhicules classiques ont été élaborés à partir des prévisions des facteurs d'émission des PCA tirés du modèle MOBILE 6.2C qu'Environnement Canada a faites.

Le modèle MOBILE 6.2C estime les facteurs d'émission de CO, de NO_X, de SO_2, de VOC et de particules (TPM, PM_{10} et $PM_{2,5}$) provenant de la combustion de carburant et de l'usure des freins et des pneus. Environnement Canada a fourni des facteurs d'émission pour toutes les années modèles et les 27 classes de véhicules figurant au tableau 4-1. Des améliorations substantielles des facteurs d'émission des PCA sont prévues avec le temps. Puisque des valeurs du trafic ont été données en VKT pour chacune des 27 classes de véhicules considérées du modèle MOBILE 6.2C, on a pu calculer des facteurs d'émission pour chaque type de véhicule du CELTU sous forme de moyennes pondérées des facteurs d'émission des classes de véhicules correspondantes du modèle MOBILE 6.2C.

Les facteurs d'émission des PCA pour le matériel ferroviaire diesel ont été tirés du rapport *Programme de surveillance des émissions des locomotives 2005* (Environnement Canada, http://www.railcan.ca/documents/publications/1437/2007_03_20_LEM2005_fr.pdf). Les facteurs d'émission sont fournis pour le CO, les NO_X, le SO_2, les VOC et les TPM.

Facteurs d'émission des PCA provenant de l'exploitation de véhicules à technologie de substitution

Les facteurs d'émission des PCA des véhicules à technologie de substitution ont été déterminés au moyen des facteurs d'émission relatifs tirés de GHGenius. Ce dernier emploie des facteurs d'émission relatifs des PCA qui permettent de déterminer les facteurs d'émission de CO, de NO_X, de SO_2, de VOC et de PM des véhicules à technologie de substitution d'après les facteurs d'émission des véhicules à essence et diesels du même type. GHGenius fournit des facteurs d'émission relatifs pour les véhicules légers et lourds et les autobus de transport en commun. On a supposé que les facteurs d'émission relatifs des véhicules légers s'appliquaient aux véhicules légers à passagers et aux véhicules utilitaires légers et que les facteurs d'émission relatifs des véhicules lourds s'appliquaient aux véhicules utilitaires moyens.

La méthode et les sources utilisées pour déterminer ces facteurs d'émission relatifs sont décrites dans le chapitre 40 de *Documentation for Natural Resources Canada's GHGenius Model 3.0* (RNCan, 2005), disponible au www.ghgenius.ca.

Le facteur de multiplication des particules est présumé s'appliquer à tous les facteurs d'émission de particules (TPM, PM_{10} et $PM_{2,5}$). Les facteurs d'émission des PCA des véhicules hybrides sont présumés être équivalents au facteur d'émission du carburant principal (p. ex., l'essence pour les LDPV-A, le carburant diesel pour les BUS) du type de véhicule à l'étude, ajusté selon l'écart entre les rendements énergétiques.

Pour les véhicules routiers électriques, les émissions de CO, de NO_X, de SO_2 et de VOC sont présumés être nulles; cependant, quoique ces véhicules n'aient aucun échappement, ils produisent des émissions de particules par l'usure des freins et des pneus. La proportion moyenne

d'émissions de TPM, de PM_{10} et de $PM_{2,.5}$ provenant de cette usure a été déterminée pour chaque type de véhicule d'après les facteurs fournis par le modèle MOBILE 6.2C pour les véhicules à essence et diesels. Cette valeur a servi de facteur de multiplication pour déterminer les émissions de particules provenant des véhicules routiers électriques.

Les facteurs de multiplication des PCA sont indiqués dans le tableau suivant.

Tableau 4-6 : Facteurs relatifs d'émission des PCA pour les véhicules à technologie de substitution

