

Programme de surveillance des émissions des locomotives 2006



Programme de surveillance des émissions des locomotives 2006

Remerciements

L'Association des chemins de fer du Canada tient à remercier les personnes et membres des organismes suivants qui ont apporté services, informations et points de vue pour l'établissement du document :

Comité de gestion (du PE)

Normand Pellerin, CN
Luc Bourdon, Transports Canada
Catherine Higgens, Transports Canada
Steve McCauley, Environnement Canada
Ken Ogilvie, Pollution Probe
Mike Lowenger, Association des chemins de fer du Canada

Comité de gestion technique (du PE)

Erika Akkerman, CN (présidente)
Ken Roberge, CP
Bruno Riendeau, VIA Rail Canada
Lionel King, Transports Canada
Brigitte Rivard, Transports Canada
Carol Burelle, Environnement Canada
Louis-Philippe Gagné, Environnement Canada
Angelina Ermakov, Transports Canada
Bob Oliver, Pollution Probe
Robert McKinstry, Association des chemins de fer du Canada
Michael Ball, Association des chemins de fer du Canada

Consultants

Peter Eggleton, Saint-Lambert, QC
Rédaction du texte et présentation des données.
Robert Dunn, Pierrefonds, QC
Calcul et analyse des émissions.
Robert McCabe, Pointe-Claire, QC
Collecte des données auprès des chemins de fer membres.

Commentaires

Les personnes qui désirent faire part de leurs commentaires sur la teneur du présent rapport sont priées de s'adresser à la :

Robert McKinstry, Directeur, Politiques et recherche économique
L'Association des chemins de fer du Canada
99 rue Bank, Bureau 1401
Ottawa, Ontario K1P 6B9

Avis de révision

Le contenu du présent rapport a été revu par la Direction des systèmes de transport d'Environnement Canada, par la Direction des initiatives environnementales de Transports Canada et par Pollution Probe, qui en ont approuvé la publication. Cette approbation ne signifie pas nécessairement que son contenu soit conforme aux vues et aux politiques d'Environnement Canada, de Transports Canada et de Pollution Probe. Toute mention d'une marque déposée ou d'un produit commercial ne constitue nullement une recommandation ou une approbation de son emploi.

Ce rapport a été rédigé par l'Association des chemins de fer du Canada de concert avec Environnement Canada, Transports Canada et Pollution Probe.

ISBN : 978-0-9809464-0-6



Résumé

La collecte annuelle des données de surveillance des émissions des locomotives (SEL) a été réalisée pour 2006 conformément aux dispositions du protocole d'entente (PE) conclu le 15 mai 2007 entre l'Association des chemins de fer du Canada (ACFC) et Environnement Canada et Transports Canada au sujet des émissions de gaz à effet de serre (GES) et des principaux contaminants atmosphériques (PCA) provenant des locomotives exploitées au Canada. Le PE porte sur la période de 2006 à 2010.

Les trois champs d'action définis par les objectifs du PE sont :

i. l'introduction de technologies et de mesures pour réduire les émissions de GES;

ii. une réduction plus grande des émissions produites par les locomotives diesel;

iii. le renouvellement du parc de locomotives avec des engins produisant moins d'émissions.

À l'égard des champs d'action précités, l'analyse des données du secteur ferroviaire pour 2006 montre que les émissions de GES (en équivalent CO₂) de l'ensemble du transport par rail ont totalisé 6 795,04 kilotonnes (kt), en légère hausse par rapport aux 6 790,45 kt de 2005. Pour ce qui est de l'intensité des GES, les niveaux de 2006 sont montrés ci-dessous et comparés aux niveaux cibles énoncés dans le PE pour 2010, par catégorie de service ferroviaire.

Service ferroviaire	Unités	Niveau de 2006	Cible 2010 du PE
Catégorie I, marchandises	kg par 1 000 TKP	17,79	16,98
Régional et courtes distances	kg par 1 000 TKP	15,10	15,38
Interurbain, voyageurs	kg par 1 000 passagers-km	0,13	0,12
Banlieue	kg par 1 000 passagers	1,74	1,46

En 2006, les émissions d'oxydes d'azote (NO_x), qui constituent un PCA très préoccupant dans le secteur ferroviaire, ont baissé, pour passer à 112,22 kt après les 114,86 kt de 2005, malgré une augmentation par rapport à 2005 de 0,8 % du trafic marchandises payant et de 0,06 % de la consommation de carburant.

Les modifications apportées au parc de locomotives en 2006 ont contribué à contenir l'augmentation des émissions de GES

et à réduire les émissions de PCA. Les nouvelles locomotives respectent la norme d'émission de niveau 2 plus exigeante de l'EPA des États-Unis et consomment moins de carburant. On met hors service les vieilles locomotives qui consomment et polluent davantage. Comme le prescrit le point 3.2 du PE, voici, en résumé, les modifications apportées au parc en 2006 par catégorie de service ferroviaire.

Mesure prise en 2006	Catégorie I		
	Marchandises, ligne principale	Voyageurs, interurbain	Banlieue
Acquisition de nouvelles locomotives de niveau 2	60	0	0
Locomotives de grande puissance amenées au niveau 0 ou 1	19	0	0
Locomotives de puissance moyenne amenées au niveau 0	0	0	0
Mise hors service des locomotives de puissance moyenne de 1973-1999	21	0	0

Les paragraphes qui suivent résument le processus de collecte des données, les données d'intrants et les émissions calculées à l'égard de toutes les locomotives diesel exploitées au Canada en 2006 par les chemins de fer membres de l'ACFC. Ils présentent aussi brièvement les initiatives de réduction des émissions des chemins de fer et les mesures de sensibilisation que prend l'ACFC pour améliorer les résultats environnementaux du secteur.

Collecte des données : Les émissions cumulées indiquées dans les rapports annuels de SEL sont calculées à partir des données d'un protocole de l'ACFC sur la SEL recueillies auprès de chacun des 57 chemins de fer membres de l'ACFC. Les données comprennent les volumes de trafic, la consommation de carburant diesel et les inventaires des parcs de locomotives pour le service marchandises, le triage, les travaux et le service voyageurs. Les données sur le transport de marchandises se répartissent entre les transporteurs de catégorie I, régionaux et sur courtes distances. Les données pour le service voyageurs se répartissent en trois éléments : interurbain, banlieue, et tourisme et excursion.

Calcul des émissions : Les émissions de GES sont calculées d'après la quantité consommée de carburant diesel et exprimées en équivalent de dioxyde de carbone (éq. CO₂). On se fonde aussi sur la quantité consommée de carburant diesel pour calculer le poids des émissions annuelles des PCA, en l'occurrence les oxydes d'azote (NO_x), le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures (HC), les particules (PM) et les oxydes de soufre (les SO_x, exprimés en SO₂). La quantité de SO_x émise varie en fonction de la teneur en soufre du carburant diesel alors que celles des autres PCA sont fonction du facteur d'émission et du régime de fonctionnement propres à chaque type de locomotive. Les mesures des émissions sont exprimées en poids absolu et en intensité, laquelle rapporte le volume des émissions à la productivité ou à l'efficacité opérationnelle.

Trafic marchandises : En 2006, les chemins de fer ont transporté 355,83 milliards de tonnes-kilomètres payantes (TKP) de charge, comparativement à 352,91 milliards de TKP en 2005, une augmentation de 0,8 %. Depuis 1990, les TKP du transport de marchandises par rail ont augmenté en moyenne de 2,6 % par an.

Trafic intermodal : Sur l'ensemble des marchandises transportées en 2006, les chargements pour trafic intermodal ont dominé, à 20 %. Le trafic intermodal de catégorie I est passé de 79,38 milliards de TKP en 2005 à 82,62 milliards de TKP en 2006, en hausse de 4,1 %. Depuis 1990, les chargements de containers sur wagon plat ont augmenté de 235 %, tandis que ceux des remorques sur wagon plat ont perdu 70,3 %.

Trafic voyageurs : En 2006, comme en 2005, le trafic interurbain pour tous les exploitants a totalisé 4,32 millions de voyageurs. Les transporteurs étaient VIA Rail Canada, CN/Algoma Central, Ontario Northland et Transport Ferroviaire Tshiuéti. VIA Rail Canada a assuré 94,7 % du trafic interurbain. Le trafic ferroviaire de banlieue est passé de 58,24 millions de voyageurs en 2005 à 60,63 millions en 2006, une augmentation de 4,1 %. Par rapport aux 41 millions de voyageurs en 1997, année où l'ACFC a commencé à comptabiliser les passages de banlieue, il s'agit d'une hausse de 47,9 %.

Consommation de carburant : La quantité de carburant consommée par les chemins de fer au Canada a augmenté, de 2 209,01 millions de litres (L) en 2005 à 2 210,38 millions L en 2006, soit de 0,06 %. Le service marchandises de catégorie I a consommé 86,6 % du carburant, contre 5,5 % par les services régionaux et sur courtes distances réunis. Les locomotives de manœuvres et de travaux en ont consommé 3,3 %, et le service voyageurs, 4,6 % (dont 58,0 % par VIA Rail Canada, 33,8 % par le transport de banlieue, 7,6 % par le service tourisme et excursion et 0,6 % par Amtrak pour ses activités au Canada).

Consommation de carburant par unité de productivité : Pour l'ensemble du transport marchandises, la consommation de carburant par unité de productivité (L par 1 000 TKP) en 2006 a été de 5,93 L par 1 000 TKP, par comparaison à 5,97 L en 2005. Voilà qui représente une baisse de 24,3 % par rapport aux 7,83 L par 1 000 TKP en 1990.

Pour l'ensemble du service voyageurs, la consommation globale de carburant en 2006 était en hausse de 0,07 % par rapport à 2005. Pour ce qui est de la consommation par unité de productivité, elle s'établissait à 41,67 L par 1 000 passagers-km pour le service interurbain de VIA Rail Canada et à 564,6 L par 1 000 passagers pour le service de banlieue.

Inventaire du parc de locomotives : En 2006, le nombre de locomotives en service exploitées au Canada par les membres de l'ACFC était de 2 999. Pour les parcours de ligne du service marchandises, il y avait 1 954 locomotives en service dans la catégorie I et 298 sur les parcours régionaux et de courtes distances. Cinq cent vingt-neuf étaient affectées aux manœuvres et aux travaux. Un total de 218 locomotives assurent le service voyageurs, dont 76 sur les parcours interurbains de VIA Rail Canada, 102 sur les parcours de banlieue (dont 29 étaient des rames automotrices électriques) et 40 (y compris 4 locomotives à vapeur) assuraient le service tourisme et excursion.

En 2006, 956 locomotives pour le service de marchandises répondaient aux normes strictes d'émission de niveaux 0, 1 et 2 de l'EPA américaine, contre 870 en 2005. En plus

d'avoir ajouté 60 nouvelles locomotives de grande puissance respectant les normes de niveau 2, les chemins de fer ont réformé 21 locomotives de puissance moyenne qui avaient été fabriquées entre 1973 et 1999.

Facteur d'émission (FE) : Le facteur d'émission utilisé pour calculer les émissions totales de GES était de 3,07 kilogrammes/litre (kg/L) et exprimé en équivalent CO₂ (dans le cas du cycle diesel, la combustion produit du CO₂, du méthane (CH₄) et des oxydes d'azote (N₂O)). Le FE utilisé pour calculer les NO_x émis par les locomotives de train de marchandises a été révisé à 49,53 grammes/litre (g/L) de combustible diesel consommé en 2006, contre 50,48 g/L en 2005. Cette baisse s'explique par l'acquisition de nouvelles locomotives fabriquées entre 2002 et 2004 respectant le niveau 1 des normes d'émission de l'EPA des États-Unis et fabriquées en 2005 ou 2006 et respectant le niveau 2, ainsi que la mise au niveau 0 des locomotives en service au moment de leur remise à neuf.

Émissions : En 2006, les émissions totales de GES s'établissaient à 6 795,04 kt, comparativement à 6 790,45 kt en 2005 et à 6 288,00 kt en 1990. Les émissions de NO_x de toutes les activités ferroviaires ont totalisé 112,22 kt, contre les 114,86 kt déclarées en 2005, soit une réduction de 2,3 %. Les émissions totales de HC ont été de 4,42 kt, de CO, de 15,78 kt et de PM, de 2,77 kt. En 2006, les émissions de SO_x étaient de 4,80 kt, par comparaison à 5,09 kt en 2005.

Intensité des émissions : Les émissions par 1 000 TKP ont continué de baisser pour l'ensemble du service marchandises ferroviaire. En 2006, l'intensité des émissions de GES étaient en recul de 23,7 % par rapport à l'année de référence 1990, passant de 23,88 kg à 18,22 kg par 1 000 TKP. L'intensité des émissions de NO_x recule aussi, perdant en 2006 30,2 % par rapport à l'année de référence 1990. Elle est passée de 0,43 kg par 1 000 TKP en 1990 à 0,30 kg en 2006.

Pour ce qui est de l'intensité des émissions de GES par catégorie de service en 2006, elle était de 17,79 kg par 1 000 TKP pour le service marchandises de catégorie I, de 15,10 kg par 1 000 TKP pour les services régionaux et sur courtes distances, de 0,13 kg par 1 000 passagers-km pour le service voyageurs interurbain et de 1,74 kg par 1 000 passagers pour le service de banlieue.

Zone de gestion de l'ozone troposphérique (ZGOT) : En 2006, le carburant consommé dans le secteur ferroviaire canadien l'a été à 3,14 % dans la vallée du Bas-Fraser de la Colombie-Britannique, à 22,96 % dans le corridor Québec-Windsor et à 0,21 % dans la région de Saint John au Nouveau-Brunswick. Les émissions de NO_x pour ces trois ZGOT ont été de 2,8 %, 20,5 % et 0,2 % respectivement.

Initiatives de réduction des émissions par les chemins de fer : En 2006, les chemins de fer ont continué d'améliorer les locomotives en service et d'acquérir de nouveaux modèles respectant les limites d'émission de niveau 2 de l'EPA américaine qui sont entrées en vigueur le 1^{er} janvier 2005. On a accéléré l'installation de dispositifs d'arrêt et de démarrage automatiques du moteur et les réglages de grand ralenti. On a aussi pris d'autres mesures, ne touchant pas les locomotives, pour réduire la consommation de carburant et, donc, les émissions : acquisition d'autres wagons de marchandises de grande capacité et des wagons-tombereaux en aluminium, plus légers. En outre, on a accru la fluidité opérationnelle par divers moyens : améliorations de l'infrastructure, graissage des boudins, limitation de la friction sur la surface de roulement et exploitation partagée de segments de ligne par les transporteurs de marchandises de catégorie I, le Canadien National et le Chemin de fer Canadien Pacifique. On a entrepris de former le personnel pour le sensibiliser aux économies d'énergie et à une meilleure manœuvre des trains. Les chemins de fer canadiens surveillent les essais sur le terrain que font les Américains de prototypes de catalyseurs d'oxydation et de filtres à particules pour réduire les émissions des PCA produites par les locomotives diesel. De tels dispositifs seront peut-être intégrés à la technologie nécessaire pour que les locomotives respectent les limites d'émission encore plus strictes à venir de l'EPA des États-Unis.

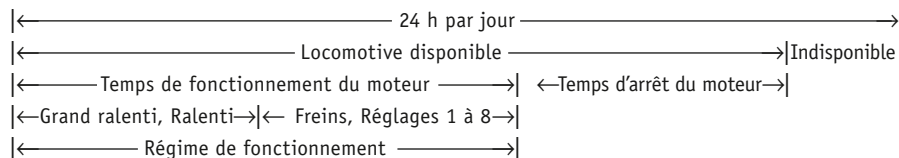
Mesures de sensibilisations prises par l'ACFC en faveur de la réduction des émissions : L'ACFC offre aux chemins de fer une enceinte où mettre en commun les idées et faire connaître les meilleures méthodes d'exploitation afin de réduire leurs émissions. L'ACFC communique fréquemment avec ses membres, par des bulletins, des courriels, des comités de travail, des activités à leur intention, son assemblée générale annuelle et son site Web. L'ACFC diffuse des informations utiles à ses membres concernant les technologies et les méthodes d'exploitation afin de réduire les émissions, en particulier les GES, par activité. Pour faire prendre davantage conscience des problèmes d'environnement, l'ACFC parraine un programme de prix annuel pour l'environnement à l'égard des services voyageurs et marchandises au Canada. Le programme a pour objectif de faire connaître et d'évaluer les initiatives prises par les chemins de fer pour améliorer leurs résultats environnementaux.

Terminologie des activités ferroviaires

Sociétés ferroviaires de catégorie I : Chemin de fer relevant de la compétence législative du Parlement du Canada qui a réalisé des revenus bruts dépassant un seuil indexé à une base de 250 millions de dollars par an (dollars de 1991) pour la prestation des services ferroviaires canadiens. Les trois sociétés canadiennes de catégorie I sont CN, CP et VIA Rail Canada.

Service intermodal : Mouvement de remorques sur wagon plat (RSWP) ou de conteneurs sur wagon plat (CSWP) par rail et au moins un autre mode de transport. En général, les conteneurs d'importation et d'exportation sont expédiés par voies maritime et ferroviaire. Le trafic intérieur fait généralement intervenir le camion et le train.

Profil d'utilisation des locomotives : Répartition de l'activité des locomotives sur une journée de 24 heures (selon les moyennes annuelles).



Les éléments constitutifs (diagramme ci-dessus) en sont :

Locomotive disponible : Temps, exprimé en pourcentage d'une journée de 24 heures, pendant lequel une locomotive peut être en service. Inversement, l'expression **locomotive indisponible** renvoie au pourcentage de la journée pendant lequel une locomotive est arrêtée pour entretien, réparation, reconstruction ou mise au garage. Le total de la disponibilité et de l'indisponibilité est de 100 %.

Temps de fonctionnement du moteur : Pourcentage du temps de locomotive disponible pendant lequel le moteur diesel est en marche. Inversement, le **temps d'arrêt du moteur** représente le pourcentage du temps de disponibilité pendant lequel le moteur diesel est à l'arrêt.

Ralenti : Pourcentage du temps de fonctionnement pendant lequel le moteur tourne au ralenti ou au grand ralenti. On peut distinguer les ralentis avec ou sans intervention humaine (selon qu'il y a ou non une équipe à bord pour faire fonctionner la locomotive).

Régime de fonctionnement : Profil des différents réglages de puissance de la locomotive (grand ralenti, ralenti, freins rhéostatiques, ou réglages de puissance de 1 à 8) exprimés en pourcentages du temps de fonctionnement du moteur.

Gamme de puissance des locomotives : Les locomotives se répartissent en locomotives de grande puissance (plus de 3 000 hp), de puissance moyenne (de 2 000 à 3 000 hp) ou de faible puissance (moins de 2 000 hp).

Moteur diesel à régime moyen : Ce moteur, d'une vitesse de fonctionnement de 800 à 1 100 tours-minute, est le premier choix pour les locomotives circulant sur les voies ferrées canadiennes, grâce à sa faible consommation de carburant, à sa robustesse, à sa fiabilité et à sa souplesse d'installation. Dans un moteur diesel, la combustion se produit par compression du mélange air-carburant jusqu'à ce que l'auto-allumage s'effectue.

Unités de productivité des chemins de fer :

Tonne-kilomètre brute (TKB) : Produit du poids total (en tonnes) de la charge remorquée (wagons chargés et wagons vides) par la distance parcourue (en kilomètres) par le train de marchandises. Le poids des locomotives

qui tirent le train est exclu. Une autre unité utilisée est la tonne-mille brute (TMB).

Tonne-kilomètre payante (TKP) : Produit du poids total (en tonnes) des marchandises payantes transportées par la distance (en kilomètres) sur laquelle elles sont transportées. L'unité exclut les tonnes-kilomètres liées au mouvement du matériel de chemin de fer ou à tout autre déplacement non payant. On utilise aussi la tonne-mille payante (TMP).

Passager-kilomètre par train-kilomètre : Mesure de l'efficacité du service interurbain, soit la moyenne de tous les passagers-kilomètres payants transportés divisée par la moyenne des trains-kilomètres réalisés.

Passager-kilomètre payant (PKP) : Nombre total de passagers payants multiplié par la distance (en kilomètres) sur laquelle ils sont transportés. On peut aussi utiliser le passager-mille payant (PMP).

Terminologie des émissions de locomotive diesel

Facteur d'émission (FE) : Le facteur d'émission d'une locomotive est la masse moyenne d'un produit de combustion émis pour une quantité donnée de carburant. Les émissions d'un type de locomotive sont calculées à partir de données provenant de mesures d'essais, du régime de fonctionnement de la locomotive et de la consommation particulière de carburant par le moteur. Le FE est donné en grammes, ou kilogrammes, d'un polluant par litre de carburant diesel consommé (g/L).

Émissions des principaux contaminants atmosphériques (PCA)

Les PCA qui sont des sous-produits de la combustion du carburant diesel ont des répercussions sur la santé humaine et l'environnement. Il y a surtout :

Les NO_x (oxydes d'azote) : Composés d'azote et d'oxygène qui résultent d'un brûlage à haute température. La quantité de NO_x émis dépend de la température la plus élevée. Les NO_x réagissent avec les hydrocarbures pour former de l'ozone troposphérique en présence de rayonnement solaire et participent à la formation du smog.

Le CO (monoxyde de carbone) : Gaz toxique, sous-produit de la combustion incomplète des carburants fossiles. Comparativement à d'autres types de moteurs, les moteurs diesel en produisent peu.

Les HC (hydrocarbures) : Produit d'une combustion incomplète du carburant diesel et de petites quantités d'huile de graissage.

Les PM (particules) : Il s'agit de résidus de combustion, composés de suies, particules carburant et d'huile de graissage non brûlés, de cendres métalliques et de sulfates; ce sont les PM primaires. Il est possible d'abaisser la quantité de PM en augmentant la température et la durée de combustion. À noter que les émissions de NO_x et de PM sont interdépendantes. En effet, les technologies qui permettent de limiter les NO_x (par exemple en retardant l'avance à l'injection) augmentent en général les émissions de particules. De même, les technologies qui limitent les particules entraînent souvent une augmentation des émissions de NO_x.

Les SO_x (oxydes de soufre) : Ce sont des produits du brûlage de carburants contenant des composés soufrés. En ce qui concerne le protocole SEL, on calcule les émissions de soufre sous forme de SO₂. On peut réduire ces émissions en utilisant des carburants diesel à plus faible teneur en soufre. En outre, réduire la teneur en soufre du carburant réduit généralement les émissions de particules sulfatées.

Émissions de gaz à effet de serre (GES)

Outre les PCA, on s'intéresse aussi aux émissions de GES, à cause de leur accumulation dans l'atmosphère et de leur rôle dans le réchauffement planétaire. Les constituants des GES produits par la combustion de carburant diesel sont :

Le CO₂ (dioxyde de carbone) : Ce gaz est de loin le plus important sous-produit de la combustion des moteurs. Du fait de son accumulation dans l'atmosphère, on estime qu'il s'agit du principal gaz à effet de serre contribuant au réchauffement de la planète. Son potentiel de réchauffement de la planète est fixé à 1,0. Le CO₂ et la vapeur d'eau sont des sous-produits normaux de la combustion des combustibles fossiles. La seule façon de réduire les émissions de CO₂ est de réduire la consommation de combustibles fossiles.

Le CH₄ (méthane) : Gaz incolore, inodore et inflammable qui est un sous-produit de la combustion incomplète de carburant diesel. Son potentiel de réchauffement de la planète est de 21 (par rapport au CO₂).

Le N₂O (oxyde nitreux) : Gaz incolore, produit lors de la combustion, qui a un potentiel de réchauffement de la planète de 310 (par rapport au CO₂).

La somme des gaz à effet de serre constituants exprimés selon leur équivalence au potentiel de réchauffement de la planète du CO₂ est l'**équivalent CO₂**. On le calcule en multipliant le volume de carburant consommé par le facteur d'émission de chaque constituant, puis en multipliant le résultat par le potentiel de réchauffement de la planète du constituant; on fait ensuite le total. Voir à la page x les valeurs de conversion relatives au brûlage du carburant diesel.

