

Lignes directrices relatives à l'évaluation des émissions de carbone noir en Amérique du Nord: Méthodes recommandées



Novembre 2015

Citer comme suit :

CCE (2015), *Lignes directrices relatives à l'évaluation des émissions de carbone noir en Amérique du Nord : méthodes recommandées d'estimation des émissions de carbone noir*, Commission de coopération environnementale, Montréal, Canada, 104 pp.

Le présent rapport a été établi par Eastern Research Group inc. (ERG) pour le Secrétariat de la Commission de coopération environnementale (CCE) de l'Amérique du Nord. L'information qu'il contient ne reflète pas nécessairement les vues de la CCE ni des gouvernements du Canada, du Mexique ou des États-Unis.

Le document peut être reproduit en tout ou en partie sans le consentement préalable du Secrétariat de la CCE, à condition que ce soit à des fins éducatives et non lucratives et que la source soit mentionnée. La CCE apprécierait néanmoins recevoir un exemplaire de toute publication ou de tout écrit inspiré du présent document.

Sauf indication contraire, le contenu de cette publication est protégé en vertu d'une licence Creative Common : Paternité - Pas d'utilisation commerciale - Pas de modification.



© Commission de coopération environnementale, 2015

ISBN : 978-2-89700-103-2 (version électronique)

Available in English : ISBN 978-2-89700-101-8 (e- version)

Disponible en español : ISBN 978-2-89700-102-5 (versión electrónica)

Renseignements sur la publication

Type de publication : rapport de projet

Date de publication : novembre 2015

Langue d'origine : anglais

Procédures d'examen et d'assurance de la qualité :

Révision finale par les Parties : du 7 juillet au 11 août 2015

QA251

Projet : Plan opérationnel 2013-2014 : *Lignes directrices relatives à l'évaluation des émissions de carbone noir en Amérique du Nord*

Dépôt légal — Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2015

Dépôt légal — Bibliothèque et Archives Canada, 2015

Renseignements supplémentaires :

Commission de coopération environnementale

393, rue St-Jacques Ouest, bureau 200

Montréal (Québec) Canada H2Y 1N9

t 514.350.4300 f 514.350.4314

info@cec.org / www.cec.org

Table des matières

Liste des abréviations et acronymes	vi
Résumé	viii
Sommaire	viii
1 Introduction.....	1
1.1 Contexte	1
1.2 Objectifs des lignes directrices.....	2
1.3 Aperçu de la recherche documentaire, de l'évaluation et des consultations d'experts (tâches 1 et 2)	2
1.3.1 Recherche et évaluation et recommandations initiales (tâche 1)	2
1.3.2 Aperçu des principaux documents examinés.....	6
1.3.3 Évaluation et recommandations initiales.....	10
1.3.4 Consultations d'experts (tâche 2)	11
2 Utilisation des lignes directrices relatives à l'évaluation des émissions de carbone noir 15	
2.1 Structure à multiples niveaux	16
2.2 Comprendre les limites de l'estimation des émissions de carbone noir	17
2.2.1 Définition du carbone noir.....	18
2.2.1 Incertitudes dans la spéciation	19
2.3 Cas d'utilisation des inventaires.....	21
2.3.1 Résolution spatiale et temporelle requise	21
2.3.2 Rapports nationaux.....	21
2.3.3 Inventaires régionaux	22
2.3.4 Analyses des précurseurs et des répercussions.....	22
2.3.5 Projections et analyses de stratégies d'atténuation.....	23
2.3.6 Application des niveaux aux cas d'utilisation des inventaires.....	23
3 Méthodes d'estimation des émissions de carbone noir selon le secteur	24
3.1 Combustion de biomasse.....	24
3.1.1 Combustion à l'air libre.....	25
3.1.2 Brûlage agricole	28
3.2 Énergie/industrie	30
3.2.1 Sources énergétiques/industrielles générales	31
3.2.2 Fours à briques au Mexique	33
3.3 Sources mobiles.....	36
3.3.1 Sources mobiles routières	36
3.3.2 Sources mobiles hors route	41
3.3.3 Locomotives	45
3.3.4 Navires	47

3.3.5 Aéronefs	50
3.4 Combustion résidentielle	53
3.5 Autres sources	56
3.5.1 Cuisson au gril (cuisson commerciale).....	57
3.5.2 Crémation humaine.....	58
3.5.3 Incendies de structures et de véhicules	59
3.5.4 Brûlage de déchets solides municipaux à l'air libre.....	61
4 Recommandations pour les recherches futures.....	64
5 Bibliographie	67
Annexe A. Gestion des données sur les émissions	74
Annexe B. Validation et incertitude.....	77
Détermination et quantification des sources d'incertitude.....	77
Méthodes de validation	82
Facteurs d'émission et facteurs de spéciation recommandés pour les méthodes de niveau 1 aux fins de l'estimation des émissions de carbone noir	84

Liste des tableaux

Tableau 1.3-1. Principales études examinées : sources exhaustives	5
Tableau 1.3-2. Experts en méthodes d'estimation des émissions de carbone noir.....	12
Tableau 2.3-2. Niveaux applicables aux cas d'utilisations généraux.....	23
Tableau 3.1-1. Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour la combustion à l'air libre.....	26
Tableau 3.1-2. Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour le brûlage agricole	29
Tableau 3.2-1. Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour le secteur énergétique/industriel.....	33
Tableau 3.2-2. Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour les fours à briques du Mexique.....	35
Tableau 3.3-1. Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour les sources mobiles routières	40
Tableau 3.3-2. Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation pour les sources mobiles hors route.....	44
Tableau 3.3-3. Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation pour les locomotives	47
Tableau 3.3-4. Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation pour les navires	49
Tableau 3.3-5. Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation pour les aéronefs	52
Tableau 3.4-1. Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation pour la combustion résidentielle	55
Tableau 3.5-1. Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour la cuisson au gril (cuisson commerciale).....	58
Tableau 3.5-2. Données sur l'activité, facteurs d'émission et facteurs de spéciation pour la crémation humaine	59
Tableau 3.5-3. Données sur l'activité, facteurs d'émission et facteurs de spéciation pour les incendies de structures et les incendies de véhicules.....	61
Tableau 3.5-4. Données sur l'activité, facteurs d'émission et facteurs de spéciation pour le brûlage de déchets solides municipaux à l'air libre.....	63

Liste des figures

Figure 2.1-1. Exemple d'arbre décisionnel concernant les locomotives.....	17
Figure 2.2-1. Fractions de carbone noir et de carbone organique dans les émissions de PM _{2,5} des catégories de sources non mobiles émettant la plus grande quantité de carbone noir aux États-Unis	20

Liste des abréviations et acronymes

AEO	<i>Annual Energy Outlook</i> (États-Unis)
ADA	Atterrissages et décollages dans les aéroports
AEE	Agence européenne pour l'environnement
BDEEC	Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada (Canada)
CANA	<i>Cremation Association of North America</i> (Association des crématoriums d'Amérique du Nord)
CCE	Commission de coopération environnementale
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CE	carbone élémentaire
CEE-ONU	Commission économique des Nations Unies pour l'Europe
CHIEF	<i>Clearinghouse for Inventories and Emission Factors</i> (Centre d'information sur les inventaires et les facteurs d'émission) (États-Unis)
CIFFC	Centres interservices des feux de forêt du Canada
CN	Carbone noir
CO	carbone organique
Conafor	<i>Comisión Nacional Forestal</i> (Commission nationale des forêts) (Mexique)
COV	composés organiques volatils
CRB	combustion résidentielle de bois
DGGCARETC	<i>Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes</i> (Direction générale de la gestion de la qualité de l'air et du Registre des émissions et des transferts de contaminants) (Mexique)
DSM	déchets solides municipaux
EIA	<i>Energy Information Administration</i> (Administration de l'information sur l'énergie) (États-Unis)
EIIP	<i>Emission Inventory Improvement Program</i> (Programme d'amélioration des inventaires des émissions) (États-Unis)
EMEP	<i>European Monitoring and Evaluation Program</i> (Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe)
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i> (Agence de protection de l'environnement) (États-Unis)
ERG	Eastern Research Group, Inc.
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i> (Administration fédérale de l'aviation) (États-Unis)
FE	facteur d'émission
FS	facteur de spéciation
FVRD	<i>Fraser Valley Regional District</i> (District régional de la vallée du Fraser) (Canada)
GAINS	<i>Greenhouse Gas and Air Pollution Interactions and Synergies Model</i> (Modèle des interactions et synergies entre les gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique)
GES	gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GJ	gigajoule(s)
GNC	gaz naturel comprimé
GPL	gaz de pétrole liquifié
GREET	<i>Greenhouse Gases, Regulated Emissions, and Energy Use in Transportation model</i> (modèle des gaz à effet de serre, des émissions réglementées et de la consommation d'énergie dans les transports)

GVRD	Greater Vancouver Regional District (District régional de la région métropolitaine de Vancouver) (Canada)
IEPA	Inventaire des émissions de polluants atmosphériques (Canada)
INECC	<i>Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático</i> (Institut national de l'écologie et des changements climatiques) (Mexique)
INEGI	<i>Instituto Nacional de Estadística y Geografía</i> (Institut national de statistique et de géographie) (Mexique)
INRP	Inventaire national des rejets de polluants (Canada)
kg	kilogramme(s)
kJ	kilojoule(s)
KVP/MVP	kilomètres-véhicules parcourus/milles-véhicules parcourus
kWh	kilowattheure(s)
lb	livre(s)
LPG	gaz de pétrole liquéfié
MOVES	<i>Motor Vehicle Emissions Simulator model</i> (Modèle de simulateur des émissions des véhicules automobiles)
NEI	<i>National Emissions Inventory</i> (Inventaire national des émissions) (États-Unis)
°C	degrés Celsius
OTAQ	<i>Office of Transportation and Air Quality</i> (Bureau des transports et de la qualité de l'air) (EPA, États-Unis)
Pemex	<i>Petróleos Mexicanos</i>
PM	particules
PM ₁₀	particules de diamètre de moins de 10 micromètres
PM _{2.5}	particules de diamètre de moins de 2,5 micromètres (particules fines)
RI	Rapport d'inventaire (Canada)
RIN	Rapport d'inventaire national (Canada)
Sagarpa	<i>Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación</i> (ministère de l'Agriculture, de l'Élevage, du Développement rural, des Pêches et de l'Alimentation) (Mexique)
SCT	<i>Secretaría de Comunicaciones y Transportes</i> (ministère des Communications et des Transports) (Mexique)
Semarnat	<i>Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales</i> (ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles) (Mexique)
Sener	<i>Secretaría de Energía</i> (ministère de l'Énergie) (Mexique)
SIG	système d'information géographique
SNAP	<i>Supporting National Planning of Short-Lived Climate Pollutants</i> (Soutien de la planification nationale relative aux polluants climatiques de courte durée de vie au Mexique)
SPECIATE	base de données de l'EPA

Résumé

La Commission de coopération environnementale (CCE) a établi des lignes directrices relatives à l'évaluation des émissions de carbone noir en Amérique du Nord. Ces lignes directrices visent à offrir une méthodologie uniforme pour l'élaboration d'inventaires du carbone noir aux États-Unis, au Mexique et au Canada, afin d'améliorer les comparaisons transfrontalières et les évaluations des stratégies d'atténuation. Elles contiennent également des recommandations pour des recherches futures visant à assurer l'harmonisation des capacités des trois pays, en mettant particulièrement l'accent sur le Mexique. La première étape du projet a consisté à procéder à une recherche documentaire et à effectuer une évaluation comparative des méthodes et sources de données utilisées pour l'établissement d'inventaires des émissions de carbone noir et des inventaires sous-jacents des émissions de particules en Amérique du Nord, en Europe et en Asie. Cette évaluation a donné lieu à une série de recommandations sur des approches constituant des « pratiques exemplaires » dans chaque grand secteur de sources (sources mobiles, combustion à l'air libre, sources résidentielles, secteur énergétique/industriel, autres) et sur des solutions de rechange dans les cas où les pratiques exemplaires ne seraient pas réalisables à court terme. Un groupe d'experts a ensuite été constitué et a été chargé d'examiner et de commenter ces recommandations initiales en vue d'assurer un consensus sur les méthodes et sources de données proposées. À partir de ces travaux initiaux et de l'apport du groupe d'experts, les lignes directrices ont été compilées de manière à recommander des sources précises de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation, dans le but de fournir suffisamment de détails pour permettre aux concepteurs des inventaires en Amérique du Nord de dresser des inventaires des émissions de carbone noir dans tous les secteurs.

Sommaire

Les inventaires des émissions sont des outils importants qui aident les chercheurs et les responsables de l'élaboration des politiques à évaluer l'ampleur des émissions de polluants atmosphériques, les apports respectifs des différentes catégories de sources et les stratégies d'atténuation les plus prometteuses. Des inventaires de première génération des émissions de carbone noir (CN) ont été établis ces dernières années au Canada, au Mexique et aux États-Unis. Après avoir évalué ces inventaires, la Commission de coopération environnementale (CCE) a conclu que le besoin d'une méthode de calcul des émissions de CN se faisait sentir et que des écarts entre les pays entravaient les comparaisons transfrontalières et les évaluations des stratégies d'atténuation (CCE, 2012). Pour remédier à cela, en 2013, la CCE a entrepris un projet d'établissement de lignes directrices sur l'évaluation des émissions de CN. Ces lignes directrices, qui constituent le présent document, fournissent un ensemble uniforme de méthodes visant à améliorer la précision des estimations des émissions de CN en Amérique du Nord, de sorte qu'il soit possible de dresser des inventaires fiables et cohérents permettant de fixer les niveaux de référence et des mesures de réduction prioritaires en fonction des catégories de sources ou des emplacements. Les services de l'Eastern Research Group (ERG), ainsi que de ses partenaires Joyce Penner, de l'Université du Michigan, et Veronica Garibay-Bravo, de la société ORG+CO Inc., ont été retenus par la CCE pour l'élaboration de ces lignes directrices.

La première tâche devant être effectuée dans le cadre de ce projet (tâche 1) a consisté à procéder à un examen documentaire complet des études sur le CN menées en Amérique du Nord, en Europe, en Asie et en Afrique. S'appuyant sur cet examen, l'équipe a évalué les méthodes et les sources de données décrites dans les études et documents portant sur le Canada, l'Europe, le Mexique et les États-Unis et a formulé des recommandations initiales concernant des approches à adopter pour chacun des grands secteurs de sources. La recherche initiale d'ERG dans de grandes bases de données en ligne a permis d'obtenir une liste d'environ 8 000 études. Cette liste a été ramenée à une liste principale des études candidates devant faire l'objet d'une évaluation détaillée. La liste comprenait des articles scientifiques et des rapports, ainsi que des inventaires d'émissions complets, provenant de diverses sources telles que les suivantes:

l'*Environmental Protection Agency* (EPA, Agence de protection de l'environnement des États-Unis), l'*Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático* (INECC, Institut national de l'écologie et des changements climatiques du Mexique), l'Agence européenne pour l'environnement (AEE), la CCE, le Conseil de l'Arctique et des établissements universitaires. La liste principale des études candidates incluait les principaux documents relatifs à des inventaires du CN et des particules (PM). En effet, pour presque tous les secteurs de sources, les inventaires des émissions de CN sont dérivés des inventaires sous-jacents des émissions de PM. Par conséquent, les méthodes et sources de données utilisées pour les PM constituent le fondement des lignes directrices recommandées concernant les inventaires des émissions de CN. Les lignes directrices complètes relatives à la mise au point d'inventaires du CN devaient prendre en compte les différences entre les trois pays d'Amérique du Nord sur le plan des méthodes et sources de données utilisées. Ainsi, l'examen des sources dans le cadre de la tâche 1 a porté simultanément sur les méthodes et sources de données des inventaires de PM les plus récents dans chaque pays et sur les émissions de CN dérivées de ces sources.

La tâche 2 a consisté à solliciter l'opinion d'experts sur l'examen documentaire effectué et les recommandations initiales formulées lors de la tâche 1. Un groupe de travail a été constitué à cette fin; il était composé de spécialistes des grands secteurs de sources (sources résidentielles, biomasse, véhicules routiers, véhicules hors route, énergie et industrie, autres sources) ayant de l'expérience en matière de recherche sur les émissions et de création d'inventaires en Amérique du Nord, en Europe et en Asie. Une série de consultations a été tenue avec ce groupe afin de recueillir des commentaires sur l'exhaustivité de l'examen documentaire et la pertinence des méthodes et sources de données proposées pour chaque secteur. Vingt-neuf spécialistes possédant une expertise en réalisation d'inventaires du CN dans les grands secteurs de sources ont été recrutés pour faire partie du groupe d'experts. La composition du groupe a également été établie de manière à assurer une représentation de l'Amérique du Nord, de l'Europe et de l'Asie, ainsi qu'à assurer une perspective sur les questions liées aux mesures et à la spéciation en plus de la conception d'inventaires. Les membres du groupe d'experts ont convenu d'examiner le rapport issu de la tâche 1 et de faire des commentaires dans le cadre d'enquêtes en ligne, de webinaires ou de communications écrites. Les résultats de ces consultations et un compte rendu des modifications apportées à la suite des commentaires des experts ont été soumis à la CCE en décembre 2014.

Le présent document est le produit final du projet de la CCE, élaboré dans le cadre de la tâche 3, c'est-à-dire des lignes directrices établies à l'intention des praticiens nord-américains en vue de la création d'inventaires des émissions de CN qui soient complets et qui fassent appel aux méthodes et aux sources de données les plus récentes. Les lignes directrices indiquent les méthodes et sources de données recommandées qui peuvent être utilisées au Canada, au Mexique et aux États-Unis pour chaque grande catégorie de sources. Les lignes directrices adoptent la structure en trois niveaux utilisée par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), et adoptée par la communauté des praticiens européens, pour établir des pratiques exemplaires (et pour fournir des solutions de rechange si les données requises ne sont pas disponibles). Dans les documents d'orientation relatifs aux inventaires du GIEC et de l'Europe (GIEC, 2006; EMEP/AEE, 2013), ces trois niveaux se différencient par le degré de détail requis concernant l'activité et les facteurs d'émission (coefficients d'émission), ainsi que par le degré de détail de l'inventaire qui en résulte, le niveau 1 étant le plus général et le niveau 3 étant le plus détaillé. Les niveaux fournissent aux concepteurs des options en matière d'estimation qui dépendent des données disponibles et de l'objectif visé par l'inventaire. Pour les principaux sous-secteurs, les lignes directrices fournissent des références sur les méthodes et sources de données précises (données sur l'activité, facteurs d'émission et facteurs de spéciation) applicables à chaque niveau. Généralement, une méthode de niveau 1 consiste à utiliser des données sur le combustible à l'échelle nationale ou d'autres données regroupées sur l'activité de concert avec des facteurs d'émission des $PM_{2,5}$ et des facteurs de spéciation du CN. Une méthode de niveau 2 est semblable à celle du niveau 1, mais les données sur l'activité et les facteurs d'émission sont caractérisés en fonction du type de technologie. Les méthodes de niveau 3, lorsqu'elles peuvent être appliquées, sont généralement considérées comme les plus précises et

elles sont basées sur un degré de détail beaucoup plus élevé que les méthodes des niveaux 1 et 2. Les méthodes de niveau 3 peuvent paraître semblables à celles du niveau 2, mais elles sont fondées sur des données plus détaillées relatives à l'activité (p. ex. charges en combustible propres à une culture, taux d'émission modélisés, consommation de combustible propre à une technologie, etc.). Les méthodes reposent pour la plupart sur une estimation des émissions de $PM_{2,5}$, que l'on convertit ensuite en une estimation des émissions de CN au moyen d'un facteur de spéciation. Pour les méthodes de niveau 1, un tableau des facteurs d'émission et de spéciation recommandés est fourni pour chaque sous-secteur dans l'annexe B. Les lignes directrices traitent aussi de questions relatives à la validation et au niveau d'incertitude des inventaires, ainsi que de pratiques exemplaires de gestion de données et de présentation de rapports.

Les lignes directrices contiennent également des recommandations pour les recherches futures; ces recommandations sont à caractère général ou s'appliquent à un échelon sectoriel. Le domaine de recherche le plus important est peut-être celui de l'amélioration des facteurs de spéciation du CN, de manière à tenir compte des propriétés d'absorption de la lumière et à harmoniser le degré de détail de ces facteurs avec celui des facteurs d'émission de PM sous-jacents. L'objectif à long terme consisterait à disposer de facteurs de spéciation basés sur une définition homogène et un protocole de mesure cohérent pour le carbone absorbant la lumière, et concordant exactement avec le degré de détail des facteurs d'émission de PM sous-jacents. Il faut que des programmes de recherche visent ces objectifs afin que soit réduite l'incertitude considérable qui est actuellement associée à l'utilisation de facteurs de spéciation pour dresser des inventaires du CN.

1 Introduction

1.1 Contexte

Les inventaires des émissions sont des outils importants qui aident les chercheurs et les responsables de l'élaboration des politiques à évaluer l'ampleur des émissions de polluants atmosphériques, l'apport respectif des différentes catégories de sources et les stratégies d'atténuation les plus prometteuses. Des inventaires de première génération du carbone noir (CN) ont été mis au point ces dernières années au Canada, au Mexique et aux États-Unis. Après avoir évalué ces inventaires, la Commission de coopération environnementale (CCE) a conclu que le besoin d'une méthode uniforme de calcul des émissions de CN se faisait sentir, et que les différences d'un pays à l'autre nuisaient aux comparaisons transfrontalières et à l'évaluation des mesures d'atténuation (CCE, 2012). Pour remédier à ces lacunes, en 2013, la CCE a entrepris un projet d'établissement de lignes directrices sur l'évaluation des émissions de CN. Ces lignes directrices avaient pour objet de fournir un ensemble uniforme de méthodes visant à améliorer la précision des évaluations des émissions de CN en Amérique du Nord, de telle sorte qu'il soit possible de dresser des inventaires fiables et cohérents permettant de déterminer des niveaux de référence et des mesures de réduction prioritaires, en fonction des catégories de sources ou des emplacements. Les services de l'Eastern Research Group (ERG) ainsi que de ses partenaires Joyce Penner, de l'Université du Michigan, et Veronica Garibay-Bravo, de la société ORG+CO Inc., ont été retenus par la CCE pour l'élaboration de ces lignes directrices.

La première tâche devant être effectuée dans le cadre de ce projet (tâche 1) a consisté à procéder à une recherche documentaire complète sur les études concernant le CN menées en Amérique du Nord, en Europe, en Asie et en Afrique. À la suite de cette recherche, l'équipe de projet a évalué les méthodes et les sources de données décrites dans les études et documents portant sur le Canada, l'Europe, le Mexique et les États-Unis et a formulé des recommandations initiales concernant des approches à adopter pour chacun des grands secteurs de sources. Les résultats de cette tâche 1, contenant l'examen détaillé par ERG des inventaires des émissions, des méthodes d'estimation et des lignes directrices actuelles concernant les émissions de CN, de même que les recommandations initiales relatives aux lignes directrices sur les inventaires des émissions, ont été soumis à la CCE en juillet 2014 dans un rapport inédit intitulé « North American Black Carbon Emissions Estimation Guidelines : Review of Methods for Estimating Black Carbon Emissions » (Lignes directrices relatives à l'évaluation des émissions de carbone noir en Amérique du Nord : examen des méthodes d'estimation des émissions de carbone noir).

La tâche 2 a consisté à solliciter l'opinion d'experts sur l'examen documentaire effectué et les recommandations formulées lors de la tâche 1. Un groupe de travail a été constitué à cette fin; il était composé de spécialistes des grands secteurs de sources (sources résidentielles, biomasse, véhicules routiers, véhicules hors route, énergie et industrie, autres sources) ayant de l'expérience en matière de recherche sur les émissions et de création d'inventaires en Amérique du Nord, en Europe et en Asie. Une série de consultations a été tenue avec ce groupe afin de recueillir des commentaires sur l'exhaustivité de l'examen documentaire et la pertinence des méthodes et sources de données proposées pour chaque secteur. Les résultats de ces consultations et un compte rendu des modifications apportées à la suite des commentaires des experts ont été soumis à la CCE en décembre 2014 dans un rapport inédit intitulé « North American Black Carbon Emissions Estimation Guidelines : Summary of Expert Panel Comments, and Changes to Initial Emission Estimation Recommendations » (Lignes directrices relatives à l'évaluation des émissions de carbone noir en Amérique du Nord : résumé des commentaires du groupe d'experts et modifications apportées aux recommandations initiales sur l'évaluation des émissions).

Le présent document est le produit final du projet de la CCE, élaboré dans le cadre de la tâche 3, c'est-à-dire des lignes directrices établies à l'intention des praticiens nord-américains en vue de la création d'inventaires des émissions de CN qui soient complets et qui fassent appel aux méthodes et aux sources

de données les plus récentes. Les lignes directrices indiquent les méthodes et sources de données recommandées qui peuvent être utilisées au Canada, au Mexique et aux États-Unis pour chaque grande catégorie de sources. Elles traitent aussi de questions relatives à la validation et au niveau d'incertitude des inventaires, ainsi que de pratiques exemplaires de gestion de données et de présentation de rapports. Enfin, elles contiennent des recommandations concernant les recherches à venir, fondées sur les principales lacunes décelées dans les données au cours de la réalisation du projet.

1.2 Objectifs des lignes directrices

Les lignes directrices relatives à l'évaluation des émissions de CN visent à fournir un ensemble de méthodes uniformes pour l'élaboration d'inventaires du CN au Canada, au Mexique et aux États-Unis, en vue d'améliorer les comparaisons transfrontalières et les évaluations de stratégies d'atténuation. Elles décrivent des méthodes et sources de données concrètes que les concepteurs pourront utiliser pour créer des inventaires des émissions de CN reposant sur une démarche ascendante. Elles contiennent également des recommandations relatives aux recherches futures en vue d'harmoniser les capacités des trois pays dans ce domaine, en mettant particulièrement l'accent sur le Mexique. Elles fournissent aux concepteurs des inventaires et aux décideurs les outils qui leur permettront de mettre au point des inventaires des émissions de CN englobant tous les secteurs de sources. Elles font état de la nécessité de prendre en compte les façons dont les inventaires seront utilisés (cas d'utilisation) afin d'aider les praticiens à déterminer le degré de détail requis pour leurs analyses. Les lignes directrices adoptent la structure en trois niveaux utilisée par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), et adoptée par la communauté des praticiens européens, pour établir des pratiques exemplaires (et pour fournir des solutions de rechange si les données requises ne sont pas disponibles). Dans les documents d'orientation relatifs aux inventaires du GIEC et de l'Europe (GIEC, 2006; EMEP/AEE, 2013), ces trois niveaux se différencient par le degré de détail requis concernant l'activité et les facteurs d'émission (coefficients d'émission), ainsi que par le degré de détail de l'inventaire qui en résulte, le niveau 1 étant le plus général et le niveau 3 étant le plus détaillé. Les niveaux fournissent aux concepteurs des options en matière d'estimation qui dépendent des données disponibles et de l'objectif visé par l'inventaire. Pour les principaux sous-secteurs, les lignes directrices fournissent des références sur les méthodes et sources de données précises (données sur l'activité, facteurs d'émission et facteurs de spéciation) applicables à chaque niveau.

Le présent document donne également des orientations générales sur la gestion des données relatives aux émissions (voir l'annexe A) de même que sur la validation et le niveau d'incertitude des inventaires, y compris les tableaux d'émission et de spéciation pour les méthodes de niveau 1 d'estimation des émissions de carbone noir (voir l'annexe B).

1.3 Aperçu de la recherche documentaire, de l'évaluation et des consultations d'experts (tâches 1 et 2)

1.3.1 Recherche et évaluation et recommandations initiales (tâche 1)

Dans le cadre de la tâche 1, ERG a procédé à une vaste recherche documentaire afin de recenser la documentation publiée sur les émissions de CN et les méthodes d'estimation connexes. ERG a effectué cette recherche à partir de plusieurs perspectives différentes, soit les catégories de sources, la portée géographique et les méthodes établies et expérimentales d'élaboration des composantes principales des inventaires (p. ex. facteurs d'émission, profils de spéciation, données sur l'activité, méthodes de projection). L'équipe de projet d'ERG était composée de spécialistes de chacun des grands secteurs de sources de CN devant être examinées. L'équipe a été chargée de compiler une liste des principaux rapports concernant le CN et/ou les particules en suspension dans l'air (PM) dont l'examen serait essentiel dans le cadre du projet. Simultanément, le personnel d'ERG a effectué une recherche

documentaire visant à repérer des études additionnelles relatives au CN et aux PM dans les bases de données de documentation scientifique en ligne ScienceDirect et ProQuest.

La recherche initiale d'ERG dans les deux bases de données en ligne a permis d'obtenir une liste d'environ 8 000 études. On a procédé à un premier tri visant à conserver uniquement les études et articles scientifiques publiés en 2004 et par la suite. Cela a réduit la liste à environ 1 200 études. De ce nombre, 584 études étaient accompagnées de résumés qui pouvaient être téléchargés dans un fichier texte général. ERG a passé en revue ces résumés et a choisi les études les plus pertinentes. Dans le cas des études pour lesquelles aucun résumé n'était disponible, ERG a procédé à une sélection en fonction des titres. Les études qui ne contenaient aucun renseignement sur les méthodes d'estimation du CN, les facteurs d'émission ou les techniques d'atténuation ont ensuite été écartées. De plus, les études portant uniquement sur la ventilation des sources et les mesures des concentrations ont également été exclues, étant jugées moins pertinentes dans le contexte de l'établissement d'inventaires des émissions.

Après ce processus de recension, ERG a choisi 138 études devant faire l'objet d'un examen plus poussé de l'équipe d'ERG, de la CCE et du comité directeur du projet. Les membres de l'équipe de projet ont évalué chaque étude et ont également relevé d'autres études qui devraient être incluses dans l'examen visé par la tâche 1. En fonction des commentaires des membres de l'équipe (concernant les inclusions et les exclusions), une liste principale des études candidates a été établie. Cette liste comportait des articles scientifiques et des rapports, ainsi que des inventaires d'émissions complets, provenant de diverses sources telles que les suivantes : l'*Environmental Protection Agency* (EPA, Agence de protection de l'environnement des États-Unis), l'*Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático* (INECC, Institut national de l'écologie et des changements climatiques du Mexique), l'Agence européenne pour l'environnement (AEE), la CCE, le Conseil de l'Arctique et des établissements universitaires.

Le personnel d'ERG a également communiqué avec Environnement Canada afin de déterminer les inventaires des émissions de CN et de PM_{2,5}, les rapports et les lignes directrices connexes disponibles aux fins d'analyse dans le cadre de la tâche 1 du projet. Selon Environnement Canada, dans de nombreux secteurs, les méthodes, les données sur l'activité et les données sur les émissions utilisées pour les inventaires canadiens sont semblables à celles utilisées aux États-Unis. Pour les besoins du présent rapport, nous avons supposé que les méthodes canadiennes étaient semblables aux méthodes américaines — c'est-à-dire celles du *National Emissions Inventory* (NEI, Inventaire national des émissions des États-Unis) et du *Report to Congress on Black Carbon* (Rapport au Congrès sur le carbone noir) de l'EPA — dans les cas où la documentation ne fournissait pas suffisamment de détails sur les inventaires canadiens.

À partir de la liste principale susmentionnée, les rapports et études ont été répartis entre les catégories suivantes : 1) ceux qui fournissent des méthodes et sources de données complètes pour la mise au point d'un inventaire exhaustif des émissions de CN; 2) ceux qui fournissent des données supplémentaires ou sous-jacentes sur les émissions de PM; 3) les nouvelles sources de facteurs d'émission; 4) enfin, les caractérisations locales ou régionales du CN. Les examens détaillés ont porté sur les études et rapports des catégories 1 et 2, dont nous estimions qu'ils fournissaient les renseignements les plus complets permettant de formuler des recommandations initiales sur l'ensemble des méthodes d'inventaire, des facteurs d'émission et des sources de données sur l'activité pour les principaux secteurs à l'origine des émissions de CN. Les études et rapports des catégories 3 et 4 étaient considérés comme des compléments pouvant apporter des améliorations potentielles aux approches de base utilisées pour la formulation des recommandations.

À partir de la liste principale des études candidates, les experts d'ERG ont sélectionné les documents suivants aux fins d'un examen détaillé :

- *Report to Congress on Black Carbon* (Rapport au Congrès sur le carbone noir) (EPA, 2013a)
- *National Emissions Inventory* (NEI, Inventaire national des émissions des États-Unis), 2002, 2005, 2008, 2011 (EPA, 2006, 2008, 2011a, 2013b)

- *Assessment of Emissions and Mitigation Options for Black Carbon for the Arctic Council* (Évaluation des émissions de carbone noir et d'options d'atténuation à l'intention du Conseil de l'Arctique) (Conseil de l'Arctique, 2011)
- *Supporting National Planning of Short-Lived Climate Pollutants in Mexico* (Soutien de la planification nationale relative aux polluants climatiques de courte durée de vie au Mexique) (INECC, 2013)
- *Inventario de emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2010—Gases de Efecto Invernadero y Carbono Negro* (Inventaire des émissions de la zone métropolitaine de la vallée de Mexico, 2010 — gaz à effet de serre et carbone noir) (SEDEMA 2012)
- *Évaluation de la comparabilité des inventaires nord-américains des émissions de gaz à effet de serre et de carbone noir, 2012* (CCE, 2012)
- *EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2013* (Guide de 2013 de l'EMEP/AEE relatif aux inventaires des émissions de polluants atmosphériques) (EMEP/AEE, 2013)
- « A Technology-Based Global Inventory of Black and Organic Carbon Emissions from Combustion » (Inventaire mondial à base technologique des émissions de carbone noir et organique attribuables à la combustion) (Bond et coll., 2004)
- *Extension of the GAINS Model to Include Short-Lived Climate Forcers* (Extension du modèle GAINS pour inclure les polluants climatiques de courte durée de vie) (Heyes et coll., 2011)
- « Emission Factors for Open and Domestic Biomass Burning for Use in Atmospheric Models » (Facteurs d'émission relatifs à la combustion de biomasse à l'air libre et dans les habitations aux fins d'utilisation dans les modèles atmosphériques) (Akagi et coll., 2011)
- « Trace Gas and Particle Emissions from Domestic and Industrial Biofuel Use and Garbage Burning in Central Mexico » (Émissions de gaz à l'état de traces et de particules attribuables à l'utilisation domestique et industrielle de biocombustible et au brûlage des déchets dans le Centre du Mexique) (Christian et coll., 2010)
- « Trace Gas and Particle Emissions from Open Biomass Burning in Mexico » (Émissions de gaz à l'état de traces et de particules attribuables à la combustion de biomasse à l'air libre au Mexique) (Yokelson et coll., 2011)
- « Fuel-Based Fine Particulate and Black Carbon Emission Factors from a Railyard Area in Atlanta » (Facteurs d'émission relatifs aux particules fines et au carbone noir attribuables aux combustibles dans une cour de triage ferroviaire à Atlanta) (Galvis et coll., 2013)
- *Life Cycle Analysis of Conventional and Alternative Marine Fuels in GREET* (Analyse du cycle de vie des combustibles marine classiques et de rechange dans le modèle GREET) (Adom et coll., 2013)
- *Current Methodologies in Preparing Mobile Source Port-Related Emission Inventories* (Méthodologies actuelles d'établissement des inventaires des émissions des sources mobiles liées aux installations portuaires) (EPA, 2009a)
- *Investigation of Appropriate Control Measures (Abatement Technologies) to Reduce Black Carbon Emissions from International Shipping* (Étude des méthodes antipollution susceptibles de réduire les émissions de carbone noir attribuables au transport maritime international) (Lack et coll., 2012)
- « An Algorithm to Estimate Aircraft Cruise Black Carbon Emissions for Use in Developing a Cruise Emission inventory » (Algorithme pour l'estimation des émissions de carbone noir des

aéronefs en mode de croisière, aux fins de la mise au point d'un inventaire des émissions en mode de croisière) (Peck et coll., 2013)

- « Estimation of County-level BC Emissions and Its Spatial Distribution in China in 2000 » (Estimation des émissions de carbone noir à l'échelon des comtés, et de leur répartition spatiale, en Chine en 2000) (Qin et Xie, 2011)

Cette liste comprend les principaux documents qui traitent des inventaires tant du CN que des PM. En effet, pour presque tous les secteurs de sources, les inventaires du CN sont dérivés d'inventaires des PM sous-jacents. Des inventaires des PM sont effectués depuis bon nombre d'années au Canada, au Mexique et aux États-Unis pour les besoins de la planification de la qualité de l'air aux échelons national, régional et local. Donc, les méthodes et sources de données utilisées pour les PM constituent le fondement des lignes directrices recommandées concernant les inventaires du CN. Les lignes directrices complètes sur les inventaires du CN devront prendre en compte les différences entre les trois pays d'Amérique du Nord sur le plan des méthodes et sources de données utilisées. En conséquence, l'examen des sources lors de la tâche 1 a porté simultanément sur les méthodes et sources de données des inventaires des PM les plus récents dans chaque pays, et sur les émissions de CN dérivées de ces sources. Compte tenu de ce qui précède, les études soumises à un examen détaillé sont présentées au tableau 1.3-1, regroupées par pays et réparties entre les catégories « inventaire principal du CN » et « inventaires des PM sous-jacents ».

