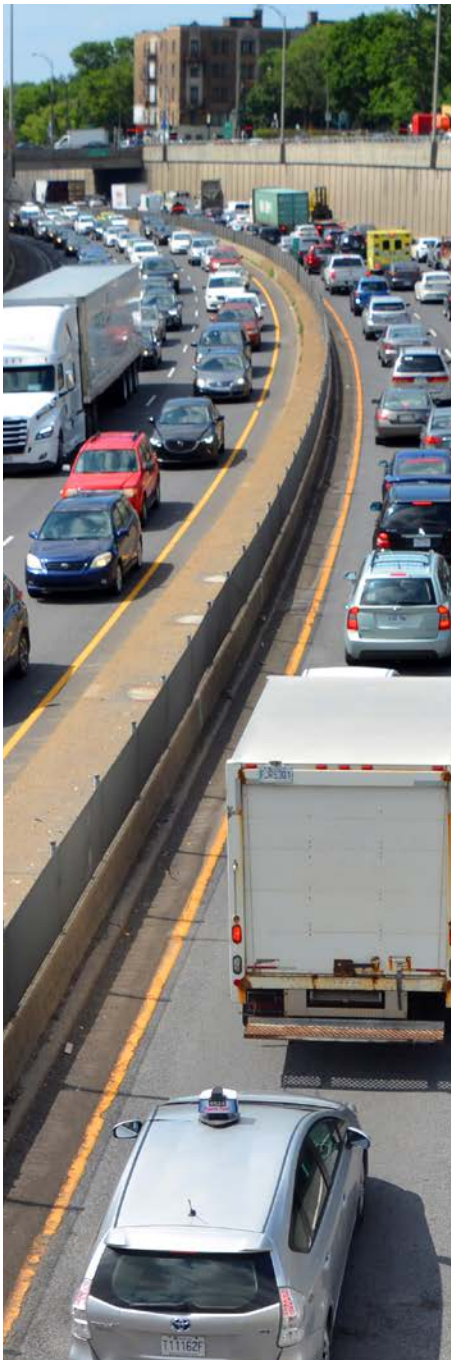


EXPOSITION À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE LIÉE À LA CIRCULATION AUTOMOBILE AU CANADA :

une évaluation de la proximité des populations aux routes

Santé Canada Health Canada

Canada

Santé Canada est le ministère fédéral responsable d'aider les Canadiennes et les Canadiens à maintenir et à améliorer leur état de santé. Santé Canada s'est engagé à améliorer la vie de tous les Canadiens et à faire du Canada l'un des pays où les gens sont le plus en santé au monde, comme en témoignent la longévité, les habitudes de vie et l'utilisation efficace du système public de soins de santé.

Also available in English under the title:
Exposure to traffic-related air pollution in Canada: An assessment of population proximity to roadways

Pour obtenir plus d'information, veuillez communiquer avec :

Santé Canada
Indice de l'adresse 0900C2
Ottawa (Ontario) K1A 0K9
Tél. : 613-957-2991
Sans frais : 1-866-225-0709
Téléc. : 613-941-5366
ATS : 1-800-465-7735
Courriel : publications-publications@hc-sc.gc.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de la Santé, 2022

Date de publication : mars 2022

La présente publication peut être reproduite sans autorisation pour usage personnel ou interne seulement, dans la mesure où la source est indiquée en entier.

Cat. : H144-99/2022F-PDF
ISBN : 978-0-660-41701-1
Pub. : 210608

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX V

LISTE DES FIGURES VII

LISTE DES ABRÉVIATIONS VIII

RÉSUMÉ 1

CHAPITRE 1: INTRODUCTION 5

CHAPITRE 2: MÉTHODES 8

2.1. Populations à proximité de routes à circulation élevée au Canada 8

2.2. Groupes d'âge 11

2.2.1. Analyse statistique 11

2.3. Statut socioéconomique 13

2.3.1. Analyse statistique 15

2.4. Proximité aux routes des populations vulnérables: établissements d'enseignement et de soins de longue durée 16

CHAPITRE 3: RÉSULTATS 18

3.1. Populations vivant près des routes à circulation élevée 18

3.1.1. Routes à circulation élevée du FRR 18

3.1.2. Routes à circulation élevée de DMTI 22

3.2. Stratification par groupe d'âge 25

3.3. Stratification par SSE 28

3.4. Proximité des établissements d'enseignement aux routes à circulation élevée au Canada 29

3.5. Proximité des établissements de soins de longue durée aux routes à circulation élevée au Canada 32

CHAPITRE 4: DISCUSSION 34

4.1. Proximité aux routes comme substitut pour l'exposition à la PACA 34

4.2. Classification et aménagement des routes 37

4.3. Populations vulnérables 39

4.3.1. Groupes d'âge 40

4.3.2. Statut socioéconomique (SSE) 40

4.3.3. Populations d'écoliers et d'étudiants 43

4.3.4. Population âgée 44

CHAPITRE 5: LIMITES 46
5.1. Système de classification des routes 46
5.2. Définition de la zone sous l'influence de la PACA 47
5.3. Proximité comme substitut pour l'exposition à la PACA 48
5.4. Échelle et données géographiques 49
5.5. Indice de défavorisation et modélisation statistique par SSE et groupe d'âge 50
CHAPITRE 6: CONCLUSIONS, CONSÉQUENCES ET PROCHAINES ÉTAPES 52
RÉFÉRENCES 56
ANNEXES 61
Annexe A: Routes à circulation élevée – cartes et résultats supplémentaires 61
Annexe B: Analyses des rapports des cotes – renseignements complémentaires 65
B.1. Échantillon de données 65
B.2. Analyse par groupe d'âge 67
B.3. Indice de défavorisation – données et analyses supplémentaires 68
Annexe C: Proximité des écoles et des établissements de soins de longue durée aux routes à circulation élevée au Canada : résultats supplémentaires 70

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: Code et description des catégories de routes dans le FRR 2017 – les RCE correspondent aux codes 10 à 13 et 21 9

TABLEAU 2: Code et description des catégories de routes de DMTI (2013) – les RCE correspondent aux codes 1 à 4 10

TABLEAU 3: Pourcentage de la population provinciale et territoriale vivant à une distance tampon d'une RCE – CCR du FRR 10 à 13 et 21 19

TABLEAU 4: Pourcentage des populations des DR vivant à l'intérieur d'une distance tampon d'une RCE – CCR 10 à 13 et 21 du FRR 20

TABLEAU 5: Population, en nombre et en pourcentage, des personnes vivant dans un rayon de 250 m d'une RCE dans les régions métropolitaines de recensement et agglomérations de recensement – FRR (CCR 10 à 13 et 21) et DMTI (CCR 1 à 4) 21

TABLEAU 6: Pourcentage de la population provinciale et territoriale vivant à l'intérieur d'une distance tampon d'une RCE – CCR 1 à 4 de DMTI 23

TABLEAU 7: Pourcentage de la population des DR vivant à l'intérieur d'une distance tampon d'une RCE – CCR 1 à 4 de DMTI 24

TABLEAU 8: Chiffre et pourcentage de population par groupe d'âge d'après les données du Recensement de 2016 25

TABLEAU 9: Rapports des cotes pour l'association entre les chiffres de groupe d'âge et la distance tampon avec des RCE au Canada – groupe d'âge de référence : tous les groupes combinés, sauf le groupe à l'étude – type de route : toutes les RCE combinées (DMTI) 27

TABLEAU 10: Rapports des cotes pour l'association entre les quintiles de défavorisation de l'Indice de défavorisation de l'INSPQ (option B) et la distance par rapport aux RCE au Canada – groupe de SSE de référence : quintile moyen; type de route : toutes RCE combinées (DMTI) 29

TABLEAU 11: Nombre et pourcentage d'établissements d'enseignement non destinés aux adultes situés dans un rayon de 100 m et de 200 m de RCE, par province et territoire 31

TABLEAU 12: Nombre et pourcentage d'universités situées dans un rayon de 100 m et de 200 m d'une RCE, par province 32

TABLEAU 13: Nombre et pourcentage d'établissements de soins de longue durée situés dans un rayon de 100 m et de 200 m d'une RCE, par province et territoire 33

TABLEAU A1: Population des SDR vivant dans un rayon de 250 m des RCE, en nombre et en pourcentage – FRR (CCR 10 à 13 et 21) et DMTI (CCR 1 à 4) 62

TABLEAU A2: Région métropolitaine de recensement – estimations en pourcentage de la population vivant dans un rayon de 250 m d'une RCE – comparaison entre les désignations routières du FRR et de DMTI 63

TABLEAU A3: Population provinciale vivant à l'intérieur des distances tampons des RCE – CCR 10 à 13 et 21 du FRR – résultats de l'étude du SOCAAR [adapté de SOCAAR, 2011] 64

TABLEAU A4: Population des grands centres urbains vivant à l'intérieur des distances tampons des RCE – CCR 10 à 13 et 21 du FRR – résultats de l'étude du SOCAAR [adapté de SOCAAR, 2011] 64

TABLEAU A5: Population, par province, vivant dans un rayon de 500 m d'une autoroute ou de 100 m d'une RCE – CCR 1 à 4 de DMTI – Rapport sur la santé et la pollution atmosphérique liée à la circulation [adapté de Brauer et coll., 2012] 65

TABLEAU B1: Données sur la population et le statut socioéconomique utilisées dans les analyses statistiques – Exemple pour la DR 1001 (Division No. 1, Terre-Neuve-et-Labrador; population : 264 170) 65

TABLEAU B2: Chiffres de la population nationale, provinciale et territoriale par quintile de l'Indice de défavorisation de l'INSPQ – option B 68

TABLEAU B3: Rapports des cotes pour l'association entre les quintiles de défavorisation de l'Indice de défavorisation de l'INSPQ (option A) et la distance par rapport aux routes au Canada – groupe de référence du SSE : quintile moyen – type de route : toutes les RCE combinées, DMTI 69

TABLEAU C1: Nombre et pourcentage d'établissements d'enseignement non destinés aux adultes (excluant les universités) situés dans un rayon de 100 m et de 200 m de routes à circulation élevée, pour les divisions de recensement ayant le plus grand nombre d'établissements d'enseignement 70

TABLEAU C2: Nombre et pourcentage d'établissements d'enseignement non destinés aux adultes (excluant les universités) situés dans un rayon de 100 m et de 200 m de routes à circulation élevée, dans les régions métropolitaines de recensement comptant au moins 50 établissements d'enseignement 71

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: Indice de défavorisation – regroupements selon l'option A (haut) et l'option B (bas) 14

FIGURE 2: RCE dans un rayon de 100 m et 200 m d'établissements d'enseignement non destinés aux adultes (établiss. n. a.) et d'universités dans la région de la capitale nationale du Canada. 30

FIGURE 3: RCE situées dans un rayon de 100 m et de 200 m d'établissements de soins de longue durée (Soins l. d.) dans la région de la capitale nationale du Canada. 33

FIGURE A1: Routes à circulation élevée dans la région de Toronto – FRR 61

FIGURE A2: Routes à circulation élevée dans la région de Montréal – données du FRR (à gauche) et de DMTI (à droite) 61

FIGURE C1: Routes à circulation élevée situées dans un rayon de 100 m et 200 m d'établissements d'enseignement non adultes (établiss. n. a.) à Longueuil, au Québec. Source : DMTI, couche : éducation 72

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AD	aire de diffusion
Alb.	Alberta
ANR	Atlas numérique des routes de la Colombie-Britannique
AR	agglomération de recensement
CAN-Marg	Indice de marginalisation canadien
C.-B.	Colombie-Britannique
CCR	code de catégorie de route
DR	division de recensement
ENSP	Enquête nationale sur la santé de la population
EPAHC	Enquête sur les profils d'activité humaine du Canada
FRR	Fichier du réseau routier
ICDM	Indice canadien de défavorisation multiple
ID	îlot de diffusion
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
Î.-P.-É.	Île-du-Prince-Édouard
LUR	*Land Use Regression* (régression de l'utilisation des terres – modèle LUR)
Man.	Manitoba
N.-B.	Nouveau-Brunswick
N.-É.	Nouvelle-Écosse
NO_2	dioxyde d'azote
NO_X	oxydes d'azote
O_3	ozone
Ont.	Ontario
PACA	pollution atmosphérique liée à la circulation automobile
$PM_{2,5}$	particules fines
PU	particule ultrafine
Qc	Québec
RC	rapport des cotes
RCE	route à circulation élevée
RCN	région de la capitale nationale
RMR	région métropolitaine de recensement
Sask.	Saskatchewan

SDR	subdivision de recensement
SIG	système d'information géographique
SOCAAR	*Southern Ontario Centre for Atmospheric Aerosol Research* (Centre de recherche sur les aérosols atmosphériques du sud de l'Ontario)
SSE	statut socioéconomique
T.-N.-L.	Terre-Neuve-et-Labrador
T.N.-O.	Territoires du Nord-Ouest
Yn	Yukon

RÉSUMÉ

Un large éventail de preuves scientifiques indiquent que l'exposition à la pollution atmosphérique ambiante (extérieure) a des effets nocifs pour la santé. La gravité des effets va des symptômes respiratoires au développement de maladies et à la mort. Par exemple, l'exposition aux particules dans l'air, qui sont des composantes du smog, augmente le risque de mortalité prématurée attribuable à une maladie cardiaque, un accident vasculaire cérébral ou un cancer du poumon. Au Canada et dans le monde, la pollution atmosphérique est l'un des principaux facteurs de risque de décès prématurés et de plusieurs effets non mortels, comme l'asthme.

La pollution atmosphérique liée au trafic automobile ou PACA représente la contribution des véhicules routiers à la pollution de l'air ambiant. La plupart des Canadiens sont exposés à la PACA sur une base quotidienne, particulièrement dans les zones où le trafic est dense, comme près des autoroutes et dans les centres urbains. La PACA consiste en un mélange de particules et de polluants émis lors de la combustion (pot d'échappement) de carburant et d'autres processus (p. ex. évaporation, usure par friction). La PACA peut avoir une incidence sur les concentrations ambiantes de plusieurs polluants atmosphériques, y compris les particules fines ($PM_{2,5}$) et l'ozone (O_3) qui sont responsables du smog. En raison de sa composition complexe et variable, le mélange constituant la PACA ne peut être mesuré directement. Il existe un nombre limité de substituts mesurables, comme les oxydes d'azote (NO_X) ou les particules ultrafines (PUF), mais aucun marqueur propre à la PACA, ce qui complique encore plus l'estimation de son exposition.

L'incidence de la PACA sur la qualité de l'air est plus grande à proximité d'une route et elle diminue graduellement jusqu'aux conditions ambiantes en s'éloignant de 100 m à 500 m d'une route. Conscients de l'influence de la PACA sur les niveaux de polluants ambiants près des routes, les chercheurs ont utilisé la proximité aux routes comme substitut pour estimer l'exposition à la PACA. Cette approche suppose que les populations qui vivent, travaillent ou fréquentent une école près des routes à circulation élevée, par exemple, sont exposées à des concentrations plus élevées de PACA que les populations qui en sont plus éloignées. Puisque des données géographiques numériques sur les réseaux routiers, les bâtiments et la répartition démographique sont disponibles, il est généralement plus facile d'estimer la proximité aux routes que l'exposition aux polluants atmosphériques liés à la circulation routière à partir des données de surveillance.

Les recherches sur la pollution atmosphérique et la santé de la population indiquent que les groupes vulnérables, notamment les personnes en mauvaise santé, les enfants, les personnes âgées et les personnes ayant un statut socioéconomique (SSE) moins élevé, peuvent être plus sensibles aux effets nocifs sur la santé de la pollution atmosphérique. En raison soit de leur plus grande vulnérabilité, soit de leur plus grande exposition, ces groupes sont peut-être plus susceptibles que la population générale du Canada de subir les effets nocifs sur la santé d'une exposition à la PACA.

Le présent rapport actualise des estimations antérieures de la proximité de la population aux routes à circulation élevée (RCE) comme substitut pour l'exposition à la PACA au Canada. On présume que les conditions routières sur les RCE influencent les concentrations environnantes de polluants atmosphériques; les RCE comprennent les routes express, les autoroutes, les routes de dégagement et les routes principales. Voici les objectifs du rapport :

1. Estimer la taille des populations vivant à proximité de RCE à plusieurs niveaux géographiques.
2. Déterminer si certains groupes d'âge sont plus susceptibles de vivre à proximité de RCE.
3. Déterminer si certains groupes de SSE sont plus susceptibles de vivre à proximité de RCE.
4. Estimer la proportion des établissements d'enseignement et des établissements de soins de longue durée établis à proximité de RCE.
5. Indiquer de quelle façon les approches de proximité peuvent être envisagées pour l'élaboration de politiques en vue de réduire l'exposition à la PACA et son fardeau pour la santé.

Selon les résultats de la présente analyse, un grand nombre de Canadiens vivent à proximité de RCE : jusqu'à 5 % vivent dans un rayon de 50 m d'une RCE, 16 % dans un rayon de 100 m, 43 % dans un rayon de 250 m et 68 % dans un rayon de 500 m. Les estimations provinciales et territoriales varient, étant plus élevées pour les provinces plus populeuses de la Colombie-Britannique, de l'Ontario et du Québec. Ces nouvelles estimations sont supérieures aux valeurs publiées antérieurement. Les constatations indiquent que les différences sont probablement liées aux considérations et défis méthodologiques des analyses de proximité, plutôt qu'aux tendances dans l'aménagement des routes et la répartition de la population. Quoiqu'il en soit, les résultats concordent généralement qu'environ 4 Canadiens sur 10 vivent à moins de 250 m d'une RCE, une zone associée à un risque plus élevé d'exposition à la PACA.

Pour ce qui est des analyses par groupes d'âge, on a comparé la probabilité pour un groupe d'âge donné de vivre à proximité d'une RCE comparativement à tous les autres groupes d'âge combinés. En général, la plupart des estimations indiquent que les groupes plus jeunes (c.-à-d. 0 à 19 ans) sont moins susceptibles de vivre près de RCE que les autres groupes d'âge. En revanche, les résultats montrent que les adultes (20 à 59 ans) et les aînés (60 ans et plus) sont aussi sinon plus susceptibles de vivre près de RCE que les Canadiens des autres groupes d'âge.

Des indices de défavorisation matérielle et sociale ont été utilisés pour comparer la probabilité de vivre près de RCE entres des populations de différents SSE. En général, les résultats indiquent que les groupes socioéconomiques moins favorisés sont plus susceptibles de vivre près de RCE que plus loin comparativement à une population de référence (c.-à-d. un SSE moyen). En revanche, les résultats montrent que les groupes au SSE plus élevé (c.-à-d. les groupes plus favorisés) sont plus susceptibles d'habiter plus loin des RCE que la population au SSE de référence. Ces résultats concordent avec des études précédentes réalisées au Canada qui démontraient que les personnes ayant un SSE inférieur étaient plus susceptibles d'être exposées à des niveaux plus élevés de PACA.

Les analyses des données de géolocalisation montrent que 31 % et 48 % des écoles au Canada sont situées dans un rayon de 100 m et de 200 m de RCE, respectivement. Selon une analyse similaire, 40 % des établissements de soins de longue durée sont situés à moins de 100 m d'une RCE et 60 % à moins de 200 m. Ainsi, une grande partie des établissements fréquentés par des populations vulnérables au Canada, y compris les enfants et les personnes âgées, sont situés à moins de 200 m de RCE.

Les méthodes fondées sur la proximité offrent une façon simple et pratique d'estimer l'exposition de la population à la PACA. Elles peuvent être combinées à d'autres sources de données géoréférencées (p. ex. établissements d'enseignement, revenu et origine ethnique) pour obtenir de l'information sur les groupes de population vivant près des RCE au Canada. Cependant, pour bien utiliser les résultats, il faut connaître les limites de cette méthode ainsi que les séries de données et les hypothèses sous-jacentes. La proximité aux routes, comme méthode d'évaluation de l'exposition, a l'avantage d'être facile à comprendre et à appliquer. Elle permet une analyse nationale s'appuyant sur un ensemble cohérent de données et d'outils. Elle constitue également une option réaliste pour les intervenants locaux et régionaux de tenir compte de la PACA sur leur territoire et de repérer les lieux ou les groupes de population vulnérables plus durement touchés par la PACA.

Dans l'ensemble, la présente analyse nationale indique que de nombreux Canadiens habitent ou fréquentent actuellement des établissements situés près de RCE et, par conséquent, ils sont exposés à la PACA. Cette situation est particulièrement préoccupante pour les populations vulnérables, dont les enfants, les personnes âgées et les groupes ayant un SSE plus faible. Ces résultats concordent avec ceux d'études antérieures et s'ajoutent aux corpus de données pour informer les collectivités, les autorités sanitaires, les urbanistes, les conseils scolaires et les autres intervenants des risques de la PACA pour la santé. Conformément avec l'objectif de réduction de l'exposition des Canadiens à la pollution atmosphérique, ces résultats semblent indiquer que des ajustements aux pratiques d'aménagement et de développement urbains pourraient protéger les populations, y compris des groupes vulnérables, de concentrations élevées de PACA. Par exemple, certaines administrations canadiennes ont adopté des politiques et des lignes directrices pour interdire l'implantation d'écoles à moins de 150 m des routes à débit moyen ou fort étant donné que la PACA diminue rapidement à mesure qu'on s'éloigne des routes. Pour les écoles déjà établies à proximité de RCE, il est possible d'apporter des améliorations, notamment en installant des filtres haute efficacité pour retenir les particules en suspension dans l'air, et de prendre des mesures préventives comme la gestion de la circulation à l'arrivée et au départ des enfants ou la programmation de prise d'air frais en dehors des périodes de forte circulation routière. Ces solutions peuvent limiter l'infiltration de la PACA à l'intérieur et réduire l'exposition. Les infrastructures vertes, comme les barrières végétales, peuvent aussi améliorer la qualité de l'air près des routes. Enfin, des investissements et des politiques qui favorisent des solutions de transport durable qui réduisent les émissions ou les volumes de circulation, comme une densification des services, des infrastructures améliorées pour les cyclistes et les piétons, des véhicules à zéro émission et des systèmes de transport collectif électriques, peuvent contribuer à réduire l'exposition à la PACA chez les populations vivant près des routes. Même si certaines solutions permettant de réduire l'exposition à la PACA sont examinées dans le présent rapport, l'élaboration d'une liste complète et une évaluation des mesures d'atténuation tombaient en dehors de la portée de notre analyse. Il y a peu de données disponibles sur l'efficacité ou les avantages possibles de certaines solutions visant à atténuer l'exposition à la PACA, et de nouvelles recherches ciblant les interventions et les politiques sont nécessaires. Elles permettraient

d'appuyer le développement et la sélection des solutions d'atténuation les plus appropriées dans des conditions variables d'aménagement urbain. Les analyses des proximités, comme celles réalisées pour le présent rapport, peuvent servir de base à l'élaboration de mesures pratiques et objectives qui aideront les décideurs et les planificateurs à cerner les zones ou les groupes de population dont le risque d'exposition à la PACA peut être plus élevé. Par exemple, le choix du site des établissements accueillant des populations vulnérables pourrait tenir compte de l'exposition à la PACA tout comme d'autres considérations, dont le zonage, l'accessibilité, la sécurité et le coût.

La présente analyse actualise des estimations publiées antérieurement sur la proximité des Canadiens aux routes en utilisant de nouveaux jeux de données, en comparant deux réseaux routiers numériques disponibles et en examinant les différences régionales à l'échelle du pays. Par ailleurs, l'analyse présente des données relatives aux populations vulnérables au Canada, notamment les enfants, les personnes âgées et les groupes au SSE faible, et elle met en évidence le potentiel de risques sanitaires plus élevés pour ces populations. Ce rapport est complémentaire à d'autres rapports de Santé Canada (publiés ou en cours) sur la PACA qui, ensemble, contribuent à une évaluation nationale de la PACA et de la santé au Canada.

CHAPITRE 1: **INTRODUCTION**

Un large éventail de preuves accumulées au cours des 25 dernières années attribuent à la pollution de l'air extérieur (ambiant) un ensemble d'effets nocifs pour la santé. La gravité de ces effets va des symptômes respiratoires au développement de maladies et à la mort prématurée. Au Canada et dans le monde, des analyses du fardeau sanitaire citent la pollution atmosphérique parmi les plus importants facteurs de risque de mortalité prématurée et de plusieurs effets sanitaires néfastes non fatals (OMS, 2016). L'exposition à la pollution atmosphérique est actuellement considérée comme le cinquième plus grand risque de mortalité dans le monde et en 2017, elle était à l'origine de 4,9 millions de décès prématurés, soit 8,7 % de tous les décès à l'échelle mondiale (IHME et HEI, 2019).

Santé Canada estime qu'en 2016, la pollution atmosphérique, plus particulièrement l'exposition aux particules fines ($PM_{2,5}$), au dioxyde d'azote (NO_2) et à l'ozone (O_3) a contribué à 15 300 décès prématurés au Canada (Santé Canada, 2021). Par ailleurs, les effets sanitaires non mortels attribuables à la pollution atmosphérique comprennent 2,7 millions de jours avec symptômes d'asthme et 35 millions de journées de symptômes respiratoires aigus par annnée. Le coût socioéconomique de tous ces effets sanitaires a atteint 120 milliards de dollars en 2016 (CA 2016). En s'appuyant sur une approche comparable, Santé Canada estime également qu'en 2015, la pollution atmosphérique ($PM_{2,5}$, NO_2 et O_3) associée aux véhicules routiers au Canada a contribué à 1 200 décès prématurés et des coûts socioéconomiques de 9,5 milliards de dollars (CA 2015) (Santé Canada, 2022).

La pollution atmosphérique liée au trafic automobile ou PACA représente la contribution des véhicules routiers à la pollution de l'air ambiant. La plupart des Canadiens sont exposés à la PACA sur une base quotidienne, particulièrement dans les zones où le trafic est dense, comme près des autoroutes et dans les centres urbains (Brauer et coll., 2012, 2013; Yuchi et coll., 2020). La PACA consiste en un mélange de particules et de polluants gazeux émis par la combustion (pot d'échappement) de carburant et d'autres processus (p. ex. évaporation, usure par friction). La PACA peut influer sur les concentrations ambiantes de plusieurs polluants atmosphériques, y compris les $PM_{2,5}$ et l'ozone (O_3) responsables du smog. En raison de sa composition complexe et variable et de l'absence d'un marqueur particulier, le mélange constituant la PACA ne peut être mesuré directement. Il est généralement estimé à partir d'un nombre limité de substituts mesurables, comme les oxydes d'azote (NO_X) ou les particules ultrafines (PUF), ce qui comprend un certain degré d'incertitude.

La zone touchée par la PACA dépend de plusieurs facteurs, dont les caractéristiques physiques et chimiques des polluants atmosphériques, les configurations du réseau routier, les types de véhicules (p. ex. camions au diesel, voitures à essence), les conditions ambiantes et la présence de barrières végétales, de structures (p. ex. murs antibruit) ou de bâtiments (Hashad et coll., 2020; Liu et coll., 2019; Tong et coll., 2016). L'incidence de la PACA sur la qualité de l'air est plus grande près des routes, particulièrement sous le vent de ces sources, et elle baisse graduellement jusqu'aux conditions ambiantes ou de référence à une distance de 100 m à 500 m des routes. Cela dit, le panache peut s'étendre sur une plus grande distance (Brauer et coll., 2012; Woodward et coll., 2016; Zhu et coll., 2002). Ceci crée des milieux aux concentrations de polluants atmosphériques variables

près des routes. Des chercheurs, conscients de l'effet de la PACA sur les niveaux de polluants ambiants près des routes au Canada, ont utilisé la proximité aux routes comme substitut pour estimer l'exposition à la PACA (p. ex. Amram et coll., 2011; Hystad et coll., 2012). Cette méthode suppose que les gens qui vivent, qui travaillent ou qui fréquentent une école à proximité de routes à fort débit sont exposés à des concentrations de polluants plus élevées. La composition du mélange constituant la PACA peut aussi varier en fonction de la distance par rapport aux routes. Les polluants fraichement émis des véhicules peuvent inclure des concentrations plus élevées de polluants organiques, de métaux et de PUF que le mélange de PACA plus loin sous le vent.

Puisque des données de systèmes d'information géographique (SIG) numériques sont disponibles pour les réseaux routiers, la répartition de la population et le domaine bâti (p. ex. écoles, hôpitaux), il est généralement plus facile d'estimer la proximité aux routes que l'exposition aux composantes de la PACA (c.-à-d. d'après des mesures provenant de moniteurs personnels ou de réseaux denses de surveillance). Cette méthode d'évaluation de l'exposition permet de faire une analyse nationale au moyen d'une série cohérente de données et d'outils (Henneman et coll., 2021). Elle offre aussi une solution simple pour cerner les régions ou les groupes de population dont le risque d'exposition à la PACA est potentiellement plus élevé, ce qui peut appuyer l'élaboration d'options atténuantes ou d'interventions.

L'aménagement urbain et la répartition de la population peuvent engendrer des inégalités quant à l'exposition à la PACA, particulièrement pour les populations vulnérables. Dans le contexte de la science des effets de l'air sur la santé, une population vulnérable est définie comme un groupe de personnes au sein de la population générale du Canada qui, en raison d'une sensibilité accrue ou d'une exposition accrue, peut courir un risque plus grand que la population générale d'éprouver des effets sanitaires nocifs suivant une exposition à la pollution de l'air[1]. La vulnérabilité biologique ou causée par l'état de santé est liée aux stades de la vie plus sensibles (p. ex. nourrissons, enfants, adolescents et personnes âgées), aux vulnérabilités liées au sexe (p. ex. perturbateurs endocriniens) et aux troubles de santé préexistants (p. ex. maladies ou troubles génétiques). Les populations vulnérables dont le niveau d'exposition à la pollution atmosphérique est plus élevé peuvent comprendre les personnes qui habitent plus près des sources. Les facteurs socioéconomiques comme l'éducation, la langue et le revenu peuvent influer sur la proximité résidentielle aux routes.