Terminologie de la surveillance et de la limitation des émissions des locomotives

Canada : Le **Protocole d'entente (PE)** est un document signé par l'Association des chemins de fer du Canada, Environnement Canada et Transports Canada qui énonce des mesures volontaires pour faire face aux émissions des PCA et des GES de l'ensemble des services ferroviaires au Canada. Le PE prévoit la publication annuelle d'un rapport de surveillance des émissions des locomotives (SEL) présentant les données cumulatives des chemins de fer sur leurs émissions de PCA et de GES et des informations sur les mesures qu'ils ont prises pour les réduire. Le PE antérieur portait sur la période de 1995 à 2005. Le PE en vigueur porte sur la période de 2006 à 2010 et il est reproduit à l'annexe A.

États-Unis : L'établissement des règles promulguées en 1998 par l'**Environmental Protection Agency (EPA)** comporte trois niveaux de limites d'émission en ce qui concerne les locomotives. Ces limites d'émission sont liées à la date de fabrication de la locomotive, c'est-à-dire les niveaux 0, 1 et 2 (voir ci-après). Pour les chemins de fer canadiens, les réglementations de l'EPA signifient que les nouvelles locomotives qu'ils achètent habituellement de manufacturiers américains sont fabriquées de façon à respecter les limites d'émission les plus récentes de l'EPA.

Unité de mesure des émissions : Les émissions de constituants sont mesurées en grammes par puissance au frein (*brake horsepower*) par heure (g/bhp-h). Il s'agit de la quantité (en grammes) d'un constituant particulier émise par un moteur par rapport à une quantité donnée de travail mécanique (puissance au frein) pendant une heure pour un régime de fonctionnement particulier. Cette mesure permet une comparaison de la propreté relative de deux moteurs, sans égard à leur puissance nominale.

Protocole SEL de l'ACFC : Il s'agit de l'ensemble des données financières et statistiques transmises par les membres de l'ACFC et figurant dans la base de données de l'ACFC (base où ces données sont systématiquement stockées en vue de diverses utilisations par l'ACFC). Les données de la base de données « TRENDS » de l'ACFC utilisées pour le présent rapport concernent notamment les tonnes-kilomètres payantes et brutes du transport des marchandises, les chiffres du transport intermodal et du trafic voyageurs, la consommation de carburant et l'inventaire des locomotives. Une bonne partie de ces données est également indiquée par les chemins de fer de catégorie I dans leurs rapports annuels et dans les données financières et connexes présentées à Transports Canada.

Échéancier d'application des limites d'émission des locomotives imposées par l'EPA (g/bhp-h)

Régime de fonctionnement	HC	CO	NO _x	PM
Niveau 0 (1973 - 2001)				
Parcours de lignes	1,0	5,0	9,5	0,60
Manœuvres	2,1	8,0	14,0	0,72
Niveau 1 (2002 - 2004)				
Parcours de lignes	0,55	2,2	7,4	0,45
Manœuvres	1,2	2,5	11,0	0,54
Niveau 2 (2005 et au-delà)				
Parcours de lignes	0,3	1,5	5,5	0,20
Manœuvres	0,6	2,4	8,1	0,24
Taux estimés d'émission des locomotives mises en service avant la réglementation (1997)				
Parcours de lignes	0,5	1,5	13,5	0,34
Manœuvres	1,1	2,4	19,8	0,41

Coefficients de conversion liés aux émissions des chemins de fer

Facteurs d'émission

(en grammes ou kilogrammes par litre de carburant diesel consommé)

Les facteurs d'émission pour les principaux contaminants atmosphériques (NO_x , CO, HC, PM), en g/L, sont particuliers à chaque type de moteur et de locomotive, et obtenus par des mesures d'essai.

Facteur d'émission de dioxyde de soufre (SO_2) 0,00217 kg/L
(basé sur 1 275 ppm de soufre dans le carburant diesel)

Facteurs d'émission des gaz à effet de serre :

Dioxyde de carbone	CO_2	2,73000 kg/L
Méthane	CH_4	0,00015 kg/L
Oxyde nitreux	N_2O	0,00110 kg/L
Hydrofluorocarbures	HFC)
Perfluorocarbures	PFC) non présents dans le diesel
Hexafluorure de soufre	SF_6)

Équivalent CO_2 † des six GES	3,07415 kg/L
Potentiel de réchauffement de la planète du CO_2	1
Potentiel de réchauffement de la planète du CH_4	21
Potentiel de réchauffement de la planète du N_2O	310

† Somme des facteurs d'émission de constituants multipliés par leur potentiel de réchauffement de la planète

Facteurs de conversion liés aux activités ferroviaires

1 gallon impérial	4,5461 litres
1 gallon américain	3,7853 litres
1 litre	0,2200 gallon impérial
1 litre	0,2642 gallon américain
1 mille	1,6093 kilomètre
1 kilomètre	0,6214 mille
1 tonne métrique	1,1023 tonne (nette)
1 tonne (nette)	0,9072 tonne métrique
1 tonne-mille payante	1,4599 tonne-kilomètre payante
1 tonnekilomètre payante	0,6850 tonne-mille payante

Mesures liées aux émissions et aux activités des chemins de fer

Les émissions sont présentées ici à la fois sous la forme d'une quantité absolue et d'une « intensité », c'est-à-dire un rapport liant une émission particulière à la productivité ou aux unités de travail réalisé. Le rapport NO_x par 1 000 TKP, c'est-à-dire le poids en kilogrammes de NO_x émis par 1 000 TKP de marchandises transportées, est une mesure d'émissions.

Abréviations et acronymes employés dans le rapport

Abréviations des unités de mesure

bhp	puissance au frein (<i>brake horsepower</i>)
g	gramme
g/bhp-h	gramme par puissance au frein par heure
g/L	gramme par litre
g/TKB	gramme par tonne-kilomètre brute
g/TKP	gramme par tonne-kilomètre payante
h	heure
hp	horsepower
kg/1 000 TKP	kilogramme par 1 000 tonnes-kilomètres payantes
km	kilomètre
kt	kilotonne
L	litre
L/h	litre/heure
lb	livre
ppm	partie par million

Abréviations des émissions et paramètres connexes

CO	monoxyde de carbone
CO ₂	dioxyde de carbone
Équivalent CO ₂	équivalent dioxyde de carbone des six gaz à effet de serre
FE	facteur d'émission
GES	gaz à effet de serre
HC	hydrocarbures
NO _x	oxydes d'azote
PCA	principal contaminant atmosphérique
PM	particules
SO ₂	dioxyde de soufre
SO _x	oxydes de soufre
ZGOT	zone de gestion de l'ozone troposphérique

Abréviations employées dans les activités de chemin de fer

AES	alimentation électrique de service
C1, C2...	cran 1, cran 2... réglages de la puissance du régulateur
CSWP	conteneur sur wagon plat
FR	freins rhéostatiques
PE	protocole d'entente
RAD	rame automotrice diesel
RAE	rame automotrice électrique
RSWP	remorque sur wagon plat
SEL	surveillance des émissions des locomotives
TKB	tonne-kilomètre brute
TKP	tonne-kilomètre payante

Abréviations d'organismes

AAR	Association des chemins de fer américains (<i>Association of American Railways</i>)
ACFC	Association des chemins de fer du Canada
CCME	Conseil canadien des ministres de l'environnement
CP	Chemin de fer Canadien Pacifique Limitée
CN	Canadien National (Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada)
EC	Environnement Canada
EMD	Electro-Motive Diesel, Inc.
EPA	Environmental Protection Agency (Agence de protection de l'environnement des États-Unis)
ESDC	Engine Systems Development Centre, Inc.
GE	Général Électrique
GM	General Motors Corporation
MLW	Montreal Locomotive Works
SwR	Southwest Research Institute
VIA	VIA Rail Canada

Table des matières

i	Résumé	24	7 Initiatives visant la réduction des émissions
iv	Glossaire	24	7.1 Mesures de sensibilisation de l'ACFC
vii	Coefficients de conversion liés aux émissions des chemins de fer	24	7.2 Initiatives des sociétés ferroviaires
viii	Abréviations et acronymes employés dans le rapport	24	7.2.1 Renouvellement du parc
		25	7.2.2 Entretien et amélioration du parc
		25	7.2.3 Grand ralenti
1	1 Introduction	25	7.2.4 Dispositifs d'arrêt et de démarrage automatiques
		25	7.2.5 Périodes d'attente – trains de voyageurs
2	2 Données sur le trafic et la consommation de carburant	26	7.2.6 Services voyageurs interurbains
2	2.1 Trafic marchandises	26	7.2.7 Trains de banlieue
3	2.1.1 Wagonnées par groupe de marchandises	26	7.2.8 Amélioration de la productivité des wagons de marchandises
3	2.1.2 Service intermodal de catégorie I	26	7.2.9 Allongement des trains
4	2.2 Trafic voyageurs	26	7.2.10 Puissance de traction répartie
4	2.2.1 Service interurbain	27	7.2.11 Regroupement en blocs des wagons ayant une même destination
5	2.2.2 Service de banlieue	27	7.2.12 Stratégies de régulation et de freinage des trains
5	2.2.3 Services de tourisme et d'excursion	27	7.2.13 Formation et mesures incitatives à l'intention du personnel
5	2.3 Consommation de carburant	27	7.2.14 Amélioration de la structure de la voie
5	2.3.1 Transport des marchandises	27	7.2.15 Graissage des rails
7	2.3.2 Service voyageurs	28	7.2.16 Réduction du frottement roue-rail
		28	7.2.17 Additifs pour carburant
8	3 Inventaire des locomotives	28	7.2.18 Coproduction
8	3.1 Locomotives conformes aux limites d'émission de l'EPA des États-Unis	28	7.2.19 Programmes gouvernementaux
9	3.2 Évolution du parc de locomotives en 2006	29	7.2.20 Surveillance des technologies de réduction des émissions en développement
10	4 Propriétés du carburant diesel		
11	5 Émissions des locomotives	30	8 Résumé et conclusions
11	5.1 Facteurs d'émission		
13	5.2 Régimes de fonctionnement des locomotives		
14	5.3 Émissions produites		
14	5.3.1 Gaz à effet de serre (GES)		
18	5.3.2 Principaux contaminants atmosphériques (PCA)		
20	6 Consommation de carburant et émissions dans les zones de gestion de l'ozone troposphérique		
20	6.1 Calcul des données		
20	6.2 Données saisonnières		

Liste des tableaux

- 2 **Tableau 1** Total du trafic de marchandises
- 6 **Tableau 2** Consommation de carburant des chemins de fer canadiens
- 7 **Tableau 3** Consommation de carburant dans les activités de transport de marchandises (millions de litres)
- 7 **Tableau 4** Consommation de carburant dans le service voyageurs
- 8 **Tableau 5** Calendrier de réduction des émissions de NO_x – locomotives de ligne
- 9 **Tableau 6** Nombre de locomotives conformes aux limites d'émission de l'EPA – parc canadien de locomotives
- 9 **Tableau 7** Changements survenus dans le parc de locomotives en 2006
- 12 **Tableau 8** Facteurs d'émission des PCA attribuables aux services ferroviaires
- 13 **Tableau 9** Régime de fonctionnement des locomotives selon le type de service
- 15 **Tableau 10** Émissions de GES par les locomotives (en kilotonnes)
- 16 **Tableau 11** Intensité des émissions de GES par catégorie de service ferroviaire
- 19 **Tableau 12** Émissions de PCA par les locomotives (en kilotonnes)
- 20 **Tableau 13** Pourcentages de la consommation totale de carburant et des émissions totales de GES dans les ZGOT
- 21 **Tableau 14** Pourcentages des émissions totales de NO_x dans les ZGOT
- 22 **Tableau 15** ZGOT n°1 – Vallée du Bas-Fraser (C.-B.) Données sur le trafic, la consommation de carburant et les émissions, 2006
- 22 **Tableau 16** ZGOT n° 2 – Corridor Québec-Windsor Données sur le trafic, la consommation de carburant et les émissions, 2006
- 23 **Tableau 17** ZGOT n° 3 – Région de Saint John (Nouveau-Brunswick) Données sur le trafic, la consommation de carburant et les émissions, 2006

Liste des figures

- 2 **Figure 1** Total du trafic de marchandises (1990-2006)
- 3 **Figure 2** Wagonnées à départ de chemin de fer canadien par groupe de marchandises
- 3 **Figure 3** Charge intermodale de catégorie I
- 4 **Figure 4** Trafic passagers – VIA Rail Canada
- 4 **Figure 5** Passagers-kilomètres payants de VIA Rail Canada

- 4 **Figure 6** Efficacité du transport des voyageurs chez VIA Rail Canada
- 5 **Figure 7** Passagers des trains de banlieue
- 6 **Figure 8** Consommation de carburant du transport de marchandises
- 6 **Figure 9** Consommation de carburant par 1 000 TKP dans le transport de marchandises (litres)
- 14 **Figure 10** Émissions totales des GES attribuables au secteur ferroviaire
- 14 **Figure 11** Intensité des émissions de GES dues au trafic marchandises total
- 16 **Figure 12** Intensité des émissions de GES – services marchandises, catégorie I
- 17 **Figure 13** Intensité des émissions de GES – chemins de fer régionaux et sur courtes distances
- 17 **Figure 14** Intensité des émissions de GES – services voyageurs interurbains
- 17 **Figure 15** Intensité des émissions de GES – trains de banlieue
- 17 **Figure 16** Intensité des émissions de NO_x attribuables au trafic marchandises total

Annexes

- 32 **Annexe A** Protocole d'entente entre sa majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de l'environnement responsable d'environnement Canada et le ministre des transports, de l'infrastructure et des collectivités responsable de Transports Canada, et l'Association des chemins de fer du Canada
- 41 **Annexe B-1** Parc de locomotives 2006 – service marchandises
- 42 **Annexe B-2** Parc de locomotives 2006 – manœuvres-triage et travaux
- 43 **Annexe B-3** Parc de locomotives 2006 – service voyageurs
- 44 **Annexe C** Lignes de chemins de fer comprises dans les zones de gestion de l'ozone troposphérique (ZGOT)
- 45 **Annexe D** Trafic et consommation de carburant (unités américaines)
- 46 **Annexe E-1** Émissions de GES par les locomotives (unités américaines)
- 47 **Annexe E-2** Émissions de PCA par les locomotives (unités américaines)
- 48 **Annexe F** Chemins de fer membres de l'ACFC et provinces d'exploitation

1 Introduction

Ce rapport présente les données de surveillance des émissions des locomotives (SEL) pour 2006, conformément aux dispositions du protocole d'entente (PE) conclu le 15 mai 2007 entre l'Association des chemins de fer du Canada (ACFC) et Environnement Canada et Transports Canada pour l'application volontaire de mesures en vue de limiter les émissions des gaz à effet de serre (GES) et des principaux contaminants atmosphériques (PCA) provenant des locomotives exploitées au Canada. Le PE, qui porte sur la période de 2006 à 2010, est reproduit à l'annexe A.

Les trois champs d'action définis par les objectifs du PE sont :

- i. l'introduction de technologies et de mesures pour réduire les émissions de GES;
- ii. une réduction plus grande des émissions produites par les locomotives diesel;
- iii. le renouvellement du parc de locomotives avec des engins produisant moins d'émissions.

Selon le protocole SEL de l'ACFC, les données ont été recueillies au moyen d'un questionnaire envoyé chaque année aux sociétés ferroviaires. Elles portent sur les volumes de trafic au cours de l'année civile, la consommation de carburant diesel et la teneur en soufre de celui-ci, ainsi que l'inventaire des locomotives en service (annexe B) pour les transports des marchandises et des voyageurs, le triage et les travaux. À partir de ces données, on a calculé les émissions de GES et de PCA produites chaque année par les locomotives en service au Canada. Dans ce rapport, les GES sont exprimés en

équivalent CO₂, unité qui mesure les émissions de dioxyde de carbone (CO₂), de méthane (CH₄) et d'oxyde nitreux (N₂O). Les PCA comprennent les oxydes d'azote (NO_x), le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures (HC), les particules (PM) et les oxydes de soufre (SO_x). La quantité de SO_x émis est fonction de la teneur en soufre du carburant diesel, et elle est exprimée en SO₂.

Des parties distinctes du rapport présentent les informations, pour l'année 2006, sur le trafic, la consommation et la composition du carburant, les émissions de GES et de PCA et l'état du parc de locomotives. En outre, une section est consacrée aux initiatives que le secteur prend ou envisage pour réduire la consommation de carburant, et donc toutes les émissions, en particulier celles des GES.

De plus, le rapport contient des données sur le carburant consommé et les émissions produites par les chemins de fer exerçant des activités dans trois zones de gestion de l'ozone troposphérique (ZGOT) : la vallée du Bas-Fraser en Colombie-Britannique, le corridor Québec-Windsor et la région de Saint John au Nouveau-Brunswick. On a séparé les données entre les activités d'hiver et les activités d'été. Les chemins de fer en activité dans les ZGOT sont énumérés à l'annexe C.

Le rapport présente aussi des données et des statistiques annuelles sur le trafic, la consommation de carburant et les émissions pour la période de dix ans débutant en 1997. À des fins de comparaison historique, 1990 est retenue comme année de référence. Pour obtenir des statistiques remontant à 1975 sur la SEL dans le secteur ferroviaire canadien, on consultera les rapports de la Série de la Protection de l'environnement publié par Environnement Canada¹.

Sauf indication contraire, on utilise les unités métriques; les quantités sont exprimées avec deux chiffres significatifs et les pourcentages, avec un. Les annexes D et E présentent les données sur le trafic, la consommation de carburant et les émissions en unités américaines pour faciliter la comparaison avec les activités ferroviaires aux États-Unis. L'annexe F indique les chemins de fer membres de l'ACFC qui ont été sondés.



Photo gracieusement fournie par le CN

- 1 SEL 1995 – SPE 2/TS/10 – novembre 1997;
SEL 1996 et 1997 – SPE 2/TS/11 – mai 1999;
SEL 1998 – SPE 2/TS/13 – octobre 2000;
SEL 1999 et 2000 – SPE 2/TS/15 – avril 2002;
SEL 2001 – SPE 2/TS/16 – décembre 2002;
SEL 2002 – SPE 2/TS/17 – décembre 2003;
SEL 2003 – SPE 2/TS/11 – décembre 2004;
SEL 2005 – SPE 2/TS/20 – décembre 2006.

2 Données sur le trafic et la consommation de carburant

2.1 Trafic marchandises

Comme le montrent le tableau 1 et la figure 1, le trafic des chemins de fer canadiens est passé de 668,54 milliards de tonnes-kilomètres brutes (TKB) en 2005 à 671,00 milliards en 2006. En 1990, année de référence, il était de 454,94 milliards de TKB. De même, le trafic payant est passé de 352,91 milliards de tonnes-kilomètres payantes (TKP) en 2005 à 355,83 milliards de TKP en 2006, alors qu'il était de 250,13 milliards de TKP en 1990. En pourcentage, le trafic en TKB en 2006 dépassait de 0,4 % le niveau de 2005 et de 47,5 % celui de 1990. En 2006, les TKP ont augmenté de 0,8 % par rapport à 2005 et de 42,3 % par rapport à 1990. Depuis 1990, la croissance annuelle moyenne a été de 3,0 % pour les TKB et de 2,6 % pour les TKP.

Le trafic de catégorie I est passé de 628,09 milliards de TKB en 2005 à 629,93 milliards en 2006, en hausse de 3 %. Ce trafic a représenté 93,9 % du total de TKB transportées, comme le montre le tableau 1. Pour ce qui est des TKP, le trafic de catégorie I est passé de 328,24 milliards en 2005 à 330,96 milliards en 2006 et a représenté 93,0 % du total des TKP. Sur l'ensemble du trafic de marchandises en 2006, le service régional et le service sur courtes distances ont accumulé 41,07 milliards de TKB (ou 6,1 %) et 24,87 milliards de TKP (ou 7 %). Ainsi, le trafic payant de ces services a augmenté de 1,5 % en 2006, pour passer à 24,87 milliards de TKP alors qu'il était de 24,67 milliards en 2005.

Tableau 1
Total du trafic de marchandises
en milliards de tonnes-kilomètres

	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
TKB											
Catégorie I								569,69	608,51	628,09	629,93
Régional et courtes distances								36,57	35,97	40,45	41,07
Total	454,94	544,13	529,72	554,82	586,56	583,2	582,06	606,26	644,48	668,54	671,00
TKP											
Catégorie I								300,51	320,27	328,24	330,96
Régional et courtes distances								23,07	22,96	24,67	24,87
Total	250,13	304,18	296,96	301,96	322,38	321,74	308,76	323,58	343,23	352,91	355,83
Rapport TKP/TKB	0,550	0,559	0,561	0,544	0,550	0,552	0,531	0,534	0,533	0,528	0,530

Note : Le trafic de catégorie I n'est pas distingué du trafic sur courtes distances dans les données disponibles pour les années 1990 à 2002.

Figure 1
Total du trafic de marchandises (1990-2006)
en milliards de tonnes-kilomètres

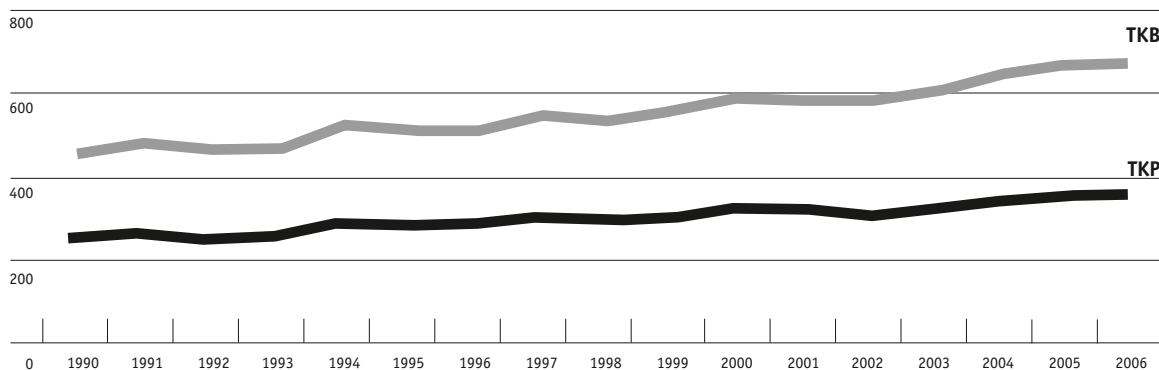
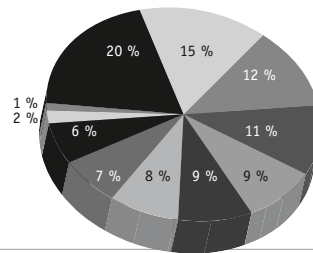


Figure 2

Wagonnées à départ de chemin de fer canadien par groupe de marchandises



2.1 Trafic marchandises

2.1.1 Wagonnées par groupe de marchandises

- 20 % Service intermodal
- 15 % Minéraux
- 12 % Carburants et produits chimiques
- 11 % Agriculture
- 9 % Produits forestiers
- 9 % Métaux
- 8 % Charbon
- 7 % Produits de papier
- 6 % Machines et automobile
- 2 % Produits manufacturés et divers
- 1 % Produits alimentaires

2.1.2 Service intermodal de catégorie I

Des 819 552 wagonnées transportées en service intermodal par les chemins de fer au Canada en 2006, 816 132 l'ont été par les chemins de fer de catégorie I, contre 765 205 en 2005, soit une augmentation de 6,7 % de la part de cette catégorie. La charge intermodale est passé de 31,06 millions de tonnes en 2005 à 31,50 millions de tonnes. Depuis 1990, la charge intermodale a augmenté de 142,8 % dans l'ensemble, soit une augmentation annuelle de 8,9 %.