Tableau 1.3-1. Principales études examinées : sources exhaustives

Pays	Inventaire principal du CN	Inventaires des PM sous-jacents
États-Unis	<i>Report to Congress on Black Carbon</i> (EPA, 2013a)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>National Emissions Inventory</i> (NEI), EPA, 2002/2005 • NEI, EPA, 2011 • Inventaires des organismes régionaux de planification (informations détaillées sur la biomasse)
Canada	<i>Assessment of Emissions and Mitigation Options for Black Carbon for the Arctic Council</i> (Conseil de l'Arctique, 2011)	Inventaire des émissions de polluants atmosphériques (IEPA), incluant des données déclarées par les établissements industriels à l'INRP
Mexique	<i>Supporting National Planning of Short-Lived Climate Pollutants in Mexico</i> (INECC, 2013)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Inventaire national des émissions du Mexique, 2005</i> (Semarnat, 2012) • <i>Inventaire national des émissions du Mexique, 2008</i> (Semarnat)
Tous les pays européens	<i>EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2013</i> (EMEP/AEE, 2013)	Même que l' <i>EMEP/EEA Guidebook</i>
Échelle mondiale	<i>A Technology-Based Global Inventory of Black and Organic Carbon Emissions from Combustion</i> (Bond et coll., 2004)	Compris dans le modèle appliqué au CN
	<i>Extension of the GAINS Model to Include Short-Lived Climate Forcers</i> (Heyes et coll., 2011)	Compris dans le modèle appliqué au CN

La liste des examinateurs est présentée ci-dessous.

- Joyce Penner, Université du Michigan
 - Combustion de biomasse à l'air libre; sous-secteurs : incendies sauvages, brûlage agricole, brûlage dirigé

- Paula Fields Simms, ERG
 - Sources résidentielles; sous-secteurs : consommation de combustible (biomasse/bois, mazout, charbon, gaz de pétrole liquéfié [GPL], kérosène, gaz naturel)
- John Koupal, ERG
 - Sources mobiles; sous-secteur : véhicules routiers
- Rick Baker, ERG
 - Sources mobiles; sous-secteur : véhicules hors route
- Richard Billings, ERG
 - Sources mobiles; sous-secteurs : transport maritime, locomotives, transport aérien
- Regi Oommen, ERG
 - Sources énergétiques et industrielles; sous-secteurs : installations publiques de production d'électricité et de chaleur, raffinage du pétrole, industries manufacturières et construction, établissements commerciaux et institutionnels, mise à l'évent et torchage, transformation des combustibles solides, fabrication de ciment, fabrication de chaux, fabrication de verre, industrie chimique, sidérurgie, fabrication de ferroalliages, fabrication d'aluminium, fabrication de cuivre, couvertures d'asphalte, fabrication de pâtes et papiers, incinération de déchets
- Gopi Manne, ERG
 - Autres sources; sous-secteurs : cuisson au grill/commerciale, crémation, incendies de structures et de véhicules, installations municipales de combustion de déchets solides
- Veronica Garibay-Bravo, ORG+CO
 - Sources mexicaines; examen de tous les documents portant sur le Mexique

1.3.2 Aperçu des principaux documents examinés

La présente section expose les conclusions de l'examen des documents sélectionnés pour chaque pays nord-américain, pour l'Europe et à l'échelle mondiale.

États-Unis

Report to Congress on Black Carbon

Ce rapport de l'EPA a été publié en 2013; il s'agit du document le plus complet sur le CN publié aux États-Unis. Il décrit en détail les effets du CN sur le climat et la santé publique, il présente des données d'observation et il traite de façon approfondie des options en matière d'atténuation et de leurs avantages respectifs. Il présente également des inventaires détaillés des émissions secteur par secteur pour la combustion de biomasse à l'air libre, les sources mobiles, les sources résidentielles, les sources industrielles, le secteur énergétique, et d'autres catégories pour l'année de référence 2005 de même que des projections pour les années futures.

Les inventaires des émissions de CN regroupent l'essentiel des importantes sources d'émission et ils fournissent des estimations complètes des émissions de CN pour les États-Unis; toutefois, la méthode d'inventaire utilisée dans le rapport est généralement axée sur l'obtention de données sur le CN à partir

des inventaires de PM existants. Pour la majorité des secteurs de sources, le rapport décrit comment les émissions de PM du NEI de 2005 ont été utilisées pour estimer les émissions de CN de 2005 à l'aide de facteurs de spéciation (c.-à-d. des ratios indiquant la proportion de CN dans les PM totales) dérivés de sources existantes. En ce sens, le rapport ne présente généralement pas de nouveaux facteurs d'émission, données sur l'activité ou facteurs de spéciation; il constitue plutôt une compilation générale d'estimations existantes rassemblées de manière à produire des estimations nationales globales.

National Emissions Inventory (NEI) des États-Unis

Afin de comprendre les méthodes et sources de données de l'inventaire américain des émissions de CN, il faut comprendre les méthodes et sources des estimations concernant les PM dans le NEI. L'EPA compile le NEI afin de produire une estimation nationale globale des émissions annuelles de polluants atmosphériques courants (c.-à-d. les polluants à l'égard desquels des normes nationales de qualité de l'air ambiant ont été établies) et de leurs précurseurs, ainsi que des émissions atmosphériques de polluants dangereux en provenance de tous les secteurs. Le NEI est établi selon un cycle de trois ans et il fait état rétrospectivement des émissions annuelles d'une année civile sur trois. L'année des estimations les plus récentes est 2011; le *Report to Congress on Black Carbon* était basé sur des estimations pour l'année civile 2005, c'est-à-dire les données les plus récentes disponibles au moment où le rapport a été rédigé. Durant le cycle d'élaboration, l'EPA travaille en étroite collaboration avec les organismes de protection de l'environnement étatiques, locaux et tribaux afin de compiler des inventaires des émissions pour chaque comté des États-Unis, ventilés jusqu'à des niveaux de sous-secteur très détaillés. La compilation qui en résulte est l'inventaire officiel national des émissions aux États-Unis et elle sert de base à de multiples travaux, dont l'analyse des tendances, la planification de la qualité de l'air, l'élaboration de règlements et les analyses des effets de l'exposition sur la santé.

Le NEI n'est pas publié en tant que rapport distinct; au lieu de cela, l'EPA tient à jour le site Web *Clearinghouse for Inventories and Emission Factors* (CHIEF, Centre d'information sur les inventaires et les facteurs d'émission) à titre de source centrale des estimations des émissions du NEI ainsi que de la documentation et des analyses sous-jacentes (EPA, 2015a). Dans le cas des secteurs où les émissions de PM du NEI de 2005 étaient mentionnées comme ayant servi de base aux estimations du CN dans le *Report to Congress* de l'EPA, l'équipe d'ERG a examiné la documentation disponible sur le site Web CHIEF. L'équipe a également examiné la documentation des NEI ultérieurs de 2008 et 2011 afin de repérer des mises à jour des méthodes ou des sources de données susceptibles de présenter des améliorations par rapport aux estimations de 2005 utilisées dans le *Report to Congress* de l'EPA.

Mexique

Supporting National Planning of Short-lived Climate Pollutants

Ce rapport a été élaboré par l'INECC et le *Molina Center for Strategic Studies in Energy and the Environment* (Centre Molina d'études stratégiques en énergie et en environnement). Il a été établi dans le cadre de l'initiative *Supporting National Planning of Short-lived Climate Pollutants* (SNAP, Soutien de la planification nationale de la lutte contre les polluants climatiques de courte durée de vie au Mexique) de la Coalition pour le climat et l'air pur, formée sous l'égide du Programme des Nations Unies pour l'environnement. L'initiative SNAP vise à aider les pays en développement à intégrer l'atténuation des polluants climatiques de courte durée de vie dans leur cadre national de planification. La Coalition a été créée en 2012 afin de lutter contre ces polluants (principalement, le méthane, le CN et de nombreux hydrofluorocarbures) et elle compte actuellement 82 partenaires.

Le rapport contient des estimations nationales des émissions de méthane et de CN pour neuf secteurs clés en 2010 et présente des projections de référence pour la période 2010-2030, ainsi que deux scénarios d'atténuation. Dans le cadre de ce projet, l'équipe a examiné les estimations des émissions de CN causées par le secteur pétrolier et gazier (torchage), les transports routiers, les appareils de cuisson domestiques, le brûlage de déchets urbains à l'air libre, les incendies de forêt et de prairie, l'agriculture (brûlage de la canne à sucre avant la récolte), la production d'électricité, la demande énergétique des secteurs des

services (résidentiels, commerciaux, agricoles) et les secteurs industriels (acier, produits chimiques, papier et cellulose, aliments, boissons et tabac, ciment, construction, exploitation minière, production de coke), de même que les fours à briques. L'annexe D du rapport décrit les estimations pour chaque catégorie selon les critères de la méthode, des facteurs d'émission, des données sur l'activité et des principales hypothèses. Des possibilités à exploiter sont décrites et une liste de références exhaustive est fournie pour les facteurs d'émission et les données sur l'activité.

Après des consultations avec le personnel de l'INECC, ERG a également analysé la mise à jour de 2013 de l'inventaire des émissions de polluants climatiques de courte durée de vie (INECC, 2013). La version définitive du rapport concernant cette version mise à jour n'a pas encore été établie, mais la description de la méthode a été communiquée à l'équipe d'ERG. L'INECC a fourni 11 fiches de renseignements portant sur les sous-secteurs suivants : pétrole et gaz, production d'électricité, industrie, brûlage agricole, brûlage de déchets à ciel ouvert, incinération de déchets dangereux et biologiques, incendies de forêt, transport routier, aviation, transport maritime et locomotives. Toutes ces méthodes ainsi que les sources de données et facteurs d'émission connexes ont été examinés et incorporés, le cas échéant, dans les lignes directrices.

Inventaire national des émissions du Mexique

En ce qui concerne les secteurs non inclus dans le rapport sur les polluants climatiques de courte durée de vie, mais considérés comme des sources notables de CN dans les lignes directrices européennes ou dans le *Report to Congress* des États-Unis, l'équipe a examiné les résultats de l'inventaire national des émissions du Mexique établi pour l'année 2008 par le *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales* (Semarnat, ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles du Mexique). La mise à jour la plus récente de cet inventaire comprend des estimations des émissions de CN de plusieurs secteurs (le rapport relatif à cet inventaire de 2008 n'a pas encore été publié). Cependant, la méthode utilisée pour l'inventaire national réalisé en 2005 (Semarnat, 2012) s'est avérée utile pour comprendre comment les estimations des PM_{2,5} avaient été établies pour l'inventaire de 2008. Cette information a par la suite été complétée par des renseignements fournis par le personnel du Semarnat sur la méthode d'estimation des émissions de CN : ces estimations ont principalement été effectuées à partir de ratios CN/PM_{2,5} provenant de plusieurs sources (Battye et coll., 2002; Bond et coll., 2004). Les estimations des émissions ont été analysées pour les catégories suivantes : aviation, transport maritime et locomotives; cuisson au grill; incendies de structures; matériel agricole et de construction.

Canada

Le gouvernement du Canada a présenté un inventaire des émissions de CN à la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU) en février 2015, de concert avec un rapport d'inventaire qui incluait les émissions de PM_{2,5}, et il a soutenu le groupe de travail du Conseil de l'Arctique pour la mise au point d'un inventaire dans le cadre du rapport *Assessment of Emissions and Mitigation Options for Black Carbon for the Arctic Council* (Conseil de l'Arctique, 2011). L'approche adoptée pour l'établissement de l'inventaire du CN était semblable à celle exposée dans le *Report to Congress* des États-Unis, en ce sens que des facteurs de spéciation ont été appliqués aux inventaires des émissions de PM sous-jacents compilés dans le cadre de l'*Inventaire des émissions de polluants atmosphériques* (IEPA) du Canada pour l'estimation des émissions de CN. L'IEPA inclut toutes les émissions de polluants atmosphériques attribuables à des sources anthropiques au Canada, dont les données sur les sources ponctuelles déclarées par les établissements industriels ainsi que les sources mobiles et étendues. Des inventaires des PM pour les sources mobiles routières intérieures (transport) et la combustion de la biomasse à l'air libre ont été établis pour compléter les données du secteur industriel et énergétique. Le rapport de l'IEPA décrit les sources anthropiques susmentionnées de pollution atmosphérique (Environnement Canada, 2014). Le *Premier inventaire de carbone noir du Canada* porte quant à lui sur les émissions de CN attribuables aux principaux secteurs de sources pour l'année de déclaration 2013 (Environnement Canada, 2015a).

Outre l'analyse contenue dans le rapport du Conseil de l'Arctique, toutefois, on dispose de peu de détails sur les méthodes et les données utilisées ou planifiées par le Canada en vue de l'établissement d'inventaires des émissions de PM susceptibles d'être utilisés pour mettre à jour les estimations des émissions de CN. Environnement Canada a expliqué à ERG que ses méthodes d'établissement d'inventaires des PM sont généralement comparables à celles de l'EPA et de l'Europe, particulièrement en ce qui concerne les secteurs à l'origine de la majeure partie des émissions de CN (notamment, transport et combustion industrielle). Par conséquent, le présent document ne traite pas des approches adoptées par le Canada pour l'établissement des inventaires, sauf pour ce qui est des informations présentées dans le rapport du Conseil de l'Arctique et des informations obtenues dans le cadre des communications avec les responsables de la compilation des inventaires à Environnement Canada. Durant l'élaboration du présent document, Environnement Canada a dressé un inventaire du CN pour l'année 2013 (Environnement Canada, 2015a) dans le cadre de son cycle de déclaration de 2015. Dans le cas des secteurs pour lesquels nous disposons de peu de détails, nous avons supposé que les méthodes et sources de données utilisées aux États-Unis étaient semblables à celles du Canada.

Europe

L'établissement d'inventaires des émissions de carbone noir en Europe a récemment été inclus dans le programme général d'inventaire des émissions atmosphériques dirigé par le Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe (EMEP) et l'Agence européenne pour l'environnement (AEE). Dans le cadre de ce programme, le groupe de travail sur les inventaires des émissions et sur les projections a rédigé et publié un guide à jour et exhaustif sur l'établissement d'inventaires des émissions en Europe, intitulé *EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2013* (EMEP/AEE, 2013). Ce guide comprend des méthodes d'établissement d'inventaires du CN conformément au mandat du programme EMEP, lequel a été mis sur pied sous l'égide de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance. Le guide fournit des informations détaillées sur les méthodes, les facteurs d'émission et les sources de données sur l'activité pour tous les principaux secteurs de sources du CN.

Inventaires mondiaux

L'équipe a passé en revue deux importants inventaires mondiaux des émissions de CN, qui occupent une place de premier plan dans la documentation et qui sont cités comme références dans plusieurs des études et rapports décrits ci-dessus. L'étude de Bond contient des informations détaillées sur l'établissement d'un inventaire mondial des émissions de CN provenant des sources de combustion (Bond et coll., 2004). Les sources d'émission précises examinées dans cette étude sont les combustibles fossiles, les biocombustibles, la combustion de biomasse à l'air libre et le brûlage de déchets urbains. Outre les données sur l'utilisation des combustibles, l'étude traite des pratiques de combustion sous les angles de la combinaison de combustibles, du type de combustion et des dispositifs antipollution. Les sources de combustion comprennent les sources résidentielles, commerciales et industrielles, les fours à briques, les appareils de cuisson, les véhicules automobiles, etc.

Le modèle *Greenhouse Gas Air Pollution Interactions and Synergies* (GAINS, Interactions et synergies entre les gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique) estime les émissions chronologiques de dix polluants atmosphériques et de six gaz à effet de serre (GES) pour chacun des 48 pays d'Europe, l'Asie (Chine et Inde) et les pays inscrits à l'annexe I de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Les résultats de l'expansion initiale du modèle en vue d'y inclure les facteurs de forçage du climat à court terme, dont le CN, sont basés sur l'inventaire européen des émissions (EMEP) de 2006 (Heyes et coll., 2011). Le modèle estime les répercussions de la réduction des émissions de GES des pays européens sur l'hémisphère Nord, le domaine du modèle de l'EMEP, ainsi que sur les glaciers de l'Arctique et les glaciers alpins.

1.3.3 Évaluation et recommandations initiales

À l'issue de ces examens, l'équipe d'ERG a conclu que le modèle de directives établi dans le cadre des lignes directrices du GIEC, et étoffé dans le guide EMEP/AEE, constituait également un bon point de départ pour des lignes directrices en Amérique du Nord. Le guide EMEP/AEE englobe l'approche du GIEC et en étend la portée pour inclure les PM et le CN; nous y faisons donc référence ici comme étant le principal document aux fins de comparaison. Pour chaque secteur, le guide EMEP/AEE fournit des niveaux multiples parmi lesquels le concepteur d'un inventaire peut choisir. Les niveaux se différencient généralement par le degré d'agrégation des données sur l'activité disponibles pour les analyses. Les facteurs d'émission proviennent tous de la même source, ce qui crée une uniformité d'un niveau à l'autre, mais leur degré d'agrégation pour chaque niveau concorde avec celui des données sur l'activité. Les directives sont ensuite présentées sous la forme d'un arbre décisionnel qui guide le concepteur vers un niveau en fonction du degré de détail des données disponibles. Selon le guide, pour certains secteurs de sources définis comme étant des secteurs clés, seuls les niveaux 2 ou 3 peuvent être utilisés; cela se reflète également dans l'arbre décisionnel.

Le guide EMEP/AEE constitue un bon modèle pour les lignes directrices nord-américaines parce que les concepteurs des inventaires au Canada, au Mexique et aux États-Unis font face aux mêmes problèmes sur le plan de la disponibilité des données et doivent adopter des approches différentes selon la nature des données disponibles. La définition des niveaux fournit une manière uniforme de composer avec le manque de données dans divers secteurs. Dans une approche à trois niveaux, le niveau 3 constitue la pratique exemplaire et le niveau 1 constitue l'approche minimale acceptable (p. ex. dans le cas d'un pays ne disposant d'aucune estimation des émissions concernant un secteur donné). La formule des niveaux multiples conditionne les activités de collecte de données, car la progression niveau 1 → niveau 2 → niveau 3 est généralement fonction de l'obtention d'informations plus détaillées sur l'activité et les émissions dans un secteur. L'adoption de cette formule a aussi pour avantage de fournir une base uniforme pour les pays nord-américains et entre ceux-ci et l'Europe.

À titre de première étape de l'adaptation des niveaux à la situation nord-américaine, l'équipe a élaboré une matrice visant à systématiser la comparaison des méthodes entre les pays, matrice devant être alimentée en données pour chaque sous-secteur. La matrice résumait tout d'abord les niveaux de l'EMEP/AEE. Les approches adoptées par le Canada, le Mexique et les États-Unis pour l'établissement des inventaires ont ensuite été incluses dans la matrice en relation avec les niveaux de l'EMEP/AEE, en fonction du jugement des membres de l'équipe. La matrice nécessitait la comparaison de la méthode globale, des facteurs d'émission, des sources de données sur l'activité, des facteurs de spéciation, des projections et des stratégies d'atténuation dans chaque pays. Il en est résulté une évaluation détaillée de la façon dont les pays nord-américains se comparent aux niveaux adoptés en Europe et se comparent les uns aux autres. Les matrices remplies incluaient des catégories « < niveau 1 » et « > niveau 3 », permettant de prendre en compte les cas où les méthodes et sources de données nord-américaines étaient considérées comme étant supérieures au niveau 3 européen et comme étant inférieures au niveau 1 européen.

La dernière étape de la tâche 1 consistait à élaborer des recommandations initiales en vue de l'établissement de lignes directrices sur les inventaires des émissions par secteur. À cette fin, chaque examinateur a utilisé les matrices d'évaluation décrites ci-dessus pour définir des approches de niveau 1, 2 et 3 appropriées pour l'Amérique du Nord. Le processus d'adaptation des niveaux à la situation nord-américaine a été fonction de l'évaluation des méthodes et sources de données canadiennes, mexicaines et américaines comparativement aux niveaux de l'EMEP/AEE. Même si les niveaux de l'EMEP/AEE constituaient des points de référence utiles, ils n'ont pas toujours été directement utilisés pour l'établissement des niveaux recommandés en Amérique du Nord. C'était particulièrement le cas lorsque l'un des pays nord-américains était évalué comme se situant dans la catégorie « > niveau 3 », c'est-à-dire lorsque la pratique exemplaire en Amérique du Nord était considérée comme plus avancée que celle de l'Europe. Souvent, le niveau 1 de l'EMEP/AEE était directement utilisé pour représenter le niveau 1 nord-américain.

Les renseignements détaillés sur l'examen documentaire, l'évaluation transversale et les recommandations initiales par secteur ont été compilés dans le rapport de la tâche 1 remis à la CCE en juillet 2014, intitulé « North American Black Carbon Emissions Estimation Guidelines : Review of Methods for Estimating Black Carbon Emissions » (Lignes directrices relatives à l'évaluation des émissions de carbone noir en Amérique du Nord : examen des méthodes d'estimation des émissions de carbone noir).

1.3.4 Consultations d'experts (tâche 2)

La tâche 2 avait pour objet de demander à des spécialistes d'examiner et de commenter les constatations faites au cours de la tâche 1 et les recommandations initiales d'ERG sur les méthodes d'estimation des émissions de CN en Amérique du Nord. Pour le choix des spécialistes, ERG a fait appel aux connaissances de la CCE et des membres du comité directeur du projet au Canada, au Mexique et aux États-Unis. Afin de promouvoir le projet et de recruter des membres pour le groupe d'experts, ERG a également présenté les conclusions de la tâche 1 lors de la 16^e conférence de la *Global Emissions Initiative* (GEIA, Initiative pour les émissions mondiales), tenue à Boulder (Colorado) en juin 2014, et a sollicité des experts à ce moment.

Au moyen d'une enquête en ligne et de communications de suivi par courriel et par téléphone, 29 spécialistes possédant une expertise en réalisation d'inventaires du CN dans les cinq grands secteurs de sources (biomasse, industrie/énergie, sources mobiles, sources résidentielles et autres sources) ont été recrutés pour faire partie du groupe d'experts. La composition du groupe a également été établie de manière à assurer une représentation de l'Amérique du Nord, de l'Europe et de l'Asie, ainsi qu'à assurer une perspective sur les questions liées aux mesures et à la spéciation en plus de la conception d'inventaires. L'inclusion d'utilisateurs finals des futures lignes directrices nord-américaines constituait aussi une priorité. Les membres du groupe d'experts ont convenu d'examiner le rapport issu de la tâche 1 et de faire des commentaires dans le cadre d'enquêtes en ligne, de webinaires ou de communications écrites. Ces membres sont indiqués au tableau 1.3-2.

Un webinaire inaugural a réuni l'ensemble du groupe en août 2014, au cours duquel l'équipe d'ERG a présenté un aperçu du rapport et des recommandations de la tâche 1 et les membres ont discuté du processus d'examen. Des webinaires additionnels tenus en août et septembre 2014 ont donné lieu à des discussions détaillées sur chacun des grands secteurs. Tous les membres du groupe étaient invités à participer à chaque webinaire, mais les webinaires étaient axés sur l'obtention de commentaires de la part des membres de l'équipe ayant une expertise dans le domaine examiné. Une réunion a également eu lieu à Mexico en octobre 2014 pour traiter en particulier des efforts du Mexique en matière d'établissement d'inventaires des émissions de CN et pour recueillir les commentaires des membres du groupe d'experts provenant du Mexique et de l'INECC relativement aux recommandations initiales de la tâche 1. Cette réunion a été dirigée par Verónica Garibay-Bravo, de l'équipe d'ERG, et Luis Conde, de l'INECC.

Avant chaque réunion, ERG a envoyé à chaque expert un sondage posant plusieurs questions. Ces questions, énumérées ci-dessous, étaient destinées à générer des conversations sur les thèmes principaux et à obtenir une rétroaction que nous pourrions utiliser pour réviser nos recommandations initiales sur les méthodes d'estimation des émissions de CN.

- L'examen documentaire a-t-il passé outre à des études clés qui devraient être prises en compte dans la détermination des méthodes d'inventaire ou des sources de données? Dans l'affirmative, veuillez fournir ces études additionnelles.
- Êtes-vous d'accord avec le fait que la méthode de niveau 3 recommandée dans le rapport issu de la tâche 1 constitue une approche de type « pratique exemplaire » pour l'estimation des émissions de CN? Dans la négative, veuillez expliquer pourquoi.

- Les approches des niveaux 1 et 2 constituent-elles des solutions de rechange raisonnables et pragmatiques à la pratique exemplaire? Dans la négative, veuillez expliquer pourquoi.
- Avez-vous de quelconques préoccupations concernant la disponibilité des données aux fins de l'application des méthodes proposées au Canada, au Mexique et aux États-Unis? Dans l'affirmative, veuillez expliquer pourquoi.

En novembre 2014, un webinaire a été organisé pour présenter la version préliminaire du rapport de la tâche 2 et pour passer en revue les commentaires reçus durant les webinaires sectoriels, la suite donnée à ces commentaires dans la version préliminaire du rapport et les recommandations finales de l'équipe d'ERG. À ce moment, les membres du groupe d'experts ont fait quelques observations supplémentaires pour éclaircir certains éléments et ces observations ont été incorporées dans la version définitive du rapport. Les commentaires et les mises à jour apportées aux recommandations ont été compilés dans le rapport de la tâche 2, intitulé *Summary of Expert Panel Comments, and Changes to Initial Emission Estimation Recommendations* (Résumé des commentaires du groupe d'experts et changements apportés aux recommandations initiales sur l'estimation des émissions), soumis à la CCE en décembre 2014. Voici les faits saillants de ce rapport :

- Dans l'ensemble, les examinateurs étaient d'accord avec les méthodes recommandées pour l'établissement d'inventaires.
- Les examinateurs ont souligné l'existence d'incertitudes dans les inventaires et dans les facteurs de spéciation et ils ont demandé qu'il en soit tenu compte dans les lignes directrices.
- Plusieurs nouvelles études ont été mentionnées comme devant être incorporées à l'examen d'ERG, particulièrement dans le domaine de la combustion de biomasse. Au Mexique, d'importantes mises à jour des renseignements concernant l'inventaire national des émissions ainsi que les travaux d'inventaire du CN effectués par l'INECC ont conduit à des mises à jour considérables des recommandations relatives à ce pays.
- Le brûlage de déchets solides a été ajouté comme sous-secteur dans la catégorie « Autres ».

Les recommandations du groupe d'experts ont été incorporées dans les lignes directrices énoncées dans le présent document.

Tableau 1.3-2. Experts en méthodes d'estimation des émissions de carbone noir

Nom	Employeur/organisation	Domaine d'expertise (sources)
José Andrés Aguilar	INECC (Mexique)	Mobiles
Michelle Bergin	Université Duke (États-Unis)	Mobiles/locomotives
Steigvile Bycenkiene	<i>Center for Physical Sciences and Technology</i> (Lituanie)	Mobiles
Beatriz Cardenas	<i>Comisión Ambiental de la Megalópolis</i> (Mexique)	Biomasse, autres
Santa Centeno	INECC (Mexique)	Industrie/énergie
Serena Chung	Université de l'État de Washington (États-Unis)	Biomasse
Jason Blake Cohen	Université nationale de Singapour (Singapour)	Biomasse, autres
John Crouch	<i>Hearth, Patio and Barbeque Association</i> (États-Unis)	Résidentielles, autres
Xochitl Cruz Nunez	UNAM (Mexique)	Biomasse, mobiles, autres

Tableau 1.3-2. Experts en méthodes d'estimation des émissions de carbone noir

Nom	Employeur/organisation	Domaine d'expertise (sources)
Nancy French	<i>Michigan Tech Research Institute</i> (États-Unis)	Biomasse
Luis Gerardo Ruiz Suarez	UNAM (Mexique)	Résidentielles
Savitri Garivait	JGSEE-KMUTT (Thaïlande)	Biomasse
Wei Min Hao	<i>US Forest Service</i>	Biomasse, autres
Brooke L. Hemming	US EPA/ORD	Biomasse, SPECIATE
Min Huang	Caltech/JPL (États-Unis)	Biomasse, mobiles, industrie/énergie, résidentielles
Edward Hyer	<i>US Naval Research Laboratory</i>	Biomasse
Carolina Inclán	INECC (Mexique)	Biomasse, autres
Jim Jetter	US EPA/ORD	Biomasse, résidentielles
Matthew Johnson	Université Carleton (Canada)	Industrie/énergie
Karin Kindbom	<i>IVL Swedish Environmental Research Institute</i> (Suède)	Biomasse, résidentielles
Jessica McCarty	<i>Michigan Tech Research Institute</i> (États-Unis)	Biomasse
Luisa Molina	<i>Molina Center of Energy and the Environment</i> (Mexique)	Tous les secteurs
Abraham Ortinez	INECC (Mexique)	Biomasse, autres
Sean Raffuse	Sonoma Technology, Inc. (États-Unis)	Biomasse
Vankatesh Rao	US EPA/OAR	Biomasse, industrie/énergie, résidentielles, autres
Joshua Schwarz	CIRES/NOAA (États-Unis)	Mesure/ caractérisation
Peter Sheldon	<i>Global Fire Monitoring Center</i> (Allemagne)	Biomasse, autres
Darrell Sonntag	US EPA/OAR	Mobiles, spéciation des PM
Don Stedman	Université de Denver (États-Unis)	Mobiles
Carlo Trozzi	Techne Consulting (Italie)	Biomasse, mobiles, industrie/énergie, résidentielles
Fang Yan	<i>Argonne National Laboratory</i> (États-Unis)	Mobiles, industrie/énergie
Bob Yokelson	Université du Montana (États-Unis)	Biomasse, résidentielles, autres

CIRES/NOAA = *Cooperative Institute for Research and Environmental Sciences/National Oceanic and Atmospheric Administration* (Institut de coopération pour la recherche et les sciences environnementales, Administration nationale des systèmes océaniques et atmosphériques)

EPA = *Environmental Protection Agency* (Agence de protection de l'environnement des États-Unis)

INECC = *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático* (Mexique) (Institut national de l'écologie et des changements climatiques)

JGSEE-KMUTT = *Joint Graduate School of Energy and the Environment–King Mongkut's University of Technology Thonburi* (École supérieure conjointe de l'énergie et de l'environnement, Université de technologie du Roi Mongkut à Thonburi)

JPL = Jet Propulsion Laboratory

OAR = *US Office of Air and Radiation* (Bureau de l'air et des rayonnements des États-Unis)

ORD = *US Office of Research and Development* (Bureau de la recherche et du développement des États-Unis)

SPECIATE = Base de données SPECIATE de l'EPA

UNAM = *Universidad Nacional Autónoma de México* (Université nationale autonome du Mexique)

2 Utilisation des lignes directrices relatives à l'évaluation des émissions de carbone noir

Le présent document d'orientation est le fruit de l'examen exhaustif réalisé dans le cadre de la tâche 1 et de la consultation des experts effectuée à la tâche 2. Les lignes directrices qui y sont énoncées ont été élaborées conformément aux principes fondamentaux cernés durant l'examen documentaire et l'évaluation des méthodes d'inventaire actuelles. Au cours de ce processus, l'équipe d'ERG a fait certaines observations générales qui lui ont permis de porter des jugements initiaux sur la portée, la forme et le point de mire des lignes directrices relatives aux inventaires des émissions de CN en Amérique du Nord :

- Les lignes directrices relatives aux inventaires du CN seront basées sur les inventaires des PM, puisque l'établissement d'inventaires des PM est un processus qui existe déjà dans les trois pays nord-américains. L'approche qui consiste à estimer les émissions de CN en procédant à une spéciation des émissions de PM est la norme mondiale dans la quasi-totalité des secteurs; toutefois, comme nous l'expliquons plus loin dans le présent chapitre, les pratiques actuelles font généralement appel à des substituts du CN, par exemple le carbone élémentaire (CE), en raison des contraintes imposées par les mesures. C'est une question qui devra être prise en compte dans le contexte de l'élaboration d'inventaires du CN.
- Les examens détaillés confirment que la méthode de réalisation d'inventaires du CN commune à tous les secteurs, en Amérique du Nord et en Europe, adopte la même démarche générale de type « ascendant ». L'équation suivante est une synthèse générale de l'approche utilisée dans tous les documents de référence sur les inventaires examinés au cours de la tâche 1 :

$$\text{Émissions}_{\text{CN}} = \text{facteur d'émission}_{\text{PM}} \times \text{activité (ou substitut)} \times \text{facteur de spéciation}_{\text{CN}}$$

- Les données sur les émissions qui sont généralement obtenues d'études publiées ou de modèles sont plus facilement partagées d'un pays à l'autre, sous réserve de contrôles et de facteurs propres à chaque pays. Les données sur l'activité tendent à être propres à chaque pays et proviennent généralement d'ensembles de données constitués ou compilés par des organismes gouvernementaux autres que ceux chargés de l'établissement d'inventaires. Un élément très utile des lignes directrices est la détermination de facteurs d'émission correspondant à des pratiques exemplaires pour chaque secteur, ce qui permettra aux concepteurs des inventaires de concentrer les ressources dans la collecte de données sur l'activité propres à leur pays.
- À l'échelon sectoriel, les lignes directrices nord-américaines devraient être axées sur la définition des méthodes et sources de données qui constituent les pratiques exemplaires, la détermination des écarts par rapport aux pratiques exemplaires dans chaque pays et la formulation de recommandations à court et à long terme touchant l'amélioration des inventaires.

Ces observations sont à l'origine des recommandations initiales faites concernant des lignes directrices qui reposeraient sur l'adaptation à la situation nord-américaine de l'approche par niveaux établie dans les lignes directrices du GIEC et de l'EMEP/AEE, ainsi que l'utilisation comme base des inventaires de PM sous-jacents pour l'estimation des émissions de CN (GIEC, 2006). Dans les documents du GIEC et de l'EMEP/AEE, l'établissement d'inventaires est présenté par grand secteur; on y trouve une description de la méthode générale, des facteurs d'émission, des sources de données sur l'activité et des sources de données sur la spéciation. La mesure dans laquelle les praticiens pourront utiliser ces lignes directrices basées sur de multiples niveaux dépendra de l'objectif de chaque inventaire ainsi que des données disponibles pour l'établissement de celui-ci. Parmi les considérations importantes à cet égard, on compte également la définition du CN et le rôle de la spéciation. Les sections qui suivent donnent une vue d'ensemble de la structure à multiples niveaux et traitent des considérations susmentionnées.

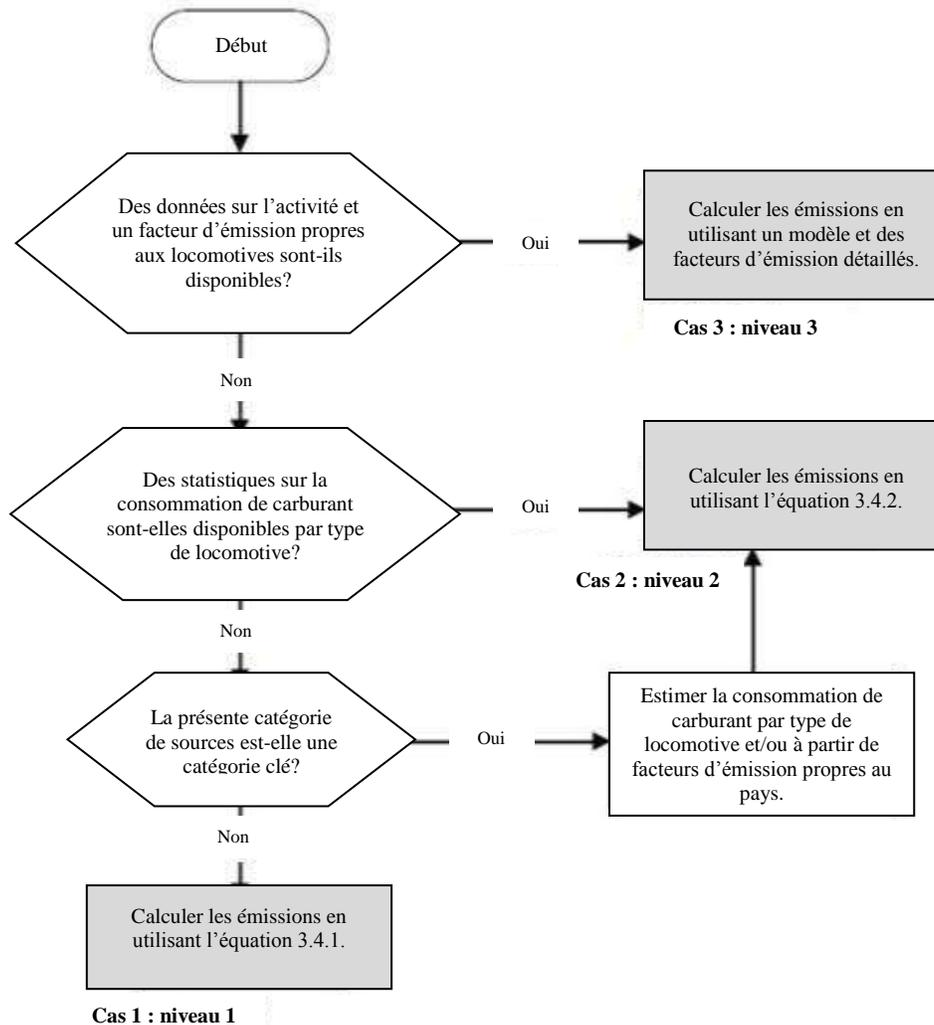
2.1 Structure à multiples niveaux

À la suite de l'examen des méthodes au cours de la tâche 1, l'équipe d'ERG a conclu que le modèle général proposé dans les lignes directrices du GIEC, tel qu'il a été précisé et étendu dans le document d'orientation de l'EMEP/AEE, constituait également une bonne approche pour l'Amérique du Nord. Le guide de l'EMEP/AEE englobe l'approche du GIEC et en élargit la portée pour inclure les PM et le CN; en conséquence, il est considéré ici comme étant le principal document de comparaison. Pour chaque secteur, le guide de l'EMEP/AEE fournit des niveaux multiples parmi lesquels les concepteurs peuvent choisir lors de l'établissement d'un inventaire. Les niveaux se différencient généralement par le degré de regroupement des données sur l'activité qui sont disponibles aux fins d'analyse. Dans le guide de l'EMEP/AEE, les facteurs d'émission indiqués pour chaque niveau proviennent souvent de la même source, ce qui contribue à l'uniformité, mais leur degré d'agrégation pour chaque niveau est proportionné à celui des données sur l'activité. Les recommandations sont ensuite présentées sous la forme d'un arbre décisionnel qui guide le concepteur de l'inventaire vers un niveau précis, selon une démarche descendante, d'après le degré de détail des données disponibles. Selon le guide de l'EMEP/AEE, pour certains des secteurs de sources définis comme étant des secteurs clés, seuls les niveaux 2 ou 3 peuvent être appliqués; cela se reflète également dans l'arbre décisionnel.