La présente analyse porte sur l'utilisation de la proximité aux routes à circulation élevée (RCE) comme substitut pour estimer l'exposition à la PACA. On présume que les conditions routières sur les RCE influencent les concentrations environnantes de polluants atmosphériques; les RCE comprennent les routes express, les autoroutes, les routes de dégagement et les routes principales. Voici les objectifs de cette analyse canadienne :

1. Estimer la taille des populations vivant à proximité de RCE à plusieurs niveaux géographiques.
2. Déterminer si certains groupes d'âge sont plus susceptibles de vivre à proximité de RCE.
3. Déterminer si certains groupes de SSE sont plus susceptibles de vivre à proximité de RCE.
4. Estimer la proportion des établissements utilisés par des populations vulnérables (p. ex. enfants, personnes âgées) établis à proximité de RCE.
5. Indiquer de quelle façon les approches fondées sur la proximité peuvent être envisagées pour l'élaboration de politiques en vue de réduire l'exposition à la PACA et son fardeau pour la santé.

---

[1] Gouvernement du Canada, *Définir les populations vulnérables*. Disponible en ligne : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/substances-chimiques/consultation-avenir-gestion-produits-chimiques-canada/definir-populations-vulnerables.html.

Le présent rapport actualise des analyses antérieures de la proximité des Canadiens aux routes (Brauer et coll., 2013; SOCAAR, 2011). Une analyse mise à jour et augmentée s'imposait puisque des données plus récentes étaient disponibles. La présente étude inclut aussi des analyses ciblant la variabilité régionales et les populations vulnérables au Canada, dont les enfants, les personnes âgées et les groupes au SSE plus faible. Les résultats de ces analyses pourraient aider à caractériser l'exposition de la population canadienne à la PACA. Les analyses des proximités, telles qu'elles ont été réalisées pour le présent rapport, peuvent servir de base à l'élaboration de mesures pratiques et objectives pour aider les décideurs et les planificateurs à cerner les zones ou les groupes de population dont le risque d'exposition à la PACA est potentiellement plus élevé. Même si des solutions de réduction de l'exposition à la PACA, comme des politiques, sont examinées dans ce rapport, l'élaboration d'une liste complète et une évaluation exhaustive des mesures d'atténuation étaient au-delà de la portée de l'analyse.

Le rapport s'ajoute par ailleurs à d'autres activités d'évaluation du risque menées par Santé Canada afin d'orienter et d'appuyer des programmes et des politiques visant à réduire l'exposition à la PACA et ses impacts sanitaires au Canada. Ceci comprend des publictions dont une évaluation du rôle de l'exposition à la PACA sur l'asthme, les allergies et la fonction pulmonaire selon une méthode du poids de la preuve (Santé Canada, 2020) et une analyse du fardeau sanitaire de la PACA au Canada réalisée par modélisation (Santé Canada, 2022).

Le rapport est structuré comme suit : les sections 2 et 3 présentent respectivement la méthode et les résultats de l'analyse; la section 4 compare les résultats à la littérature publiée et évalue l'utilisation des méthodes fondées sur la proximité pour estimer l'exposition à la PACA au Canada; la section 5 souligne les limites des méthodes et analyses; la section 6, enfin, présente les conclusions et les répercussions des analyses.

CHAPITRE 2: **MÉTHODES**

Une analyse des populations canadiennes vivant à différentes distances de RCE a été réalisée, y compris à 50 m, 100 m, 250 m, 500 m et 1 km. Seuls les lieux résidentiels ont été considérés (les profils de mobilité de la population et d'activités quotidiennes étaient exclus). Les zones couvertes par ces distances représentent les zones tampons dans le présent rapport. Par exemple, une zone tampon de 50 m d'une RCE correspond à un périmètre de 50 m de chaque côté de la RCE, le long de toute cette route. Les zones tampons de différentes RCE peuvent se recouper, mais elles n'ont pas d'effet additif quant à l'exposition potentielle à la PACA dans la présente analyse. Des analyses statistiques ont aussi été réalisées pour évaluer l'exposition à la PACA (selon la proximité aux RCE) chez les populations vulnérables, y compris les enfants, les personnes âgées et les groupes au SSE plus faible. L'exposition au bruit du trafic et à d'autres agents stressants (p. ex. la pollution lumineuse), qui est pertinente du point de vue de la santé de la population et qui peut aussi être évaluée au moyen des méthodes fondées sur la proximité, dépassait la portée du présent rapport.

2.1. POPULATIONS À PROXIMITÉ DE ROUTES À CIRCULATION ÉLEVÉE AU CANADA

Le premier objectif était d'estimer la taille des populations canadiennes vivant à proximité de RCE[2]. La méthode adoptée pour réaliser l'analyse comportait trois grandes étapes :

1. Créer des distances tampons en sélectionnant des catégories de routes.
2. Déterminer des points d'îlots de diffusion (ID)[3] situés à l'intérieur de ces zones tampons.
3. Calculer le nombre d'habitants en regroupant les points géographiques.

Brièvement, Santé Canada, en collaboration avec Statistique Canada, a sélectionné les RCE dans le Fichier du réseau routier (FRR) 2017 et la base de données DMTI Spatial CanMap® Content Suite 2013 (DMTI). Les données du FRR et de DMTI sont des représentations numériques du réseau routier national du Canada et elles comprennent les noms et les types de routes, leur orientation et les plages d'adresses (DMTI, 2013; Statistique Canada, 2017a). Les données du FRR et de DMTI conviennent aux activités de cartographie, de géocodage, de recherches géographiques, de délimitation de zones et à d'autres utilisations (GeoBase, 2012; Statistique Canada, 2017a). Les représentations des routes correspondent à l'axe médian de toutes les routes à usage non restreint. Les tronçons de RCE dans le FRR comprennent les codes de catégorie de route (CCR) 10, 11, 12, 13 ou 21 (tableau 1), tandis que les RCE de DMTI comprennent les CCR 1 à 4 (tableau 2). Statistique

---

[2] Dans le présent rapport, l'expression « route à circulation élevée » ou RCE comprend les catégories de route suivantes : route express, autoroute, route principale, route secondaire, route de dégagement et axe majeur. Même si certains auteurs classent ces routes comme des axes majeurs, le terme « route à circulation élevée » ou RCE est utilisé pour éviter toute confusion avec la classification « axe majeur » (*Major Road*) dans le fichier de DMTI (voir le tableau 2).

[3] Points représentatifs des ID : Point situé au centre ou selon la pondération de la population dans le polygone d'un ID. *Dictionnaire du recensement*, 2011, Statistique Canada. Disponible en ligne : www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/ref/dict/geo040-fra.cfm.

Canada a ensuite réalisé une analyse géospatiale pour répertorier les zones tampons autour des RCE à l'échelle du Canada et estimé le nombre de personnes résidant dans ces zones. Les adresses résidentielles des Canadiens provenant du Recensement de la population de 2016 ont été utilisées. La cartographie initiale des populations sur les réseaux routiers canadiens a été faite avec le niveau géographique de l'îlot de diffusion (ID) pour le Recensement de la population de 2016 (Statistique Canada, 2017b). L'ID est un territoire dont tous les côtés sont délimités par des rues ou des limites de régions géographiques normalisées. Les ID couvrent tout le territoire du Canada et le recensement de 2016 en comprend 489 905[4]. L'ID est la plus petite unité géographique pour laquelle les chiffres de population et des logements sont diffusés. Le Fichier des attributs géographiques utilisé pour cartographier les populations sur les axes routiers majeurs au Canada contient des données géographiques au niveau des ID, y compris les comptes de population et des logements, la superficie, les codes géographiques, les noms, les identificateurs uniques et les types (Statistique Canada, 2017b).

TABLEAU 1: Code et description des catégories de routes dans le FRR 2017 – les RCE correspondent aux codes 10 à 13 et 21

Code de route	Description	Code de route	Description
10	Autoroute	24	Ruelle / voie / voie de service
11	Route express	25	Route de jonction / bretelle d'accès
12	Route principale	26	Route de réserve / sentier
13	Route secondaire	27	Réseau express
20	Route	28	Planifiée
21	Route de dégagement	29	Strate
22	Route collectrice	80	Pont / tunnel
23	Route locale	90, 95	Inconnu

Les catégories ombragées représentent des RCE.

Source : www150.statcan.gc.ca/n1/pub/92-500-g/2017001/tbl/tbl_4.7-fra.htm

[4] Îlot de diffusion (ID), *Dictionnaire du recensement*, 2016, Statistique Canada. Disponible en ligne : www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/ref/dict/geo014-fra.cfm

TABLEAU 2: Code et description des catégories de routes de DMTI (2013) – les RCE correspondent aux codes 1 à 4

Code de route	Description
1	Route express
2	Route principale
3	Route secondaire
4	Axe majeur
5	Route locale
6	Sentier
7	Route proposée
8	Route de traversier / route de glace

Les catégories ombragées représentent des RCE.

Source : DMTI, 2013 (traduction libre)

Pour l'analyse, les populations ont été regroupées dans des niveaux géographiques de recensement plus grands, dont la province, la division de recensement (DR), la subdivision de recensement (SDR) et la région métropolitaine de recensement (RMR) ou l'agglomération de recensement (AR)[5]. Les résultats présentés sont regroupés et ne contiennent pas de renseignements confidentiels. Les fichiers sources utilisés dans le cadre de la présente analyse reflètent les versions des données à un moment précis et ils n'ont pas été modifiés[6]. La présente analyse a été réalisée avec les logiciels ArcGIS 10.2.2 (ESRI, Redlands, Californie) ainsi que Microsoft Access et Excel.

Les systèmes de classification des routes du FRR et de DMTI ont été sélectionnés pour l'analyse. Les catégories choisies du FRR (10 à 13 et 21; tableau 1) et de DMTI (1 à 4; tableau 2) ont été considérées comme des RCE – à savoir, des routes à fort débit de véhicules légers, moyens et lourds. Cette approche s'apparente à celle qu'a utilisée précédemment le Southern Ontario Centre for Atmospheric Aerosol Research (SOCAAR, Centre de recherche sur les aérosols atmosphériques du sud de l'Ontario) (SOCAAR, 2011). La catégorie de route peut servir de substitut pour le volume de la circulation, en supposant que les catégories autoroute, artère (route de dégagement), route collectrice et route locale reflètent différents niveaux de volume de circulation (Setton et coll., 2005). De plus, les RCE sont généralement liées à un nombre plus élevé de véhicules lourds au diesel (p. ex. autobus urbains, camions de fret), qui ont des répercussions disproportionnées sur la qualité de l'air près des routes comparativement aux véhicules passagers à essence (Evans et coll., 2019). Toutefois, d'importantes variations du volume de circulation ont été observées pour une même catégorie de route dans différentes villes du Canada (p. ex. Toronto par rapport à Winnipeg) et entre des régions rurales et urbaines.

L'analyse a utilisé deux fichiers de réseau routier avec des systèmes de classification distincts. Le présent rapport discute les différences liées à l'identification et à la répartition des RCE au moyen de sources d'information complémentaires, y compris les connaissances locales, les données municipales et les données sur le trafic.

---

[5] Termes définis dans le Dictionnaire, Recensement de la population, 2016, Index pour Géographie, Statistique Canada. Accessible en ligne : www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/az2-fra.cfm?topic=az2#C

[6] Les fichiers sources comprennent le Recensement de la population de 2016, le FRR 2017 (lrnf000r17a_e.shp), les points représentatifs d'îlot de diffusion de 2016 (créés à partir de WAREHOUSE_WC2016DISB_201606) et le Fichier des attributs géographiques 2016.

2.2. GROUPES D'ÂGE

Les groupes d'âge ont été comparés entre les population habitant près des routes et les population qui habitent plus loin (p. ex. à plus de 50, 100 ou 500 m). Santé Canada et Statistique Canada ont analysé les estimations de la population nationale stratifiées par groupes d'âge pour les différentes zones tampons en utilisant des tronçons de RCE provenant des données de DMTI. L'analyse a utilisé les aires de diffusion (AD)[7] plutôt que les îlots de diffusion (ID). L'aire de diffusion est une petite entité géographique composée d'un ou de plusieurs ID adjacents. Il s'agit de la plus petite unité géographique pour laquelle toutes les données du recensement sont diffusées (y compris les répartitions par âge et le niveau de revenu). Les chiffres de population étaient disponibles pour cinq groupes d'âge : 0 à 4 ans, 5 à 9 ans, 10 à 19 ans, 20 à 59 ans et 60 ans et plus. L'approche générale pour l'analyse des groupes d'âge s'apparente à celle décrite à la section 2.1 et elle comprend trois grandes étapes :

1. Créer les distances tampons en sélectionnant des catégories de routes.
2. Déterminer les AD situées à l'intérieur de ces zones tampons.
3. Calculer les nombres d'habitants en regroupant les points géographiques.

L'analyse a été réalisée avec ArcGIS 10.2.2 (ESRI, Redlands, Californie), SAS (SAS Institute, Cary, Caroline du Nord) et Microsoft Excel et les données du Recensement de 2016. La majorité des AD au Canada ont été prises en compte. Ces analyses fournissent des résultats à l'échelle nationale, arrondis au multiple de cinq le plus près. Les chiffres de population désagrégés par groupes d'âge peuvent différer des données du Recensement de 2016 en raison de données manquantes à l'échelle des AD.

2.2.1. Analyse statistique

Une analyse statistique réalisée avec des rapports des cotes (RC) a évalué si certains groupes d'âge étaient plus susceptibles qu'une population de référence de vivre à proximité de RCE. Un RC représente le rapport entre la cote (ou la chance) d'appartenir à un certain groupe d'âge et la cote d'appartenir à un groupe de référence, entre la population habitant près d'une RCE et la population habitant plus loin. Le RC peut être exprimé ainsi :

$$RC \frac{Cote_{\text{âge i | intérieur de x}}}{Cote_{\text{âge i | au-delà de x}}} = \frac{P_{\text{âge i | intérieur de x}} \div P_{\text{âge réf | intérieur de x}}}{P_{\text{âge i | au-delà de x}} \div P_{\text{âge réf | au-delà de x}}} \quad [1]$$

Où :

- $Cote_{\text{âge i | intérieur de x}}$ – cote d'appartenir au groupe d'âge *i* par rapport à un groupe d'âge de référence, pour les populations vivant à moins de *x* mètres d'un RCE
- $Cote_{\text{âge i | au-delà de x}}$ – cote d'appartenir au groupe d'âge *i* par rapport à un groupe d'âge de référence, pour les populations vivant à plus de *x* mètres d'une RCE

[7] Une aire de diffusion est une petite unité géographique relativement stable formée d'un ou de plusieurs îlots de diffusion et de forme compacte, suivant les routes et d'autres traits (comme les voies ferrées, les plans d'eau, les lignes de transmission d'énergie), comptant à peu près le même nombre d'habitants, soit de 400 à 700 personnes. *Dictionnaire, Recensement de la population de 2016*, Statistique Canada. Disponible en ligne : www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/geo021-fra.cfm.

- $P_{\text{âge i | intérieur de x}}$ – probabilité d'appartenir au groupe d'âge *i*, pour les populations vivant à moins de *x* mètres d'une RCE
- $P_{\text{âge réf | intérieur de x}}$ – probabilité d'appartenir à un groupe d'âge de référence, pour les populations vivant à moins de *x* mètres d'une RCE
- $P_{\text{âge i | au-delà de x}}$ – probabilité d'appartenir au groupe d'âge *i*, pour les populations vivant à plus de *x* mètres d'une RCE
- $P_{\text{âge réf | au-delà de x}}$ – probabilité d'appartenir à un groupe d'âge de référence, pour les populations vivant à plus de *x* mètres d'une RCE

Les RC ont été estimés au moyen de modèles de régression logistique à effets mixtes, dans lequel le groupe d'âge était considéré comme une variable dépendante et la distance par rapport à la RCE la plus proche comme l'indicateur principal. Des indicateurs additionnels, y compris une variable binaire de densité de population pour les DR (plus et moins que 400 personnes par kilomètre carré, respectivement, pour les zones urbaines et rurales)[8] et un identifiant de DR ont été introduits pour ajuster les analyses en fonction de la densité de population et de la corrélation entre les observations provenant des AD situées dans la même DR. L'ajustement pour la densité de population suppose que l'effet de la distance peut être différent dans les zones densément peuplées comparativement aux zones moins peuplées. La corrélation entre les observations provenant des AD d'une même DR suppose que la répartition de l'âge dans des régions géographiques précises peut dépendre de similitudes quant aux conditions de vie, des politiques régionales ou d'autres facteurs. L'analyse s'est appuyée sur la procédure GLIMMIX dans SAS, SES EG v.5.1.

Chaque combinaison d'un groupe d'âge précis (0 à 4, 5 à 9, 10 à 9, 20 à 59 ou 60 ans et plus), d'un seuil de distance (50, 100, 250, 500 ou 1 000 mètres) et d'un type de route (axes majeurs, routes express, routes principales, routes secondaires ou le plus proche des quatre) a été modélisée séparément. La variable de distance a été formulée avec deux catégories : à l'intérieur et au-delà d'un seuil de distance précis, la catégorie « au-delà » étant considérée comme une référence. La variable du groupe d'âge comptait aussi deux catégories : un groupe d'âge précis à l'étude et un groupe d'âge de référence. Le groupe d'âge de référence était soit i) le groupe 20 à 59 ans, soit ii) tous les groupes combinés, excluant le groupe à l'étude. Les objectifs de l'étude et la structure des données sous-jacentes sont à l'origine du choix de cette approche. Le tableau B1 à l'annexe B1 fournit un échantillon des données, pour une seule DR. Des données comparables étaient disponibles pour toutes les AD.

Les modèles ont généré des estimations de RC corrigés. Le RC est une comparaison des cotes d'appartenir à un groupe d'âge précis et des cotes d'appartenir au groupe de référence correspondant : les cotes sont comparées entre des populations vivant dans un rayon précis d'une RCE et les populations vivant en dehors de ce rayon. Donc, l'estimation d'un RC significativement supérieur à 1 indique que, pour les personnes vivant à l'intérieur d'une distance précise d'une RCE, la chance d'appartenir à un groupe d'âge précis par rapport au groupe de référence correspondant est plus grande que la chance comparable dans la population plus éloignée.

---

[8] Un centre de population contient une concentration démographique d'au moins 1 000 habitants et une densité de population de 400 habitants ou plus au kilomètre carré. Les régions situées à l'extérieur des centres de population sont classées dans la catégorie des régions rurales. Statistique Canada, Centre de population (CTRPOP) : définition détaillée. Disponible en ligne : www150.statcan.gc.ca/n1/pub/92-195-x/2011001/geo/pop/def-fra.htm.

En raison d'une propriété de symétrie du RC, les estimations des RC peuvent aussi être interprétées comme une comparaison des cotes de vivre à l'intérieur d'une distance précise d'une RCE et des cotes de vivre plus loin : les cotes sont comparées entre le groupe d'âge précis et le groupe de référence. Ainsi, on peut considérer un RC significativement supérieur à 1 comme une indication que la chance pour un groupe d'âge précis d'habiter près d'une RCE au lieu de loin est plus élevée que la chance comparable pour le groupe d'âge de référence.

2.3. STATUT SOCIOÉCONOMIQUE

Le statut socioéconomique (SSE) des populations vivant près des routes a été comparé à celui des populations vivant plus loin au moyen des tronçons de RCE provenant des données de DMTI. On a utilisé l'Indice de défavorisation conçu par l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) pour représenter les variations du SSE au Canada. L'indice est recommandé pour évaluer les inégalités sociales à l'échelle nationale ou pour introduire un indice socioéconomique dans les analyses (Gamache et Hamel, 2017). L'indice peut sous-estimer les inégalités, certes, mais il constitue un bon substitut en l'absence de données démographiques sociales et économiques plus détaillées. Des précisions sur cet indice sont disponibles dans Pampalon et coll. (2009) et les documents de l'INSPQ[9].

L'indice utilise six variables reflétant les dimensions matérielles et sociales du SSE en lien avec l'état de santé :

Dimension matérielle

1. Proportion des personnes âgées de 15 ans et plus sans diplôme d'études secondaires ou équivalent
2. Proportion des personnes actives (ayant un emploi) âgées de 15 ans et plus
3. Revenu moyen des personnes âgées de 15 ans et plus

Dimension sociale

4. Proportion des personnes âgées de 15 ans et plus vivant seules
5. Proportion des personnes âgées de 15 ans et plus séparées, divorcées ou veuves
6. Proportion de familles monoparentales

L'indice est le fruit d'une analyse en composante principale réalisée à une échelle nationale, calculée à partir des renseignements du recensement au niveau des AD. Les AD situées dans une région métropolitaine de recensement (RMR) sont classées selon la valeur de leurs notes de défavorisation globale (matérielle et sociale) et réparties en quintiles (représentant des ensembles de 20 % environ de la population), ce qui donne lieu à cinq groupes de statut : le plus bas, moyen inférieur, moyen, moyen supérieur et le plus élevé. L'Indice de défavorisation regroupe les quintiles des composantes matérielles et sociales, qui sont ensuite croisés de matière à distinguer les population les moins et les plus défavorisées, créant une matrice de 25 cellules différentes (Gamache et coll., 2019). Différents

[9] *Indice de défavorisation*, Canada, 2011; www.inspq.qc.ca/en/information-management-and-analysis/deprivation-index (consulté le 11 septembre 2018).

regroupements sont possibles en fonction des paramètres et des objectifs de l'étude. L'INSPQ suggère deux regroupements (figure 1, options A et B) pour créer un indice de défavorisation combiné. L'option A produit des profils de défavorisation clairs, mais crée cinq groupes de taille inégale. Avec l'option B, les cinq groupes sont de taille quasi égale et forment de nouveaux quintiles.

La même méthode que pour les groupes d'âge (section 2.2) a été utilisée pour générer les chiffres de population à proximité des RCE selon l'Indice de défavorisation, avec des modifications à l'étape 3 pour calculer les chiffres de population par regroupement de points géographiques. Ces modifications comprennent la fusion des données sur les AD et les routes avec la population des AD (Recensement de 2016) et l'Indice de défavorisation pour les AD (INSPQ, 2011 et 2016).

Les jeux de données de l'Indice 2016 fournissaient les chiffres de population (par groupe d'âge) et l'indice de SSE (matérielle, sociale et les deux) et la distance par rapport au type de RCE le plus proche par AD. Ils indiquaient également si l'AD est située à l'intérieur d'une certaine zone tampon. Ces jeux de données ont servi aux analyses statistiques. En raison d'information manquante au niveau des AD dans le recensement de 2016, il est possible que les chiffres de population de SSE soient différents des totaux de population pour d'autres analyses dans le présent rapport.

FIGURE 1: Indice de défavorisation – regroupements selon l'option A (haut) et l'option B (bas)

OPTION A

Très favorisé → Très défavorisé (Sociale)

Matérielle	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Total défavorisation matérielle
Très favorisé Q1	C1	C1	C2	C3	C3	20%
Q2	C1	C1	C2	C3	C3	20%
Q3	C2	C2	C2	C3	C3	20%
Q4	C4	C4	C4	C5	C5	20%
Très défavorisé Q5	C4	C4	C4	C5	C5	20%
Total défavorisation sociale	20%	20%	20%	20%	20%	100%

C1	AD matériellement et socialement favorisées
C2	AD avec une défavorisation moyenne
C3	AD favorisées matériellement mais défavorisées socialement
C4	AD favorisées socialement mais défavorisées matériellement
C5	AD matériellement et socialement défavorisées

OPTION B

Très favorisé → Très défavorisé (Sociale)

Matérielle	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Total défavorisation matérielle
Très favorisé Q1	T1	T1	T1	T2	T3	20%
Q2	T1	T2	T2	T3	T4	20%
Q3	T1	T2	T3	T4	T5	20%
Q4	T2	T3	T4	T4	T5	20%
Très défavorisé Q5	T3	T4	T5	T5	T5	20%
Total défavorisation sociale	20%	20%	20%	20%	20%	100%

T1	AD matériellement et socialement favorisées
T2	AD avec une défavorisation moyenne
T3	AD favorisées matériellement mais défavorisées socialement
T4	AD favorisées socialement mais défavorisées matériellement
T5	AD matériellement et socialement défavorisées

Source : Gamache et coll., 2019

2.3.1. Analyse statistique

Une analyse statistique réalisée avec des rapports des cotes (RC) a permis de déterminer si certains groupes de SSE étaient plus susceptibles qu'une population de référence de vivre à proximité de RCE. Cette analyse s'appuyait sur les mêmes méthodes et hypothèses que l'analyse des groupes d'âge (section 2.2.1). Le RC peut être exprimé ainsi :

$$RC \frac{Cote_{\text{SSE i | intérieur de x}}}{Cote_{\text{SSE i | au-delà de x}}} = \frac{P_{\text{SSE i | intérieur de x}} \div P_{\text{SSE réf | intérieur de x}}}{P_{\text{SSE i | au-delà de x}} \div P_{\text{SSE réf | au-delà de x}}} \quad [2]$$

Où :

- $Cote_{\text{SSE i | intérieur de x}}$ – cote d'appartenir au groupe de SSE *i* par rapport à un groupe de SSE de référence, pour les populations vivant à moins de *x* mètres d'un RCE
- $Cote_{\text{SSE i | au-delà de x}}$ – cote d'appartenir au groupe de SSE *i* par rapport à un groupe de SSE de référence, pour les populations vivant à plus de *x* mètres d'une RCE
- $P_{\text{SSE i | intérieur de x}}$ – probabilité d'appartenir au groupe de SSE *i*, pour les populations vivant à moins de *x* mètres d'une RCE
- $P_{\text{SSE réf | intérieur de x}}$ – probabilité d'appartenir à un groupe de SSE de référence, pour les populations vivant à moins de *x* mètres d'une RCE
- $P_{\text{SSE i | au-delà de x}}$ – probabilité d'appartenir au groupe de SSE *i*, pour les populations vivant à plus de *x* mètres d'une RCE
- $P_{\text{SSE réf | au-delà de x}}$ – probabilité d'appartenir à un groupe de SSE de référence, pour les populations vivant à plus de x mètres d'une RCE

Chaque combinaison d'un groupe SSE précis (un des cinq quintiles), d'un seuil de distance et d'un type de route a été modélisée séparément. La variable du groupe de SSE comptait aussi deux catégories : un groupe de SSE précis et une catégorie de SSE de référence. Le groupe de SSE de référence était soit : i) le quintile 3, soit ii) tous les groupes combinés, excluant le groupe de SSE à l'étude. Les objectifs de l'étude et les données sous-jacentes (tableau B1, annexe B1) sont à l'origine du choix de cette approche.

Les modèles ont généré des estimations de RC corrigés. Le RC compare les cotes d'appartenir à un groupe de SSE précis et les cotes d'appartenir au groupe de référence correspondant : les cotes sont comparées entre des populations vivant dans un rayon précis d'une RCE et les populations vivant au-delà de ce rayon. Les estimations de RC peuvent aussi être interprétées comme des comparaisons des chances de résider à une certaine distance d'une RCE par rapport aux chances de résider plus loin : les cotes sont comparées entre un groupe de SSE précis et un groupe de référence.

2.4. PROXIMITÉ AUX ROUTES DES POPULATIONS VULNÉRABLES: ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT ET DE SOINS DE LONGUE DURÉE

La présente analyse a estimé la proximité aux RCE d'établissements fréquentés par des populations vulnérables et a caractérisé l'exposition potentielle à la PACA dans les endroits où des personnes passent une part importante de leur temps. L'approche consistait à superposer la localisation des établissements d'enseignement ou des établissements de soins de longue durée à celle des RCE (codes 1 à 4; tableau 2) au moyen des données DMTI de 2013. Des zones tampons circulaires avec des rayons de 100 m et de 200 m ont été définies autour de chaque point d'intérêt. Ces deux distances ont été choisies sur la base d'informations publiées indiquant que la pollution atmosphérique et les impacts sanitaires des émissions produites par le trafic sont plus importants dans un rayon de 100 à 200 m des routes (Brauer et coll., 2012; Yuchi et coll., 2020; Zhu et coll., 2002, 2006). Elles correspondent aussi aux distances considérées dans les politiques et les lignes directrices visant à limiter l'implantation d'écoles à proximité des routes avec un volume de circulation plus élevé (BC MOE, 2014; HRHD 2009; US EPA, 2015). Les résultats se présentent sous forme de cartes visuelles pour des régions désignées et des valeurs numériques pour toutes les DR au Canada. Les scénarios utilisés pour évaluer la distance entre les RCE et les établissements d'enseignement comprenaient :

1. Tous les établissements d'enseignement, excluant les établissements d'éducation des adultes et les services d'aide à l'éducation.
2. Seulement les universités.

Les deux scénarios reflètent les différences entre les populations étudiantes quant aux profils temps-activité de la fréquentation des écoles. Par exemple, la plupart des élèves des écoles primaires et secondaires au Canada passent de six à huit heures par jour en classe ou dans l'enceinte de l'école, cinq jours par semaine, de 180 à 190 jours par année (de septembre à juin). Les activités et les cours se déroulent habituellement à un seul endroit. En comparaison, les étudiants universitaires peuvent passer seulement quelques heures par jour en classe, moins de cinq jours par semaine et seulement 150 jours par année (15 semaines par semestre). Par ailleurs, ils peuvent assister à des cours dans différents établissements d'un campus. L'analyse excluait les services d'aide à l'éducation (la présence des étudiants dans ces établissements est incertaine ou irrégulière) et les établissements d'éducation des adultes (l'accent est mis sur les jeunes étudiants).

