

Accident de la route au travail : qu'en est-il des travailleurs piétons?

Marie-Soleil Cloutier
Sylvanie Godillon
Daniel Lafond
Alexandre Marois
Nicolas Saunier
François Vachon

RAPPORTS
SCIENTIFIQUES

R-1143-fr



NOS RECHERCHES travaillent pour vous !

Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

Mission

Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes;

Assurer la diffusion des connaissances et jouer un rôle de référence scientifique et d'expertise;

Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail.

Pour en savoir plus

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement. www.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement :

- au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par l'Institut et la CNESST (preventionautravail.com)
- au bulletin électronique [InfoIRSST](#)

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2022
ISBN 978-2-89797-188-5 (PDF)

© Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, 2022

IRSST - Direction des communications, de la veille et de la mobilisation des connaissances
505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : 514 288-1551
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca

Accident de la route au travail : qu'en est-il des travailleurs piétons?

Marie-Soleil Cloutier¹, Sylvanie Godillon¹, Daniel Lafond²,
Alexandre Marois³, Nicolas Saunier⁴, François Vachon³

1. Institut national de la recherche scientifique
2. Thales Recherche et Technologie Canada
3. Université Laval
4. Polytechnique de Montréal

RAPPORTS
SCIENTIFIQUES

R-1143-fr



Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document.

En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information.

Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle.

Cette publication est disponible en version PDF sur le site Web de l'IRSST.



ÉVALUATION PAR DES PAIRS

Conformément aux politiques de l'IRSST, les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

REMERCIEMENTS

L'équipe de recherche tient à remercier :

- le programme Mitacs Accélération pour le financement complémentaire;
- le comité de suivi de l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) pour ces précieuses remarques et commentaires sur le projet, ainsi que pour leur aide dans le recrutement des participants;
- M. Patrice Duguay de l'IRSST pour son aide inestimable dans l'obtention des données appariées entre la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) et la Commission des normes, de l'équité salariale, de la santé et la sécurité du travail (CNESST);
- le Service de police de la Ville de Montréal (SPVM) et le Service de police de la Ville de Québec (SPVQ) pour leur soutien pour le recrutement des policiers participants;
- les policiers observés et interrogés dans le cadre de la collecte de données;
- les signaleurs interrogés dans le cadre de la collecte de données;
- les stagiaires qui ont collecté les données : César Tartari, Simone Moretti et Robert Jennings (Institut national de la recherche scientifique (INRS) : équipe de Montréal), Laura Barrachina et Yvette Ishimo (Université Laval et Thales : équipe de Québec), et Frédéric Bataille (INRS : entrevues auprès des travailleurs piétons);
- les stagiaires qui ont réalisé des analyses et rédigé des parties du rapport, Simone Moretti (INRS), Cinda Hamdane (INRS) et Félix Riopel (INRS).

SOMMAIRE

Les travailleurs piétons (comme les signaleurs, les brigadiers scolaires, les facteurs) occupent des emplois qui s'effectuent à pied sur le réseau routier. Ils sont à pied pour de courts moments, par exemple pour faciliter la circulation ou encore effectuer des réparations (comme les travailleurs de la construction, les policiers, les employés de voiries), ou ils passent fréquemment de leur véhicule à la rue (comme les livreurs ou les éboueurs). L'ensemble de ces travailleurs a la caractéristique commune d'être en interaction avec plusieurs usagers de la route lorsque sur la route en tant que piéton, mais aussi avec des riverains et des passants, tous modes de transport confondus.

Les travailleurs piétons constituent un sous-groupe vulnérable aux accidents routiers au travail, mais leur exposition est peu documentée dans la littérature scientifique. Cette recherche vise à mieux comprendre les déterminants et les circonstances des accidents de la route au travail impliquant des travailleurs piétons.

La méthodologie s'appuie sur l'utilisation de plusieurs méthodes pour mieux comprendre les accidents passés (analyse statistique et spatiale des rapports d'accident); pour observer les travailleurs piétons (collecte de données physiologiques auprès de 19 policiers dans la circulation et observation non participante de leur travail); pour analyser les environnements de travail (collecte de données vidéo et relevé de l'environnement bâti sur 39 sites de travail) et pour comprendre les perceptions des travailleurs (entrevues semi-dirigées et postcollecte avec chacun des policiers participants et avec trois signaleurs, au téléphone ou en personne).