Un exemple d'arbre décisionnel tiré du guide de l'EMEP/AEE, concernant les locomotives, est présenté à la figure 2.1-1. Dans cet exemple, le niveau supérieur (niveau 3) de l'arbre décisionnel comporte les données les plus détaillées sur l'activité, c'est-à-dire les données sur l'activité propres aux locomotives, et un facteur d'émission. Si des données de cet ordre ne sont pas disponibles, l'information est examinée selon les critères du niveau suivant (niveau 2), c'est-à-dire en fonction de la consommation de carburant par type de locomotive. Si ces données ne sont pas disponibles, l'inventaire devra reposer sur l'approche de niveau 1, qui est basée sur une estimation unique de la consommation de carburant par les locomotives à l'échelle du pays.

Bien que les arbres décisionnels ne soient pas présentés de façon détaillée dans le présent document, cette approche est implicite dans les méthodes des niveaux 1, 2 et 3 décrites pour chaque secteur. La décision quant au niveau à appliquer dépendra toujours de la nature des données disponibles pour la réalisation de l'inventaire et de l'utilisation prévue de celui-ci, ce dont nous traitons plus en détail à la section 2.3.

Figure 2.1-1. Exemple d'arbre décisionnel concernant les locomotives



Source : EMEP/AEE, 2013 [traduction].

Même si le processus décisionnel de l'EMEP/AEE peut aussi être appliqué aux lignes directrices nord-américaines, certaines différences par rapport à ce processus ont été cernées lors de l'établissement des niveaux pour l'Amérique du Nord. Le guide de l'EMEP/AEE fournissait une série de facteurs d'émission uniformes applicables à tous les pays de l'Union européenne; toutefois, pour l'Amérique du Nord, les présentes lignes directrices prennent en compte des facteurs d'émission qui diffèrent d'un pays à l'autre, le cas échéant.

2.2 Comprendre les limites de l'estimation des émissions de carbone noir

Avant d'entreprendre l'élaboration d'un inventaire du CN, il importe que les concepteurs comprennent les limites de l'état d'avancement actuel des pratiques concernant l'estimation des émissions de CN. Une limite de première importance découle du fait que les inventaires des polluants atmosphériques reposent sur des mesures massiques des émissions, alors que le CN est défini selon des propriétés optiques, et que ces propriétés optiques ne sont pas entièrement prises en compte par les mesures qui constituent la base des inventaires sous-jacents, et par les facteurs de spéciation. Une autre limite tient au fait que, dans de

nombreux secteurs, les facteurs de spéciation post-hoc n'ont pas le degré de détail des facteurs d'émission des PM, ce qui introduit une erreur additionnelle dans le processus. Ces questions sont examinées dans les sections qui suivent.

2.2.1 Définition du carbone noir

La nature de ce que l'on désigne sous l'appellation de « carbone noir » varie dans la documentation et dans les pratiques de mesure; la définition dépend aussi du fait que l'analyse du CN est axée ou non sur le forçage du climat ou sur les résultats pour la santé. Dans une perspective de forçage climatique, l'expression peut être utilisée pour désigner le paramètre plus général du « carbone absorbant la lumière » (CAL), qui regroupe le carbone élémentaire (CE) absorbant la lumière et le carbone organique (CO) absorbant la lumière (c.-à-d. le carbone brun). Du point de vue des résultats pour la santé, le CN est généralement défini comme correspondant uniquement à la masse de CE (c.-à-d. la composante graphitique des PM). Ainsi, le CN peut désigner soit uniquement la masse de CE, soit le paramètre plus général du CAL optiquement défini.

Les limites que pose la mesure du CE et du CAL viennent rendre encore plus complexe ce manque d'uniformité. Les mesures photoacoustiques peuvent estimer les propriétés optiques du CAL, mais la caractérisation de la masse du CAL est limitée par la difficulté que présente la conversion de ces propriétés optiques en valeurs massiques, compte tenu des variations dans la taille des particules, leur concentration, leur forme, leur âge et leur composition. La masse de CE est mesurée selon des méthodes thermo-optiques qui éliminent le CO du processus. Il a été démontré que la corrélation entre la masse de CE estimée selon la méthode thermo-optique et la masse de CN estimée à partir de mesures photoacoustiques est bonne dans le cas des sources où le CE prédomine dans les PM totales, par exemple les émissions des moteurs diesels. Toutefois, cette corrélation n'est pas aussi bonne pour les sources où la fraction de CO dans les PM est élevée, par exemple les incendies sauvages et les émissions des moteurs à essence (Hemming et Sonntag, 2015).

Jusqu'à présent, les études sur les inventaires du CN — p. ex. le *Report to Congress on Black Carbon* (EPA, 2013a) — ont eu tendance à utiliser l'approche basée sur le CE, car il y a actuellement davantage de données disponibles sur la masse du CE que sur le CAL. Il a été admis que le CE, puisqu'il n'englobe pas tout le CAL, n'est qu'un paramètre substitut pour le CN jusqu'à ce que l'on dispose de méthodes de mesure et de données améliorées. Comme nous l'avons indiqué ci-dessus, l'utilisation du CE comme substitut pour le CAL est une piètre solution de rechange dans le cas des sources à teneur élevée en carbone organique comme les incendies sauvages.

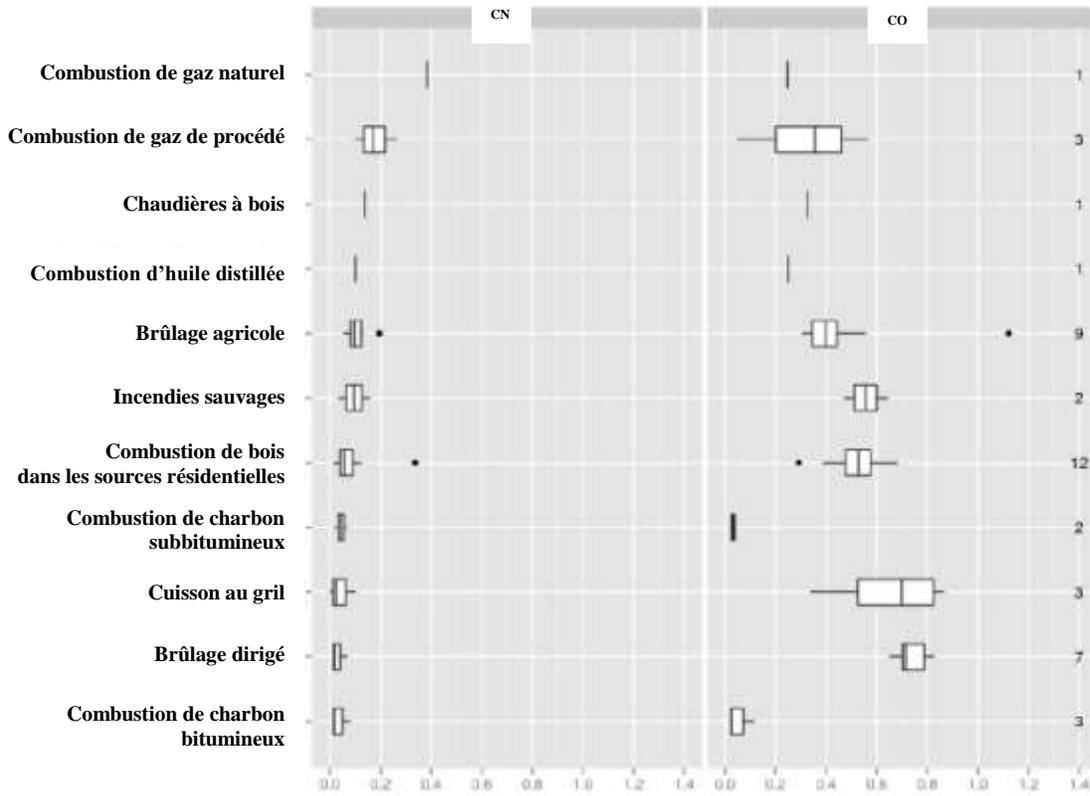
Les présentes lignes directrices ont été mises au point dans une perspective de souplesse et les équations qu'elles contiennent peuvent être appliquées à des facteurs de spéciation basés sur le CE ou sur le CAL. Toutefois, les facteurs de spéciation recommandés seront dictés en dernière analyse par les techniques en usage, principalement dans la base de données SPECIATE de l'EPA (EPA, 2011b). Cette base de données est actuellement axée sur la masse de CE, ce qui est conforme à l'état d'avancement de la pratique. L'EPA espère mettre à jour la base SPECIATE pour y inclure des données et des facteurs de conversion permettant d'estimer le CAL dans les cas où les données seraient disponibles, ce qui offrirait plus de choix aux concepteurs en matière de facteurs de spéciation, selon l'objectif visé par l'inventaire. À l'heure actuelle, la base SPECIATE repose sur des données tirées de rapports publiés. L'EPA a proposé de la mettre à jour en incluant des facteurs d'émission basés sur d'autres caractérisations plus récentes du CN (mesures photoacoustiques, incandescence induite par laser, mesures à base optique), ainsi que d'étendre la portée des facteurs de spéciation du CN et d'autres paramètres de manière à inclure un plus grand nombre de types de sources. Le degré d'expansion et d'amélioration de la base de données dépendra des ressources disponibles et de la résolution de la communauté des chercheurs à améliorer les estimations du CN.

2.2.1 Incertitudes dans la spéciation

Outre la définition du CN, les concepteurs doivent comprendre comment le processus de spéciation même vient ajouter des incertitudes. Les inventaires du CN sont uniques en leur genre parmi les inventaires des émissions de polluants atmosphériques, car l'état d'avancement actuel de la pratique consiste à calculer les émissions totales de PM, à savoir un surensemble du CN, puis à appliquer post-hoc des fractions (appelées facteurs ou coefficients de spéciation) afin d'estimer le CN. En effet, la mesure directe du CN n'est pas une pratique courante (elle n'est pas imposée par la réglementation) et elle nécessite un équipement spécialisé ainsi que des analyses postérieures à la mesure qui ne sont pas courantes dans les systèmes de mesure des PM ni dans les programmes de recherche à cet égard. Les facteurs de spéciation du CN sont dérivés de programmes de recherche qui fournissent ces données; or, ces programmes tendent à prendre appui sur des échantillons plus petits et des conditions d'essai plus limitées que les programmes concernant les facteurs d'émission applicables aux PM. Par conséquent, les facteurs de spéciation ne sont habituellement pas entièrement harmonisés avec les inventaires de PM sous-jacents, ce qui introduit une nouvelle source d'erreur et ce qui accroît le niveau d'incertitude lié à l'inventaire.

La fraction que représente le CN dans les PM totales varie considérablement d'une catégorie de sources à l'autre. Les sources mobiles alimentées au diesel sont celles dont la fraction de CN est la plus importante et, dans leur cas, le CE est un bon substitut du CN; comme l'indique le rapport EPA 2013a, le carbone élémentaire représente environ 75 % des PM directement émises par les camions diesel lourds. Cette proportion diminue considérablement lorsque les véhicules sont équipés de filtres à particules pour moteur diesel, qui éliminent une grande partie du carbone noir généré. Pour ce qui est des sources non mobiles, la gamme de valeurs étendue des facteurs de spéciation, d'une catégorie de sources à l'autre et à l'intérieur de chaque catégorie, est illustrée dans les estimations utilisées aux fins du rapport EPA 2013a (figure 2.2-1). Dans cette figure, les cases représentent la plage entre le 25^e et le 75^e centile et les lignes horizontales indiquent le 10^e et le 90^e centile, ainsi que mentionné.

Figure 2.2-1. Fractions de carbone noir et de carbone organique dans les émissions de PM_{2,5} des catégories de sources non mobiles émettant la plus grande quantité de carbone noir aux États-Unis



Source : EPA, 2013a.

Nota : CN = carbone noir; CO = carbone organique. Les cases représentent l'intervalle entre le 25^e et le 75^e centile; les lignes horizontales indiquent le 10^e et le 90^e centile. Les lignes verticales à l'intérieur des cases correspondent aux valeurs médianes pour les catégories de sources; les points représentent des valeurs aberrantes.

Comme le montre cette figure, dans le cas des sources non mobiles, la fraction de CN est inférieure à 0,4, ce qui signifie que le CN représente moins de 40 % des PM totales. La gamme de valeurs étendue des facteurs de spéciation illustre l'incertitude inhérente à une approche basée sur la spéciation. Cette incertitude est amplifiée par le nombre limité de profils de spéciation disponibles; dans l'inventaire américain du CN, environ 300 facteurs de la base SPECIATE ont été appliqués à approximativement 3 400 catégories de sources. SPECIATE est le dépôt central de l'EPA pour les profils de spéciation des gaz organiques volatils et des PM imputables aux sources de pollution atmosphérique. Au nombre des multiples utilisations des données sur la spéciation, ces profils de sources d'émissions sont utilisés pour établir des inventaires d'émissions différenciées pour le brouillard régional, les PM, les modèles climatiques et la modélisation photochimique de la qualité de l'air, ainsi que le CN.

Comme nous le mentionnons au chapitre 4, le processus de spéciation, bien qu'il soit essentiel à l'heure actuelle pour l'élaboration d'inventaires du CN, vient ajouter un grand niveau d'incertitude aux estimations de ces inventaires. C'est pourquoi nous considérons que l'amélioration et l'expansion de la mesure du carbone absorbant la lumière, pour qu'il soit possible de l'utiliser dans les inventaires sans recourir à la spéciation, constituent l'objectif de recherche prioritaire à long terme.

2.3 Cas d'utilisation des inventaires

L'élaboration d'un inventaire des émissions de CN (à l'instar de tous les autres polluants atmosphériques) doit prendre en compte l'objectif visé par cet inventaire. Les éléments fondamentaux déterminant la portée de l'inventaire (p. ex. période, régions géographiques, résolution temporelle, degré de détail dans les secteurs de sources) doivent tenir compte du degré de détail requis au bout du compte par les utilisateurs. Les inventaires ont une large gamme de finalités, appelées cas d'utilisation (p. ex. échelle nationale ou régionale, estimations rétrospectives ou projections futures, agrégations générales ou estimations sectorielles détaillées). Les présentes lignes directrices ont été conçues de manière à s'appliquer à un éventail d'options, de sorte que les praticiens puissent évaluer la portée et le degré de détail qui seront nécessaires pour leur produit final. Parfois, le cas d'utilisation souhaité ne pourra pas être appliqué en raison du degré de détail insuffisant des données disponibles; autrement dit, des inventaires reposant sur des données regroupées peuvent ne pas convenir pour tous les cas d'utilisation. Le niveau approprié sera déterminé en fonction de la portée et du degré de détail disponibles, ainsi que de la portée et du degré de détail requis pour l'utilisation voulue.

Les sections qui suivent traitent des principaux cas d'utilisation des inventaires du CN ainsi que des considérations connexes relatives à l'application des présentes lignes directrices.

2.3.1 Résolution spatiale et temporelle requise

À partir des points de référence que constituent les émissions totales nationales/annuelles, le degré de détail spatial et temporel requis dépendra du cas d'utilisation de l'inventaire et de la possibilité ou non d'apporter plus de précision aux totaux globaux en effectuant une comptabilisation détaillée selon une formule ascendante. Les inventaires qui servent aux rapports nationaux, aux comptabilisations régionales ou aux analyses de stratégies d'atténuation peuvent ne pas nécessiter une haute résolution spatiale et temporelle. L'utilisation d'un inventaire pour évaluer les répercussions climatiques exigera une résolution plus détaillée, car l'emplacement des émissions est un facteur important dans l'évaluation de ces impacts. Le degré de détail spatial et temporel peut constituer une amélioration par rapport aux totaux généraux dans certains secteurs.

Lorsque l'inventaire du CN est basé sur un inventaire existant des PM, le degré de détail spatial et temporel est limité par la nature même de l'inventaire des PM; l'inventaire du CN ne pourra pas être plus détaillé que celui des PM. Les inventaires des PM bien conçus prennent en compte d'importants facteurs spatiaux et temporels tels que l'emplacement régional des sources, les changements saisonniers dans l'activité et les effets des conditions météorologiques sur les émissions.

Les présentes lignes directrices ont été conçues de manière à offrir des méthodes pouvant être appliquées à des résolutions spatiales et temporelles différentes. Les méthodes faisant appel à une formule ascendante peuvent généralement permettre une « mise à l'échelle » depuis les ventilations plus détaillées (p. ex. région/jour) jusqu'aux caractérisations plus globales, mais cette possibilité dépendra du degré de détail disponible dans les données sur l'activité.

2.3.2 Rapports nationaux

L'objectif de la CCNUCC est de stabiliser les concentrations de GES dans l'atmosphère à un niveau permettant de prévenir et de réduire les ingérences anthropiques dangereuses dans le régime climatique. L'aptitude de la communauté internationale à atteindre cet objectif dépend d'une connaissance précise des tendances relatives aux émissions de GES et de la capacité collective de modifier ces tendances. Les États parties à la Convention soumettent au Secrétariat des inventaires nationaux des émissions anthropiques ventilés selon les sources et des extractions par les puits de GES non visés par le Protocole de Montréal. En outre, les États parties fournissent les données d'inventaire sous forme sommaire dans leurs

communications nationales en vertu de la Convention. Ces inventaires sont soumis à un processus annuel d'examen technique (CCNUCC, 2015).

Les inventaires nationaux de GES soumis conformément aux dispositions de la CCNUCC sont des inventaires annuels rétrospectifs (à partir de 1990) qui présentent des totaux regroupés pour les principaux secteurs de sources (énergie, procédés industriels, agriculture, etc.). Les secteurs sont subdivisés en sous-secteurs (p. ex. le secteur énergétique peut contenir des sources générales telles que la production de combustibles fossiles et la combustion de combustibles fossiles dans les transports et par les sources résidentielles) dont les émissions totales sont présentées. Ce cas d'utilisation requiert donc un inventaire exhaustif, qui prend en compte toutes les sources d'émissions existant à l'intérieur des frontières nationales, mais ne nécessite pas une résolution spatiale ou temporelle élevée. Des approches plus globales peuvent être adoptées dans le cas des inventaires conçus pour cette utilisation et des méthodes de niveau 1, 2 ou 3 peuvent être appliquées, selon la disponibilité des données. Même si les États parties ne sont pas tenus de soumettre des inventaires du CN à la CCNUCC, les présentes lignes directrices peuvent être utiles aux concepteurs des inventaires nationaux en leur fournissant des méthodes pour toutes les grandes catégories de sources, ainsi que des méthodes de rechange, en fonction des données disponibles. Les méthodes et les sources de données indiquées ici peuvent être appliquées à une échelle nationale/annuelle, bien que, dans de nombreux cas, la conception d'un inventaire tenant compte des variations régionales et saisonnières améliore les estimations des émissions, même si le produit final ne nécessite des données qu'à l'échelle nationale ou annuelle.

2.3.3 Inventaires régionaux

Les gouvernements étatiques et locaux dressent des inventaires régionaux afin d'évaluer la qualité de l'air à l'échelon local ainsi que les apports de GES liés à leur territoire, de faire des prévisions relatives aux apports futurs et d'évaluer les mesures de lutte à prendre. Aux États-Unis, dans le cas des polluants atmosphériques courants, le degré de détail, les méthodes et les facteurs d'émission peuvent être dictés par la réglementation (p. ex. les plans de mise en œuvre exigés à l'échelon des États pour démontrer l'atteinte des normes nationales relatives à la qualité de l'air ambiant) ou par les données d'entrée nécessaires aux fins de la modélisation de la qualité de l'air. Les méthodes d'élaboration des inventaires locaux du CN ne sont pas uniformisées (bien que des inventaires existants des PM qui serviront généralement de base aux inventaires du CN puissent avoir été mis au point conformément à des exigences d'uniformité), et la portée ainsi que le degré de détail des inventaires régionaux du CN dépendent donc des objectifs et des cas d'utilisation précis de l'inventaire (p. ex. élaboration de dispositions réglementaires sur les changements climatiques, analyses de modélisation climatique). Les inventaires régionaux des GES sont généralement établis à des fins de planification, c'est-à-dire pour comprendre les émissions actuelles, faire des projections selon un scénario de maintien du statu quo et évaluer les répercussions de différentes stratégies d'atténuation. Un tel inventaire peut ne pas englober tous les secteurs de sources si certaines sources sont absentes de la région visée. La disponibilité de données sur l'activité pour certains secteurs et certains niveaux peut être plus limitée que dans le cas des inventaires nationaux, à moins que les concepteurs n'aient accès à des études de l'activité propres à la région. Pour ces analyses, on peut recourir aux formules du niveau 1, 2 ou 3, selon la disponibilité des données et l'utilisation prévue de l'inventaire. Si un inventaire régional est souhaité pour l'analyse des mesures d'atténuation, comme il en est fait état à la section 2.3.5, un degré de détail correspondant au niveau 3 est généralement nécessaire.

2.3.4 Analyses des précurseurs et des répercussions

Les répercussions des émissions de CN sur le climat ont été étudiées par l'utilisation des données sur les émissions dans des modèles climatiques qui évaluent le forçage radiatif, l'albédo de la neige et de la glace, ainsi que d'autres facteurs. Pour ces analyses, la composition des inventaires et le degré de détail spatial et temporel sont importants en vue de la détermination des répercussions. C'est particulièrement le

cas de l'évaluation des répercussions du CN dans la région de l'Arctique, où les variations saisonnières des émissions et du transport des polluants émis hors de la région peuvent influencer sur le forçage radiatif et les effets albédo (Conseil de l'Arctique, 2011). Dans le cas des analyses des répercussions, des inventaires plus détaillés faisant appel aux méthodes du niveau 3 pourraient donc être nécessaires.

2.3.5 Projections et analyses de stratégies d'atténuation

Dans le cas des analyses de stratégies d'atténuation, les inventaires doivent avoir un degré de détail correspondant à celui des mesures d'atténuation étudiées. En général, cela signifie que les analyses concernant certaines sources nécessiteront des inventaires de niveau 3. Par exemple, l'application de mesures d'atténuation précises à des sources ponctuelles pourrait nécessiter des données sur les émissions à l'échelle des procédés pour permettre l'évaluation de leurs répercussions. Afin d'évaluer les effets de la modification en rattrapage des véhicules alimentés au diesel, il faut estimer le nombre de véhicules touchés et leur âge. Dans ces deux exemples, le degré de détail requis n'existe qu'au niveau 3. Des approches de niveau 2 pourraient être appropriées s'il est possible d'analyser une stratégie d'atténuation au degré de regroupement spécifié pour les données sur l'activité et les facteurs d'émission dans le secteur en question.

2.3.6 Application des niveaux aux cas d'utilisation des inventaires

Le tableau 2.3-2 indique le degré de détail requis dans les inventaires des émissions conçus pour les cas d'utilisation généraux décrits à la section 2.3.

Tableau 2.3-2. Niveaux applicables aux cas d'utilisations généraux

Niveau	Rapports nationaux	Inventaires régionaux	Analyses des répercussions	Analyses de stratégies d'atténuation
1	✓	✓		
2	✓	✓		✓
3		✓	✓	✓

3 Méthodes d'estimation des émissions de carbone noir selon le secteur

Le présent chapitre traite des méthodes d'estimation des émissions de CN selon le secteur de sources et selon le niveau. Généralement, une méthode de niveau 1 consiste à utiliser des données sur le combustible à l'échelle nationale ou d'autres données regroupées sur l'activité de concert avec des facteurs d'émission des $PM_{2,5}$ et des facteurs de spéciation du CN. Une méthode de niveau 2 est semblable à celle du niveau 1, mais les données sur l'activité et les facteurs d'émission sont caractérisés en fonction du type de technologie. Les méthodes de niveau 3, lorsqu'elles peuvent être appliquées, sont généralement considérées comme les plus précises et elles sont basées sur un degré de détail beaucoup plus élevé que les méthodes des niveaux 1 et 2. Les méthodes de niveau 3 peuvent paraître semblables à celles du niveau 2, mais elles sont fondées sur des données plus détaillées relatives à l'activité (p. ex. charges en combustible propres à une culture, taux d'émission modélisés, consommation de combustible propre à une technologie, etc.).

Les méthodes reposent pour la plupart sur une estimation des émissions de $PM_{2,5}$, que l'on convertit ensuite en une estimation des émissions de CN au moyen d'un facteur de spéciation. Dans la plupart des cas, la source recommandée pour les facteurs de spéciation est la base de données SPECIATE de l'EPA (EPA, 2011b). Comme nous l'avons expliqué à la section 2.2, SPECIATE ne contient pas de facteurs qui permettent de convertir directement les $PM_{2,5}$ en CAL; les facteurs sont plutôt conçus pour permettre une conversion des $PM_{2,5}$ en CE. L'EPA envisage de mettre à jour sa base SPECIATE pour y inclure également des facteurs permettant d'estimer le CAL et les équations incluses dans le présent chapitre ont été établies de manière à permettre l'une ou l'autre approche, selon les besoins des concepteurs d'inventaire.

Les méthodes décrites ici par secteur, pour chaque niveau, comprennent également des renseignements sur les sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation. Ces renseignements ne sont pas exhaustifs, mais ils ont pour but d'orienter les utilisateurs vers des ressources dont l'utilisation pourrait être appropriée dans leur domaine. Comme pour toutes les activités d'établissement d'inventaires des émissions, le concepteur doit s'efforcer d'utiliser l'information la plus fiable, à jour et précise possible qui lui permettra d'atteindre les objectifs visés par l'inventaire, qu'il s'agisse d'une estimation relevant d'un « ordre de grandeur », d'un plan relatif à la qualité de l'air, de l'utilisation dans un modèle de qualité de l'air ou de toute autre utilisation.

Pour les méthodes de niveau 1, un tableau des facteurs d'émission et de spéciation recommandés est fourni pour chaque sous-secteur dans l'annexe B du présent document. Le degré de détail ne permettrait pas de procéder ainsi pour les niveaux 2 et 3, mais le présent chapitre contient des renseignements détaillés et des références concernant les facteurs d'émission et de spéciation pour ces niveaux.

3.1 Combustion de biomasse

La combustion de biomasse englobe les incendies sauvages, les incendies de forêt et les brûlages dirigés (c.-à-d. les catégories généralement regroupées sous l'appellation « combustion à l'air libre »), de même que le brûlage des résidus agricoles. En Amérique du Nord, la combustion de résidus de bois et de végétaux est une source considérable d'émissions de CN. Aux États-Unis seulement, la combustion de biomasse est à l'origine d'environ 35 % des émissions de CN; à l'échelle mondiale, les deux tiers des émissions de CN sont imputables à la combustion de biomasse et aux sources résidentielles (EPA, 2013a).

3.1.1 Combustion à l'air libre

Niveau 1

Une méthode de niveau 1 pour la combustion à l'air libre comprend un facteur d'émission unique par unité de surface, à savoir la superficie brûlée, et un facteur de spéciation. Cette méthode est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = A \times FE_{PM_{2,5}} \times FS_{CN/PM_{2,5}}$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir
A	=	superficie brûlée (p. ex. acres, hectares)
$FE_{PM_{2,5}}$	=	facteur d'émission relatif aux $PM_{2,5}$ par unité de surface (p. ex. acres, hectares)
$FS_{CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2,5}$ en carbone noir

Niveau 2

Une méthode de niveau 2 pour la combustion à l'air libre inclut des facteurs d'émission et des caractéristiques de combustible précis basés sur un biome, selon l'équation suivante :

$$E_{CN,k} = (0,45 \times A_k \times B_k \times a_k \times b_k) \times FE_{k,PM_{2,5}} \times FS_{k,CN/PM_{2,5}}$$

Où :

$E_{CN,k}$	=	émissions de carbone noir pour le biome « k »
0,45	=	fraction de carbone dans le combustible
A_k	=	superficie brûlée pour le biome « k »
B_k	=	charge en combustible (masse de combustible par unité de surface pour le biome « k »)
a_k	=	fraction de la biomasse aérienne pour le biome « k »
b_k	=	efficacité de la combustion (fraction de combustible brûlée pour le biome « k »)
$FE_{k,PM_{2,5}}$	=	facteur d'émission relatif aux $PM_{2,5}$ pour le biome « k » (c.-à-d. émissions par masse de C dans le combustible [kg/kg-C dans le combustible])
$FS_{k,CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2,5}$ en carbone noir pour le biome « k »

Niveau 3

Une méthode de niveau 3 serait basée sur la même équation que le niveau 2, mais les facteurs d'émission pour le biome et la forêt seraient plus précis et les estimations seraient différenciées selon le type de combustion (combustion couvante, par opposition à combustion avec flammes). Les données sur l'activité pour les incendies de forêt ou du biome seraient la superficie brûlée et le combustible brûlé par unité de surface, par type de forêt ou biome et par type de combustible, pour obtenir une meilleure adéquation des facteurs d'émission. Ainsi, les estimations pourraient être davantage ventilées selon les grandes catégories de climat et de sol et, peut-être, selon les pratiques de gestion d'après les interprétations et mesures locales. De même, la spéciation pour les incendies de forêt et les autres incendies du biome tiendraient compte tant du type de biome brûlé que de la variation en pourcentage de la combustion couvante et de la combustion avec flammes (c.-à-d. les brûlages dirigés et les incendies sauvages).

$$E_{CN,k} = (0,45 \times A_k \times B_k \times a_k \times b_k) \times (FE_{k,PM_{2,5,couv}} \times FS_{k,CN/PM_{2,5,couv}} \times f_{couv} + FE_{k,PM_{2,5,fl}} \times FS_{k,CN/PM_{2,5,fl}} \times f_{fl})$$

Où :

$E_{CN,k}$	=	émissions de carbone noir pour le biome « k »
0,45	=	fraction de carbone dans le combustible
A_k	=	superficie brûlée pour le biome « k »

B_k	=	charge en combustible (masse de combustible par unité de surface pour le biome « k »)
a_k	=	fraction de la biomasse aérienne du biome « k »
b_k	=	efficacité de la combustion (fraction de combustible brûlée pour le biome « k »)
$FE_{k,PM_{2.5,couv}}$	=	facteur d'émission relatif aux $PM_{2.5}$ pour le biome « k », combustion couvante
$FE_{k,PM_{2.5,fl}}$	=	facteur d'émission relatif aux $PM_{2.5}$ pour le biome « k », combustion avec flammes (c.-à-d. émissions par masse de C dans le combustible [kg/kg-C dans le combustible])
$FS_{k,CN/PM_{2.5,couv}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2.5}$ en carbone noir pour le biome « k », combustion couvante
$FS_{k,CN/PM_{2.5,fl}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2.5}$ en carbone noir pour le biome « k », combustion avec flammes
f_{couv}	=	fraction de la combustion qui est couvante
ffl	=	fraction de la combustion qui s'accompagne de flammes

Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation

Les sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour les niveaux 1, 2 et 3 aux fins de l'estimation du CN émis par la combustion de biomasse à l'air libre en Amérique du Nord sont indiquées au tableau 3.1-1. Pour le niveau 1, les facteurs d'émission et facteurs de spéciation précis recommandés sont fournis dans l'annexe B.

Tableau 3.1-1. Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour la combustion à l'air libre

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
<i>Niveau 1</i>			
Superficie brûlée	<ul style="list-style-type: none"> • Randerson, 2012 (télé-détection)^a • Autre(s) source(s), par exemple dossiers conservés par les organismes locaux au Canada : Centre interservices des feux de forêt du Canada (CIFFC) 		Base de données mensuelle, selon le type de végétation : <i>Comisión Nacional Forestal</i> (Conafor, Commission nationale des forêts)
Facteur d'émission ($PM_{2.5}$)	<ul style="list-style-type: none"> • Brûlage dirigé, à l'exception de la Colombie-Britannique : AP-42 (EPA, 1995a) • Brûlage dirigé en Colombie-Britannique : inventaire des émissions de 2000 pour la partie canadienne du bassin atmosphérique de la vallée du bas Fraser (GVRD et FVRD, 2003) 	AP-42 (EPA, 1995a)	AP-42 (EPA, 1995a)

Tableau 3.1-1. Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour la combustion à l'air libre

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
Facteur de spéciation (CN)	Fraction moyenne du CN : SPECIATE (voir la figure 2.1-1 plus haut; utiliser le facteur du CE pour le CN); WRAP, 2005		Fraction moyenne du CN : SPECIATE (voir la figure 2.1-1 plus haut; utiliser le facteur du CE pour le CN)
Niveau 2			
Pour chaque biome : • Superficie brûlée • Charge en combustible • Fraction aérienne de la charge • Efficacité de la combustion	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie brûlée : Randerson, 2012 (télédétection)^a ou données produites par des organismes locaux • Charge et consommation de combustible par biome : van Leeuwen et coll., 2014; Akagi et coll., 2011; WRAP, 2005 		<ul style="list-style-type: none"> • Superficie brûlée : Conafor • Charge et consommation de combustible par biome : aucunes données disponibles • Efficacité de la combustion : Akagi et coll., 2011
Facteur d'émission propre au biome (PM _{2,5})	Akagi et coll., 2011 ^b ; May et coll., 2014		Akagi et coll., 2011; Yokelson et coll., 2011
Facteur de spéciation propre au biome (CN)	Akagi et coll., 2011 ^b ; May et coll., 2014		
Niveau 3			
Pour chaque biome : mêmes paramètres que pour le niveau 2, plus pourcentage des régimes de combustion (% de combustion couvante, % de combustion avec flammes)	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie brûlée : Randerson, 2012 (télédétection)^a complétée par des données produites par des organismes locaux • Charge et consommation de combustible par biome : van Leeuwen et coll., 2014; Akagi et coll., 2011; ou jugement des experts locaux 		<ul style="list-style-type: none"> • Superficie brûlée : Conafor • Efficacité de la combustion : Akagi et coll., 2011 • Charge et consommation de combustible par biome : aucunes données disponibles • Pourcentage des régimes de combustion (% de combustion couvante, % de combustion avec flammes) : aucunes données disponibles
Facteur d'émission propre au biome et au régime de combustion (PM _{2,5})	Akagi et coll., 2011 ^{b,c} ; May et coll., 2014; ou jugement des experts locaux		Akagi et coll., 2011 ^{b,c} ; Yokelson et coll., 2011
Facteur de spéciation propre au biome et au régime de combustion (CN)	Akagi et coll., 2011 ^{b,c} ; May et coll., 2014; ou jugement des experts locaux		

^aLes données de télédétection sur la superficie brûlée obtenues au moyen de satellites équipés de MODIS peuvent être utilisées, bien qu'il soit possible que cette méthode ne prenne pas en compte les petits incendies et les incendies camouflés par la voûte forestière.

^b Les données produites par la technique du *Single Particle Soot Photometer* (SP2, photomètre de suie dans les particules individuelles) peuvent générer des facteurs d'émission plus élevés (de deux ordres de grandeur) comparativement à celles obtenues par la technique de filtration (May et coll., 2014). Ainsi, il pourrait être nécessaire de modifier les facteurs d'émission plus anciens obtenus par filtration si les recherches futures corroborent cette constatation.

^cAkagi et coll. (2011) ne présentent que des facteurs d'émission et de spéciation moyens globaux. Néanmoins, puisque la fraction de la combustion qui est couvante s'accroît généralement avec le temps, l'équation ci-dessus inclut deux facteurs d'émission et deux facteurs de spéciation pour tenir compte des besoins futurs.

3.1.2 Brûlage agricole

Niveau 1

La méthode de niveau 1 pour le brûlage agricole est la même que pour la combustion à l'air libre; elle comprend un facteur d'émission unique par unité de surface, à savoir la superficie brûlée, et un facteur de spéciation. Cette méthode est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = R \times FE_{PM_{2,5}} \times FS_{CN/PM_{2,5}}$$

Où :

E_{CN} = émissions de carbone noir
 R = quantité de résidu brûlée :

$$R = A \times Y \times s \times d \times p \times Cf$$

Où :

A = superficie brûlée
 Y = rendement de culture (par unité de surface brûlée)
 s = ratio résidu–rendement
 d = teneur en matière sèche du rendement
 p = partie du résidu brûlée
 Cf = facteur de combustion ou efficacité de la combustion
 $FE_{PM_{2,5}}$ = facteur d'émission relatif aux $PM_{2,5}$ par masse de combustible
 $FS_{CN/PM_{2,5}}$ = facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2,5}$ en CN

On suppose l'utilisation de valeurs moyennes pour toutes les variables sauf « A ». Il devrait également y avoir une comptabilisation massique de tout résidu retiré et utilisé dans le cadre d'autres activités, de sorte que cette valeur soit soustraite de la quantité de résidu (« R ») calculée. Le chapitre 2.4 des *Lignes directrices 2006 du GIEC* est utilisé pour estimer les valeurs de Y et Cf pour le blé, le maïs et le riz (on suppose que $d = 0,85$) (GIEC, 2006). Des facteurs moyens de spéciation du CN sont utilisés pour les brûlages agricoles (0,075) (WRAP, 2005).