Deux couches étaient disponibles dans le jeu de données de DMTI pour les établissements d'enseignement : éducation (*Education layer*) et empreintes des bâtiments (*Building Footprints layer*). La couche éducation comprend de l'information structurée par niveau, comme les écoles primaires, les écoles secondaires, les collèges et les universités. Elle comprend aussi de l'information permettant de répertorier les écoles par langue, niveau (p. ex. intermédiaire, secondaire de deuxième cycle ou éducation des adultes) et type (p. ex. publique, Premières Nations, privée ou collège). La couche éducation fournit une couverture nationale et chaque établissement est identifié par un seul point ou quelques points. L'information contenue dans le jeu de données de DMTI à cet égard n'est pas parfaitement exacte, et, du moins pour les universités, elle sous-estime possiblement la proximité des écoles aux RCE. Par exemple, les universités sont représentées par un ou quelques points de géolocalisation, alors que les campus sont constitués de plusieurs bâtiments et

emplacements à travers une ville. L'emplacement exact sur le campus en tant que tel ne semble pas être central ou lié à un bâtiment principal – il s'agit plutôt d'un bâtiment sur le campus – et les critères de sélection du point indiquant l'université sont indéterminés.

Une solution de rechange à la couche éducation du jeu de données de DMTI est la fonction éducation (*Education feature*) dans la couche de l'empreinte des bâtiments. Cette fonction comprend un plus grand nombre d'établissements d'enseignement que la couche éducation. Par exemple, tous les établissements associés à un campus universitaire y sont inclus. Cependant, puisque les options de données sont plus limitées, la différenciation des types d'écoles n'est pas possible avec cette couche. L'exactitude de l'information est également une source de préoccupation, notamment en raison de l'inclusion plus grande d'établissements en lien avec l'enseignement. Par exemple, la vérification de plusieurs points de données au moyen de l'information et des outils de cartographique publiquement accessibles, comme Google Earth, révèle que certains établissements sont en fait des centres communautaires, des écoles de langue pour adultes et des centres jeunesse. Ces établissements étaient exclus de la présente analyse. En utilisant la couche de l'empreinte des bâtiments pour estimer les populations vivant près des routes, on risque de surestimer le nombre d'établissements. Puisque l'analyse est nationale, il n'était pas possible de vérifier systématiquement l'identification et la position géographique de tous les établissements d'enseignement dans le jeu de données de DMTI. Compte tenu des limites des deux couches, seule la couche éducation a été utilisée dans l'analyse.

Les établissements de soins de longue durée sont inclus dans la couche des soins de santé (*Health Care layer*) (HCR_TYPE L) du jeu de données de DMTI sous forme de points. La couche fournit une couverture nationale et comprend les hôpitaux de soins de courte durée, les postes de soins infirmiers, les cliniques de soins externes et les centres de santé communautaires. Elle exclut d'autres établissements, dont les résidences pour retraités, les résidences-services, les établissements de soins pour personnes âgées et les foyers pour personnes âgées. Les unités de soins de longue durée ont été choisies parce que les patients ou clients y résident habituellement pendant une longue période (p. ex. un an ou plus). Ainsi, les conditions dans ces unités reflètent les conditions de vie normale et quotidienne de ces personnes. En revanche, les autres types d'établissements de soins de santé dans le jeu de données de DMTI sont associés à des séjours plus courts, des traitements ambulatoires ou de simples visites, comme pour les chirurgies, les rendez-vous médicaux, les urgences ou les soins palliatifs qui ne sont pas typiques des conditions de vie à plus long terme.

CHAPITRE 3: **RÉSULTATS**

3.1. POPULATIONS VIVANT PRÈS DES ROUTES À CIRCULATION ÉLEVÉE

Les estimations des populations vivant près des RCE sont présentées pour deux groupes de routes : i) codes de catégorie de route (CCR) 10, 11, 12, 13 et 21 du FRR (tableaux 3 à 5) et ii) CCR 1 à 4 de DMTI (tableaux 5 à 7).

3.1.1. Routes à circulation élevée du FRR

Le tableau 3 montre le pourcentage de la population provinciale et territoriale qui vit à une certaine distance tampon d'une RCE. Globalement, 8 %, 25 % et 44 %, respectivement, de la population canadienne vit dans un rayon de 100 m, 250 m et 500 m d'une RCE. Les résultats provinciaux indiquent qu'environ 40 % de la population de l'Ontario et de la Colombie-Britannique vit à moins de 250 m d'une RCE, comparativement à 9 % dans les autres provinces et territoires. La combinaison d'une densité de population élevée et des réseaux routiers concentrés dans le Lower Mainland de la Colombie-Britannique (qui inclut Vancouver) et du Grand Toronto métropolitain est à l'origine de ces valeurs plus élevées (voir le tableau 4).

Les valeurs moins élevées dépendent en grande partie de la désignation des routes dans le FRR, notamment de la sous-représentation de la catégorie route de dégagement (CCR 21) au Québec, en Alberta et dans d'autres régions. Selon les analyses de proximité complémentaires (non montrées) ciblant cette catégorie de route, seulement 2 % de la population du Québec vit dans un rayon de 250 m d'une route de dégagement (4 % dans un rayon de 500 m). En comparaison, 20 % de la population canadienne vit à moins de 250 m d'une route de dégagement et 32 % à moins de 500 m. Les estimations pour les routes de dégagement sont encore plus élevées pour l'Ontario (37 % à moins de 250 m et 59 % à moins de 500 m) et la Colombie-Britannique (22 % à moins de 250 m et 47 % à moins de 500 m). Ainsi, les différences entre les estimations provinciales résultent des différences entre les appellations des catégories de routes ainsi que l'aménagement urbain et des réseaux routiers.

Le Canada compte 293 divisions de recensement (DR). Les DR sont des régions géographiques intermédiaires entre la municipalité et la province[10]. Les municipalités correspondent aux subdivisions de recensement (SDR). Le tableau 4 montre la proportion de la population vivant à l'intérieur des zones tampons des RCE dans les DR les plus peuplées de chaque province. Les valeurs les plus élevées sont celles de Queens (Île-du-Prince-Édouard), Toronto (Ontario) et Greater Vancouver (Colombie-Britannique). Les estimations pour Queens, Toronto et Greater Vancouver représentent aussi les valeurs de DR les plus élevées au sein de leur province respective. Les analyses

[10] *Dictionnaire, Recensement de la population*, Statistique Canada. Disponible en ligne : www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/geo008-fra.cfm.

supplémentaires (non montrées) ciblant les routes de dégagement dans les DR montrent que pour ces trois provinces, la catégorie route de dégagement est la plus importante sur le plan de proximité de la population aux RCE. Par exemple, 59 % de la population de la DR de Toronto vit dans un rayon de 250 m d'une route de dégagement, contre 6 % pour les routes express/autoroutes pour la même distance tampon. Une répartition plus uniforme entre les autoroutes, routes express et les routes de dégagement est observée dans les DR urbaines au Manitoba et en Alberta (p. ex. 5 à 7 % pour chaque catégorie de route). Les routes de dégagement ont une incidence minime, voire nulle, sur les estimations de la proximité pour la plupart des DR dans les autres provinces et territoires.

TABLEAU 3: Pourcentage de la population provinciale et territoriale vivant à une distance tampon d'une RCE – CCR du FRR 10 à 13 et 21

Province ou territoire	Population[a]	% de la population dans une zone tampon[b]				
		50 m	100 m	250 m	500 m	1 km
Canada	**35 151 728**	**2**	**8**	**25**	**44**	**64**
Ontario	13 448 494	3	13	41	68	90
Québec	8 164 361	1	3	9	19	35
Colombie-Britannique	4 648 055	4	13	39	62	82
Alberta	4 067 175	1	3	11	24	48
Manitoba	1 278 365	1	3	10	22	44
Saskatchewan	1 098 352	1	2	8	20	44
Nouvelle-Écosse	923 598	0	2	7	18	35
Nouveau-Brunswick	747 101	1	1	5	13	28
Terre-Neuve-et-Labrador	519 716	1	2	8	20	38
Île-du-Prince-Édouard	142 907	2	5	13	28	45
Territoires du Nord-Ouest	41 786	0	1	5	13	27
Nunavut[c]	35 944	-	-	-	-	-
Yukon	35 874	0	2	9	20	38

[a] Recensement de la population de 2016

[b] Arrondi au nombre entier le plus près

[c] Aucune estimation disponible pour le Nunavut

La figure A1 de l'annexe A illustre le réseau routier de Toronto. Les routes de dégagement sillonnent la majeure partie de la région de Toronto, créant un quadrillage d'environ 1 km sur 1 km. Cela contribue probablement aux estimations élevées pour les zones tampons de 500 m et 1 km. En revanche, aucune route de dégagement n'est répertoriée dans les zones à forte densité résidentielle de Montréal d'après la classification du FRR (figure A2, annexe A), d'où les estimations plus faibles (tableau 4). En comparaison, les estimations pour la DR de la ville de Québec (non illustrées) indiquent que 31 %, 53 % et 75 %, respectivement, de la population vit à moins de 250 m, 500 m et 1 km d'une RCE. Ces valeurs pour trois centres urbains montrent dans quelle mesure les différences interprovinciales et intraprovinciales (municipales) entre la désignation des catégories de route dans le FRR peuvent influer et possiblement introduire un biais dans l'estimation de la proportion de la population vivant à proximité des RCE. Même si l'estimation des populations vivant à proximité des RCE à Montréal semble être inexacte, elle n'invalide pas nécessairement les estimations pour d'autres endroits.

TABLEAU 4: Pourcentage des populations des DR vivant à l'intérieur d'une distance tampon d'une RCE – CCR 10 à 13 et 21 du FRR

Division de recensement			% de la population dans la zone tampon[c]				
Identifiant	Nom[a]	Population[b]	50 m	100 m	250 m	500 m	1 km
3520	Toronto, Ont.	2 731 571	5	22	65	89	100
5915	Greater Vancouver, C.-B.	2 463 431	5	18	49	75	94
2466	Montréal, Qc	1 942 044	< 1	2	8	18	36
4806	Division No. 6 (Calgary), Alb.	1 498 778	1	3	11	24	49
4611	Division No. 11 (Winnipeg), Man.	708 823	1	3	13	25	45
1209	Halifax, N.-É.	403 390	< 1	2	6	16	35
4711	Division No. 11 (Saskatoon), Sask.	303 423	< 1	1	6	15	36
1001	Division No. 1 (Avalon), T.-N.-L.	270 348	< 1	1	7	18	33
1307	Westmorland, N.-B.	149 623	1	2	7	17	40
1102	Queens, Î.-P.-É	82 017	2	8	18	36	58
6001	Yukon, Yn	35 874	< 1	2	9	20	38
6106	Région 6 (Yellowknife), T.N.-O.	20 090	0	0	1	5	25

Alb : Alberta; C.-B. : Colombie-Britannique; Î.-P.-É. : Île-du-Prince-Édouard; Man. : Manitoba; N.-B. : Nouveau-Brunswick; N.-É. : Nouvelle-Écosse; Ont. : Ontario; Qc : Québec; Sask : Saskatchewan; T.-N.-L. : Terre-Neuve-et-Labrador; T.N.-O. : Territoires du Nord-Ouest; Yn : Yukon

[a] Pour les DR identifiées par un numéro, le nom de la zone ou du grand centre urbain correspondant est indiqué entre parenthèses.

[b] Recensement de 2016

[c] Arrondi au nombre entier le plus près

Les résultats pour 30 sous-divisions de recensement (SDR) ayant des chiffres de population plus élevés dans un rayon de 250 m d'une RCE sont présentés au tableau A1, à l'annexe A, pour les réseaux routiers du FRR et de DMTI. La plupart des SDR recensées dans le tableau A1 sont situées en Ontario et en Colombie-Britannique et ont des pourcentages relativement élevés (40 % ou plus) de population vivant dans un rayon de 250 m d'une RCE. Les valeurs fondées sur le FRR sont plus faibles pour les SDR en Alberta, en Saskatchewan, au Québec et en Nouvelle-Écosse en raison des différences régionales dans la classification des routes. Les valeurs fondées sur le FRR sont également beaucoup plus faibles que les estimations respectives fondées sur les données de DMTI pour ces collectivités. Il est peu probable que les variations de densité de population, d'utilisation des terres ou d'étalement urbain entre les provinces puissent expliquer à elles seules les grands écarts entre les centres urbains.

L'analyse des SDR (ne figurant pas dans ce rapport) montre également que dans 55 et 778 SDR, respectivement, 100 % de la population vit dans un rayon 250 m et de 1 km d'une RCE. Dans la plupart, voire la totalité, de ces SDR, la population est peu nombreuse – 665 habitants ou moins. Beaucoup d'entre elles correspondent à des petites collectivités rurales traversées par des routes principales et secondaires. Il y a un degré d'incertitude associé à l'utilisation des mesures de proximité aux routes pour estimer l'exposition à la PACA dans les collectivités peu densément peuplées et ayant de faibles volumes de circulation. Le présent rapport n'examine pas explicitement les résultats liés aux SDR ayant des populations peu nombreuses.

Le tableau 5 montre le pourcentage de la population vivant dans un rayon de 250 m d'une RCE pour une sélection de régions métropolitaines de recensement (RMR) et d'agglomérations de recensement (AR) dans chaque province; ces pourcentages ont été estimés avec les classifications routières du FRR

et de DMTI. Le tableau A2 à l'annexe A présente les pourcentages correspondants pour toutes les RMR. Les RMR et les AR sont composées d'une ou de plusieurs municipalités adjacentes situées autour d'un centre de population (ou noyau)[11]. Les résultats pour les niveaux géographiques des RMR et des AR sont semblables à ceux des SDR, avec des valeurs plus élevées en nombres et en proportions relatives dans les RMR de la Colombie-Britannique et de l'Ontario. Les valeurs obtenues pour Montréal sont inférieures à celles de Québec et des RMR dans d'autres provinces, une situation attribuable au système de désignation des routes du FRR de 2017.

TABLEAU 5: Population, en nombre et en pourcentage, des personnes vivant dans un rayon de 250 m d'une RCE dans les régions métropolitaines de recensement et agglomérations de recensement – FRR (CCR 10 à 13 et 21) et DMTI (CCR 1 à 4)

Région métropolitaine de recensement et agglomération de recensement				FRR – rayon de 250 m		DMTI – rayon de 250 m	
Identifiant	Type	Nom	Population[a]	Nombre	Pourcentage[b]	Count	Pourcentage[b]
35535	RMR	Toronto, Ont.	5 928 040	2 846 232	48	3 190 733	54
24462	RMR	Montréal, Qc	4 098 927	269 946	7	2 317 607	57
59933	RMR	Vancouver, C.-B.	2 463 431	1 210 405	49	1 481 699	60
48825	RMR	Calgary, Alb.	1 392 609	145 128	10	538 820	39
48835	RMR	Edmonton, Alb.	1 321 426	114 298	9	535 114	40
35505	RMR	Ottawac, Ont.	991 726	390 444	39	425 172	43
24421	RMR	Québec, Qc	800 296	200 959	25	423 418	53
46602	RMR	Winnipeg, Man.	778 489	97 271	12	355 308	46
12205	RMR	Halifax, N.-É.	403 390	25 932	6	162 891	40
59935	RMR	Victoria, C.-B.	367 770	125 697	34	168 610	46
47725	RMR	Saskatoon, Sask.	295 095	17 795	6	112 502	38
10001	RMR	St. John's, T.-N.-L.	205 955	11 546	6	93 696	45
13305	RMR	Moncton, N.-B.	144 810	9 272	6	47 779	33
11105	AR	Charlottetown, Î. P. É.	69 325	14 181	20	24 881	36
60990	AR	Whitehorse, T.N.-O.	28 225	1 994	7	11 408	40
61995	AR	Yellowknife, Yn	19 569	124	1	4 255	22

Alb. : Alberta; AR : agglomération de recensement; C.-B. : Colombie-Britannique; Î.-P.-É. : Île-du-Prince-Édouard; Man. : Manitoba; N.-B. : Nouveau-Brunswick; N.-É. : Nouvelle-Écosse; Ont. : Ontario; Qc : Québec; RMR : région métropolitaine de recensement; Sask. : Saskatchewan; T.-N.-L. : Terre-Neuve-et-Labrador; T.N.-O. : Territoires du Nord-Ouest; Yn : Yukon

[a] Recensement de 2016

[b] Arrondi au nombre premier le plus proche

[c] Ottawa-Gatineau (partie en Ontario)

[11] Une RMR doit avoir une population d'au moins 100 000 habitants et son noyau doit compter au moins 50 000 habitants. Quant à l'AR, son noyau doit compter au moins 10 000 habitants. *Dictionnaire, Recensement de la population*, Statistique Canada; disponible en ligne : www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/geo009-fra.cfm.

3.1.2. Routes à circulation élevée de DMTI

Le système de classification des routes de DMTI Spatial est différent de celui du FRR (voir les tableaux 1 et 2) et, selon la région, il inclut généralement au moins autant de tronçons de RCE. En outre, dans plusieurs aires urbaines, le fichier de DMTI répertorie plus de RCE que le FRR. Par exemple, une comparaison visuelle des tronçons de RCE à Montréal montre que, comparativement au FRR, le fichier de DMTI comprend des douzaines de routes additionnelles traversant des quartiers très densément peuplés (figure A2, annexe A). Par ailleurs, pour Montréal et Calgary, les désignations des RCE du fichier de DMTI correspondent de près à la classification du réseau routier faite par les autorités municipales respectives[12].

Le tableau 6 montre le pourcentage de la population qui réside à l'intérieur d'une distance tampon des RCE dans chaque province et territoire d'après les données de DMTI. À l'échelle nationale, 16 %, 43 % et 68 % de la population, respectivement, vit dans un rayon de 100 m, 250 m et 500 m d'une RCE. Les résultats provinciaux indiquent que le pourcentage de la population vivant à moins de 50 m d'une RCE est généralement inférieur à 5 %. Pour la zone tampon de 100 m, les valeurs atteignent de 16 à 18 % en Colombie-Britannique, en Ontario et au Québec. Dans chaque province, au moins 50 % de la population vit à moins de 500 m d'une RCE, et cette proportion grimpe à 71 et 72 % dans les trois provinces les plus peuplées (Ontario, Québec et C.-B.). Sauf pour l'Ontario et la Colombie-Britannique, les résultats de DMTI sont très différents des résultats pour la classification du FRR (tableau 3). Les estimations fondées sur les données de DMTI sont approximativement deux fois plus élevées que celles reposant sur le FRR. Il ne relevait pas des objectifs de la présente étude de déterminer quel système de classification des routes donne des estimations plus précises ou pertinentes dans différents endroits.

[12] Cartographie du schéma d'aménagement et de développement, Direction de l'urbanisme, Ville de Montréal, https://smvt.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=d152aaa85b6f4e9086cecdf10c7456db; Réseau des grandes routes, Ville de Calgary, https://data.calgary.ca/Transportation-Transit/Major-Road-Network/mybc-x96b

TABLEAU 6: Pourcentage de la population provinciale et territoriale vivant à l'intérieur d'une distance tampon d'une RCE – CCR 1 à 4 de DMTI

Province ou territoire	Population[a]	% de la population dans une zone tampon[b]				
		50 m	100 m	250 m	500 m	1 km
Canada	**35 151 728**	**5**	**16**	**43**	**68**	**87**
Ontario	13 448 494	4	16	46	71	91
Québec	8 164 361	7	18	47	71	87
Colombie-Britannique	4 648 055	4	17	48	72	88
Alberta	4 067 175	3	12	34	59	81
Manitoba	1 278 365	4	12	37	60	83
Saskatchewan	1 098 352	4	14	36	62	81
Nouvelle-Écosse	923 598	3	10	30	53	73
Nouveau-Brunswick	747 101	3	10	30	51	73
Terre-Neuve-et-Labrador	519 716	4	10	33	57	77
Île-du-Prince-Édouard	142 907	3	10	29	54	84
Territoires du Nord-Ouest	41 786	1	4	16	36	55
Nunavut[c]	35,944	-	-	-	-	-
Yukon	35,874	3	13	36	59	81

[a] Recensement de 2016

[b] Arrondi au nombre premier le plus proche

[c] Aucune estimation disponible pour le Nunavut

Le Tableau 7 présente les résultats pour les DR les plus peuplées de chaque province. Dans ces DR, de 21 à 71 % de la population vit dans un rayon de 250 m d'une RCE, et de 48 à 93 % dans un rayon de 500 m. Les estimations pour les DR sont comparables, mais supérieures, aux estimations pour les provinces, ce qui est attribuable aux populations plus nombreuses et à la plus grande densité de routes dans ces zones urbaines. La classification de DMTI a donné lieu à des estimations beaucoup plus élevées que le système du FRR. Par exemple, d'après les données du réseau routier de DMTI, le pourcentage de la population vivant à proximité (dans un rayon de 500 m) d'une RCE à Montréal atteint 91 %, comparativement à 18 % selon les données du FRR (tableau 4).

TABLEAU 7: Pourcentage de la population des DR vivant à l'intérieur d'une distance tampon d'une RCE – CCR 1 à 4 de DMTI

Division de recensement			% de la population dans la zone tampon[c]				
Identifiant	Nom[a]	Population[b]	50 m	100 m	250 m	500 m	1 km
3520	Toronto, Ont.	2 731 571	7	29	71	93	100
5915	Greater Vancouver, C.-B.	2 463 431	6	24	60	85	97
2466	Montréal, Qc	1 942 044	13	29	67	91	99
4806	Division No. 6 (Calgary), Alb.	1 498 778	4	12	37	64	88
4611	Division No. 11 (Winnipeg), Man.	708 823	6	15	48	74	95
1209	Halifax, N.-É.	403 390	4	14	40	65	84
4711	Division No. 11 (Saskatoon), Sask.	303 423	5	15	38	67	92
1001	Division No. 1 (Avalon), T.-N.-L.	270 348	4	13	40	66	85
1307	Westmorland, N.-B.	149 623	3	11	32	56	82
1102	Queens, Î.-P.-É.	82 017	3	9	26	48	81
6001	Yukon, Yn	35 874	3	13	36	59	81
6106	Région 6, T.N.-O.	20 090	< 1	6	21	49	75

Alb : Alberta; C.-B. : Colombie-Britannique; Î.-P.-É. : Île-du-Prince-Édouard; Man. : Manitoba; N.-B. : Nouveau-Brunswick; N.-É. : Nouvelle-Écosse; Ont. : Ontario; Qc : Québec; Sask : Saskatchewan; T.-N.-L. : Terre-Neuve-et-Labrador; T.N.-O. : Territoires du Nord-Ouest; Yn : Yukon

[a] Pour les DR identifiées par un numéro, le nom de la zone ou du grand centre urbain correspondant est indiqué entre parenthèses.

[b] Recensement de 2016

[c] Arrondi au nombre entier le plus proche

Les résultats pour les 30 SDR comptant le plus grand nombre d'habitants vivant dans un rayon de 250 m d'une RCE sont présentés dans le tableau A1 à l'annexe A, pour les réseaux routiers de DMTI et du FRR. En raison de la classification des routes utilisée par DMTI, les estimations de la population vivant à moins de 250 m d'une RCE dans une SDR sont plus élevées que celles reposant sur le FRR. Les différences les plus importantes ont été observées pour des lieux en Alberta (Calgary et Edmonton), en Saskatchewan (Regina et Saskatoon), au Québec (Laval, Longueuil, Montréal) et en Nouvelle-Écosse (Halifax). Les résultats pour les RMR et les AR indiquent des tendances similaires (tableau 5). À l'exception de Toronto et de Vancouver, les estimations fondées sur les données de DMTI étaient plus élevées que celles du FRR. Le tableau A2 à l'annexe A présente les estimations du pourcentage de la population vivant dans un rayon de 250 m d'une RCE pour toutes les RMR.

3.2. STRATIFICATION PAR GROUPE D'ÂGE

Une estimation de la proximité de la population aux routes, stratifiée par groupes d'âge, a été réalisée pour les différentes zones tampons au moyen de tronçons de RCE provenant des données de DMTI. Voici les groupes d'âge utilisés dans ces analyses :

- Nourrissons/tout-petits : 0 à 4 ans
- Enfants : 5 à 9 ans
- Adolescents : 10 à 19 ans
- Adultes : 20 à 59 ans
- Aînés : 60 ans et +

Le tableau 8 montre la répartition par âge, en valeurs absolues et relatives, par province et territoire. Les adultes et les aînés forment les deux plus gros groupes, qui représentent respectivement 53 % et 27 % de la population nationale. La répartition de la population par groupes d'âge est généralement comparable dans les provinces et territoires, à l'exception du Nunavut. La population du Nunavut est plus jeune, comme l'indiquent les proportions plus grandes de nourrissons, d'enfants et d'adolescents, et la proportion inférieure d'aînés.

TABLEAU 8: Chiffre et pourcentage de population par groupe d'âge d'après les données du Recensement de 2016

Province/ territoire	Population[a]	Chiffre de population (et pourcentage[b]) par groupe d'âge				
		0–4	5–9	10–19	20–59	60+
Ontario	**33 610 680**	**1 843 065 (5)**	**1 960 280 (6)**	**3 829 655 (11)**	**18 395 510 (55)**	**7 582 170 (23)**
Québec	12 980 520	681 375 (5)	739 020 (6)	1 529 140 (12)	7 124 860 (55)	2 906 125 (22)
C.-B.	7 725 755	431 730 (6)	455 360 (6)	822 040 (11)	4 174 240 (54)	1 842 385 (24)
Alberta	4 441 705	214 260 (5)	229 985 (5)	477 970 (11)	2 430 045 (55)	1 089 445 (25)
Manitoba	3 866 630	256 515 (7)	261 230 (7)	463 005 (12)	2 226 530 (58)	659 350 (17)
Saskatchewan	1 195 385	76 825 (6)	78 935 (7)	152 925 (13)	638 960 (53)	247 740 (21)
Nouvelle-Écosse	1 036 200	69 955 (7)	71 335 (7)	129 720 (13)	549 215 (53)	215 975 (21)
N.-B.	891 345	40 960 (5)	44 870 (5)	94 795 (11)	471 230 (53)	239 490 (27)
T.-N.-L.	721 285	33 410 (5)	37 315 (5)	76 570 (11)	377 830 (52)	196 160 (27)
Î.-P.-É.	503 740	21 920 (4)	25 380 (5)	52 040 (10)	268 870 (53)	135 530 (27)
T.N.-O.	135 610	6 765 (5)	7 625 (6)	15 645 (12)	69 900 (52)	35 675 (26)
Nunavut	41 160	3 070 (7)	3 010 (7)	5 345 (13)	24 470 (59)	5 265 (13)
Yukon	35 995	4 195 (12)	4 110 (11)	6 575 (18)	18 760 (52)	2 355 (7)
Yukon	35 350	2 085 (6)	2 105 (6)	3 885 (11)	20 600 (58)	6 675 (19)

C.-B. : Colombie-Britannique; N.-B. : Nouveau-Brunswick; Î.-P.-É. : Île-du-Prince-Édouard; T.-N.-L. : Terre-Neuve-et-Labrador; T.N.-O.: Territoires du Nord-Ouest

[a] Fondée sur l'information liée aux AR disponibles dans le Recensement de 2016

[b] Arrondi au nombre entier le plus proche

Les rapports des cotes (RC) expriment les cotes relatives d'appartenir à un groupe d'âge précis en lien avec la proximité aux RCE. Les analyses des RC ont comparé un groupe d'âge donné à tous les autres groupes d'âge combinés, excluant le groupe d'âge à l'étude. Cette analyse a été réalisée à

l'échelle nationale. Les résultats des RC pour toutes les RCE combinées sont présentés dans le tableau 9. Les estimations des RC avec un intervalle de confiance à 95 % chevauchant 1 sont interprétées comme étant non significatives. En général, la plupart des RC estimés pour les groupes d'âge plus jeunes sont significativement inférieurs à 1, ce qui indique que dans les populations vivant près des routes, la chance d'appartenir à des groupes d'âge plus jeunes par rapport à tous les autres groupes combinés est moins élevée que la chance respective dans les populations vivant plus loin (pour toutes les distances examinées).

On considère que les RC statistiquement significatifs supérieurs à 1 indiquent une plus grande chance que les personnes de ce groupe d'âge vivent dans un rayon tampon précis d'une RCE (avec une exposition à la PACA potentiellement plus élevée) par rapport au reste de la population. En général, les estimations des RC pour les adultes et les aînés vivant plus près des RCE approchent ou dépassent 1. Les estimations sont significativement supérieures à 1 pour les adultes (20 à 59 ans) vivant dans une distance tampon de 500 m (RC de 1,03 à 1,16), tandis que les résultats pour les aînés sont significativement supérieurs à 1 pour les distances de 250 m à 1 000 m (RC de 1,10 à 1,17). Les RC pour les aînés sont également plus élevés que les RC pour les adultes dans un rayon de 250 m à 1 000 m d'une RCE. Par ailleurs, les RC estimés diminuent pour les zones tampons plus grandes du groupe d'âge 20 à 59 ans, mais augmentent pour le groupe 60 ans et plus (figure B1, annexe B2). Les raisons exactes de ces constatations sont incertaines (p. ex. proportion plus grande de jeunes adultes vivant au centre-ville), soulignant la nécessité d'analyses plus approfondies des données démographiques. Les résultats (ne figurant pas dans ce rapport) pour les catégories de route individuelles (c.-à-d. route express, route principale, route secondaire et axe majeur), pour tous les groupes d'âge, sont comparables à ceux pour l'ensemble des RCE.