Les résultats de notre analyse des rapports d'accident de la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) et de la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST) ont montré que les facteurs principaux associés aux accidents de la route au travail impliquant un piéton étaient l'inattention et la distraction. Ces données proviennent du jugement du policier responsable du rapport d'accident lors d'un accident de la route au travail (ART) (c.-à-d. celui qui s'est rendu sur place). Majoritairement, lors de l'accident, le piéton travaillait sur la chaussée ou traversait la rue. Concernant les conditions de travail des travailleurs piétons, nous avons démontré que les mesures du stress prises sur le terrain différaient selon le type de site de travail dans lequel les tâches de circulation étaient effectuées : les sites plus complexes sont associés à de plus hauts niveaux de stress. En lien avec les indicateurs d'insécurité mesurés par vidéo, des comparaisons multiples ont montré que les sites de travail plus complexes étaient associés aux pires niveaux de sécurité (temps postempiètement [PET] et temps à la collision [TTC]) plus bas, distances et vitesses plus élevées) et à des niveaux de stress variables selon l'indicateur de sécurité. Finalement, les travailleurs piétons interrogés estiment que le risque est accentué lorsque les distances entre les véhicules sont petites et que la vitesse est élevée. Selon eux, le risque d'être impliqué dans un accident est important, car ils ne sont pas vus par les automobilistes, qui sont souvent distraits (cellulaire, autres tâches pendant qu'ils conduisent). Les entrevues ont démontré d'importantes différences entre les policiers et les signaleurs, les seconds étant moins bien considérés par les employeurs et les usagers de la route. Selon nos participants, les risques d'accident sont plus importants pour les signaleurs ou installateurs (de signalisation) que pour les policiers en raison du respect de l'uniforme du policier et des différentes tâches réalisées : les signaleurs gèrent le chantier et les policiers améliorent la fluidité autour du chantier.

L'analyse approfondie des conditions de travail des travailleurs piétons a mené à des propositions pour améliorer les conditions de travail, en particulier concernant l'organisation du travail (horaire, lieux, etc.). Ainsi, grâce à cette recherche, des employeurs et des travailleurs piétons disposent de données et résultats qui peuvent être utilisés à des fins de formation et de prévention.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	i
SOMMAIRE	iii
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES FIGURES	ix
LISTE DES ACRONYMES, SIGLES ET ABRÉVIATIONS	xi
1. INTRODUCTION	1
2. ÉTAT DES CONNAISSANCES	2
2.1 Sécurité routière des travailleurs piétons	2
2.1.1 Les accidents piétons parmi les ART.....	2
2.1.2 Caractéristiques des accidents routiers au travail impliquant un piéton	3
2.1.3 Mesures et prévention pour limiter les risques d'accident	5
2.1.4 Mesures substituts de la sécurité routière	7
2.2 Stress et travail.....	8
2.3 Synthèse des lacunes dans l'état des connaissances	9
3. OBJECTIFS DE RECHERCHE	11
4. MÉTHODOLOGIE	13
4.1 Base de données sur les ART.....	13
4.2 Collecte de données auprès de travailleurs piétons.....	13
4.2.1 Recrutement des participants	13
4.2.2 Collecte de données sur le stress physiologique et autorapporté	15
4.2.3 Collecte de données sur les conflits (vidéo)	18
4.2.4 Collecte de données sur les environnements de travail	20
4.2.5 Collecte des perceptions de travailleurs piétons par entrevue	23
4.3 Analyse des données	23
4.3.1 Analyses statistiques et spatiales des accidents routiers au travail impliquant un piéton.....	23
4.3.2 Analyses statistiques des données collectées.....	24
4.3.3 Analyse qualitative du stress ressenti par les travailleurs piétons	26
5. RÉSULTATS	27
5.1 Accidents routiers au travail impliquant un piéton (2000-2016).....	27
5.1.1 Description des ART impliquant des piétons	27
5.1.2 Causes principales des ART.....	28