La figure 3 montre que le trafic de conteneurs sur wagon plat (CSWP) s'est accru, passant de 29,85 millions de tonnes en 2005 à 30,39 millions de tonnes en 2006, une hausse considérable par rapport aux 9,07 millions de tonnes de 1990. Le trafic de remorques sur wagon plat (RSWP) lui a diminué, passant de 1,21 million de tonnes en 2005 à 1,11 million de tonnes en 2006, en baisse par rapport aux 3,72 millions de tonnes de 1990. En pourcentage, la charge de CSWP a gagné

en 2006 1,8 % par rapport à 2005 et 235,01 % par rapport à 1990. Le trafic de RSWP a diminué de 8,7 % en 2006 par rapport à 2005, et de 70,3 % par rapport à l'année de référence 1990. Voilà qui met en évidence la préférence des expéditeurs pour le transport de conteneurs sur wagon plat au détriment des remorques sur wagon plat.

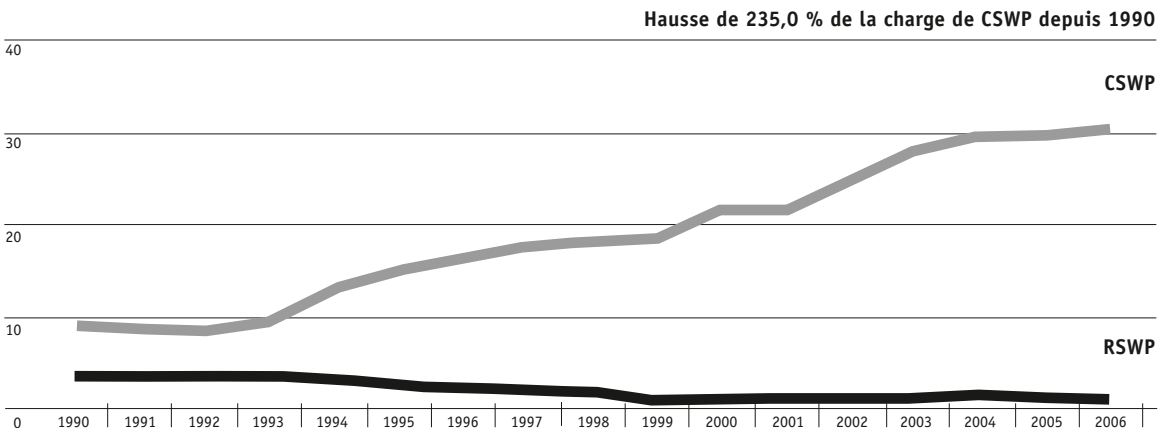
Les TKP intermodales de catégorie I ont totalisé 82,62 milliards en 2006, contre 79,38 milliards en 2005, soit une augmentation de 4,1 %. Le transport intermodal a constitué 25,0 % des 330,96 milliards de TKP transportées par les chemins de fer de catégorie I en 2006².

L'augmentation du service intermodal montre que les chemins de fer canadiens ont réussi à établir des partenariats avec les expéditeurs pour opérer un changement de mode de transport des marchandises. Chaque wagonnée intermodale retire environ 2,8 camions des routes canadiennes³.

Figure 3

Charge intermodale de catégorie I

en millions de tonnes



² Tendances ferroviaires 2007, Association des chemins de fer du Canada

³ AAR/ACFC

2.2 Trafic voyageurs
2.2.1 Service interurbain

Le nombre de passagers transportés par service interurbain au Canada en 2006 s'est établi à 4,32 millions, comme en 2005. Les transporteurs étaient VIA Rail Canada, CN/Algoma Central, Ontario Northland et Transport Ferroviaire Tshuétin. De ce total, VIA a transporté 4,09 millions passagers, ou 94,7 %, un recul de 0,2 % sur les 4,10 millions transportés en 2005, mais une augmentation de 18,2 % sur les 3,46 millions en 1990. Les passagers-kilomètres payants (PKP) en 2006 ont atteint 1 407 millions, une diminution de 1,6 % par rapport aux 1 429 millions de 2005, mais une hausse de 13,9 % par rapport

aux 1 235 millions de 1990. Les figures 4 et 5 présentent les statistiques annuelles des PKP pour VIA Rail depuis 1990.

Le paramètre utilisé pour exprimer l'efficacité des trains interurbains est la « moyenne de passagers-kilomètres par train-kilomètre ». Comme le montre la figure 6, l'efficacité des trains de VIA en 2006 était de 131 passagers par train-km, en légère baisse sur les 132 de 2005, mais meilleure que les 123 de l'année de référence 1990. En pourcentage, l'efficacité des trains a reculé de 0,8 % par rapport à 2005, mais a gagné 6,5 % par rapport à 1990.

Figure 4
Trafic passagers – VIA Rail Canada
millions

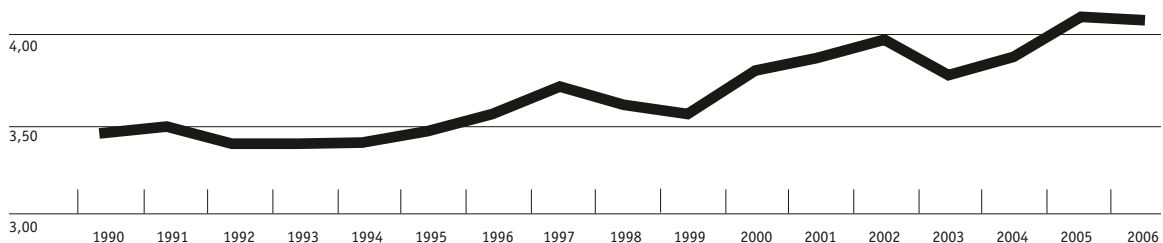


Figure 5
Passagers-kilomètres payants de VIA Rail Canada
millions

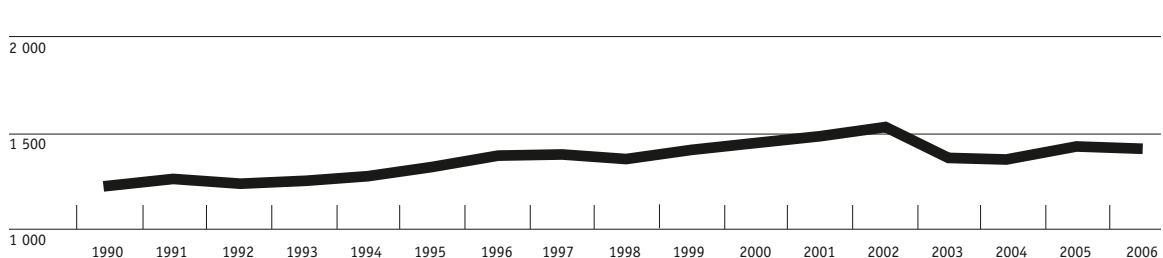
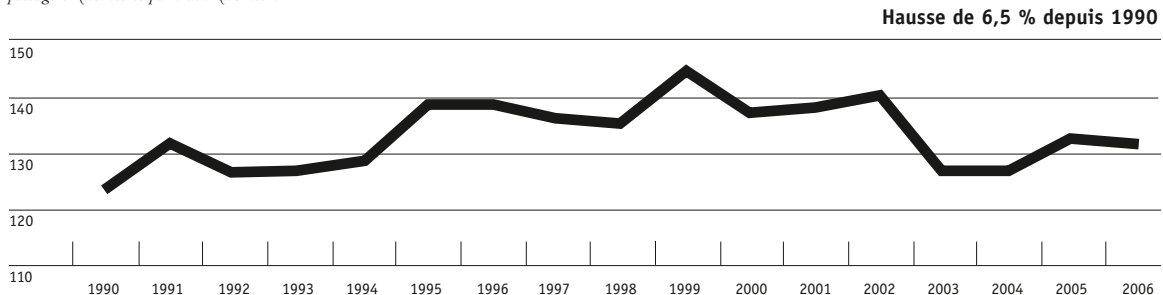


Figure 6
Efficacité du transport des voyageurs chez VIA Rail Canada
passagers-kilomètres par train-kilomètre



2.2 Trafic voyageurs

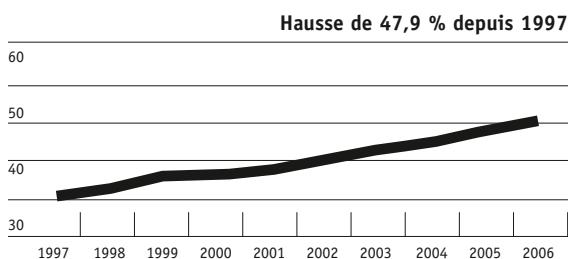
2.2.2 Service de banlieue

En 2006, le nombre de passagers de trains de banlieue a atteint 60,63 millions, par rapport à 58,24 millions en 2005, soit une hausse de 4,1 %. Comme l'indique la figure 7, en 2006, le trafic de banlieue a augmenté de 47,9 % par rapport à l'année de référence de 1997 (41 millions de voyageurs), année où l'ACFC a commencé à recueillir des statistiques sur les trains de banlieue. Le nombre de passagers a augmenté en moyenne de 4,5 % par année depuis 1997. Les quatre sociétés de trains de banlieue du Canada qui utilisent des moteurs d'entraînement au diesel sont l'Agence métropolitaine de transport (desservant la région montréalaise), Capital Railway (Ottawa), Réseau GO (région torontoise) et West Coast Express (région vancouveroise).

Figure 7

Passagers des trains de banlieue

millions



2.2.3 Services de tourisme et d'excursion

En 2006, les onze chemins de fer offrant des services de tourisme et d'excursion ont transporté 360 000 voyageurs. Ces chemins de fer sont : l'Agence métropolitaine de transport, Alberta Prairie Railway Excursions, Barrie-Collingwood Railway, CN/Algoma Central (qui offre aussi un service voyageur à horaire fixe), CP/Royal Canadian Pacific, Great Canadian Railtour Company, Hudson Bay Railway, Ontario Northland (qui offre aussi un service voyageur à horaire fixe), South Simcoe Railway, Transport Ferroviaire Tshuëtin (qui offre aussi un service voyageur à horaire fixe) et White Pass & Yukon Route.

2.3 Consommation de carburant

Comme l'indique le tableau 2, la consommation totale de carburant du secteur ferroviaire s'est accrue, passant de 2 209,01 millions de litres en 2005 à 2 210,38 millions en 2006, alors qu'elle était de 2 060,66 millions en 1990. En pourcentage, la consommation de carburant a augmenté de 0,06 % par rapport à 2005 et de 7,3 % par rapport à 1990.

2.3.1 Transport des marchandises

La consommation totale de carburant pour tous les trains de marchandises et les trains de manœuvres en 2006 a atteint 2 109,21 millions de litres en 2006, contre 2 107,91 millions en 2005 et 1 957,96 millions en 1990. En pourcentage, il s'agit d'une progression de 0,06 % sur 2005 et de 7,7 % sur 1990. Le tableau 2 et la figure 8 montrent la tendance de la consommation de carburant du transport de marchandises.

La quantité de carburant consommée par 1 000 TKP permet de mesurer les économies de carburant dans le transport des marchandises. Comme le montre la figure 9, la consommation de carburant dans le transport des marchandises a diminué, passant de 5,97 litres par 1 000 TKP en 2005 à 5,93 litres en 2006, une diminution de 7,83 litres par 1 000 TKP en 1990.

En pourcentage, la consommation de carburant par 1 000 TKP dans le trafic marchandises en 2006 a perdu 0,7 % par rapport à 2005 et 24,3 % par rapport à 1990. On constate donc que les transporteurs canadiens ont réussi à accroître le trafic tout en diminuant la consommation de carburant par unité de travail.

Tableau 2

Consommation de carburant des chemins de fer canadiens

millions de litres

	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Marchandises	1 822,60	2 030,56	1 881,46	1 799,72	1 836,37	1 823,21	1 870,44	1 909,40	2 009,50	2 033,33	2 037,05
Triage	119,36	113,31	118,35	86,85	86,63	89,86	73,79	69,20	70,79	67,85	64,67
Travaux	16,00	6,00	7,00	5,00	4,00	4,86	5,70	4,90	4,17	6,73	7,49
Total Service marchandises	1 957,96	2 149,87	2 006,81	1 891,57	1 927,00	1 917,93	1 949,93	1 983,50	2 084,46	2 107,91	2 109,21
Total Service voyageurs	102,70	61,00	58,51	58,29	60,87	99,20	100,75	99,18	99,93	101,10	101,17
Total Services ferroviaires	2 060,66	2 210,87	2 065,32	1 949,86	1 987,87	2 017,13	2 050,68	2 082,68	2 184,39	2 209,01	2 210,38

Figure 8

Consommation de carburant du transport de marchandises

millions de litres

Hausse de 7,7 % depuis 1990

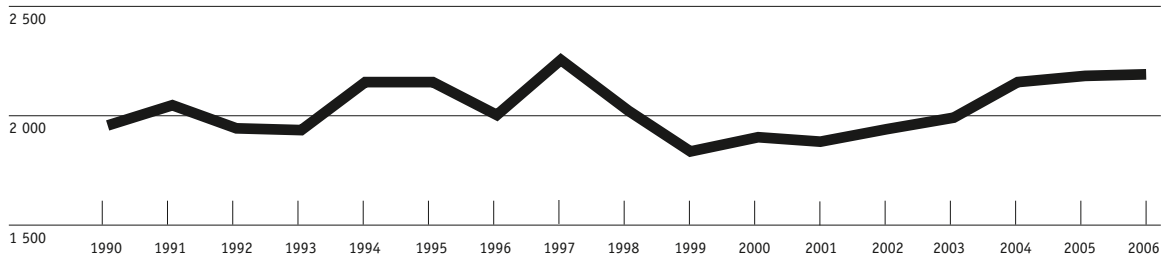
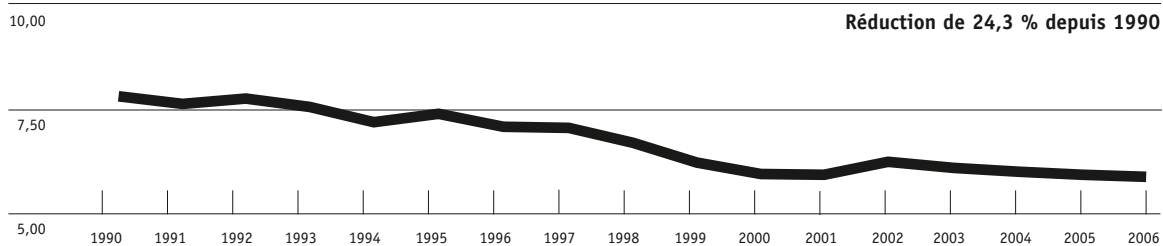


Figure 9

Consommation de carburant par 1 000 TKP dans le transport de marchandises

litres

Réduction de 24,3 % depuis 1990



Les transporteurs ferroviaires canadiens de marchandises ont réussi à réduire la consommation de carburant en remplaçant les vieilles locomotives par des engins modernes qui consomment moins de carburant et respectent les normes de l'EPA. De plus, Ils évaluent et mettent en œuvre des méthodes qui font baisser la consommation de carburant. La section 7 présente les initiatives prises ou envisagées en 2006.

Le tableau 3 indique la consommation de carburant dans le transport des marchandises, par type de service, pour l'année

2006 par rapport aux années 2003, 2004 et 2005. Les trains de marchandises des sociétés de catégorie I ont utilisé 90,8 % de tout le carburant diesel consommé pour le transport de marchandises en 2006, contre 5,5 % pour le transport régional et sur courtes distances et 3,4 % pour le triage et les travaux. La réduction de la consommation de carburant en 2006 par rapport à 2005 malgré une augmentation du trafic semble attribuable au recours accru des méthodes anti-ralenti et à l'installation de dispositifs de démarrage/arrêt automatiques.

Tableau 3

Consommation de carburant dans les activités de transport de marchandises

millions de litres

	2003	2004	2005	2006
Service marchandises				
Marchandises : Catégorie I	1 775,80	1 870,60	1 893,19	1 914,92
Marchandises : Régional et courtes distances	133,60	138,90	140,14	122,13
Sous-total	1 909,40	2 009,50	2 033,33	2 037,05
Triage	69,20	70,79	67,85	64,67
Travaux	4,90	4,17	6,73	7,49
Sous-total	74,10	75,0	74,58	72,16
Total	1 983,50	2 084,46	2 107,91	2 109,21

2.3 Consommation de carburant

2.3.2 Service voyageurs

La consommation de carburant dans l'ensemble du transport de voyageurs – services ferroviaires interurbain, de banlieue et de tourisme et excursion – a augmenté légèrement, passant de 101,01 millions de litres en 2005 à 101,17 millions en 2006, soit une hausse de 0,7 %. Le tableau 4 en donne la répartition et la compare à celle des années précédentes.

Par rapport à 2005, la consommation de carburant en 2006 a perdu 2,4 % chez VIA et 3,1 % dans le transport ferroviaire de banlieue.

Tableau 4

Consommation de carburant dans le service voyageurs

millions de litres

	2003	2004	2005	2006
Via Rail Canada	60,99	60,37	60,09	58,63
Amtrak	n/a	0,66	0,64	0,64
Banlieue	31,54	33,79	35,31	34,23
Tourisme et excursion	6,65	5,12	5,06	7,67
Total	99,18	99,93	101,10	101,17

3 Inventaire des locomotives

L'annexe B présente l'inventaire 2006 du parc canadien de locomotives. Le parc compte au total 2 999 locomotives en service. Toutes sont mues au diesel, à l'exception de 33, soit 29 rames automotrices électriques de train de banlieue et 4 locomotives à vapeur. Le nombre de locomotives affectées au transport de marchandises est passé de 2 194 en 2005 à 2 252 en 2006. Le matériel de traction (locomotives, rames automotrices diesel, rames automotrices électriques) pour les trains de voyageurs comptait au total 219 unités, tandis que le nombre de locomotives de manœuvres et de locomotives de travaux atteignait 529, une baisse par rapport aux 582 dénombrées en 2005.

3.1 Locomotives conformes aux limites d'émission de l'EPA des États-Unis

Le tableau 5 montre l'échéancier d'application des règles de l'EPA visant la réduction des émissions de NO_x, selon l'année de construction des locomotives. Les locomotives présentement conformes aux normes de niveau 2 émettent 59,3 % moins de NO_x que celles construites avant 2000. Ainsi prévoit-on une diminution de l'intensité des émissions de NO_x attribuables au parc canadien de locomotives, si les chemins de fer continuent de mettre en service de nouvelles locomotives, et de rendre leurs locomotives grande puissance actuelles conformes au niveau 0 de l'EPA.

Tableau 5

Calendrier de réduction des émissions de NO_x – locomotives de ligne

Niveau de conformité aux normes de l'EPA	Année d'entrée en vigueur	NO _x (g/bhp-h)	Réduction (%)
Locomotives non conformes	Avant 2000	13,5	
Niveau 0	2000 - 2001	9,5	29,6
Niveau 1	2002 - 2004	7,4	45,2
Niveau 2	2005 -	5,5	59,3



Photo gracieusement fournie par VIA Rail

Les chemins de fer canadiens ont commencé, au début des années 1990, à renouveler leurs parcs de locomotives en achetant de nouveaux engins grande puissance à haut rendement énergétique. À cet égard, les locomotives construites en 2000 et 2001 respectent les limites d'émission de niveau 0 de l'EPA; celles construites entre 2002 et 2004 respectent le niveau 1, et celles construites après le 1^{er} janvier 2005 sont conformes au niveau 2. Aussi, depuis 2000, les exploitants profitent des révisions de leurs locomotives grande puissance construites avant 2000 pour volontairement les rendre conformes aux limites de niveau 0. Le tableau 6 présente la progression du nombre de locomotives de ligne principale conformes au niveau 0, 1 ou 2, par rapport au nombre total de locomotives pour trains de marchandises et trains de voyageurs.

Tableau 6

Nombre de locomotives conformes aux limites d'émission de l'EPA – parc canadien de locomotives

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Nombre total de locomotives* pour trains de voyageurs et trains de marchandises	1 991	2 048	2 069	2 129	2 300	2 363	2 425
Nombre de locomotives** pour trains de voyageurs et trains de marchandises conformes aux limites d'émission de niveau 0, 1 ou de l'EPA	80	179	189	634	842	870**	956

* Sans compter les rames automotrices diesel et électriques, les autorails diesel, les locomotives de manœuvres, les « limaces » et les locomotives à vapeur.

** Le nombre de locomotives considérées comme conformes aux limites d'émission de l'EPA dans le rapport SEL de 2005 a été ramené à 870, car certains types de locomotives avaient été déclarées à tort conformes au niveau 0.

3.2 Évolution du parc de locomotives en 2006

Conformément aux termes du PE, le tableau 7 résume les changements survenus dans la composition du parc de locomotives en 2006.

Tableau 7

Changements survenus dans le parc de locomotives en 2006

Mesures prises en 2006	Catégorie I Marchandises ligne principale	Service voyageurs interurbain	Trains de banlieue
Achats de nouvelles locomotives de niveau 2	60	0	0
Locomotives grande puissance amenées au niveau 0 ou 1	19	0	0
Locomotives moyenne puissance amenées au niveau 0	0	0	0
Retrait de locomotives moyenne puissance datant de 1973-1999	21	0	0

4 Propriétés du carburant diesel

4 Propriétés du carburant diesel

Les chemins de fer emploient un carburant diesel qui répond à l'exigence actuelle des fabricants des moteurs, soit une teneur en soufre moyenne inférieure à 5 000 parties par million (ppm), ou à 0,5 %. Le sondage de l'ACFC a révélé qu'en 2006, la moyenne pondérée de la teneur en soufre du carburant diesel utilisé par les chemins de fer canadiens était de 1 275 ppm. Il s'agit d'une diminution par rapport à la moyenne de 1 369 ppm enregistrée en 2005. D'où une diminution du facteur d'émission utilisé pour calculer la quantité des émissions de SO_2 (voir la section 5).

L'analyse des données de 2006 transmises par chacun des chemins de fer a révélé que la teneur en soufre réelle variait de 17 ppm à 5 000 ppm. Il convient de noter qu'une modification publiée dans la *Gazette du Canada* en 2005 exige que la teneur en soufre du carburant diesel pour locomotives ne dépasse pas 500 ppm (ou 0,05 %) à partir du 1^{er} juin 2007 et 15 ppm (ou 0,0015 %) à compter du 1^{er} juin 2012.

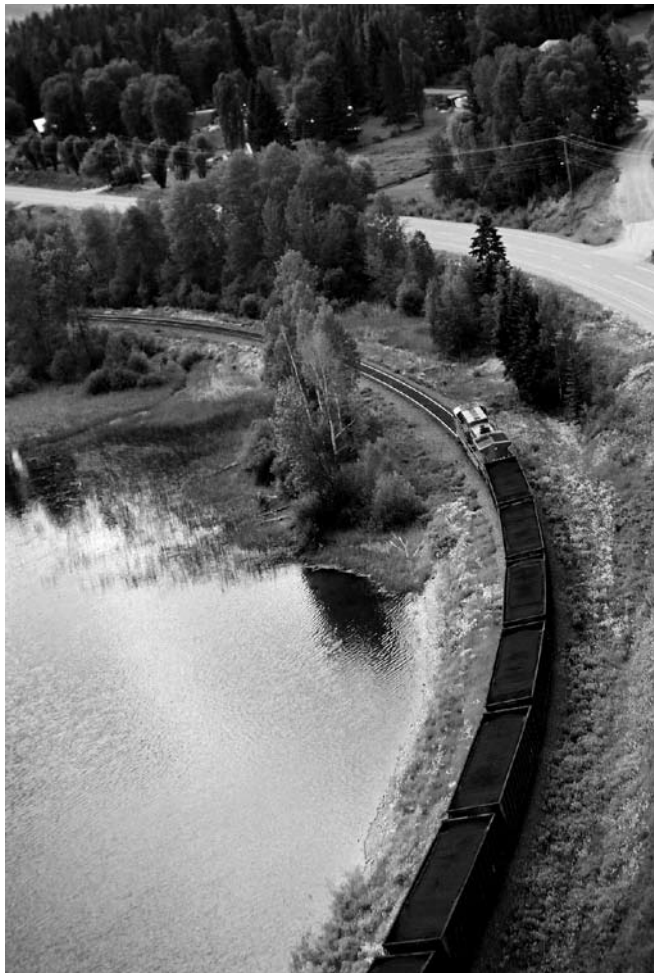


Photo : Rick Robinson/CP

5 Émissions des locomotives

5.1 Facteurs d'émission

Les facteurs d'émission (FE) utilisés pour calculer chacun des trois GES rejetés par les moteurs de locomotive diesel sont ceux qu'utilise Environnement Canada pour établir l'inventaire officiel des émissions de gaz à effet de serre du Canada, qu'il est tenu de soumettre en vertu de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. De même, un FE a été établi pour chacun des principaux contaminants atmosphériques (PCA), soit les NO_x, le CO, les HC, les PM et les SO_x, rejetés par les locomotives, en grammes par litre de carburant brûlé (g/L). Sauf pour les SO_x, dont les émissions dépendent strictement de la teneur en soufre du carburant diesel, les FE des PCA reposent sur les données concernant les émissions des différents moteurs aux divers réglages des gaz applicables au profil d'utilisation des locomotives en service au Canada. Au départ, ces facteurs étaient tirés des essais réalisés au début des années 1990 par l'Association of American Railroads (AAR), le Southwest Research Institute (SwRI) et les constructeurs de locomotives⁴. Les FE ont été revus en 2001 et révisés pour tenir compte des changements survenus dans le parc canadien de locomotives⁵. Depuis lors, d'autres essais de locomotives ont eu lieu à la demande de Transports Canada au SwRI⁶ et à l'Engine Systems Development Centre Inc.^{7,8}.