TABLEAU 9: Rapports des cotes pour l'association entre les chiffres de groupe d'âge et la distance tampon avec des RCE au Canada – groupe d'âge de référence : tous les groupes combinés, sauf le groupe à l'étude – type de route : toutes les RCE combinées (DMTI)

Distance tampon	Groupe d'âge (ans)	RC[a]	Intervalle de confiance à 95 %[a]		Valeur de *p*
			Inférieur	Supérieur	
50 m	0–4	**0,92**	**0,89**	**0,95**	< 0,0001
	5–9	**0,81**	**0,77**	**0,85**	< 0,0001
	10–19	**0,78**	**0,74**	**0,82**	< 0,0001
	20–59	**1,16**	**1,10**	**1,23**	< 0,0001
	60+	**1,00**	**0,94**	**1,06**	0,8969
100 m	0–4	**0,91**	**0,89**	**0,94**	< 0,0001
	5–9	**0,82**	**0,79**	**0,85**	< 0,0001
	10–19	**0,80**	**0,77**	**0,82**	< 0,0001
	20–59	**1,13**	**1,09**	**1,17**	< 0,0001
	60+	1,03	0,98	1,07	0,252
250 m	0–4	**0,91**	**0,89**	**0,93**	< 0,0001
	5–9	**0,83**	**0,82**	**0,85**	< 0,0001
	10–19	**0,83**	**0,82**	**0,85**	< 0,0001
	20–59	**1,07**	**1,03**	**1,10**	0,0001
	60+	**1,10**	**1,05**	**1,16**	0,0002
500 m	0–4	**0.89**	**0.86**	**0.91**	< 0.0001
	5–9	**0.84**	**0.82**	**0.86**	< 0.0001
	10–19	**0.86**	**0.83**	**0.88**	< 0.0001
	20–59	**1.03**	**1.00**	**1.05**	0.0231
	60+	**1.16**	**1.11**	**1.21**	< 0.0001
1000 m	0–4	**0.89**	**0.86**	**0.92**	< 0.0001
	5–9	**0.87**	**0.84**	**0.90**	< 0.0001
	20–59	1.01	0.99	1.03	0.454
	60+	**1.17**	**1.10**	**1.24**	< 0.0001

[a] Arrondi à la deuxième décimale. Les valeurs en gras représentent des RC significatifs (niveau de signification de 5 %). Les estimations manquantes pour certains groupes d'âge correspondent aux cas où les modèles ne convergeaient pas.

Pour ce qui est des aînés (60 ans et +), les RC estimés sont significativement inférieurs à 1 pour la distance tampon de 50 m (RC de 0,94), mais significativement supérieurs à 1 pour les distances de 500 m et de 1 000 m (RC de 1,11 à 1,13). Cela indique que, pour les aînés canadiens, la chance d'habiter dans un rayon de 50 m d'une RCE par rapport à une distance plus grande est inférieure à celle du reste de la population, tandis que la chance est plus élevée pour les distances de 500 à 1 000 m d'un RCE. Les résultats (ne figurant pas dans ce rapport) pour les catégories de route individuelles (c.-à-d. route express, route principale, route secondaire et axe majeur) sont comparables à ceux pour l'ensemble des RCE.

3.3. STRATIFICATION PAR SSE

Les estimations de la population nationale stratifiées par statut socioéconomique (SSE) pour les différentes distances tampons s'appuient sur les données de l'Indice de défavorisation de l'INSPQ. Cet indice est fondé sur l'information provenant du recensement au niveau de l'aire de diffusion (AD). Les AD d'une RMR sont classées selon leurs notes globales de défavorisation matérielle et sociale et regroupées en quintiles : 1 – le plus élevé (moins défavorisé), 2 – moyen supérieur, 3 – moyen, 4 – moyen inférieur et 5 – le plus bas (plus défavorisé).

La présente analyse a estimé les RC pour les quintiles du SSE et les différentes distances tampons en utilisant le quintile moyen (quintile 3) comme référence; ce quintile moyen est une approximation d'une valeur centrale du SSE de la population à travers le Canada. Les RC reflètent la chance de faire partie d'un quintile de défavorisation précis comparativement à la chance de faire partie du quintile de référence (quintile 3), pour une population vivant à proximité d'une RCE (dans la zone tampon) par rapport à une population vivant plus loin (en dehors de la zone tampon). La présente section examine les analyses concernant l'option B de l'indice combiné (voir la section 2.3). Une brève analyse des résultats pour l'option A est fournie à l'annexe B3.

Le regroupement pour l'option B de l'Indice de défavorisation crée cinq groupes de taille égale. Les chiffres de population par province et territoire sont présentés au tableau B2 de l'annexe B3. Le tableau 10 montre les résultats de l'analyse des RC pour toutes les RCE combinées. En général, les quintiles moins défavorisés (1 et 2) sont associés à des RC estimés inférieurs à 1, tandis que les quintiles plus défavorisés (4 et 5) sont liés à des RC estimés supérieurs à 1, comparativement à la population de référence. Ainsi, par rapport à un groupe de référence, la chance d'appartenir à un groupe plus défavorisé était supérieure à 1 à proximité des RCE comparativement à une distance supérieure, tandis que la chance était inférieure à 1 pour les quintiles plus favorisés. Les résultats pour l'option B s'apparentent aux résultats obtenus pour les indices de défavorisation matérielle et sociale individuellement (ces résultats ne figurent pas dans le présent rapport).

Les RC estimés pour les autres catégories de route (ces résultats ne figurent pas dans le présent rapport) sont comparables à ceux pour toutes les RCE – les quintiles plus favorisés (1 et 2) étaient généralement associés à des RC estimés inférieurs à 1 et les plus défavorisés (4 et 5) à des RC estimés supérieurs à 1.

TABLEAU 10: Rapports des cotes pour l'association entre les quintiles de défavorisation de l'Indice de défavorisation de l'INSPQ (option B) et la distance par rapport aux RCE au Canada – groupe de SSE de référence : quintile moyen; type de route : toutes RCE combinées (DMTI)

Distance tampon	Quintile[a]	RC[b]	Intervalle de confiance à 95 %[b]		Valeur de *p*
			Inférieur	Supérieur	
50 m	1	**0,35**	**0,27**	**0,47**	< 0,0001
	2	**0,55**	**0,43**	**0,69**	< 0,0001
	4	**0,89**	**0,74**	**1,07**	0,2101
	5	**1,26**	**1,00**	**1,59**	0,0483
100 m	1	**0,31**	**0,25**	**0,39**	< 0,0001
	2	**0,49**	**0,41**	**0,60**	< 0,0001
	4	**1,02**	**0,89**	**1,17**	0,7914
	5	**1,52**	**1,27**	**1,82**	< 0,0001
250 m	1	**0,36**	**0,31**	**0,43**	< 0,0001
	2	**0,57**	**0,50**	**0,65**	< 0,0001
	4	**1,31**	**1,14**	**1,51**	0,0002
	5	**2,21**	**1,85**	**2,62**	< 0,0001
500 m	1	**0,41**	**0,34**	**0,50**	< 0,0001
	2	**0,63**	**0,55**	**0,72**	< 0,0001
	4	**1,53**	**1,30**	**1,80**	< 0,0001
	5	**2,89**	**2,36**	**3,55**	< 0,0001
1000 m	1	**0,36**	**0,25**	**0,51**	< 0,0001
	2	**0,60**	**0,49**	**0,73**	< 0,0001
	4	**1,68**	**1,29**	**2,20**	0,0001
	5	**2,86**	**2,24**	**3,66**	< 0,0001

[a] 1 – le plus élevé (moins défavorisé), 2 – moyen supérieur, 3 – moyen, 4 – moyen inférieur et 5 – le plus bas (plus défavorisé)

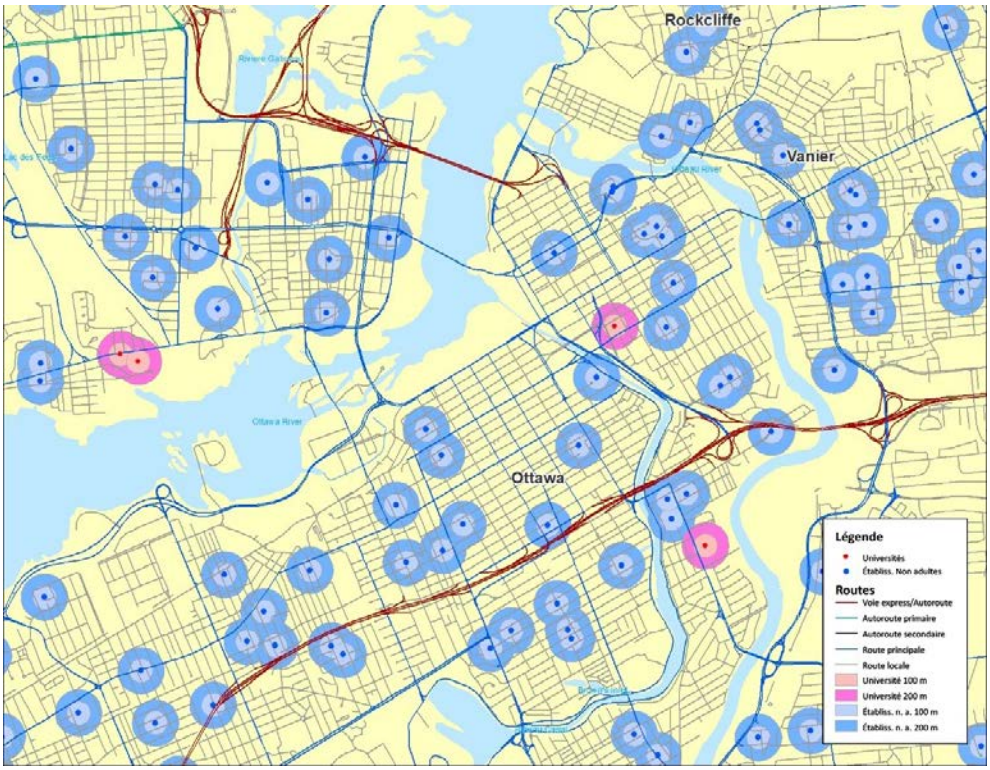
[b] Arrondi à la deuxième décimale. Les valeurs en gras constituent des RC significatifs (niveau de signification de 5 %). Les estimations manquantes pour certains quintiles correspondent aux cas où les modèles ne convergeaient pas.

3.4. PROXIMITÉ DES ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT AUX ROUTES À CIRCULATION ÉLEVÉE AU CANADA

L'analyse des établissements d'enseignement (ou écoles) à proximité des RCE au Canada s'est appuyée sur la couche éducation (*Education*) des données 2013 de DMTI. La figure 2 est une carte de la région de la capitale nationale (RCN), qui comprend des parties des divisions de recensement de Gatineau, au Québec (population en 2016 : 276 245) et d'Ottawa, en Ontario (population en 2016 : 934 243). Les points et les cercles bleus représentent des établissements d'enseignement non destinés aux adultes, ainsi que les zones tampons de 100 m et 200 m, tandis que les points et cercles rouges représentent les universités et leurs zones tampons respectives. La carte montre des établissements d'enseignement non destinés aux adultes dans les quartiers résidentiels, souvent regroupés dans les quartiers plus densément peuplés. En revanche, les universités sont moins nombreuses et situées près des centres urbains.

La figure 2 montre aussi que beaucoup d'écoles sont situées dans un rayon de 200 m d'une RCE, notamment pour la catégorie des axes majeurs (*Major Roads*). Très peu d'écoles sont situées à moins de 200 m d'une route express. Un pourcentage plus faible d'écoles sont situées à moins de 100 m d'une RCE, toutes catégories confondues. Il y a peu de routes principales et secondaires sur la carte, probablement en raison des classifications routières provinciales ou régionales ou des désignations utilisées par DMTI.

FIGURE 2: RCE dans un rayon de 100 m et 200 m d'établissements d'enseignement non destinés aux adultes (établiss. n. a.) et d'universités dans la région de la capitale nationale du Canada.



Source : DMTI, couche : éducation

Le tableau 11 présente les résultats nationaux, provinciaux et territoriaux pour les établissements d'enseignement non destinés aux adultes. Dans l'ensemble, le tiers environ de ces écoles au Canada sont situées dans un rayon de 100 m d'une RCE, tandis que près de la moitié sont situées dans un rayon de 200 m. Les résultats sont semblables dans la plupart des provinces. Les résultats varient pour les territoires, probablement en raison des densités de population plus faibles et des caractéristiques des réseaux routiers (c.-à-d. très peu de RCE) dans ces administrations.

Les estimations pour les DR et les RMR (résultats partiels présentés aux tableaux C1 et C2, respectivement, dans l'annexe C) s'apparentent aux résultats provinciaux. Elles sont généralement comprises entre 20 et 40 % pour une distance de 100 m d'une RCE et entre 40 et 60 % pour une distance de 200 m. Très peu de DR affichent des valeurs très différentes. Les valeurs plus élevées, dont les estimations pour la DR de Longueuil, au Québec, dans le Grand Montréal métropolitain, peuvent être liées aux nombreux ponts et routes qui desservent cette région urbaine populeuse (voir la figure C1 à l'annexe C). Cela dit, la présente analyse ne comprenait pas d'évaluation systématique des géolocalisations, et l'interprétation de ces résultats comporte des limites.

Le tableau 12 présente les résultats pour les universités canadiennes à partir de la couche éducation de DMTI. Ces résultats indiquent que le pourcentage de bâtiments universitaires situés dans un rayon de 100 m ou de 200 m d'un RCE est plus faible que celui des autres établissements d'enseignement. Cela s'expliquerait en partie par le plus petit nombre d'établissements, le terrain plus vaste exigé par les campus et la mobilité plus grande de la population étudiante. Dans la plupart des grandes villes canadiennes, les universités sont facilement accessibles par les services de transport en commun, notamment les autobus et les systèmes légers sur rail, et elles ne sont pas nécessairement adjacentes à des routes classées comme des RCE.

TABLEAU 11: Nombre et pourcentage d'établissements d'enseignement non destinés aux adultes situés dans un rayon de 100 m et de 200 m de RCE, par province et territoire

Province/territoire	Population[a]	Nombre total – établissements d'enseignementb[b]	Nombre (et %) des établissements d'enseignement dans les zones tampons	
			100 m	200 m
Canada	**35 151 728**	**13 634**	**4 264 (31)**	**6 580 (48)**
Ontario	13 448 494	4 745	1 429 (30)	2 209 (47)
Québec	8 164 361	2 689	846 (31)	1 336 (50)
Colombie-Britannique	4 648 055	1 864	629 (34)	946 (51)
Alberta	4 067 175	1 963	603 (31)	910 (46)
Manitoba	1 278 365	879	283 (32)	442 (50)
Saskatchewan	1 098 352	232	80 (34)	125 (54)
Nouvelle-Écosse	923 598	426	123 (29)	203 (48)
Nouveau-Brunswick	747 101	378	121 (32)	193 (51)
Terre-Neuve-et-Labrador	519 716	309	108 (35)	154 (50)
Île-du-Prince-Édouard	142 907	67	18 (27)	29 (43)
Territoires du Nord-Ouest	41 786	48	11 (23)	13 (27)
Nunavut	35 944	2	0 (0)	0 (0)
Yukon	35 874	32	13 (41)	20 (63)

[a] Recensement de 2016

[b] D'après DMTI (2013). Couche : éducation (excluant les établissements d'éducation *des adultes* et les *services de soutien à l'éducation*)

TABLEAU 12: Nombre et pourcentage d'universités situées dans un rayon de 100 m et de 200 m d'une RCE, par province

Province/territoire	Population[a]	Nombre total – universités[b]	Nombre (et %) d'universités dans les zones tampons	
			100 m	200 m
Canada	**35 151 728**	**92**	**21 (23)**	**35 (38)**
Ontario	13 448 494	35	9 (26)	12 (34)
Québec	8 164 361	18	5 (28)	10 (56)
Colombie-Britannique	4 648 055	9	1 (11)	4 (44)
Alberta	4 067 175	3	0	0
Manitoba	1 278 365	6	0	2 (33)
Saskatchewan	1 098 352	7	1 (14)	1 (14)
Nouvelle-Écosse	923 598	4	1 (25)	1 (25)
Nouveau-Brunswick	747 101	8	3 (38)	3 (38)
Terre-Neuve-et-Labrador	519 716	2	1 (50)	2 (100)

[a] Recensement de 2016

[b] D'après DMTI (2013). Couche: éducation, type : universités

3.5. PROXIMITÉ DES ÉTABLISSEMENTS DE SOINS DE LONGUE DURÉE AUX ROUTES À CIRCULATION ÉLEVÉE AU CANADA

L'analyse de la proximité des établissements de soins de longue durée aux RCE au Canada s'est appuyée sur la couche soins de santé (*Health Care layer*) des données DMTI de 2013. Le tableau 13 présente les estimations nationales, provinciales et territoriales. En moyenne, 40 % des établissements de soins de longue durée sont situés dans un rayon de 100 m d'une RCE et 60 % dans un rayon de 200 m, ce qui est supérieur aux estimations pour les établissements d'enseignement. Les valeurs sont comparables pour la plupart des provinces, mais sont plus variables pour les territoires. La figure 3 montre la répartition géographique des établissements de soins de longue durée dans la région de la capitale nationale du Canada. La plupart sont situés en bordure de routes classées comme des axes majeurs (*Major Roads*).

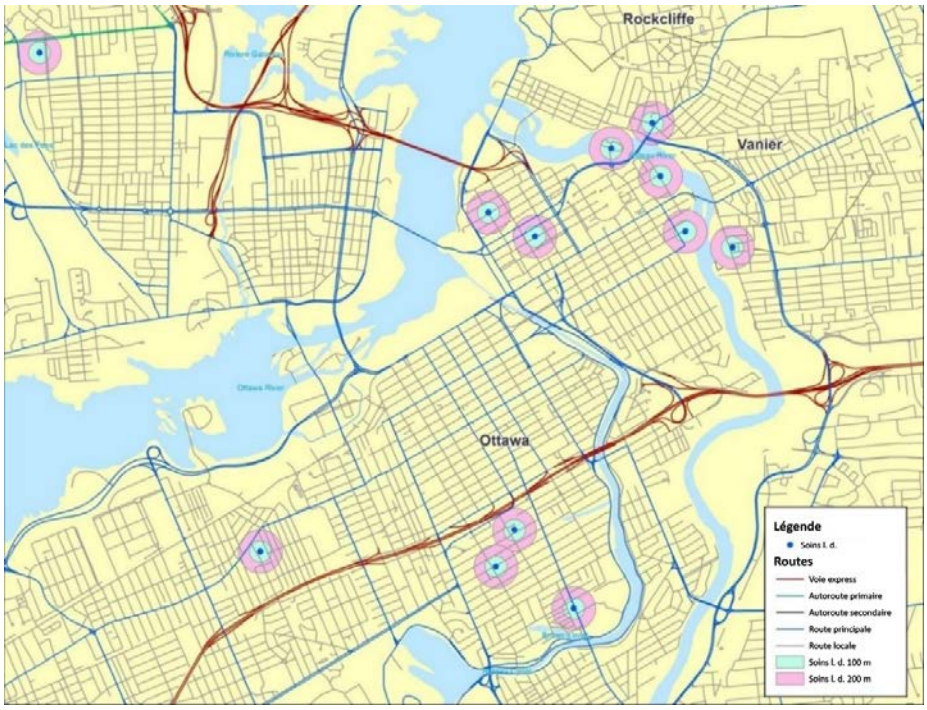
TABLEAU 13: Nombre et pourcentage d'établissements de soins de longue durée situés dans un rayon de 100 m et de 200 m d'une RCE, par province et territoire

Province/territoire	Population[a]	Total – établissements de soins de longue durée[b]	Nombre (et %) d'établissements de soins de longue durée dans les zones tampons	
			100 m	200 m
Canada	**35 151 728**	**2 136**	**865 (40)**	**1 279 (60)**
Ontario	13 448 494	689	284 (41)	409 (59)
Québec	8 164 361	390	168 (43)	238 (61)
Colombie-Britannique	4 648 055	238	96 (40)	150 (63)
Alberta	4 067 175	110	40 (36)	66 (60)
Manitoba	1 278 365	145	58 (40)	86 (59)
Saskatchewan	1 098 352	183	78 (43)	109 (60)
Nouvelle-Écosse	923 598	116	38 (33)	65 (56)
Nouveau-Brunswick	747 101	136	48 (35)	76 (56)
Terre-Neuve-et-Labrador	519 716	84	31 (37)	50 (60)
Île-du-Prince-Édouard	142 907	36	19 (53)	23 (64)
Territoires du Nord-Ouest	41 786	6	3 (50)	5 (83)
Nunavut	35 944	1	1 (100)	1 (100)
Yukon	35 874	2	1 (50)	1 (50)

[a] Recensement de 2016

[b] D'après DMTI (2013). Couche : soins de santé, établissements de soins de longue durée

FIGURE 3: RCE situées dans un rayon de 100 m et de 200 m d'établissements de soins de longue durée (Soins l. d.) dans la région de la capitale nationale du Canada.



Source : DMTI, couche : soins de santé, établissements de soins de longue durée

CHAPITRE 4: **DISCUSSION**

Cette section comprend un examen des résultats des analyses et une comparaison avec des études canadiennes pertinentes. Les limites des analyses sont examinées à la section 5.

4.1. PROXIMITÉ AUX ROUTES COMME SUBSTITUT POUR L'EXPOSITION À LA PACA

La proximité aux routes est utilisée comme substitut pour estimer l'exposition à la PACA et au bruit dans des études épidémiologiques, particulièrement quand les données sur la qualité de l'air ne sont pas suffisantes ou pour estimer des variations locales de l'exposition (p. ex. Hystad et coll., 2012). Les approches fondées sur la proximité utilisent des données géographiques et tiennent compte de la répartition spatiale des populations, des édifices et des réseaux routiers, qui est relativement stable dans le temps. Dans la présente analyse, les mesures de proximité fournissent une estimation générale de l'exposition à la PACA liée à la répartition de la population et à la forme urbaine et du réseau routier au Canada, pour des unités géographiques allants des îlots de diffusion aux provinces. Le recours aux distances tampons de 50 m à 1 km permet une fourchette d'estimations pour examiner les schémas de proximité au Canada. Déterminer si une zone tampon donnée surestime ou sous-estime l'exposition à la PACA et établir la variabilité géographique de la zone d'impact de la PACA partout au Canada était en dehors de la portée de la présente analyse.

Les estimations des Canadiens habitant près des RCE étaient fondées sur le Recensement de la population de 2016 et des jeux de données de 2013 et 2017 sur le réseau routier. Les résultats de l'analyse démontrent qu'une proportion considérable de Canadiens vivent ou fréquentent des établissements (p. ex. écoles et établissements de soins de longue durée) à proximité des RCE et, par conséquent, ils peuvent être exposés à des niveaux élevés de PACA. Selon les estimations avec les données du FRR, 2 % de population nationale habite dans un rayon de 50 m d'une RCE, 8 % dans un rayon de 100 m, 25 % dans un rayon de 250 m et 44 % dans un rayon de 500 m. Selon les estimations plus élevées obtenues avec les données de DMTI, 5 % de la population canadienne habite dans un rayon de 50 m d'une RCE, 16 % dans rayon de 100 m, 43 % dans un rayon de 250 m, et 68 % dans un rayon de 500 m. Les facteurs contribuant aux différences entre les données du FRR et de DMTI sont examinés à la section 4.2. Ainsi, environ 4 Canadiens sur 10 habitent à moins de 250 m d'une RCE, une zone qui est associée à un risque plus élevé d'exposition à la PACA. Les estimations provinciales et territoriales varient, certaines régions affichant des valeurs inférieures ou supérieures aux moyennes nationales. Des valeurs plus élevées sont estimées pour les provinces plus populeuses, dont la Colombie-Britannique, l'Ontario et le Québec. Les estimations de cette récente analyse sont plus élevées que les valeurs précédemment publiées (Brauer et coll., 2012; SOCAAR, 2011). Les résultats semblent indiquer que les différences découlent probablement de considérations et défis méthodologiques en lien avec les analyses des proximités, plutôt qu'à des tendances quant à l'aménagement routier et la répartition de la population.

Des analyses additionnelles montrent que 31 % et 48 %, respectivement, des écoles au Canada sont situées dans un rayon de 100 m et de 200 m d'une RCE. Les estimations provinciales sont comprises entre 27 % et 35 % (100 m) et entre 43 % et 54 % (200 m). Une analyse similaire pour les établissements de soins de longue durée montre que 40 % d'entre eux sont situés dans un rayon de 100 m d'une RCE (fourchette provinciale : 33 à 53 %) et 60 % dans un rayon de 200 m (fourchette provinciale : 56 à 64 %). Ainsi, une forte proportion d'établissements fréquentés par des groupes de population vulnérables, notamment les enfants et les personnes âgées au Canada, sont situés à moins de 200 m d'une RCE. Les résultats indiquent que les pratiques de développement et d'aménagement urbains peuvent créer des conditions où des populations, y compris des groupes vulnérables, risquent d'être exposées à des concentrations élevées de PACA. Les résultats de la présente analyse améliorent nos connaissances sur la proximité des populations aux RCE et peuvent éclairer l'élaboration de politiques ou de mesures visant à réduire l'exposition à la PACA, la présence d'autres agents stressants liés aux routes et les inégalités leur étant associées.

Cette analyse nationale actualise des études antérieures du Southern Ontario Centre for Atmospheric Aerosol Research (SOCAAR, 2011) et de Brauer et coll. (2012). Une analyse mise à jour et augmentée s'imposait puisque des données plus récentes étaient disponibles; la présente étude inclut aussi des analyses ciblant la variabilité entre les régions et les populations vulnérables au Canada, dont les enfants, les personnes âgées et les groupes au SSE plus faible. L'analyse s'appuie sur des données plus récentes, compare deux fichiers numériques du réseau routier et met en évidence des limites et des considérations méthodologiques non déclarées dans les études antérieures (voir la section 4.2). L'étude du SOCAAR, une collaboration entre Environnement et Changement climatique Canada, Statistique Canada et l'Université de Toronto, a évalué le nombre de Canadiens vivant près d'une RCE dans le cadre de la conception d'une stratégie de surveillance près des routes pour le Canada. Selon l'étude du SOCAAR, une RCE se définissait comme une route ayant un volume de trafic suffisant pour affecter considérablement la qualité de l'air environnant. Les RCE comprenaient les routes de dégagement, les routes express et les autoroutes (CCR 10 à 13 et 21) du système de classification routière du FRR de Statistique Canada (version non précisée). Les chercheurs ont ajouté des tronçons de route à circulation élevée à certains endroits en s'appuyant sur des sources de renseignements supplémentaires (p. ex. connaissances locales et données sur le réseau routier). Le nombre de personnes vivant dans un rayon de 50 m, 100 m, 250 m et 500 m d'une RCE au Canada a été estimé au moyen des données du Recensement de 2006. Les résultats sont présentés dans les tableaux A3 et A4 (annexe A), respectivement, par province et pour des grands centres urbains.

La présente étude et l'analyse du SOCAAR ont toutes les deux utilisé la classification des routes du FRR, les données du recensement et des distances tampons similaires. Les estimations provinciales du SOCAAR s'apparentent aux valeurs établies par notre analyse (tableau 3) pour la Colombie-Britannique, l'Ontario et l'Île-du-Prince-Édouard, mais elles sont nettement plus élevées pour les autres provinces en raison de l'inclusion de routes à haut débit de circulation dans les analyses du SOCAAR. Ceci est notable pour le Québec, la Nouvelle-Écosse et l'Alberta. Les divergences pour certaines provinces, dont le Manitoba, la Saskatchewan et le Nouveau-Brunswick, sont plus difficiles à interpréter. Les résultats par ville du SOCAAR, présentés dans le tableau 18, sont généralement comparables aux estimations établies par notre évaluation (tableau 4). Pour Montréal, cependant, les estimations issues de notre analyse sont 50 % plus basses en raison de l'ajout de certains segments routiers dans l'analyse du SOCAAR pour la région de Montréal

(SOCAAR, 2011). Les petites différences dans d'autres centres urbains peuvent dépendre de différents facteurs, notamment la modification du réseau routier (p. ex. nouvelles routes ou désignations des catégories de route) et de variables démographiques (p. ex. croissance et densification de la population, étalement urbain) au cours de la dernière décennie. Un comparatif détaillé des fichiers de classification routière et des données sur la population débordait du cadre du présent rapport.

Brauer et coll. (2012) ont estimé le pourcentage de la population vivant dans les zones d'exposition à la PACA à travers au Canada en utilisant les données du recensement de 2006 et le fichier du réseau routier de DMTI (version non précisée). Ils ont tenu compte des mêmes catégories de routes de DMTI que la présente analyse (c.-à-d. CCR 1 à 4) et défini la zone d'impact de la PACA comme la zone comprise dans un rayon de 500 m d'un côté ou l'autre d'une route express/autoroute ou de 100 m pour un axe majeur. Les estimations de la population de Brauer et coll. (2012), présentées dans le tableau A5 (annexe A), sont généralement comparables aux estimations à partir du réseau routier de DMTI de l'analyse actuelle (tableau 6). Compte tenu de la définition de la zone d'impact de la PACA retenue par Brauer et coll., il est impossible d'établir des comparaisons directes. Dans l'ensemble, les estimations provenant du SOCAAR (2011) et de Brauer et coll. (2012) concordent avec l'analyse actuelle et indiquent qu'un pourcentage important de la population canadienne habite à proximité immédiate des routes.

Puisque le réseau routier et la population du Canada sont demeurés relativement stables au cours de la dernière décennie, des similarités entre les analyses étaient à prévoir. Cependant, des résultats cohérents ne sont instructifs que si les incertitudes et les limites sont prises en compte. La présente étude, en utilisant différentes sources de données, a permis de faire des analyses de sensibilité autour de variables clés, dont la désignation des routes et la sélection des RCE. Elle a également défini des limites potentielles quant à l'utilisation de fichiers numériques du réseau routier.