Type de véhicule	PCA	Type de motorisation											
		P	CNG	LNG	E10	E85	M85	ED10	B100	HYB	PHEV	EV	FC
LDPV	CO	0,6	0,26	-	0,97	0,68	0,7	-	-	0,64	0,32	0	0
	NO_x	0,9	1,09	-	0,99	0,92	0,93	-	-	0,64	0,32	0	0
	SO_2	0,19	0,13	-	0,3	0,03	0,28	-	-	0,17	0,09	0	0,02
	VOC	0,27	0,12	-	0,97	0,68	0,48	-	-	0,64	0,32	0	0,02
	TPM	0,25	1,68	-	0,96	0,52	0,55	-	-	0,64	0,32	0,6	0,6
	PM_{10}	0,25	1,68	-	0,96	0,52	0,55	-	-	0,64	0,32	0,6	0,6
	$PM_{2,5}$	0,25	1,68	-	0,96	0,52	0,55	-	-	0,64	0,32	0,42	0,42
LDCV	CO	0,6	0,26	-	0,97	0,68	0,7	-	-	0,64	0,32	0	0
	NO_x	0,9	1,09	-	0,99	0,92	0,93	-	-	0,64	0,32	0	0
	SO_2	0,19	0,13	-	0,3	0,03	0,28	-	-	0,17	0,09	0	0,02
	VOC	0,27	0,12	-	0,97	0,68	0,48	-	-	0,64	0,32	0	0,02
	TPM	0,25	1,68	-	0,96	0,52	0,55	-	-	0,64	0,32	0,4	0,4
	PM_{10}	0,25	1,68	-	0,96	0,52	0,55	-	-	0,64	0,32	0,4	0,4
	$PM_{2,5}$	0,25	1,68	-	0,96	0,52	0,55	-	-	0,64	0,32	0,28	0,28
MDCV, HDCV	CO	0,01	0,01	0,01	-	-	-	0,85	0,05	0,61	-	-	-
	NO_x	0,4	0,24	0,24	-	-	-	1	0,88	0,61	-	-	-
	SO_2	0,72	0,5	0,5	-	-	-	0,9	0,88	0,61	-	-	-
	VOC	2,26	0,74	0,74	-	-	-	0,83	0,23	0,61	-	-	-
	TPM	0,01	0,06	0,06	-	-	-	0,8	0,07	0,61	-	-	-
	PM_{10}	0,01	0,06	0,06	-	-	-	0,8	0,07	0,61	-	-	-
	$PM_{2,5}$	0,01	0,06	0,06	-	-	-	0,8	0,07	0,61	-	-	-
BUS	CO	0,01	0,01	0,01	-	-	-	0,85	0,05	0,61	-	-	0
	NO_x	0,4	0,24	0,24	-	-	-	1	0,88	0,61	-	-	0
	SO_2	0,72	0,5	0,5	-	-	-	0,9	0,88	0,61	-	-	0
	VOC	2,26	0,74	0,74	-	-	-	0,83	0,23	0,61	-	-	0,31
	TPM	0,01	0,06	0,06	-	-	-	0,8	0,07	0,61	-	-	0,29
	PM_{10}	0,01	0,06	0,06	-	-	-	0,8	0,07	0,61	-	-	0,29
	$PM_{2,5}$	0,01	0,06	0,06	-	-	-	0,8	0,07	0,61	-	-	0,14

Note : Les facteurs des LDPV et des LDCV sont déterminés par rapport aux facteurs d'émission des véhicules à essence du même type, ceux des MDCV, des HDCV et des BUS le sont par rapport aux facteurs d'émission des véhicules diesels du même type.

5. RÉSULTATS

L'écran des données de sortie du CELTU résume les déplacements annuels et les émissions de GES et des PCA correspondantes. Il est structuré pour qu'il soit facile de le copier-coller dans un tableur électronique comme Excel. Cela permet à l'utilisateur de stocker les résultats de divers scénarios et de les comparer et de les analyser au moment qui lui convient.

ÉMISSIONS DE GES ET DE PCA

Les données de sortie résument les émissions annuelles de GES, directes (exploitation des véhicules) et indirectes (en amont), en unité de masse de CO_2e. Les données de sortie résument les émissions annuelles des PCA par contaminant.

CIRCULATION ANNUELLE

Les données de sortie résument le nombre annuel de véhicules-kilomètres parcourus par les véhicules routiers et le nombre annuel de voyageurs-kilomètres parcourus par les véhicules ferroviaires.

6. GLOSSAIRE

B100 - Biodiesel à 100 % (matière de base présumée : 100 % de soja)

Bus - Autobus de transport en commun urbain

CNG - Gaz naturel comprimé

CO_2e - Équivalent-dioxyde de carbone, unité simple décrivant le potentiel de réchauffement de la planète de toutes les émissions de GES

D - Carburant diesel

E10 - Mélange de 10 % d'éthanol et de 90 % d'essence (l'éthanol est présumé être dérivé de charges d'alimentation de maïs)

E85 - Mélange de 85 % d'éthanol et de 15 % d'essence (l'éthanol est présumé être dérivé de charges d'alimentation de maïs)

ED10 - Mélange de 10 % d'éthanol et de 90 % de carburant diesel (l'éthanol est présumé être dérivé de charges d'alimentation de maïs)

EV - Véhicule électrique

FC - Pile à combustible (le méthanol dérivé du gaz naturel est présumé être la source d'hydrogène)

G - Essence

GES - Gaz à effet de serre

GWP - Potentiel de réchauffement de la planète – l'impact d'un gaz sur le réchauffement de la planète pendant une période de cent ans, comparativement à celui du CO_2

HDCV - Véhicules utilitaires lourds

HR - Matériel ferroviaire lourd (diesel)

HYB - Véhicules hybrides électriques (l'essence est présumée être le carburant des LDPV et des LDCV hybrides, et le carburant diesel, celui des autobus hybrides)

LDCV - Véhicules utilitaires légers

LDPV - Véhicules légers à passagers

LDPV-A - Automobiles (véhicules légers à passagers)

LDPV-T - Camions légers à passagers (mini-fourgonnettes, VUS, camions légers)

LNG - Gaz naturel liquéfié

LR-D - Matériel ferroviaire léger (diesel)

LR-E - Matériel ferroviaire léger, métro (électrique)

M85 - Mélange de 85 % de méthanol et de 15 % d'essence (le méthanol est présumé être dérivé du gaz naturel)

MDCV Véhicules utilitaires moyens

NG - Gaz naturel

P - Propane

PCA - Principaux contaminants atmosphériques (CO, NO_x, SO_x, VOC, PM, PM_{10} et $PM_{2,5}$)

PHEV - Véhicule hybride électrique rechargeable (il est présumé être un PHEV 50/50 (en d'autres termes, la batterie peut fournir de l'énergie pour 50 kilomètres de route, et le véhicule fonctionne à l'électricité sur 50 % du trajet)

PKT - Voyageurs-kilomètres parcourus

SM - Métro

TB - Trolleybus (autobus alimenté en électricité par caténaire)

VKT - Véhicules-kilomètres parcourus