Depuis 2003, les FE ont été mis à jour chaque année pour rendre compte du nombre croissant de locomotives canadiennes maintenant conformes aux rigoureuses normes d'émission des niveaux 0, 1 et 2 de l'EPA. Le tableau 8 indique comment les FE utilisés pour calculer les émissions des trains de marchandises, des trains de voyageurs et des locomotives de manœuvres ont été révisés depuis 2001 pour refléter l'évolution de la composition du parc de locomotives.

Comme on le constate au tableau 8, le FE qui sert à calculer les NO_x rejetés par les locomotives des trains de marchandises a été établi à 50,48 g/L pour 2006, par rapport à 52,54 g/L en 2005. Cette diminution est attribuable à l'achat par les chemins de fer de catégorie I, en 2005 et 2006, de nouvelles locomotives construites selon les normes d'émission de niveau 2 et à la modification (au moment de leur révision) de locomotives existantes, pour qu'elles respectent les normes de niveau 0. Le tableau 8 indique en outre que le FE utilisé pour calculer la quantité de CO rejetée par les locomotives de trains de marchandises a été revu à la hausse, passant à 7,30 g/L en 2006 par rapport à 7,17 g/L en 2005. C'est que les résultats d'autres essais d'émission ont été reçus en 2006, qui permettaient d'ajuster avec plus de confiance une courbe à partir de l'étalement des données.

De même, l'ajout des nouvelles données sur les émissions de 2006 à la base de données ventilée selon les types de locomotives servant aux manœuvres et au service voyageurs a engendré une baisse importante du FE pour le CO. Comme ces données étaient jugées plus représentatives et plus précises, elles ont servi aux calculs de 2006 dont rend compte le tableau 8. Cela explique aussi l'écart des FE pour le calcul des NO_x et du CO entre la période 1990-2003 et les années subséquentes. Des ajustements ont aussi été faits aux FE utilisés pour calculer les HC et les PM en 2006.

Les FE servant au calcul des émissions d'oxydes de soufre (SO₂) sont fondés sur la teneur en soufre du carburant diesel. L'évolution de la teneur en soufre du carburant diesel ferroviaire au Canada a été évoquée à la section 4 du présent rapport.

4 Voir les tableaux 10 et 12 du document d'Environnement Canada SPE 2/TS/8, *Exigences de déclaration recommandées pour le Programme de surveillance des émissions des locomotives (Programme SEL)* – septembre 1994.

5 *Revue du protocole d'entente entre Environnement Canada et l'Association des chemins de fer du Canada relativement aux émissions des locomotives*, Environnement Canada – juin 2001.

6 *Locomotive Exhaust Emissions Test Report : BNSF 9476*, étude réalisée par le Southwest Research Institute pour Transports Canada – mai 2004.

7 *Locomotive Emissions Testing Program – Fiscal Year 2005-06*, Rapport N° ETR-0339-R3. Étude réalisée pour Transports Canada par l'Engine Systems Development Centre Inc., Lachine, Québec – mars 2006.

8 *Locomotive Emissions Testing Program – Fiscal Year 2006-07*, Rapport N° ETR-0356. Étude réalisée pour Transports Canada par l'Engine Systems Development Centre Inc., Lachine, Québec – avril 2007.

Tableau 8
Facteurs d'émission des PCA attribuables aux services ferroviaires
grammes/litre

		NO _x	CO	HC	PM	SO ₂
Train de marchandises						
	1990-2000	54,69	10,51	2,73	1,30	2,54
	2001-2002	58,81	10,51	2,73	1,30	2,54
	2003	53,17	10,81	2,34	1,19	2,37
	2004	52,54	7,22	2,99	1,85	2,30
	2005	50,48	7,17	3,01	1,83	2,33
	2006	49,53	7,30	1,96	1,24	2,17
Train de voyageurs						
	1990-2000	54,69	10,51	2,73	1,30	2,54
	2001-2002	54,69	10,51	2,73	1,30	2,54
	2003	54,59	10,81	2,73	1,30	2,37
	2004	61,04	9,25	2,34	1,36	2,30
	2005	68,34	9,24	2,34	1,36	2,33
	2006	65,58	5,18	2,01	1,27	2,17
Manœuvres						
	1990-2000	61,01	10,42	3,61	1,48	2,54
	2001-2002	61,01	10,42	3,61	1,48	2,54
	2003	61,01	10,42	2,34	1,48	2,37
	2004	71,69	12,77	4,12	1,72	2,30
	2005	71,55	12,77	4,11	1,72	2,33
	2006	64,63	5,34	3,16	1,52	2,17

* Le FE de 2006 EF pour le SO₂ est établi en fonction d'une teneur en soufre de 1 275 ppm du carburant diesel.



Photo gracieusement fournie par Matthew C. Wheeler / VIA Rail

5.2 Régimes de fonctionnement des locomotives

En 2001, les chemins de fer de catégorie I et un chemin de fer de banlieue ont mis à jour les régimes de fonctionnement des locomotives canadiennes en mesurant le temps passé à chaque réglage de puissance par les moteurs des locomotives d'un échantillon statistiquement significatif. Les régimes de fonctionnement présentés au tableau 9 ci-après concernent les locomotives affectées au transport de marchandises, au transport de voyageurs et aux manœuvres. Le tableau montre également les régimes de fonctionnement associés au transport de marchandises (établis en 1990) utilisés pour calculer les émissions entre 1990 et 2001. L'influence des variations de régime de fonctionnement sur les émissions de NO_x s'est révélée minime, bien que les régimes de fonctionnement aient changé depuis 1990, surtout en ce qui a trait au temps passé en freinage rhéostatique. Par exemple, la variation des

facteurs d'émission des NO_x est de ± 0,7 % pour les anciennes locomotives à puissance moyenne, et de ± 1,2 % pour les nouvelles locomotives grande puissance⁹. Il est à noter que depuis 2001, année de la dernière mise à jour des données sur les régimes de fonctionnement du parc de locomotives, le temps de marche au ralenti (qui, dans le tableau 9, atteint 83 % pour les locomotives de manœuvres) a diminué, grâce à l'installation de dispositifs d'arrêt et de démarrage automatiques, et à une politique stricte concernant l'arrêt manuel. Le recours accru à ces procédures d'arrêt du moteur a fait baisser la consommation de carburant et la production d'émissions. On trouvera dans le glossaire une explication de ce qu'est le profil d'utilisation des locomotives et de la façon dont le régime de fonctionnement s'insère dans ce profil.

Tableau 9
Régime de fonctionnement des locomotives selon le type de service
pourcentage du temps de fonctionnement du moteur sous chaque réglage

Service.	Ralenti	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	FR
Marchandises, catégorie I	58,1	3,9	5,0	4,4	3,7	3,3	3,0	1,5	12,0	5,1
Train de marchandises	61,6	3,8	4,7	4,1	3,5	3,1	2,8	1,5	10,9	4,5
Voyageurs	69,6	0,0	4,8	2,1	1,4	1,2	0,8	0,2	19,5	0,0
Manœuvres	83,0	4,1	4,0	3,6	2,0	1,0	0,5	0,3	1,5	0,0
Régime de fonctionnement, 1990										
Marchandises	60,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	12,0	0,0
Secondaire, triage	81,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	5,0	0,0

Le régime de fonctionnement Train de marchandises, au tableau 9, est celui qui sert au calcul des facteurs d'émission. Il s'agit d'une valeur dite *corrigée*, qui rend compte à la fois des régimes de fonctionnement exigeants associés aux chemins de fer de catégorie I et des régimes moins rigoureux associés aux locomotives de manœuvres-ligne des chemins de fer régionaux et sur courtes distances. Ce régime combiné est fondé sur le rapport des consommations de carburant de ces deux types de service ferroviaire.

9 Influence of Duty Cycle and Fleet Profile on Emissions from Locomotives in Canada. Rapport de Transports Canada, TP 13945E, 2002.

5.3 Émissions produites

5.3.1 Gaz à effet de serre (GES)

Le secteur des transports produit environ le quart de toutes les émissions canadiennes de GES, et le rail compte pour 3 % de la part des transports¹⁰. Comme le montrent le tableau 10 et la figure 10, de 1998 à 2002, le secteur ferroviaire canadien a réussi à ramener ses émissions de GES aux niveaux de 1990. Mais ces niveaux ont remonté depuis, avec l'augmentation du trafic annuel, accompagnée, naturellement, d'une augmentation de la consommation de carburant. En 2006, les émissions de GES attribuables à l'ensemble du secteur ferroviaire ont atteint 6 795,04 kt, par rapport à 6 790,45 kt en 2005, et 6 288,00 kt en 1990. Il s'agit là d'une augmentation de 8,1 % depuis 1990, qui correspond par ailleurs à une hausse de 42,3 % des TKP.

Le tableau 10 indique en outre l'intensité des émissions de GES, tandis que la figure 11 montre la ligne de tendance de ces

émissions pour le trafic marchandises, lesquelles ont reculé à 18,22 kg par 1 000 TKP en 2006, après avoir atteint 18,37 en 2005 et 23,88 en 1990. On s'attend à ce que cette tendance à la baisse se poursuive, si les chemins de fer canadiens continuent de renouveler leur parc de locomotives et de mettre en œuvre des stratégies de réduction de la consommation de carburant. La section 7 aborde plus en détail cette perspective. En pourcentage, l'intensité des émissions de GES dues au trafic marchandises en 2006 a diminué de 0,8 % par rapport à 2005, et de 23,7 % par rapport à 1990. L'intensité des émissions de GES pour les chemins de fer de catégorie I spécialisés dans le service marchandises était légèrement à la hausse en 2006 par rapport à 2005.

Figure 10
Émissions totales des GES attribuables au secteur ferroviaire
kilotonnes d'équivalent CO₂

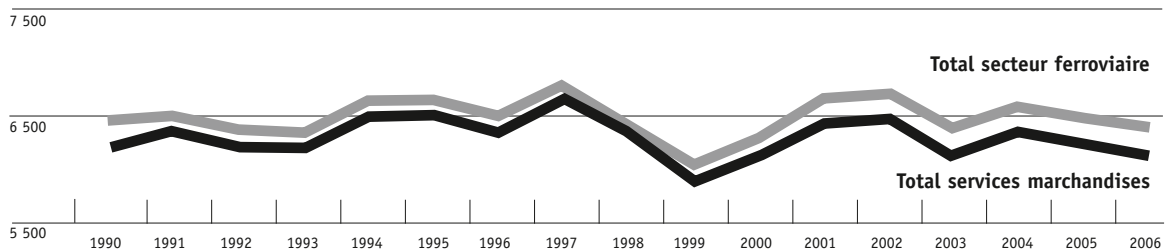
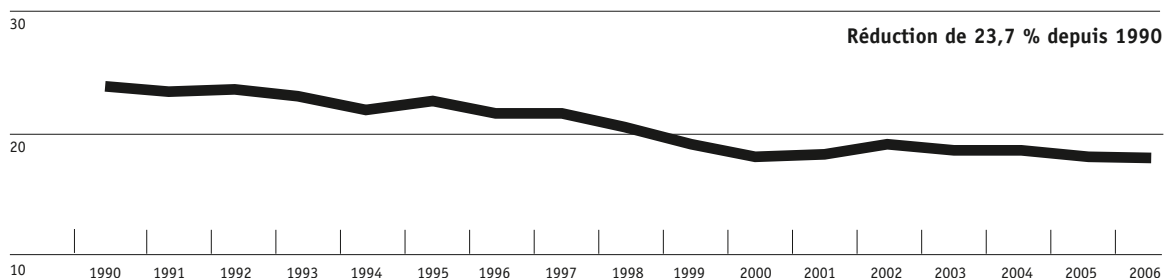


Figure 11
Intensité des émissions de GES dues au trafic marchandises total
kg d'équivalent CO₂/1 000 TKP



¹⁰ Environnement Canada, Rapport d'inventaire national 1990-2004 - Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada, 2006.

Tableau 10
Émissions de GES par les locomotives
en kilotonnes

	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Train de marchandises											
Équivalent CO ₂	5 560,05	6 194,13	5 739,19	5 489,67	5 601,75	5 560,53	5 697,56	5 822,55	6 177,20	6 250,43	6 262,19
CO ₂	4 937,88	5 501,00	5 096,97	4 875,37	4 974,91	4 938,30	5 060,00	5 171,00	5 485,93	5 550,97	5 561,13
CH ₄	5,70	6,35	5,88	5,63	5,74	5,70	5,84	5,97	6,33	6,40	6,42
N ₂ O	616,75	687,08	636,62	608,94	621,37	616,80	632,00	645,87	685,21	693,33	694,64
Manœuvres-triage et trains de travaux											
Équivalent CO ₂	413,74	364,29	382,84	280,77	276,79	287,50	244,34	226,33	230,55	229,24	221,84
CO ₂	367,44	323,53	340,00	249,35	245,82	255,33	217,00	201,00	204,75	203,59	197,00
CH ₄	0,42	0,37	0,39	0,29	0,28	0,29	0,25	0,23	0,24	0,23	0,23
N ₂ O	45,89	40,41	42,47	31,14	30,70	31,89	27,10	25,11	25,57	25,43	24,61
Activités marchandises											
Équivalent CO ₂	5 973,79	6 558,42	6 122,03	5 770,43	5 878,54	5 848,03	5 941,90	6 048,87	6 407,75	6 479,67	6 484,03
CO ₂	5 305,32	5 824,53	5 436,97	5 124,72	5 220,73	5 193,63	5 277,00	5 372,00	5 690,68	5 754,56	5 758,13
CH ₄	6,12	6,72	6,27	5,91	6,02	5,99	6,09	6,20	6,57	6,64	6,65
N ₂ O	662,64	727,49	679,09	640,09	652,08	648,69	659,11	670,97	710,78	718,76	719,25
Voyageurs											
Équivalent CO ₂	314,21	186,09	179,98	176,94	186,09	302,02	305,15	301,77	307,10	310,78	311,01
CO ₂	279,05	165,27	159,84	157,14	165,27	268,22	271,00	268,00	272,73	276,00	276,19
CH ₄	0,32	0,19	0,18	0,18	0,19	0,31	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32
N ₂ O	34,85	20,64	19,96	19,63	20,64	33,50	33,85	33,47	34,07	34,47	34,50
Total - Activités ferroviaires											
Équivalent CO ₂	6 288,00	6 744,51	6 302,01	5 947,37	6 064,64	6 150,04	6 247,05	6 350,64	6 714,84	6 790,45	6 795,04
CO ₂	5 584,37	5 989,80	5 596,81	5 281,86	5 386,00	5 461,85	5 548,00	5 640,00	5 963,41	6 030,56	6 034,32
CH ₄	6,44	6,91	6,46	6,09	6,21	6,30	6,40	6,51	6,88	6,96	6,97
N ₂ O	697,50	748,14	699,05	659,71	672,72	682,19	692,95	704,44	744,84	753,23	753,75
Intensité des émissions dues aux activités marchandises <i>kg/1 000 TKP</i>											
Équivalent CO ₂	23,88	21,56	20,62	19,11	18,23	18,18	19,06	18,69	18,67	18,37	18,22
CO ₂	21,21	19,15	18,31	16,97	16,19	16,14	16,93	16,60	16,58	16,31	16,18
CH ₄	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
N ₂ O	2,65	2,39	2,29	2,12	2,02	2,02	2,11	2,07	2,07	2,04	2,02

Le PE conclu le 15 mai 2007 entre l'Association des chemins de fer du Canada (ACFC) et Environnement Canada et Transports Canada (voir l'annexe A) établit les cibles d'intensité des émissions de GES par catégorie de chemin de fer. Le tableau ci-après indique les niveaux d'émissions de 2006 et la cible à atteindre d'ici 2010.

En complément au tableau ci-dessus, le tableau 11 indique les intensités d'émissions, de 2003 à 2006, pour les quatre services ferroviaires : trafic marchandises de catégorie I, chemins de fer régionaux et sur courtes distances, services voyageurs interurbains et trains de banlieue.

Service ferroviaire	Unités	Niveau de 2006	Cible du PE pour 2010
Services marchandises, catégorie I	kg per 1,000 RTK	17,79	16,98
Chemins de fer régionaux et sur courtes distances	kg per 1,000 RTK	15,10	15,38
Services voyageurs interurbains	kg per 1,000 passenger-km	0,13	0,12
Trains de banlieue	kg per 1,000 passagers	1,74	1,46

Les figures 12, 13, 14 et 15 montrent les lignes de tendance relatives à l'intensité des émissions de GES (exprimés en équivalent CO₂) depuis 2003, pour les quatre catégories de

service ferroviaire visées par le PE, par rapport à la cible fixée pour 2010 (représentée par la ligne horizontale).

Tableau 11
Intensité des émissions de GES par catégorie de service ferroviaire

Category of Operation	Unités	2003	2004	2005	2006	2010 (cible)
Services marchandises, catégorie I	kg par 1 000 TKP	18,16	17,62	17,73	17,79	16,98
Chemins de fer régionaux et sur courtes distances	kg par 1 000 TKPK	17,81	18,59	17,46	15,10	15,38
Services voyageurs interurbains	kg par 1 000 passagers-km	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12
Trains de banlieue	kg par 1 000 passagers	1,82	1,89	1,87	1,74	1,46

Figure 12
Intensité des émissions de GES – services marchandises, catégorie I
kg par 1 000 TKP

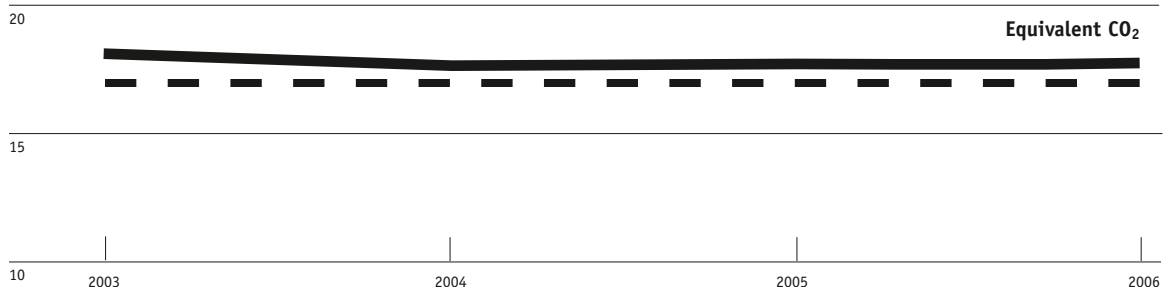


Figure 13
**Intensité des émissions de GES – chemins de fer régionaux
 et sur courtes distances**
kg par 1 000 TKP

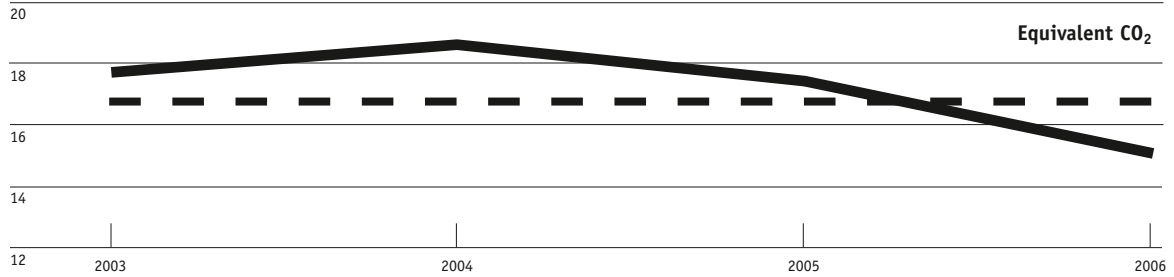


Figure 14
Intensité des émissions de GES – services voyageurs interurbains
kg par 1 000 passagers-km

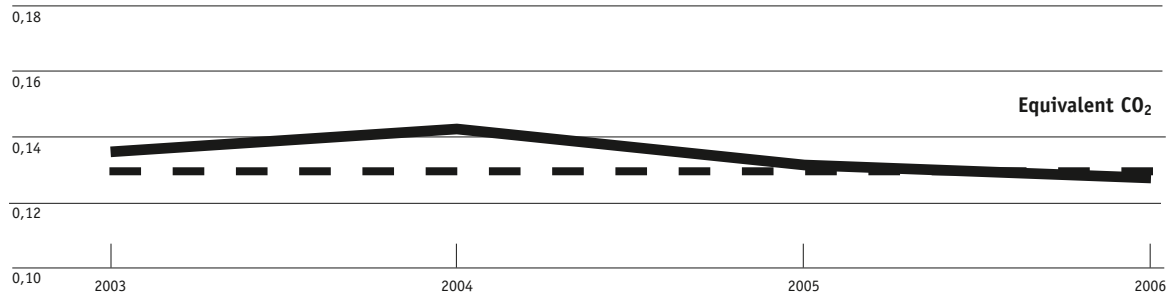
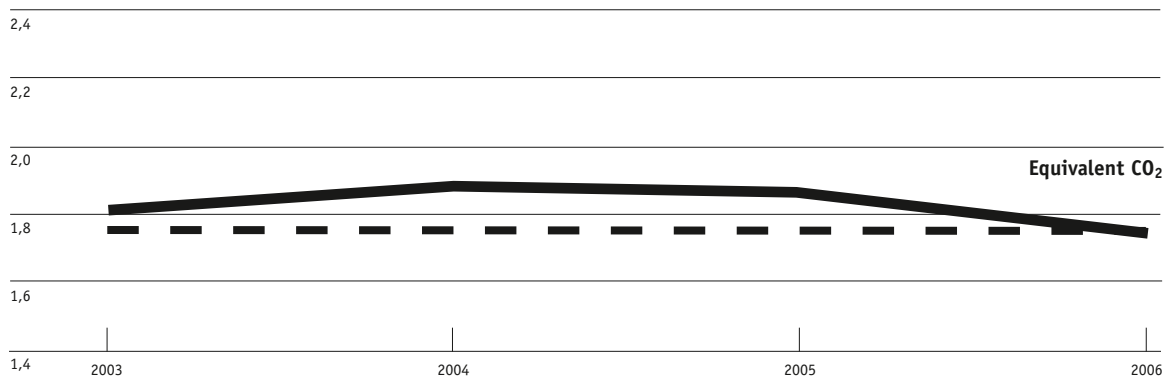


Figure 15
Intensité des émissions de GES – trains de banlieue
kg par 1 000 passagers



5.3.2 Principaux contaminants atmosphériques (PCA)

Le tableau 12 présente les émissions de PCA produites annuellement par les locomotives en service au Canada, à savoir les émissions de NO_x, de CO, de HC, de PM et de SO₂. Les valeurs renvoient à la fois aux quantités absolues et à l'intensité des émissions par unité de productivité.