En raison de sa composition variable et de l'absence d'un marqueur particulier, la PACA est difficile à mesurer. De nombreuses approches d'évaluation de l'exposition avec différents niveaux de complexité et besoins en matière de ressources ont été utilisées pour estimer un niveau représentatif d'exposition à la PACA. Elles comprennent des approches relativement simples, comme les mesures de proximité et l'interpolation (p. ex. pondération de distance inverse), et des méthodes plus complexes et spécifiques, comme les modèles de régression de l'utilisation des sols (ou modèle LUR) et des modèles de dispersion atmosphérique (Abernethy et coll., 2013; Hatzapoulou et coll., 2017; Hystad et coll., 2011; Marshall et coll., 2008 ; Weichenthal et coll., 2016). Ryan et coll. (2007), par exemple, ont comparé un modèle fondé sur la proximité à un modèle LUR pour évaluer l'exposition au trafic et la respiration sifflante chez les enfants en bas âge. Pour le modèle de proximité, Ryan et coll. (2007) ont défini la population exposée comme étant les enfants en bas âge vivant dans un rayon de 400 m d'une autoroute interétatique ou de 100 m d'une route étatique ayant une limite de vitesse d'au moins 50 milles à l'heure (mi/h). Ils ont également défini l'exposition au trafic discontinu pour les enfants en bas âge vivant à moins de 100 m d'une ligne d'autobus, à moins de 100 m d'une route étatique ayant une limite de vitesse d'au plus 50 mi/h ou les deux (puisque les émissions peuvent être différentes entre le trafic discontinu et le trafic à haute vitesse). Cette définition de l'exposition fondée sur une catégorie de proximité suppose que l'impact de la pollution atmosphérique est plus grand dans les zones tampons désignées que dans les zones plus éloignées. En revanche, le modèle LUR mis au point par Ryan et coll. (2007) pour estimer le carbone élémentaire provenant de la circulation montrait un gradient plus continu et hétérogène des niveaux

d'exposition à la PACA par rapport aux routes, même à l'intérieur des zones tampons désignées. Des mesures prises sur le terrain ont indiqué que les niveaux de polluants atmosphériques baissent rapidement en s'éloignant des routes; elles montrent notamment des variations marquées dans un rayon de 50 m à 100 m (p. ex. Zhu et coll., 2002, 2006). Puisque les estimations de l'exposition à la PACA fondées sur la proximité n'ont pas la même variabilité spatiale et temporelle que les données de surveillance, elles ne reflètent peut-être pas l'étendue des expositions potentielles à la PACA (Batterman et coll., 2014). Ryan et coll. (2007) ont conclu que la modélisation LUR peut éliminer en partie les problèmes de classification erronée de l'exposition associés aux modèles de proximité, en soulignant les limites de l'approche fondée sur la distance. Toutefois, les méthodes complexes, comme la modélisation LUR, ciblent généralement des polluants uniques et ne représentent pas le mélange constituant la PACA. Par ailleurs, ces méthodes exigent beaucoup de ressources (p. ex. collecte et analyse de données, longue période de développement), nécessitent une expertise particulière et ne sont pas facilement adaptables à tous les endroits. De plus, les autres méthodes d'estimation de l'exposition à la PACA comportent aussi des limites et incertitudes.

Même si les mesures de proximité ne représentent pas nécessairement la variabilité spatiale des niveaux de PACA aussi bien que les méthodes plus complexes, elles sont simples, précises et directement applicables dans une contexte de politique d'aménagement du territoire. Elles exigent également moins de ressources (p. ex. elles utilisent des données et des outils disponibles) et elles permettent de faire des analyses nationales (Brauer et coll., 2008; Henneman et coll., 2021). Par ailleurs, les intervenants locaux et régionaux, comme les municipalités, peuvent adapter cette approche à leur territoire pour évaluer les endroits qui sont à proximité des RCE ou d'autres sources préoccupantes de pollution atmosphérique. Le choix de la méthode dépend ultimement des objectifs et des conditions de l'étude.

Enfin, les méthodes fondées sur la proximité reflètent potentiellement l'impact général du trafic sur la santé de la population, au-delà de la seule pollution atmosphérique. La distance par rapport aux RCE montre généralement une bonne corrélation avec les niveaux de pollution atmosphérique liée au trafic et d'autres agents stressants pour la santé de la population, dont le bruit et le statut socioéconomique (SSE). L'exposition au bruit est liée à des effets sanitaires semblables aux effets signalés de la pollution atmosphérique et représente un facteur de confusion pour d'autres variables de proximité aux routes (p. ex. Tétreault et coll., 2013). Cela dit, pour les analyses de l'exposition potentielle à tous agents stressants liés au trafic (n'étant pas limités à la pollution atmosphérique), cette confusion est moins importante. Par exemple, une municipalité peut utiliser une analyse fondée sur la proximité pour évaluer les lieux à privilégier pour les infrastructures publiques, notamment les terrains de jeu ou les écoles, afin d'éviter les emplacements à plus haut risque sanitaire en raison de la circulation routière.

4.2. CLASSIFICATION ET AMÉNAGEMENT DES ROUTES

Deux systèmes de classification des routes ont été utilisés dans la présente analyse, à savoir celui du FRR et celui de DMTI. Les différences dans la classification des RCE (p. ex. la façon dont les routes sont classées comme étant des axes majeurs ou secondaires) entre les fichiers du réseau routier ont joué considérablement sur les estimations. Par exemple, l'estimation des populations à proximité d'une RCE pour Montréal allaient de 2 % selon le FRR à 27 % selon les données de DMTI pour un rayon de 100 m, et de 18 % à 91 % pour un rayon de 500 m (voir les tableaux 4 et 5). Des différences

d'une telle ampleur ne touchaient pas la totalité des provinces et des grands centres urbains, mais elles indiquent une source de biais potentiel dans l'interprétation des estimations pour une région précise, la comparaison des estimations entre régions ou la comparaison des résultats entre fichiers du réseau routier. Le FRR a donné lieu à des résultats irréguliers dans différentes provinces, notamment dans certains des plus grands centres urbains. Par exemple, les estimations de population pour la zone tampon de 250 m en Alberta et au Québec étaient 3 à 4 fois plus basses qu'en Colombie-Britannique et en Ontario, tandis que l'estimation pour la division de recensement de Montréal était 8 fois plus faible que pour celle de Toronto. Une meilleure comparabilité (c.-à-d. un même ordre de grandeur) est attendue entre les différentes régions. Par contre, les résultats pour la classification routière de DMTI étaient stables dans les différentes régions. Il est difficile, à partir de ces résultats, de déterminer si, et dans quelle mesure, les différences entre les estimations de la population à proximité des routes dans les provinces, DR ou autres unités géographiques sont imputables au système de classification routière, au réseau routier ou à la répartition géographique des populations. Pour évaluer objectivement les points forts et les limites de chaque fichier de réseau routier, il faut connaître le processus et les critères de catégorisation des deux systèmes de classification routière. Le rapprochement des systèmes de classification, l'amélioration des classifications actuelles et la résolution des différences entre les classifications routières sont des tâches imposantes qui nécessitent d'importantes ressources et des connaissances spécialisées dans différents domaines (p. ex. design urbain, génie, SIG). Ces activités débordaient du cadre de la présente étude. Malgré des limites évidentes, les systèmes de classification des routes comme le FRR et le fichier de DMTI demeurent la solution la plus pratique pour une analyse nationale, étant donné qu'il est difficile d'obtenir des données plus détaillées sur le réseau routier et le trafic pour tous les emplacements au Canada.

La classification des routes peut varier entre les municipalités selon la fonction ou de l'administration. La fonction dépend de l'usage qui est fait de la route, tandis que l'administration concerne la répartition des responsabilités de gestion de la route entre les différents paliers de gouvernement municipal, comme les arrondissements, les villes et les agglomérations. Les grandes municipalités peuvent également adopter des catégories plus détaillées (p. ex. artères principales et secondaires) qui ne correspondent pas nécessairement aux catégories plus générales et courantes (Ville de Toronto, 2013; MTQ 2015). Les fichiers nationaux de classification des routes risquent de ne pas représenter fidèlement les conditions du trafic local. Setton et coll. (2005) se sont penchés sur l'utilisation des systèmes de classification des routes comme substitut pour évaluer le débit routier à Vancouver, en Colombie-Britannique (C.-B.). Ils ont comparé des relevés de trafic observés et modélisés pour le district régional du Grand Vancouver avec les classifications du réseau routier de l'Atlas numérique des routes (ANR) de la C.-B. et de DMTI (version non précisée). L'ANR reposait sur deux systèmes différents comprenant cinq et huit niveaux, tandis que DMTI utilisait un système à six niveaux. L'analyse a montré que la classification à cinq niveaux de l'ANR différenciait mieux le débit routier que le système à huit niveaux ou que la classification de DMTI. Cependant, d'importantes variations entre les catégories indiquaient une piètre différenciation des débits routiers entre les catégories (Setton et coll., 2005). Cela était particulièrement évident pour les subdivisions de catégories de route, comme les artères secondaires et principales, et les routes collectrices secondaires et principales. Setton et coll. (2005) ont aussi évalué la variabilité au sein des catégories de route entre les régions fortement et faiblement peuplées pour déterminer si, par exemple, les classifications des routes étaient plus représentatives dans les zones urbaines. Ils n'ont trouvé aucune preuve définitive d'une tendance spatial. Les auteurs ont soulevé des préoccupations quant à

l'utilisation des catégories de route comme substitut pour estimer le niveau d'exposition à la PACA en raison du risque important d'erreur dans la caractérisation de l'exposition; selon eux, les données de relevés du trafic constituent de meilleurs substituts pour calculer l'exposition à la PACA. Toutefois, pour le présent rapport, des données complètes de relevés de trafic n'étaient pas disponibles pour l'ensemble du Canada en vue d'une analyse nationale. Des données totales de relevés de trafic par route, ainsi que par type de véhicule (p. ex. véhicules légers à essence, véhicules lourds au diesel), pourraient aider à recenser les RCE en fonction de l'utilisation des véhicules, plutôt qu'en fonction de l'aménagement des routes. Cette information supplémentaire permettrait d'améliorer les analyses de proximité, par exemple, en augmentant le contraste entre les points chauds de circulation réels et les zones près des routes désignées comme RCE qui ont un faible débit routier. Cette capacité améliorée pourrait aider à cibler les efforts d'atténuation vers les zones plus préoccupantes en matière d'exposition de la population à la PACA.

La proximité de la population aux routes peut dépendre de facteurs démographiques, comme la densité de population, et de facteurs liés à l'aménagement des routes. Par exemple, les estimations de la proximité de la population aux RCE étaient généralement plus faibles dans les zones urbaines dotées d'une route périphérique, comme Edmonton, Calgary et Winnipeg, que dans les zones qui n'en ont pas, comme Toronto, Ottawa et Montréal. Les réseaux routiers fondés sur un périphérique comprennent des artères ou des routes à plus faible débit rayonnant du centre urbain en direction de la route périphérique. Dans les zones sans périphérique, des routes à fort débit passent généralement au travers ou à proximité du noyau urbain, avec des routes de dégagement (ou artères) s'étendant dans différentes directions. On ne sait pas dans quelle mesure cette configuration routière joue sur les estimations du pourcentage de la population habitant près des RCE. Les analyses nécessaires pour répondre à cette question débordaient du cadre de la présente évaluation.

4.3. POPULATIONS VULNÉRABLES

Des études ont montré que l'exposition à la pollution atmosphérique au Canada peut varier entre les populations selon la race, le SSE ou la forme urbaine (c.-à-d. noyau urbain et banlieue, zone suburbaine, zone rurale) (Pinault et coll., 2016, 2017). Une partie de la population canadienne, y compris les enfants, les personnes âgées et les personnes au SSE plus faible, présente aussi un plus grand risque de subir des effets nocifs pour la santé suite à l'exposition à la PACA. Stieb et coll. (2019) ont estimé la proportion de Canadiens considérés comme étant plus vulnérables aux effets nocifs de la pollution (ozone et $PM_{2,5}$) au pays. Selon Stieb et coll., la vulnérabilité était définie comme la présence d'au moins un facteur de risque, notamment la prévalence de maladies chroniques, le jeune âge ou le vieil âge, la grossesse, un SSE inférieur (pas de diplôme d'études secondaires), des défenses naturelles affaiblies (déficience en vitamine C) et le travail à l'extérieur. Selon les résultats obtenus par Stieb et coll. (2019), 32 % de la population canadienne est plus vulnérable à la pollution quand on tient compte des facteurs de l'âge (moins de 10 ans et 75 ans et plus), de la maladie chronique et de la grossesse. En comparaison, 69 % de la population est vulnérable si l'on tient compte d'une fourchette d'âge plus étendue (moins de 20 ans et 65 ans et plus), du travail à l'extérieur, du SSE et des défenses affaiblies. Les auteurs de l'étude soulignent qu'une grande proportion de la population canadienne a au moins un facteur de risque qui augmente sa vulnérabilité à l'exposition à la pollution atmosphérique. Ils ont également constaté que les populations les plus vulnérables se trouvaient généralement en dehors des grands centres urbains et

que dans un grand nombre des régions sanitaires associées à une vulnérabilité supérieure (c.-à-d. présence de facteurs de risque et niveaux de pollution plus élevés), au moins 40 % de la population était rurale.

La présente analyse a utilisé des groupes d'âge et des quintiles de SSE pour examiner les populations ayant une vulnérabilité potentiellement accrue à la PACA. Les renseignements complémentaires qui en découlent aident à caractériser l'exposition à la pollution pour la population générale et les sous-populations vulnérables et améliorent l'information quant aux risques sanitaires à l'intention des collectivités, des autorités de santé et d'autres intervenants.

4.3.1. Groupes d'âge

Les données du recensement ont été combinées avec les fichiers de réseau routier afin d'évaluer la répartition spatiale des groupes de population à proximité des RCE au Canada; l'accent portait sur les résultats à l'échelle nationale. Les groupes d'âge représentaient un indicateur de vulnérabilité aux risques pour la santé, étant donné que les enfants et les adultes plus âgés sont généralement plus sensibles aux effets nocifs de la pollution (Batterman et coll., 2014; Finkelstein et coll., 2004; Rioux et coll., 2010; Woodward et Levine, 2016). Une analyse statistique (estimations des rapports des cotes ou RC) a été réalisée afin de déterminer si la présence de certains groupes d'âge était différente entre les populations vivant à proximité des RCE et les populations vivant plus loin. Pour l'analyse, les groupes d'âge ont été choisis en tant que résultat de la proximité aux routes, pour déterminer si le fait de vivre à proximité des routes peut être un indicateur de la répartition des groupes d'âge. Ce choix reposait sur les caractéristiques de la base de données. Aucune analyse similaire n'a été trouvée dans la littérature publiée au Canada ou aux États-Unis; des comparaisons directes se sont avérées impossibles.

Les résultats pour toutes les catégories de RCE combinées (tableaux 9 et 10) montrent qu'en général, les tranches d'âge plus jeunes de la population canadienne sont moins susceptibles d'habiter près des RCE que plus loin comparativement aux adultes de 20 à 59 ans, pour toutes les distances étudiées. Les aînés sont également moins susceptibles que les 20 à 59 ans de vivre dans un rayon de 50 m et de 100 m que plus loin, mais plus susceptibles à partir d'un rayon de 500 m et de 1 km. Dans l'ensemble, pour les adultes et les aînés au Canada, la chance de vivre à proximité d'une RCE par rapport à la chance de vivre plus loin est légèrement supérieure à celle des autres groupes d'âge, comme l'illustre la figure B1 à l'annexe B2.

4.3.2. Statut socioéconomique (SSE)

Les analyses du SSE étaient fondées sur l'Indice de défavorisation de l'INSPQ et ses composantes de défavorisation matérielle et sociale. Une analyse statistique a permis d'examiner si la présence de groupes de SSE précis était différente entre les populations vivant près des RCE et celles vivant plus loin. En général, les résultats montrent que la chance d'appartenir à un groupe socialement plus défavorisé (quintiles 4 et 5) est plus grande à proximité des RCE que plus loin comparativement à la population de référence (quintile 3). Les résultats pour les groupes plus privilégiés (quintiles 1 et 2) montrent que cette population est moins susceptible de vivre à proximité d'une RCE que plus loin comparativement à la population de référence. Par ailleurs, les résultats montrent une tendance

générale d'augmentation des estimations des RC avec des distances tampons plus grandes pour les groupes plus défavorisés (les RC estimés sont plus élevés à 1 000 m qu'à 50 m), tandis que la tendance inverse a été observée pour la population moins défavorisée (les RC estimés sont moins élevés à 1 000 m qu'à 50 m).

Selon plusieurs études nord-américaines, les individus ayant un faible SSE sont plus susceptibles de subir des niveaux de bruit et de PACA plus élevés dans leur communauté (Beckerman et coll., 2012; Gunier et coll., 2003; Kingsley et coll., 2014; Potvin et coll., 2019). Selon Pinault et coll. (2016a), les enfants vivant dans des aires de diffusion (AD) à revenu plus faible à Vancouver, Toronto et Montréal étaient exposés à des niveaux ambiants de NO_2 plus élevés que les enfants dans les DA à revenu supérieur. Pinault et coll. (2016b) ont également fait état de concentrations ambiantes de NO_2 plus élevées dans les AD définies par un SSE plus faible selon certains indicateurs de défavorisation (p. ex. proportion de personnes vivant seules, proportion de célibataires) à Montréal, Toronto et Vancouver (Pinault et coll., 2016b). Par contre, les mesures de défavorisation comme le chômage et la monoparentalité n'étaient pas associées à des expositions plus élevées de NO_2. Beckerman et coll. (2012) ont étudié le lien entre la prévalence de cardiopathie ischémique et l'exposition à la PACA (NO_2, $PM_{2,5}$ et ozone) dans une population de sujets vulnérables à Toronto. Pour tenir compte du SSE comme facteur de confusion potentiel pour l'exposition aux effets de la PACA, ces chercheurs ont créé un indice de défavorisation au moyen d'une analyse en composantes principales. Les valeurs supérieures de leur indice de défavorisation étaient positivement associées aux mesures de proximité de la route, ce qui permet de penser que les sujets ayant un SSE plus faible sont plus susceptibles de vivre près d'axes routiers principaux. Short et coll. (2018) ont rapportés des liens entre une défavorisation élevée et une qualité de vie plus faible en matière de santé dans la population adulte générale en Alberta.

L'Institut canadien d'information sur la santé (ICIS) a parrainé une étude dans le cadre de l'Initiative sur la santé de la population canadienne portant sur le lien entre la proximité aux RCE et le SSE dans cinq villes canadiennes : Vancouver, Edmonton, Toronto, Ottawa et Montréal. L'analyse a tenu compte de tronçons d'autoroutes très achalandés (contrairement à la présente étude qui comprend aussi des RCE qui ne sont pas des autoroutes) et du SSE pour des zones résidentielles situées dans un rayon de 200 m des tronçons d'autoroutes sélectionnés d'après l'Indice de défavorisation de l'INSPQ pour 2006 (ICIS, 2011). Dans l'ensemble, les résultats indiquent une prévalence plus élevée de populations au SSE plus faible dans un rayon de 200 m d'une autoroute que de populations au SSE plus élevé. Selon les tronçons d'autoroutes sélectionnés, entre 50 et 60 % de la zone située à moins de 200 m correspond au quintile le plus faible et au quintile moyen inférieur de SSE. Edmonton faisait exception, en raison du choix d'un tronçon de route traversant une zone suburbaine : 85 % de la zone située à moins de 200 m d'un segment d'autoroute particulier correspondait aux quintiles moyens et à plus élevé. Par contre, les tronçons de route dans les autres villes correspondaient aux zones centrales. Au Canada, en moyenne, les SSE sont plus élevés dans les zones suburbaines que dans les centres urbains. Crouse et coll. (2009) ont également montré que des concentrations élevées de NO_2 s'observent aussi bien dans les quartiers défavorisés sur le plan matériel que dans les quartiers plus aisés de Montréal, ce qui souligne l'importance de tenir compte des facteurs sociogéographiques dans l'interprétation des risques sociaux et environnementaux pour la santé de la population.

Les résultats de la présente étude concordent également avec les constats de Sider et coll. (2013), qui ont étudié des facteurs socioéconomiques en tant que déterminants des émissions de NO_X issues du trafic et de l'exposition à la pollution atmosphérique dans la ville de Montréal et les municipalités

avoisinantes. Ils ont tenu compte du niveau de revenu, de la possession d'une automobile et des relevés de trafic dans leur analyse. Les résultats indiquent que les groupes de population qui se déplacent quotidiennement vers le centre des affaires pour le travail ont un effet négatif sur la pollution de l'air dans les zones urbaines centrales. Les populations qui vivent en banlieue, qui ont généralement un revenu plus élevé (Shearmur et Motte, 2009), sont généralement à l'origine d'émissions de NO_X plus importantes durant leurs allers-retours quotidiens de la maison au travail, particulièrement dans les zones de forte pollution atmosphérique (Sider et coll., 2013). Les ménages à revenu moins élevé, en revanche, utilisent moins l'automobile pour se rendre dans le centre des affaires et leurs émissions de polluants atmosphériques sont plus faibles. Par ailleurs, comme ils n'ont peut-être pas la possibilité d'habiter en dehors des centres urbains, ils subissent des niveaux de pollution plus élevés. Sider et coll. (2013) ont conclu que la répartition spatiale des émissions du trafic à Montréal met en évidence des préoccupations du point de vue de la justice environnementale, car les individus les plus défavorisés dans les centres urbains sont potentiellement exposés à des niveaux disproportionnés de pollution de l'air émis par les populations de statut SSE plus élevé qui vivent en dehors du noyau urbain.

Les enquêtes publiques ont également démontré des liens entre la proximité aux RCE et le SSE. Matz et coll. (2014, 2018) ont analysé les résultats de l'Enquête sur les profils d'activité humaine au Canada 2 (EPAHC 2). Cette enquête, réalisée par Santé Canada, fournit de l'information sur le temps consacré aux activités quotidiennes, sur l'exposition potentielle aux contaminants environnementaux, sur les activités professionnelles et sur les caractéristiques du logement. Les estimations de l'exposition à la PACA chez les Canadiens en milieu urbain reposaient sur des estimations représentatives du temps consacré quotidiennement au transport et dans les microenvironnements influencés par le trafic (Matz et coll., 2018). Les estimations de l'exposition reposaient aussi sur la proximité autodéclarée du lieu de résidence à une circulation moyenne à élevée (c.-à-d. routes où le trafic est intense plusieurs heures par jour, comme un boulevard achalandé ou une autoroute). L'étude a démontré que 61 % de la population cible habitait à un pâté de maisons d'une route à débit modéré à fort et que cette proportion était plus grande chez les personnes à plus faible revenu (selon le seuil de faible revenu). Les résultats d'une autre enquête publique, l'Enquête nationale sur la santé de la population (ENSP), montrent que dans les différents quartiers urbains, les ménages au plus faible revenu étaient plus susceptibles que les ménages au revenu le plus élevé de déclarer des niveaux de bruit et de pollution élevés (ICIS, 2011). Même s'ils ne sont pas directement comparables, et nonobstant les limitations de l'enquête et des données autodéclarées (p. ex. perception subjective du trafic moyen à fort), les résultats de l'EPAHC 2 et de l'ENSP convergent avec la présente analyse qui montre que les populations au SSE plus faible habitent généralement plus près des RCE que les groupes au SSE plus élevé.

Parallèlement, Potvin et coll. (2019) ont examiné l'équité environnementale en rapport avec la distribution spatiale des écrans antibruit et des barrières d'atténuation du bruit à Montréal. Les auteurs ont utilisé des variables correspondant aux groupes vulnérables – les enfants (0 à 14 ans), les personnes âgées (65 ans et plus), les personnes à faible revenu et les minorités visibles. Les auteurs ont observé une surreprésentation des personnes à faible revenu et des minorités visibles dans les zones où le niveau de bruit est élevé et les écrans sonores sont moins nombreux par rapport à la population générale. En revanche, les enfants étaient surreprésentés dans les zones où le niveau de bruit est plus bas et les écrans sonores sont plus nombreux. Les résultats pour les personnes âgées étaient ambigus. Même si la corrélation entre les niveaux de bruit et la pollution atmosphérique n'est

pas directe, l'étude de Potvin et coll. (2019) souligne qu'il existe des différences dans la répartition de la population en lien avec les caractéristiques du réseau routier et du domaine bâti, et que des analyses s'appuyant sur l'information géographique, des cartes d'exposition et des données du recensement peuvent permettre de constater des écarts dans une ville canadienne.

4.3.3. Populations d'écoliers et d'étudiants

Les enfants sont plus vulnérables que la population générale aux risques sanitaires de la pollution atmosphérique (Landrigan et coll., 2019). La proximité des établissements d'enseignement aux RCE au Canada a été estimée comme une mesure de l'exposition potentielle à la PACA chez les écoliers et les étudiants universitaires. Dans l'ensemble, les estimations indiquent que près du tiers des écoles canadiennes sont situées dans un rayon de 100 m d'une RCE et que la moitié environ sont situées dans un rayon de 200 m. Plus précisément, les résultats montrent que 31 % (fourchette provinciale de 27 à 35 %) des écoles non destinées aux adultes sont situées dans un rayon de 100 m d'une RCE et que 48 % (fourchette provinciale de 43 à 54 %) sont situées dans un rayon de 200 m. Dans le cas des divisions de recensement (DR) comptant au moins 40 écoles, entre 30 et 60 % des écoles sont généralement situées dans un rayon de 200 m, mais cette proportion atteint 75 % dans certaines DR, comme Gloucester, au Nouveau-Brunswick, et Haldimand-Norfolk, en Ontario. Par ailleurs, 38 % des universités canadiennes sont situées dans un rayon de 200 m d'une RCE, les résultats allant de 0 % en Saskatchewan à 100 % à Terre-Neuve-et-Labrador. Le plus faible nombre d'universités par rapport aux écoles primaires et secondaires et les incohérences dans la couche SIG choisie pour l'analyse limitent l'interprétation des résultats. Néanmoins, l'analyse indique qu'en moyenne, les universités (fréquentées principalement par des étudiants adultes) sont situées plus loin des RCE que les écoles non destinées aux adultes.

De manière générale, les résultats nationaux sont comparables ou supérieurs aux estimations publiées dans des études antérieures. Amram et coll. (2011) ont examiné la proximité des écoles primaires aux RCE dans 10 grandes villes canadiennes de cinq provinces : Toronto, Hamilton, Mississauga et Ottawa (Ontario); Montréal et Québec (Québec); Edmonton et Calgary (Alberta); Winnipeg (Manitoba); Vancouver (C.-B.). Ils ont utilisé l'information sur le réseau routier provenant de DMTI et les mêmes RCE que la présente étude (c.-à-d. CCR 1 à 4), et les emplacements d'écoles provenant des bases de données provinciales. Pour leur étude, la zone à proximité correspondait à la zone située dans un rayon de 75 m d'une RCE (ou 200 m pour les analyses de sensibilité). Les auteurs ont constaté que 16 % des écoles étaient situées dans un rayon de 75 m d'une RCE (36 % dans un rayon de 200 m), atteignant 34 % à Montréal (58 % dans un rayon de 200 m). Ces constatations indiquent que l'exposition à la PACA chez les enfants qui fréquentent une école dans les grands centres urbains du Canada est potentiellement élevée.

Bertazzon et Shahid (2017) ont étudié les liens entre la pollution de l'air (c.-à-d. NO_2 et $PM_{2,5}$), la répartition de la population, l'emplacement de l'école, le service de transport en commun et l'infrastructure de transport actif dans différents quartiers de Calgary. Une concentration plus élevée d'écoliers en dehors du centre-ville coïncidait avec l'expansion des zones résidentielles. Les profils résidentiels des écoliers étaient également différents entre les élèves du primaire et du secondaire de premier cycle (5 à 14 ans) et les élèves du secondaire de deuxième cycle (15 à 18 ans); les étudiants plus vieux habitant plus près du centre-ville que les écoliers plus jeunes. Le développement continu de nouveaux quartiers résidentiels plus loin du centre de Calgary, offrant des milieux de vie

plus abordables pour les jeunes familles, explique en partie cette répartition. Par ailleurs, les variables de la dépendance à l'égard de l'automobile (insuffisance des infrastructures pour le vélo et la marche et des options de transport en commun) étaient plus élevées en banlieue. Dans l'ensemble, les constatations indiquent qu'à Calgary, les enfants se déplacent vers les milieux touchés par la PACA et se retrouvent à proximité immédiate de ces milieux pour fréquenter l'école.

La Ville de Toronto a estimé précédemment que 51 % des garderies, 43 % des écoles et 62 % des établissements pour personnes âgées sont situés dans un rayon de 500 m d'une RCE (principalement des autoroutes et des routes de dégagement ou artères) (Ville de Toronto, 2017). Les estimations relatives aux établissements situés à 100 m d'une route de dégagement achalandée s'élevaient à 36 % pour les garderies, à 29 % pour les écoles et à 47 % pour les établissements pour aînés.

Les résultats de l'EPAHC 2 montrent que dans cinq villes (Vancouver, Edmonton, Toronto, Montréal et Halifax), 56 % des répondants âgés de 18 ans ou moins ont déclaré qu'ils fréquentaient une école ou un service de garde situé à un pâté de maisons d'une route à fort ou moyen débit (Matz et coll., 2018). Les probabilités étaient beaucoup plus grandes à Toronto qu'à Montréal.