5.1.3	Localisation des ART	29
5.1.4	Localisation des décès et blessés graves.....	35
5.2	Analyse des données collectées auprès des policiers	36
5.2.1	Description des données	36
5.2.2	Stress autorapporté et physiologique	38
5.2.3	Stress et environnement	39
5.2.4	Stress et conflits de trafic.....	40
5.2.5	Conflits de trafic et environnement	41
5.3	Stress ressenti par les policiers et les signaleurs : propos tenus lors des entretiens.....	43
5.3.1	Retours sur la collecte de données.....	43
5.3.2	Perceptions du stress	43
5.3.3	Perceptions des tâches professionnelles.....	44
5.3.4	Perceptions des contacts avec la circulation et le risque routier	44
5.3.5	Pistes d'amélioration selon les policiers et les signaleurs	45
6.	DISCUSSION	47
6.1	Portée des résultats et discussion.....	47
6.2	Limites et défis de la méthodologie	49
6.2.1	Limites méthodologiques	49
6.2.2	Défis concernant le recrutement des participants et la collecte.....	50
6.2.3	Défis concernant le protocole de recherche et le matériel.....	51
6.3	Applicabilités des résultats	51
7.	CONCLUSION.....	54
7.1.1	Retombées des résultats	54
7.1.2	Pistes de recherches futures	54
	BIBLIOGRAPHIE	57
	ANNEXE A : LETTRE D'INFORMATION ET FORMULAIRE DE CONSENTEMENT.....	61
	ANNEXE B : GRILLE D'OBSERVATION DU DÉROULEMENT DE LA JOURNÉE	63
	ANNEXE C : GRILLE D'OBSERVATION DU SITE	65
	ANNEXE D : GUIDE D'ENTREVUE AUPRÈS DES POLICIERS	68
	ANNEXE E : GUIDE D'ENTREVUE AUPRÈS DES SIGNALEURS	70

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Description des 19 participants parmi les policiers piétons	14
Tableau 2.	Description des données collectées sur les travailleurs (toutes les 15 minutes).....	17
Tableau 3.	Description des mesures de stress autorapportées	18
Tableau 4.	Description des indicateurs de conflit.....	20
Tableau 5.	Grille de collecte de données sur les environnements	21
Tableau 6.	Variables et modalités pour la création des groupes.....	23
Tableau 7.	Répartition des ART piétonniers au Québec selon la municipalité et comparaison relativement à la population.....	33
Tableau 8.	Répartition des ART impliquant un piéton selon les régions administratives du Québec et comparaison avec la population	34
Tableau 9.	Description des groupes de site de travail.....	37
Tableau 10.	Analyses de variance (ANOVA) entre le stress ancré dichotomisé et les mesures physiologiques du stress	38
Tableau 11.	Corrélations de Pearson entre les conflits et le stress	41
Tableau 12.	Analyses de variance entre les mesures de circulation et de sécurité et les quatre groupes des sites de travail.....	42
Tableau 13.	Synthèse des pistes d'amélioration	53

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Modèles et hypothèses en lien avec les objectifs de l'étude.....	12
Figure 2.	Présentation de la collecte de données auprès de travailleurs piétons.....	15
Figure 3.	Synthèse des analyses statistiques réalisées.	25
Figure 4.	Évolution du nombre d'accidents entre 2000 et 2016.	27
Figure 5.	Proportions d'ART impliquant un travailleur piéton selon la cause principale de l'accident entre 2000 et 2016.	28
Figure 6.	ART à travers le Québec entre 2000 et 2016.....	29
Figure 7.	Répartition des ART piétonniers selon le type de rue au lieu de l'accident entre 2000 et 2016.	30
Figure 8.	Densité Kernel des ART impliquant des travailleurs piétons dans la région de Montréal (A) et au centre-ville de Montréal (B) entre 2000 et 2016.	31
Figure 9.	Localisation des blessures graves et des décès impliqués lors des ART des travailleurs piétons au Québec (A) et dans la communauté métropolitaine du grand Montréal (B) de 2000 à 2016.....	36
Figure 10.	Corrélations entre stress autorapporté et variables environnementales.	39
Figure 11.	Moyennes observées des mesures de stress.	40
Figure 12.	Synthèse des analyses statistiques significatives.	48

LISTE DES ACRONYMES, SIGLES ET ABRÉVIATIONS

APSAM :	Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail
ART :	Accident de la route au travail
ANOVA :	Analyse de variance
CNESST :	Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail
IRSST :	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail
FC :	Fréquence cardiaque
FR :	Fréquence respiratoire
MANOVA :	Analyse de variance multivariée
PET :	Temps postempiètement
SAAQ :	Société de l'assurance automobile du Québec
SCA :	Stress cumulatif ancré
SCAD :	Stress cumulatif ancré dichotomisé
SRC :	Stress ressenti cumulatif
TCT :	Technique des conflits de trafic
TTC :	Temps à la collision
VFC :	Variation de la fréquence cardiaque