Les PCA qui suscitent le plus de préoccupations dans le secteur ferroviaire sont les oxydes d'azote (NO_x). Comme le montre le tableau 12, les émissions de NO_x dues au transport ferroviaire ont compté pour 112,22 kt au total en 2006, comparativement à 114,86 kt en 2005, et à 113,59 kt en 1990, l'année de référence. Les émissions totales de NO_x par le secteur ferroviaire en 2006 étaient de 2,3 % inférieures à

celles de 2005 et 1,2 % plus faibles qu'en 1990. Les services marchandises ont compté pour 94,1 % des émissions de NO_x dues au secteur ferroviaire au Canada.

L'intensité des émissions de NO_x, c'est-à-dire la quantité de NO_x rejetée par unité de productivité, a diminué en 2006, s'établissant à 0,30 kg par 1 000 TKP, par rapport à 0,31 en 2005 et à 0,43 en 1990. La figure 16 est révélatrice de la tendance historique des émissions de NO_x par 1 000 TKP pour les services marchandises depuis 1990. La diminution enregistrée depuis 2003 montre l'effet de l'achat et de la mise en service de locomotives conformes aux limites d'émission de l'EPA des États-Unis.

Figure 16
Intensité des émissions de NO_x attribuables au trafic marchandises total
kg de NO_x par 1 000 TKP

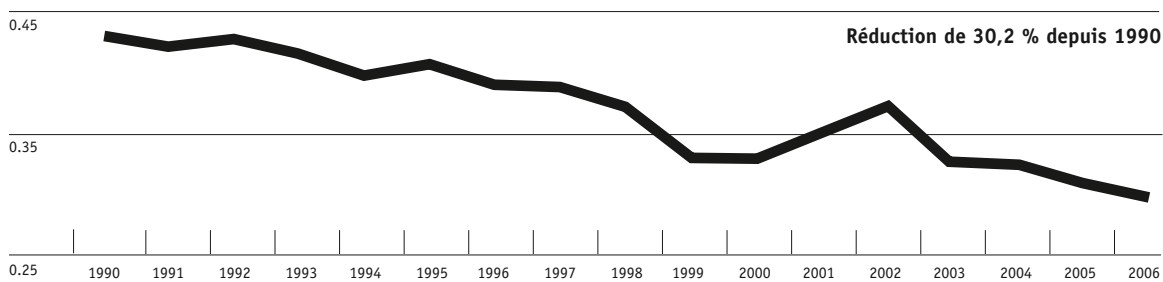


Tableau 12
Émissions de PCA par les locomotives
en kilotonnes

		1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Train de marchandises	NO _x	99,68	111,05	102,90	94,43	100,43	107,21	109,86	101,50	105,57	102,64	100,89
	CO	19,15	21,33	19,77	18,91	19,29	19,15	19,63	20,85	14,40	14,59	14,87
	HC	4,98	5,55	5,14	4,92	5,02	4,98	5,10	4,60	6,05	6,12	3,99
	PM	2,37	2,64	2,45	2,34	2,39	2,37	2,43	2,31	4,53	3,73	2,53
	SO ₂	4,62	5,15	4,77	4,57	4,66	4,62	4,74	4,52	3,83	4,71	4,42
Manceuvres-triage et trains de travaux	NO _x	8,27	7,28	7,65	5,60	5,53	5,74	4,88	4,51	5,38	5,34	4,70
	CO	1,41	1,24	1,31	0,96	0,94	0,98	0,83	0,77	0,96	0,95	0,39
	HC	0,49	0,43	0,45	0,33	0,33	0,34	0,29	0,27	0,31	0,31	0,23
	PM	0,20	0,18	0,18	0,14	0,13	0,14	0,12	0,11	0,13	0,13	0,11
	SO ₂	0,34	0,30	0,32	0,23	0,23	0,24	0,20	0,18	0,17	0,17	0,16
Activités marchandises	NO _x	107,95	118,33	110,55	100,03	105,96	112,95	114,74	106,01	110,95	107,98	105,59
	CO	20,56	22,57	21,08	19,87	20,23	20,13	20,46	21,62	15,36	15,54	15,26
	HC	5,47	5,98	5,59	5,25	5,35	5,32	5,39	4,89	6,36	6,43	4,22
	PM	2,57	2,82	2,63	2,48	2,52	2,51	2,55	2,42	4,66	3,86	2,64
	SO ₂	4,96	5,45	5,09	4,80	4,89	4,86	4,94	4,70	4,00	4,88	4,58
Activités voyageurs	NO _x	5,63	3,34	3,23	3,17	3,34	5,41	5,47	5,31	6,10	6,88	6,63
	CO	1,08	0,64	0,62	0,61	0,64	1,04	1,05	1,04	0,92	0,93	0,52
	HC	0,28	0,17	0,16	0,16	0,17	0,27	0,27	0,27	0,23	0,24	0,20
	PM	0,13	0,08	0,08	0,08	0,08	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,13
	SO ₂	0,26	0,15	0,15	0,15	0,15	0,25	0,25	0,23	0,23	0,23	0,22
Total - Activités ferroviaires	NO _x	113,59	121,67	113,78	103,21	109,30	118,36	120,21	111,32	117,05	114,86	112,22
	CO	21,64	23,21	21,70	20,48	20,87	21,17	20,46	22,66	16,28	16,47	15,78
	HC	5,75	6,15	5,75	5,41	5,52	5,59	5,66	5,14	6,59	6,67	4,42
	PM	2,70	2,90	2,71	2,56	2,60	2,64	2,68	2,55	4,80	3,99	2,77
	SO ₂	5,22	5,60	5,24	4,95	5,04	5,11	5,19	4,93	4,23	5,09	4,80
Intensité des émissions dues aux activités marchandises <i>kg / 1 000 TKP</i>	NO _x	0,43	0,39	0,37	0,33	0,33	0,35	0,37	0,33	0,32	0,31	0,30
	CO	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,05	0,04	0,04
	HC	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
	PM	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	SO ₂	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01

Note : Pour 2006, les valeurs de SO₂ sont corrigées en fonction d'une teneur en soufre de 1 275 ppm du carburant diesel.

6 Consommation de carburant et émissions dans les zones de gestion de l'ozone troposphérique

6.1 Calcul des données

Trois zones de gestion de l'ozone troposphérique (ZGOT) présentent un intérêt particulier en ce qui a trait aux émissions produites par les activités ferroviaires. Ce sont des zones où la qualité de l'air est préoccupante. Il s'agit de la vallée du Bas-Fraser en Colombie-Britannique, du corridor Québec-Windsor et de la région de Saint John au Nouveau-Brunswick. L'annexe C donne la liste des lignes ferroviaires qui traversent ces ZGOT.

La consommation de carburant dans chacune des ZGOT est calculée à partir des données sur l'ensemble du trafic ferroviaire dans ces zones. Le tableau 13 montre la consommation de carburant et, partant, les émissions de GES dans les ZGOT, en pourcentage de la consommation totale de carburant pour toutes les activités ferroviaires. Les émissions de PCA et de GES sont ensuite calculées à l'aide des FE appropriés, comme il a été décrit au paragraphe 5.1. Le tableau 14 présente les émissions de NO_x dans les ZGOT en pourcentage des émissions totales de NO_x découlant de toutes les activités ferroviaires. Ces données illustrent la concentration relative des activités ferroviaires dans chaque ZGOT.

6.2 Données saisonnières

Les émissions produites en 2006 dans les ZGOT ont été réparties en deux saisons :

- hiver (7 mois), de janvier à avril et d'octobre à décembre, inclusivement;
- été (5 mois), de mai à septembre, inclusivement.

La répartition du trafic ferroviaire selon les saisons à l'intérieur de chaque ZGOT a été tenue pour équivalente à cette répartition dans l'ensemble du réseau de chaque chemin de fer. La consommation de carburant dans chaque ZGOT a été répartie selon la proportion du trafic attribuée à chaque chemin de fer, sauf dans le cas du Réseau GO, dans la ZGOT du corridor Québec-Windsor, pour lequel on disposait des données réelles de consommation de carburant selon la saison. Les émissions selon la saison ont ensuite été établies au moyen de la méthode exposée en 6.1. Les résultats sont présentés aux tableaux 15 à 17.

Tableau 13

Pourcentages de la consommation totale de carburant et des émissions totales de GES dans les ZGOT

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Vallée du Bas-Fraser, C.-B.	4,3	4,4	4,2	4,3	4,2	4,0	3,8	3,4	3,4	3,4	3,2	2,8
Corridor Québec-Windsor	14,7	15,3	14,8	16,3	17,1	17,4	15,6	17,1	19,4	19,1	17,4	16,8
Saint John, N.-B.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Tableau 14

Pourcentages des émissions totales de NO_x dans les ZGOT

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Vallée du Bas-Fraser, C.-B.	4,3	4,4	4,2	4,3	4,4	3,9	3,9	3,4	3,4	3,4	3,2	2,8
Corridor Québec-Windsor	14,9	15,7	15,2	16,3	17,8	16,8	15,8	17,2	19,7	18,7	17,9	17,4
Saint John, N.-B.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Tableau 15

ZGOT n°1 – Vallée du Bas-Fraser (C.-B.)

Données sur le trafic, la consommation de carburant et les émissions, 2006

		ZGOT n° 1 VALLÉE DU BAS-FRASER, C.-B. Répartition saisonnière		
		Total	Hiver	Été
		58 %	42 %	
TRAFIC		<i>(millions de TKB)</i>		
	CN	8 056	4 672	3 384
	CP	10 124	5 872	4 252
	Burlington Northern Santa Fe	80	46	34
	Southern Railway of BC	343	199	144
	Trafic marchandises total	18 603	10 790	7 813
CONSOMMATION DE CARBURANT		<i>(millions de litres)</i>		
Activités marchandises				
	Taux de consommation de carburant : 3,143 L/1 000 TKB			
	Consommation de carburant totale – Marchandises	58,47	33,91	24,56
Activités voyageurs				
	VIA Rail Canada	0,42	0,24	0,18
	Great Canadian Raitour Company	1,97	1,14	0,83
	Westcoast Express	1,14	0,66	0,48
	Consommation de carburant totale – Voyageurs	3,53	2,05	1,48
	Consommation de carburant totale – Activités ferroviaires	62,00	35,96	26,04
ÉMISSIONS		<i>(kilotonnes)</i>		
	Facteurs d'émission : NO_x 50,44 g/L	3,13	1,82	1,31
	CO 7,19 g/L	0,45	0,26	0,19
	HC 1,97 g/L	0,12	0,07	0,05
	PM 0,08 g/L	0,08	0,05	0,03
	SO ₂ 2,17 g/L	0,13	0,08	0,05
	CO ₂ 2730 g/L	169,26	98,17	71,09
	CH ₄ 3,15 g/l	0,20	0,12	0,08
	N ₂ O 341 g/L	21,21	12,30	8,91
	Équivalent CO ₂ 3074 g/L	190,59	110,54	80,05

Note : FE corrigés pour un trafic mixte marchandises-voyageurs..

Tableau 16

ZGOT n° 2 – Corridor Québec-Windsor

Données sur le trafic, la consommation de carburant et les émissions, 2006

		ZGOT n° 2 CORRIDOR QUÉBEC-WINDSOR Répartition saisonnière		
		Année	Hiver	Été
		Total	58 %	42 %
TRAFIC		<i>(millions de TKB)</i>		
Activités marchandises				
	CN	57 000	33 060	23 940
	CP	34 749	20 154	14 595
	CSX	389	226	163
	Essex Terminal Railway	62	36	26
	Goderich – Exeter Railway	657	381	276
	Montreal, Maine & Atlantic	848	492	356
	Norfolk Southern	305	177	128
	Ottawa Central	230	133	97
	Vallée de l'Outaouais – Railink (Note 1)	–	–	–
	Québec-Gatineau	1 670	969	701
	Southern Ontario – RailAmerica	150	87	63
	Saint-Laurent et Atlantique	455	264	191
	Trafic marchandises total	96 515	55 979	40 536
CONSOMMATION DE CARBURANT		<i>(million Litres)</i>		
Activités marchandises				
	Taux de consommation de carburant : 3 143 L/1 000 TKB			
	Consommation de carburant totale (million de litres)	303,35	175,94	127,41
Activités voyageurs				
	VIA Rail Canada	35,44	20,56	14,88
	Trains de banlieue	33,09	19,19	13,90
	Consommation de carburant totale – Voyageurs	68,53	39,75	28,78
	Consommation de carburant totale (million de litres)	371,88	215,69	156,19
ÉMISSIONS		<i>(kilotonnes)</i>		
	Facteurs d'émission : NO_x 52,39 g/L	19,52	11,32	8,20
	CO 6,92 g/L	2,57	1,49	1,08
	HC 1,98 g/L	0,74	0,43	0,31
	PM 1,25 g/L	0,47	0,27	0,20
	SO ₂ 2,17 g/L	0,81	0,47	0,34
	CO ₂ 2730 g/L	1 051,23	588,83	426,40
	CH ₄ 3,15 g/L	1,17	0,68	0,49
	N ₂ O 341 g/l	126,81	73,55	53,26
	Équivalent CO ₂ 3074 g/L	1 143,16	663,03	480,13

Note 1 : Les données de l'Ottawa Valley Railink sont incluses dans celle du CP.

Note 2 : FE corrigés pour un trafic mixte marchandises-voyageurs.

Tableau 17

ZGOT n° 3 – Région de Saint John (Nouveau-Brunswick)

Données sur le trafic, la consommation de carburant et les émissions, 2006

		ZGOT n° 3 SAINT JOHN, N.-B. Répartition saisonnière		
		Année	Hiver	Été
		Total	58 %	42 %
TRAFIC		(millions de TKB)		
	CN	716	415	301
	New Brunswick Southern Railway	657	381	276
	Trafic marchandises total	1 373	796	577
CONSOMMATION DE CARBURANT		(millions de litres)		
Activités marchandises				
	Taux de consommation de carburant : 3 143 L/1 000 TKB			
	Consommation de carburant totale – Marchandises	4,32	2,51	1,81
Activités voyageurs		0	0	0
	Consommation de carburant totale – Activités ferroviaires	4,32	2,51	1,81
ÉMISSIONS		(kilotonnes)		
	Facteurs d'émission : NO_x 49,53 g/L	0,21	0,12	0,09
	CO 7,30 g/L	0,03	0,02	0,01
	HC 1,96 g/L	0,01	0,01	0,00
	PM 1,24 g/L	0,01	0,01	0,00
	SO ₂ 2,17 g/L	0,01	0,01	0,00
	CO ₂ 2730 g/L	11,79	6,84	4,95
	CH ₄ 3,15 g/l	0,01	0,01	0,00
	N ₂ O 341 g/l	1,47	0,85	0,62
	Équivalent CO ₂ 3074 g/L	13,28	7,70	5,58

7 Initiatives visant la réduction des émissions

Il est possible de réduire les émissions polluantes produites par les locomotives, tant globalement que par unité de travail effectué. L'amélioration de la technologie des moteurs diesel n'est qu'une façon d'y arriver. On peut aussi miser sur de nouveaux équipements destinés au matériel roulant, sur l'amélioration de la conduite des trains et l'amélioration de l'infrastructure pour rendre plus fluides les opérations ferroviaires et diminuer la consommation de carburant et, par conséquent, le rejet d'émissions polluantes. Le paragraphe 7.1 ci-après décrit les mesures de sensibilisation menées par l'ACFC en 2006, tandis que le paragraphe 7.2 présente des technologies ou des méthodes d'exploitation que les chemins de fer ont mises en œuvre ou envisagent de lancer pour réduire les émissions.

7.1 Mesures de sensibilisation de l'ACFC

L'ACFC constitue un forum pour les chemins de fer désireux d'échanger des idées et des méthodes d'exploitation menant à une réduction des émissions associées aux activités ferroviaires. L'ACFC représente à toutes fins utiles tous les chemins de fer en activité au Canada. Ses 57 membres comprennent des services marchandises de catégorie I, des chemins de fer régionaux et sur courtes distances, des services voyageurs interurbains et des services de trains de banlieue et de trains touristiques.

L'ACFC est en relation constante avec ses membres, que ce soit par des bulletins d'information, sa revue « Interchange », des courriels, des comités de travail, des événements organisés à leur intention, son assemblée générale annuelle ou son site Web. Ce sont autant d'occasions pour l'ACFC de diffuser dans ses rangs de l'information pertinente sur les technologies et les méthodes d'exploitation qui réduisent les émissions de GES, selon l'activité des chemins de fer membres.

L'ACFC gère en outre un programme annuel de mérite environnemental qui s'adresse à tous les chemins de fer du Canada, qu'ils offrent des services voyageurs ou des services marchandises. L'objectif du programme est de saluer les mesures prises par les chemins de fer pour améliorer leur performance environnementale. À ce jour, ce programme s'est avéré très utile en rendant publics des projets réalisés par les membres de l'ACFC, et en soulignant chaque année le travail de chemins de fer dans l'élaboration de programmes et initiatives écologiques.

L'ACFC coordonne la participation de représentants des chemins de fer canadiens à une réunion annuelle d'équipes d'économies de carburant, au cours de laquelle les délégués des chemins de fer nord-américains de catégorie I discutent méthodes et technologies. Il convient aussi de noter que

l'ACFC joue un rôle actif, avec l'EPA et l'AAR, dans l'élaboration de règles d'émission de niveau 3 et d'autres règles encore plus sévères qui devraient être adoptées en 2008 et entrer en vigueur à compter de 2013.

7.2 Initiatives des sociétés ferroviaires

Sont énumérées ci-après les principales initiatives en cours ou en préparation dans le secteur ferroviaire canadien en 2006.

7.2.1 Renouvellement du parc

Les chemins de fer canadiens, qu'ils assurent des services voyageurs ou de marchandises, renouvellent progressivement leur parc en achetant de nouvelles locomotives qui respectent les normes d'émission de l'EPA. À la fin de 2006, un total de 120 locomotives conformes à l'exigeante norme de niveau 2 de l'EPA ont été introduites dans le parc canadien. Les moteurs diesel de ces locomotives émettent 62 % moins de NO_x que ceux des locomotives non équipées de technologies antiémissions. Comme, comparativement aux anciennes, ces nouvelles locomotives offrent une plus grande puissance et un meilleur contact roue-rail, il faut moins de locomotives par train pour remorquer le même poids. Il est donc plus aisé d'ajuster la puissance de traction avec les paramètres d'exploitation du train, c.-à-d. de maximiser le temps où le moteur est aux « crans » élevés, ce qui se traduit par des économies de carburant et une réduction de l'intensité des émissions. De plus, les chemins de fer s'intéressent à certaines options, comme d'équiper en rattrapage les caisses de locomotives existantes de nouveaux moteurs diesel conformes aux règles de l'EPA. Une stratégie analogue concernant les locomotives de manœuvres consiste à remplacer un unique moteur diesel à vitesse moyenne de 12 à 16 cylindres par plusieurs moteurs diesel industriels plus petits, formant des groupes électrogènes individuels (les « GenSets »), ce qui abaisse la consommation de carburant et la production d'émissions. Comparées à une locomotive de manœuvres classique conforme au niveau 0, les GenSets produisent le tiers de HC, de CO et de PM, et moins de la moitié des émissions de NO_x¹¹.

11 *Fuel Consumption and Exhaust Emissions from a 1,125 kW Multiple GenSet Switcher Hybrid Locomotive*, communication n° 41 présentée par le Southwest Research Institute (S. Fritz) et Railpower Hybrid Technologies (M. Schell) au Congrès du Conseil international des machines à combustion (CIMAC), Vienne – avril 2007.

7.2.2 Entretien et amélioration du parc

Les chemins de fer canadiens sont à mettre en place des programmes d'entretien qui permettront de réaliser des économies de carburant et de réduire les émissions, comme un calendrier de trois ans pour le changement des injecteurs de carburant sur certaines locomotives. Aussi, les chemins de fer de catégorie I profitent des travaux de remise à neuf de leurs locomotives grande puissance construites avant 2000 pour les rendre conformes aux limites de niveau 0 de l'EPA, respectant ainsi leur engagement aux termes du PE. Ces mesures feront en sorte que l'intensité des émissions, notamment des NO_x et des PM, continuera de diminuer.

7.2.3 Grand ralenti

Les chemins de fer continuent d'installer le cran « grand ralenti » dans un nombre croissant de locomotives. Le « grand ralenti » permet de baisser le régime du moteur au-dessous du régime de ralenti, et d'abaisser ainsi la charge représentée par les ventilateurs et les autres équipements secondaires. La réduction de la consommation de carburant peut atteindre pas moins de 10 L/h et représenter, là où ce régime de fonctionnement est accepté, pas moins de 1,0 % de la consommation annuelle de carburant. Le recours à la fonction « grand ralenti » est parfois limité, surtout par temps froid, par la capacité de la génératrice auxiliaire de fournir assez d'énergie pour le chargement de la batterie et l'alimentation des appareils assurant le confort du personnel à l'arrêt.

7.2.4 Dispositifs d'arrêt et de démarrage automatiques

Les chemins de fer sont à équiper leurs locomotives de ligne et leurs locomotives de triage de dispositifs qui arrêtent et redémarrent automatiquement le moteur diesel lorsque la locomotive ne roule pas. Le dispositif est asservi à plusieurs paramètres des systèmes de la locomotive, comme la température de l'eau, la température de l'huile et la tension de la batterie. Il relance le moteur au ralenti pendant un certain temps pour prévenir le gel et pour charger les batteries. Le suivi de locomotives de ligne équipées d'un système d'arrêt et de démarrage automatiques adéquat a révélé des économies annuelles de 30 000 L de carburant en moyenne par locomotive¹². L'analyse des données obtenues des chemins de fer révèle qu'il est possible de récupérer en 2,2 ans les coûts d'achat et d'installation d'une génératrice auxiliaire pour la locomotive¹³.



Dans le cas des locomotives non équipées de dispositifs d'arrêt et de démarrage automatiques, les chemins de fer de catégorie I ont des règles qui prévoient l'arrêt des moteurs lorsque la température ambiante et d'autres conditions opérationnelles le permettent. Les dispositifs d'arrêt et de démarrage automatiques permettent d'allonger le temps pendant lequel le moteur de la locomotive peut être arrêté pendant la saison chaude. Une autre tactique consiste à arrêter ou isoler la production d'énergie excédentaire dans les groupes de traction¹⁴. Les chemins de fer mènent des vérifications pour s'assurer du respect des règles sur l'arrêt des moteurs et des procédures en vigueur.

7.2.5 Périodes d'attente – trains de voyageurs

Les services voyageurs interurbains et les services de train de banlieue coupent les moteurs des locomotives pendant les périodes d'attente, comme la nuit et entre les périodes de pointe. Pour maintenir des niveaux de confort acceptables pour les voyageurs lorsque la locomotive est à l'arrêt, on se branche sur le réseau d'électricité local pour le chauffage ou la climatisation des voitures. Aussi, des systèmes de chauffage d'appoint ont été installés, qui gardent le liquide de refroidissement du moteur et l'huile du carter chauds, et les batteries chargées. Il est ainsi possible de couper les moteurs en toute saison, ce qui mène à d'importantes économies de carburant et à des réductions appréciables des émissions et du bruit.

12 *Reduction of Impacts from Locomotive Idling*, présentation de Linda Gaines, Center for Transportation Research, Argonne National Laboratory, à la Society of Automotive Engineers International Truck and Bus Meeting, Fort Worth, Texas – novembre 2003.

13 *Locomotive Emission and Engine Idle Reduction Technology Demonstration Project*, rapport CSXT A29312 d'une étude réalisée par J.R. Archer (TECHSVCTRAIN) pour CSX Transportation au nom de Maryland Energy Administration et du U.S. Department of Energy – mars 2005.

14 *Locomotive Shutdown – A Fuel Conservation Project*, exposé de CSX Corporation – 2005.