Niveau 2

Une méthode de niveau 2 pour le brûlage agricole inclut des facteurs d'émission et des caractéristiques de combustible propres à chaque culture, selon la même équation que celle du niveau 1 (mais avec ventilation de chaque facteur en fonction de la culture) :

$$E_{CN,c} = R_c \times FE_{c,PM_{2,5}} \times FS_{c,CN/PM_{2,5}}$$

Où :

$E_{CN,c}$ = émissions de carbone noir pour la culture « c »
 R_c = quantité de résidu brûlée pour la culture « c » :

$$R_c = A_c \times Y_c \times s_c \times d_c \times p_c \times Cf_c$$

Où :

A_c = Superficie brûlée pour la culture « c »
 Y_c = rendement de culture pour la culture « c » (par unité de surface brûlée)
 s_c = ratio résidu–rendement pour la culture « c »
 d_c = Teneur en matière sèche du rendement pour la culture « c »
 p_c = Partie du résidu brûlée pour la culture « c »
 Cf_c = Facteur de combustion ou efficacité de la combustion pour la culture « c »
 $FE_{c,PM_{2,5}}$ = facteur d'émission relatif aux $PM_{2,5}$ par masse de combustible pour la culture « c »

$FS_{c,CN/PM_{2.5}}$ = facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2.5}$ en carbone noir pour la culture « c »

Niveau 3

Une méthode de niveau 3 est basée sur la même équation que celles des niveaux 2 et 1, avec des paramètres propres à la région ou au pays, établis à partir de données de mesure locales. Les données de spéciation pour le brûlage agricole dans le cas du niveau 3 reposeraient sur le type de culture.

Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation

Les sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation (le cas échéant) pour les niveaux 1, 2 et 3 aux fins de l'estimation du CN émis par le brûlage agricole en Amérique du Nord sont indiquées au tableau 3.1-2. Pour le niveau 1, les facteurs d'émission et facteurs de spéciation précis recommandés sont fournis dans l'annexe B.

Tableau 3.1-2. Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour le brûlage agricole

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
<i>Niveau 1</i>			
Valeurs moyennes pour : • Superficie brûlée • Rendement (moyen) • Ratio résidu–rendement • Teneur en matière sèche • Partie du résidu brûlée • Facteur de combustion	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie brûlée (McCarty, 2011, télédétection) ou données produites par des organismes locaux • Charge en résidu selon la culture : EMEP/AEE, 2013, tableau 3-2; Schreuder et Mavko, 2010; van Leeuwen et coll., 2014; WRAP, 2005 • Données sur le facteur de combustion : Van Leeuwen et coll., 2014; Akagi et coll., 2011 		<ul style="list-style-type: none"> • Superficie brûlée : <i>Unión Nacional de Cañeros A.C., Estadísticas de la Agroindustria Azucarera Nacional</i> (Union nationale des cultivateurs de canne à sucre, Statistiques de l'agroindustrie nationale de la canne à sucre) • Résidu selon la culture : Valdez-Vazquez et coll., 2010 • Production annuelle par culture : SIACON (Système d'information sur l'agriculture et les produits alimentaires) (Sagarpa, 2013)
Facteur d'émission ($PM_{2.5}$)	Akagi et coll., 2011; WRAP, 2005		Akagi et coll., 2011; Yokelson et coll., 2011; pour la canne à sucre : Hall et coll., 2012
Facteur de spéciation (CE ou CN)	Fraction moyenne du CN : base de données SPECIATE (figure 4-1, EPA, 2013a; utiliser le facteur du CE pour le CN); WRAP, 2005		Fraction moyenne du CN : base de données SPECIATE (Figure 4-1, EPA, 2013a; utiliser le facteur du CE pour le CN); pour la canne à sucre : Hall et coll., 2012

Tableau 3.1-2. Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour le brûlage agricole

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
Niveau 2			
Selon le type de culture : <ul style="list-style-type: none"> • Superficie brûlée • Rendement (moyen) • Ratio résidu–rendement • Teneur en matière sèche • Partie du résidu brûlée • Facteur de combustion 	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie brûlée (McCarty, 2011, télédétection) et données produites par des organismes locaux • Charge en résidu selon la culture : Schreuder et Mavko, 2010; van Leeuwen et coll., 2014; <i>2002 Fire Emission Inventory for the WRAP Region–Phase II Report</i>, 2005 • Données sur le facteur de combustion : van Leeuwen et coll., 2014; Akagi et coll., 2011 		<ul style="list-style-type: none"> • Superficie brûlée : <i>Unión Nacional de Cañeros A.C., Estadísticas de la Agroindustria Azucarera Nacional</i> (Union nationale des cultivateurs de canne à sucre, Statistiques de l'agroindustrie nationale de la canne à sucre) • Production annuelle par culture : SIACON (Système d'information sur l'agriculture et les produits alimentaires) (Sagarpa, 2013) • Paramètres pour les résidus de culture (Valdez-Vazquez et coll., 2010)
Facteur d'émission propre à la culture (PM _{2,5})	Schreuder et Mavko, 2010; van Leeuwen et coll., 2014; Akagi et coll., 2011; WRAP, 2005		Pour la canne à sucre : Hall et coll., 2012
Facteur de spéciation propre à la culture (CE ou CN)	Voir le niveau 1		
Niveau 3			
Selon le type de culture : <ul style="list-style-type: none"> • Superficie brûlée • Rendement (moyen) • Ratio résidu–rendement • Teneur en matière sèche • Partie du résidu brûlée • Facteur de combustion 	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie brûlée (McCarty 2011, télédétection) et données produites par des organismes locaux • Charge en résidu selon la culture : Schreuder et Mavko, 2010; van Leeuwen et coll., 2014; WRAP, 2005 • Données sur le facteur de combustion : van Leeuwen et coll., 2014; Akagi et coll., 2011 		Voir le niveau 2
Facteur d'émission propre à la culture, au climat et au sol (PM _{2,5})	Schreuder et coll., 2010; van Leeuwen et coll., 2014; Akagi et coll., 2011; WRAP, 2005		Pour la canne à sucre : Hall et coll., 2012
Facteur de spéciation propre à la culture (CE ou CN)	Voir le niveau 1		

3.2 Énergie/industrie

Le secteur énergétique/industriel comprend la combustion de combustibles fossiles aux fins suivantes : la production d'électricité; la production de pétrole et de gaz naturel; le traitement et le raffinage (y compris la mise à l'évent et le torchage); les industries manufacturières (y compris les moteurs diesels fixes); les chaudières industrielles et institutionnelles/commerciales. Les industries manufacturières incluses dans ce secteur comprennent par exemple la fabrication de produits minéraux, chimiques, métalliques et du bois. La fabrication de briques au Mexique est également incorporée dans ce secteur.

Des particules fines (PM_{2,5}) et du CN sont émis dans l'atmosphère par suite de l'utilisation de combustibles fossiles par les sources énergétiques et industrielles. Différents types de combustibles fossiles (p. ex. charbon, mazout, gaz naturel, diesel, gaz de pétrole liquéfié, gaz de procédé) sont utilisés pour produire de l'électricité et pour alimenter l'équipement employé dans ce secteur. Les émissions attribuables à la combustion de biocombustibles sont traitées à la section 3.1 (combustion de biomasse) et à la section 3.4 (combustion résidentielle) des présentes lignes directrices.

3.2.1 Sources énergétiques/industrielles générales

Niveau 1

Pour les diverses industries faisant partie du secteur énergétique/industriel (à l'exclusion des fours à briques), la méthode de niveau 1 estime les émissions de CN à partir de la consommation de combustible et d'un facteur d'émission par défaut, par type de combustible utilisé dans l'industrie choisie. La méthode de niveau 1 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = \sum_{i,I} (Q_{i,I} \times FE_{i,I,PM_{2,5}} \times FS_{i,I,CN/PM_{2,5}})$$

Où :

- E_{CN} = émissions de carbone noir par la combustion de combustible (somme des émissions pour tous les combustibles)
- i = type de combustible (p. ex. gaz naturel, charbon)
- I = type d'industrie (p. ex. production d'électricité, ciment, sidérurgie)
- $Q_{i,I}$ = quantité du type de combustible « i » utilisée dans l'industrie « I »
- $FE_{i,I,PM_{2,5}}$ = facteur d'émission relatif aux PM_{2,5} pour le type de combustible « i » et l'industrie « I »
- $FS_{i,I,CN/PM_{2,5}}$ = facteur de spéciation pour convertir les PM_{2,5} en carbone noir pour le type de combustible « i »

Niveau 2

Une méthode de niveau 2 estime les émissions pour chaque combinaison de type de combustible et de type de technologie utilisés (à l'exclusion des fours à briques). Les données sur l'activité pour la méthode de niveau 2 peuvent être à l'échelle nationale, étatique, régionale ou à toute autre échelle spatiale requise par l'inventaire. La méthode de niveau 2 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = \sum_{i,j} (Q_{i,j} \times FE_{i,j,PM_{2,5}} \times FS_{i,CN/PM_{2,5}})$$

Où :

- E_{CN} = émissions de carbone noir
- i = type de combustible
- j = type de technologie/d'équipement (p. ex. moteur diesel, chaudière alimentée au gaz naturel, chaudière alimentée au mazout)
- $Q_{i,j}$ = quantité du type de combustible « i » utilisée dans le type de technologie/d'équipement « j »
- $FE_{i,j,PM_{2,5}}$ = facteur d'émission relatif aux PM_{2,5} pour le type de combustible « i » et le type de technologie/d'équipement « j »
- $FS_{i,CN/PM_{2,5}}$ = facteur de spéciation pour convertir les PM_{2,5} en carbone noir pour le type de combustible « i »

Niveau 3

Une méthode de niveau 3 est basée sur des données de mesure portant exclusivement sur des équipements ou des installations. Contrairement à la mesure des PM_{2,5}, il n'existe pas de méthode de mesure directe des émissions de CN attribuables aux équipements ou aux installations (p. ex. sondes de cheminée). Toutefois, des ratios CN-PM_{2,5} ont été établis à partir d'études récentes et l'application de ces ratios peut être considérée comme une approche « pseudo-niveau 3 ». Par exemple, les émissions de PM_{2,5} d'une chaudière au gaz naturel utilisée dans un service d'électricité peuvent être estimées au moyen d'une sonde d'échantillonnage des gaz de cheminée (approche de niveau 3), qui mesure la masse de particules fines recueillies par un filtre à PM_{2,5}, et les paramètres liés à la cheminée (p. ex. débit). Une fois la mesure obtenue, il est possible d'appliquer le ratio CN-PM_{2,5}¹.

Dans la mesure où de telles données de niveau 3 sont disponibles pour le domaine d'inventaire choisi, elles peuvent être utilisées pour estimer les émissions selon l'équation suivante :

$$E_{CN} = \sum_i (E_{i,PM_{2,5}} \times FS_{i,CN/PM_{2,5}})$$

Où :

- E_{CN} = émissions de carbone attribuables à la combustion de combustible (somme des émissions pour tous les combustibles)
- $E_{i,PM_{2,5}}$ = émissions de PM_{2,5} estimées au moyen de mesures directes (p. ex. échantillonnage par sonde) pour le type de combustible « i »
- $FS_{i,CN/PM_{2,5}}$ = facteur de spéciation pour convertir les PM_{2,5} en carbone noir pour le type de combustible « i »

Il est à noter que, même dans les cas où des données de mesure sont disponibles, elles peuvent être de qualité douteuse, ou encore il est possible qu'elles ne soient pas représentatives de la production moyenne ou de la consommation moyenne de combustible de l'industrie, de l'établissement ou de l'équipement évalués. Dans les cas où la qualité suscite des doutes, une approche réalisable de l'estimation des émissions pourrait consister à appliquer la structure des niveaux de la façon suivante : étape 1 – appliquer le niveau 3 (obtenir des données de mesure); étape 2 – comparer les émissions mesurées aux émissions calculées à partir de facteurs d'émission ou à des émissions mesurées ou estimées pour d'autres installations analogues; étape 3 – si les données de mesure sont de qualité douteuse (c.-à-d. si elles ne sont pas comparables aux émissions déterminées à l'aide des autres méthodes), exercer son jugement d'expert sur le choix entre le niveau 3 et le niveau 2.

Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation

Les sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation (le cas échéant) pour les niveaux 1, 2 et 3 aux fins de l'estimation du CN émis par les sources énergétiques et industrielles en Amérique du Nord sont indiquées au tableau 3.2-1 ci-dessous. Pour le niveau 1, les facteurs d'émission et facteurs de spéciation précis recommandés sont fournis dans l'annexe B.

¹ Pour calculer la masse des PM_{2,5} à partir de l'échantillonnage d'une source, appliquer l'équation suivante :

$$\text{Émissions}_{PM_{2,5}} = \left(\frac{Cf}{Vm} \right) \times Qf$$

Où :

- Émissions_{PM_{2,5}} = émissions de PM_{2,5} (grammes/minute [g/min])
- Cf = quantité de PM_{2,5} recueillies par le filtre lors de l'échantillonnage (grammes)
- Vm = volume de gaz échantillonné à température et pression normales (pieds cubes standard [pi³ std])
- Qf = débit durant l'échantillonnage (pieds cubes standard par minute [pi³ std/min])

Tableau 3.2-1. Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour le secteur énergétique/industriel

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
Niveau 1			
Quantité de combustible, selon le type de combustible	<i>Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada</i> (BDEEC) (Statistique Canada, 2015a)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Annual Energy Outlook</i> (AEO) (EIA, 2015a) • Associations industrielles 	Agence internationale de l'énergie (AIE); <i>Secretaría de Energía</i> (Sener, ministère de l'Énergie du Mexique); <i>Instituto Nacional de Estadística y Geografía</i> (INEGI, Institut national de statistique et de géographie); INECC; Semarnat; associations industrielles
Facteur d'émission (PM _{2,5})	WebFIRE (EPA, 2015b)		
Facteur de spéciation (CE ou CN)	Base de données SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN		
Niveau 2			
Quantité de combustible, par type de combustible et type de technologie/d'équipement	BDEEC (Statistique Canada, 2015a); associations industrielles; modèles spécialisés (p. ex. pour les installations pétrolières et gazières d'amont)	AEO (EIA, 2015a); associations industrielles	Voir le niveau 1
Facteur d'émission (PM _{2,5})	WebFIRE (EPA, 2015b)		
Facteur de spéciation (CE ou CN)	Base de données SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN		
Niveau 3			
Émissions de PM _{2,5}	Mesures directes des émissions		
Facteur de spéciation (CE ou CN)	<ul style="list-style-type: none"> • Base de données SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN • Torchage : McEwen et Johnson, 2012 	<ul style="list-style-type: none"> • Base de données SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN 	Base de données SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN

3.2.2 Fours à briques au Mexique

Au Mexique, les briques sont le principal matériau de construction. Elles sont fabriquées au moyen de diverses techniques, selon leur type : les briques pleines sont surtout produites dans des fours traditionnels, alors qu'on applique des procédés mécanisés dans le cas des briques creuses ou perforées. La fabrication industrielle, qui permet de produire jusqu'à 1 million de briques par jour dans de vastes installations très efficaces, représente environ 9 % de la production totale de briques. Le reste est fabriqué dans 17 052 fours traditionnels, principalement situés dans les États de Puebla, Jalisco, Guanajuato, San Luis Potosí, Michoacán, Durango, Chihuahua, Querétaro et México, qui sont surtout alimentés au bois, mais qui utilisent aussi d'autres combustibles. Ces États représentent approximativement 76 % de la production artisanale totale de briques au Mexique (Kato et coll., 2013).

Les fours et les combustibles utilisés pour la fabrication traditionnelle de briques sont de nombreux types différents. Selon le niveau de production, les fours peuvent être petits (jusqu'à 5 000 briques par lot), moyens (jusqu'à 10 000 à 15 000 par lot) ou gros (jusqu'à 30 000 à 35 000 briques par lot). La production totale varie selon les saisons : durant la saison sèche, les fours à haut rendement produisent entre un et trois lots par mois, mais durant la saison des pluies, ils ne peuvent produire qu'un seul lot par mois (Cárdenas, 2012). En moyenne, les fours peuvent produire entre 12 et 14 lots par année. En outre, ils peuvent être fixes ou temporaires, ce qui est l'une des raisons pour lesquelles il est difficile de déterminer exactement combien de fours sont en activité au cours d'une année. Les combustibles sont également variables : les artisans utilisent principalement des débris de bois et du bran de scie, mais du plastique, des pneus, du fumier, des coquilles de noix de coco, du carton, des boîtiers d'accumulateurs et de l'huile pour moteurs usagée peuvent également être brûlés dans ces fours (Stratus, 2012). Même si l'on déploie certains efforts pour mettre en place des fours à briques améliorés comme le MK2 ainsi que de meilleurs systèmes d'approvisionnement en bois et d'alimentation en air, (afin de réduire les émissions et leurs incidences sur la santé) la majeure partie de la production artisanale est effectuée dans des fours traditionnels très peu efficaces.

Un procédé typique de fabrication de briques comporte les étapes suivantes : l'extraction de l'argile, le tamisage, le mélange (avec du sel et de l'eau), le façonnage (dans des moules), le séchage (à l'extérieur, au soleil) et la cuisson (dans le four). C'est cette dernière étape qui nécessite une combustion et qui est à l'origine de la majeure partie des émissions de particules. Le four est mis en marche à découvert, alors qu'il produit des quantités considérables de fumée et de suie. Par la suite, on le couvre pour lui permettre de se stabiliser (c.-à-d. d'atteindre et de maintenir une température d'au moins 600°C pendant au moins une heure). Le réglage de la température repose sur l'expérience et les connaissances des artisans, puisque la plupart des fours sont dépourvus de systèmes de surveillance de la température. L'ensemble du procédé nécessite entre 14 et 24 heures, période pendant laquelle on alimente constamment le four en combustible pour en maintenir la température (Stratus, 2012).

Plusieurs recherches ont été effectuées concernant les répercussions des fours à briques sur la santé et sur le climat dans différentes parties du monde. Les émissions de CN dépendent surtout du combustible utilisé, mais aussi de l'efficacité du four, de la technologie appliquée, des pratiques d'exploitation, du type d'argile utilisé et de nombreux autres facteurs qui varient considérablement d'une région à l'autre.

Niveau 1

La méthode de niveau 1 consiste à estimer les émissions des fours à briques mexicains à partir de la production totale de briques dans la zone visée par l'inventaire, de la taille moyenne des lots et d'un facteur d'émission moyen par lot. Cette méthode est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = \frac{\text{Production}}{\text{Taille du lot}} \times FE_{PM_{2,5},lot} \times FS_{CN/PM_{2,5}}$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir
Production	=	production totale de briques dans la zone visée par l'inventaire (kg)
Taille du lot	=	taille moyenne du lot de briques (briques/lot)
$FE_{PM_{2,5},lot}$	=	facteur d'émission relatif aux $PM_{2,5}$ (par lot)
$FS_{CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2,5}$ en carbone noir

Niveau 2

La méthode de niveau 2 repose sur des données sur l'activité et des facteurs d'émission plus précis que celle du niveau 1. En outre, elle tient compte de l'efficacité moyenne des fours et de la consommation moyenne de bois; les émissions de CN sont estimées à partir de la production moyenne de briques et d'un

facteur d'émission unique, car on suppose que tous les fours à briques consomment uniquement du bois. La méthode de niveau 2 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = Production \times \frac{Eff_{four}}{HV_{bois}} \times FE_{CN}$$

Où :

- E_{CN} = émissions de carbone noir
- Production = production totale de briques dans la zone visée par l'inventaire (kg)
- Eff_{four} = efficacité moyenne des fours (mégajoules [MJ] par kg de briques)
- HV_{bois} = contenu thermique du bois (MJ/kg bois sec)
- FE_{CN} = facteur d'émission relatif au carbone noir (g/kg bois sec)

Niveau 3

La méthode de niveau 3 consiste à estimer les émissions pour chaque combinaison de type de combustible et de type de four. Les principaux types de combustible sont le bois et le mazout, lesquels représentent environ 80 % des combustibles utilisés dans les fours à briques. Les données sur l'activité pour la méthode de niveau 3 dépendront du type de four ou de la région. Cette méthode est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = \sum_{i,j} \left(Q_{i,j} \times \frac{Eff_{fourj}}{HV_i} \times FE_{CN,i,j} \right)$$

Où :

- E_{CN} = émissions de carbone noir
- i = type de combustible (bois ou mazout)
- j = type de technologie ou d'équipement (p. ex., fixe, campagne de prélèvement, MK2)
- $Q_{i,j}$ = quantité de briques produite (kg) dans le type de four « j » avec le type de combustible « i »
- $Eff_{four,j}$ = efficacité moyenne du four (MJ/kg briques) pour le type de four « j »
- HV_i = contenu thermique du combustible « i » (MJ/kg bois sec)
- $FE_{CN,i,j}$ = facteur d'émission relatif au carbone noir pour le type de combustible « i » et le type de four « j »

Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation

Les sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation (le cas échéant) pour les méthodes des trois niveaux aux fins de l'estimation du CN émis par les fours à briques au Mexique sont indiquées au tableau 3.2-2 ci-dessous. Pour le niveau 1, les facteurs d'émission et facteurs de spéciation précis recommandés sont fournis dans l'annexe B.

Tableau 3.2-2. Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour les fours à briques du Mexique

Paramètre	Mexique
<i>Niveau 1</i>	
Production de briques	Kato et coll., 2013
Taille moyenne des lots de briques	Cárdenas, 2012
Facteur d'émission relatif aux $PM_{2,5}$	TCEQ, 2002; CARB, 2014

Tableau 3.2-2. Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour les fours à briques du Mexique

Paramètre	Mexique
Facteur de spéciation	Christian et coll., 2010; Stratus, 2012
Niveau 2	
Production de briques	Kato et coll., 2013
Efficacité moyenne des fours	Cárdenas, 2012
Contenu thermique du bois	INECC, 2013
Facteur d'émission relatif au CN, bois	Christian et coll., 2010
Niveau 3	
Quantité de briques produite par type de four	Kato et coll., 2013 ^a
Efficacité moyenne du four par type de four	Cárdenas, 2012 ^a
Contenu thermique par type de combustible	Aucune source recensée
Facteur d'émission relatif au CN, bois ^b	Christian et coll., 2010

^a Les études actuelles contiennent uniquement des données pour l'État de Guanajuato. Il faudrait réaliser des études de même nature afin d'estimer les émissions dans le reste du pays.

^b Il y a plusieurs études en cours qui visent à quantifier les facteurs d'émission relatifs au mazout selon le type de four, mais à l'heure actuelle, on ne dispose d'aucun facteur d'émission relatif au CN pour ce qui est du mazout consommé dans les fours à briques au Mexique.

^c Des études sur la production selon le type de dosage, le degré de mécanisation ou le type d'argile pourraient également permettre d'améliorer les estimations des émissions à l'avenir.

3.3 Sources mobiles

Le secteur des sources mobiles est subdivisé en cinq grands sous-secteurs : les véhicules routiers, regroupant les voitures, camions, autobus, etc.; les équipements hors route, regroupant les équipements utilisés en construction, en agriculture et dans l'industrie; les navires (transport maritime); les avions (aviation); les locomotives. En raison de la prévalence des moteurs diesels dans ces catégories, le secteur des sources mobiles est l'un des plus importants émetteurs de CN. Des méthodes et données relatives aux inventaires des émissions des PM sont établies aux États-Unis et elles servent de base aux recommandations correspondant aux trois niveaux dans chaque sous-secteur. Des modèles informatiques mis au point aux États-Unis pour les secteurs des véhicules routiers (MOVES) et des véhicules hors route (NONROAD) fournissent un modèle pour les recommandations de niveau 3. Un avantage de l'estimation d'émissions précises du CN pour le secteur des sources mobiles est que la consommation totale de carburant fait l'objet d'un suivi dans chacun des sous-secteurs, ce qui constitue une pierre d'assise pour les recommandations de niveau 1. Les émissions de CN des sources mobiles devraient constituer la principale priorité pour les concepteurs d'inventaire et les lignes directrices présentées ci-dessous pour chaque secteur permettent l'estimation de ces émissions dans chaque pays.

3.3.1 Sources mobiles routières

Les sources mobiles routières englobent les véhicules automobiles utilisés pour le transport personnel et le transport de passagers, les services municipaux, les mouvements de marchandises et les activités commerciales. Cette catégorie comprend les sous-secteurs suivants : voitures, camions légers, camions lourds, autobus, motocyclettes. Ces véhicules utilisent un éventail varié de carburants, à savoir l'essence, le carburant diesel, le gaz naturel comprimé (GNC), le gaz de pétrole liquéfié (GPL) et des carburants à l'éthanol. Les sources mobiles routières qui contribuent le plus aux émissions de CN sont, et de loin, les véhicules à moteur diesel, principalement les camions lourds. La combustion incomplète des hydrocarbures à chaîne longue présents dans le carburant diesel produit la suie que l'on peut

régulièrement observer dans les émissions de ces véhicules. Dans le cas des camions diesel de technologie ancienne (c.-à-d. ceux qui ne sont pas pourvus de filtres à particules pour moteur diesel), le CN peut constituer la majeure partie des émissions totales de $PM_{2,5}$, selon la masse. L'ajout de ces filtres à particules aux camions de technologie récente et la modification en rattrapage des camions plus anciens pour les équiper de ces filtres constituent l'un des moyens les plus efficaces de réduire les émissions de CN.

Des inventaires détaillés des émissions de $PM_{2,5}$ sont établis de longue date au Canada, au Mexique et aux États-Unis pour les véhicules routiers. Pour la réalisation de ces inventaires, des modèles de facteurs d'émission mis au point aux États-Unis ont habituellement été adaptés au Canada et au Mexique; c'est le cas, notamment, des modèles PART5 (EPA, 1995b) et MOBILE6 (EPA, 2014a) élaborés par l'EPA. Ces modèles estiment la quantité de $PM_{2,5}$ émise par mille parcouru pour différentes catégories de véhicules à partir de données mesurées sur les émissions. En 2010, les États-Unis ont commencé à utiliser la formule du modèle MOVES (modèle de simulation des émissions), ce qui est un important fait nouveau dans l'estimation des émissions de CN pour les raisons suivantes :

- le modèle MOVES intègre une quantité considérable de nouvelles données sur les émissions de $PM_{2,5}$ des voitures, camions légers et camions lourds, qui sont plus réalistes que les estimations antérieures et qui conduisent à des estimations plus élevées des émissions totales de $PM_{2,5}$ des sources routières;
- il estime directement les émissions de carbone élémentaire (CE) grâce à une approche détaillée de spéciation qui tient compte de facteurs tels que le posttraitement (épuration en aval) du carburant diesel et le chargement des véhicules; cela produit une estimation plus précise des émissions de CN que la spéciation post-hoc, puisque le CE est un proche substitut du CN.

Le ratio CE- $PM_{2,5}$ varie considérablement selon le type de combustible et le type de véhicule (pourvu ou non d'un dispositif de posttraitement des gaz d'échappement); par conséquent, une estimation plus détaillée des émissions de CE à l'aide du modèle MOVES était justifiée. Dans le *Report to Congress on Black Carbon*, aux États-Unis, le secteur des sources mobiles routières était le seul à être fondé sur des estimations directes du CN plutôt que sur une spéciation post-hoc (EPA, 2013a).

Puisque MOVES incorpore des facteurs d'émission à jour et produit des estimations directes du carbone élémentaire, son utilisation est recommandée; l'EPA a récemment rendu publique la version MOVES2014, dont les estimations du carbone élémentaire ont été peaufinées, et cette nouvelle version est donc expressément recommandée. Il s'agit du principal moyen de favoriser l'uniformité dans les estimations des émissions de CN par les sources routières dans les trois pays d'Amérique du Nord. Dans sa conception actuelle, le modèle MOVES soutient l'établissement d'un inventaire détaillé qui serait considéré comme étant de niveau 3. Les premiers travaux d'adaptation du modèle à la situation d'autres pays ont été financés par l'EPA (le modèle adapté est connu sous le nom de MOVES International; Glover et coll., 2012), qui a conçu une approche de rajustement des taux d'émission dans le modèle pour tenir compte des différences entre les normes relatives aux émissions du pays visé et les normes des États-Unis. Bien que les données locales sur les émissions soient préférables à un rajustement de taux à partir des données des États-Unis, il est admis que la plupart des pays ne disposent pas des données détaillées nécessaires pour remplacer entièrement les taux d'émission américains dans MOVES. Les méthodes des niveaux 1 et 2 reposeraient sur l'application de facteurs d'émission de MOVES, soumis à une agrégation à l'extérieur du modèle et basés sur des passages de modèle simples, aux données sur l'activité établies pour chaque niveau.

Niveau 1

La méthode de niveau 1 est une approche globale basée sur l'utilisation du carburant, à partir d'une estimation nationale unique de la consommation durant une année civile pour chaque carburant (p. ex. essence, carburant diesel, GNC). (Le GNC concerne uniquement les autobus urbains dans MOVES et les

émissions de PM imputables au GNC sont faibles; par conséquent, le GNC serait considéré comme un type de carburant de faible priorité.) Cette méthode nécessite un calcul hors du modèle, en utilisant des taux d'émission regroupés établis à partir de passages de modèle simples dans MOVES. Les facteurs d'émission seraient ceux de MOVES, regroupés en un facteur d'émission unique pour le CN basé sur le type de carburant (c.-à-d. présumé identique au facteur d'émission pour le CE), par année civile. Au Canada et au Mexique, il faut prendre en compte les différences dans les normes relatives aux émissions des véhicules, en adoptant l'approche MOVES International de l'EPA. S'il est impossible de procéder ainsi, un passage simple national/annuel de la version américaine du modèle suffira pour produire le facteur d'émission requis, exprimé en CE par quantité totale d'énergie consommée pour chaque type de carburant. L'énergie totale consommée peut être convertie en consommation de carburant à partir de la teneur en énergie de chaque carburant dans chaque pays. Les données sur l'activité seraient la quantité totale de carburant consommé, en fonction du type de carburant seulement. Des facteurs de spéciation ne sont pas nécessaires si l'on utilise le facteur d'émission de MOVES pour le CE.

La méthode de niveau 1 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = \sum_i (Q_i \times FE_{i,CE} \times 1/En_i)$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir provenant des carburants des véhicules routiers (essence et carburant diesel)
Q_i	=	quantité du type de carburant « i »
$FE_{i,CE}$	=	facteur d'émission relatif au CE basé sur le carburant, pour le type de carburant « i » (g EC/kJ d'énergie, tiré de MOVES)
En_i	=	teneur en énergie du type de carburant « i » (kJ/gallon)

Niveau 2

Le niveau 2 est une approche basée sur le carburant qui est plus détaillée et qui repose sur des estimations de la consommation de carburant selon le type de carburant et la catégorie de véhicules (c.-à-d. voitures, camions légers, autobus, camions lourds). Cela nécessiterait un calcul hors du modèle, en utilisant des taux d'émission basés sur le carburant dérivés de passages de modèle simples dans MOVES. Les facteurs d'émission seraient ceux de MOVES, regroupés en un facteur d'émission unique basé sur le carburant pour le CN (c.-à-d. le CE), par année civile, par type de carburant et par catégorie de véhicules. Au Canada et au Mexique, il faut prendre en compte les différences dans les normes relatives aux émissions des véhicules, en adoptant l'approche MOVES International de l'EPA. S'il est impossible de procéder ainsi, un passage simple national/annuel de la version américaine du modèle suffira pour produire le facteur d'émission requis, exprimé en CE pour la quantité totale d'énergie consommée. L'énergie totale consommée peut être convertie en consommation de carburant à partir de la teneur en énergie de chaque carburant dans chaque pays. Les données sur l'activité seraient la quantité de carburant consommée par catégorie de véhicules, par type de carburant et par année civile. Des facteurs de spéciation ne sont pas nécessaires si l'on utilise le facteur d'émission de MOVES pour le CE.

La méthode de niveau 2 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = \sum_{i,j} (Q_{i,j} \times FE_{i,j,CE} \times 1/En_i)$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir provenant des carburants des véhicules routiers (essence et carburant diesel)
$Q_{i,j}$	=	quantité du type de carburant « i » pour la catégorie de véhicules « j »

$FE_{i,j,CE}$ = facteur d'émission relatif au CE basé sur le carburant, pour le type de combustible « i » et la catégorie de véhicules « j » (g EC/kJ d'énergie, tiré de MOVES)

En_i = teneur en énergie du type de carburant « i » (kJ/gallon)

Niveau 3

Le niveau 3 est une approche détaillée basée sur l'activité qui utilise le modèle MOVES adapté aux normes relatives aux émissions du pays visé, ainsi que des données propres à ce pays sur l'activité des véhicules, et ainsi de suite, de sorte que le modèle estime directement les émissions de CE. Pour le Canada et le Mexique, le modèle peut être adapté par l'introduction de données propres au pays sur les kilomètres-véhicules parcourus (KVP), les vitesses moyennes, les paramètres des carburants, l'âge des véhicules et les données météorologiques. Deux caractéristiques de MOVES, soit le *Country Data Manager* (CDM, gestionnaire de données nationales) et le *Custom Domain* (domaine personnalisé), permettent la saisie directe de ces données nationales de façon conviviale. Parmi les données nationales, celles relatives aux KVP sont les plus importantes. Si elles ne sont pas disponibles, il faut adopter une méthode de niveau inférieur. Les valeurs par défaut des États-Unis peuvent être utilisées pour les autres données d'entrée, mais ce n'est pas recommandé dans le cas des autres pays. Au Mexique, dans la mesure du possible, l'utilisation de MOVES International est recommandée pour prendre en compte les différences dans les normes relatives aux émissions des véhicules. Des facteurs de spéciation ne sont pas nécessaires si l'on utilise les données de sortie de MOVES pour le CE. Les normes relatives aux émissions sont harmonisées entre le Canada et les États-Unis, de telle sorte que les taux d'émission par défaut peuvent être appliqués dans les deux pays.

Aucune équation n'est fournie pour le niveau 3 puisque les calculs sont tous effectués à l'intérieur du modèle MOVES, à partir des données sur l'activité fournies par l'utilisateur.

Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation

Les sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation (le cas échéant) pour les méthodes des trois niveaux aux fins de l'estimation du CN émis par les sources mobiles routières en Amérique du Nord sont indiquées au tableau 3.3-1. Pour le niveau 1, les facteurs d'émission et facteurs de spéciation précis recommandés sont fournis dans l'annexe B.

Tableau 3.3-1. Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour les sources mobiles routières

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
Niveau 1			
Quantité de carburant consommée (total pour l'essence et pour le carburant diesel)	BDEEC (Statistique Canada, 2015a)	<i>Annual Energy Outlook</i> (EIA, 2015a)	<i>Petróleos Mexicanos</i> (Pemex)
Facteur d'émission (CE/énergie totale [kJ])	Même source qu'aux États-Unis; utilisation de MOVES2014 avec les données d'entrée canadiennes disponibles (population et âge des véhicules, etc.); les taux d'émission ne nécessitent pas de modification puisque les normes canadiennes et américaines sont harmonisées	Posttraitement de l'utilisation de MOVES2014 en mode national/annuel, en divisant le CE par l'énergie (séparément pour l'essence et le carburant diesel)	Même source qu'aux États-Unis; utilisation de MOVES2014 avec rajustement en fonction des différences entre les normes relatives aux émissions au Mexique et aux États-Unis, dans la mesure du possible, et utilisation de MOVES avec des données d'entrée mexicaines (population et âge des véhicules, etc.)
Teneur en énergie (kJ/gallon)	Tirée du modèle GREET (ANL, 2015) : Essence E0 : 122 481 Essence E10 : 118 287 Carburant diesel à faible teneur en soufre : 135 562		
Niveau 2			
Quantité de carburant consommée par catégorie de véhicules	Modifiée à partir des données sur le carburant du BDEEC (Statistique Canada, 2015a), si des données sur le parc sont disponibles	<i>Federal Highway Administration Highway Statistics</i> (Statistiques de la route, Administration fédérale des routes) (FHWA, 2015)	Pemex
Facteur d'émission, CE/énergie totale (kJ)	Même source qu'aux États-Unis; utilisation de MOVES2014 avec les données d'entrée canadiennes disponibles (population et âge des véhicules, etc.); les taux d'émission ne nécessitent pas de modification puisque les normes canadiennes et américaines sont harmonisées	Posttraitement de l'utilisation de MOVES2014 en mode national/annuel, en divisant le CE par l'énergie (séparément pour l'essence et les catégories de véhicules)	Même source qu'aux États-Unis; utilisation de MOVES2014 avec rajustement en fonction des différences entre les normes relatives aux émissions au Mexique et aux États-Unis, dans la mesure du possible, et passage de modèle avec des données d'entrée mexicaines (population et âge des véhicules, etc.)
Teneur en énergie (kJ/gallon)	Voir le niveau 1		

Tableau 3.3-1. Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour les sources mobiles routières

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
<i>Niveau 3</i>			
Minimum : kilomètres-véhicules parcourus (KVP) (également possibles : vitesse moyenne, distribution sur les routes, autres)	KVP : Transports Canada ^a	Valeurs nationales par défaut de MOVES2014 (aucune saisie requise)	KVP : INECC, Semarnat (c.-à-d. <i>Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y TraFserencia de Contaminantes</i> [DGGCARETC, Direction générale de la gestion de la qualité de l'air et du Registre des émissions et des transferts de contaminants])
Facteur d'émission (PM _{2,5})	Passage de modèle MOVES2014 avec les données d'entrée canadiennes disponibles (population et âge des véhicules, etc.); les taux d'émission ne nécessitent pas de modification puisque les normes canadiennes et américaines sont harmonisées	Donnée interne de MOVES	Utilisation de MOVES2014 avec rajustement en fonction des différences entre les normes relatives aux émissions au Mexique et aux États-Unis, dans la mesure du possible, et passage de modèle avec des données d'entrée mexicaines (population et âge des véhicules, etc.)