1. INTRODUCTION

Les travailleurs piétons ne sont pas dans un véhicule, mais travaillent directement sur la chaussée. Ils occupent des emplois qui s'effectuent à pied sur le réseau routier (comme les signaleurs, les brigadiers scolaires, les facteurs), ils sont à pied pour de courtes périodes, par exemple pour faciliter la circulation ou encore effectuer des réparations (comme les travailleurs de la construction, les policiers, les employés de voiries), ou ils passent fréquemment de leur véhicule à la rue (comme les livreurs ou les éboueurs). L'ensemble de ces travailleurs a la caractéristique commune d'être en interactions avec plusieurs usagers de la route lorsque sur la route en tant que piéton, mais aussi avec des riverains et des passants, tous modes de transport confondus.

Selon une étude datant de 2013 (Pignatelli, Bellavance et Duguay, 2013), les travailleurs piétons constituent un sous-groupe vulnérable aux accidents routiers au travail (ART). Par contre, nous en savons très peu sur ces travailleurs piétons, mis à part le fait qu'ils sont exposés quotidiennement non seulement au risque d'accident routier, mais aussi à des niveaux de stress et d'insécurité importants. Ces différentes expositions sont peu documentées dans la littérature scientifique et les mesures de ces expositions ne sont pas non plus mises en relation.

Cette recherche tente de mieux comprendre les déterminants et les circonstances des ART impliquant des travailleurs piétons en s'attardant en particulier à deux approches : celle qui relie le travail (en termes de tâches à effectuer et d'environnement de travail) et le stress, et celle qui s'intéresse aux conflits de trafic, révélateur d'insécurité routières. Elle vise ainsi à étudier les relations entre les environnements de travail, les situations à risque d'accident routier et les niveaux de stress que les travailleurs piétons expérimentent. La méthodologie s'appuie sur l'utilisation de plusieurs méthodes pour observer les travailleurs piétons (collecte de données physiologiques, observation), pour analyser les environnements de travail (collecte de données vidéo et relevé de l'environnement bâti sur les sites de travail) et pour comprendre les perceptions de ces travailleurs (collecte de données au cours d'une journée de travail, entrevues postcollecte). Par ailleurs, notre équipe pluridisciplinaire permet de combiner des expertises en psychologie (stress et réponses physiologiques), géographie (environnement de travail et perception) et ingénierie (analyse données vidéo) de façon à assurer la cohérence et la complémentarité des diverses composantes de cette étude.

L'analyse approfondie des conditions de travail des travailleurs piétons sous les angles proposés mènera à des propositions pour améliorer les conditions de travail, en particulier concernant l'organisation du travail (horaire, lieux, etc.). De plus, à la suite de cette recherche, des employeurs et des travailleurs piétons disposeront de données et résultats qui pourraient être utilisés à des fins de formation et de prévention.

2. ÉTAT DES CONNAISSANCES

Les différents environnements de travail des travailleurs piétons sont synonymes d'interactions importantes, incluant celles avec d'autres travailleurs (dans des véhicules), mais aussi celles avec des individus utilisant les autres modes de transport (automobile, vélo, piéton, etc.). Cela implique que ces travailleurs piétons sont exposés à des situations dangereuses en termes de risque d'accident routier, et à des niveaux de stress et d'insécurité importants. Nous proposons dans cette section un état des connaissances sur trois points-clés de la recherche : les accidents de la route au travail en tant que piéton, le lien entre stress et travail et les situations de conflits et d'interactions entre les différents usagers de la route.

2.1 Sécurité routière des travailleurs piétons

Il existe deux grandes catégories de méthodes pour étudier la sécurité routière. La première, l'approche traditionnelle, repose sur l'étude des données d'accident, généralement disponibles sous forme de rapports remplis après l'occurrence d'un accident, par exemple par des policiers. La seconde approche ne dépend pas de l'occurrence d'un accident, et repose, à la place, sur l'observation de la circulation et des interactions entre les usagers et le calcul de mesures substituts de la sécurité. Les études des conflits de trafic font partie de la seconde catégorie.

La grande majorité des connaissances sur la sécurité routière provient généralement de l'analyse des accidents et un résumé est présenté dans les trois sous-sections. La dernière sous-section présente les mesures substituts de la sécurité routière qui peuvent être utilisées pour étudier la sécurité des travailleurs piétons.