7.2.6 Services voyageurs interurbains

Les initiatives pour réduire les émissions mises en place ou prévues par VIA Rail Canada pour son service voyageurs interurbain comprennent l'ajout de la fonction « grand ralenti », l'amélioration des moteurs des locomotives FP40, au fur et à mesure de leur révision, pour qu'ils soient conformes au niveau 0 des normes de l'EPA, l'installation de génératrices diesel à faibles émissions pour une alimentation électrique de service (AES) distincte à bord des locomotives FP40, et la promotion du freinage rhéostatique. Les initiatives visant à réduire la consommation d'énergie dans les voitures pour voyageurs (et à réduire en même temps les émissions de l'AES) comprennent l'installation d'appareils d'éclairage à diodes électroluminescentes (DEL) et à tubes fluorescents à faible teneur en mercure, la diminution de la demande de climatisation par le relèvement du point de consigne, et l'allègement de la voiture par l'enlèvement d'appareillage électrique redondant. L'utilisation de carburant diesel à très faible teneur en soufre (moins de 15 ppm) est maintenant la norme chez VIA. Cela facilitera l'essai d'un système de post-traitement des gaz d'échappement à convertisseur catalytique à oxydation comme moyen de réduire encore plus les émissions, particulièrement les NO_x.

7.2.7 Trains de banlieue

Les initiatives mises en place par le Réseau GO pour ses trains de banlieue comprennent l'élimination de la pratique qui consistait à ouvrir toutes les portes pendant les arrêts prolongés en station, de façon à empêcher que l'air chaud soit évacué des voitures et remplacé par l'air froid ambiant en hiver (ou par l'air chaud ambiant en été), ce qui représente un gaspillage d'énergie et impose une charge excessive à la génératrice AES. Le Réseau GO a aussi relié le ventilateur d'apport d'air neuf au dispositif de verrouillage de la porte en position ouverte pour empêcher le refoulement d'air neuf dans la voiture pendant que les portes sont ouvertes, de façon à limiter la déperdition d'air chauffé, ou refroidi, pendant l'ouverture des portes. Aussi, les fenêtres du parc de voitures sont équipées en rattrapage de vitrages réfléchissants, qui réduisent de façon importante les gains d'énergie solaire, diminuant ainsi les besoins de climatisation en été. Pour réduire encore la consommation d'énergie, les voitures neuves et remises à neuf sont équipées d'un meilleur isolant thermique et d'appareils d'éclairage à DEL (plutôt que de lampes à incandescence). Le Réseau GO a également installé dans ses locomotives un commutateur de gestion de l'énergie qui réduit les besoins de chauffage et de climatisation lorsque les

voitures ne sont ni exploitées en service payant ni alimentées par une source d'énergie auxiliaire, et qu'elles n'ont pas à être chauffées ou climatisées selon des normes optimales. Enfin, le Réseau GO utilise maintenant du carburant diesel à très faible teneur en soufre.

7.2.8 Amélioration de la productivité des wagons de marchandises

La charge maximale par essieu admissible a été portée de 119 545 à 130 000 kg (263 000 à 286 000 lb) sur de nombreuses lignes au Canada. Ainsi, le rapport du poids brut au poids à vide des wagons de marchandises est augmenté, ce qui permet aux chemins de fer de réduire le nombre de wagons en gardant la même capacité. Le nombre de tonnes-kilomètres brutes nécessaires pour déplacer une quantité donnée de marchandises est ainsi réduit. Les chemins de fer ont investi dans les wagons en aluminium qui abaissent le rapport du poids à vide au poids brut, et ils ont aussi diminué le frottement des roues de wagon sur les rails en utilisant des bogies à essieux orientables et en généralisant le recours aux roulements à rouleaux dans le train de roulement.

Les wagons à deux niveaux de chargement permettent de transporter davantage de conteneurs à bord d'un train d'une longueur donnée, abaissant ainsi la consommation de carburant et la production d'émissions par TKP par les trains intermodaux. Toutefois, il faut prendre soin, lors du chargement de ces trains, de ne pas laisser de créneau libre, c'est-à-dire de wagons plats sans conteneurs. Des analyses ont montré que de faire passer de 90 % à 100 % l'utilisation des places entraînait une diminution suffisante de la traînée aérodynamique pour réduire de jusqu'à 2,4 L/km la consommation de carburant¹⁵.

7.2.9 Allongement des trains

Grâce à l'allongement des voies de dépassement et des voies d'évitement, on voit maintenant circuler des trains dont la longueur atteint 2,5 kilomètres. Des trains plus longs entraînent une meilleure utilisation de la puissance de la locomotive.

7.2.10 Puissance de traction répartie

L'insertion d'une locomotive télécommandée entre deux wagons d'un train de marchandises améliore la conduite des longs trains, notamment lorsque le terrain est vallonné. Cela assure une meilleure répartition de la puissance de traction et de l'air pour le freinage. De plus, l'insertion d'une locomotive dans la file des wagons contribue à éliminer les mouvements d'accordéon dissipateurs d'énergie.

15 « Options for Improving the Energy Efficiency of Intermodal Freight Trains », article n° 1916 de Y.C. Lai et C.P.L. Barkan, University of Illinois Urbana-Champaign, publié dans le *Journal of the Transportation Research Board* – 2005.

7.2.11 Regroupement en blocs des wagons ayant une même destination

Cette stratégie réduit les retards aux points intermédiaires avant la destination et rend les opérations plus fluides dans les triages et les terminaux. La diminution des retards réduit à son tour la consommation de carburant et la production d'émissions.

7.2.12 Stratégies de régulation et de freinage des trains

La régulation consiste, pour le personnel de gestion du réseau, à mieux gérer les voies/trains afin que les trains ne se précipitent pas vers les points de croisement. Aussi, lorsque les conditions d'exploitation le permettent, il est de plus en plus courant d'utiliser la marche en roue libre du train jusqu'à l'arrêt, au lieu des freinages intenses qui requièrent une forte puissance motrice. Cette stratégie réduit la consommation de carburant et la production d'émissions polluantes. De fait, toutes les locomotives de ligne principale sont maintenant dotées de systèmes de freinage rhéostatique. Un tel système permet d'utiliser le frein rhéostatique plutôt que le système de freinage à air comprimé pour commander les variations de vitesse du train. Comme, avec le freinage à air comprimé, le mécanicien de la locomotive ne peut pas réduire l'intensité d'un freinage en cours, il lui faut souvent mettre le moteur en régime tout en actionnant les freins pour maintenir la vitesse sur des voies à pente variable. Il s'ensuit une augmentation considérable de la consommation de carburant. Lorsqu'on utilise les freins rhéostatiques pour commander la vitesse, on peut faire varier à volonté l'intensité de freinage, ce qui réduit la consommation de carburant.

Les pratiques ci-dessus sont vérifiées pour faire en sorte que les objectifs de la régulation et du freinage rhéostatique soient respectés.

7.2.13 Formation et mesures incitatives à l'intention du personnel

Les chemins de fer offrent à leur personnel des programmes de formation qui insistent sur l'importance des pratiques d'économie de carburant. De plus, les chemins de fer visent à uniformiser, d'un mécanicien de locomotive à l'autre, les méthodes d'exploitation et de conduite des trains, qui peuvent avoir des effets importants sur la consommation de carburant et les émissions générées. Les chemins de fer revoient

régulièrement leurs programmes de formation et utilisent des mesures incitatives pour uniformiser les pratiques des mécaniciens.

7.2.14 Amélioration de la structure de la voie

Des structures de voie améliorées facilitent la conduite des trains et atténuent les comportements dynamiques qui s'opposent à la douceur de roulement. Les chemins de fer investissent dans des améliorations qui visent à réduire le frottement engendré par certaines caractéristiques de la voie, comme les courbes serrées, les pentes, les plates-formes accidentées, le fléchissement des voies et les rails éclissés. Le traitement laser du champignon de rail est en cours d'évaluation, notamment par des essais menés à la Facility for Accelerated Service Testing du Transportation Test Center, Inc. de Pueblo, au Colorado. Par ailleurs, l'utilisation des essieux montés instrumentés de l'Installation pour rails, roues, roulements et freins du Conseil national de recherches du Canada a révélé une amélioration de la consommation de carburant, grâce à une diminution du frottement entre le boudin de roue et le rail pouvant atteindre 13 % sur une voie en courbe et 3 % sur une voie en alignement¹⁶.

Pour atténuer la consommation excédentaire de carburant qu'occasionnent les lignes à une seule voie, des travaux sont en cours pour doubler les voies et allonger les voies d'évitement sur les tronçons où la circulation ferroviaire est intense. Le doublement des voies accroît l'efficacité (p. ex., en éliminant les croisements, en évitant la marche au ralenti et en réduisant la variabilité des opérations d'un jour à l'autre), ce qui entraîne une réduction de la consommation de carburant et du rejet d'émissions polluantes.

7.2.15 Graissage des rails

De nombreux essais ont montré qu'une bonne lubrification de la face intérieure des rails réduit la consommation de carburant. Sachant cela, les chemins de fer ont installé le long des voies, à la grandeur du réseau, des graisseurs de boudins de roue, et en ont monté sur les locomotives. Ils ont aussi mis en place un programme d'entretien pour veiller à ce que les graisseurs installés le long de la voie soient toujours en bon état de marche.

¹⁶ *Laser Glazing of Rails, WBB/IWS Tests at NRCC*, rapport présenté aux Argonne National Laboratories par S. Aldajah et coll. de l'Installation pour rails, roues, roulements et freins du Conseil national de recherches du Canada – janvier 2005.

7.2.16 Réduction du frottement roue-rail

Des systèmes réducteurs du frottement, dont l'efficacité à réduire la traînée à l'interface roue-rail des wagons de marchandises a été éprouvée, sont déployés dans certaines régions du Canada; il s'ensuivra une baisse de la consommation de carburant et de la production d'émissions associées au remorquage des wagons. Ces systèmes appliquent sur le champignon de rail (soit la face supérieure du rail en acier) un liquide breveté dont le coefficient de frottement spécifique est de 0,30 à 0,35. Ce liquide est distribué à la fois par des applicateurs le long de la voie et par la locomotive menée d'un groupe de traction, en quantité juste suffisante pour lubrifier l'interface roue-rail de tous les wagons remorqués. Des mesures prises sur une ligne ferroviaire jalonnée de courbes de 34, 42 et 51 % ont montré des économies de carburant (et, partant des réductions des émissions), de 2,3, 2,5 et 10,5 %, respectivement¹⁷.

7.2.17 Additifs pour carburant

Des additifs pour carburant diesel censés améliorer la combustion et réduire les émissions sont offerts sur le marché. Les chemins de fer ont entrepris des évaluations et des essais pour déterminer si les améliorations alléguées sont applicables aux activités ferroviaires, s'il existe des effets néfastes possibles et si le recours à cette option serait rentable et réaliste sur le plan opérationnel. Par exemple, le Réseau GO, qui utilise l'additif breveté FPC, a fait état d'avantages au chapitre de la consommation de carburant (confirmés par des essais menés au Centre de développement de systèmes moteurs Inc., de Lachine) soit une diminution de 2,5 à 7,0 % (selon le régime et la charge), assortie d'une réduction de 2,8 à 5,8 % des émissions de CO et de fumées, mais d'une légère augmentation des émissions de NO_x¹⁸.

7.2.18 Coproduction

Il y a « coproduction » lorsqu'un chemin de fer partage ses voies avec un autre pour livrer des marchandises ou transporter plus rapidement et plus efficacement un train que si elle restait sur sa propre ligne. L'entente conclue entre les deux chemins de fer de catégorie I du Canada pour le partage de la voie ferrée dans la région du canyon du Fraser, en Colombie-Britannique, peut être citée à titre d'exemple. Cette entente permet aux chemins de fer d'éviter des croisements, et les régimes de marche au ralenti qu'ils entraînent, d'acheminer des trains lourdement chargés sur les voies ferrées à pente moins abrupte d'un tronçon d'un des chemins de fer, et les trains plus légers (wagons vides) sur les tronçons à pente plus abrupte de l'autre chemin de fer. L'entente devrait entraîner une baisse de la consommation de carburant, et donc des émissions, pour les deux chemins de fer. Des ententes de « coproduction » sont aussi conclues ailleurs au Canada.

7.2.19 Programmes gouvernementaux

Les chemins de fer ont tiré avantage du Fonds de démonstration des technologies de transport des marchandises et du programme Incitatifs pour les technologies de transport des marchandises de Transports Canada, lesquels prévoient le partage des coûts pour le déploiement et l'évaluation de diverses stratégies d'économie de carburant et de réduction des émissions. Parmi les projets réalisés en marge de ces initiatives figurent la lubrification de la face supérieure des rails, l'injection électronique de carburant, les systèmes d'arrêt et de démarrage automatiques, les génératrices auxiliaires permettant d'éviter la marche au ralenti du moteur, des commandes de régulation améliorées et des locomotives de manœuvres à traction hybride batterie/diesel. Pour plus de renseignements, visiter :

<http://www.tc.gc.ca/programmes/environnement/ecomarchandises/programmesincitatifsguide-fra.htm>

17 *Top-of-Rail Friction Control with Locomotive Delivery on BC Rail: Reduction in Fuel and Greenhouse Gas Emissions*, présenté par une équipe formée de représentants de BC Rail, de Kelsan Technologies Corp. et du Conseil national de recherches du Canada à la American Railway Engineering and Maintenance of Way Association Conference and Expo, à Nashville, Tennessee – septembre 2004.

18 *Evaluation of Performance of FPC Fuel Additive in an EMD F59PH Locomotive*, Rapport n° ETR-0260 préparé pour le Réseau GO par Engine Systems Development Centre Inc., Lachine, Québec – février 2003.

7.2.20 Surveillance des technologies de réduction des émissions en développement

Les chemins de fer surveillent de près les technologies et procédures en développement partout dans le monde, qui ont pour but de réduire les émissions produites par les locomotives diesel. Beaucoup sont des technologies qui permettraient aux constructeurs de mettre en marché des locomotives conformes aux prochains niveaux des normes d'émission que l'EPA compte mettre en vigueur. Par exemple, on suit présentement avec intérêt les essais menés dans le cadre du California Emissions Program pour évaluer les catalyseurs à oxydation et les filtres à particules diesel installés en rattrapage sur des locomotives diesel classiques, de ligne et de manœuvres. Des essais en service réel d'une locomotive GM/EMD SD60M de Union Pacific (UP) équipée d'un catalyseur à oxydation des gaz d'échappement ont affiché des réductions de 60 % des émissions de particules aux crans de puissance C1 à C4 et, en régime de ligne et en régime de manœuvres, respectivement, des réductions de 52 % et de 50 % des PM, de 82 % et 81 % des CO, et de 38 % et 34 % des HC, mais une légère augmentation des émissions de NO_x et des fumées¹⁹. De même, des essais comparatifs en service de la locomotive de UP et d'une locomotive de manœuvres GM/EMD M15DC de Burlington Northern Santa-Fe (BNSF), toutes deux équipées de filtres à particules diesel, ont révélé des réductions de 80 % des PM et

de 30 % des HC²⁰. Il est à noter que le moteur de la locomotive BNSF était équipé de segments de piston et de garnitures à faible consommation d'huile, qui ont fait que le moteur produisait en moyenne 0,33 g/KWh de PM par rapport à 0,53 g/KWh pour la locomotive de UP.

Le programme 21st Century Locomotive Technology du ministère de l'Énergie (DOE) des États-Unis appuie plusieurs initiatives, dont l'une, particulièrement intéressante, porte sur une locomotive de transport de marchandises de la série Evolution de GE. Cette locomotive, conforme au niveau 2 des normes de l'EPA, est équipée d'un système de freinage électrodynamique par récupération, d'un dispositif évolué d'injection de carburant, d'un turbocompresseur perfectionné et d'un système d'optimisation en temps réel de la consommation de carburant et du trajet²¹. La cible de réduction de la consommation de carburant est fixée à 20 % (assortie d'une réduction de 10 % des PCA). Les trois quarts de ce cette réduction (15 points de pourcentage) viendront de la récupération de l'énergie de freinage, 1 à 3 points de pourcentage, de l'optimiseur de trajet, et 2 à 4 points, de l'amélioration de la combustion dans le moteur diesel. Ce projet n'est qu'un exemple d'un ensemble de projets lancés dans la foulée d'une feuille de route pour le développement technologique, qui a été adoptée par l'ensemble du secteur ferroviaire nord-américain en vue de réduire la consommation de carburant et la production d'émissions polluantes dues aux activités des chemins de fer et à l'exploitation des locomotives²².



Photo gracieusement fournie par le CN

19 *Exhaust Emissions from a 2,850 kW EMD SD60M Locomotive Equipped with a Diesel Oxidation Catalyst*, communication n° JRCICE 2007-40060 présentée à la ASME/IEEE Joint Rail Conference and Internal Combustion Engine Technical Conference, Pueblo, Colorado – mars 2007.

20 *Experimental Application of Diesel Particulate Filters to EMD Switcher Locomotives*, communication n° ICEF2007-1626 présenté à la ASME Internal Combustion Engine 2007 Technical Conference, Charleston, South Carolina – octobre 2007.

21 *21st Century Locomotive Technology (locomotive system tasks)*, présentation par GE Global Research au groupe Heavy Vehicle Systems Optimization du DOE – avril 2006.

22 *Railroad and Locomotive Technology Roadmap*, rapport ANL/ESD/02-6 établi par F. Stodolsky, Argonne National Laboratories / U.S. Department of Energy – décembre 2002.

8 Résumé et conclusions

Les chemins de fer canadiens continuent d'améliorer avec constance l'efficacité opérationnelle, mesurée par la consommation de carburant et les émissions par 1 000 TKP, qui est l'unité de productivité dans le transport des marchandises. Les points qui suivent indiquent la situation en 2006 par rapport aux objectifs énoncés dans le PE :

a. En 2006, les émissions de GES de toutes les activités ferroviaires au Canada ont atteint 6 795,04 kt, en légère

hausse sur les 6 790,45 kt de 2005. Pour l'ensemble du transport des marchandises, l'intensité des émissions de GES (en kg d'équivalent CO₂ par 1 000 TKP) est passé de 18,36 en 2005 à 18,22 en 2006, contre 23,88 en 1990, ce qui constitue une amélioration de 23,7 %.

b. Par grande catégorie de service et en comparaison des cibles fixées dans le PE pour 2010, l'intensité des émissions de GES en 2006 se présentait comme suit :

Service ferroviaire	Unités	Niveau de 2006	Cible 2010 du PE
Catégorie I, marchandises	kg par 1 000 TKP	17,79	16,98
Régional et courtes distances	kg par 1 000 TKP	15,10	15,38
Interurbain, voyageurs	kg par 1 000 passagers-km	0,13	0,12
Banlieue	kg par 1 000 passagers	1,74	1,46

c. En 2006, les émissions de NO_x toutes activités ferroviaires confondues ont totalisé 112,22 kt. C'est une réduction de 2,3 % par comparaison à 2005 et de 1,2 % par comparaison au niveau de référence de 1990. Les émissions de NO_x se sont établies en moyenne à 114,33 kt par an depuis 1990.

d. Pour ce qui est de l'intensité des émissions de NO_x, elle était de 0,30 kg par 1 000 TKP en 2006, une réduction de 30,2 % par rapport au 0,43 kg de 1990. Cette amélioration découle de l'acquisition de nouvelles

locomotives respectant les limites d'émission de l'EPA des États-Unis.

e. En 2006, le nombre de locomotives en service exploitées au Canada était de 2 999, dont 2 966 étaient mues au diesel, 29 étaient des rames automotrices électriques et 4 des locomotives à vapeur. Il y avait 956 locomotives qui répondaient aux normes d'émission de l'EPA américaine. Voici les modifications apportées au parc qui ont contribué à réduire les émissions de GES et de PCA :

Mesure prise en 2006	Catégorie I	Voyageurs,	
	Marchandises, ligne principale	interurbain	Banlieue
Acquisition de nouvelles locomotives de niveau 2	60	0	0
Locomotives de grande puissance amenées au niveau 0 ou 1	19	0	0
Locomotives de puissance moyenne amenées au niveau 0	0	0	0
Mise hors service des locomotives de puissance moyenne de 1973-1999	21	0	0

f. En 2006, la consommation de combustible par 1 000 TKP pour le service marchandises a reculé de 0,7 % par rapport à 2005, passant de 5,97 à 5,93 L, et de 24,3 % par rapport aux 7,83 L de 1990. En volume, la consommation de carburant diesel du secteur ferroviaire est en hausse, passant à 2 210,38 millions de L en 2006, contre 2 209,01 millions de L en 2005 et 2 060,66 millions de L en 1990.

g. Le facteur d'émission (en grammes par litre de carburant diesel brûlé) employé pour calculer les NO_x émis des locomotives de train de marchandises a encore une fois été révisé à la baisse en 2006. Voilà qui reflète le nombre accru de locomotives en service qui respectent les limites d'émission strictes des niveaux 0, 1 ou 2 de l'EPA des États-Unis.

- h. En 2006, le trafic payant des chemins de fer du Canada, mesuré en TKP, a gagné 0,8 % sur 2005. Depuis 1990, les TKP du trafic marchandises a crû en moyenne de 2,6 % par an, pour une augmentation globale de 42,3 %.
- i. Le trafic intermodal a représenté 25,0 % des 330,96 milliards de TKP transportées par les chemins de fer de catégorie I en 2006. À remarquer que, depuis 1990, les chargements de containers sur wagon plat ont augmenté de 235 %. La croissance du trafic intermodal montre que les chemins de fer canadiens ont réussi à établir des partenariats stratégiques avec les expéditeurs et l'industrie du camionnage pour le transport des marchandises.
- j. Le service interurbain de VIA Rail Canada a transporté 0,2 % de moins de voyageurs, tandis que le trafic de banlieue est passé de 58,24 millions de voyageurs en 2005 à 60,63 millions en 2006, une augmentation de 4,1 %.
- k. La teneur en soufre du carburant diesel consommé s'établissait en moyenne au Canada à 1 275 ppm, par comparaison à 1 369 ppm en 2005, une baisse de 6,9 %.



Photo gracieusement fournie par le CN

Annexe A

PROTOCOLE D'ENTENTE

Entre

SA MAJESTÉ LA REINE DU CHEF DU CANADA, REPRÉSENTÉE PAR LE MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT RESPONSABLE D'ENVIRONNEMENT CANADA ET LE MINISTRE DES TRANSPORTS, DE L'INFRASTRUCTURE ET DES COLLECTIVITÉS RESPONSABLE DE TRANSPORTS CANADA, ET L'ASSOCIATION DES CHEMINS DE FER DU CANADA

1.0 OBJECTIFS

Le présent protocole d'entente (« l'Entente ») établit le cadre dans lequel l'Association des chemins de fer du Canada (ACFC), ses sociétés membres (annexe 1), Environnement Canada (EC) et Transports Canada (TC) s'attaqueront aux émissions des principaux contaminants atmosphériques (PCA) et des gaz à effet de serre (GES) des locomotives exploitées par les chemins de fer canadiens au Canada.

L'Entente :

- reconnaît les succès du protocole d'entente (PE) antérieur de 1995-2005 entre l'ACFC et EC concernant la réduction des émissions d'oxydes d'azote (NO_x) produites par les locomotives dans le contexte des activités ferroviaires au Canada (annexe 2);
- prévoir des mesures, des cibles et des interventions qui réduiront davantage les émissions des activités ferroviaires et aideront à protéger la santé et l'environnement de tous les Canadiens et à faire face aux changements climatiques;
- tient compte des cibles et des plans d'action qui découlent des stratégies de l'industrie ferroviaire visant à réduire les émissions et à renouveler le parc de locomotives pour la période de 2006 à 2015.

2.0 DURÉE DE L'ENTENTE

L'Entente entre en vigueur au moment de sa signature par les représentants dûment autorisés de l'ACFC, d'EC et de TC, et elle dure jusqu'au 31 décembre 2010, à moins qu'il y soit mis fin avant. La partie qui résilie l'Entente doit le signifier aux deux autres parties par écrit six mois au préalable.

3.0 ÉMISSIONS DES PRINCIPAUX CONTAMINANTS ATMOSPHÉRIQUES

La pollution de l'air constitue une grave menace pour la santé humaine et l'environnement. Les problèmes de qualité de l'air, comme le smog et les pluies acides, résultent de la présence et des interactions entre les polluants groupés sous le nom de principaux contaminants atmosphériques (PCA) et des polluants connexes (annexe 3). Le gouvernement fédéral est intervenu pour réduire la pollution atmosphérique créée par les moteurs et véhicules routiers et hors-route. L'Entente table sur le PE antérieur signé en 1995. Malgré une forte croissance du trafic ferroviaire, la moyenne des émissions de NO_x n'a pas atteint le « plafond » des 115 kilotonnes fixé dans le PE antérieur. L'Entente devrait amener d'autres réductions des émissions de PCA.