^a Pour une description complète des sources de données sur l'activité, voir l'Inventaire canadien des gaz à effet de serre (Environnement Canada, 2015b).

3.3.2 Sources mobiles hors route

Les émissions de CN provenant des sources mobiles hors route sont principalement attribuables à la combustion de carburant diesel, avec des apports moindres imputables à l'essence et à des carburants gazeux comme le GPL et le gaz naturel. Les sources hors route traitées dans la présente section sont autpropulsées ou transportables (p. ex. les équipements tenus à la main). Elles comprennent les équipements récréatifs, de construction, industriels, de jardin et pelouse (commerciaux et résidentiels), agricoles, commerciaux, d'exploitation forestière, de soutien aéroportuaire, d'exploitation minière souterraine, de soutien de l'exploitation pétrolière, nautiques récréatifs et de soutien ferroviaire. (Les méthodes d'estimation des émissions des locomotives, des navires et des aéronefs sont traitées plus loin aux sections 3.3.4 à 3.3.6). Les moteurs plus petits dans certains types d'équipement fonctionnent souvent à l'essence et sont à deux ou à quatre temps. Habituellement, les moteurs plus gros fonctionnent au carburant diesel, à cause des avantages de ce mode d'alimentation en fait de puissance de sortie et de durabilité. Chacun des deux types de moteur a ses propres caractéristiques au chapitre des émissions de PM et de CN.

La méthode de niveau 1 repose sur des caractérisations simplifiées de catégories de sources regroupées — par exemple, regroupement des sources selon le type de carburant et l'utilisation des équipements (équipements de construction et agricoles à moteur diesel, équipements de jardin et pelouse pourvus de moteurs à essence et équipements industriels tels que les chariots élévateurs, souvent propulsés par des

carburants gazeux) — destinées à être utilisées lorsque des données sur l'activité plus détaillées et différenciées selon le type d'équipement ne sont pas disponibles. Dans les méthodes de niveau 2, on suppose que les données sur l'activité et la population d'équipements peuvent être évaluées à un niveau plus détaillé, par exemple selon la technologie générale des moteurs. Les méthodes de niveau 3 sont les plus exigeantes en données, mais ce sont aussi les plus précises, utilisant des données très détaillées relatives aux équipements pour estimer les émissions selon un processus ascendant. Le caractère opportun de ces méthodes varie selon la disponibilité des sources de données pour chaque catégorie d'équipements. Par exemple, des estimations détaillées du nombre d'heures d'utilisation peuvent être disponibles pour certaines catégories d'équipements comme les équipements agricoles à moteur diesel, ce qui permettrait une évaluation de niveau 3. En revanche, l'utilisation des équipements de jardin et pelouse pourrait n'être quantifiable qu'à partir d'estimations descendantes de la consommation de carburant, ce qui conduirait à une analyse de niveau 1.

Niveau 1

La méthode de niveau 1 consiste à estimer les émissions de CN à partir de la consommation annuelle totale de carburant d'une catégorie d'utilisation d'équipements et d'un facteur d'émission par défaut propre au carburant. Les données sur l'activité pour cette méthode peuvent être à l'échelle nationale, étatique ou régionale, ou à toute autre échelle spatiale requise par l'inventaire. La méthode de niveau 1 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = \sum_i (Q_i \times FE_{i,PM_{2,5}} \times FS_{i,CN/PM_{2,5}})$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir pour une catégorie d'équipements donnée
i	=	type de carburant
Q_i	=	consommation annuelle pour chaque type de carburant « i » (p. ex. en tonnes ou en litres)
$FE_{i,PM_{2,5}}$	=	facteur d'émission relatif au type de carburant « i » (p. ex. en g/t ou g/l de carburant)
$FS_{i,CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2,5}$ en carbone noir pour le type de carburant « i »

Niveau 2

La méthode de niveau 2 prend en compte les différentes technologies de fabrication des moteurs. Les données sur l'activité pour cette méthode peuvent être à l'échelle nationale, étatique ou régionale, ou à toute autre échelle spatiale requise par l'inventaire. La méthode de niveau 2 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = \sum_{c,i,t} (Q_{c,i,t} \times FE_{c,i,t,PM_{2,5}} \times FS_{i,t,CN/PM_{2,5}})$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir
c	=	catégorie d'utilisation des équipements
i	=	type de carburant
t	=	niveau de technologie (p. ex. : avant 1981, de 1981 à 1990, de 1991 à Phase I, Phase I, Phase II, Phase IIIA)
$Q_{c,i,t}$	=	consommation de carburant (p. ex. en tonnes) pour la catégorie d'utilisation des équipements « c », le type de carburant « i » et le niveau de technologie « t »
$FE_{c,i,t,PM_{2,5}}$	=	facteur d'émission relatif aux $PM_{2,5}$ pour la catégorie d'utilisation des équipements « c », le type de carburant « i » et le niveau de technologie « t »
$FS_{i,t,CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2,5}$ en carbone noir pour le type de carburant « i » et, peut-être, le niveau de technologie « t » (si les données sont disponibles)

Niveau 3

La méthode de niveau 3 utilise des caractéristiques détaillées des équipements et des estimations détaillées de l'activité pour calculer les émissions en chevaux-vapeur-heure (HP-h) ou en kilowattheures (kWh). Cette méthode est surtout applicable aux inventaires où les données sur l'activité et sur le dénombrement des équipements sont détaillées et différenciées selon le type. La méthode de niveau 3 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = N \times HRS \times HP \times FC \times FE_i \times FS_{i,t,CN/PM_{2,5}}$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir
N	=	population de la catégorie d'équipements (nombre d'unités)
HRS	=	heures d'utilisation
HP	=	puissance nominale moyenne
FC	=	facteur de charge typique du moteur (0–1,0)
FE_i	=	facteur d'émission moyen relatif aux $PM_{2,5}$ par unité d'utilisation (p. ex. g/kWh)
$FS_{i,t,CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2,5}$ en carbone noir (pour le type de carburant « i » et, peut-être, le niveau de technologie « t » si les données sont disponibles)

Si les données sont disponibles, les calculs peuvent être ventilés davantage comme suit :

- N : le nombre de moteurs peut être subdivisé selon l'âge et la puissance
- HRS : le nombre annuel d'heures pour chaque catégorie d'équipements peut varier selon l'âge des moteurs
- HP : la puissance moyenne des moteurs peut varier selon le type d'équipement et la plage de puissance
- FE : différents facteurs de détérioration peuvent être appliqués au facteur d'émission pour tenir compte des variations liées au nombre cumulatif d'heures d'utilisation

Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation

Les sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation (le cas échéant) pour les trois niveaux aux fins de l'estimation du CN émis par les sources mobiles hors route en Amérique du Nord sont indiquées au tableau 3.3-2. Pour le niveau 1, les facteurs d'émission et facteurs de spéciation précis recommandés sont fournis dans l'annexe B.

Tableau 3.3-2. Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation pour les sources mobiles hors route

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
Niveau 1			
Données sur l'utilisation de carburant par type de carburant	BDEEC (Statistique Canada, 2015a) pour l'utilisation totale de carburant; appliquer les ratios utilisation hors route— utilisation totale, par type de carburant, établis pour les États-Unis à partir de l' <i>Annual Energy Outlook</i> (EIA, 2015a) et le modèle NONROAD2008 (EPA, 2014b)	Modèle NONROAD2008 (EPA, 2014b); <i>US Department of Agriculture, Census of Agriculture</i> (ministère de l'Agriculture, Recensement de l'agriculture) pour les équipements agricoles	Sener (ministère de l'Énergie) pour l'utilisation totale de carburant; appliquer les ratios utilisation hors route—utilisation totale, par type de carburant, établis pour les États-Unis à partir de l' <i>Annual Energy Outlook</i> (EIA, 2015a) et le modèle NONROAD2008 (EPA, 2014b)
Facteur d'émission (PM _{2,5})	Modèle NONROAD2008 (EPA, 2014b)	Modèle NONROAD2008 (EPA, 2014b)	NONROAD-Mexico
Facteur de spéciation (CE ou CN)	Base de données SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN — rapport sur la spéciation dans le modèle MOVES2014 (EPA, 2014c)		
Niveau 2			
Données sur l'utilisation de carburant selon la technologie des moteurs et la catégorie d'utilisation des équipements	BDEEC (Statistique Canada, 2015a); <i>Annual Energy Outlook</i> (EIA, 2015a); NONROAD 2008, (EPA, 2014b); enquêtes, sources du secteur privé	Modèle NONROAD2008 (EPA, 2014b)	Sener; <i>Annual Energy Outlook</i> (EIA, 2015a); NONROAD 2008, (EPA, 2014b); enquêtes, sources du secteur privé
Facteur d'émission (PM _{10/2,5})	Modèle NONROAD2008 (EPA, 2014b), rajusté en fonction des différences par rapport aux normes américaines	Modèle NONROAD2008 (EPA, 2014b)	NONROAD-Mexico
Facteur de spéciation (CE ou CN)	Base de données SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN — rapport sur la spéciation dans le modèle MOVES2014 (EPA, 2014c)		
Niveau 3			
Nombre annuel d'heures d'utilisation des moteurs selon la catégorie, la taille du moteur et la technologie	Population : bases de données commerciales sur les ventes d'équipements Activité : enquêtes NONROAD2008	Modèle NONROAD2008 (EPA, 2014b)	NONROAD-Mexico

Tableau 3.3-2. Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation pour les sources mobiles hors route

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
Facteur d'émission (PM _{10/2,5})	Modèle NONROAD2008 (EPA, 2014b), rajusté en fonction des différences par rapport aux normes américaines	Modèle NONROAD2008 (EPA, 2014b)	NONROAD-Mexico
Facteur de spéciation (CE ou CN)	Base de données SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN — rapport sur la spéciation dans le modèle MOVES2014 (EPA, 2014c)		

3.3.3 Locomotives

Les émissions de CN provenant des locomotives sont causées par la combustion de carburant diesel associée au transport ferroviaire de passagers et de marchandises. Cela comprend les trains de transport de ligne qui parcourent de grandes distances, les trains courte distance et les trains de voyageurs, de même que les locomotives de manœuvre utilisées dans les gares de triage. Les émissions de CN attribuables aux locomotives électriques ne sont pas traitées dans la présente section, car la principale source des émissions, dans leur cas, est la production de l'électricité (voir la section 3.2.1). Il est également à noter que les camionnettes de triage et les équipements de manutention du fret ferroviaire ne sont pas inclus dans la présente section, mais sont traités dans la section des sources mobiles routières (3.3.1) et la section des sources mobiles hors route (3.3.2), respectivement.

La méthode de niveau 1 est fondée sur des données regroupées concernant l'utilisation de carburant; la méthode de niveau 2 consiste à estimer les émissions liées à trois différents modes d'exploitation des locomotives (transport à grande distance, gare de triage et trains de voyageurs); la méthode de niveau 3 est basée sur des données d'essai détaillées propres à des modèles de locomotives.

Niveau 1

La méthode de niveau 1 estime les émissions de CN à partir de la consommation annuelle totale de carburant et d'un facteur d'émission par défaut pour les locomotives. Les données sur l'activité pour cette méthode peuvent être à l'échelle nationale, étatique ou régionale, ou à toute autre échelle spatiale requise par l'inventaire. La méthode de niveau 1 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = Q \times FE_{PM_{2,5}} \times FS_{CN/PM_{2,5}}$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir
Q	=	quantité de carburant pour locomotives consommée
$FE_{PM_{2,5}}$	=	facteur d'émission relatif aux PM _{2,5} pour le carburant pour locomotives
$FS_{CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les PM _{2,5} en CN pour les locomotives

Niveau 2

La méthode de niveau 2 prend en compte différents types de locomotives. Les données sur l'activité pour cette méthode peuvent être à l'échelle nationale, étatique ou régionale, ou à toute autre échelle spatiale requise par l'inventaire. Pour pouvoir utiliser cette approche, il pourrait être nécessaire de travailler avec

les compagnies de chemin de fer et les associations commerciales du secteur afin d'obtenir les données sur l'activité requises. La méthode de niveau 2 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = \sum_i (Q_i \times FE_{i,PM_{2,5}}) \times FS_{CN/PM_{2,5}}$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir
i	=	mode d'exploitation (transport à grande distance, gare de triage, trains de voyageurs)
Q_i	=	quantité de carburant pour locomotives consommée pour le mode d'exploitation « i »
$FE_{i,PM_{2,5}}$	=	facteur d'émission relatif aux $PM_{2,5}$ pour le mode d'exploitation « i »
$FS_{CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2,5}$ en CN pour les locomotives

Niveau 3

La méthode de niveau 3 repose sur les caractéristiques détaillées des locomotives (combinaison de marque de locomotive et de moteur, p. ex. : locomotive GE ES40DC pourvue d'un moteur GEVO-12) et de l'activité; elle est principalement applicable aux inventaires locaux lorsqu'on dispose de données détaillées sur les mouvements des trains. Afin d'obtenir les données détaillées sur l'activité et les données d'essai des moteurs requises pour pouvoir appliquer cette approche, il sera nécessaire de travailler avec les compagnies de chemin de fer et les fabricants de moteurs. La méthode de niveau 3 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = \sum_c (H_c \times FE_{c,PM_{2,5}}) \times FS_{CN/PM_{2,5}}$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir
c	=	combinaison marque de locomotive/type de moteur
H_c	=	heures de fonctionnement pour la combinaison marque de locomotive/type de moteur « c »
$FE_{c,PM_{2,5}}$	=	facteur d'émission relatif aux $PM_{2,5}$ pour la combinaison marque de locomotive/type de moteur « c ». Si les données détaillées sont disponibles, les facteurs d'émission devraient être pondérés en fonction des différents réglages de puissance du moteur (les « crans de marche ») d'après la quantité de temps généralement passée à chaque réglage. Cela permettrait d'obtenir un facteur d'émission regroupé qu'il serait possible d'appliquer au nombre total d'heures de fonctionnement.
$FS_{CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2,5}$ en carbone noir pour les locomotives

Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation

Les sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation (le cas échéant) pour les trois niveaux aux fins de l'estimation du CN émis par les locomotives en Amérique du Nord sont indiquées au tableau 3.3-3. Pour le niveau 1, les facteurs d'émission et facteurs de spéciation précis recommandés sont fournis dans l'annexe B.

Tableau 3.3-3. Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation pour les locomotives

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
Niveau 1			
Données sur l'utilisation de carburant	BDEEC (Statistique Canada, 2015a)	<i>Energy Information Administration</i> (Administration de l'information énergétique) (EIA, 2015b)	Pemex
Facteur d'émission (PM _{2,5})	Étude de l'EPA sur les facteurs d'émission pour les locomotives (EPA, 2009b)		
Facteur de spéciation (CE ou CN)	Modèle MOVES (EPA, 2014a)		
Niveau 2			
Utilisation de carburant par type de locomotive	Exploitants ferroviaires; Association des chemins de fer du Canada	Exploitants ferroviaires; <i>Association of American Railroads</i> (Association des compagnies de chemin de fer des États-Unis); <i>American Short Line and Regional Railroad Association</i> (Association américaine des exploitants de chemin de fer régionaux et courte distance); données R-1 de l' <i>US Surface Transportation Board</i> (Commission américaine des transports de surface) (STB, 2015)	Exploitants ferroviaires; <i>Secretaría de Comunicaciones y Transportes</i> (SCT, ministère des Communications et des Transports)
Facteur d'émission (PM _{2,5})	Étude de l'EPA sur les facteurs d'émission pour les locomotives (EPA, 2009b)		
Facteur de spéciation (CE ou CN)	Modèle MOVES (EPA, 2014a)		
Niveau 3			
Données sur l'activité propres aux locomotives	Exploitants ferroviaires		
Facteur d'émission (PM _{2,5})	Fabricants de locomotives; valeurs repères de l'EPA (annexe 6-6, EPA, 1992)		
Facteur de spéciation (CE ou CN)	Modèle MOVES (EPA, 2014a)		

3.3.4 Navires

Les émissions de CN provenant des bâtiments de mer commerciaux sont attribuables à la combustion de carburant diesel ou de mélanges de carburants résiduels associée au transport de fret maritime et à la fourniture de services en mer tels que la pêche, le soutien de l'exploitation pétrolière et gazière extracôtière, la recherche et les opérations militaires. Cela comprend les grands navires qui parcourent les eaux internationales, de même que les plus petits navires utilisés pour les activités nationales le long des côtes et dans les voies navigables intérieures.

La présente section n'englobe pas les émissions liées à l'alimentation en énergie des navires à quai, car la principale source d'émission, dans ce cas, est la production d'électricité (voir la section 3.2.1). Il est également à noter que les émissions des camions de factage et de l'équipement de manutention des

cargaisons à quai ne sont pas incluses dans la présente section, mais sont traitées dans la section sur les sources mobiles routières (3.3.1) et la section sur les sources mobiles hors route (3.3.2), respectivement.

La méthode de niveau 1 est fondée sur les données regroupées d'utilisation de carburant; la méthode de niveau 2 est basée sur l'activité, en kilowattheures (kWh), par type de navire; l'approche de niveau 3 repose également sur les kWh, mais elle est basée sur des données propres aux navires qui permettent d'en quantifier la puissance, ce qui fournit une estimation plus précise des émissions comparativement aux deux autres niveaux. Il est à noter qu'une combinaison des niveaux pourrait être la solution la plus appropriée pour certains inventaires (p. ex. il serait possible d'obtenir les données sur les grands navires par le truchement du Système d'identification automatique [SIA], ce qui permettrait l'application d'une méthode de niveau 3, mais il faudrait appliquer une méthode de niveau 1, reposant sur l'utilisation de carburant, pour ce qui est des plus petits navires).

Niveau 1

La méthode de niveau 1 consiste à estimer les émissions de CN à partir de la consommation annuelle totale de carburant et d'un facteur d'émission par défaut applicable aux bâtiments de mer. Afin d'obtenir les données appropriées sur la consommation de carburant, il pourrait être nécessaire de communiquer avec les organismes du pays chargés de l'énergie qui font le suivi de la consommation de carburant marin. La méthode de niveau 1 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = \sum_i (Q_i \times FE_{i,PM_{2,5}} \times FS_{i,CN/PM_{2,5}})$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir provenant de la combustion totale de carburant marin
i	=	type de carburant (c.-à-d. diesel ou mélange de carburants résiduels)
Q_i	=	quantité de carburant marin utilisée pour le type de carburant « i »
$FE_{i,PM_{2,5}}$	=	facteur d'émission relatif aux $PM_{2,5}$ pour le type de carburant « i »
$FS_{i,CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2,5}$ en carbone noir pour le type de carburant « i »

Niveau 2

La méthode de niveau 2 nécessite des données sur l'activité sous forme de nombre annuel d'heures de fonctionnement par type de bâtiment de mer et par mode d'exploitation. Les données sur l'activité pour cette méthode peuvent être à l'échelle nationale, étatique ou régionale, ou à toute autre échelle spatiale requise par l'inventaire. Afin d'obtenir les données appropriées sur l'activité des navires, il pourrait être nécessaire de communiquer avec les organismes du pays chargés du transport qui font le suivi des mouvements des navires. La méthode de niveau 2 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = \sum_{i,j,k} (H_{i,j,k} \times VP_i \times FC_j \times FE_{k,PM_{2,5}} \times FS_{k,CN/PM_{2,5}})$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir
$H_{i,j,k}$	=	heures de fonctionnement pour le type de navire « i » exploité en mode « j » avec le type de carburant « k »
i	=	type de bâtiment de mer (p. ex. navire de pêche, traversier, porte-conteneurs, navire-citerne)
j	=	mode d'exploitation du bâtiment (c.-à-d. régime de croisière, vitesse réduite, manœuvre, escale)

k	=	type de carburant marin (diesel ou mélange de carburants résiduels)
VP _i	=	puissance de navire pour un navire de type « i »
FC _j	=	facteurs de charge typiques pour le mode d'exploitation « j »
FE _{k,PM_{2.5}}	=	facteur d'émission relatif aux PM _{2.5} pour le type de carburant « k »
FS _{k,CN/PM_{2.5}}	=	facteur de spéciation pour convertir les PM _{2.5} en carbone noir pour le type de carburant « k »

Niveau 3

La méthode de niveau 3 repose sur des caractéristiques de navire et des données sur l'activité détaillées pour des navires individuels exploités dans la région visée par l'inventaire. Afin d'obtenir les données appropriées sur l'activité des navires, il pourrait être nécessaire de communiquer avec les organismes chargés des transports ou les ports qui suivent les mouvements des navires, ou d'utiliser des données de suivi par satellite (p. ex. données SIA) concernant les mouvements individuels des navires. La méthode de niveau 3 utilise la même équation que celle du niveau 2, mais les données sur l'activité et les facteurs d'émission sont basés sur les modes d'exploitation propres à chaque navire.

Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation

Les sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour les trois niveaux aux fins de l'estimation du CN émis par les navires en Amérique du Nord sont indiquées au tableau 3.3-4. Pour le niveau 1, les facteurs d'émission et facteurs de spéciation précis recommandés sont fournis dans l'annexe B.

Tableau 3.3-4. Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation pour les navires

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
Niveau 1			
Données sur l'utilisation de carburant	BDEEC (Statistique Canada, 2015a)	<i>Energy Information Administration</i> (EIA, 2015b)	Pemex
Facteur d'émission (PM _{2.5})	EPA, <i>Regulatory Impact Analysis</i> (catég. 1 et 2, EPA, 2007; catég. 3, EPA, 2009c) et OMI, <i>Reduction of GHG Emission From Ships</i> (OMI, 2014)		
Facteur de spéciation (CE ou CN)	EPA, <i>Report to Congress on Black Carbon</i> (EPA, 2013a, p. 276 à 278)		
Niveau 2			
Activité (kWh) par type de navire	<i>Enquête sur le cabotage</i> (« Rapport sur la navigation en eau intérieure », S.1, et « Rapport sur les activités maritimes – exploitants de remorqueurs et de traversiers », S.4) (Statistique Canada, 2012)	Données sur l'entrée et le dédouanement : <i>US Army Corps of Engineers</i> (Corps d'ingénieurs de l'Armée américaine), <i>Entrance and Clearance Data</i> (USACE, 2015a) et <i>Waterborne Commerce Statistics Center</i> (USACE, 2015b)	<ul style="list-style-type: none"> • SCT • données sur l'entrée et le dédouanement : <i>Secretaría de Marina</i> (ministère de la Marine)
Facteur d'émission (PM _{2.5})	EPA, <i>Regulatory Impact Analysis</i> (catég. 1 et 2, EPA, 2007; catég. 3, EPA, 2009c) et OMI, <i>Reduction of GHG Emission From Ships</i> (OMI, 2014)		
Facteur de spéciation (CE ou CN)	EPA, <i>Report to Congress on Black Carbon</i> (EPA, 2013a, p. 276 à 278)		
Niveau 3			

Tableau 3.3-4. Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation pour les navires

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
Activité propre à chaque navire	Données fournies par les ports; Transports Canada; données SIA de la Garde côtière canadienne (GCC, 2015)	Données sur l'entrée et le dédouanement : <i>US Army Corps of Engineers</i> (Corps d'ingénieurs de l'Armée américaine), <i>Entrance and Clearance Data</i> (USACE, 2015a), et données SIA de l' <i>US Coast Guard</i> (Garde côtière américaine)	Données sur l'entrée et le dédouanement : <i>Secretaría de Marina</i> (ministère de la Marine) et données SIA transmises par des fournisseurs
Caractéristiques du navire	<i>IHS Registry of Ships</i> (IHS, 2015)		
Facteur d'émission (PM _{2,5})	EPA, <i>Regulatory Impact Analysis</i> (catég. 1 et 2, EPA, 2007; catég. 3, EPA, 2009c) et OMI, <i>Reduction of GHG Emission From Ships</i> (OMI, 2014)		
Facteur de spéciation (CE ou CN)	EPA, <i>Report to Congress on Black Carbon</i> (EPA, 2013a, p. 276 à 278)		

3.3.5 Aéronefs

Les émissions de CN provenant des aéronefs sont imputables à la combustion d'essence d'aviation et de carburéacteur associée au transport de passagers et de marchandises ainsi qu'à d'autres activités aériennes telles que la surveillance de la circulation, la lutte contre les incendies et les opérations militaires. Ces activités sont accomplies par deux types d'aéronefs : les petits aéronefs à voilure fixe (avions) et hélicoptères à moteurs à pistons, qui sont alimentés en essence d'aviation; les hélicoptères et avions de moyenne ou grande taille pourvus de turbopropulseurs, turboréacteurs ou moteurs à réaction, qui sont alimentés en carburéacteur.

L'approche de niveau 1 est fondée sur des données regroupées sur l'utilisation de carburant; l'approche de niveau 2 utilise des estimations à l'échelle aéroportuaire selon le type général d'aéronef (p. ex. commercial, taxi aérien, d'aviation générale et militaire); l'approche de niveau 3 requiert des renseignements détaillés sur les mouvements des aéronefs pour des combinaisons précises de modèle d'aéronef et de moteur, sur des routes aériennes précises. Il pourrait être nécessaire d'adopter une approche à niveaux multiples pour dresser un inventaire pertinent et complet. Par exemple, des données détaillées peuvent être disponibles pour les grands transporteurs aériens commerciaux qui utilisent les aéroports internationaux, alors que seul un dénombrement des atterrissages et décollages par type d'aéronef peut être disponible dans les aéroports municipaux régionaux, ce qui nécessiterait l'adoption d'une approche hybride faisant appel à des méthodes des niveaux 2 et 3.

Il est à noter que les véhicules aéroportuaires et les équipements de soutien au sol sont traités à la section 3.3.1 (sources mobiles routières) et à la section 3.3.2 (sources mobiles hors route), respectivement. Afin d'estimer les émissions des autres sources fixes présentes dans les aéroports telles que les chaudières, les groupes électrogènes et les incinérateurs, il est recommandé d'utiliser les méthodes de la section 3.2. Les émissions attribuables aux fusées ne sont pas incluses dans les présentes lignes directrices.

Niveau 1

La méthode de niveau 1 consiste à estimer les émissions de CN à partir de la consommation annuelle totale de carburant et d'un facteur d'émission par défaut pour l'aviation. Afin d'obtenir les données appropriées sur l'utilisation de carburant, il pourrait être nécessaire de communiquer avec les organismes

du pays chargés de l'énergie qui font le suivi de la consommation de carburant par les aéronefs. La méthode de niveau 1 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = \sum_i (Q_i \times FE_{i,PM_{2,5}} \times FS_{i,CN/PM_{2,5}})$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir imputable à la combustion totale de carburant aviation
i	=	type de carburant (c.-à-d. essence d'aviation ou carburéacteur). Il est à noter que les moteurs à pistons associés aux plus petits avions et hélicoptères sont alimentés en essence d'aviation, tandis que les grands hélicoptères et avions pourvus de turbopropulseurs, turboréacteurs ou moteurs à réaction fonctionnent au carburéacteur
Q_i	=	quantité de carburant utilisée pour le type de carburant « i »
$FE_{i,PM_{2,5}}$	=	facteur d'émission relatif aux $PM_{2,5}$ pour le type de carburant « i »
$FS_{i,CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2,5}$ en carbone noir pour le type de carburant « i »

Niveau 2

La méthode de niveau 2 nécessite des données sur l'activité sous forme de cycles annuels d'atterrissage et de décollage dans les aéroports (ADA) en fonction du type général d'aéronef (transporteurs aériens commerciaux, taxis aériens, avions d'aviation générale et opérations militaires). Dans le cadre de cette approche, il est nécessaire de communiquer avec les organismes chargés des transports qui surveillent les mouvements des aéronefs. Pour pouvoir inclure les émissions de CN imputables au régime de croisière, il faut appliquer la méthode de niveau 1 basée sur l'utilisation totale de carburant; la différence entre les estimations du niveau 1 et du niveau 2 constitue une approximation générale des émissions en régime de croisière. La méthode de niveau 2 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = \sum_{i,j} (ADA_{i,j} \times FE_{i,j,PM_{2,5}} \times FS_{i,j,CN/PM_{2,5}})$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir
$ADA_{i,j}$	=	activité annuelle en matière d'atterrissages et de décollages dans les aéroports pour le type d'aéronef « i », utilisant le type de carburant « j »
i	=	type d'aéronef (c.-à-d. transporteur aérien commercial, taxi aérien, aéronef d'aviation générale, aéronef militaire)
j	=	type de carburant (c.-à-d. essence d'aviation ou carburéacteur)
$FE_{i,j,PM_{2,5}}$	=	facteur d'émission relatif aux $PM_{2,5}$ pour le type d'aéronef « i » et le type de carburant « j »
$FS_{i,j,CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2,5}$ en carbone noir pour le type de carburant « j »

Niveau 3

Dans les cas où des données détaillées sur les aéronefs sont disponibles, il serait recommandé d'adopter une approche de niveau 3, supposant l'utilisation du modèle le plus récent d'estimation des émissions de la *Federal Aviation Administration* (FAA, Administration fédérale de l'aviation des États-Unis), soit l'*Aviation Environmental Design Tool* (AEDT, Outil de conception environnementale pour l'aviation)

(FAA, 2015a). Environnement Canada a développé son propre modèle maison, appelé AGEM², utilisé tant pour le Rapport d'inventaire national que pour l'Inventaire des émissions de polluants atmosphériques (IEPA). Ces modèles peuvent être utilisés pour estimer les émissions à l'échelon aéroportuaire pour des cycles ADA d'aéronefs individuels. Il est à noter que la nouvelle version du modèle AEDT ne comprend pas de composante permettant d'estimer les émissions en régime de croisière. On prévoit qu'une version future du modèle AEDT pourra inclure le *System for Assessing Aviation's Global Emissions* (SAGE, Système d'évaluation des émissions globales de l'aviation) de la FAA (FAA, 2015b). Jusqu'à ce que les deux modèles soient intégrés, il sera nécessaire d'effectuer les passages séparément. Les données requises pour les passages des modèles pourraient être disponibles auprès d'organismes ou d'aéroports qui surveillent la circulation aérienne. À défaut de cela, il pourrait être nécessaire de communiquer directement avec les compagnies aériennes pour obtenir des données détaillées sur leur flotte et leur niveau d'activité.

Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation

Les sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour les trois niveaux aux fins de l'estimation du CN émis par les aéronefs en Amérique du Nord sont indiquées au tableau 3.3-5. Pour le niveau 1, les facteurs d'émission et facteurs de spéciation précis recommandés sont fournis dans l'annexe B.

Tableau 3.3-5. Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation pour les aéronefs

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
<i>Niveau 1</i>			
Utilisation globale de carburant	BDEEC (Statistique Canada, 2015a)	<i>Department of Transportation/Bureau of Transportation Statistics</i> (ministère des Transports, Bureau des statistiques sur le transport) (BTS, 2015a)	Pemex
Facteur d'émission (PM _{2,5})	Inventaire des émissions de polluants atmosphériques (IEPA) (Environnement Canada, 2014)	<i>US National Emissions Inventory</i> (EPA, 2013a)	
Facteur de spéciation (CN)	EPA, <i>Report to Congress on Black Carbon</i> (EPA, 2013a, p. 278 et 279)		
<i>Niveau 2</i>			
Données sur les atterrissages et les décollages dans les aéroports, par type d'aéronef	<i>Statistiques relatives aux mouvements d'aéronefs</i> (Transports Canada, 2015)	FAA, <i>Terminal Area Forecast</i> (FAA, 2015c)	SCT
Facteur d'émission (PM _{2,5})	IEPA (Environnement Canada, 2014)	<i>US National Emissions Inventory</i> (EPA, 2011a)	
Facteur de spéciation (CN)	EPA, <i>Report to Congress on Black Carbon</i> (EPA, 2013a, p. 278 et 279)		

² *Aviation Greenhouse Gas Emission Model* (AGEM, modèle des émissions de gaz à effet de serre par l'aviation), <http://www.ledevoir.com/documents/pdf/bilan_ONU.pdf>.

Tableau 3.3-5. Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation pour les aéronefs

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
<i>Niveau 3</i>			
Données sur l'activité propres à un aéronef	NAV Canada	Compagnies aériennes ou aéroports; <i>Department of Transportation/Bureau of Transportation Statistics</i> , données T-100 (BTS, 2015b)	Compagnies aériennes ou aéroports
Facteur d'émission (PM _{2,5})	<i>Aviation Environmental Design Tool (AEDT)</i> (FAA, 2015a); <i>System for Assessing Aviation's Global Emissions (SAGE)</i> (FAA, 2015b)		
Utilisation de carburant en régime de croisière	Pour les aéronefs non inclus dans le SAGE, il pourrait être nécessaire de faire appel à la <i>Base of Aircraft Data (BADA)</i> , Base de données sur les aéronefs) d'Eurocontrol ou aux données des fabricants d'aéronefs		
Facteur de spéciation (CN)	EPA, <i>Report to Congress on Black Carbon</i> (EPA, 2013a, p. 278 et 279)		

3.4 Combustion résidentielle

La combustion résidentielle englobe toutes les activités de combustion qui ont lieu à l'intérieur ou à proximité des habitations et qui servent à la cuisson, au chauffage ou à d'autres fins domestiques. Les combustibles qui sont consommés dans un contexte résidentiel comprennent le pétrole, le charbon, le GPL, le kérosène, le gaz naturel et le bois. Les appareils ou dispositifs typiques qui sont utilisés à ces fins comprennent les suivants : chaudières à faible capacité; chaudières à air chaud; fourneaux de cuisine; foyers; poêles encastrables; poêles à bois; poêles à granulés. Les poêles à bois peuvent être subdivisés en fonction du type de technologie, par exemple : poêles classiques, certifiés, de technologie avancée, à haut rendement énergétique.

Au Mexique seulement, on estime qu'entre 22 et 25 millions d'habitants utilisent du bois pour le chauffage ou la cuisson, principalement dans les régions rurales des États de Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz et Yucatán. Des estimations récentes montrent que le bois de chauffage représentait 34 % de la consommation énergétique résidentielle du pays en 2009, et cette proportion est demeurée relativement constante depuis. Même si l'adoption de fourneaux de cuisine moins polluants et plus efficaces s'accroît lentement, les feux à l'air libre, moins efficaces, restent prédominants (GIRA, 2012). Selon des études récentes, il est particulièrement difficile de trouver de l'information sur le bois de chauffage au Mexique parce que la majeure partie de ce bois est acquise et utilisée hors du marché officiel. En outre, il y a une variabilité considérable de l'utilisation dans différentes régions du pays (la diversité de la végétation, qui détermine la disponibilité du bois de chauffage, change selon l'emplacement géographique et les conditions météorologiques) et de plus en plus de ménages ruraux utilisent une combinaison de combustibles, c'est-à-dire le GPL et le bois, à mesure que le GPL devient disponible dans un plus grand nombre de régions. De surcroît, il est actuellement impossible de différencier les modes d'utilisation des combustibles (c.-à-d. l'utilisation pour le chauffage ou la cuisson) (GIRA, 2012, p. 10). Toutefois, il existe une documentation de plus en plus abondante sur les facteurs d'émission, particulièrement en ce qui concerne l'estimation des avantages pour le climat et pour la santé de l'introduction de fourneaux de cuisine efficaces dans les ménages ruraux, où la cuisson et le chauffage traditionnels à l'air libre prédominent. De plus, les données sur l'activité (c.-à-d. le nombre et le type d'appareils ou de dispositifs utilisés pour la cuisson) s'améliorent avec le temps, particulièrement dans les régions où les politiques publiques sont axées sur le remplacement de la cuisson sur les feux à l'air libre par l'utilisation de fourneaux de cuisine fermés et

plus efficaces. Les études réalisées ont produit des données sur les facteurs d'émission et sur l'activité qui sont appropriées pour l'estimation des émissions de CN.