Il est largement reconnu que les niveaux de PACA baissent rapidement en fonction de l'éloignement des routes et que l'implantation d'écoles à une plus grande distance des routes peut réduire l'exposition des étudiants à la PACA et les risques pour la santé (Aram et coll., 2011). Certaines administrations au Canada (p. ex. la Colombie-Britannique et la municipalité régionale de Halton, en Ontario) et aux États-Unis (p. ex. la Californie)[13] ont adopté des politiques et des lignes directrices afin de limiter la planification d'écoles à moins de 150 m (500 pieds) de routes à fort ou moyen débit (p. ex. BC MOE, 2014; Brauer et coll., 2012; HRHD, 2009; US EPA, 2015). L'information sur l'année de construction des écoles n'était pas disponible pour la présente analyse et il est incertain si l'information ou les politiques récentes relatives à la santé et à la pollution atmosphérique ont eu une incidence sur les pratiques de sélection des sites pour les établissements scolaires au Canada. Des études régionales futures pourraient examiner l'utilisation de données plus détaillées pour analyser les tendances dans l'emplacement des écoles près des RCE. À la lumière des connaissances actuelles sur les risques sanitaires liés à la PACA, il est recommandé que les nouvelles écoles soient planifiées à bonne distance des RCE (et vice-versa) ou que les enceintes scolaires soient conçues de façon à limiter autant que possible l'exposition des enfants à la PACA. Construire des écoles près des RCE pourrait exposer les populations plus jeunes à des concentrations plus élevées de polluants atmosphériques. D'autant plus, toute augmentation de la distance par rapport aux RCE peut réduire les risques associés à l'exposition à la PACA. Des analyses de proximité pourraient éclairer les décisions des intervenants locaux et régionaux quant à la planification des établissements destinés aux populations plus vulnérables et constituer un outil de sélection initial pour éviter les milieux où la PACA est plus grande.

4.3.4. Population âgée

Les adultes plus âgés, particulièrement ceux qui ne sont pas en bonne santé ou qui ont des conditions préexistantes, sont plus sensibles aux effets nocifs de la pollution de l'air sur la santé (Goldberg et coll., 2001). Pour estimer la proximité des populations âgées aux RCE (comme substitut

[13] *Senate Bill No. 352 Schoolsites: sources of pollution* (Projet de loi no 352 du Sénat – Site des écoles : sources de pollution). Disponible en ligne : http://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=200320040SB352.

pour calculer l'exposition à la PACA), notre étude a utilisé le groupe des personnes âgées de 60 ans et plus (voir la section 4.3.1) et l'emplacement des établissements de soins de longue durée. Les établissements de soins de longue durée reflètent les conditions de vie quotidienne moyennes, comparables à celles dans une résidence privée. Les résultats indiquent qu'en moyenne, au Canada, 40 % des établissements de soins de longue durée sont situés dans un rayon de 100 m d'une RCE et 60 % dans un rayon de 200 m. Les estimations plus élevées pour les établissements de soins de longue durée que pour les établissements d'enseignement s'expliquent peut-être par le plus petit nombre d'établissements de soins de longue durée par rapport aux écoles. Les résultats indiquent une concentration d'établissements de soins de longue durée dans les centres de population, où les établissements et services médicaux et les professionnels de la santé sont plus facilement accessibles. Cependant, la définition des facteurs qui jouent sur la proximité des établissements de soins de longue durée aux RCE n'entrait pas dans le cadre de la présente analyse.

Des recherches bibliographiques n'ont pas permis de trouver d'études sur la proximité aux RCE et l'exposition à la PACA pour les personnes âgées au Canada. Dans une étude américaine, Woodward et Levine (2016) ont utilisé les données géographiques sur le réseau routier et des relevés de trafic pour quantifier le nombre d'établissements pour aînés (c.-à-d. maisons de soins infirmiers, résidences-services et centres de soins de jour pour adultes) dans le comté de Los Angeles qui étaient potentiellement exposés à des niveaux élevés de PACA. En utilisant des bases de données publiquement accessibles, les auteurs ont estimé les distances entre les intersections routières et les établissements de soins pour aînés. Ainsi, 6 % des 858 établissements de soins pour aînés étudiés (représentant 6 000 personnes âgées) étaient situés dans un rayon de 150 m (500 pieds) d'un moins un axe majeur emprunté par plus de 100 000 véhicules par jour. Les auteurs soulignent que les politiques et les lignes directrices élaborées dans plusieurs États recommandent une distance d'au moins 150 m entre les écoles et les RCE – la distance minimale pour réduire considérablement les niveaux de PACA. En harmonie avec ces lignes directrices, les auteurs ont affirmé qu'il fallait adopter une loi exigeant le même retrait pour les nouveaux établissements de soins pour aînés afin de réduire les risques pour la santé de l'exposition à la PACA (Woodward et Levine, 2016). Il y a cependant un bémol : dans les zones urbaines à forte densité, les sites possibles pour la construction d'établissements à plus de 150 m d'une RCE peuvent être limités ou ne pas donner lieu aux avantages prévus en raison d'autres sources locales de pollution. La préparation d'une liste complète et d'une évaluation des options d'atténuation en ce qui concerne les établissements de soins de longue durée n'entrait pas dans le cadre du présent rapport.

La présente analyse a utilisé les établissements identifiés comme des établissements de soins de longue durée dans la base de données de DMTI et a exclu les résidences pour personnes âgées, les logements avec assistance, les établissements de soins pour personnes âgées infirmes et les maisons de retraite. Il est donc probable que l'analyse sous-estime le nombre d'établissements offrant différents services de soutien à la population âgée. Par ailleurs, le nombre de personnes dans chaque établissement n'était pas disponible. L'analyse de données géographiques supplémentaires, incluant un plus grand nombre de types d'établissement et le taux d'occupation des établissements pour aînés, améliorerait nos connaissances de l'exposition à la PACA de ce groupe potentiellement vulnérable et servirait de base à l'élaboration de mesures ou politiques pour réduire l'exposition à la PACA et les inégalités connexes.

CHAPITRE 5: **LIMITES**

Cette section aborde plusieurs grandes catégories de limites, y compris les systèmes de classification des routes, les zones touchées par la PACA, la proximité comme substitut pour établir l'exposition à la PACA, les données géographiques et les analyses statistiques des groupes de population vulnérables. Elle fournit de l'information pour interpréter les analyses de la proximité aux routes et pour comprendre les limites de la méthode, des jeux de données et des hypothèses.

5.1. SYSTÈME DE CLASSIFICATION DES ROUTES

Dans la présente analyse, la sélection des RCE découlait des catégories définies dans les données de SIG de systèmes de classification routière du FRR de 2017 et du fichier DMTI de 2013. Les fichiers sources originaux n'ont pas été modifiés. Les fichiers du réseau routier utilisent des méthodes de classification des routes comparables, mais le nombre de catégories, ainsi que la définition et les critères pour chaque catégorie, diffèrent. En conséquence, la classification d'une route donnée peut varier. De plus, les chercheurs peuvent interpréter différemment les RCE (p. ex. seulement les autoroutes et les routes express). Ultimement, la sélection des RCE dépend du fichier de réseau routier et des objectifs de l'étude.

La disponibilité des données constitue généralement un facteur limitant pour bien définir et choisir des RCE dans les analyses de l'exposition à la PACA fondées sur la proximité. Par exemple, les critères énumérés par les chercheurs de l'étude du SOCAAR (2011) pour définir les RCE comprenaient : débit supérieur à 10 000 véhicules par jour; deux voies continues sur plusieurs kilomètres; limite de vitesse supérieure à 50 km/h; principales intersections contrôlées par des feux de circulation; peu de restrictions visant les véhicules lourds; absence de mesures d'apaisement de la circulation (p. ex. dos d'âne, circulation à sens unique). Cependant, en raison d'une absence de données, le choix de routes dans cette étude s'est fondé sur la classification du FRR (semblable à celle utilisée dans notre analyse), avec des modifications pour certains centres urbains. Même s'il existe différentes sources de données sur le trafic (p. ex. organismes municipaux ou provinciaux) pour ldes tronçons routiers à travers le Canada, la compilation et l'organisation des différents jeux de données afin d'obtenir des estimations nationales cohérentes constituent des défis de taille.

Une autre limite est l'interprétation des catégories de routes par les différentes administrations. Les municipalités et d'autres administrations classent les routes selon l'usage prévu, en fonction des services fournis par les routes. Bien qu'il existe des lignes directrices sur la classification du réseau routier urbain, elles ne correspondent pas nécessairement aux besoins et aux descriptions de l'ensemble des autorités routières. Les autorités peuvent modifier et préciser ces classifications selon les conditions et les opérations routières régionales (Ville de Toronto, 2013), de sorte qu'une catégorie de route donnée dans un endroit peut avoir une désignation différente (c.-à-d. nom de catégorie) ailleurs. Certains critères relatifs aux catégories de route peuvent également se chevaucher, notamment dans le cas des artères et des routes collectrices (Winnipeg, 2011). Par exemple, les catégories de route peuvent avoir des débits (et possiblement des émissions de

polluants atmosphériques) similaires, mais afficher des différences au chapitre des restrictions de stationnement et du type de services fournis. De plus, les routes plus petites que les artères (p. ex. routes collectrices, voies secondaires) peuvent être empruntées par un nombre suffisant de véhicules pour affecter les niveaux de pollution de l'air ambiant à proximité des routes. Les désignations des RCE peuvent aussi être différentes dans les zones urbaines et non urbaines. Les chercheurs qui utilisent les fichiers de réseau routier doivent tenir compte des différences régionales dans leur choix des catégories de routes.

On a constaté que seulement un petit nombre de tronçons de route au Canada correspondaient à la définition de route secondaire, et que cette catégorie de route était souvent absente des grands centres urbains. En général, ces routes sont situées dans des régions rurales ou non urbaines; elles desservent des quartiers à faible densité de population, des zones agricoles et des installations industrielles et peuvent avoir des volumes de circulation relativement faibles (p. ex. ministère des Transports de l'Ontario, 2020; Stantec, 2007). En raison du faible nombre de routes secondaires au Canada, l'effet de cette catégorie sur les estimations des populations vivant près des RCE était probablement limité et soumis à de plus grandes incertitudes. Les rapports de cotes (RC) estimés pour les populations vivant près des routes secondaires ne sont peut-être pas révélateurs ou pertinents compte tenu du nombre limité de tronçons pris en considération. Le classement des routes secondaires en tant que RCE au Canada, selon la définition fournie dans les fichiers du réseau routier de DMTI et du FRR, nécessite des considérations supplémentaires.

Les routes qui relient des zones à forte densité de population ne sont pas toujours désignées comme des RCE dans les systèmes de classification standard, même si les relevés de trafic sont élevés dans ces secteurs. Des analyses pourraient se pencher sur les paramètres de densité de population ou de logement pour compléter les classifications routières. De plus, l'obtention de meilleures données ou connaissances sur les conditions de la circulation auprès des administrations locales et régionales pourrait possiblement améliorer l'interprétation de la classification routière et la sélection des RCE, et atténuer certaines des limites inhérentes aux analyses nationales.

Enfin, des divergences peuvent aussi s'accumuler au fil du temps lorsque les fichiers de données sont mis à jour et modifiés. Les versions utilisées dans la présente analyse étaient relativement récentes, mais elles excluent néanmoins les modifications et les ajouts récents au réseau routier du Canada.

5.2. DÉFINITION DE LA ZONE SOUS L'INFLUENCE DE LA PACA

Dans la présente étude, les estimations de la proximité des populations aux RCE étaient fondées sur des distances linéaires horizontales allant de 50 m à 1 km. La zone d'impact de la PACA est variable sur le plan spatial et temporel et elle dépend des caractéristiques physiques et chimiques des polluants atmosphériques, des conditions ambiantes et des facteurs humains et d'aménagement urbain (p. ex. édifices, configuration des routes, limites de vitesse et volumes de circulation).
En général, les études scientifiques indiquent que les niveaux de polluants atmosphériques reviennent à des niveaux ambiants de référence à une distance de 500 m des axes majeurs (p. ex. Brauer et coll., 2013; Liu et coll., 2019; Woodward et coll., 2016; Zhu et coll., 2002).
Les conditions environnementales, notamment la direction du vent, influencent la dispersion de la pollution loin des routes. Bien que les niveaux de polluants atmosphériques puissent diminuer à une distance de 100 à 200 m au vent (en amont) d'une route à fort débit, les concentrations sous le vent

(en aval) peuvent demeurer élevées sur de plus grandes distances. L'influence des émissions produites par le trafic peut s'étendre à plus de 500 m en aval d'une route sous des conditions nocturnes stables (p. ex. vents moins forts, moins de mélange par turbulence, inversions nocturnes), comparativement à des panaches diurnes d'environ 300 m causés par l'accroissement du mélange vertical (Hu et coll., 2009; Zhu et coll., 2002, 2006).

Les caractéristiques du trafic, les émissions produites par les véhicules et les niveaux ambiants de PACA varient sur une base quotidienne, hebdomadaire et saisonnière sur les routes et à proximité de celles-ci. Wang et coll. (2018) ont analysé des données de surveillance recueillies près d'une grande artère au centre-ville de Toronto. Ils ont remarqué que les émissions de polluants (estimés à partir de facteurs d'émissions) et les concentrations ambiantes à une station de surveillance à proximité d'une route variaient tout au long de la journée selon le type de véhicule (léger ou lourd), le nombre de véhicules et la direction du vent. Les variations saisonnières de la composition du carburant et de la température avaient également une incidence sur les émissions des polluants atmosphériques. Donc, les niveaux d'exposition à la pollution de l'air chez les populations habitant près des routes varient tout au long de la journée et d'une saison à l'autre. Si les indices de l'exposition à la PACA fondés sur la proximité aux routes ne tiennent pas compte de la variabilité des niveaux de pollution, une caractérisation inexacte de l'exposition est possible.

Les canyons urbains influent sur la dispersion des émissions produites par la circulation et les gradients dans les concentrations ambiantes et les niveaux d'exposition. Pour les zones ayant des immeubles résidentiels elevés, la zone touchée par la PACA varie en fonction de la distance verticale et horizontale par rapport aux routes. En conséquence, les gradients verticaux peuvent être aussi pertinents que la proximité horizontale aux routes (au niveau de la rue) pour mesurer l'exposition des populations à la PACA (Jung et coll., 2011; Li et coll., 2005; Tao et coll., 2007; Wu et coll., 2002). Par ailleurs, Rohde et Aamodt (2016) ont noté que le statut socioéconomique peut varier selon l'étage, en augmentant ou diminuant selon la hauteur, ce qui a des répercussions potentielles pour les groupes vulnérables. Le fait de ne pas prendre en compte toutes les variables peut entraîner une sous-estimation ou une surestimation de l'exposition à la PACA près des routes. La présente analyse n'a pas tenu compte des distances verticales.

5.3. PROXIMITÉ COMME SUBSTITUT POUR L'EXPOSITION À LA PACA

Une limite importante des méthodes fondées sur la proximité est qu'elles supposent que l'exposition à la PACA dépend directement de la distance linéaire entre un lieu donné et une RCE. Elles considèrent aussi que tous les individus se trouvant à une distance précise des routes subissent les mêmes concentrations ambiantes de polluants liés à la circulation. Les analyses utilisent régulièrement les adresses résidentielles (généralement pour des régions définies selon le code postal) pour estimer l'exposition à la pollution atmosphérique en l'absence de données détaillées sur les périodes d'activités. Les études épidémiologiques utilisent une approche semblable pour estimer l'exposition des populations (p. ex. Yuchi et coll., 2020). Ce postulat repose sur les observations indiquant que les Canadiens passent plus de 90 % de la journée à l'intérieur. Les lieux de résidence sont également pertinents dans le cas des groupes vulnérables, comme les enfants qui ne fréquentent pas l'école ou la garderie et les personnes âgées, qui passent la majorité de la journée à

leur adresse de résidence. Toutefois, la plupart des personnes se rendent à différents endroits pendant la journée et passent du temps à l'intérieur à ces autres endroits (p. ex. garderie, école, lieu de travail).

Le lieu de travail ou l'école peut se trouver à un endroit où les conditions de pollution sont différentes de celles au lieu de résidence (p. ex. code postal différent) ou être situé à une distance différente d'une RCE. La variabilité des déplacements, comme la durée, les distances et les comportements (p. ex. trajets effectués plus tôt le matin) peut aussi jouer sur les conditions de déplacements quotidiens parmi les groupes de population et, par conséquent, déterminer les conditions d'exposition à la PACA (Yaropud et coll., 2019). Estimer l'exposition à la PACA de la population en se fondant uniquement sur le lieu de résidence et la distance par rapport aux RCE ne tient pas compte des déplacements quotidiens ou suppose que les individus passent la majeure partie de la journée dans des milieux pareillement influencés par la PACA. Cette supposition peut mener à une surestimation ou une sous-estimation de l'exposition à la PACA.

5.4. ÉCHELLE ET DONNÉES GÉOGRAPHIQUES

Les analyses de proximité réalisées dans le cadre de la présente étude utilisaient des points représentatifs (centroïdes) d'aires de diffusion (AD). Il s'agissait d'une approche valide et nécessaire en raison de la nature et de la taille du jeu de données. Les AD ont généralement un nombre d'habitants régulier (400 à 700 personnes) et ont une forme géographique le plus compact possible. Cependant, dans les zones rurales ou peu densément peuplées, ces entités peuvent être plus grandes. Si on utilise des zones tampons de rayon précis (p. ex. 50 m ou 200 m) pour identifier la population exposée à la PACA, il y a un risque de mal caractériser l'exposition dans les zones où les AD recouvrent en partie les zones tampons des routes. Par ailleurs, la variation des niveaux de pollution atmosphérique est probable dans les AD, et l'exposition des groupes ne serait pas aussi uniforme qu'on le suppose dans la présente analyse. Il est possible que l'exposition à la PACA soit surestimée et sous-estimée.

De même, l'analyse par SSE s'appuie sur une approche écologique – l'unité d'analyse était composée de groupes de population plutôt que d'individus – et suppose que toute la population d'une AD a le même SSE. Cela peut introduire un sophisme écologique, dans lequel des zones de population géographiques plus grandes deviennent plus homogènes sur le plan socioéconomique, ce qui peut masquer des inégalités sous-jacentes et mal représenter l'exposition réelle des groupes de SSE vulnérables à la PACA. Le lien entre la distance par rapport aux RCE et le SSE, ainsi que les groupes d'âge, peut être différent à l'échelle individuelle qu'à l'échelle écologique. L'échelle nationale des analyses empêchait toute analyse au niveau individuel.

La précision de localisation (la validation des emplacements et des représentations géographiques) des établissements d'enseignement et des établissements de soins de longue durée représentait aussi une limite potentielle. L'étude d'Amram et coll. (2011) fournit un exemple. À l'aide des données des bâtiments scolaires les plus près des RCE, les auteurs ont comparé les distances estimées provenant des données de DMTI aux valeurs obtenues avec le service de cartographie Web Google Map (qu'ils ont considéré comme la méthode de référence). La différence médiane absolue des estimations de la proximité aux RCE entre les lieux géocodés de DMTI et les coordonnées de Google Map était de 26 m (fourchette de 0 à 244 m). Les résultats étaient cohérents pour 79 % des écoles

recensées dans un rayon de 75 m d'une RCE, et cette proportion augmentait à 97 % pour un rayon de 200 m. La grande empreinte des établissements scolaires (p. ex. bâtiments et cours de récréation) a influencé les erreurs et les incertitudes de localisation. Par exemple, les erreurs peuvent représenter une proportion considérable des distances tampons utilisées pour les paramètres de proximité, ce qui peut donner lieu à une erreur de caractérisation de l'exposition à la PACA (Batterman et coll., 2014). D'autres erreurs de caractérisation de l'exposition sont possibles si les coordonnées géographiques servant à mesurer la distance par rapport aux routes correspondent à une section de la propriété qui n'est pas fréquentée par les enfants, comme une aire de stationnement. Une étude de cas réalisée antérieurement dans le comté d'Orange, en Floride, a examiné l'exposition des écoliers à la PACA en utilisant des techniques SIG fondées sur la proximité et fait état d'une erreur et d'un biais substantiels pour les distances de moins de 500 m (Zandbergen et Green, 2007). Les auteurs ont noté le manque de précision de localisation (c.-à-d. écart entre l'emplacement géocodé et l'emplacement réel) et l'absence de répétabilité (c.-à-d. différence entre les techniques de géocodage) associée au géocodage de l'emplacement des écoles. Selon l'analyse, certaines techniques de géocodage peuvent être inadéquates pour les analyses à petite échelle de l'emplacement des écoles. La précision varie d'un objet à un autre, notamment pour les routes, les écoles et les établissements de soins de longue durée. Ces limites soulignent la nécessité de choisir avec soins les outils SIG et de valider les jeux de données. L'échelle nationale de la présente analyse a empêché la validation systématique des données géographiques du FRR et de DMTI. Une telle procédure est exigeante, mais réaliste pour une analyse à échelle locale ou régionale (Amram et coll., 2011; Zandbergen et Green, 2007). Par ailleurs, il existe peut-être des jeux de données régionaux contenant des informations plus détaillées et précises. Nonobstant le risque d'erreurs dans la localisation et la description, les jeux de données de DMTI et du FRR sont des ensembles de données géographiques complets, nationaux et largement utilisés au Canada.

5.5. INDICE DE DÉFAVORISATION ET MODÉLISATION STATISTIQUE PAR SSE ET GROUPE D'ÂGE

Des analyses du SSE ont été réalisées au moyen de l'Indice de défavorisation qui tient compte de six variables sociales et matérielles. On pourrait utiliser des variables supplémentaires pour obtenir une représentation plus précise des conditions socioéconomiques, comme l'origine ethnique, le statut d'Autochtone, la langue, la propriété d'un véhicule et la propriété ou la location d'une résidence. Chan et coll. (2015) ont comparé l'Indice de défavorisation à des indices mis au point avec plus de variables. Ils ont constaté que même si l'intégration de variables supplémentaires donnait lieu à des améliorations, l'Indice de défavorisation était efficient. Il y a d'autres indices de défavorisation au Canada, notamment l'Indice canadien de défavorisation multiple (ICMD) 2016, une version actualisée de l'Indice de marginalisation canadien (CAN-Marg) 2006[14]. Les dimensions de défavorisation comprises dans l'ICMD sont l'instabilité résidentielle, la dépendance économique, la composition ethnoculturelle et la vulnérabilité situationnelle. Des analyses canadiennes futures pourraient comparer les résultats de l'ICMD à ceux de l'Indice de défavorisation.

[14] Indice canadien de défavorisation multiple, Statistique Canada; https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/45-20-0001/452000012019002-fra.htm (publié en juin 2019).

De plus, les variables du SSE prises en compte par l'Indice de défavorisation et d'autres indices du statut socioéconomique peuvent évoluer avec le temps et nécessiter de nouvelles analyses. Par exemple, les données du Recensement du Canada de 2016 et du cycle sur la famille de l'Enquête sociale générale de 2017 montrent une hausse du nombre de personnes vivant seules ainsi que des changements importants quant aux caractéristiques socioéconomiques et du logement des Canadiens vivant seuls au cours des dernières décennies (Tang et coll., 2019). De même, les événements aux répercussions mondiales, comme la pandémie de maladie à coronavirus (COVID-19) de 2019, peuvent aussi jouer sur les tendances sociales et comportementales de la société canadienne (p. ex. vivre seul et en isolement) et faire ressortir d'autres déterminants de la santé de la population (Statistique Canada, 2020).

Enfin, la présente analyse a tenu compte de plusieurs types de modèles statistiques, y compris les modèles de régression logistique (logit) binomiale et multinomiale. Pour la majorité des variations du modèle multinomial (c.-à-d. modèles pour différents types de routes et seuils de distance), il n'a pas été techniquement possible d'adapter ce modèle, car la mémoire d'ordinateur n'était pas suffisante pour traiter l'énorme jeu de données. En conséquence, les variables réponses ou dépendantes (c.-à-d. cinq groupes d'âge ou cinq groupes de SSE), qui comptaient à l'origine cinq catégories, ont été converties en variables à deux catégories, et des modèles de logistique binomiale ont été utilisés pour estimer la probabilité d'appartenir à une certaine catégorie de résultat (c.-à-d. un groupe de population) par rapport à la catégorie de référence (c.-à-d. la population de référence). Cela a permis de tester l'effet de la distance sur chaque groupe de population, mais pas les effets combinés sur tous les groupes de population. Par conséquent, les résultats représentent l'effet de la distance sur des groupes en particulier. Des recherches futures pourraient modifier l'analyse statistique afin d'obtenir de l'information supplémentaire ou complémentaire, comme la correction de Bonferroni pour tenir compte de l'effet de la distance sur toutes les catégories de résultat.

CHAPITRE 6: **CONCLUSIONS, CONSÉQUENCES ET PROCHAINES ÉTAPES**

La plupart des Canadiens sont exposés à la PACA sur une base quotidienne. En raison de sa composition variable et de l'absence d'un marqueur particulier, la PACA est difficile à mesurer. Conscients de l'influence de la PACA sur les niveaux de polluants ambiants près des routes au Canada, des chercheurs ont utilisé la proximité aux routes comme substitut de l'exposition à la PACA. Cette approche suppose que les populations près des routes achalandées sont exposées à des concentrations de polluants atmosphériques plus élevées. L'utilisation de la proximité aux routes est une méthode relativement rudimentaire pour estimer l'exposition à la PACA; elle n'est pas aussi précise et scientifiquement fiable que d'autres méthodes d'évaluation de l'exposition. Cependant, elle permet de faire une analyse nationale à partir d'une série cohérente de données et d'outils (Henneman et coll., 2021). De plus, les méthodes fondées sur la proximité sont simples et elles n'exigent pas de vastes ressources et connaissances spécialisées. Elles constituent une solution pratique permettant aux intervenants locaux et régionaux de tenir compte de l'exposition potentielle à la PACA sur leurs territoires.

La présente analyse a estimé la taille des populations résidant à proximité des routes à circulation élevée (RCE) ainsi que la proportion des établissements fréquentés par des populations vulnérables qui sont situés près d'une RCE. Les résultats étaient disponibles pour plusieurs niveaux géographiques, y compris le pays (échelle nationale), les provinces et les territoires, les divisions de recensement, les subdivisions de recensement et les régions métropolitaines de recensement ou agglomérations de recensement. Les analyses ont également déterminé si des groupes d'âge et de SSE précis sont susceptibles de résider à proximité des RCE, avec des estimations à l'échelle nationale. Par ailleurs, le rapport actualise des analyses antérieures de la proximité des Canadiens aux routes (Brauer et coll., 2013; SOCAAR, 2011). Les agents stressants liés au trafic autre que la pollution de l'air, comme le bruit, dépassaient la portée de la présente analyse.

Dans l'ensemble, et selon les données utilisées, les constatations montrent que jusqu'à 5 % de la population canadienne vit dans un rayon de 50 m d'une RCE, 16 % dans un rayon de 100 m, 43 % dans un rayon de 250 m et 68 % dans un rayon de 500 m. Ainsi, environ 4 Canadiens sur 10 vivent dans un rayon de 250 m, une zone qui est liée à un risque plus élevé d'exposition à la PACA. Des valeurs provinciales plus élevées ont été constatées pour la Colombie-Britannique, l'Ontario et le Québec, des provinces plus populeuses. Des différences entre les réseaux routiers du FRR et de DMTI ont joué sur la variabilité des valeurs provinciales. Les résultats dépendraient également de la forme urbaine (p. ex. profils de l'utilisation des terres) et de variables démographiques (p. ex. densité de population), bien que cela n'ait pas été explicitement évalué.

Les analyses par groupe d'âge ont comparé un groupe d'âge donné à tous les autres groupes d'âge combinés (excluant le groupe d'âge à l'étude). En général, la plupart des résultats pour les groupes d'âge plus jeunes (0 à 4 ans, 5 à 9 ans et 10 à 19 ans) indiquent que la probabilité d'appartenir aux groupes plus jeunes dans les populations à proximité des routes est inférieure à la probabilité

respective dans les populations qui habitent plus loin (pour toutes les distances tampons étudiées). En revanche, les résultats montrent que pour les Canadiens adultes (20 à 59 ans) et aînés (60 ans et plus), la probabilité d'habiter à proximité des RCE était égale sinon supérieure à celle des autres groupes d'âge. Les résultats relatifs aux catégories de routes individuelles (c.-à-d. route express, route principale, route secondaire, axe majeur), pour tous les groupes d'âge, étaient généralement comparables aux estimations pour toutes les RCE combinées. Des analyses différentes utilisant les personnes âgées de 20 à 59 ans comme population de référence ont produit des résultats semblables. Compte tenu des données sous-jacentes ainsi que des conditions et paramètres des analyses statistiques, les conclusions possibles sont limitées. Les groupes d'âge ont été comparés entre des distances par rapport aux RCE (à l'intérieur de la zone tampon par rapport à au-delà de cette zone), contrairement à des comparaisons pour une distance précise (p. ex. 250 m). Il n'a pas été possible de déterminer directement si les enfants étaient plus susceptibles que les aînés d'être exposés aux RCE. D'autres questions de recherche pourraient être examinées à l'aide de données supplémentaires et d'analyses complémentaires à des échelles géographiques réduites.

Des indices de défavorisation matérielle et sociale et un indice combiné de défavorisation ont été utilisés pour évaluer le statut socioéconomique (SSE) des populations vivant près des RCE. En général, les résultats indiquent que la probabilité de faire partie d'un groupe au SSE plus faible était plus élevée à proximité des RCE que plus loin, comparativement à une population de référence. Par contre, la probabilité pour les groupes au SSE plus élevé était plus faible comparativement à une population de référence. Les résultats concordent avec ceux d'études antérieures réalisées au Canada qui indiquent que les personnes ayant un SSE plus faible sont plus susceptibles d'être exposées à des niveaux plus élevés de PACA et d'autres agents stressants liés à la circulation, comme le bruit ambiant. Cependant, les analyses statistiques utilisées dans la présente étude limitaient la portée de l'interprétation et de la généralisation des résultats. Des analyses infranationales supplémentaires pourraient compléter ces constatations.