3.1 Engagements de l'ACFC à l'égard des PCA

Au cours de la période de validité de l'Entente, il se peut que l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis adopte de nouvelles normes d'émission pour les locomotives. L'ACFC encouragera tous ses membres à respecter les normes d'émission applicables, y compris toutes normes d'émission de l'EPA concernant les locomotives neuves et celles en service fabriquées après 1972.

Au cours de cette période, l'ACFC encouragera aussi ses membres à adopter des méthodes d'exploitation destinées à réduire les émissions des PCA.

3.2 Engagements des grandes sociétés ferroviaires à l'égard des PCA

Pour la durée de l'Entente, la Compagnie des chemins de fer nationaux du Canada, le Chemin de fer Canadien Pacifique Ltée, VIA Rail Canada et le Réseau GO vont :

- acquérir seulement des locomotives neuves et de fabrication récente¹ qui respectent les normes d'émission établies par l'EPA;
- mettre hors service² 130 locomotives de puissance moyenne³ construites entre 1973 et 1999;
- au moment de leur remise à neuf, améliorer toutes les locomotives de grande puissance⁴ selon les normes d'émission de l'EPA;
- à compter de 2010, au moment de leur remise à neuf, mettre au niveau 0 toutes les locomotives de puissance moyenne construites après 1972.

4.0 ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Les changements climatiques présentent un défi considérable dans les transports, comme dans tous les autres secteurs de l'économie canadienne. En 2002, les chemins de fer ont produit 6 mégatonnes ou 3 % des émissions totales de GES du secteur des transports au Canada (annexe 4).

4.1 Engagements de l'ACFC à l'égard des GES

Pour la durée de l'entente, l'ACFC encouragera tous ses membres à s'efforcer de réduire l'ensemble des émissions de

- 1 Les locomotives neuves et de fabrication récente, le niveau 0 et la remise à neuf sont définis sous le titre 40, chapitre 1, sous-chapitre C, partie 92 du Code of Federal Regulations des États-Unis.
- 2 Les locomotives mises hors service sont généralement mises en vente, échangées contre des engins de puissance différente ou dépouillées de leurs pièces.
- 3 Les locomotives de puissance moyenne développent entre 2 000 et 3 000 hp.
- 4 Les locomotives de grande puissance développent plus de 3 000 hp.

GES des activités ferroviaires. Les cibles d'émissions de GES de l'industrie ferroviaire pour 2010 sont :

Catégorie I,	
Marchandises	16,98 kg éq. CO ₂ par 1 000 TKP
Courtes distances	15,38 kg éq. CO ₂ par 1 000 TKP
Interurbain	0,12 kg éq. CO ₂ par 1 000 passagers-km
Banlieue	1,46 kg éq. CO ₂ par 1 000 passagers

4.2

Pour la même période, l'ACFC, en collaboration avec tous ses membres, établira un plan d'action pour réduire les émissions de GES dans les six mois qui suivront la signature de l'Entente. Ce plan décrira les mesures que l'ACFC et ses membres prévoient prendre pour atteindre les cibles d'émission. Des exemples de mesures possibles sont présentés à l'annexe 5.

5.0 RAPPORTS

5.1 Rapport annuel

L'ACFC présente chaque année, au plus tard le 31 décembre, un rapport de l'exécution de l'entente qui comprend :

- les renseignements décrits au point 5.2;
- le résumé des mesures prises par ses membres pour respecter toutes les normes d'émission applicables de l'EPA et pour adopter des modes d'exploitation qui réduisent les émissions de PCA;
- le résumé des mesures qu'elle a prises pour informer ses membres au sujet des méthodes ou des technologies qui réduisent les émissions de PCA et de GES;
- le résumé des progrès qu'elle et ses membres ont réalisés dans l'année pour atteindre les cibles d'émission des GES énoncées au point 4.1.

Le comité de gestion (point 6.1) approuve le rapport annuel. Le rapport est publié conjointement par les parties à l'Entente et rendu public dans les meilleurs délais après son approbation, y compris par voie d'affichage sur les sites Web d'EC, de TC et de l'ACFC. L'ACFC est titulaire des droits d'auteur du rapport annuel. EC et TC détiennent la licence de ces droits d'auteur. Le premier rapport porte sur l'année civile 2006, et le dernier, sur l'année 2010.

5.2 Données

5.2.1

Dans chaque rapport annuel, l'inventaire des émissions est établi selon la méthode décrite dans le document *Exigences de déclaration recommandées pour le Programme de surveillance des émissions des locomotives (Programme SEL)* de septembre 1994 et/ou selon les recommandations du comité de gestion.

5.2.2 Le rapport annuel contient les renseignements suivants

- le nom des sociétés de chemin de fer qui ont soumis des renseignements conformément à l'Entente et leurs provinces d'exploitation;
- un tableau décrivant les locomotives qui respectent les normes d'émission de l'EPA;
- la composition du parc de locomotives par modèle, année de fabrication, puissance, modèle de moteur et fonction;-
- tonnes-kilomètres brutes, tonnes-kilomètres payantes et consommation totale de carburant des services ferroviaires au cours de l'année civile visée;
- estimations des émissions annuelles d'oxydes d'azote (NO_x), d'hydrocarbures (HC), d'oxydes de soufre (SO_x), de particules (PM), de monoxyde de carbone (CO), d'oxyde nitreux (N₂O), de méthane (CH₄), de dioxyde de carbone (CO₂) et d'équivalent CO₂ produites par les services ferroviaires au Canada;
- les données de consommation de carburant et d'émissions sont indiquées séparément et groupées comme suit – voyageurs, marchandises et manœuvres-triage.

5.3 Vérification par un tiers

Chaque année ou périodiquement, mais au plus une fois par an, un vérificateur compétent obtiendra l'accès voulu pour vérifier les processus et la documentation à l'appui se rapportant à l'Entente. Les parties à l'Entente choisissent un vérificateur capable de vérifier les rapports de façon indépendante et elles partagent les frais de la vérification. Le comité de gestion décide du mandat du vérificateur.

6.0 GESTION DE L'ENTENTE

6.1

L'Entente est régie par le comité de gestion, composé de hauts dirigeants des parties et d'un représentant d'une organisation non gouvernementale de l'environnement.

Le directeur général de la Direction générale de l'énergie et des transports d'Environnement Canada, le directeur général du Bureau des affaires environnementales de Transports Canada et le directeur général de la Sécurité ferroviaire de Transports Canada, ou leurs délégués, représentent le gouvernement fédéral. L'ACFC et ses sociétés membres sont représentées par le président du Comité de l'environnement et le vice-président à l'Exploitation et aux affaires réglementaires de l'ACFC, ou leurs délégués.

L'ACFC, TC et EC choisissent le représentant de l'organisation non gouvernementale de l'environnement avant la première réunion du comité de gestion. Le comité de gestion se réunit au moins une fois par an.

6.2 Mission du comité de gestion

- examiner le rapport annuel avant sa publication;
- effectuer, au besoin, l'examen de l'Entente pour évaluer si toute modification importante de l'industrie ferroviaire canadienne ou de l'économie canadienne en général peut avoir un effet sur la capacité de l'ACFC et de ses sociétés membres de respecter l'Entente;
- formuler les recommandations qu'il juge nécessaires pour améliorer l'Entente;
- à sa discrétion, créer un comité de révision technique (point 6.3) dont il programme et supervise les travaux.

6.3 Fonctions possibles du comité de révision technique

- surveiller les activités d'établissement de rapports et de vérification;
- examiner et vérifier les données annuelles soumises à EC et à TC par l'ACFC;
- examiner, au besoin, la méthode utilisée pour estimer les émissions et recommander des modifications s'il y a lieu;
- examiner les mesures prises pour atteindre les objectifs de l'Entente;
- entreprendre toute autre activité demandée par le comité de gestion.

7.0 SOUTIEN DE L'ENTENTE

7.1

EC et TC collaborent avec l'ACFC pour l'aider à mettre en œuvre des mesures de réduction des émissions de PCA en lui apportant des conseils techniques sur les technologies et les meilleures pratiques de réduction des émissions.

7.2

TC collabore avec l'ACFC pour l'aider à exécuter le plan d'action destiné à réduire les émissions de GES, y compris les programmes et initiatives lancés à l'appui du programme du gouvernement pour l'environnement.

7.3

EC et TC font des efforts raisonnables pour consulter l'ACFC au sujet de l'intégration de la recherche portant sur le secteur ferroviaire dans les projets de recherche et de développement des ministères.

7.4

Avec l'ACFC, EC et TC organisent et convoquent une conférence ou un colloque sur la réduction des émissions et les meilleures pratiques environnementales dans l'industrie ferroviaire.

7.5

EC et TC reconnaissent, comme il convient, les progrès réalisés par l'ACFC et ses membres pour atteindre ou dépasser les objectifs de réduction des émissions. EC et TC choisissent le moment et la façon de reconnaître publiquement les réalisations de l'ACFC et de ses membres.

7.6

EC et TC partagent avec l'ACFC les renseignements sur la façon de créditer les mesures de réduction des émissions selon les mécanismes qui peuvent être établis à cette fin.

7.7

EC et TC font au mieux pour collaborer avec l'ACFC afin d'éliminer les obstacles à la limitation des émissions dans l'industrie ferroviaire.

8.0 DISPOSITIONS GÉNÉRALES ET SIGNATURES


L'Entente est une initiative volontaire par laquelle les parties expriment de bonne foi leurs intentions. Elle n'est pas destinée à créer ni ne donne lieu à des obligations en droit et n'a pas force exécutoire. Le gouvernement se réserve le droit d'élaborer et de mettre en vigueur des mesures réglementaires ou autres qu'il juge utiles pour atteindre les objectifs en vue d'assainir l'air et de faire face aux changements climatiques. Rien dans l'Entente n'empêche les parties de prendre d'autres mesures concernant les émissions de PCA et de GES ou la consommation de carburant qui sont autorisées ou exigées par la loi.

Les parties reconnaissent que les renseignements fournis conformément à l'Entente sont régis par la législation applicable d'accès à l'information et de protection des renseignements.

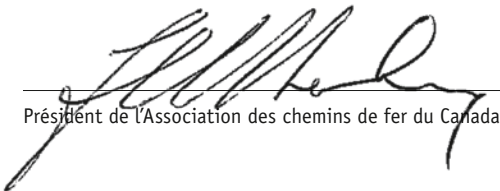
Fait à Ottawa ce 15 jour de mai 2007



Ministre de l'Environnement



Ministre des Transports, de l'Infrastructure et des Collectivités



Président de l'Association des chemins de fer du Canada

PE DE 1995-2005 CONCERNANT LES ÉMISSIONS DES LOCOMOTIVES

PROTOCOLE D'ENTENTE

entre

ENVIRONNEMENT CANADA et L'ASSOCIATION DES CHEMINS DE FER DU CANADA

PARTIE 1 – INTRODUCTION

L'objet du présent document est de déterminer les principes des ententes de base conclues entre l'Association des chemins de fer du Canada (ACFC), le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) et Environnement Canada (EC) concernant la réduction des émissions d'oxydes d'azote (NO_x) provenant des locomotives dans le cadre de l'ensemble des opérations ferroviaires au Canada.

Ce protocole d'entente (PE) tient compte des recommandations du rapport rédigé conjointement par Environnement Canada et l'Association des chemins de fer du Canada (EC/ACFC) et intitulé « Exigences de déclaration recommandées pour le Programme de surveillance des émissions des locomotives (Programme SEL) ».

PARTIE 2 – RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

L'Association des chemins de fer du Canada, en tant qu'organisation rassemblant des sociétés préoccupées par l'environnement qui font affaire au Canada, a proposé au Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) de limiter à 115 kilotonnes par an les émissions d'oxydes d'azote provenant des moteurs de locomotive au Canada, par le biais d'un plafond volontaire. Cette proposition, qui figure dans le plan de gestion des NO_x et des COV du CCME, est rendue officielle par le présent protocole d'entente (PE).

PARTIE 3 – LE PROGRAMME

Entre le 1^{er} janvier 1990 et le 31 décembre 2005, l'Association des chemins de fer du Canada s'efforcera de recueillir toutes les données nécessaires pour calculer la quantité totale des émissions d'oxydes d'azote (NO_x) dues au transport ferroviaire au Canada et, si nécessaire, prendra toutes les mesures nécessaires pour ne pas dépasser le plafond annuel convenu des rejets de NO_x de 115 kilotonnes.

L'ACFC fera en sorte de faire rapport une fois par an à Environnement Canada de la manière décrite ci-dessous. Les données recueillies tiendront compte des activités de tous les membres de l'ACFC, et l'ACFC incitera ses membres associés ainsi que les sociétés non membres à fournir également des données.

L'ACFC accepte en outre de surveiller les progrès techniques dans le domaine du transport ferroviaire et d'inciter les sociétés membres à mettre en place de nouvelles technologies efficaces en termes de coûts qui permettront de réduire les émissions de NO_x de leur nouvel équipement.

PARTIE 4 – LES RAPPORTS

Tel qu'indiqué dans le rapport conjoint EC/ACFC intitulé « Exigences de déclaration recommandées pour le Programme de surveillance des émissions des locomotives (Programme SEL) », l'ACFC fera en sorte de soumettre annuellement à Environnement Canada des rapports contenant les renseignements suivants :

- 1) Les tonnes-kilomètres brutes (TKB), les tonnes-kilomètres payantes (TKP) et les données sur la consommation totale de carburant des opérations ferroviaires, ainsi qu'une estimation des émissions d'oxydes d'azote (NO_x), d'hydrocarbures (HC), d'oxydes de soufre (SO_x), de matières particulaires (MP), de monoxyde de carbone (CO) et de dioxyde de carbone (CO₂), au moyen des facteurs d'émission de l'ACFC figurant au tableau 9 du rapport mentionné ci-dessus. Les données sur la consommation de carburant et les émissions seront indiquées séparément selon qu'il s'agit du transport de voyageurs, du transport de marchandises et des services de manœuvre en gare. Ces données seront déclarées pour l'année de rapport et comprendront des prévisions révisées pour les années 1995, 2000 et 2005. En plus des chiffres globaux au niveau national, les données sur la consommation de carburant et les émissions devraient être fournies pour chacune des zones de gestion de l'ozone troposphérique (ZGOT) telles que définies géographiquement dans le plan de gestion des NO_x et des COV (CCME, 1990).
- 2) Les données sur les émissions relatives aux ZGOT doivent être divisées en deux catégories : celle des mois d'hiver et celle des mois critiques où se forme l'ozone troposphérique, c'est-à-dire mai, juin, juillet, août et septembre.
- 3) Des renseignements seront mis à jour concernant la composition du parc de locomotives, selon l'année de fabrication, la puissance et le modèle du moteur, la fonction et la compagnie de chemin de fer.
- 4) Une brève mise à jour par écrit précisera les efforts qui ont été déployés dans l'industrie ferroviaire pour appliquer des procédures d'exploitation ou utiliser des techniques nouvelles permettant de réduire les émissions de NO_x dues aux opérations ferroviaires.
- 5) Les compagnies devront présenter un rapport sur tout système de réduction des émissions, tout matériel ou toute technique qui a été installé ou mis en œuvre dans le cadre d'un programme de remise à neuf de moteur visant à réduire les émissions de NO_x.
- 6) Il faudra faire un rapport sur les données relatives aux nouveaux résultats d'émission et les nouveaux facteurs d'émission concernant les locomotives utilisées par les compagnies de chemin de fer obtenus de l'AAR, des fabricants ou d'autres organismes.

- 7) Il faudra fournir des renseignements sur les propriétés des carburants diesel utilisés, si celles-ci s'écartent considérablement de celles indiquées dans la norme CAN/CGSB-3-l8-92 de l'Office des normes générales du Canada sur le carburant diesel pour les moteurs diesel à régime moyen des locomotives. Il faudra, le cas échéant, déclarer les résultats d'essais sur les émissions de divers moteurs de locomotive selon la qualité des carburants et le type de carburant de remplacement.
- 8) Un bref rapport sera présenté sur l'état de toute initiative visant à réduire les émissions ou sur les changements apportés aux méthodes opérationnelles, ainsi que sur tout changement notable dans le type de cycles d'utilisation ou de service qui influencerait largement les émissions et leur proportion relative par rapport à l'ensemble des opérations ferroviaires.

L'ACFC fera en sorte de soumettre annuellement un rapport renfermant tous les éléments indiqués ci-dessus avant le 30 juin de l'année qui suit l'année sur laquelle porte le rapport. Le premier rapport concerné par le présent protocole d'entente (PE) sera celui de 1990, tandis que le dernier rapport sera celui de 2005.


PARTIE 5 – GÉNÉRALITÉS

Le plafond qui vise à limiter à 115 kilotonnes par an les émissions de NO_x des locomotives se fonde sur les meilleures connaissances techniques disponibles à la fin de 1989 et sur des prévisions en matière de croissance du trafic ferroviaire. Il est entendu qu'une nouvelle évaluation environnementale sera effectuée si de nouveaux facteurs d'émission s'écartant nettement de ceux qui ont servi à établir le plafond étaient élaborés à la suite d'une recherche avancée sur les émissions de moteur ou si le taux de croissance du trafic ferroviaire était largement modifié par l'utilisation croissante d'un autre moyen de transport.

Bien que les deux parties concernées indiquent, en signant, qu'elles acceptent les principes énoncés dans ce document, le présent protocole d'entente (PE) ne vise pas à créer une entente ayant force obligatoire et ne doit pas être interprété comme créant des obligations contractuelles pour les parties concernées.

DATÉ à Ottawa ce 27^e jour de décembre 1995


Ministre de l'Environnement


L'Association des Chemins de fer du Canada

PRINCIPAUX CONTAMINANTS ATMOSPHÉRIQUES

On établit un lien entre la pollution atmosphérique et les maladies respiratoires (par exemple, l'asthme et les maladies pulmonaires obstructives chroniques), les maladies cardiovasculaires, les allergies et les effets neurologiques. Cette pollution peut aussi nuire à la qualité du sol et des ressources en eau.

Les principaux polluants atmosphériques (PCA) émis par les locomotives sont surtout :

- les oxydes de soufre (SO_x);
- les oxydes d'azote (NO_x);
- les particules (PM);
- les hydrocarbures (HC);
- le monoxyde de carbone (CO).

Les NO_x et les HC contribuent à la formation de l'ozone troposphérique, qui est un irritant des voies respiratoires et une des composantes les plus importantes du smog. On a identifié le smog comme facteur contributif de milliers de décès prématurés au pays chaque année, ainsi que d'une augmentation des visites à l'hôpital et chez le médecin et de centaines de milliers de journées d'absence à l'école et au travail. Les problèmes environnementaux imputés au smog comprennent des effets sur la végétation, les constructions et la visibilité ainsi que la formation de brume sèche (surtout en raison des particules fines).

Les « dépôts acides » (terme plus général que « pluies acides ») sont surtout causés par les émissions de SO_2 et de NO_x qui peuvent se transformer en polluants secondaires. Les dépôts acides affectent les lacs, les rivières, les forêts, les sols, les populations de poissons et d'autres espèces fauniques ainsi que les bâtiments.



Photo gracieusement fournie par Réseau GO

GAZ À EFFET DE SERRE

L'« effet de serre » est le terme utilisé pour décrire le rôle que joue l'atmosphère en emprisonnant la chaleur de la Terre. Les gaz à effet de serre (GES) désignent les gaz présents dans l'atmosphère qui contribuent à ce phénomène. L'« effet de serre naturel » est important pour la vie sur la planète.

Des changements climatiques surviennent lorsque la quantité totale d'énergie solaire absorbée présente un écart par rapport à la quantité d'énergie libérée, causant ainsi un déséquilibre des échanges radiatifs. Les être humains peuvent donc induire des changements de température et perturber le système climatique. Les activités humaines, telles que le brûlage de combustibles fossiles, le déboisement ou la modification de la surface terrestre, l'application des procédés industriels, etc., augmentent la concentration des GES dans l'atmosphère. On dit de l'accroissement des GES qu'il s'agit d'un « effet de serre amplifié », qui se produit lorsqu'une plus grande quantité d'énergie incidente est emprisonnée dans l'atmosphère. Ce phénomène peut avoir des impacts graves sur les processus physiques et chimiques et la vie biologique sur Terre.

Certains gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère sont issus à la fois des processus naturels et des activités humaines. Les principaux gaz à effet de serre produits par les locomotives sont :

- le dioxyde de carbone (CO₂);
- le méthane (CH₄);
- l'oxyde nitreux (N₂O).

Pour estimer les émissions du secteur des transports, il faut comprendre que le CO₂ et d'autres émissions de GES dépendent de la quantité consommée de carburant, de la teneur en carbone du carburant et de la portion de carburant oxydé. Les



Photo : Rick Robinson/CP

coefficients d'émission ont été tirés ou calculés à partir d'un certain nombre d'études menées par Environnement Canada, l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis et d'autres organisations nationales et étrangères.

L'équivalent CO₂ est la somme des composantes des gaz à effet de serre exprimée sous la forme d'un équivalent par rapport au potentiel de réchauffement de la planète du CO₂. On détermine l'équivalent CO₂ à l'aide de la formule suivante :

$$\text{éq CO}_2 = (\text{émissions de CO}_2 \times 1) + (\text{émissions de CH}_4 \times 21) + (\text{émissions de N}_2\text{O} \times 310)$$

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DANS LE SECTEUR FERROVIAIRE

Le plan d'action visant à réduire les émissions de GES peut inclure les genres d'éléments suivants :

Amélioration de l'exploitation

- **Regroupement des wagons ayant des destinations semblables :**
Cette mesure réduit les délais à des endroits intermédiaires en simplifiant le processus pour les employés, en éliminant le dédoublement des tâches et en augmentant la fluidité dans les gares de triage et terminaux. Elle réduit aussi le temps de transit pour les chargements partout dans le réseau et augmente la disponibilité des wagons pour les clients.
- **Ordonnancement :**
Il existe des méthodes pour améliorer l'ordonnancement des trains avec d'autres chemins de fer et pour développer des systèmes destinés à mettre en commun des renseignements de pointe en vue d'améliorer le service.
- **Répartition de la puissance de traction :**
Il s'agit de répartir les locomotives à divers endroits du train, au lieu de les placer toutes devant. On améliore ainsi l'accélération, le freinage et la maîtrise générale du train, surtout lorsqu'il y a des courbes et des pentes. Une meilleure adhérence aux rails et une application adéquate de la puissance motrice améliorent le rendement du carburant, et des capacités améliorées de manœuvre des trains permettent d'augmenter le débit et de réduire les coûts.
- **Code des meilleures pratiques :**
L'élaboration et la promotion d'un code permettront à tous les chemins de fer de mettre en commun les meilleures méthodes et de les utiliser davantage, entraînant ainsi des économies supplémentaires de carburant pour l'industrie.

Amélioration des équipements et des technologies

- **Stratégies et dispositifs anti-ralenti :**
Les études démontrent que les locomotives au ralenti utilisent approximativement 4 % du volume total de carburant consommé dans les activités ferroviaires. Les technologies comme les systèmes d'arrêt et de démarrage automatiques et les locomotives hybrides ainsi que la modification du mode d'exploitation sont susceptibles de réduire considérablement la marche au ralenti et d'apporter des économies de carburant importantes.
- **Équipements :**
L'amélioration de l'équipement comprend l'utilisation de roues avec profil amélioré, des wagons légers et des bogies orientables. Le nouveau matériel et les nouvelles conceptions réduisent le poids des wagons à marchandises et leur résistance au roulement, ce qui permet d'accroître la charge des marchandises transportées par unité d'énergie utilisée.