Niveau 1

Une méthode de niveau 1 estime les émissions de CN à partir des données nationales sur la consommation de combustible pour tous les types de combustibles. Cette méthode est basée sur l'équation suivante, c'est-à-dire la même que celle utilisée pour les sources du secteur énergétique et industriel :

$$E_{CN} = \sum_i (Q_i \times FE_{i,PM_{2,5}} \times FS_{i,CN/PM_{2,5}})$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir par la combustion de combustible (somme des émissions pour tous les combustibles)
i	=	type de combustible
Q_i	=	quantité du type de combustible « i »
$FE_{i,PM_{2,5}}$	=	facteur d'émission relatif aux $PM_{2,5}$ pour le type de combustible « i »
$FS_{i,CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2,5}$ en CN pour le type de combustible « i »

Niveau 2

Une méthode de niveau 2 différencie les facteurs d'émission en fonction du type de dispositif (ou de technologie) et du type de combustible. Les données sur l'activité pour cette méthode peuvent être à l'échelle nationale, étatique ou régionale, ou à toute autre échelle spatiale requise par l'inventaire. La méthode de niveau 2 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = \sum_{i,j} (Q_{i,j} \times FE_{i,j,PM_{2,5}}) \times FS_{CN/PM_{2,5}}$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir
i	=	type de combustible
j	=	type de dispositif/technologie
$Q_{i,j}$	=	quantité du type de combustible « i » utilisée dans le type de dispositif/technologie « j »
$FE_{i,j,PM_{2,5}}$	=	facteur d'émission relatif aux $PM_{2,5}$ pour le type de combustible « i » et le type de dispositif/technologie « j »
$FS_{CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2,5}$ en CN

Dans le cas de la consommation de bois par les sources résidentielles aux États-Unis, la méthode de niveau 2 peut être utilisée pour estimer la quantité de bois brûlée et les émissions au moyen de l'outil *Residential Wood Combustion (RWC) Emission Estimation Tool* (outil d'estimation des émissions attribuables à la combustion de bois dans les habitations) (EPA, 2013b). Cet outil fournit des profils des appareils (c.-à-d. la proportion des domiciles dans un comté qui utilisent chaque type de dispositif) et des taux de combustion (c.-à-d. la quantité annuelle de bois consommée dans chaque dispositif). Puisque cet outil est basé sur des données tirées d'enquêtes pour l'établissement des profils des appareils et des taux de combustion à l'échelon des comtés, il permet uniquement d'estimer les émissions imputables à la combustion de bois dans les habitations aux États-Unis. Afin de pouvoir appliquer l'approche de niveau 2 à d'autres combustibles, il faudrait disposer de sources de données locales pour déterminer la quantité de combustible consommée dans des types d'appareils précis, ce qui est susceptible de ne pas être réalisable dans le cadre de nombreux travaux d'inventaire.

Au Mexique, la méthode de niveau 2 peut être utilisée pour estimer les émissions provenant du chauffage et de la cuisine dans les sources résidentielles, à partir des données à l'échelle des ménages, soit pour le bois uniquement, soit pour la combinaison de bois et de GPL.

Niveau 3

L'approche la plus réalisable pour l'estimation des émissions attribuables à la combustion dans les sources résidentielles est basée sur des données portant sur une vaste superficie, par exemple une ville, un comté ou une municipalité, un État, une province ou un pays. En conséquence, les méthodes de niveau 1 ou de niveau 2 sont les plus appropriées pour ce secteur. Aucune approche de niveau 3 n'a été établie à l'heure actuelle.

Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation

Les sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation (le cas échéant) pour les méthodes de niveau 1 et de niveau 2 aux fins de l'estimation du CN émis par la combustion des sources résidentielles sont indiquées au tableau 3.4-1. Pour le niveau 1, les facteurs d'émission et facteurs de spéciation précis recommandés sont fournis dans l'annexe B.

Tableau 3.4-1. Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation pour la combustion résidentielle

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
<i>Niveau 1</i>			
Quantité de combustible	BDEEC (Statistique Canada, 2015a)	<i>Annual Energy Outlook</i> (EIA, 2015a)	GIRA, 2012
Facteur d'émission	WebFIRE (EPA, 2015b); NEI de 2011 (EPA, 2013b); CARB, 2014	PM _{2,5} : WebFIRE (EPA, 2015b); NEI de 2011 (EPA, 2013b); CARB, 2014	CN émis par les feux de cuisson et fourneaux de cuisine : Christian et. coll., 2010
Facteur de spéciation (CE ou CN)	SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN	SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN	Sans objet

Tableau 3.4-1. Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation pour la combustion résidentielle

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
	<i>Niveau 2</i>		
Quantité de combustible (par technologie ou dispositif)	<ul style="list-style-type: none"> • BDEEC (Statistique Canada, 2015a) • Informations provenant des fournisseurs de combustible et des compagnies individuelles • Études sur les économies d'énergie ou sur l'atténuation des changements climatiques pour les secteurs pertinents • Enquêtes sur les secteurs résidentiel, commercial/institutionnel et agricole • Modélisation de la demande d'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pour le bois</i> : EPA, <i>RWC Emission Estimation Tool</i> (EPA, 2013b) • Pour les autres combustibles : <ul style="list-style-type: none"> ○ Informations provenant des fournisseurs de combustible et des compagnies individuelles ○ Études sur les économies d'énergie ou sur l'atténuation des changements climatiques pour les secteurs pertinents ○ Enquêtes sur les secteurs résidentiel, commercial/institutionnel et agricole ○ Modélisation de la demande d'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre total de ménages; % du nombre total de ménages utilisant du bois : INEGI • Pourcentage respectif des ménages utilisant uniquement du bois et utilisant d'autres combustibles (échelon des municipalités) : GIRA, 2012 • Nombre moyen d'occupants par ménage (moyenne nationale) : GIRA, 2012 • Nombre moyen d'occupants par ménage : Conapo • Consommation de bois par habitant, selon le type de bois, par région macroécologique (échelon des municipalités) : GIRA, 2012 • Consommation de combustible et efficacité du combustible, selon le type de technologie
Facteur d'émission (PM _{2,5}) (par combustible et dispositif)	PM _{2,5} : EMEP/AEE, 2013 (chapitre 1.A.4)	PM _{2,5} pour le bois : <i>RWC Emission Estimation Tool</i> (EPA, 2013b)	CN pour les feux de cuisson et les fourneaux de cuisine : Christian et coll., 2010
Facteur de spéciation (CE ou CN) (par combustible et dispositif)	SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN	SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN	Zhang, 2012; SPECIATE (EPA, 2011b); dans SPECIATE, utiliser le facteur du CE pour le CN

3.5 Autres sources

Le secteur des autres sources inclut diverses sources de combustion qui ne font pas partie des autres secteurs décrits dans les présentes lignes directrices. Il comprend actuellement les sources suivantes : cuisson au gril/cuisson commerciale; crémation humaine; incendies de structures et de véhicules; brûlage de déchets solides municipaux (DSM) à l'air libre.

Les sources additionnelles que nous avons entrepris d'examiner dans le cadre du secteur des autres sources comprenaient la poussière des routes revêtues et non revêtues ainsi que les sols industriels et les sols des fermes laitières. Au cours de la phase de l'examen documentaire, aucune étude n'a été relevée concernant la catégorie des sols industriels et des sols des fermes laitières. Des méthodes d'estimation des particules sont disponibles pour la poussière des routes revêtues et non revêtues dans la compilation de

facteurs d'émission AP-42 (EPA, 1995a). Les émissions de CN provenant de la poussière des routes revêtues et non revêtues sont principalement imputables aux véhicules automobiles et elles sont visées dans le secteur des sources mobiles. En outre, étant donné l'incertitude associée aux méthodes d'estimation de cette poussière et son apport relativement faible aux émissions de CN, aucune méthode n'a été incluse dans les présentes lignes directrices à cet égard.

3.5.1 Cuisson au grill (cuisson commerciale)

La combustion incomplète durant la cuisson au grill engendre des émissions de CN et de PM_{2,5}. Les installations commerciales de cuisson au grill sont une source considérable d'émissions de PM₁₀ et PM_{2,5} dans l'ensemble des inventaires touchant les sources non ponctuelles. L'ampleur des émissions de PM dépend grandement du type d'équipement de cuisson et de la viande cuite. Les équipements de cuisson dans lesquels la source de chaleur est située sous la grille sont une importante source d'émissions de PM comparativement aux équipements des autres types. Ces grills possèdent trois composantes principales : la source de chaleur, une surface à chaleur rayonnante à température élevée et une grille à fentes. La grille soutient la viande et l'expose à la surface à chaleur rayonnante située au-dessous. Lorsque de la graisse de viande tombe sur cette surface, des PM sont émises. Le type de combustible le plus couramment utilisé pour les grills de cuisson à source de chaleur sous la grille est le gaz naturel; cependant, d'autres types de combustible (c.-à-d. combustibles solides) sont parfois utilisés. Cette catégorie, qui englobe les grilloirs, les rôtissoires, les grilloirs à flamme et les barbecues à feu direct, contribue à la majorité des émissions du secteur de la cuisson commerciale.

Niveau 1

La méthode de niveau 1 pour l'estimation des émissions imputables à la cuisson au grill est basée sur le type d'équipement utilisé. Elle est fondée sur des facteurs d'émission par habitant et sur la population de la région visée par l'inventaire. Les facteurs d'émission par habitant dépendent du type d'équipement utilisé pour les activités de cuisson au grill/cuisson commerciale (c.-à-d. grill à convoyeur, à source de chaleur sous la grille, à plaque chauffante plate, à double face, bain de friture). Les données sur l'activité pour cette méthode peuvent être à l'échelle nationale, étatique, régionale ou à toute autre échelle spatiale requise par l'inventaire. La méthode de niveau 1 pour cette catégorie de sources est indépendante de la consommation de combustible et du type de combustible. Elle est basée sur l'équation suivante, pour chaque type d'équipement de cuisson :

$$E_{CN} = \sum_j (POP_j \times FE_{j,PM_{2,5}}) \times FS_{CN/PM_{2,5}}$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir
j	=	type d'équipement (c.-à-d. grill à convoyeur, à source de chaleur sous la grille, à plaque chauffante plate, à double face, bain de friture)
POP	=	population de dispositifs du type d'équipement « j » dans la région visée par l'inventaire
$FE_{j,PM_{2,5}}$	=	facteur d'émission relatif aux PM _{2,5} , par habitant, pour le type d'équipement « j »
$FS_{CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les PM _{2,5} en carbone noir

Niveaux 2 et 3

L'approche la plus réalisable pour l'estimation des émissions attribuables à la cuisson au grill est basée sur des données portant sur une vaste superficie, par exemple une ville, un comté ou une municipalité, un État, une province ou un pays, et elle est basée sur le type d'équipement, comme le montre la méthode de

niveau 1. Par conséquent, des données plus détaillées sur l'activité, des données mesurées ou des données propres à chaque installation, qui relèveraient du niveau 2 ou 3, ne sont pas appropriées pour ce secteur.

Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation

Les sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour le niveau 1 aux fins de l'estimation du CN émis par la cuisson au grill (cuisson commerciale) sont indiquées au tableau 3.5-1. Pour le niveau 1, les facteurs d'émission et facteurs de spéciation précis recommandés sont fournis dans l'annexe B.

Tableau 3.5-1. Sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation pour la cuisson au grill (cuisson commerciale)

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
<i>Niveau 1</i>			
Population	<i>Population et démographie</i> (Statistique Canada, 2015b)	<i>US Census Bureau</i> (Bureau du recensement des États-Unis) (US Census Bureau, 2015)	INEGI (Institut national de statistique et de géographie) (INEGI, 2015)
Facteur d'émission (PM _{2,5})	NEI de 2011 (EPA, 2013b)		
Facteur de spéciation (CE ou CN)	Base de données SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN		

3.5.2 Crémation humaine

La crémation inclut la combustion du combustible, l'incinération de la caisse (c.-à-d. le cercueil), du corps humain et des autres éléments contenus dans la caisse. Les types de combustible les plus courants utilisés dans les crématoriums sont le gaz naturel, le mazout et l'électricité.

Des particules sous forme de poussière, de suie et de cendre, ainsi que d'autres particules non brûlées, sont libérées lors de la combustion de la caisse et de son contenu (y compris les restes humains). Le taux d'émission de particules dépend de la conception du crématorium, de la température de combustion, du temps de rétention des gaz, de la conception des conduits, de la température des conduits et de tout dispositif antipollution.

Niveau 1

La méthode de niveau 1 estime les émissions de particules fines (PM_{2,5}) à partir des statistiques nationales sur le nombre de crémations humaines et applique un facteur de spéciation relatif au CN. Des données détaillées peuvent être utilisées au lieu des facteurs par défaut, lorsqu'elles sont disponibles. La méthode de niveau 1 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = Mortalité_{taux} \times \%_{crémation} \times Poids_{moy} \times FE_{PM_{2,5}} \times FS_{CN/PM_{2,5}}$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir
$Mortalité_{taux}$	=	nombre estimé de décès dans la région visée par l'inventaire
$\%_{crémation}$	=	pourcentage de défunts incinérés
$Poids_{moy}$	=	poids corporel moyen
$FE_{PM_{2,5}}$	=	facteur d'émission relatif aux PM _{2,5}
$FS_{CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les PM _{2,5} en carbone noir

Niveaux 2 et 3

L'approche la plus réalisable pour l'estimation des émissions attribuables à la crémation humaine est basée sur des données portant sur une vaste superficie, par exemple une ville, un comté ou une municipalité, un État, une province ou un pays. Par conséquent, des données plus détaillées sur l'activité, des données mesurées ou des données propres à chaque installation, qui relèveraient du niveau 2 ou 3, ne sont pas appropriées pour ce secteur.

Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation

Les sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation (le cas échéant) aux fins de l'estimation du CN émis par la crémation humaine sont indiquées au tableau 3.5-2. Pour le niveau 1, les facteurs d'émission et facteurs de spéciation précis recommandés sont fournis dans l'annexe B.

Tableau 3.5-2. Données sur l'activité, facteurs d'émission et facteurs de spéciation pour la crémation humaine

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
<i>Niveau 1</i>			
Nombre de décès	<i>Cremation Association of North America</i> (CANA, Association des crématoriums d'Amérique du Nord); associations d'exploitants de crématoriums; communications directes avec les exploitants de crématoriums	Communications directes avec les exploitants de crématoriums	Associations d'exploitants de crématoriums; communications directes avec les exploitants de crématoriums
Pourcentage de crémations	Cremation Association of North America (CANA, 2015)		
Poids moyen	Étude de l'EPA sur les crématoriums (EPA, 1999)		
Facteur d'émission (PM _{2,5})	NEI de 2011 (EPA, 2013b)		
Facteur de spéciation (CE ou CN)	SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN		

3.5.3 Incendies de structures et de véhicules

Les incendies de structures (bâtiments) comprennent les incendies accidentels de structures et de leur contenu. Des matériaux structuraux comme l'isolant et le bois et le contenu à l'intérieur des structures tel que les meubles, les tapis, les vêtements, le papier et le plastique peuvent brûler et engendrer des émissions de PM_{2,5}. Ces émissions dépendent du type de structure, du type de matières combustibles que la structure contient et de la quantité de matières brûlées. À cause des différences entre les structures commerciales et les structures résidentielles sur le plan de la combinaison et de la quantité de matières combustibles, les structures commerciales ne sont pas incluses dans cette catégorie.

Cette catégorie comprend également les émissions atmosphériques attribuables aux incendies accidentels de véhicules. Comme dans le cas des incendies de structures, les émissions des incendies de véhicules dépendent de la charge en matières combustibles (c.-à-d. les composantes du véhicule et le contenu de celui-ci). Généralement, les composantes non métalliques des véhicules sont combustibles (p. ex. les

pneus, les sièges rembourrés, les garnitures de bois, les ceintures, les tuyaux souples et les pièces en plastique).

Niveau 1

La méthode de niveau 1 estime les émissions de $PM_{2,5}$ à partir des statistiques nationales sur le nombre d'incendies de structures ou de véhicules. Cette méthode est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = TA_{incend} \times FE_{PM_{2,5}} \times FS_{CN/PM_{2,5}}$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir
TA_{incend}	=	taux d'activité relatif aux incendies de structures ou aux incendies de véhicules (c.-à-d. nombre d'incendies de structures ou d'incendies de véhicules dans la région visée par l'inventaire)
$FE_{PM_{2,5}}$	=	facteur d'émission relatif aux $PM_{2,5}$ pour les incendies de structures ou les incendies de véhicules
$FS_{CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2,5}$ en carbone noir pour les incendies de structures ou les incendies de véhicules

Niveau 2

La méthode de niveau 2 est semblable à celle du niveau 1, mais elle prend en compte les données locales sur la charge en matières combustibles. Dans le cas des incendies de structures, les données sur la charge tiennent compte des matériaux structuraux combustibles, du contenu de la structure, de la surface de la structure brûlée et du taux de perte. Dans le cas des incendies de véhicules, elles tiennent compte des composantes combustibles du véhicule, du contenu du véhicule et de la masse du véhicule qui est brûlée. Des facteurs de charge en matières combustibles peuvent être utilisés si des données locales ne sont pas disponibles. La méthode de niveau 2 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = TA_{incend} \times FL \times FE_{PM_{2,5}} \times FS_{CN/PM_{2,5}}$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir
TA_{incend}	=	taux d'activité relatif aux incendies de structures ou aux incendies de véhicules (c.-à-d. nombre d'incendies de structures ou d'incendies de véhicules dans la région visée par l'inventaire)
FL	=	charge en matières combustibles (c.-à-d. tonnes brûlées/incendie)
$FE_{PM_{2,5}}$	=	facteur d'émission relatif aux $PM_{2,5}$
$FS_{CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2,5}$ en carbone noir

Niveau 3

Une méthode de niveau 3 repose généralement sur la modélisation ou sur des données et estimations à l'échelle d'une installation unique; une telle méthode n'est pas disponible actuellement pour cette catégorie de sources.

Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation

Les sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation (le cas échéant) aux fins de l'estimation du CN émis par les incendies de structures et incendies de véhicules sont indiquées au tableau 3.5-3. Pour le niveau 1, les facteurs d'émission et facteurs de spéciation précis recommandés sont fournis dans l'annexe B.

Tableau 3.5-3. Données sur l'activité, facteurs d'émission et facteurs de spéciation pour les incendies de structures et les incendies de véhicules

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
Niveau 1			
Nombre d'incendies de structures/véhicules	Services d'incendie et services de pompiers volontaires locaux; Conseil canadien des directeurs provinciaux et des commissaires des incendies	<i>US Fire Administration</i> (Administration des incendies des États-Unis) (UFSA, 2015); <i>National Fire Protection Association</i> (Association nationale de protection contre les incendies) (NFPA, 2015); Services d'incendie et services de pompiers volontaires locaux; communications directes avec les bureaux des commissaires des incendies; EPA	Services d'incendie et services de pompiers volontaires locaux; communications directes avec les bureaux des commissaires des incendies
Facteur d'émission (PM _{2,5})	Inventaire des émissions de Norvège (Aasestad, 2007)		
Facteur de spéciation (CE ou CN)	SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN		
Niveau 2			
Charge en matières combustibles (incendies de structures et incendies de véhicules)	GVRD et FVRD, 2003	<i>California Air Resources Board</i> (Commission des ressources atmosphériques de Californie) (CARB, 1994); jugement d'experts des représentants des services d'incendie locaux et régionaux	
Facteur d'émission (PM _{2,5})	GVRD et FVRD, 2003	<i>California Air Resources Board</i> (CARB, 1994); EPA, <i>Emission Inventory Improvement Program</i> (Programme d'amélioration des inventaires des émissions) (EPA, 2000)	
Facteur de spéciation (CE ou CN)	Base de données SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN		

3.5.4 Brûlage de déchets solides municipaux à l'air libre

Cette catégorie de sources englobe les émissions atmosphériques attribuables à la combustion de déchets solides municipaux (DSM) à ciel ouvert. Ce brûlage des déchets de sources résidentielles est généralement effectué dans les régions rurales où il n'y a pas de service de collecte des ordures et où le brûlage est considéré comme une solution de rechange plus facile ou plus économique à l'enfouissement dans des décharges. Dans certaines régions, la loi interdit le brûlage sur place des DSM. Au Mexique, on effectue aussi des brûlages à ciel ouvert dans certaines décharges et certains dépotoirs pour en accroître la capacité. Les émissions atmosphériques dépendent de la quantité de déchets brûlée et de la composition des déchets. Les DSM comprennent du papier, du plastique, du métal, du bois, du verre, du caoutchouc, du cuir, des textiles et des résidus alimentaires. (Les fractions non combustibles des déchets telles que le verre et les métaux sont considérées comme n'étant pas brûlées). Des émissions de particules fines sont causées par la combustion incomplète des matières combustibles (c.-à-d. les fractions combustibles des DSM).

Consulter la section 3.1 pour obtenir des renseignements plus détaillés sur la combustion de biomasse à l'air libre. Les DSM qui sont recueillis par des services locaux de collecte des ordures sont généralement

incinérés ou enfouis dans des décharges et ils sont donc exclus de la présente catégorie de sources. Les débris de défrichage et les résidus de jardinage sont également exclus.

Niveau 1

La méthode de niveau 1 estime les émissions de PM_{2,5} à partir de la quantité de déchets produite dans la région visée par l'inventaire, de la composition des déchets et d'un facteur d'émission par défaut. Cette méthode est fondée sur les taux de production de déchets par habitant et le pourcentage de la fraction combustible des déchets. L'équation de niveau 1 ci-dessous repose sur l'hypothèse voulant que 100 % de la population pratique le brûlage à l'air libre. Les compilateurs de données d'inventaire doivent recueillir des données locales sur les pratiques de brûlage afin de modifier l'équation selon les besoins (p. ex. multiplier par 0,4 si 40 % de la population seulement dans la région visée par l'inventaire pratique le brûlage à l'air libre). La méthode de niveau 1 est basée sur l'équation suivante :

$$E_{CN} = Population \times Q_{proddéchets} \times Comb_{déchets} \times FE_{PM_{2,5}} \times FS_{CN/PM_{2,5}}$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir
Population	=	population dans la région visée par l'inventaire qui pratique le brûlage à l'air libre
$Q_{proddéchets}$	=	taux de production de déchets par habitant
$Comb_{déchets}$	=	fraction combustible des déchets (c.-à-d. pourcentage des déchets totaux effectivement brûlés)
$FE_{PM_{2,5}}$	=	facteur d'émission relatif aux PM _{2,5} (lb/tonne É.-U.)
$FS_{CN/PM_{2,5}}$	=	facteur de spéciation pour convertir les PM _{2,5} en carbone noir

Niveau 2

La méthode de niveau 2 fait appel à des données sur l'activité propres à la localité (p. ex. taux de production de déchets, composition des déchets) pour estimer les PM_{2,5}. Cette méthode utilise un facteur correspondant à la charge en matières combustibles et un facteur d'émission relatif aux PM_{2,5} pour estimer les émissions de particules fines.

Le facteur de la charge en matières combustibles peut être estimé pour la région visée par l'inventaire à partir de données détaillées sur la production de déchets, la quantité de déchets recueillie, recyclée, compostée ou mise en décharge ainsi que la composition des déchets, selon l'équation suivante :

$$Charge_{matcomb} = [DSM_{prod} - (DSM_{décharge} + DSM_{recycl} + DSM_{élim\ autrement})] \times Comb_{déchets}$$

Où :

$Charge_{matcomb}$	=	facteur de charge en matières combustibles (c.-à-d. quantité de déchets brûlés, en tonnes É.-U.)
DSM_{prod}	=	quantité totale de DSM produite dans la région visée par l'inventaire
$DSM_{décharge}$	=	quantité de DSM mise en décharge
DSM_{recycl}	=	quantité de DSM recyclée
$DSM_{élim\ autrement}$	=	quantité de DSM éliminée selon d'autres méthodes
$Comb_{déchets}$	=	fraction combustible des déchets

Une fois le facteur de la charge en matières combustibles calculé, les émissions sont estimées selon l'équation suivante :

$$E_{CN} = Charge_{matcomb} \times FE_{PM_{2,5}} \times FS_{CN/PM_{2,5}}$$

Où :

E_{CN}	=	émissions de carbone noir
----------	---	---------------------------

$FE_{PM_{2,5}}$ = facteur d'émission relatif aux $PM_{2,5}$ (lb/tonne É.-U.)
 $FS_{CN/PM_{2,5}}$ = facteur de spéciation pour convertir les $PM_{2,5}$ en carbone noir

Niveau 3

L'approche la plus réalisable pour l'estimation des émissions attribuables au brûlage des déchets solides municipaux à l'air libre est basée sur des données portant sur une vaste superficie, par exemple une ville, un comté ou une municipalité, un État ou une province, ou un pays. En conséquence, les méthodes de niveau 1 ou de niveau 2 sont les plus appropriées pour ce secteur. Aucune approche de niveau 3 n'a été établie à l'heure actuelle.

Sources potentielles de facteurs d'émission, de données sur l'activité et de facteurs de spéciation

Les sources potentielles de données sur l'activité, de facteurs d'émission et de facteurs de spéciation (le cas échéant) aux fins de l'estimation des émissions imputables au brûlage de DSM à l'air libre sont indiquées au tableau 3.5-4. Pour le niveau 1, les facteurs d'émission et facteurs de spéciation précis recommandés sont fournis dans l'annexe B.

Tableau 3.5-4. Données sur l'activité, facteurs d'émission et facteurs de spéciation pour le brûlage de déchets solides municipaux à l'air libre

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
<i>Niveau 1</i>			
Population	Statistique Canada (Statistique Canada, 2015b)	US Census Bureau (US Census Bureau, 2015)	INEGI (INEGI, 2015)
Taux de production de déchets par habitant	<ul style="list-style-type: none"> Quantité de déchets ménagers produite par habitant par année, selon la province ou le territoire (Statistique Canada, 2004) Pourcentage de la population rurale, par province ou territoire, qui a pratiqué le brûlage à l'air libre; pourcentage de la population rurale, par province ou territoire, qui a pratiqué un type particulier de brûlage; pourcentage des déchets brûlés lors du brûlage à l'air libre (Gartner Lee, 2003) 	EPA (EPA, 2015c); entreprises de gestion des déchets solides	INEGI (INEGI, 2013); entreprises de gestion des déchets solides
Fraction combustible des déchets	EPA (EPA, 1994, 1996); Minnesota (MPCA, 2010); entreprises de gestion des déchets solides		INEGI (INEGI, 2013); entreprises de gestion des déchets solides
Facteur d'émission ($PM_{2,5}$)	NEI de 2011 (EPA, 2013b)		INECC (INECC, 2013); CN : Christian et coll., 2010; NEI de 2011 (EPA, 2013b)

Tableau 3.5-4. Données sur l'activité, facteurs d'émission et facteurs de spéciation pour le brûlage de déchets solides municipaux à l'air libre

Paramètre	Canada	États-Unis	Mexique
Facteur de spéciation (CE ou CN)	Base de données SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN		INECC (INECC, 2013); Christian et coll., 2010; base de données SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN
<i>Niveau 2</i>			
Charge en matières combustibles	Services locaux de santé publique, services locaux d'enlèvement des ordures, exploitants de décharges; entreprises de gestion des déchets solides		INEGI (INEGI, 2013); Christian et coll., 2010; services locaux de santé publique/d'enlèvement des ordures; exploitants de décharges;
Facteur d'émission (PM _{2,5})	NEI de 2011 (EPA, 2013b)		INECC (INECC 2013); Christian et coll., 2010; NEI de 2011 (EPA, 2013b)
Facteur de spéciation (CE ou CN)	Base de données SPECIATE (EPA, 2011b); utiliser le facteur du CE pour le CN		Base de données SPECIATE (EPA, 2011b); INECC (INECC, 2013); Christian et coll., 2010

4 Recommandations pour les recherches futures

Le *Report to Congress* de l'EPA indique les besoins en recherche prioritaires suivants pour le carbone noir : améliorer les inventaires des émissions de CN mondiaux, régionaux et nationaux en étoffant les données de laboratoire et sur le terrain concernant les niveaux d'activité, les conditions d'exploitation et les configurations technologiques, et en élaborant de meilleures techniques d'estimation pour les émissions actuelles et futures (EPA, 2013a). À la lumière des recherches effectuées en vue de l'élaboration des présentes lignes directrices, ces besoins continuent d'être pertinents.

Le domaine de recherche le plus important est peut-être celui de l'amélioration des facteurs de spéciation du CN, de manière à tenir compte des propriétés d'absorption de la lumière et à harmoniser le degré de détail de ces facteurs avec celui des facteurs d'émission de PM sous-jacents. L'objectif à long terme consisterait à disposer de facteurs de spéciation basés sur une définition homogène et un protocole de mesure cohérent pour le carbone absorbant la lumière, et concordant exactement avec le degré de détail des facteurs d'émission de PM sous-jacents. Il faut que des programmes de recherche visent ces objectifs afin que soit réduite l'incertitude considérable qui est actuellement associée à l'utilisation de facteurs de spéciation pour dresser des inventaires du CN.

D'autres recommandations ont été compilées par l'équipe d'ERG et portent sur les améliorations suivantes dans des secteurs précis :

- Combustion de biomasse :
 - Pour la détermination de la superficie brûlée et de la quantité de combustible consommée à l'aide de données de télédétection, obtenir de meilleurs instruments de satellite (qui seraient susceptibles de ne pas pouvoir détecter les incendies sous la voûte forestière, mais qui pourraient détecter avec plus de précision les petits incendies). À défaut de cela, il faudra que chaque pays dresse l'inventaire de ces variables pour chaque incendie.
 - Pour la charge en combustible, obtenir des données spatialement précises élaborées à partir d'expériences sur le terrain.

- Pour les facteurs d'émission et de spéciation, faire l'analyse et dresser l'inventaire de l'humidité dans les matières combustibles et des vitesses du vent lors de la combustion et relier ces données, de même que la charge en combustible, aux proportions respectives de la combustion couvrante et de la combustion avec flammes. Cela accroîtra la précision des facteurs d'émission et de spéciation et de la comptabilisation des deux modes de combustion.
- Sources routières :
 - Améliorer les données sur l'activité des véhicules (c'est-à-dire distance parcourue, répartition des vitesses, répartition de l'âge des véhicules) au Mexique et au Canada aux fins de la saisie dans le modèle MOVES.
 - Améliorer les données sur les taux d'émission au Canada et au Mexique. Un point de départ pourrait consister à adapter les taux d'émission des États-Unis et à les remplacer ensuite par des données locales colligées au fil du temps.
- Sources hors route :
 - Uniformiser les données sur les sources concernant la population des équipements et l'activité.
 - Recueillir et utiliser des données plus précises sur les types d'équipement de telle sorte que les profils généraux concernant les aéronefs et les navires puissent être remplacés par des données propres à un aéronef ou à un navire pour l'estimation des émissions.
 - Améliorer la représentativité des facteurs de charge pour les bâtiments de mer et prendre en compte les variations de topographie dans le cas des locomotives.
 - Faire l'analyse et tenir compte des variations dans le chargement en mode d'utilisation (équipement chargé ou déchargé) qui peuvent ne pas être comptabilisées avec précision dans les facteurs d'émission des PM.
 - Faire l'analyse et tenir compte des effets de l'âge du moteur sur les émissions de PM.
 - Réaliser des essais plus complets relatifs au CN durant l'utilisation des aéronefs, des navires et des locomotives afin d'obtenir des profils de spéciation plus représentatifs ou d'obtenir directement des facteurs d'émission relatifs au CN.
 - Mener des études additionnelles sur les répercussions de différentes options en matière d'atténuation sur les émissions de PM et de CN, afin d'obtenir une meilleure évaluation du degré d'atténuation des dispositifs en place, ce qui pourrait être reflété dans l'inventaire.
- Secteur industriel/énergétique – fours à briques au Mexique :
 - Effectuer des estimations sur la production de briques et l'efficacité, pour les principaux types de four, à partir d'échantillons représentatifs relativement à toutes les importantes régions de production de briques (les données actuelles sont dérivées d'essais réalisés dans un seul État au Mexique).
 - Établir des facteurs d'émission relatifs au CN pour les principaux types de four, de même que pour le bois et le mazout, en remplacement des facteurs d'émission actuels (basés sur la combustion de bois seulement et sur un nombre très limité de fours).
- Sources résidentielles – fourneaux de cuisine au Mexique :

- Mener des enquêtes afin de déterminer l'utilisation de bois par habitant et par municipalité, en remplacement des statistiques actuelles (qui ont été estimées à l'aide d'un modèle, par région écologique).
- Élaborer des facteurs d'émission relatifs au CN à partir d'un échantillon représentatif de feux à l'air libre et de fourneaux de cuisine, en remplacement des facteurs d'émission actuels (qui ont été obtenus à partir d'un petit échantillon de feux à l'air libre et de fourneaux de cuisine dans une localité).
- Autres sources – brûlage de déchets solides municipaux au Mexique :
 - Établir des estimations de la charge en matières combustibles par région ainsi que des facteurs d'émission relatifs au CN à partir d'un échantillon représentatif, en remplacement des statistiques et facteurs d'émission actuels (qui sont dérivés de données recueillies à un seul emplacement).

5 Bibliographie

- Aasestad, K. (dir.). 2007. *The Norwegian Emission Inventory 2007 : Documentation of methodologies for estimating emissions of greenhouse gases and long-range transboundary air pollutants*. Report 2007/38, Statistics Norway. En ligne : <www.ssb.no/a/publikasjoner/pdf/rapp_200738_en/rapp_200738_en.pdf>.
- Adom, F., J.B. Dunn, A. Elgowainy, J. Han et M. Wang. 2013. *Life cycle analysis of conventional and alternative marine fuels in GREET*. Argonne National Laboratory. En ligne : <<https://greet.es.anl.gov/publication-marine-fuels-13>>.
- AEE (Agence européenne pour l'environnement). 2006. *EMEP/CORINAIR Atmospheric emission inventory guidebook*. Technical report 11/2006. En ligne : <www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR4>.
- Akagi, S.K., R.J. Yokelson, C. Wiedinmyer, M.J. Alvarado, J.S. Reid, T. Karl, J.D. Crouse et P.O. Wennbert. 2011. « Emission factors for open and domestic biomass burning for use in atmospheric models ». *Atmospheric Chemistry and Physics* 11: 4039–4072, 2011. doi: 10.5194/acp-11-4039-2011. En ligne : <www.atmos-chem-phys.net/11/4039/2011/acp-11-4039-2011.pdf>.
- ANL (Argonne National Laboratory). 2015. *GREET model: The Greenhouse Gases, Regulated Emissions, and Energy Use in Transportation model*. En ligne : <<https://greet.es.anl.gov/>>.
- Battye, W., K. Boyer et T.G. Pace. 2002. *Methods for improving global inventories of black carbon and organic carbon Particulates*. EPA Contract No. 68-D6-046. En ligne : <<http://earthjustice.org/sites/default/files/black-carbon/battye-and-boyer-2002-1.pdf>>.
- Bond, T.C., D. Streets, K.F. Yarber, S.M. Nelson et J-H. Woo. 2004. « A technology-based global inventory of black and organic carbon emissions from combustion ». *Journal of Geophysical Research* 109. doi:10.1029/2003JD003697. En ligne : <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.168.4988&rep=rep1&type=pdf>>.
- BTS (US Department of Transportation, Bureau of Transportation Statistics). 2015a. *Airline fuel cost and consumption—US carriers*. En ligne : <www.transtats.bts.gov/fuel.asp>.
- . 2015b. *Air carrier statistics database*. En ligne : <www.transtats.bts.gov/DatabaseInfo.asp?DB_ID=111>.
- CANA (Cremation Association of North America). 2015. *2007 Statistics and Projections to the year 2025*. En ligne : <www.cremationassociation.org/>.
- CARB (California Environmental Protection Agency: Air Resources Board). 1994. *Emission inventory procedural manual, Vol. III: Methods for assessing area source emissions*.
- . 2014. *Speciation profiles used by ARB in modeling: Particle size fraction data for source categories*. En ligne : <www.arb.ca.gov/ei/speciate/speciate.htm - specprof>.
- Cárdenas, B. 2012. « Políticas públicas sobre la producción de ladrillo en México para mitigar el impacto ambiental ». Document présenté à l'atelier Taller sobre políticas públicas para mitigar impacto ambiental de ladrilleras artesanales, Guanajuato, Mexique, 4 septembre 2012.
- CCE (Commission de coopération environnementale). 2012. *Évaluation de la comparabilité des inventaires nord-américains des émissions de gaz à effet de serre et de carbone noir*. Montréal, Canada : Commission de coopération environnementale. En ligne : <www3.cec.org/islandora/fr/item/10938-assessment-comparability-greenhouse-gas-and-black-carbon-emissions-inventories-fr.pdf>.
- . 2014. « North American Black Carbon Emissions Estimation Guidelines: Summary of Expert Panel Comments, and Changes to Initial Emission Estimation Recommendations ». Décembre. Rapport inédit.

- CDC (Centers for Disease Control & Prevention). 2015. *National Vital Statistics System*. En ligne : <www.cdc.gov/nchs/deaths.htm>.
- Christian, T.J., R.J. Yokelson, B. Cárdenas, L.T. Molina, G. Engling et S.-C Hsu. 2010. « Trace gas and particle emissions from domestic and industrial biofuel use and garbage burning in Central Mexico ». *Atmospheric Chemistry and Physics* 10: 565–584, 2010. En ligne : <www.atmos-chem-phys.net/10/565/2010/acp-10-565-2010.pdf>.
- Conseil de l'Arctique. 2011. *Assessment of emissions and mitigation options for black carbon for the Arctic Council*. En ligne : <http://library.arcticportal.org/1210/1/ACTF_Report_22July2011.pdf>.
- EIA (US Energy Information Administration). 2015a. *Annual Energy Outlook* [publication annuelle]. En ligne : <www.eia.gov/forecasts/aeo/index.cfm>.
- . 2015b. *Adjusted sales of fuel oil and kerosene by end user*. En ligne : <www.eia.gov/petroleum/data.cfm - consumption>.
- EMEP/AEE (European Monitoring and Evaluation Programme [Programme de coopération pour la surveillance continue et l'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe] et Agence européenne pour l'environnement). 2013. *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013*. Technical report No 12/2013. doi:10.2800/92722. En ligne : <www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>.
- Environnement Canada 2014. *L'Inventaire des émissions de polluants atmosphériques 1990–2013*. ISSN: 1719-0487. En ligne : <<http://ec.gc.ca/Publications/default.asp?lang=Fr&xml=347C67A6-913D-491A-AD07-B20FC648CEC9>>.
- . 2015a. *Premier inventaire de carbone noir du Canada (2013)*. ISBN : 978-1-100-25678-8. En ligne : <www.ec.gc.ca/pollution/default.asp?lang=Fr&n=3F796B41-1>.
- . 2015b. *National Inventory Report : Greenhouse Gas Sources and Sinks in Canada*. En ligne : <http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php>.
- EPA (US Environmental Protection Agency). 1992. *Procedures for emission inventory preparation, Volume IV: Mobile sources*. EPA-450/4-81-026d. En ligne : <<http://ntl.bts.gov/DOCS/AQP.html>>.
- . US Environmental Protection Agency. 1994. *Emission characteristics of burn barrels*. Prepared by Two Rivers Regional Council of Public Officials and Patrick Engineering, Inc. June 1994.
- . 1995a. *Compilation of air pollutant emission factors (AP-42), Volume I: Stationary point and area sources*. 5e éd. En ligne : <www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>.
- . 1995b. « Highway Vehicle particulate emissions modeling software ». En ligne : <www.epa.gov/oms/part5.htm>.
- . 1996. *Characterization of municipal solid waste in the United States: 1995 Update*. EPA 530-R-96-001; PB96-152 160. Office of Solid Waste and Emergency Response. En ligne : <www.epa.gov/solidwaste/nonhaz/municipal/pubs/msw95.pdf>.
- . 1999. *Emission test evaluation of a crematory at woodlawn cemetery in the Bronx, NY, Final test report, Vol. 1*. EPA-454/R-99-049. Office of Air Quality Planning and Standard Emission Measurement Center, Research Triangle Park, NC, septembre 1999. En ligne : <<http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=P100FVCP.TXT>>.
- . 2000. Technical Report Series Volume 3, *Area source method abstracts: Vehicle fires*. Emission Inventory Improvement Program. Mai 2000. En ligne : <www.epa.gov/ttn/chief/eiip/techreport/volume03/index.html>.