Les analyses des données de géolocalisation montrent que 31 % et 48 %, respectivement, des écoles au Canada sont situées dans un rayon de 100 m et de 200 m d'une RCE. Les estimations provinciales se situent entre 27 et 35 % (100 m) et entre 43 et 54 % (200 m). Une analyse semblable pour les établissements de soins de longue durée pour personnes âgées montre que 40 % de ces établissements sont situés à moins de 100 m d'une RCE (fourchette provinciale de 33 à 53 %) et 60 % à moins de 200 m (fourchette provinciale de 56 à 64 %). Ainsi, au Canada, une proportion importante des établissements fréquentés par des groupes de population sensibles, dont les enfants et les personnes âgées, sont situés à moins de 200 m d'une RCE, et cela peut jouer sur leur exposition à la pollution atmosphérique. La présente analyse de proximité nationale a évalué le réseau routier existant et le domaine bâti; les résultats peuvent informer les urbanistes, les conseils scolaires, les élus et d'autres intervenants à propos des risques d'exposition à la pollution atmosphérique chez les populations vulnérables. Il existe des solutions d'atténuation, y compris des politiques sur la sélection des sites pour de nouveaux services et établissements afin d'éviter des expositions à la PACA plus élevées pour les populations vulnérables. On peut notamment limiter l'exposition à la PACA et à d'autres agents stressants liés au trafic (p. ex. le bruit) en choisissant des parcelles de terrain situées à plus de 150 m des RCE et en planifiant les établissements d'enseignement de façon à ce que les cours d'école et les aires de jeu soient aussi éloignées que possible des routes. D'autres solutions comprennent la déviation de la circulation en dehors des zones scolaires et la planification des RCE à plus grande distance des établissements d'enseignement ou de soins de longue durée.

Des solutions existent pour réduire l'exposition à la PACA dans les écoles à proximité des RCE. Il est possible d'apporter des améliorations aux bâtiments, notamment en installant des filtres haute efficacité pour retenir les particules en suspension dans l'air, et de prendre des mesures préventives, comme la gestion de la circulation à l'arrivée et au départ des enfants ou la programmation de prise d'air frais en dehors des périodes de forte circulation routière (MacNeill et coll., 2016). Les infrastructures vertes peuvent aussi réduire la PACA dans les paysages urbains et pour les populations à proximité des routes (Nowak et coll., 2018; US EPA, 2016; Wang et coll., 2019). Par exemple, les barrières végétales, seules ou combinées à des structures solides (p. ex. murs imperméables), peuvent réduire les niveaux de pollution de l'air dans les endroits à proximité et sous le vent des routes, notamment en augmentant la dispersion verticale des polluants et la dilution du panache de la PACA (Hashad et coll., 2020; Tong et coll., 2016). Enfin, des investissements et des politiques qui favorisent des solutions de transport durable qui réduisent les émissions ou les volumes de circulation, comme une densification des services, des infrastructures améliorées pour les cyclistes et les piétons, des véhicules à zéro émission et des systèmes de transport collectif électriques, peuvent contribuer à réduire l'exposition à la PACA chez les populations vivant près des routes (Bigazzi et Rouleau, 2017; Gai et coll., 2020; Tétreault et coll., 2018). Les conditions relatives aux sites (p. ex. utilisations de terres attenantes, réseau routier) et aux bâtiments (p. ex. conception, taille, matériaux) ainsi que les facteurs technologiques et économiques joueront sur la disponibilité et le choix des solutions d'atténuation. La production d'une liste complète et une évaluation des solutions d'atténuation pour les écoles dépassaient la portée du présent rapport.

Les méthodes fondées sur la proximité offrent une façon simple et pratique pour estimer l'exposition de la population à la PACA. Elles utilisent des données géographiques disponibles, elles sont adaptables et elles peuvent être combinées à d'autres sources de données géoréférencées (p. ex. établissements d'enseignement, revenu, origine ethnique) pour obtenir de l'information sur les groupes de population près des RCE partout au Canada. Cependant, comme souligné dans ce rapport, cette approche comporte des limites qui peuvent donner lieu à des erreurs de caractérisation de l'exposition. Grâce aux nouvelles techniques d'acquisition de données en temps réel qui exploitent des systèmes de positionnement et des dispositifs connectés, ainsi qu'aux applications Web comme Google Map, les évaluations de l'exposition de la population à la PACA fondées sur la proximité pourraient s'améliorer. Par exemple, avec des données détaillées sur la mobilité ou la circulation, on pourrait améliorer les classifications de routes. Des données en temps réel pourraient aussi permettre de déterminer les tronçons de route qui ont des périodes quotidiennes de congestion. Dans l'ensemble, l'accès à des données détaillées sur la circulation et la mobilité des personnes peut améliorer les estimations de l'exposition à la PACA. Ces données peuvent aussi guider l'utilisation ou le développement de nouveaux critères objectifs et géolocalisés de l'exposition à la PACA.

Il est possible que l'utilisation isolée d'approches fondées sur la proximité comme valeurs substitutives pour la PACA demeure limitée en recherche sur la santé en raison de leur dépendance inhérente envers des distances physiques plutôt que des concentrations de pollution de l'air. D'autres méthodes d'estimation de l'exposition à la PACA ou à ses composantes présentent un meilleur potentiel et permettent plus d'exactitude autant à l'échelle locale que régionale. Ces autres méthodes comprennent des modèles LUR qui utilisent des mesures de surveillance multiples et peuvent inclure des données satellites à haute résolution, ainsi que des modèles de dispersion atmosphérique à fine échelle qui exploitent des données plus précises sur la circulation et des

données de télédétection. Cependant, ces méthodes nécessitent généralement plus de ressources et elles comportent leurs propres limites et incertitudes. Les méthodes fondées sur la proximité sont simples et instructives, et elles peuvent compléter d'autres jeux de données ou les résultats obtenus par des méthodes d'évaluation plus quantitative de l'exposition (Henneman et coll., 2021). Par ailleurs, les intervenants locaux et régionaux peuvent adapter cette approche au sein de leur administration pour évaluer les lieux à proximité des RCE ou d'autres sources préoccupantes de pollution de l'air. Par exemple, une municipalité peut utiliser une analyse fondée sur la proximité pour évaluer les lieux à privilégier pour les infrastructures publiques, notamment les terrains de jeu, et éviter les emplacements liés à des niveaux de PACA potentiellement plus élevés.

Cette analyse est complémentaire à d'autres rapports de Santé Canada (publiés ou en cours) sur la PACA. Cela comprend, entre autres, un rapport évaluant le rôle de l'exposition à la PACA pour l'asthme, les allergies et la fonction pulmonaire (Santé Canada, 2020), un rapport évaluant le rôle de l'exposition à la PACA pour le cancer et une évaluation du fardeau sanitaire de la pollution atmosphérique liée aux émissions de la circulation routière au Canada (Santé Canada, 2022). Ensemble, ces rapports de Santé Canada contribuent à une évaluation nationale de la PACA.

RÉFÉRENCES

Abernethy RC; Allen RW; McKendry IG; Brauer M (2013). A land use regression model for ultrafine particles in Vancouver, Canada. Environ Sci Technol 47: 5217–5225.

Amram O; Abernathy R, Brauer M; Davies H; Allen RW (2011). Proximity of public elementary schools to major roads in Canadian urban areas. Int J Health Geogr 10:68.

Batterman S; Burke J; Isakov V; Lewis T; Mukherjee B; Robins T (2014). A comparison of exposure metrics for traffic-related air pollutants: application to epidemiology studies in Detroit, Michigan. Int J Environ Res Public Health 11: 9553–9577.

[BC MOE] British Columbia Ministry of Environmental Protection and Sustainability (2014). Develop with care: Environmental guidelines for urban and rural land development in British Columbia. Disponible au : www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/natural-resource-stewardship/laws-policies-standards-guidance/best-management-practices/develop-with-care

Beckerman B; Jerrett M; Finkelstein M; Kanaroglou P; Brook J; Arain M; Sears M; Stieb D; Balmes J; Chapman K (2012). The association between chronic exposure to traffic-related air pollution and ischemic heart disease. J Toxicol Environ Health Part A 75: 402–411.

Bertazzon S; Shahid R (2017). Schools, air pollution, and active transportation: an exploratory spatial analysis of Calgary, Canada. Int J Environ Res Public Health 14: 834

Bigazzi AY; Rouleau M (2017). Can traffic management strategies improve urban air quality? A review of the evidence. J Transp Health 7: 111–124.

Brauer M; Reynolds C; Hystad P (2013). Traffic-related air pollution and health in Canada. CMAJ 185(18): 1557–1558.

Brauer M; Reynolds C; Hystad P (2012). Traffic-related air pollution and health: a Canadian perspective on scientific evidence and potential exposure-mitigation strategies. Vancouver (BC): University of British Columbia. 112 p.

Brauer M; Lencar C; Tamburic L; Koehoorn M; Demers P; Karr C (2008). A cohort study of traffic-related air pollution impacts on birth outcomes. Environ Health Perspect 116(5): 680–686.

Chan E; Serrano J; Chen L; Stieb DM; Jerrett M; Osornio-Vargas A (2015). Development of a Canadian socioeconomic index for the study of health outcomes related to environmental pollution. BMC Public Health 15:714.

City of Toronto (2017). Avoiding the TRAP: Traffic-related air pollution in Toronto and options for reducing exposure. Technical report. 39 p.

City of Toronto (2013). Road classification system – Summary document. Transportation Services, City of Toronto. 40 p. Disponible au : www.toronto.ca/wp-content/uploads/2018/01/950a-Road-Classification_Summary-Document.pdf

Crouse DL; Ross NA; Goldberg MS (2009). Double burden of deprivation and high concentrations of ambient air pollution at the neighbourhood scale in Montreal, Canada. Soc Sci Med 69: 971–981.

[DMTI] DMTI Spatial Inc. (2013). CanMap Content Suite – Data dictionary 2013.1 release. 247 p.

Evans GJ; Audette C; Badali K; Celo V; Dabek-Zlotorszynka E; Debosz J; Ding L; Doerksen GN; Healy RM; Henderson D; Herod D; Hilker N; Jeong C-H; Johnson D; Jones K; Munoz A; Noble M; Reid K; Schiller C; Sofowote

U; Su Y; Wang J; White L (2019). Near-road air pollution pilot study final report. Southern Ontario Centre for Atmospheric Aerosol Research, University of Toronto. 139 p.

Finkelstein MM; Jerrett M; Sears MR (2004). Traffic air pollution and mortality rate advancement periods. Am J Epidemiol 160(2): 173–177.

Gai Y; Minet L; Posen ID; Smargiassi A; Tétreault L-F; Hatzopoulou M (2020). Health and climate benefits of electric vehicle deployment in the Greater Toronto and Hamilton Area. Environ Pollut 265: 114983.

Gamache P; Hamel D (2017). Les défis de la mise à jour de l'indice de défavorisation avec les données du recensement de 2011 et de l'Enquête nationale auprès des ménages (ENM). Bureau d'information et d'études en santé des populations, Institut national de santé publique du Québec. Publication no. 2207. 7 p.

Gamache P; Hamel D; Blaser C (2019). L'indice de défavorisation matérielle et sociale : en bref. Institut national de santé publique du Québec. Publication no. 2207. 16 p.

GeoBase (2012). National Road Network – Data product specifications – Edition 2.0.1 (2012-03-31). Natural Resources Canada, Centre for Topographic Information. Disponible au : http://ftp.maps.canada.ca/pub/nrcan_rncan/vector/geobase_nrn_rrn/doc/GeoBase_nrn_en_Specifications.pdf

Goldberg M; Burnett R; Bailar J; Tamblyn R; Ernst P; Flegel K; Brook J; Bonvalot Y; Singh R; Valois M; Vincent R (2001). Identification of persons with cardiorespiratory conditions who are at risk of dying from the acute effects of ambient air particles. Environ Health Perspect 109(4): 487–494.

Gunier RB; Hertz A; Von Behren J; Reynolds P (2003). Traffic density in California: socioeconomic and ethnic differences among potentially exposed children. J Expo Anal Environ Epidemiol 13(3): 240–246.

[HRHD] Halton Region Health Department (2009). Protecting health: air quality and land use compatibility. Dr. Bob Nosal, Medical Officer of Health, Halton Region Health Department. 69 p. Disponible au : www.halton.ca/cms/One.aspx?portalId=8310&pageId=13747

Hashad K; Yang B; Baldauf RW; Deshmukh P; Isakov V; Zhang KM (2020). Enhancing the local air quality benefits of roadside green infrastructure using low-cost, impermeable, solid structures (LISS). Sci Total Environ 717: 137136.

Hatzapoulou M; Valois MF; Levy I; Mihele C; Lu G; Bagg S; Minet L; Brook J (2017). Robustness of land-use regression models developed from mobile air pollutant measurements. Environ Sci Technol 51: 3938–3947.

Henneman LRF; Shen H; Hogrefe C; Russell AG; Zigler CM (2021). Four decades of United States mobile source pollutants: spatial-temporal trends assessed by ground-based monitors, air quality models, and satellites. Environ Sci Technol 55: 882–892.

Hu S; Fruin S; Kozawa K; Mara S; Paulson SE; Winer AM (2009). A wide area of air pollutant impact of a freeway during pre-sunrise hours. Atmos Environ 43: 2541–2549.

Hystad P; Setton E; Cervantes A; Poplawski K; Deschenes S; Brauer M; van Donkelaar A; Lamsa L; Martin R; Jerrett M; Demers P (2011). Creating national air pollution models for population exposure assessment in Canada. Environ Health Perspect 119(8): 1123–1129.

Hystad P; Demers P; Johnson K; Brook J; van Donkelaar A; Lamsal L; Martin R; Brauer M (2012). Spatiotemporal air pollution exposure assessment for a Canadian population-based lung cancer case-control study. Environ Health 11:22.

[ICIS] Institut canadien d'information sur la santé (2011). Environnements physiques en milieu urbain et inégalités en santé. Ottawa, Canada. 92 p. Disponible au : https://secure.cihi.ca/free_products/cphi_urban_physical_environments_fr.pdf

[IHME and HEI] Institute for Health Metrics and Evaluation and Health Effects Institute (2019). State of Global Air/2019. Institute for Health Metrics and Evaluation, and Health Effects Institute. www.stateofglobalair.org/

Jung K; Bernabé K; Moors K; Yan B; Chillrud S; Whyatt R; Camann D; Kinney P; Perera F; Miller R (2011). Effects of floor level and building type on residential levels of outdoor and indoor polycyclic aromatic hydrocarbons, black carbon, and particulate matter in New York City. Atmosphere 2(2): 96–109.

Kingsley S; Eliot M; Carlson L; Finn J; Macintosh D; Suh H; Wellenius G (2014). Proximity of US schools to major roadways: a nationwide assessment. J Expo Sci Environ Epidemiol 24(3): 253–259.

Landrigan PJ; Fuller R; Fisher S; Suk WA; Sly P; Chiles TC; Bose-O'Reilly S (2019). Pollution and children's health. Sci Tot Environ 650: 2389–2394.

Li C; Fu J; Sheng G; Bi X; Hao Y; Wang X; Mai B (2005). Vertical distribution of PAHs in the indoor and outdoor $PM_{2.5}$ in Guangzhou, China. Build Environ 40: 329–341.

Liu SV; Chen F-L; Xue J (2019). A meta-analysis of selected near-road air pollutants based on concentration decay rates. Heliyon e02236.

MacNeill M; Dobbin N; St-Jean M; Wallace L; Marro L; You H; Kulka R; Allen RW; Wheeler AJ (2016). Can changing the timing of outdoor air intake reduce indoor concentrations of traffic-related pollutants in schools? Indoor Air 26(5): 687–701.

Marshall JD; Nethery E; Brauer M (2008). Within-urban variability in ambient pollution: comparison of estimation methods. Atmos Environ 42: 1359–1369.

Matz C; Stieb D; Egyed M; Brion O; Johnson M (2018). Evaluation of daily time spent in transportation and traffic-influenced microenvironment by urban Canadians. Air Qual Atmos Health 11: 209–220.

Matz C; Stieb D; Davis K; Egyed M; Rose A; Chou B; Brion O (2014). Effects of age, season, gender and urban–rural status on time-activity: Canadian human activity pattern survey 2 (CHAPS 2). Int J Environ Res Public Health 11: 2108–2124.

[MTQ] Ministère des Transports du Québec (2015). Gestion de la vitesse sur le réseau routier municipal en milieu urbain – guide à l'intention des municipalités. Gouvernement du Québec. 62 p.

Nowak DJ; Hirabayashi S; Doyle M; McGovern M; Pasher J (2018). Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health. Urban Forest Urban Green 29: 40–48.

Ministère des Transports de l'Ontario (2020). Carte routière de l'Ontario 2020 – 2021. Disponible au : www.mto.gov.on.ca/french/publications/official-road-map/ (dernière mise à jour : 28 janvier 2021)

[OMS] Organisation mondiale de la Santé (2016). Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease. Genève. 121 p. Disponible au : www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/.

Pinault L; Crouse D; Jerrett M; Brauer M; Tkepkema M (2016a). Socioeconomic differences in nitrogen dioxide ambient air pollution among children in the three largest Canadian cities. Statistics Canada, Catalogue no. 82-003-X. Health Reports 27(7): 3–9.

Pinault L; Crouse D; Jerrett M; Brauer M; Tjepkema M (2016 b): Spatial associations between socioeconomic groups and NO2 air pollution exposure within three large Canadian cities. Environ Research 147: 373–382.

Pinault L; van Donkelaar A; Martin RV (2017). Exposure to fine particulate matter air pollution in Canada. Statistics Canada, Catalogue no. 82-003-X. Health Report 23(3): 9–16.

Rohde MK; Aamodt G (2016). The association between residence floor level and cardiovascular disease: the health and environment in Oslo study. J Environ Public Health 2951658: 12 p.

Rioux CL; Gute DM; Brugge D; Peterson S; Parmenter B (2010). Characterizing urban traffic exposures using transportation planning tools: an illustrated methodology for health researchers. J Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine 87(2): 167–188.

Ryan PH; LeMasters GK; Biswas P; Levin L; Hu S; Lindsey M; Bernstein DI; Lockey J; Villareal M; Khurana Hershey GK; Grinshpun SA (2007). A comparison of proximity and land use regression traffic exposure models and wheezing in infants. Environ Health Perspect 115(2): 278–284.

Santé Canada (2016). Évaluation des risques pour la santé humaine du dioxyde d'azote ambiant. Gouvernement du Canada, catalogue no. H144-31/2016F-PDF. 336 p.

Santé Canada (2020). Pollution atmosphérique liée à la circulation automobile : asthme, allergies et fonction pulmonaire. Gouvernement du Canada, catalogue no. H144-70/2020F-PDF. 93 p.

Santé Canada (2021). Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada : Estimation de la morbidité et des décès prématurés – rapport 2021. Gouvernement of Canada, catalogue no. H144-51/2021F-PDF. 63 p.

Santé Canada (2022). Impacts sanitaires de la pollution atmosphérique liée à la circulation automobile au Canada. Gouvernement du Canada, catalogue no. H144-91/2022F-PDF. 94 p.

Shearmur R; Motte B (2009). Weak ties that bind: do commutes bind Montreal's central and suburban economies. Urban Affairs Rev 44(4): 490–524.

Setton EM; Hystad PW; Keller CP (2005). Road classification schemes – Good indicators of traffic volume? Spatial Sciences Laboratories Occasional Papers Series, University of Victoria. Paper 05-014. 11 p.

Short H; Al Sayah F; Ohinmaa A; Lahtinen M; Johnson JA (2018). The relationship of neighbourhood-level material and social deprivation with health-related quality of life. Qual Life Res 10.1007/s11136-018-1962-9

Sider T; Alam A; Zukari M; Dugum H; Goldstein N; Eluru N; Hatzopoulou M (2013). Land-use and socio-economics as determinants of traffic emissions and individual exposure to air pollution. J Transp Geogr 33: 230–239.

[SOCAAR] Southern Ontario Centre for Atmospheric Aerosol Research (2011). Design of a near-road monitoring strategy for Canada. Préparé par Evans GJ; Jeong C-H; Sabaliauskas K; Jadidian P; Aldersley S; Larocque H; Herod D, SOCAAR report #CR-WB-2011-01-01. 60 p.

Stantec (2007). Provincial highway service classification – Final report. Preparé par Stantec Consulting Ltd. pour Alberta Infrastructure and Transportation. 98 p.

Statistique Canada (2017a). Fichier du réseau routier, Guide de référence, 2017. Gouvernement du Canada, catalogue no. 92-500-G. 23 p.

Statistique Canada (2017b). Fichier des attributs géographiques, guide de référence. Gouvernement du Canada, catalogue no. 92-151-G. 19 p.

Statistique Canada (2020). Défis en matière de santé et eneux sociaus liés à la situation de la COVID-19 au Canada. Gouvernement du Canada, Le Quotidien, 6 avril 2020. 6 p.

Stieb DM; Yao J; Henderson SB; Pinault L; Smith-Doiron MH; Robichaud A; von Donkelaar A; Martin RV; Ménard R; Brook JR (2019). Variability in ambient ozone and fine particle concentrations and population susceptibility among Canadian health regions. Can J Public Health. https://doi.org/10.17269/s41997-018-0169-8.

Tang J; Galbraith N; Truong J (2019). Vivre seul au Canada. Statistique Canada, Regards sur la société canadienne. Gouvernement du Canada, catalogue no. 75-006-X. 25 p.

Tao S; Wang Y; Wu S; Liu S; Dou H; Liu Y; Lang C; Hu F; Xing B (2007). Vertical distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in atmospheric boundary layer of Beijing in winter. Atmos Environ 41: 9594–9602.

Tétreault L-F; Perron S; Smargiassi A (2013). Cardiovascular health, traffic-related air pollution and noise: are associations mutually confounded? A systematic review. Int J Public Health 58: 649–666.

Tétreault L-F; Eluru N; Hatzopoulou M; Morency P; Plante C; Morency C; Reynaud F; Shekarrizfard M; Shamsunnahar Y; Faghih Imani A et al. (2018). Estimating the health benefits of planned public transit investments in Montreal. Environ Res 160: 412–419.

Tong Z; Baldauf RW; Isakov V; Deshmukh P; Zhang KM (2016). Roadside vegetation barrier designs to mitigate near-road air pollution impacts. Sci Total Environ 541: 920–927.

[US EPA] United States Environmental Protection Agency (2015). Best practices for reducing near-road pollution exposure at schools. 22 p. Disponible au : www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/ochp_2015_near_road_pollution_booklet_v16_508.pdf

US EPA (2016). Recommendations for constructing roadside vegetation barriers to improve near-road air quality. US EPA, Office of Research and Development. Report EPA 600/R-16/072. 20 p.

Wang JM; Jeong C-H; Zimmerman N; Healy RM; Evans GJ (2018). Real world vehicle fleet emission factors: seasonal and diurnal variations in traffic related air pollutants. Atmos Environ 184: 77–86.

Wang H; Maher BA; Ahmed IAM; Davison B (2019). Efficient removal of ultrafine particles from diesel exhaust by selected tree species: implications for roadside planting for improving the quality of urban air. Environ Sci Technol 53: 6906–6916.

Weichenthal S; Van Ryswyk K; Goldstein A; Shekkarizfard M; Hatzopoulou M (2016). Characterizing the spatial distribution of ambient ultrafine particles in Toronto, Canada: a land use regression model. Environ Pollut 208(A): 241–248.

Winnipeg (2011). Winnipeg transportation master plan. 120 p.

Woodward N; Levine M (2016). Minimizing air pollution exposure: a practical policy to protect vulnerable older adults from death and disability. Environ Sci Policy 56: 49–55.

Wu Y; Hao J; Fu L; Wang Z; Tang U (2002). Vertical and horizontal profiles of airborne particulate matter near major roads in Macao, China. Atmos Environ 36: 4907–4918.

Yaropud T; Gilmore J; Larochelle-Côté S (2019). Résultats du Recensement de 2016: Les trajets de longue durée en automobile pour se rendre au travail. Regards sur la société canadienne, Statistique Canada. Catalogue no. 75-006-X. 16 p.

Yuchi W; Sbihi H; Davies H; Tamburic L; Brauer M (2020). Road proximity, air pollution, noise, green space and neurologic disease incidence: a population-based cohort study. Environ Health 19:8. 15 p.

Zandbergen PA; Green JW (2007). Error and bias in determining exposure potential of children at school locations using proximity-based GIS techniques. Environ Health Perspect 115(9): 1363–1370.

Zhu Y; Hinds W; Kim S; Sioutas C (2002). Concentration and size distribution of ultrafine particles near a major highway. J Air Waste Manag Assoc 52: 1032–1042.

Zhu Y; Kuhn T; Mayo P; Hinds WC (2006). Comparison of daytime and nighttime concentration profiles and size distributions of ultrafine particles near a major highway. Environ Sci Technol 40: 2531–2536.

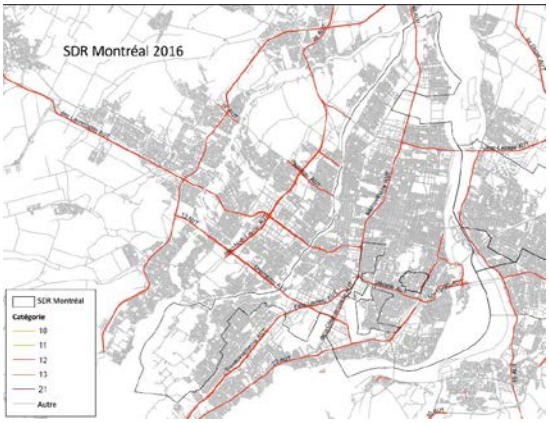
ANNEXES

ANNEXE A: ROUTES À CIRCULATION ÉLEVÉE – CARTES ET RÉSULTATS SUPPLÉMENTAIRES

FIGURE A1: Routes à circulation élevée dans la région de Toronto – FRR

Catégories de route du FRR : 10 – autoroute; 11 – route express; 12 – route principale; 13 – route secondaire; 21 – route de dégagement

FIGURE A2: Routes à circulation élevée dans la région de Montréal – données du FRR (à gauche) et de DMTI (à droite)



Catégories de route du FRR : 10 – autoroute; 11 – route express; 12 – route principale; 13 – route secondaire; 21 – route de dégagement
Catégories de route de DMTI : 1 – route express; 2 – route principale; 3 – route secondaire; 4 – axe majeur

TABLEAU A1: Population des SDR vivant dans un rayon de 250 m des RCE, en nombre et en pourcentage – FRR (CCR 10 à 13 et 21) et DMTI (CCR 1 à 4)

Subdivision de recensement			FRR – rayon de 250 m		DMTI – rayon de 250 m	
Identifiant	Nom	Population[a]	Nombre	Pourcentage[b]	Nombre	Pourcentage[b]
3520005	Toronto, Ont.	2 731 571	1 773 146	65	1 951 127	71
2466023	Montréal	1 704 694	126 770	7	1 188 149	70
4806016	Calgary, Alb.	1 239 220	129 498	10	514 768	42
3506008	Ottawa, Ont.	934 243	376 624	40	410 198	44
4811061	Edmonton, Alb.	932 546	66 753	7	436 558	47
3521005	Mississauga, Ont.	721 599	260 624	36	334 395	46
4611040	Winnipeg, Man.	705 244	92 680	13	341 079	48
5915022	Vancouver, C.-B.	631 486	372 034	59	503 331	80
3521010	Brampton, Ont.	593 638	206 575	35	243 020	41
3525005	Hamilton, Ont.	536 917	292 402	54	315 370	59
2423027	Ville de Québec, Qc	531 902	171 987	32	317 707	60
5915004	Surrey, C.-B.	517 887	222 446	43	263 167	51
2465005	Laval, Qc	422 993	23 482	6	250 407	59
1209034	Halifax, N.-É.	403 131	25 932	6	162 891	40
3539036	London, Ont.	383 822	149 857	39	138 462	36
3519036	Markham, Ont.	328 966	132 299	40	136 995	42
3519028	Vaughan, Ont.	306 233	94 633	31	108 862	36
2481017	Gatineau, Qc	276 245	64 909	23	127 039	46
4711066	Saskatoon, Sask.	246 376	14 705	6	103 197	42
2458227	Longueuil, Qc	239 700	11 258	5	132 428	55
3530013	Kitchener, Ont.	233 222	99 305	43	111 084	48
5915025	Burnaby, C.-B.	232 755	118 867	51	152 388	65
3537039	Windsor, Ont.	217 188	81 704	38	89 369	41
4706027	Regina, Sask.	215 106	8 731	4	119 260	55
5915015	Richmond, C.-B.	198 309	108 625	55	98 328	50
3524001	Oakville, Ont.	193 832	82 912	43	90 377	47
3524002	Burlington, Ont.	183 314	79 364	43	93 247	51
3518013	Oshawa, Ont.	159 458	77 049	48	82 822	52
5915034	Coquitlam, C.-B.	139 284	68 445	49	72 419	52
3526053	St. Catharines, Ont.	133 113	63 949	48	84 034	63

Alb. : Alberta; C.-B. : Colombie-Britannique; Man. : Manitoba; N.-É. : Nouvelle-Écosse; Ont. : Ontario; Qc : Québec

[a] Recensement de 2016

[b] Arrondi au nombre entier le plus proche

TABLEAU A2: Région métropolitaine de recensement – estimations en pourcentage de la population vivant dans un rayon de 250 m d'une RCE – comparaison entre les désignations routières du FRR et de DMTI

Région métropolitaine de recensement			Pourcentage de la population dans un rayon de 250 m[b]		
Identifiant	Nom	Population[a]	FRR 10 à 13[c]	FRR 10 à 13,21	DMTI 1 à 4
535	Toronto, Ont.	5 928 040	4	48	54
462	Montréal, Qc	4 098 927	7	7	57
933	Vancouver, C.-B.	2 463 431	5	49	60
825	Calgary, Alb.	1 392 609	6	10	39
835	Edmonton, Alb.	1 321 426	5	9	40
505	Ottawa, Ont.	991 726	2	39	43
421	Québec, Qc	800 296	22	25	53
602	Winnipeg, Man.	778 489	7	12	46
537	Hamilton, Ont.	747 545	2	51	57
541	Kitchener – Cambridge – Waterloo, Ont.	523 894	1	37	47
555	London, Ont.	494 069	0	36	35
539	St. Catharines – Niagara, Ont.	406 074	4	39	54
205	Halifax, N.-É.	403 390	5	6	40
532	Oshawa, Ont.	379 848	2	39	41
935	Victoria, C.-B.	367 770	7	34	46
505	Gatineau, Qc	332 057	10	36	41
559	Windsor, Ont.	329 144	3	36	39
725	Saskatoon, Sask.	295 095	6	6	38
705	Regina, Sask.	236 481	5	5	52
433	Sherbrooke, Qc	212 105	1	3	38
001	St. John's, T.-N.-L.	205 955	6	6	45
568	Barrie, Ont.	197 059	2	25	25
915	Kelowna, C.-B.	194 882	8	35	32
932	Abbotsford – Mission, C.-B.	180 518	5	24	41
580	Greater Sudbury, Ont.	164 689	2	30	38
521	Kingston, Ont.	161 175	2	25	43
408	Saguenay, Qc	160 980	1	26	40
442	Trois-Rivières, Qc	156 042	8	8	44
550	Guelph, Ont.	151 984	1	38	37
305	Moncton, N.-B.	144 810	6	6	33
543	Brantford, Ont.	134 203	3	34	38
529	Peterborough, Ont.	121 721	3	48	40
595	Thunder Bay, Ont.	121 621	5	39	39
810	Lethbridge, Alb.	117 394	3	9	39
522	Belleville, Ont.	103 472	4	31	35
320	Fredericton, N.-B.	101 760	4	5	34

Alb. : Alberta; C.-B. : Colombie-Britannique; Man. : Manitoba; N.-B. : Nouveau-Brunswick; N.-É. : Nouvelle-Écosse; Ont. : Ontario; Qc : Québec; Sask. : Saskatchewan; T.-N.-L. : Terre-Neuve-et-Labrador

[a] Recensement de 2016

[b] Arrondi au nombre entier le plus proche

[c] La différence entre les codes 10 à 13 du FRR et les codes 10 à 13 et 21 du FRR représente la contribution des routes de dégagement (CCR 21).