Participation accrue aux programmes fédéraux

Exemples de programmes fédéraux :

- **Programme de démonstration de transport durable des marchandises :**
Transports Canada finance des projets qui peuvent démontrer, et encourager l'adoption, des technologies et des pratiques exemplaires permettant de réduire les émissions de GES de tous les modes de transport de marchandises.
- **Programme d'incitatifs pour les marchandises :**
Le programme fournit des incitatifs financiers pour l'achat et l'installation de technologies et de matériels qui améliorent l'efficacité du transport des marchandises.

Annexe B-1

Parc de locomotives 2006 – service marchandises

Fabricant	Modèle	Niveau EPA	Moteur	Puissance horsepower	Année de fabrication	Année de remise à neuf	Total	CN	CP	Régionaux et courtes distances	
GM/EMD	SD90 MAC-H		16V-265H	6000	00		4		4		
	SD90 MAC		16V-710	4300	98-99		61		61		
	SD75	Tier 0	16V-710	4300	96-99	02-06	162	162			
	SD75		16V-710	4300	96-99		9		3		
	SD70M-2	Tier 2	16V-710	4300	05-06		25		25		
	SD70	Tier 0	16V-710	4000	95	01-06	21		21		
	SD70		16V-710	4000	95		5		5		
	SD60	Tier 0	16V-710	3800	85-89	02-06	51		51		
	SD60		16V-710	3800	85-89		8		8		
	SD50		16V-645	3600	85-87		55		55		
	SD45-2		16V-645	3600	72-74		4			4	
	SD40-2		16V-645	3000	72-79		492	146	328	18	
	SD40-2		16V-645	3000	66-71	95	9		9		
	SD40-2		16V-645	3000	67-77	77-85	3		3		
	SD40-1		16V-645	3000	66-71		11			11	
	SD40		16V-645	2250	63-66	98	3			3	
	SD40-Q		16V-645	3000	66-71	92-95	25	25			
	SD38-2		16V-645	2000	75		3		3		
	SD38		16V-645	2000	71-74		4			4	
	GP40-3		16V-567	3000	66-68		5			5	
	GP40-2		16V-645	3000	74-91		90	62	4	24	
	GP40		645-E3B	3000	77		4			4	
	GP38-2		16V-645	2000	75		17			17	
	GP38		16V-645	2000	66	75	3			3	
	GP38		16V-645	2000	70-86		234	70	127	37	
	GP35-3		16V-645	2500			3			3	
	GP35-2		16V-645	2000			6			6	
	GP35			2250			1			1	
	GP30			16V567D3A	2500		1			1	
	GP20			16V-567	1800	76	1			1	
	GP15-1				1500		3			3	
	GP15			12V-645	1500	75	3			3	
	GP10			16V567D3A	1800		4			4	
	GP9			16V-645	1800	82-91	25	21		4	
	GP9			16V-567	1800	50-60	20			20	
	GP9			16V-567C	1750	55-68	8			8	
SW9			8V-567C	900	56-64	10			10		
MP-15			16V-645E	1500	76	3			3		
GMD-1			12V-645	1200	81-85	3			3		
SW1000			8V-645E	900	67-69	2			2		
Sous-total GM/EMD							1401	657	536	208	
GE	ES44DC	Tier 2	GEVO 12	4400	05-06		35	35			
	ES44AC	Tier 2	GEVO 12	4400	06		60		60		
	AC4400	Tier 1	7FDL16	4400	02-04		138		117	21	
	AC4400	Tier 0	7FDL16	4400	00-01		68		56	12	
	AC4400	Tier 0	7FDL16	4400	96-99		184		184		
	Dash 9-44CM	Tier 1	7FDL16	4400	02-04		64	64			
	Dash 9-44CM	Tier 0	7FDL16	4400	00-01		40	40			
	Dash 9-44CM	Tier 0	7FDL16	4400	96-99	01-06	108		99	9	
	Dash 9-44CM		7FDL16	4400	96-99		16		14	2	
	Dash 8-40CM		7FDL16	4400	90-92		26		26		
	Dash 8-40CM		7FDL16	4000	90-92		57		54	3	
	B39-8E		7FDL16	3900	87-88		16		12	4	
	Sous-total GE							812	344	417	51
	MLW	M636		16V-251E	3600	70-72		4			4
C-424			16V-251	2400	63-66		2			2	
MRB-20			12V-251	2000	71		2			2	
HR-412			12V-251	2000	71		1			1	
M420			12V-251B	2000	71		12			12	
RS-18			12V-251	1800	54-58		17			17	
RS-23			8V-251	1000	57-58	81	1			1	
Sous-total MLW							39	0	0	39	
Total – locomotives de train de marchandises (catégorie I, régionaux et courtes distance)							2252	1001	953	298	

Annexe B-2

Parc de locomotives 2006 – manœuvres-triage et travaux

Fabricant	Modèle	Moteur	Puissance <i>horsepower</i>	Année de fabrication	Année de remise à neuf	Total	CN	CP	Régionaux et courtes distances
GM/EMD	SD40-2	16V-645	3000	73-85		28		28	
	GP38	16V-645	2000	70-86		35	27		8
	GP9	16V-645	1800	54-81		3			3
	GP9	16V-645	1800	82-91		127	127		1
	GP9	16V-645	1750	54-81	80-91	190		187	3
	GP9	16V-645	1700	60		3			3
	GP9	16V-567	1750	51-63		5			5
	GP7	16V-567	1500	50-73	80-88	17		16	1
	GMD-1	645C	1200	88-89		28	28		
	SW1500	12V-567	1500	51-78		10			10
	SW1200RM	645C	1200	87		7	7		
	SW1200	12V-567	1200	55-62		21		16	5
	SW900	8V-567	900	55		1		1	
	SW14			50		1			1
	SW9	12V-567	1200	53		2		1	1
	RS-18-CAT	Cat3516	2000			10	10		
	Sous-total						488	199	249
GE	B23 Super7	7FDL12	2250	90-91		3			3
	C30-7		3000			6			6
	45T	Cummins	2x150	47		1			1
MLW	RS18	12V-251	1800	54-58		20			20
	RS23		1000	59-60		3			3
	M420	16V-251	2000	72-73		2			2
ALCO	S13	6-251	1000	59-60		4			4
	S2	6-539	1000	44		1			1
	S6		900	53		1			1
Sous-total						41			41
Total – manœuvres et de travaux						529	199	249	81
Total marchandises						2781	1200	1202	379

Annexe B-3

Parc de locomotives 2006 – service voyageurs

Fabricant	Modèle	Moteur	Puissance <i>horsepower</i>	Année de fabrication	Année de remise à neuf	Total	VIA Rail Canada	Banlieue	Tourisme et excursion
GM/EMD	F59PH	12-710G3B	3000	88-89	98-02	61		61	
	FP40PH-2	16V-645E3C	3000	87-89		48	48		
	FP7A	16V-567C	1500	53-58		1			1
	FP9A	16V-567C	1750	53-58		1			1
	FP9B	16V-567C	1750	53-58		1			1
	GP9	16V-645	1800			3		3	
	GP40	16V-645	3000	70-79		6		6	
	GP40-2	16V-645E3B	3000	74-76		9			9
	SW1000	8-645E	1200	66		2	2		
	SW1200RS	12V-567C	1200	57		1			1
GE	P42DC	7FDL16	4250	01		21	21		
	DL535	Alco 251D	1200	69		8			8
	LL162/162	Alco 251B	990	54-66		11			11
Bombardier	MR-90 EMU	Electric	800 kw	95		29		29	
	Talent DMU	BR643	2x423	01		3		3	
Budd	RDC-1	DD6-110	2X260	55		1			1
	RDC-1	Cummins	2X300	56-58		2	2		
	RDC-2	Cummins	2X300	56-58		2	2		
	RDC-4	Cummins	2X300	55		1	1		
Autres									
R&H	28 ton		165	50		1			1
CLC	44 ton	H44A3	500	60		1			1
GE	70 ton		600	48		1			1
Steam Engines									
Baldwin	Consolidation	2-8-0		20		1			1
Baldwin	Mikado	2-8-2		47		1			1
Rogers		4-4-0		1883		1			1
MLW	Class D10h	4-6-0		12		1			1
Total - locomotives de train de voyageurs						218	76	102	40
Total services ferroviaires						2999			

Annexe C

Lignes de chemins de fer comprises dans les zones de gestion de l'ozone troposphérique (ZGOT)

ZGOT n° 1 :

Vallée du Bas-Fraser (Colombie-Britannique)

CN Division	Subdivision
Pacific	Rawlison Yale

Canadien Pacifique Zone des opérations	Subdivision
Vancouver	Cascade Mission Page

Burlington Northern Railroad	Toutes
Southern Railway of BC Ltd	Toutes

Great Canadian Railtour Company	Toutes
VIA Rail Canada	Certaines
West Coast Express	Toutes

ZGOT n° 3 :

Région de Saint John (Nouveau-Brunswick)

CN District Champlain	Subdivision
	Denison Sussex

ZGOT n° 2 :

Corridor Québec-Windsor (Ontario et Québec)

CN District Subdivisions	Champlain
Bécancour	Rouses Point
Bridge	Sorel
Deux-Montagnes	St-Hyacinthe
Drummondville	St-Laurent
Joliette	Valleyfield
Montréal	

District	Subdivision	Great Lakes
Alexandria	Grimsby	Strathroy
Caso	Halton	Talbot
Chatham	Kingston	Uxbridge
Dundas	Oakville	Weston
Guelph	Paynes	York

CP Subdivision	Remarques
Québec :	
Saint Lawrence and Hudson	Toutes
Ontario :	
Saint Lawrence and Hudson	Toutes
Northern Ontario :	
Smith Falls – Arnprior	Certaines
Agence métropolitaine de transport	Toutes
Capital Railway	Toutes
GO Transit	Toutes
VIA Rail Canada	Certaines
CSX	Toutes
Essex Terminal Railway	Toutes
Goderich - Exeter Railway	Toutes
Montréal Maine et Atlantique	Toutes
Norfolk Southern	Toutes
Ottawa Central	Toutes
Ottawa Valley – RailLink	Certaines
Québec Gatineau	Toutes
Sud de l'Ontario – Railink	Toutes
Saint-Laurent et Atlantique	Toutes

Annexe D

Annexe D Trafic et consommation de carburant (unités américaines)

Trafic marchandises milliards	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Tonnes-milles brutes (TMB)	311,6	372,7	362,8	380,0	401,8	399,5	398,7	415,3	441,47	457,95	459,63
Tonnes-milles payantes (TMP)	171,3	208,3	203,4	206,8	220,8	220,4	211,5	221,7	235,11	241,74	243,74
Ratio de TMP / TMB	0,550	0,559	0,561	0,544	0,550	0,552	0,530	0,534	0,533	0,528	0,530

Consommation de carburant millions de gallons US	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Marchandises											
Total trains de marchandises	481,49	536,43	497,04	475,45	485,13	481,66	493,48	504,30	530,87	537,17	538,15
Manœuvres	31,53	29,93	31,27	22,94	22,89	23,74	19,47	18,28	18,70	17,92	17,08
Travaux	4,23	1,59	1,85	1,32	1,06	1,28	1,50	1,29	1,10	1,78	1,98
Total marchandises	517,25	567,95	530,16	499,71	509,07	506,68	514,45	523,87	550,67	556,87	557,21
Total voyageurs	27,13	16,11	15,46	15,40	16,08	26,21	26,58	26,15	26,40	26,71	26,73
Total Rail	544,39	584,07	545,62	515,11	525,16	532,89	541,04	550,02	577,07	583,58	583,94

Annexe E-1

Émissions de GES par les locomotives

unités américaines

	1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1 000 tonnes											
Train de marchandises											
Équivalent CO ₂	6 129	6 828	6 327	6 052	6 175	6 130	6 281	6 419	6 809	6 890	6 903
CO ₂	5 443	6 064	5 618	5 374	5 484	5 444	5 578	5 700	6 047	6 119	6 130
CH ₄	6,28	7,00	6,48	6,20	6,33	6,28	6,44	6,58	6,98	7,06	7,08
N ₂ O	680	757	702	671	685	680	697	712	755	764	766
Service de manœuvres et train de travaux											
Équivalent CO ₂	456	401	421	309	305	316	269	249	254	252	244
CO ₂	405	356	374	274	270	281	239	221	225	224	217
CH ₄	0,47	0,41	0,43	0,32	0,31	0,32	0,28	0,26	0,26	0,26	0,25
N ₂ O	51	45	47	34	34	35	30	28	28	28	27
Total marchandises											
Équivalent CO ₂	6 585	7 229	6 748	6 360	6 480	6 446	6 550	6 667	7 063	7 142	7 147
CO ₂	5 848	6 420	5 992	5 648	5 754	5 724	5 816	5 921	6 272	6 343	6 347
CH ₄	6,75	7,41	6,91	6,52	6,64	6,60	6,71	6,83	7,24	7,32	7,33
N ₂ O	730	802	749	706	719	715	727	740	783	792	793
Transport voyageurs											
Équivalent CO ₂	346	205	198	195	205	333	336	333	339	343	343
CO ₂	308	182	176	173	182	296	299	295	301	304	304
CH ₄	0,35	0,21	0,20	0,20	0,21	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35
N ₂ O	38	23	22	22	23	37	37	37	38	38	38
Total - Rail											
Équivalent CO ₂	6 931	7 434	6 947	6 555	6 685	6 779	6 886	7 000	7 401	7 485	7 490
CO ₂	6 156	6 602	6 169	5 822	5 936	6 020	6 115	6 217	6 573	6 647	6 651
CH ₄	7,10	7,62	7,12	6,72	6,85	6,95	7,06	7,17	7,58	7,67	7,68
N ₂ O	769	825	771	727	742	752	764	777	821	830	831
Émissions par unité de trafic marchandises											
<i>(lb par 1000 TMP)</i>											
Équivalent CO ₂	76,89	69,41	66,35	61,51	58,69	58,49	61,93	60,15	60,08	59,09	58,64
CO ₂	68,28	61,64	58,92	54,63	52,12	51,95	55,00	53,42	53,36	52,48	52,08
CH ₄	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
N ₂ O	8,53	7,70	7,36	6,82	6,51	6,49	6,87	6,67	6,66	6,55	6,51

Annexe E-2

Émissions de PCA par les locomotives unités américaines

		1990	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Train de marchandises	NO _x	109,80	122,33	113,30	108,42	110,59	118,23	121,28	112,10	116,27	112,90	110,98
	CO	21,19	23,61	21,86	20,92	21,34	21,19	21,74	22,19	15,86	16,04	16,36
	HC	4,82	5,37	4,97	4,76	4,85	4,82	4,94	5,04	6,66	6,73	4,39
	PM	2,41	2,68	2,48	2,38	2,43	2,41	2,47	2,52	4,99	4,10	2,78
	SO ₂	4,82	5,37	4,97	4,76	4,85	4,82	4,94	5,04	4,22	5,02	4,86
Manceuvres et travaux	NO _x	7,23	7,60	7,93	5,85	5,85	5,98	4,98	4,66	5,93	5,87	5,17
	CO	1,38	1,30	1,36	1,00	1,00	1,02	0,85	0,80	1,06	1,05	0,43
	HC	0,48	0,45	0,47	0,34	0,34	0,35	0,29	0,27	0,34	0,34	0,25
	PM	0,19	0,18	0,19	0,14	0,14	0,14	0,12	0,11	0,14	0,14	0,12
	SO ₂	0,32	0,30	0,31	0,23	0,23	0,24	0,20	0,18	0,19	0,19	0,18
Total marchandises	NO _x	117,03	129,93	121,23	114,27	116,44	124,21	126,26	116,76	122,19	118,77	116,15
	CO	22,57	24,91	23,22	21,92	22,34	22,21	22,59	22,99	16,92	17,09	16,79
	HC	5,30	5,82	5,44	5,10	5,19	5,17	5,23	5,31	7,00	7,07	4,64
	PM	2,60	2,86	2,67	2,52	2,57	2,55	2,59	2,63	5,13	4,24	2,90
	SO ₂	5,14	5,67	5,28	4,99	5,08	5,06	5,14	5,22	4,41	5,21	5,04
Transport voyageurs	NO _x	6,20	4,10	3,97	3,90	4,10	6,66	6,79	6,65	6,72	7,57	7,29
	CO	1,20	0,71	0,69	0,67	0,71	1,15	1,17	1,15	1,01	1,03	0,57
	HC	0,31	0,19	0,18	0,18	0,19	0,30	0,31	0,30	0,25	0,26	0,22
	PM	0,15	0,09	0,09	0,08	0,09	0,14	0,15	0,14	0,15	0,15	0,14
	SO ₂	0,27	0,16	0,16	0,15	0,16	0,26	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24
Total Rail	NO _x	123,23	134,03	125,20	118,17	120,54	130,87	133,05	123,41	128,91	126,34	123,44
	CO	23,77	25,62	23,91	22,59	23,05	23,36	23,76	24,14	17,93	18,12	17,36
	HC	5,61	6,01	5,62	5,28	5,38	5,47	5,54	5,61	7,26	7,33	4,86
	PM	2,75	2,95	2,76	2,60	2,66	2,69	2,74	2,77	5,29	4,50	3,05
	SO ₂	5,41	5,83	5,44	5,14	5,24	5,32	5,41	5,48	4,66	5,46	5,28
Émissions par unité de trafic marchandises (lb par 1000 TMP)	NO _x	1,37	1,25	1,19	1,11	1,05	1,13	1,19	1,05	1,03	0,99	0,95
	CO	0,26	0,24	0,23	0,21	0,20	0,20	0,21	0,21	0,14	0,13	0,14
	HC	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,04
	PM	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03	0,02
	SO ₂	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,03	0,04

Note : Pour 2006, les valeurs de SO₂ sont rajustées pour une teneur en soufre du carburant diesel de 1 275 ppm

Annexe F

Chemins de fer membres de l'ACFC et provinces d'exploitation

Chemin de fer	Provinces d'exploitation
Agence métropolitaine de transport	Québec
Alberta Prairie Railway Excursions	Alberta
Amtrak	Colombie-Britannique, Ontario, Québec
Athabasca Northern Railway Ltd.	Alberta
Barrie-Collingwood Railway	Ontario
BNSF Railway Company	Colombie-Britannique
Burlington Northern (Manitoba) Ltd.	Manitoba
Canadian Heartland Training Railway	Alberta
Cape Breton & Central Nova Scotia Railway	Nouvelle-Écosse
Capital Railway	Ontario
Carlton Trail Railway	Saskatchewan
Central Manitoba Railway Inc.	Manitoba
CP	Colombie-Britannique, Alberta, Saskatchewan, Manitoba, Ontario, Québec
Chemin de fer Charlevoix Inc.	Québec
Chemin de fer de la Matapédia et du Golfe inc.	Québec
Chemin de fer de la Rivière Romaine	Québec
Chemin de fer Montréal, Maine & Atlantique	Québec, Nouveau-Brunswick
Chemin de fer QNS & L	Québec, Terre-Neuve-et-Labrador
Chemin de fer Québec Gatineau inc.	Québec
Chemin de fer St-Laurent & Atlantique	Québec
CN	Colombie-Britannique, Alberta, Saskatchewan, Manitoba, Ontario, Québec, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse
Commission de transport Ontario Northland	Ontario, Québec
Compagnie de chemin de fer Arnaud	Québec
Compagnie de chemin de fer Roberval-Saguenay	Québec
Compagnie minière Québec Cartier	Québec
CSX Transportation Inc.	Ontario, Québec
Essex Terminal Railway Company	Ontario

Chemin de fer	Provinces d'exploitation
Goderich-Exeter Railway Company Ltd.	Ontario
Great Canadian Railtour Company Ltd.	Colombie-Britannique
Great Western Railway Ltd.	Saskatchewan
Hudson Bay Railway	Manitoba
Huron Central Railway Inc.	Ontario
Kelowna Pacific Railway Ltd.	Colombie-Britannique
Kettle Falls International Railway, LLC	Colombie-Britannique
New Brunswick East Coast Railway Inc.	Nouveau-Brunswick
New Brunswick Southern Railway Company Ltd.	Nouveau-Brunswick
Nipissing Central Railway Company	Ontario, Québec
Norfolk Southern Railway	Ontario
Okanagan Valley Railway	Colombie-Britannique
Ontario Southland Railway Inc.	Ontario
Ottawa Central Railway Inc.	Ontario, Québec
Ottawa Valley Railway	Ontario, Québec
Réseau GO	Ontario
SOPOR	Québec
South Simcoe Railway	Ontario
Southern Manitoba Railway	Manitoba
Southern Ontario Railway	Ontario
Southern Railway of British Columbia Ltd.	Colombie-Britannique
Sydney Coal Railway	Nouvelle-Écosse
Toronto Terminals Railway Company Limited, The	Ontario
Transport ferroviaire Tshiuétin	Québec
Trillium Railway Co. Ltd.	Ontario
VIA Rail Canada Inc.	Colombie-Britannique, Alberta, Saskatchewan, Manitoba, Ontario, Québec, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse
Wabush Lake Railway Company, Limited	Terre-Neuve-et-Labrador
West Coast Express Ltd.	Colombie-Britannique

Chemin de fer	Provinces d'exploitation
White Pass & Yukon Route	Colombie-Britannique, Yukon
Windsor & Hantsport Railway	Nouvelle-Écosse

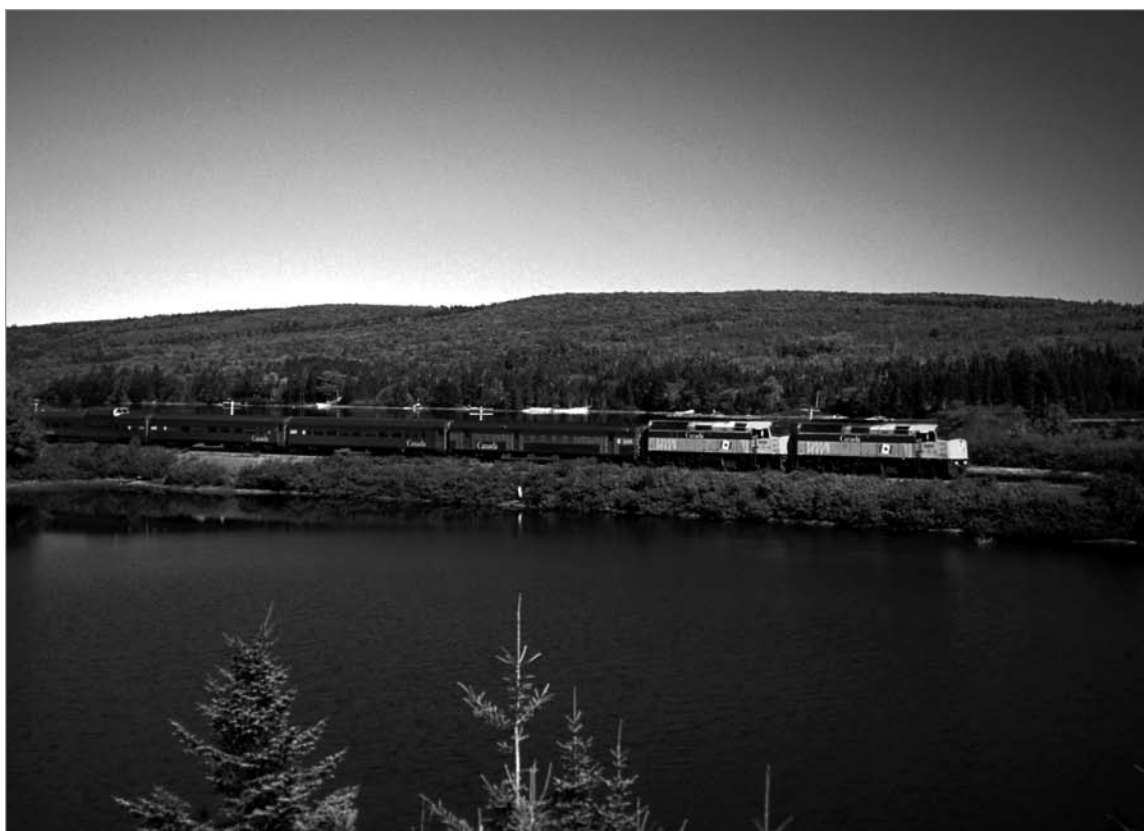


Photo gracieusement fournie par VIA Rail