- . 2006. *2002 US National emissions inventory data and documentation*. En ligne : <www.epa.gov/ttnchie1/net/2002inventory.html>.
- . 2007. *Draft regulatory impact analysis: Control of emissions of air pollution from locomotive engines and marine compression-ignition engines less than 30 liters per cylinder*. EPA420-D-07-001. Mars 2007. En ligne : <www.epa.gov/nonroad/420d07001.pdf>.
- . 2008. *2005 US national emissions inventory data and documentation*. En ligne : <www.epa.gov/ttnchie1/net/2005inventory.html>.
- . 2009a. *Current methodologies in preparing mobile source port-related emission Inventories*. En ligne : <www.epa.gov/cleandiesel/documents/ports-emission-inv-april09.pdf>.
- . 2009b. *Emission factors for locomotives*. EPA420-F-09-025. En ligne : <www.epa.gov/nonroad/locomotv/420f09025.pdf>.
- . 2009c. *Regulatory impact analysis: Control of emissions of air pollution from Category 3 marine diesel engines*. EPA-420-R-09-019. En ligne : <www.epa.gov/nonroad/marine/ci/420r09019.pdf>.
- . 2011a. *2008 US National Emissions Inventory Data and Documentation*. En ligne : <www.epa.gov/ttnchie1/net/2008inventory.html>.
- . 2011b. *SPECIATE Database Version 4.3*. En ligne : <<http://cfpub.epa.gov/si/speciate/>>.
- . 2013a. *Report to Congress on black carbon*. EPA-450/R-12-001. En ligne : <www.epa.gov/blackcarbon/2012report/fullreport.pdf>.
- . 2013b. *2011 US National emissions inventory data and documentation*. En ligne : <www.epa.gov/ttnchie1/net/2011inventory.html>.
- . 2014a. *MOVES (Motor Vehicle Emission Simulator)*. Données et documentation. Évalué en 2014. En ligne : <www.epa.gov/otaq/models/moves/>.
- . 2014b. *NONROAD Model*. Données et documentation. Évalué en 2014. En ligne : <www.epa.gov/otaq/nonrdmdl.htm>.
- . 2014c. *Speciation of total organic gas and particulate matter emissions from on-road vehicles in MOVES2014*. EPA-420-R-14-020. Ann Arbor, MI. Octobre 2014. En ligne : <www.epa.gov/otaq/models/moves/documents/420r14020.pdf>.
- . 2015a. *National Emissions inventory (NEI) Air pollutant emissions trends data*. En ligne : <www.epa.gov/ttnchie1/trends/>.
- . 2015b. *WebFIRE*. Base de données sur les facteurs d'émission. En ligne : <www.epa.gov/ttn/chief/webfire/index.html>.
- . 2015c. *Municipal solid waste*. En ligne : <www.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/index.htm>.
- FAA (Federal Aviation Administration). 2015a. *Aviation Environmental Design Tool (AEDT)*. Publication prévue : mai 2015. En ligne : <www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/research/models/aedt/>.
- . 2015b. *System for Assessing Aviation's Global Emissions (SAGE)*. En ligne : <www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/research/models/sage/>.
- . 2015c. *Terminal Area Forecast*. En ligne : <<http://aspm.faa.gov/apowtaf/>>.
- FWHA (US Department of Transportation, Federal Highway Administration). 2015. *Highway statistics series*. En ligne : <www.fhwa.dot.gov/policyinformation/statistics.cfm>.
- Galvis, B., M. Bergin et A. Russell. 2013. « Fuel-based fine particulate and black carbon emission factors from a railyard area in Atlanta ». *Journal of the Air and Waste Management Association* 63(6): 648–

658. doi: 10.1080/10962247.2013.776507. En ligne :
<www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10962247.2013.776507>.
- Gartner Lee. 2003. *Dioxin/furan emissions from on-site residential waste combustion in Canada*. Gartner Lee Limited, février 2003.
- GCC (Garde côtière canadienne). 2015. *Système d'identification automatique (SIA)*. En ligne :
<www.ccg-gcc.gc.ca/fra/GCC/Surete-maritime/SIA>.
- GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) 1996. *Recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux*. Chapitre 6 : « Quantification des incertitudes en pratique ». En ligne : <www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/french/gpgaum_fr.html>.
- . 2006. *Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre*. En ligne : <www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/french/vol1.html>.
- GIRA 2012. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, A.C. (GIRA). 2012. *Escenarios de mitigación de gases efecto invernadero, carbono negro y otros forzadores climáticos de vida corta, mediante el uso de biocombustibles sólidos*. Financé par l'Institut National de Ecología y Cambio Climático et le Programme des Nations Unies pour le développement.
- Glover, E., J. Warila, S. Kishan, S. Fincher, A. Stanard et W. Faler. 2012. « Development of an international version of the MOVES model ». Exposé présenté à la conférence International Emissions Inventory Conference. En ligne :
<www.epa.gov/ttn/chief/conference/ei20/session8/eglover_pres.pdf>.
- GVRD et FVRD 2003. Greater Vancouver Regional District et Fraser Valley Regional District. 2003. *2000 emission inventory for the Canadian portion of the Lower Fraser Valley Airshed: Detailed listing of results and methodology*. Novembre 2003.
- Hall D., C. Wu, Y. Hsu, J. Stormer, G. Engling, K. Capeto, J. Wang, S. Brown, H. Li et K. Yu. 2012. « PAHs, carbonyls, VOCs and PM_{2.5} emission factors for pre-harvest burning of Florida sugarcane ». *Atmospheric Environment* 55: 164–172.
- Hemming, B., et D. Sonntag. 2015. Communication personnelle de John Koupal, Eastern Research Group, Inc. (ERG), avec Brooke Hemming et Darrell Sonntag, US Environmental Protection Agency. 31 mars 2015.
- Heyes, C., Z. Klimont, F. Wagner et M. Amann. 2011. *Extension of the GAINS model to include short-lived climate forcers*. Janvier 2011. En ligne : <www.iiasa.ac.at/publication/more_XO-11-052.php>.
- IHS Inc. 2015. *Lloyd's Register of Ships*. En ligne : <www.ihs.com/products/maritime-ships-register.html>.
- INECC ([Centre Molina pour l'énergie et l'environnement et] Institut national de l'écologie et des changements climatiques). 2013. *Supporting national planning of short-lived climate pollutants in Mexico, Final report*.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2013. *Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2012*. En ligne :
<www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aeeum/2012/Aeeum2012.pdf>.
- . 2015. Recensement de la population et du logement. En ligne :
<www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/default.aspx>.
- Kato, B., A. Mariscal et R. Mariscal. 2013. *CCAC-Mexico initiative to mitigate black carbon and other pollutants from brick production; Public policy review of the brick sector in Latin America to find*

- opportunities for reducing emissions of short-lived climate pollutants*. Coalition pour le climat et l'air pur, PNUE.
- Khalek, I.A., T.L. Bougher, S. Shimpi et C. Tennant. 2009. « Particle number emissions from filter-equipped diesel engines meeting 2007 US on-highway standards ». *Journal of Air and Waste Management Association*, 2009-A-290-AWMA. 2009.
- Lack, D., J. Thuesen et R. Elliot. 2012. *Investigation of appropriate control measures (abatement technologies) to reduce black carbon emissions from international shipping*. En ligne : <www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Air%20pollution/Report%20IMO%20Black%20Carbon%20Final%20Report%2020%20November%202012.pdf>.
- May, A., G. McMeeking, T. Lee, J. Taylor, J. Craven, I. Burling, A. Sullivan, S. Akagi, J. Collett, M. Flynn, H. Coe, S. Urbanski, J. Seinfeld, R. Yokelson et S. Kreidenweis. 2014. « Aerosol emissions from prescribed fires in the United States: A synthesis of laboratory and aircraft measurements ». *Journal of Geophysical Research* 119: 11,826–11,849. doi:10.1002/2014JD021848. Octobre 2014.
- McCarty, J.L. 2011. « Remote sensing-based estimates of annual and seasonal emissions from crop residue burning in the contiguous United States ». *Journal of the Air & Waste Management Association* 61: 22-34. doi: 10.3155/1047-3289.61.1.22. En ligne : <www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3155/1047-3289.61.1.22>.
- McEwen, J.D.N. et M.R. Johnson. 2012. « Black carbon particulate matter emission factors for buoyancy driven associated gas flares ». *Journal of the Air and Waste Management Association* 62 (3): 307–321. doi:10.1080/10473289.2011.650040.
- MPCA (Minnesota Pollution Control Agency). 2010. *Garbage burning in rural Minnesota: Key results and findings*. Prepared by Zenith Research Group. En ligne : <www.pca.state.mn.us/index.php/view-document.html?gid=14316>.
- NFPA (National Fire Protection Association). 2015. *Fires in the U.S.* Rapports et statistiques. En ligne : <www.nfpa.org/research/reports-and-statistics/fires-in-the-us>.
- OMI (Organisation maritime internationale). 2014. *Third IMO GHG study 2014—Final report: Reduction of GHG emissions from ships*. En ligne : <[www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/MEPC 67-INF.3 - Third IMO GHG Study 2014 - Final Report %28Secretariat%29.pdf](http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/MEPC%2067-INF.3%20-%20Third%20IMO%20GHG%20Study%202014%20-%20Final%20Report%20-%20Secretariat%20-%202014.pdf)>.
- Peck, J., O.O. Oluwole, H. Wong et R. Miake-Lye. 2013. « An algorithm to estimate aircraft cruise black carbon emissions for use in developing a cruise emission inventory ». *Journal of the Air & Waste Management Association* 63(3): 367–375.
- Qin, Y., et S.D. Xie. 2011. « Estimation of county-level black carbon emissions and its spatial distribution in China in 2000 ». *Atmospheric Environment* 45: 6995–7004.
- Randerson, J. T., Y. Chen, G.R. van derWerf, B.M. Rogers et D.C. Morton. 2012. « Global burned area and biomass burning emissions from small fires ». *Journal of Geophysical Research* 117, G04012. doi:10.1029/2012JG002128. En ligne : <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2012JG002128/pdf>>.
- RNC (Ressources naturelles Canada). 2015a. *Base de données complète sur la consommation d'énergie*. « Transport ferroviaire ». En ligne : <<http://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/showTable.cfm?type=CP§or=tran&juris=ca&rn=25&page=4&attr=0>>.
- . 2015b. *Base de données complète sur la consommation d'énergie*. « Transport maritime ». En ligne :

- <<http://oeenrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/showTable.cfm?type=CP§or=tran&juris=ca&rn=28&page=4&attr=0>>.
- . 2015c. *Base de données complète sur la consommation d'énergie* « Transport aérien ». En ligne : <<http://oeenrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/showTable.cfm?type=CP§or=tran&juris=ca&rn=19&page=4&attr=0>>.
- Sagarpa (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2013. *Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (Siacon). 2013*. En ligne : <www.siap.gob.mx/optestadisticasiacon2012parcialasiacon-zip/>.
- SEDEMA 2012. Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal. 2012. *Inventario de emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2010—Gases de Efecto Invernadero y Carbono Negro*. En ligne : <www.sedema.df.gob.mx/flippingbook/inventario-emisiones-zmvm-gei2010/>.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. *Inventario nacional de emisiones de México: 2005*.
- . 2015. *Sub-sistema del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera de México*. En ligne : <<http://sinea.semarnat.gob.mx/sinea.php?>>.
- Schreuder, M., et M. Mavko. 2010. *Review of agricultural crop residue loading, emission factors, and remote fire detection*. Technical Memo. Avril 2010. En ligne : <http://wrapfets.org/pdf/Ag_burning_tech_memo_20100503.pdf>.
- Statistique Canada. 2004. *Enquête sur l'industrie de la gestion des déchets : secteur des entreprises et des administrations publiques (2002)*. En ligne : <www5.statcan.gc.ca/access_acces/alternative_alternatif.action?loc=http://www.statcan.gc.ca/pub/16f0023x/16f0023x2002001-fra.pdf&l=fra&archive=1>.
- . 2012. *Enquête sur le cabotage 2011*. En ligne : <www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV_f.pl?Function=getSurvey&SDDS=2751#a1>.
- . 2015a. *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada. Préliminaire 2013*. En ligne : <www5.statcan.gc.ca/olc-cel/olc.action?ObjId=57-003-X&ObjType=2&lang=fr&limit=0>.
- . 2015b. *Population et démographie*. En ligne : <www5.statcan.gc.ca/subject-sujet/result-resultat.action?pid=3867&id=3867&lang=fra&type=DAILYART>.
- STB (US Surface Transportation Board). 2015. *Complete R-1 railroad annual reports*. En ligne : <www.stb.dot.gov/stb/industry/econ_reports.html>.
- Stratus Consulting, Inc. 2012. *Understanding and mitigating black carbon emissions from brick kilns in Mexico*, p. 86. US EPA, Integrated Environmental Strategies in Latin America.
- TCEQ (Texas Commission on Environmental Quality). 2002. *A study of brick-making processes along the Texas portion of the US-Mexico border: Senate Bill 749. Border Affairs SFR-081/02* ». En ligne : <www.tceq.texas.gov/assets/public/comm_exec/pubs/sfr/081.pdf>.
- Transports Canada. 2015. *TP-141— Statistiques relatives aux mouvements d'aéronefs*. En ligne : <www.tc.gc.ca/fra/politique/rapport-aca-tp141f-tp141-286.htm>.
- CCNUCC (Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques). 2015. *Énoncé d'objectifs de la CCNUCC et de directives concernant la présentation d'inventaires annuels [en anglais]*. En ligne : <http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/items/2715.php>.
- USACE (US Army Corps of Engineers). 2015a. *Navigation Data Center. US waterway data—Vessel clearances and entrances*. En ligne : <www.navigationdatacenter.us/data/dataclen.htm>.

- . 2015b. *Waterborne Commerce Statistics Center*. En ligne : www.navigationdatacenter.us/data/datawvus.htm.
- US Census Bureau. 2015. *Population data*. En ligne : www.census.gov/topics/population.html.
- USFA (US Fire Administration). 2015. *US Fire Statistics*. En ligne : www.usfa.fema.gov/data/statistics/.
- Valdez-Vazquez, I., J.A. Acevedo-Benitez et C. Hernández-Santiago. 2010. « Distribution and potential of bioenergy resources from agricultural activities in Mexico ». *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14(7): 2147–2153. doi: 10.1016/j.rser.2010.03.034.
- van Leeuwen, T.T., G.R. van der Werf, A.A. Hoffmann, R.G. Detmers, G. Rücker, N.H.F. French, S. Archiblad, J.A. Carvalho Jr., G.D. Cook, W.J. de Groot, C. Hély, E.S. Kasischke, S. Kloster, J.L. McCarty, M.L. Pettinari, P. Savadogo, E.C. Alvarado, L. Boschetti, S. Manuri, C.P. Meyer, F. Siegert, L.S. Trollope et W.S.W. Trollope. 2014. « Biomass burning fuel consumption rates: A field measurement database ». *Biogeosciences Discussion* 11: 8115–8180, 2014. doi:10.5194/bg-11-7305-2014. En ligne : www.biogeosciences-discuss.net/11/8115/2014/bgd-11-8115-2014.pdf.
- WRAP (Western Governors Association/Western Regional Air Partnership). 2005. *2002 fire emission inventory for the WRAP Region—Phase II*. Project No. 178-6. En ligne : www.wrapair.org/forums/fejfd/documents/WRAP_2002_PhII_EI_Report_20050722.pdf.
- Yokelson, R.J., I.R. Burling, S.P. Rubanski, E.L. Atlas, K. Adachi, P.R. Buseck, C. Wiedinmyer, S.K. Akagi, D.W. Toohey et C.E. Wold. 2011. « Trace gas and particle emissions from open biomass burning in Mexico ». *Atmospheric Chemistry and Physics* 11: 6787–6808, 2011. doi:10.5194/acp-11-6787-2011. En ligne : www.atmos-chem-phys.net/11/6787/2011/acp-11-6787-2011.pdf.
- Zhang, H., S. Wang, J. Hao, L. Wan, J. Jiang, M. Zhang, H.E.S. Mestl, L.W.H. Alnes, K. Aunan et A.W. Melouki. 2012. « Chemical and size characterization of particles emitted from the burning of coal and wood in rural households in Guizhou, China ». *Atmospheric Environment* 51 (2012): 94–99. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2012.01.042. En ligne : www.researchgate.net/publication/257521738_Chemical_and_size_characterization_of_particles_emitted_from_the_burning_of_coal_and_wood_in_rural_households_in_Guizhou_China.

Annexe A. Gestion des données sur les émissions

Compte tenu de la multiplicité des secteurs de sources d'émission et de la myriade de sources de données, l'établissement d'un inventaire des émissions nécessite des efforts considérables. Dès le début, il nécessite le suivi et la documentation avec minutie des méthodes appliquées et des données utilisées. Cela permet aux utilisateurs de l'inventaire de bien comprendre les données et les hypothèses ainsi que les incertitudes qui sous-tendent les estimations. Cela fournit également une trace documentaire de l'évolution des estimations à mesure que de nouvelles données deviennent disponibles pour des mises à jour. La mise en place d'un système permettant de répertorier et de gérer les données d'entrée de l'inventaire est donc considérée comme une bonne pratique. Une description générale de la gestion des données d'inventaire est présentée ci-dessous afin que les concepteurs puissent envisager comment ils aborderont la gestion des données relatives aux inventaires du carbone noir.

Les systèmes de gestion des données sur les émissions englobent toutes les données nécessaires suivantes : données sur l'activité; facteur d'émission; données temporelles, spatiales et de spéciation; toutes les autres données requises pour dresser l'inventaire. En plus de gérer les données sur les émissions et l'activité, ces systèmes peuvent produire des rapports personnalisés, faciliter la présentation de rapports sur les données relatives aux émissions aux organismes ou aux autres utilisateurs, fournir des données sur les émissions dans les formats requis pour la modélisation de la qualité de l'air et être utilisés pour le suivi et les analyses des données sur les émissions. La plupart des systèmes de gestion des données sur les émissions sont en mesure de prendre en compte divers polluants (polluants atmosphériques courants, polluants atmosphériques dangereux, GES, CN, etc.) engendrés par divers types de sources (c'est-à-dire sources ponctuelles; sources étendues; sources mobiles routières et hors route; sources biosynthétiques; incendies; poussières transportées par le vent).

Les systèmes de gestion des données sur les émissions peuvent aussi être conçus pour stocker les documents d'orientation et les protocoles relatifs aux inventaires. La plupart des systèmes peuvent être simultanément utilisés pour de multiples inventaires, peu importe le domaine. Ils peuvent aussi servir à établir des niveaux d'émission de référence, à suivre les émissions au fil du temps, à soutenir l'élaboration de stratégies et de dispositions réglementaires, à contribuer aux programmes de conformité, à conserver des références bibliographiques relatives aux données et à faciliter les processus exhaustifs d'assurance et de contrôle de la qualité des inventaires. Certains systèmes peuvent comprendre une composante de système d'information géographique (SIG) permettant de visualiser les résultats et de créer des rapports visuels.

L'ampleur de tout système de gestion des données sur les émissions dépend de la portée du ou des inventaires qu'il dessert, de la complexité et du volume des données à gérer et de l'utilisation finale du ou des inventaires. Ils varient depuis les simples tableurs et bases de données jusqu'aux systèmes complexes d'information sur la gestion de l'environnement. Ils peuvent aussi être hébergés sur le Web et être accessibles au public sur Internet.

Voici certaines des composantes clés d'un système de gestion des données sur les émissions :

- connexion utilisateur et rôles utilisateur sécurisés
- procédure de gestion des données
- lignes directrices relatives à la collecte de données et à la présentation de rapports
- modalités de documentation des données
- techniques d'estimation des émissions (mesures et estimations)
- plans d'essais de contrôle des émissions (par exemple essais de rendement annuels, surveillance des concentrations, essais d'établissement de facteurs d'émission)
- lignes directrices sur les déclarations réglementaires

- outils de collecte des données et grilles de saisie des données
- niveau ou niveaux utilisés
- facteurs d'émission
- données sur l'activité
- facteurs de spéciation
- facteurs de répartition temporelle et spatiale
- importation de données propres aux établissements (par exemple données du *Center for Environmental Monitoring from Space* [CEMS, Centre de surveillance environnementale depuis l'espace])
- références bibliographiques sur les données
- rapports et analyses des données à la demande des utilisateurs
- formats d'importation de données (par exemple modèle de données)
- formats d'exportation de données (par exemple formats SMOKE, IDA et NIF)

Ces composantes peuvent être incluses dans une base de données relationnelle utilisant des sous-secteurs comme zones clés au degré de détail où les choix relatifs aux niveaux, aux facteurs d'émission, aux données sur l'activité ou aux facteurs de spéciation varient.

Autre la collecte des données d'inventaire, leur gestion, leur stockage et le contrôle de leur qualité, ces systèmes de gestion de données peuvent être utilisés pour partager des données sur les émissions aux fins de l'établissement d'inventaires régionaux et internationaux et d'analyses de la qualité de l'air. En particulier, pour ce qui est de l'établissement d'un inventaire du CN, l'utilisation d'outils efficaces de gestion des données facilitera les mises à jour et l'amélioration des inventaires au fil du temps.

L'EPA utilise l'*Emission Inventory System* (EIS, Système d'inventaire des émissions) pour recueillir et diffuser les données de son *National Emissions Inventory* (NEI, Inventaire national des émissions). L'EIS a été mis au point pour permettre aux utilisateurs autorisés de l'EPA, ainsi que ceux des échelons étatique, local et tribal, d'avoir accès aux données et pour assurer la transparence du processus d'inventaire. Les utilisateurs autorisés peuvent consulter l'inventaire et les données sur les émissions à l'échelon des établissements, concevoir et extraire des rapports personnalisés et demander un soutien à l'EPA par l'intermédiaire d'un centre de messages. Pour en savoir plus sur l'EIS de l'EPA, consulter le site <www.epa.gov/ttnchie1/eis/gateway/>.

Au Mexique, le système de base de données Datgen est utilisé pour compiler les données sur les émissions des sources ponctuelles (énergétiques et industrielles). Le Semarnat met ses inventaires à la disposition du public sur le site Web *Sub-sistema del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera* (SINEA, Sous-système de l'Inventaire national des émissions atmosphériques) (Semarnat, 2015).

La Commission de coopération environnementale (CCE) est en train d'élaborer un portail Web pour la gestion des données sur les émissions, appelé Portail nord-américain sur les polluants ayant des effets sur le climat (voir <<http://climateportal.cec.org/fr/>>). Cette plate-forme Web vise à rendre les données des inventaires des émissions de polluants atmosphériques du Canada, du Mexique et des États-Unis comparables et faciles à consulter pour les chercheurs et les spécialistes des politiques. Actuellement, il ne comprend pas d'outil d'établissement d'inventaires, mais il inclut des inventaires des émissions de GES, de CN et d'agents de forçage climatique à courte durée de vie, publiés en collaboration avec les gouvernements du Canada, du Mexique et des États-Unis. La CCE prévoit d'y inclure à l'avenir d'autres inventaires. Le Portail comporte actuellement trois composantes clés :

- un **menu d'outils de recherche** permettant l'accès aux données trinationales sur les inventaires des émissions;
- un **dictionnaire de données** qui définit un cadre commun destiné à améliorer la comparabilité des différents inventaires par l'utilisation d'étiquettes sémantiques;
- une **interface de programmation d'applications publiquement accessible (API)** qui distribue les données trinationales sur les inventaires des émissions aux utilisateurs avancés, aux programmeurs en élaboration de logiciels et aux chercheurs.

Nous invitons les concepteurs d'inventaire à utiliser la présente description de systèmes comme point de départ pour la mise au point d'un système de gestion des données sur les émissions, ou l'utilisation ou l'adaptation d'un système existant, au début du travail de mise sur pied d'un inventaire des émissions. Cela favorisera l'adoption d'une approche disciplinée à l'égard de l'établissement de l'inventaire et cela permettra de fournir la documentation requise par les utilisateurs et pour les itérations futures de l'inventaire. Une approche de gestion des données ne doit pas nécessairement être très complexe; le meilleur système sera un système qu'il sera possible de tenir à jour et qui fournira le degré de détail nécessaire aux utilisateurs et aux concepteurs.

Annexe B. Validation et incertitude

L'amélioration et la vérification des inventaires des émissions de CN sont des éléments essentiels de l'établissement de ces inventaires. Dans une perspective d'amélioration continue, la validation courante en vue de déceler les lacunes dans la performance de l'inventaire constitue une bonne pratique. L'analyse des incertitudes associées à l'inventaire peut aider les concepteurs et les décideurs à comprendre les limites d'un inventaire. L'analyse d'incertitude et l'analyse de sensibilité sont, en conjugaison, des méthodes qui permettent de se concentrer sur les éléments dont l'amélioration est la plus indispensable.

Détermination et quantification des sources d'incertitude

Il est important d'estimer l'incertitude des inventaires du CN tant pour les concepteurs que pour les décideurs, afin de pouvoir mettre en contexte les estimations des émissions. Il importe également de mettre en lumière les domaines dans lesquels il convient le plus de concentrer les ressources pour recueillir davantage de données et améliorer la qualité générale de l'inventaire. Actuellement, la quantification des incertitudes dans les inventaires des émissions de CN en Amérique du Nord constitue un défi, comme en témoigne l'absence d'estimations quantitatives des incertitudes dans les comptes-rendus de l'EPA et du groupe de travail du Conseil de l'Arctique sur les inventaires du CN réalisés (le rapport sur la planification nationale de la lutte contre les polluants à courte durée de vie au Mexique fournit pour sa part une méthode de calcul des incertitudes et présente une étude de cas concernant un secteur). Ce défi découle du fait que les estimations des émissions de CN sont basées sur les estimations relatives aux PM et qu'il n'y a aucune quantification des émissions de CN dans les inventaires officiels des PM tels que le *National Emissions Inventory* des États-Unis. Afin de pouvoir faire des estimations de l'incertitude concernant les inventaires du CN, il faudra d'abord faire des estimations de l'incertitude selon une approche ascendante dans les inventaires sous-jacents des PM. Les études qui ont quantifié l'incertitude ont fourni comme estimations de très larges plages; par exemple, pour un inventaire mondial du CN, Bond et coll. (2004) ont estimé une plage incertitude d'environ - 50 % à + 275 % pour les estimations totales de l'inventaire.

La quantification de l'incertitude des inventaires des émissions à formule ascendante pose le problème additionnel que ces inventaires sont le produit d'une série de composantes — facteurs d'émission, facteurs d'activité et, dans le cas du CN, facteurs de spéciation — dans chacune desquelles des facteurs indépendants contribuent à l'incertitude. Chacune de ces incertitudes individuelles vient accroître l'incertitude globale des inventaires du CN. En raison de la nécessité de quantifier d'abord l'incertitude dans les inventaires sous-jacents des PM, où l'incertitude n'a pas été estimée, les concepteurs d'inventaires du CN se heurtent à une difficulté majeure pour ce qui est de l'estimation de l'incertitude de leurs produits. Toutefois, des méthodes publiées dans le cadre des lignes directrices du GIEC concernant les inventaires de GES peuvent être appliquées au CN, ce qui offre une piste aux concepteurs pour tenter de quantifier également l'incertitude de leurs inventaires du CN (GIEC, 1996). Ces lignes directrices donnent des détails sur des méthodes de quantification de l'incertitude basée soit sur l'analyse statistique, lorsque les données le permettent, soit sur la « sollicitation de l'opinion d'experts » (c'est-à-dire une solution de rechange consistant à sonder des experts pour leur demander de porter un jugement subjectif sur les incertitudes) lorsque les données ne permettent pas une quantification directe. Les lignes directrices du GIEC examinent en détail la question de la sollicitation de l'opinion d'experts, et traitent notamment des considérations relatives au choix des experts, à l'obtention de leur opinion et à la synthèse des distributions en probabilités quantifiables pouvant être utilisées dans des calculs de propagation.

Sources d'incertitude

La quantification des incertitudes nécessite la prise en compte de plusieurs sources de variabilité et d'erreur dans les méthodes d'inventaire et les données sous-jacentes. Ces sources contribuent à des degrés variables à l'incertitude des facteurs d'émission, des données sur l'activité et des facteurs de spéciation. La possibilité de quantifier chaque incertitude dépend de la disponibilité de données détaillées, comme

nous l'avons mentionné; dans certains cas, la méthode de l'obtention de l'opinion d'experts, décrite plus en détail plus bas, est essentielle à la quantification.

- **Variabilité.** La variabilité est inévitable dans les facteurs d'émission et l'activité. Les secteurs de sources sont composés de multiples sources individuelles (par exemple véhicules, centrales électriques, fourneaux de cuisine). Ces sources individuelles ont une variabilité naturelle qui ne peut pas être réduite même si l'on procède à un échantillonnage exhaustif de chacune des sources. Cette variation naturelle peut être quantifiée au moyen de statistiques relatives aux populations et exprimée sous forme de barres d'erreur (par exemple des intervalles de confiance à 95 %) dans les caractérisations des facteurs d'émission. La variabilité peut être quantifiée à partir de la distribution des mesures autour d'une tendance centrale (c'est-à-dire la moyenne ou la médiane) au moyen de techniques courantes d'analyse statistique.
- **Mesure.** Les erreurs de mesure sont le produit d'un manque de précision dans les dispositifs utilisés pour mesurer les émissions ou l'activité, ou encore dans les procédures d'essai selon lesquelles les données sont recueillies (par exemple la reproductibilité des essais). Par exemple, les dispositifs de surveillance des émissions nécessitent un étalonnage fréquent; même s'ils sont bien étalonnés, ces appareils auront une tolérance d'incertitude en raison des limites de détection de l'instrument, tolérance qui est quantifiable à partir des caractéristiques techniques de l'appareil. Si un appareil n'est pas bien étalonné, la mesure peut être sujette à un biais et être difficile à quantifier si l'instrument n'est pas vérifié par une source indépendante. En outre, des disparités dans la définition du CN (CE par opposition à CAL, comme nous l'avons expliqué à la section 2.2) viennent accroître l'incertitude liée à la mesure.
- **Biais d'échantillonnage.** Les facteurs d'émission sont généralement dérivés d'échantillons d'une population totale dans un secteur donné et/ou d'un sous-ensemble des modes d'exploitation des sources. Dans de nombreux secteurs, un nombre relativement faible de sources produisant des émissions considérables sont à l'origine d'une plus grande proportion des émissions, ce qui doit être reflété dans le facteur d'émission. À cette fin, idéalement, l'échantillon doit être représentatif de l'ensemble de la population — soit grâce à une grande taille d'échantillon assurant une distribution représentative des sources, soit au moyen d'un échantillonnage stratifié ciblant les sources à l'origine d'émissions considérables. Si l'on ne procède pas ainsi, si l'échantillon est simplement trop petit pour englober l'éventail des émissions, l'échantillon sera biaisé et viendra ajouter des erreurs dans le calcul général des émissions de l'inventaire. Un biais d'échantillonnage est difficile à quantifier sans estimation indépendante d'émissions représentatives.
- **Formulation du modèle.** Le calcul d'inventaires des émissions selon une formule ascendante repose sur des modèles conçus selon des hypothèses simplificatrices. Le processus de simplification de la complexité des émissions réelles dans un cadre de modèle introduit des erreurs. Les facteurs d'émission peuvent être basés sur des tendances opérationnelles plus typiques et négliger les événements plus extrêmes. Des différences entre les sources d'émission (par exemple la végétation, les sources industrielles, les types de véhicules) peuvent être perdues par suite du regroupement en une sous-catégorie unique d'émissions. Des facteurs qui ont des résultats complexes sur les émissions tels que les conditions météorologiques, l'âge des équipements ou la diversité et la qualité des combustibles peuvent être perdus au bénéfice d'hypothèses linéaires plus globales.

Un problème lié à la formulation du modèle qui est particulièrement pertinent dans le cas des lignes directrices sur les inventaires du CN réside dans la reconnaissance du fait que des facteurs d'émission globaux et des données regroupées sur l'activité, comme on le recommande généralement pour les approches de niveau 1 et de niveau 2, introduiront des erreurs dans les calculs des inventaires. L'agrégation des facteurs d'émission et des données sur l'activité

nécessite des hypothèses inhérentes sur la combinaison de catégories de sources plus détaillées qui ne sont pas fournies par l'utilisateur. Cette agrégation peut aussi avoir pour effet d'émousser les non-linéarités qui existent dans un secteur de sources, par exemple les répercussions des saisons. Toutefois, bien que le processus d'agrégation introduise des erreurs, l'objet de ce processus est de permettre une estimation dans des cas où, autrement, il n'y en aurait pas. Tout bien pesé, l'utilisation d'une approche regroupée de niveau 1 est jugée préférable à l'absence d'estimation dans un secteur, mais elle ne devrait être utilisée que dans un tel cas.

Les erreurs introduites par la formulation du modèle ne sont pas facilement quantifiables à partir des données sous-jacentes; il se peut que l'on doive faire appel à l'opinion d'experts pour pouvoir quantifier l'incertitude.

- **Spéciation.** La spéciation qui permet de dériver les estimations du CN introduit des erreurs additionnelles qui sont également liées à la formulation du modèle. Les facteurs de spéciation reproduisent des erreurs provenant des mêmes sources que les facteurs d'émission sous-jacents : variabilité, mesure, biais d'échantillonnage et formulation du modèle. Au chapitre des mesures, un problème supplémentaire découle du fait que les instruments mesurent le carbone élémentaire plutôt que le carbone noir absorbant la lumière. Les facteurs de spéciation sont souvent dérivés de programmes d'échantillonnage des émissions dissociés des facteurs d'émission auxquels ils sont appliqués. Par conséquent, les facteurs de spéciation mêmes reflètent de la variabilité, des erreurs de mesure et des biais d'échantillonnage. Lorsqu'ils sont appliqués à des facteurs d'émission sous-jacents relatifs aux PM, une erreur est introduite dans une perspective de formulation du modèle parce que les conditions de mesure et d'échantillonnage ne concordent pas. Le recours à la spéciation est une nécessité dans l'état d'avancement actuel des inventaires du CN; avec le temps, cependant, on espère que le CN pourra être directement mesuré dans le cadre d'une caractérisation plus vaste des facteurs d'émission, ce qui éliminera la nécessité de cette étape additionnelle et des erreurs qu'elle introduit.
- **Données incomplètes.** Les sources d'erreurs susmentionnées sont basées sur la quantification des secteurs inclus dans l'inventaire des émissions. Une source d'erreurs additionnelle est le caractère incomplet d'un inventaire parce qu'un secteur de sources en est exclu. Les présentes lignes directrices ont pour objet de réduire cette erreur en fournissant au moins des méthodes de niveau 1 pour les secteurs qui sont à l'origine de la grande majorité des émissions de CN. Il est impossible de prendre en compte absolument chacune des sources potentielles du CN et certains très petits sous-secteurs sont exclus. Cette lacune peut être quantifiée par une comparaison du calcul des émissions selon la méthode descendante et des estimations obtenues selon la méthode ascendante.

Quantification de l'incertitude

Pour estimer l'incertitude, il faut connaître la distribution des probabilités et la variabilité en ce qui concerne chacun des éléments qui entrent dans les calculs d'un inventaire (c.-à-d. facteurs d'émission, données sur l'activité et facteurs de spéciation). Comme nous l'avons indiqué plus haut, idéalement, ces paramètres seraient quantifiés directement à partir des données sous-jacentes au moyen de techniques statistiques ou de la méthode bootstrap, une technique d'analyse qui utilise la variabilité sous-jacente des données pour construire une distribution et une variance pour une composante précise. En l'absence de données permettant d'appliquer ces techniques, il est proposé d'adopter comme solution de rechange la sollicitation de l'opinion d'experts pour obtenir leur jugement subjectif sur les incertitudes. En pratique, il peut ne pas être réaliste pour un concepteur de vouloir quantifier chaque élément d'incertitude. On peut donc recourir à une tentative raisonnable consistant à estimer et à combiner selon des méthodes établies les incertitudes dans les facteurs d'émission, les données sur l'activité et les facteurs de spéciation, tout en précisant dans la documentation que certains éléments d'incertitude (p. ex. formulation du modèle,

données incomplètes) ne sont pas inclus dans l'estimation quantifiée. Les paragraphes qui suivent traitent de la façon de déployer des efforts plus ciblés pour quantifier une estimation de l'incertitude.