TABLEAU A3: Population provinciale vivant à l'intérieur des distances tampons des RCE – CCR 10 à 13 et 21 du FRR – résultats de l'étude du SOCAAR [adapté de SOCAAR, 2011]

Province/territoire[a]	Chiffre (et %) de population à l'intérieur de la distance tampon[b]			
	50 m	100 m	250 m	500 m
Canada	**1 938 110 (6)**	**4 089 165 (13)**	**10 259 030 (32)**	**16 931 060 (54)**
Ontario	1 155 695 (10)	2 370 785 (19)	5 622 845 (46)	8 691 935 (71)
Colombie-Britannique	325 255 (8)	646 700 (16)	1 574 800 (38)	2 509 475 (61)
Québec	251 970 (3)	606 210 (8)	1 703 630 (23)	3 092 155 (41)
Manitoba	68 310 (6)	134 740 (12)	362 790 (32)	609 360 (53)
Alberta	42 425 (1)	114 480 (3)	378 160 (11)	843 795 (26)
Nouveau-Brunswick	36 940 (5)	72 460 (10)	186 340 (26)	327 625 (45)
Nouvelle-Écosse	20 015 (2)	42 870 (5)	125 640 (14)	247 440 (27)
Terre-Neuve-et-Labrador	18 130 (4)	37 980 (8)	111 725 (22)	210 330 (42)
Saskatchewan	15 510 (2)	52 470 (5)	159 215 (16)	334 340 (35)
Île-du-Prince-Édouard	1 935 (1)	4 715 (3)	17 605 (13)	36 355 (27)
Territoires du Nord-Ouest	1 495 (4)	4 500 (11)	12 235 (30)	21 390 (52)
Yukon	430 (1)	1 255 (4)	4 045 (13)	6 860 (23)

[a] Aucune estimation disponible pour le Nunavut

[b] Population fondée sur le Recensement de 2006, Statistique Canada

TABLEAU A4: Population des grands centres urbains vivant à l'intérieur des distances tampons des RCE – CCR 10 à 13 et 21 du FRR – résultats de l'étude du SOCAAR [adapté de SOCAAR, 2011]

Centre urbain	Chiffre (et %) de population à l'intérieur de la distance tampona[a]			
	50 m	100 m	250 m	500 m
Toronto	643 260 (13)	1 239 110 (24)	2 842 485 (56)	4 184 675 (82)
Vancouver	224 945 (11)	442 225 (21)	1 030 320 (49)	1 567 520 (74)
Montréal	135 795 (4)	312 975 (9)	888 160 (24)	1 585 700 (44)
Ottawa[b]	75 690 (7)	167 125 (15)	392 795 (35)	596 635 (53)
Calgary	13 330 (1)	34 300 (3)	109 985 (10)	257 770 (24)
Edmonton[b]	9 870 (1)	29 405 (3)	106 105 (10)	243 425 (24)

[a] Population fondée sur le Recensement de 2006, Statistique Canada

[b] Les résultats [chiffre et pourcentage de population] dans les zones tampons pour les régions métropolitaines d'Ottawa et d'Edmonton à partir du Recensement de 2016 (non inclus dans le tableau 4) sont fournis ici :

Centre urbain	50 m	100 m	250 m	500 m
Ottawa	47 592 (5%)	146 951 (15%)	390 444 (39%)	637 785 (64%)
Edmonton	9 595 (1%)	31 125 (2%)	114 298 (9%)	259 811 (20%)

TABLEAU A5: Population, par province, vivant dans un rayon de 500 m d'une autoroute ou de 100 m d'une RCE – CCR 1 à 4 de DMTI – Rapport sur la santé et la pollution atmosphérique liée à la circulation [adapté de Brauer et coll., 2012]

Province/territoire[a]	Chiffre de population (%)[b]
Canada	**10 047 910 (32)**
Québec	3 184 430 (42)
Ontario	3 066 710 (25)
Colombie-Britannique	1 502 500 (37)
Alberta	905 280 (27)
Saskatchewan	404 870 (42)
Manitoba	311 480 (27)
Nouvelle-Écosse	304 030 (33)
Nouveau-Brunswick	214 080 (19)
Terre-Neuve-et-Labrador	89 500 (18)
Île-du-Prince-Édouard	53 130 (39)
Yukon	7 770 (26)
Territoires du Nord-Ouest	4 130 (10)

Adapté du tableau 5 dans Brauer et coll. (2012)

[a] Aucune estimation disponible pour le Nunavut

[b] D'après les données du Recensement de 2006 (données de point d'îlot) et la classification des routes de DMTI

ANNEXE B: ANALYSES DES RAPPORTS DES COTES – RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

B.1. Échantillon de données

TABLEAU B1: Données sur la population et le statut socioéconomique utilisées dans les analyses statistiques – Exemple pour la DR 1001 (Division No. 1, Terre-Neuve-et-Labrador; population : 264 170)

1. Population (2016) par distance par rapport aux routes de la catégorie axes majeurs de DMTI (2013)

Variable	Quintile SSE/ groupe d'âge	Distance par rapport aux axes majeurs				
		50 m	100 m	250 m	500 m	1000 m
Matérielle	1	850	2 158	11 286	15 260	25 084
	2	574	2 282	10 000	18 735	25 987
	3	0	3 086	8 719	19 977	23 890
	4	952	2 075	8 485	11 193	15 364
	5	719	2 235	10 911	12 761	18 674

Variable	Quintile SSE/ groupe d'âge	Distance par rapport aux axes majeurs				
		50 m	100 m	250 m	500 m	1000 m
Sociale	1	0	378	3 317	3 671	5 031
	2	574	1 394	2 222	8 966	17 079
	3	1 293	2 990	8 863	17 233	28 155
	4	509	2 783	17 956	26 716	33 524
	5	719	4 291	17 043	21 340	25 210
Option A (indice combiné)	1	574	1 007	4 545	9 165	16 075
	2	341	2 453	7 223	16 614	25 507
	3	509	4 066	18 237	28 193	33 379
	4	952	1 302	2 634	4 091	8 683
	5	719	3 008	16 762	19 863	25 355
Option B (indice combiné)	1	341	1 636	8 449	11 968	20 145
	2	1 083	2 333	6 341	14 445	22 922
	3	0	1 236	7 171	12 230	14 758
	4	952	2 025	9 659	17 057	21 981
	5	719	4 606	17 781	22 226	29 193
Population	0 à 4 ans	110	425	1 860	3 010	4 590
	5 à 9 ans	130	445	1 990	3 205	5 180
	10 à 19 ans	290	1 000	4 450	7 195	10 770
	20 à 59 ans	1 900	7 290	29 380	45 370	63 375
	60 ans et plus	685	2 705	11 645	19 160	24 975
	Total	3 115	11 865	49 325	77 940	108 890

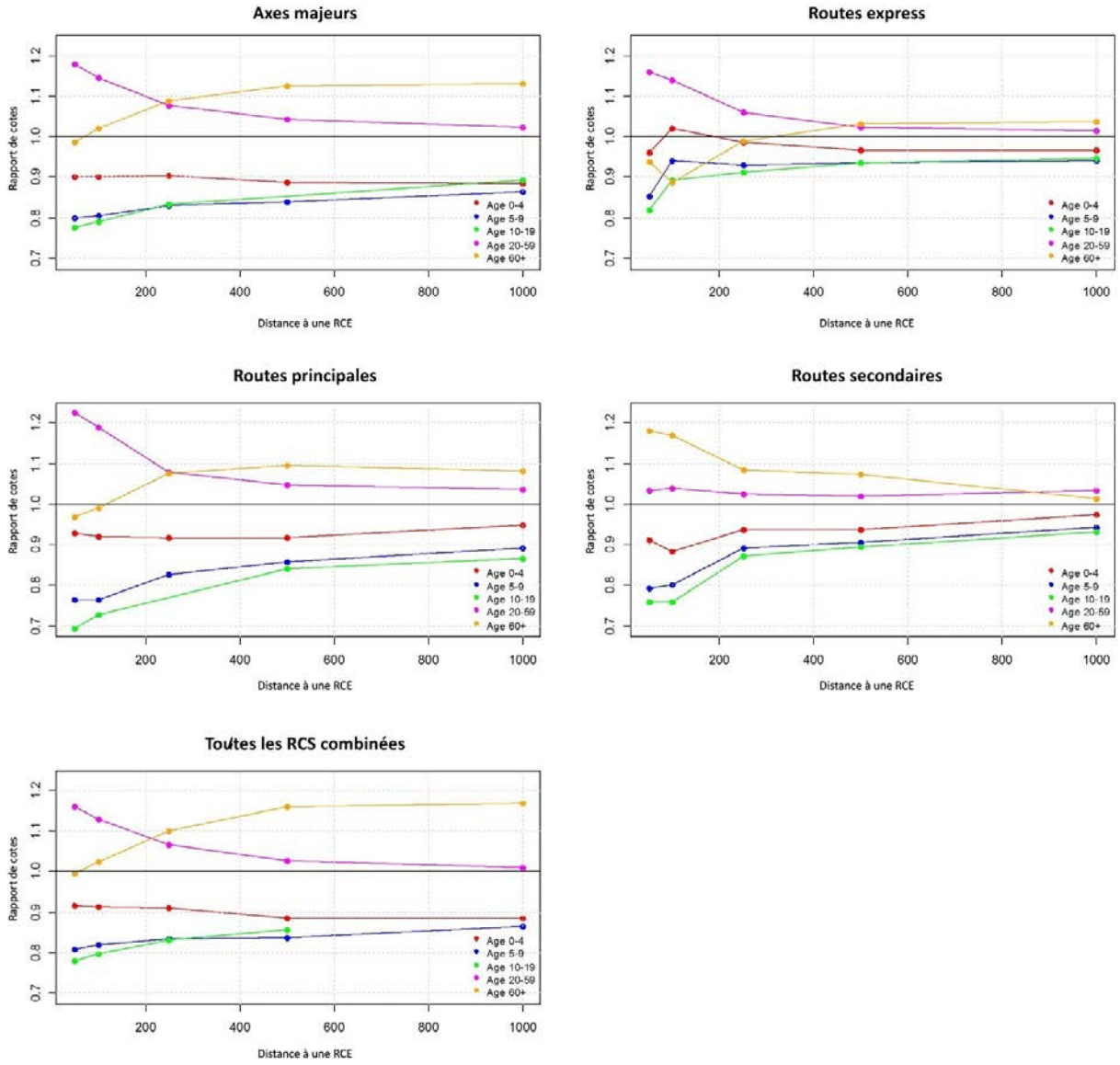
2. Population générale en 2016

Variable d'indice SSE	Quintiles				
	1	2	3	4	5
Matérielle	48 035	50 299	57 832	47 800	60 329
Sociale	35 293	76 063	75 418	51 047	26 474
Option A – indice combiné	38 387	75 590	42 189	72 797	35 332
Option B – indice combiné	43 875	66 710	61 039	51 306	41 365
Groupes d'âge	**0 à 4 ans**	**5 à 9 ans**	**10 à 19 ans**	**20 à 59 ans**	**60 ans et plus**
	12 395	13 985	27 480	147 790	62 520

Remarques : Le DR 1001 comprend la région de St. John's. Des données comparables sont disponibles pour les 484 AD qui constituent la DR 1001 et tous les types de routes. Les mêmes données sont disponibles pour toutes les AD canadiennes. Les différences entre les chiffres de la population totale et les chiffres par groupes d'âge ou quintiles de SSE sont imputables à l'arrondissement et aux données manquantes dans le jeu de données sous-jacent.

B.2. Analyse par groupe d'âge

FIGURE B1: Estimations des RC par distance (en mètres) par rapport aux RCE pour l'analyse par groupe d'âge. Le groupe d'âge de référence est formé de tous les groupes combinés, à l'exception du groupe d'âge à l'étude.



B.3. Indice de défavorisation – données et analyses supplémentaires

TABLEAU B2: Chiffres de la population nationale, provinciale et territoriale par quintile de l'Indice de défavorisation de l'INSPQ – option B

Province et territoire	Option B (indice combiné) – Population par quintile[a]					Total
	1	2	3	4	5	
Canada	**6 541 021**	**6 931 323**	**7 209 166**	**6 292 842**	**6 637 608**	**33 611 960**
Ontario	2 773 973	2 860 149	2 623 280	2 123 453	2 599 940	12 980 795
Alberta	1 270 500	873 632	763 002	553 658	405 770	3 866 562
Québec	888 193	1 354 522	1 628 492	1 750 012	2 105 521	7 726 740
Colombie-Britannique	797 540	992 945	1 206 575	876 077	567 724	4 440 861
Saskatchewan	301 977	205 259	187 185	176 701	165 348	1 036 470
Manitoba	261 294	228 120	247 916	213 517	245 056	1 195 903
Nouvelle-Écosse	91 795	156 371	171 237	219 851	251 742	890 996
Nouveau-Brunswick	69 879	110 089	146 631	210 575	184 343	721 517
Terre-Neuve-et-Labrador	56 867	88 607	172 280	115 877	70 117	503 748
Île-du-Prince-Édouard	12 776	40 933	26 784	28 827	26 442	135 762
Territoires du Nord-Ouest	10 074	6 590	11 146	7 758	5 619	41 187
Yukon	6 153	11 419	6 740	5 300	5 863	35 475
Nunavut	0	2 687	17 898	11 236	4 123	35 944

[a] Les données du recensement de 2016 ont été utilisées pour faire les analyses. Les chiffres de population peuvent varier lorsqu'ils sont désagrégés par quintiles en raison des informations manquantes au niveau de l'aire de diffusion (AD) de recensement.

L'option A de l'Indice de défavorisation (figure 1, section 2.3) produit des quintiles de tailles différentes, avec des caractéristiques sociales et matérielles distinctes comparativement à l'option B. L'option A crée une population de référence (quintile 3) qui est généralement plus défavorisée sur la dimension sociale (p. ex. scolarité) et moins défavorisée sur la dimension matérielle (p. ex. revenu), comparativement au quintile 4. En revanche, le quintile de référence pour l'option B est moins favorisé que le quintile 4 sur les deux dimensions – sociales et matérielles. Le tableau B3 montre les résultats pour le regroupement des routes à circulation élevée (RCE) de DMTI (c.-à-d. CCR 1 à 4). Les RC estimés pour les quintiles 1, 2 et 4 sont significativement inférieurs à 1 pour toutes les distances tampons. À 250 m et 500 m, la chance d'appartenir au quintile le plus défavorisé (quintile 5) est considérablement plus grande que la chance d'appartenir au groupe de référence. Les résultats des quintiles 1, 2 et 5 cadrent généralement avec les résultats des indices de défavorisation matérielle et sociale (non indiqués dans le présent rapport), tandis que les résultats du quintile 4 varient. Compte tenu des valeurs obtenues pour les indices de défavorisation et les indices matériaux et sociaux, l'option B semble offrir une combinaison plus équilibrée de quintiles pour les dimensions sociales et matérielles en comparaison au groupe de référence (c.-à-d. quintile 3) que l'option A.

Les estimations des RC du quintile 4 s'écartent des résultats obtenus pour les indices matériels et sociaux, et semblent paradoxales. Cette divergence est possiblement associée au regroupement utilisé dans l'option A (voir la section 2.3), qui crée des groupes de tailles différentes. Le quintile 3 combiné pour l'option A (ci-après appelé quintile 3A) comprend des populations qui sont généralement plus défavorisées au plan social et moins défavorisées au plan matériel comparativement au quintile 4A. Par exemple, et d'après les variables utilisées pour les indices, on

pourrait s'attendre à ce que les individus dans le quintile 3A aient une scolarité et un revenu plus élevés et une plus forte propension à vivre seuls ou à être divorcés, tandis que les individus dans le quintile 4A se caractérisent par des familles à plus faible revenu. Même si les résultats indiquent que l'option B a donné lieu à un groupe de référence central plus équilibré (combinant les indices sociaux et matériels) que l'option A, des analyses supplémentaires sont nécessaires pour évaluer la pertinence des regroupements du point de vue de l'association entre le SSE et la proximité aux RCE.

TABLEAU B3: Rapports des cotes pour l'association entre les quintiles de défavorisation de l'Indice de défavorisation de l'INSPQ (option A) et la distance par rapport aux routes au Canada – groupe de référence du SSE : quintile moyen – type de route : toutes les RCE combinées, DMTI

Distance par rapport à la route	Quintile[a,b]	RC[c]	Intervalle de confiance à 95 %[c]		Valeur de *p*
			Inférieur	Supérieur	
50 m	1	0,27	0,20	0,35	< 0,0001
	2	0,36	0,29	0,43	< 0,0001
	4	0,36	0,29	0,44	< 0,0001
	5	0,94	0,77	1,15	0,5396
100 m	1	0,21	0,17	0,25	< 0,0001
	2	0,32	0,28	0,36	< 0,0001
	4	0,36	0,33	0,40	< 0,0001
	5	1,06	0,93	1,22	0,3769
250 m	2	0,32	0,30	0,35	< 0,0001
	4	0,40	0,35	0,45	< 0,0001
	5	1,23	1,07	1,41	0,0026
500 m	1	0,20	0,17	0,24	< 0,0001
	2	0,33	0,29	0,37	< 0,0001
	4	0,35	0,29	0,42	< 0,0001
	5	1,40	1,12	1,76	0,0034
1000 m	2	0,21	0,17	0,26	< 0,0001

[a] 1 – le plus élevé (le moins défavorisé), 2 – moyen supérieur, 3 – moyen, 4 – moyen inférieur et 5 – le plus faible (le plus défavorisé)

[b] Les estimations manquantes pour certains quintiles correspondent aux cas où les modèles ne convergeaient pas.

[c] Arrondi à la deuxième décimale. Les valeurs en gras représentent des RC significatifs (niveau de signification : 5 %).

Les analyses s'appuyant sur l'option A pour les routes principales, les routes secondaires et les axes majeurs (non présentées) sont pour la plupart comparables aux analyses pour toutes les RCE combinées. Les RC estimés pour les routes express indiquaient qu'en général, pour les populations qui vivent près d'une route express comparativement à celles qui vivent plus loin, la chance de faire partie des quintiles 1, 2 et 4 était statistiquement plus faible que la chance de faire partie de la population de référence. Dans le cas du quintile 5, l'estimation du RC pour la distance tampon de 50 m était elle aussi statistiquement inférieure à 1, mais les RC estimés n'étaient pas significatifs pour les autres distances tampons. Dans l'ensemble, les résultats relatifs aux routes express indiquent que dans le cas des populations vivant à moins de 50 m d'une route express comparativement à celles vivant plus loin, la chance de faire partie d'un quintile moins défavorisé ou plus défavorisé était toujours plus faible que la chance de faire partie du groupe de référence. Des analyses supplémentaires, qui dépassent la portée du présent rapport, sont nécessaires pour élucider ces résultats.

ANNEXE C: PROXIMITÉ DES ÉCOLES ET DES ÉTABLISSEMENTS DE SOINS DE LONGUE DURÉE AUX ROUTES À CIRCULATION ÉLEVÉE AU CANADA : RÉSULTATS SUPPLÉMENTAIRES

TABLEAU C1: Nombre et pourcentage d'établissements d'enseignement non destinés aux adultes (excluant les universités) situés dans un rayon de 100 m et de 200 m de routes à circulation élevée, pour les divisions de recensement ayant le plus grand nombre d'établissements d'enseignement

Division de recensement		Nombre total d'établissements d'enseignement	Nombre (et pourcentage) d'établissements d'enseignement dans les zones tampons	
			100 m	200 m
3520	Toronto, Ont.	799	218 (27)	360 (45)
5915	Greater Vancouver, C.-B.	667	229 (34)	352 (53)
2466	Montréal, Qc	552	140 (25)	260 (47)
4811	Division No. 11 (Edmonton), Alb.	523	102 (20)	196 (37)
4806	Division No. 6 (Calgary), Alb.	495	214 (43)	285 (58)
3519	York, Ont.	365	86 (24)	138 (38)
3506	Ottawa, Ont.	353	99 (28)	155 (44)
3521	Peel, Ont.	351	83 (24)	148 (42)
4611	Division No. 11 (Winnipeg), Man.	300	83 (28)	147 (49)
3530	Waterloo, Ont.	220	71 (32)	112 (51)
3518	Durham, Ont.	202	47 (23)	75 (37)
3526	Niagara, Ont.	177	69 (39)	94 (53)
3525	Hamilton, Ont.	165	26 (16)	51 (31)
3543	Simcoe, Ont.	156	55 (35)	79 (51)
3524	Halton, Ont.	153	41 (27)	79 (52)
3539	Middlesex, Ont.	147	48 (33)	67 (46)
4802	Division No. 2 (Lethbridge), Alb.	139	36 (26)	57 (41)
2423	Ville de Québec, Qc	139	30 (22)	51 (37)
1209	Halifax, N.-É.	135	33 (24	61 (45)
5917	Capital, C.-B.	134	37 (28)	68 (51)
5909	Fraser Valley, C.-B.	134	39 (29)	56 (42)
2458	Longueuil, Qc	119	50 (42)	80 (67)
4808	Division No. 8 (Red Deer), Alb.	117	36 (31)	52 (44)
3537	Essex, Ont.	115	41 (36)	53 (46)
1001	Division No. 1 (Avalon), T.-N.-L.	110	44 (40)	66 (60)

Alb. : Alberta; C.-B. : Colombie-Britannique; Man. : Manitoba; N.-É. : Nouvelle-Écosse; Ont. : Ontario; Qc : Québec; T.-N.-L. : Terre-Neuve-et-Labrador

Source : DMTI, couche : éducation

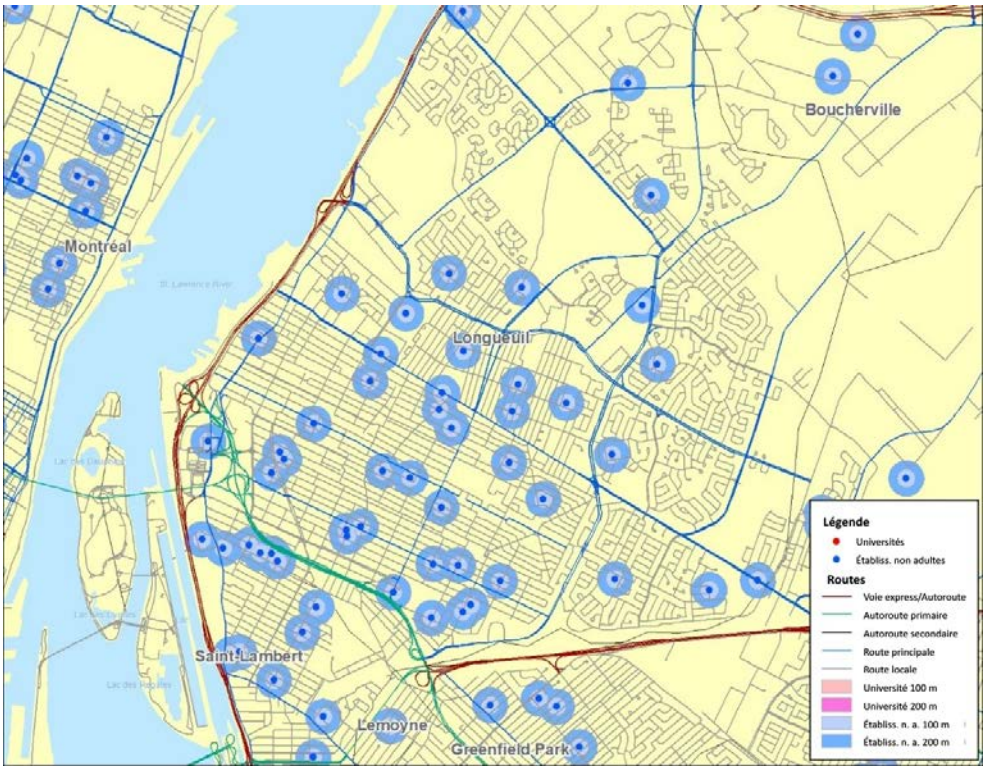
TABLEAU C2: Nombre et pourcentage d'établissements d'enseignement non destinés aux adultes (excluant les universités) situés dans un rayon de 100 m et de 200 m de routes à circulation élevée, dans les régions métropolitaines de recensement comptant au moins 50 établissements d'enseignement

Nom et numéro des RMR		Nombre total d'établissements d'enseignement	Établissements d'enseignement à l'intérieur des zones tampons			
			<100 m		<200 m	
			Nombre	%	Nombre	%
535	Toronto, Ont.	1 707	445	26	736	43
462	Montréal, Qc	1 084	331	31	569	52
933	Vancouver, C.-B.	667	229	34	352	53
835	Edmonton, Alb.	479	87	18	162	34
825	Calgary, Alb.	441	195	44	261	59
505	Ottawa, Ont	378	107	28	169	45
602	Winnipeg, Man.	339	96	28	166	49
537	Hamilton, Ont.	231	39	17	85	37
421	Québec, Qc	196	46	23	73	37
541	Kitchener – Cambridge – Waterloo, Ont.	189	65	34	101	53
555	London, Ont.	164	49	30	76	46
539	St. Catharines – Niagara, Ont.	161	66	41	88	55
205	Halifax, N.-É.	135	33	24	61	45
532	Oshawa, Ont.	124	30	24	48	39
935	Victoria, C.-B.	122	33	27	62	51
559	Windsor, Ont.	91	31	34	41	45
505	Gatineau, Qc	89	23	26	37	42
932	Abbotsford – Mission, C.-B.	79	26	33	32	41
433	Sherbrooke, Qc	72	28	39	43	60
001	St. John's, T.-N.-L.	70	28	40	43	61
810	Lethbridge, Alb.	67	18	27	34	51
521	Kingston, Ont.	64	22	34	37	58
568	Barrie, Ont.	64	26	41	39	61
310	Saint John, N.-B.	57	19	33	24	42
529	Peterborough, Ont.	57	16	28	31	54
915	Kelowna, C.-B.	57	13	23	26	46
580	Greater Sudbury, Ont.	56	10	18	19	34
595	Thunder Bay, Ont.	56	17	30	30	54
408	Saguenay, Qc	55	18	33	24	44
442	Trois-Rivières, Qc	52	13	25	25	48
225	Cape Breton, N.-É.	51	16	31	25	49
830	Red Deer, Alb.	50	14	28	21	42
970	Prince George, C.-B.	50	24	48	34	68

Alb. : Alberta; C.-B. : Colombie-Britannique; Man. : Manitoba; N.-B. : Nouveau-Brunswick; N.-É. : Nouvelle-Écosse; Ont. : Ontario; Qc : Québec; T.-N.-L. : Terre-Neuve-et-Labrador

Source : DMTI, couche : éducation

FIGURE C1: Routes à circulation élevée situées dans un rayon de 100 m et 200 m d'établissements d'enseignement non adultes (établiss. n. a.) à Longueuil, au Québec. Source : DMTI, couche : éducation



Source : DMTI, couche : éducation