Facteurs d'émission

L'incertitude dans les facteurs d'émission relatifs aux PM est principalement liée à la variabilité, à la mesure, au biais d'échantillonnage et à la formulation du modèle (agrégation). Les grandes sources de facteurs d'émission citées dans les présentes lignes directrices (voir p. ex. les modèles d'émissions des sources mobiles à la section 3.3, Sources mobiles) n'incluent généralement pas d'estimations de l'incertitude avec les facteurs d'émission, même si les données sous-jacentes sont souvent disponibles. Dans ces cas, il faudrait quantifier directement l'incertitude relative à la variabilité et à la mesure, en utilisant la distribution des probabilités et l'écart type pour les données sous-jacentes, ou en appliquant la méthode bootstrap. La quantification du biais d'échantillonnage nécessite une comparaison à des sources indépendantes ou la sollicitation de l'opinion d'experts.

Données sur l'activité

Les sources de données sur l'activité recommandées dans les présentes lignes directrices tendent à dériver d'estimations compilées par les organismes gouvernementaux (p. ex. consommation d'énergie, superficie brûlée, distance parcourue par les véhicules). La quantification de l'incertitude dépend de l'organisme qui compile les données et le concepteur d'inventaire doit demander à celui-ci si des estimations de l'incertitude sont fournies pour ces données. Il peut être possible d'obtenir les données sous-jacentes permettant d'établir les statistiques de probabilité ou d'appliquer la méthode bootstrap. À défaut de cela, il faut solliciter l'opinion d'experts.

Facteurs de spéciation

La base de données SPECIATE contient des renseignements sur l'incertitude (EPA, 2011b). Toutefois, ces renseignements concernent uniquement la variabilité et les erreurs de mesure. Les biais d'échantillonnage et la formulation du modèle contribuent aussi considérablement à l'incertitude liée à l'application des facteurs de spéciation dans les inventaires du CN (p. ex. à cause de la non-concordance entre le nombre de catégories de sources dans les inventaires des PM et le nombre de profils de spéciation disponibles).

Combinaison des incertitudes

Après que la distribution et l'écart type ont été estimés pour les facteurs d'émission, l'activité et les facteurs de spéciation, les lignes directrices du GIEC présentent deux méthodes pour la quantification de l'incertitude : 1) la quantification mathématique (jugée plus simple); 2) la simulation Monte Carlo, qui procède à une itération de nombreuses simulations informatiques des calculs d'inventaire avec une sélection aléatoire des composantes de l'inventaire (facteurs d'émission, données sur l'activité, facteurs de spéciation) d'après la distribution des probabilités pour ces composantes.

Pour la méthode 1, les lignes directrices du GIEC fournissent des équations mathématiques pour la combinaison des incertitudes obtenues selon une méthode additive (règle A) et multiplicative (règle B). Les inventaires du CN englobant de multiples secteurs utiliseront les deux méthodes. Pour les secteurs individuels, on applique la méthode multiplicative (règle B) en se basant sur l'incertitude en pourcentage de la variable cible; ensuite, on fait la somme des valeurs obtenues pour les secteurs afin d'obtenir la valeur totale de l'inventaire (règle A). Les équations relatives à chaque méthode sont présentées dans l'extrait suivant des lignes directrices du GIEC (GIEC, 1996)³ :

³ Les lignes directrices du GIEC ont été mises à jour en 2006, mais l'approche fondamentale du calcul de l'incertitude demeure conforme à ce qui est présenté ici.

- Règle A : Si des quantités incertaines doivent être combinées par addition, l'écart type de la somme sera la racine carrée de la somme des carrés des écarts type des quantités ajoutées, les écarts type étant tous exprimés en termes absolus (cette règle est exacte pour les variables non corrélées).

Avec cette interprétation, on peut obtenir une équation simple pour l'incertitude de la somme, exprimée en pourcentage :

$$\text{EQUATION 6.3}$$
$$U_{\text{total}} = \frac{\sqrt{(U_1 \cdot x_1)^2 + (U_2 \cdot x_2)^2 + \dots + (U_n \cdot x_n)^2}}{x_1 + x_2 + \dots + x_n}$$

où :

U_{total} est le pourcentage d'incertitude de la somme des quantités (moitié de l'intervalle de confiance de 95 pour cent divisé par le total [moyenne] et exprimé en pourcentage);

x_i et U_i sont les quantités incertaines et leurs pourcentages d'incertitude respectifs.

- Règle B : Si des quantités incertaines doivent être combinées par multiplication, la même règle s'applique, mais les écarts types doivent tous être exprimés en fractions des valeurs moyennes appropriées (cette règle est approximative pour toutes les variables aléatoires).

On peut également obtenir une équation simple pour l'incertitude du produit, exprimée en pourcentage :

$$\text{EQUATION 6.4}$$
$$U_{\text{total}} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$$

où :

U_{total} est le pourcentage d'incertitude du produit des quantités (moitié de l'intervalle de confiance de 95 pour cent divisé par le total et exprimé en pourcentage);

U_i est le pourcentage d'incertitude associé à chaque quantité.

Source : GIEC, 1996.

Les lignes directrices du GIEC fournissent des modèles pour l'estimation de l'incertitude selon ces méthodes, de même que des méthodes de projection de tendances relatives à l'incertitude en fonction des changements dans les émissions avec le temps. En bref, pour un sous-secteur donné, les incertitudes établies pour le facteur d'émission, l'activité et le facteur de spéciation (par analyse des données sous-jacentes ou sollicitation de l'opinion d'experts) seraient les données d'entrée dans l'équation 6.3 ci-dessus. L'incertitude ainsi calculée pour ce sous-secteur deviendrait une donnée d'entrée, de concert avec les données des autres sous-secteurs, dans l'équation 6.4 ci-dessus pour produire une estimation de l'incertitude totale liée à l'inventaire.

La méthode Monte Carlo (méthode 2) est généralement appliquée au moyen de progiciels expressément conçus à cette fin. Des programmes complémentaires à Microsoft Excel (p. ex. @Risk®, Oracle Crystal Ball) sont relativement faciles à installer et à utiliser pour les itérations, et nécessitent la définition des distributions des probabilités pour chaque facteur d'émission, élément de donnée sur l'activité et facteur de spéciation utilisé dans l'inventaire. La méthode Monte Carlo convient pour les inventaires du CN, permettant de calculer les inventaires des secteurs individuels à de multiples reprises (souvent, des milliers de fois) en utilisant des données d'entrée sélectionnées aléatoirement pour le facteur d'émission, l'élément de donnée sur l'activité et le facteur de spéciation. Les résultats de chaque itération sont additionnés pour tous les secteurs et une distribution des émissions totales est construite à partir des résultats de chaque itération; à partir de cela, il est possible d'établir une estimation pour l'ensemble de l'inventaire du CN.

Méthodes de validation

La validation consiste à comparer un inventaire des émissions et ses facteurs sous-jacents à des sources de données indépendantes pour contrôler les données d'entrée et les résultats et pour déterminer s'il existe des écarts importants dans des secteurs individuels. Elle est importante pour vérifier la qualité de l'inventaire et pour mettre en évidence les domaines où des recherches futures s'imposent. Comme dans le cas des inventaires d'autres polluants, il n'existe aucune estimation d'une vérité absolue en ce qui concerne les émissions de CN. Il est possible d'utiliser plusieurs sources pour évaluer différents aspects de l'inventaire et la surveillance peut permettre un contrôle limité sur une base relative. Différentes approches de la validation sont résumées ci-dessous.

Ensembles de données indépendants

La façon la plus directe d'évaluer les facteurs d'émission et de spéciation est de recourir à des ensembles de données qui n'ont pas été inclus dans l'élaboration des facteurs d'émission. Puisque les mêmes sources d'incertitude existent dans ces ensembles de données indépendants, il faut faire preuve de discernement lorsqu'on effectue ces comparaisons. Les ensembles de données indépendants sont particulièrement utiles pour évaluer le biais d'échantillonnage dans les facteurs d'émission; c'est pourquoi, idéalement, l'ensemble de données indépendant devrait refléter une grande taille d'échantillon ou une approche d'échantillonnage stratifié. La disponibilité de ces ensembles de données dépend du secteur de sources et de la variété de méthodes de mesure disponibles. Par exemple, pour les sources mobiles hors route, des facteurs d'émission basés sur des mesures lors d'essais en laboratoire ont été validés à l'aide de données indépendantes produites par des dispositifs de détection à distance en bordure de routes, des systèmes portatifs de mesure des émissions ou des mesures de l'air ambiant dans des tunnels routiers. Pour ce secteur de sources, l'existence de plusieurs méthodes de mesure fournit plus facilement des données indépendantes aux fins de la validation. Dans d'autres secteurs, où les données sont plus limitées, des études indépendantes tirées de la documentation (p. ex. portant sur un autre pays) peuvent permettre une validation.

Comparaison entre les niveaux

Pour bon nombre des secteurs, les méthodes de niveau 1 font appel à des sources de données sur l'activité regroupées selon la méthode descendante (p. ex. consommation d'énergie, consommation de combustible). Traditionnellement, on a utilisé ces sources pour contrôler les inventaires établis selon la formule ascendante, qui reposent sur des éléments d'activité autres et plus détaillés. Par exemple, pour les sources mobiles, la consommation totale de carburant (recommandée pour le niveau 1) est souvent utilisée pour contrôler les inventaires ascendants en fonction de la distance parcourue par les véhicules. La structure des présentes lignes directrices, basée sur les niveaux, peut se prêter à la validation, car dans bien des secteurs, une approche de niveau 1 peut être utilisée pour contrôler une approche de niveau 2 ou 3 si l'on utilise des données différentes sur l'activité. Cette façon de procéder permet la validation de combinaisons de facteurs d'émission et d'éléments de données sur l'activité, lesquelles constituent l'assise des inventaires ascendants.

Surveillance

Les données par satellite et les données de surveillance sont des sources objectives d'estimations des PM et du CN, quoique pas sur une base de masse absolue. Cela limite les façons dont on peut appliquer ces sources à l'évaluation des inventaires des émissions. Ces sources de données sont utiles pour évaluer des tendances au fil du temps ou des variations saisonnières. On peut utiliser des dispositifs de surveillance de l'air ambiant pour mesurer les changements relatifs dans les émissions pour des événements isolés (p. ex. des incendies) ou pour comparer les ratios des différents polluants à ceux estimés par les inventaires établis selon la formule ascendante. Les données de surveillance sur les PM englobent les PM secondaires formées dans l'atmosphère (p. ex. nitrates, sulfates, aérosols organiques secondaires, etc.), ce dont il faut tenir compte lors de la validation d'espèces de PM directement émises telles que le carbone élémentaire.

À des fins de validation, les données de surveillance sont habituellement comparées à des résultats de modélisation de la qualité de l'air qui prennent en compte les PM secondaires plutôt qu'à des inventaires des émissions massiques qui n'englobent que les PM directement émises.

Facteurs d'émission et facteurs de spéciation recommandés pour les méthodes de niveau 1 aux fins de l'estimation des émissions de carbone noir



Remarques : On trouvera dans chaque tableau les facteurs d'émission (FE) et les facteurs de spéciation (FS) servant au calcul des émissions de carbone noir, par secteur, pour les méthodes de niveau 1 présentées au chapitre 3. Pour les secteurs Biomasse, Énergie-industrie, Résidentielles et Autres, les FE et les FS s'appliquent à toutes les années civiles. Pour les sources mobiles routières et mobiles hors route, les FE et les FS s'appliquent uniquement à une année de référence : l'année civile 2013. La documentation concernant chaque FE et FS est fournie dans chaque tableau sous forme de référence et dans des notes supplémentaires sur la méthode de dérivation, le cas échéant.

PARTIE 3.1 BIOMASSE

Facteurs d'émission (FE), niveau 1

Combustible	Source d'émissions	Facteur	Polluant	Unité	Référence(s)	Nº ID de facteur WebFRE	Notes
Biomasse	Incendies à l'air libre, Mexique	324	PM _{2.5}	kg/hectare	AP-42, tableau 13.1-2 (EPA, 1994)	S/O	La moyenne des particules pour les incendies de forêt sauvages (moyenne sur 9 régions américaines) est indiquée au tableau 13.1-2 d'AP-42.
Biomasse	Incendies à l'air libre, Canada et É.-U.	324	PM _{2.5}	kg/hectare	AP-42, tableau 13.1-2 (EPA, 1994); G/RD et F/RD, 2003	S/O	
Biomasse	Brûlage dirigé, Canada (sauf la Colombie-Britannique), Mexique et É.-U.	632	PM _{2.5}	kg/hectare	AP-42, tableau 13.1-4 (EPA, 1994)	S/O	La moyenne des particules pour les brûlages prescrits (moyenne sur 6 régions américaines) est indiquée au tableau 13.1-4 d'AP-42.
Biomasse	Brûlage dirigé, Canada (Colombie-Britannique)	752	PM _{2.5}	kg/hectare	G/RD et F/RD, 2003	S/O	
Biomasse	Brûlage agricole, Mexique (canne à sucre)	2,49	PM _{2.5}	g/kg	Hall et coll., 2012	S/O	Facteur d'émission moyen recommandé à partir de l'étude en chambre de combustion de Hall et coll., 2012.
Biomasse	Brûlage agricole, Mexique	6,26	PM _{2.5}	g/kg	Agaki et coll., 2011; Yökelson et coll., 2011	S/O	Valeur indiquée au tableau 1 (Agaki et coll., 2011) et au tableau 2 (Yökelson et coll., 2011).
Biomasse	Brûlage agricole, Canada et É.-U.	5,25	PM _{2.5}	g/kg	WRAP 2005; Agaki et coll., 2011	S/O	Moyenne de la valeur tirée du tableau 24 de la CARB, dans WRAP 2005, et de la valeur tirée d'Agaki et coll., 2011.

Note : S/O = sans objet

Facteurs de spéciation (FS), niveau 1

Source/type de combustible	CE (% en poids)*	Référence(s)	Nº de profil SPECIATE (s'il y a lieu)	Incertitude SPECIATE (s'il y a lieu)
Incendies à l'air libre et brûlage dirigé	9,5	SPECIATE (EPA, 2011b)	92102	S/O
Brûlage agricole, Mexique (canne à sucre)	28,5	Hall et coll., 2012	S/O	S/O
Brûlage agricole	10,9	SPECIATE (EPA, 2011b)	92103	S/O

Notes : *Le facteur de spéciation concerne le pourcentage des PM_{2.5} qui est du carbone élémentaire (CE). Le CE a été reconnu comme substitut pour le CN jusqu'à ce que des méthodes de mesure et données améliorées deviennent disponibles. S/O = sans objet.

PARTIE 3.2 ÉNERGIE ET INDUSTRIE (FE)

Facteurs d'émission (FE), niveau 1

Combustible	Source d'émissions	Facteur	Polluant	Unité	Référence(s)	N°ID de facteur WebFRE	Notes
Houille anthraciteuse	Production d'électricité	(2,500E0)+(8E-2* A)	PM _{2.5}	lb/tonne É-U	WebFRE (EPA, 2015b)	45	La teneur en cendres typique pour la houille anthraciteuse est de 7,0-16,0% selon le poids (EPA, 1985).
Charbon bitumineux/subbitumineux	Production d'électricité	5,64	PM _{2.5}	lb/tonne É-U	WebFRE (EPA, 2015b)	502	
Huile distillée	Production d'électricité	1,55	PM _{2.5}	lb/1000 gallons	WebFRE (EPA, 2015b)	2256	
Kérosène/naphte (carburacteur)	Production d'électricité	0,01107	PM _{2.5}	lb/million BTU	WebFRE (EPA, 2015b)	11510	
Lignite	Production d'électricité	0,79*[6,6E-1* (A)]	PM _{2.5}	lb/tonne É-U	WebFRE (EPA, 2015b)	1584	Charbon pulvérisé fond sec, combustion verticale La teneur en cendres typique pour le lignite est de 6,2% selon le poids (EPA, 1985).
Gaz de pétrole liquéfié (GPL)	Production d'électricité	0,848	PM _{2.5}	lb/1000 gallons	WebFRE (EPA, 2015b)	3778	FE relatif au propane
Gaz naturel	Production d'électricité	7,6	PM _{2.5}	lb/million pi ³	WebFRE (EPA, 2015b)	2496	
Gaz de procédé	Production d'électricité	7,41	PM _{2.5}	lb/million pi ³	WebFRE (EPA, 2015b)	2596	
Pétrole résiduaire	Production d'électricité	4,3A	PM _{2.5}	lb/1000 gallons	WebFRE (EPA, 2015b)	2004	La teneur en cendres typique pour le pétrole résiduaire est de 0,05-0,1% selon le poids (EPA, 1985).
Déchets solides	Production d'électricité	0,04063	PM _{2.5}	lb/million BTU	WebFRE (EPA, 2015b)	3823	
Déchets de bois/d'écorçage	Production d'électricité	10	PM _{2.5}	lb/tonne É-U	WebFRE (EPA, 2015b)	2860	
Houille anthraciteuse	Industrielle	(2,500E0)+(8E-2* A)	PM _{2.5}	lb/tonne É-U	WebFRE (EPA, 2015b)	3896	La teneur en cendres typique pour la houille anthraciteuse est de 7,0-16,0% selon le poids (EPA, 1985).
Charbon bitumineux/subbitumineux	Industrielle	5,64	PM _{2.5}	lb/tonne É-U	WebFRE (EPA, 2015b)	4329	
Huile distillée	Industrielle	1,55	PM _{2.5}	lb/1000 gallons	WebFRE (EPA, 2015b)	5690	
Kérosène/naphte (carburacteur)	Industrielle	0,01107	PM _{2.5}	lb/million BTU	WebFRE (EPA, 2015b)	12248	
Lignite	Industrielle	(5,600E-1* A) + 6,400E-1	PM _{2.5}	lb/tonne É-U	WebFRE (EPA, 2015b)	5461	La teneur en cendres typique pour le lignite est de 6,2% selon le poids (EPA, 1985).
Gaz de pétrole liquéfié (GPL)	Industrielle	1,106	PM _{2.5}	lb/1000 gallons	WebFRE (EPA, 2015b)	8006	FE relatif au propane
Gaz naturel	Industrielle	7,6	PM _{2.5}	lb/million pi ³	WebFRE (EPA, 2015b)	5945	
Gaz de procédé- gaz de raffinerie de pétrole	Industrielle	8,7	PM _{2.5}	lb/million pi ³	WebFRE (EPA, 2015b)	5995	
Gaz de procédé- gaz de haut-fourneau	Industrielle	8,6	PM _{2.5}	lb/million pi ³	WebFRE (EPA, 2015b)	6006	
Gaz de procédé- gaz de four à coke	Industrielle	8,919	PM _{2.5}	lb/million pi ³	WebFRE (EPA, 2015b)	6015	
Pétrole résiduaire	Industrielle	(4,67E0* A)+(1,50E0)	PM _{2.5}	lb/1000 gallons	WebFRE (EPA, 2015b)	5526	La teneur en cendres typique pour le pétrole résiduaire est de 0,05-0,1% selon le poids (EPA, 1985).
Déchets de bois/d'écorçage	Industrielle	10	PM _{2.5}	lb/tonne É-U	WebFRE (EPA, 2015b)	6360	
Divers	Fours à briques (Mexique)	40,39	PM _{2.5}	kg/combustible brûlé	TOCQ 2002; CARB, 2014	S/O	FE original pour les PTS (TOCQ 2002) multiplié par 0,9001 (fraction de taille) pour les PM _{2.5} (CARB, 2014).

Notes : S/O = sans objet. A = teneur du combustible en cendres, % selon le poids.

PARTIE 3.2 ÉNERGIE ET INDUSTRIE (FS)

Facteurs de spéciation (FS), niveau 1

Source/type de combustible	CE (% en poids)*	Référence(s)	N° de profil SPECIATE (s'il y a lieu)	Incertitude SPECIATE (s'il y a lieu)	Notes
Combustion de charbon bitumineux	1,696	SPECIATE (EPA, 2011b)	92104	SO	
Combustion d'huile distillée	10	SPECIATE (EPA, 2011b)	92115	SO	
Combustion de lignite	1,428729379	SPECIATE (EPA, 2011b)	92125	SO	
Combustion de gaz naturel	38,4	SPECIATE (EPA, 2011b)	92112	SO	
Gaz de pétrole liquéfié (GPL)	38,4	SPECIATE (EPA, 2011b)	92112	SO	Aucun profil disponible pour le GPL. Le profil concerne le gaz naturel. Comme solution de rechange, les concepteurs d'inventaire pourraient choisir un autre profil substitut disponible dans SPECIATE.
Combustion de gaz de procédé	14,57143457	SPECIATE (EPA, 2011b)	92136	SO	
Combustion de pétrole résiduaire	1	SPECIATE (EPA, 2011b)	92117	SO	
Combustion de déchets solides	1,52188727	SPECIATE (EPA, 2011b)	92126	SO	
Combustion de charbon subbitumineux	4,2763	SPECIATE (EPA, 2011b)	92110	SO	
Déchets de bois/d'écorçage	3,3	EMEP/AEE, 2013	SO	SO	
Fours à briques (Mexique)	0,865	Stratus 2012	SO	SO	

Notes : *Le facteur de spéciation concerne le pourcentage des $PM_{2,5}$ qui est du carbone élémentaire (CE). Le CE a été reconnu comme substitut pour le CN jusqu'à ce que des méthodes de mesure et données améliorées deviennent disponibles. SO = sans objet.

PARTIE 3.3.1 MOBILES ET ROUTIÈRES

Facteurs d'émission (FE), niveau 1

Combustible	Source d'émissions	Facteur	Polluant	Unité	Référence(s)	Nº ID de facteur WebFRE	Notes
Diesel	Tous les véhicules au diesel (Canada et É.-U.)	1,481	CE	g/gallon consommé	EPA, 2014a	S/O	Pour le Canada et les É.-U., utilisation de MOVES2014 pour l'année civile 2013; teneur en énergie de 135 562 kJ/gallon.
Essence	Tous les véhicules à essence (Canada et É.-U.)	0,050	CE	g/gallon consommé	EPA, 2014a	S/O	2013; teneur en énergie de 118 287 kJ/gallon (E10).
Gaz naturel comprimé	Tous les véhicules au GNC (Canada et É.-U.)	0,024	CE	g/pi ³ std consommé	EPA, 2014a	S/O	2013; teneur en énergie de 103 706 kJ/gallon.
Diesel	Tous les véhicules au diesel (Mexique)	3,185	CE	g/gallon consommé	EPA, 2014a	S/O	Pour le Mexique, approximation des valeurs de 2013 par utilisation de MOVES É.-U. pour 2004; teneur en énergie de 135 562 kJ/gallon.
Essence	Tous les véhicules à essence (Mexique)	0,073	CE	g/gallon consommé	EPA, 2014a	S/O	Approximation des valeurs de 2013 à l'aide des valeurs de 2004; teneur en énergie de 122 481 kJ/gallon (E0).
Gaz naturel comprimé	Tous les véhicules au GNC (Mexique)	0,036	CE	g/pi ³ std consommé	EPA, 2014a	S/O	Approximation des valeurs de 2013 à l'aide des valeurs de 2004; teneur en énergie de 103 706 kJ/gallon.

Notes: S/O = sans objet; pi³ std = pieds cubes standard; le CE est un substitut pour le CN. Utilisation de MOVES2014 pour produire les totaux du CE et de l'énergie aux États-Unis; utilisation de la teneur en énergie pour convertir l'énergie totale en gallons ou pi³ std.

Facteurs de spéciation (FS), niveau 1

Notes: Des facteurs de spéciation sont inutilisés pour les sources routières; les facteurs d'émission sont déjà fournis pour le CE.

PARTIE 3.3.2 MOBILES ET HORS ROUTE (FE)

Facteurs d'émission (FE), niveau 1

Combustible	Source d'émissions	Facteur	Polluant	Unité	Référence(s)	Nº ID de facteur WebFIRE	Notes
Esence 2 temps	hors route - É-U/Canada	472,759	PM _{2.5}	g/gallon consommé	NONROAD (EPA, 2014b)	S/O	Utilisation de NONROAD2008 pour le total É-U, l'année civile 2013; diesel et essence à 30 ppm de soufre. Grammes totaux de PM _{2.5} divisés par les litres totaux de carburant pour tous les codes de classification de sources (SCC).
Esence 4 temps	hors route - É-U/Canada	27,993	PM _{2.5}	g/gallon consommé	NONROAD (EPA, 2014b)	S/O	
Gaz de pétrole liquéfié	hors route - É-U/Canada	20,490	PM _{2.5}	g/gallon consommé	NONROAD (EPA, 2014b)	S/O	
Gaz naturel comprimé	hors route - É-U/Canada	0,223	PM _{2.5}	g/gallon consommé	NONROAD (EPA, 2014b)	S/O	
Diesel	hors route - É-U/Canada	86,337	PM _{2.5}	g/gallon consommé	NONROAD (EPA, 2014b)	S/O	
Esence 2 temps	hors route - Mexique	440,132	PM _{2.5}	g/gallon consommé	NONROAD-Mexico	S/O	Utilisation de NONROAD2008 (EPA, 2014b) pour l'année-modèle 1990 afin de simuler un parc non contrôlé; diesel à 5000 ppm de soufre et essence à 30 ppm de soufre. Grammes totaux de PM _{2.5} divisés par les litres totaux de carburant pour tous les codes de classification de sources (SCC). Méthodologie équivalente à celle de NONROAD-Mexico.
Esence 4 temps	hors route - Mexique	398,712	PM _{2.5}	g/gallon consommé	NONROAD-Mexico	S/O	
Gaz de pétrole liquéfié	hors route - Mexique	111,787	PM _{2.5}	g/gallon consommé	NONROAD-Mexico	S/O	
Gaz naturel comprimé	hors route - Mexique	2,127	PM _{2.5}	g/gallon consommé	NONROAD-Mexico	S/O	
Diesel	hors route - Mexique	362,373	PM _{2.5}	g/gallon consommé	NONROAD-Mexico	S/O	

Note : S/O = sans objet

PARTIE 3.3.2 MOBILES ET HORS ROUTE (FS)

Facteurs de spéciation (FS), niveau 1

Source/type de combustible	CE(% en poids)*	Référence(s)	N° de profil SPECIATE (s'il y a lieu)	Incertitude SPECIATE (s'il y a lieu)	Notes
hors route/essence 2 temps	12,19	SPECIATE(EPA 2011b)	91113	S/O	
hors route/essence 4 temps	12,19	SPECIATE(EPA 2011b)	91113	S/O	
hors route/gaz de pétrole liquéfié	12,19	SPECIATE(EPA 2011b)	91113	S/O	Supposé identique à celui de l'essence; aucun FS propre au GPL n'a été recensé pour les moteurs hors route.
hors route/gaz naturel comprimé	38,4	SPECIATE(EPA 2011b)	91112	S/O	
hors route/diesel - non contrôlé ¹	44,39	SPECIATE(EPA, 2011b)	3858, 3859	9,5 %	Applicable au parc mexicain.
hors route/diesel - moyenne pondérée ²	34,9	MOVES2014 (EPA, 2014a); SPECIATE(EPA 2011b); NONROAD(EPA, 2014b)	S/O	S/O	Applicable aux parcs américain et canadien.

Notes: *Le facteur de spéciation concerne le pourcentage des $PM_{2,5}$ qui est du carbone élémentaire (CE). Le CE a été reconnu comme substitut pour le CN jusqu'à ce que des méthodes de mesure et données améliorées deviennent disponibles. S/O = sans objet.

1. Le facteur de spéciation indiqué concerne le % des émissions de PM_{10} .

2. Moyenne pondérée pour moteurs à émissions contrôlées (posttraitement des gaz d'échappement) et non contrôlées (pas de posttraitement).

PARTIE 3.3.3 - 3.3.5 MOBILES ET L-N-A

Facteurs d'émission (FE), niveau 1

Combustible	Source d'émissions	Facteur	Polluant	Unité	Référence(s)	Nº ID de facteur WebFIRE	Notes
Diesel pour locomotives	Mobiles - locomotives	4,55900	PM _{2.5}	g/gallon consommé	Étude de l'EPA sur les facteurs d'émission pour les locomotives (EPA, 2009b)	S/O	Année civile 2013
Diesel conforme aux exigences des zones de contrôle des émissions (ZCE)	Mobiles - navires (bâtiments de mer)	7,56300	PM _{2.5}	g/gallon consommé	Étude de l'EPA sur l'impact de la réglementation (catég. 1 et 2, EPA, 2007; catég. 3, EPA, 2009c)	S/O	
Mélange général de carburants résiduels	Mobiles - navires (bâtiments de mer)	23,73500	PM _{2.5}	g/gallon consommé	Étude de l'OM sur la réduction des émissions de GES des navires (juillet 2014)	S/O	
Carburacteur	Mobiles - avions	0,62000	PM _{2.5}	g/gallon consommé	EMEP/AEE, 2013	S/O	

Note : S/O = sans objet.

Facteurs de spéciation (FS), niveau 1

Source/type de combustible	CE (% en poids)*	Référence(s)	Nº de profil SPECIATE (s'il y a lieu)	Incertitude SPECIATE (s'il y a lieu)
Mobiles - diesel pour locomotives 2013	67,67	MOVES2014-HDDT (EPA, 2014a)	S/O	S/O
Mobiles - diesel conforme aux exigences des ZCE pour navires	77	EPA, 2013a	S/O	S/O
Mobiles - mélange général de carburants résiduels pour navires	6	EPA, 2013a	S/O	S/O
Mobiles - carburacteur pour avions	13	EPA, 2013a	S/O	S/O

Notes : *Le facteur de spéciation concerne le pourcentage des PM_{2.5} qui est du carbone élémentaire (CE). Le CE a été reconnu comme substitut pour le CN jusqu'à ce que des méthodes de mesure et données améliorées deviennent disponibles. S/O = sans objet.

PARTIE 3.4 RÉSIDENTIELLES

Facteurs d'émission (FE), niveau 1

Combustible	Source d'émissions	Facteur	Polluant	Unité	Référence(s)	Nº ID de facteur WebFIRE	Notes
Anthracite et lignite	Résidentielles	398	PM _{2.5}	g/GJ	EMEP/AEE, 2013	S/O	
Huile distillée	Résidentielles	0,4	PM filtrables	lb/1000 gallons	WebFIRE (EPA, 2015b)	25362	Pas de FE relatif aux PM _{2.5} pour la combustion résidentielle d'huile distillée. Les concepteurs d'inventaires peuvent utiliser les fractions de tailles de PM de la CARB (CARB, 2014).
Kérosène	Résidentielles	0,4	PM filtrables	lb/1000 gallons	WebFIRE (EPA, 2015b)	25591	Pas de FE relatif aux PM _{2.5} pour la combustion résidentielle de kérosène. Les concepteurs d'inventaires peuvent utiliser les fractions de tailles de PM de la CARB (CARB, 2014).
Gaz naturel	Résidentielles	7,6	PM _{2.5}	lb/million pi ³	WebFIRE (EPA, 2015b)	25420	Le FE indiqué concerne les PM primaires (PM totales). Conformément à WebFIRE, on suppose que toutes les PM (totales, condensables et filtrables) ont un diamètre de moins de 1,0 µm. Par conséquent, le facteur d'émission relatif aux PM peut être utilisé pour estimer les émissions de PM _{2.5} .
Bois	Résidentielles	34,6	PM ₁₀	lb/tonne É-U	WebFIRE (EPA, 2015b)	25434	Pas de FE relatif aux PM _{2.5} pour la combustion résidentielle de bois. Les concepteurs d'inventaires peuvent utiliser les fractions de tailles de PM de la CARB (CARB, 2014).

Note : S/O = sans objet.

Facteurs de spéciation (FS), niveau 1

Source/type de combustible	CE (% en poids)*	Référence(s)	Nº de profil SPECIATE (s'il y a lieu)	Incertitude SPECIATE (s'il y a lieu)
Anthracite et lignite	6,4	EMEP/AEE, 2013	S/O	S/O
Combustion de gaz naturel	6,7	SPECIATE (EPA, 2011b)	92156	S/O
Combustion de pétrole	3,897896252	SPECIATE (EPA, 2011b)	5644	1,35 %
Combustion de bois	5,579138067	SPECIATE (EPA, 2011b)	92105	S/O

Notes : *Le facteur de spéciation concerne le pourcentage des PM_{2.5} qui est du carbone élémentaire (CE). Le CE a été reconnu comme substitut pour le CN jusqu'à ce que des méthodes de mesure et données améliorées deviennent disponibles. S/O = sans objet.

PARTIE 3.5 AUTRES (FE)

Facteurs d'émission (FE), niveau 1

Équipement/source	Source d'émissions	Facteur	Polluant	Unité	Référence(s)	Nº ID de facteur WebFRE	Notes
Quisson au grill à convoyeur	Quisson au grill	0,049790839	PM _{2,5}	lb/personne	NE (É.-U.) 2011 (EPA, 2013b)	S/O	
Quisson au grill, source de chaleur sous la grille	Quisson au grill	0,4	PM _{2,5}	lb/personne	NE (É.-U.) 2011 (EPA, 2013b)	S/O	
Bain de friture	Quisson au grill	0	PM _{2,5}	lb/personne	NE (É.-U.) 2011 (EPA, 2013b)	S/O	
Gril à plaque chauffante plate	Quisson au grill	0,103	PM _{2,5}	lb/personne	NE (É.-U.) 2011 (EPA, 2013b)	S/O	
Gril à plaque chauffante double face	Quisson au grill	0,006991186	PM _{2,5}	lb/personne	NE (É.-U.) 2011 (EPA, 2013b)	S/O	
Aucun précisé	Crémation humaine	1,569047619	PM _{2,5}	lb/tonne É.-U. incinérée	NE (É.-U.) 2011 (EPA, 2013b)	S/O	
Aucun précisé	Brûlage à l'air libre - Déchets solides municipaux	34,8	PM _{2,5}	lb/tonne É.-U. brûlée	NE (É.-U.) 2011 (EPA, 2013b)	S/O	
Aucun précisé	Brûlage à l'air libre - Déchets solides municipaux	10,5	PM _{2,5}	g/kg	Rapport SNAP (planif. nationale de la lutte contre les polluants à courte durée de vie [PCDV]) (INECC, 2013); Christian et coll., 2010	S/O	Facteur propre au Mexique
Aucun précisé	Brûlage à l'air libre - Déchets solides municipaux	0,646	CN	g/kg	Rapport SNAP (planif. nationale de la lutte contre les polluants à courte durée de vie [PCDV]) (INECC, 2013); Christian et coll., 2010	S/O	Facteur propre au Mexique
Incendie de structure détachée	Incendies de structures	143,82	PM _{2,5}	kg/incendie	Inventaire des émissions, Norvège (Aasestad, 2007)	S/O	
Incendie de structure non détachée	Incendies de structures	61,62	PM _{2,5}	kg/incendie	Inventaire des émissions, Norvège (Aasestad, 2007)	S/O	
Incendie de structure : appartements	Incendies de structures	43,78	PM _{2,5}	kg/incendie	Inventaire des émissions, Norvège (Aasestad, 2007)	S/O	
Incendie de structure industrielle	Incendies de structures	27,23	PM _{2,5}	kg/incendie	Inventaire des émissions, Norvège (Aasestad, 2007)	S/O	
Incendies de véhicules	Incendies de véhicules	2,3	PM _{2,5}	kg/incendie	Inventaire des émissions, Norvège (Aasestad, 2007)	S/O	

Note : S/O = sans objet

PARTIE 3.5 AUTRES (FS)

Facteurs de spéciation (FS), niveau 1

Source/type de combustible	CE(% en poids)*	Référence(s)	N° de profil SPECIATE (s'il y a lieu)	Incertitude SPECIATE (s'il y a lieu)	Notes
Quisson au grill	4,056324426	SPECIATE(EPA 2011b)	92116		
Incendies de véhicules	2,83	SPECIATE(EPA 2011b)	3283	2,05	Aucun profil disponible pour les incendies de véhicules. Le profil concerne la combustion de pneus. Comme solution de rechange, les concepteurs d'inventaire pourraient choisir un autre profil substitut disponible dans SPECIATE.
Incendies de structures	5,579138067	SPECIATE(EPA 2011b)	91105	S/O	Aucun profil disponible pour les incendies de structures. Le profil concerne la combustion résidentielle de bois. Comme solution de rechange, les concepteurs d'inventaire pourraient choisir un autre profil substitut disponible dans SPECIATE.
Brûlage à l'air libre de déchets solides municipaux (DSM)	1,52188727	SPECIATE(EPA 2011b)	92126	S/O	Aucun profil disponible pour le brûlage de DSM à l'air libre. Le profil concerne la combustion de déchets solides. Comme solution de rechange, les concepteurs d'inventaire pourraient choisir un autre profil substitut disponible dans SPECIATE.
Crémation humaine	2,42	SPECIATE(EPA 2011b)	3288	2,12	Aucun profil disponible pour la crémation humaine. Le profil concerne les incinérateurs. Comme solution de rechange, les concepteurs d'inventaire pourraient choisir un autre profil substitut disponible dans SPECIATE.

Notes : *Le facteur de spéciation concerne le pourcentage des PM_{2,5} qui est du carbone élémentaire (CE). Le CE a été reconnu comme substitut pour le CN jusqu'à ce que des méthodes de mesure et données améliorées deviennent disponibles. S/O = sans objet