2.1.1 Les accidents piétons parmi les ART

Les accidents de la route survenus au travail représentent entre 20 % et 40 % des accidents mortels dans la plupart des pays industrialisés (Boufous et Williamson, 2009). Il est démontré que les accidents de la route sont la principale cause de traumatismes et de décès liés au travail aux États-Unis, au Royaume-Uni, en France et en Australie (Haworth, Tingvall et Kowadlo, 2000; Pratt, 2001). Au total, 1,7 travailleur pour 100 000 est tué dans un accident de la route en lien avec le travail (Mitchell, Driscoll et Healey, 2004).

Au niveau international, il n'y a pas de définition standard de ce qui est considéré comme un ART. Cette définition varie de manière importante si les accidents survenus entre le domicile et le travail sont pris en considération : au Canada et aux États-Unis, les accidents lors du trajet domicile-travail sont exclus de la définition des ART, alors qu'en France, les accidents de trajet et les accidents de mission sont distincts (Charbotel, Chiron, Martin et Bergeret, 2001).

La revue de la littérature sur les ART réalisée par Messier, Bellavance et Duguay (2013) montre que la problématique spécifique des travailleurs piétons est peu documentée. Pourtant, un certain nombre de travaux montrent qu'ils constituent un sous-groupe important de victimes sur les routes. Dans l'État de New York, ils représentaient 15 % des blessés graves et 40 % des décès pour les ART survenus sur les chantiers autoroutiers entre 1993 et 1997 (Bryden et Andrew, 1999; Mohan et Zech, 2005). Dans l'État du Wisconsin, la moitié des victimes piétonnes étaient des signaleurs routiers (Yu, Zhu, Ma et Liang, 2013). Aux États-Unis, entre 1980 et 1992, une large part des décès par accident avec un véhicule étaient des piétons (40 %), le secteur de la construction représentant plus du quart de ces tués et 6 % de ces piétons tués étaient des

signaleurs ou des inspecteurs en fonction (Ore et Fosbroke, 1997). En utilisant les données d'accidents de travail (*Census of Fatal Occupational Injuries*) (Pollack, Griffin, Ringen et Weeks, 1996) montrent que les travailleurs piétons représentent 35 % des décès liés au travail aux États-Unis.

Le rapport québécois de Pignatelli et ses collaborateurs (2013) sur les accidents ayant mené à une indemnisation de la CNESST (anciennement CSST) entre 2000 et 2008 présente aussi les travailleurs piétons comme l'un des sept sous-groupes de victimes d'ART, représentant 6 % des travailleurs impliqués dans un ART, contre 83 % pour les conducteurs et 11 % pour les passagers. Les travailleurs piétons (incluant les signaleurs et les autres travailleurs sur la chaussée) sont donc un sous-groupe important de victimes au Québec aussi.

2.1.2 Caractéristiques des accidents routiers au travail impliquant un piéton

2.1.2.1 Âge, sexe et types d'emplois des victimes

L'analyse des ART au Québec entre 2000 et 2008 est un des rares documents qui fournit des informations sur ce sous-groupe de victimes (Pignatelli *et al.*, 2013). L'âge moyen dans le groupe est de 40 ans et le pourcentage de travailleurs de 55 ans ou plus (17 %) est plus élevé que la moyenne des ART (11 %). La part des hommes/femmes quant à elle est similaire à celle de l'ensemble des ART. Dans l'analyse des décès liés aux accidents du travail aux États-Unis entre 1980 et 1992, les piétons tués sont à 60 % des femmes, avec une forte proportion parmi les signaleurs, mais cela s'explique possiblement aussi par la plus forte présence de femmes dans ce type d'emplois, en particulier aux États-Unis (Ore et Fosbroke, 1997).

Concernant les types d'emploi, ces travailleurs proviennent des secteurs de l'administration publique (25 %), du commerce (19 %), du transport et entreposage (12 %) ainsi que du secteur des bâtiments et travaux publics (12 %). Les professions les plus représentées sont celles des manutentionnaires (11 %), des camionneurs (7 %) et des gardiens et agents de sécurité (7 %) (Ore et Fosbroke, 1997). Une étude australienne a également démontré cette surreprésentation des travailleurs du secteur des transports et industrie de stockage (15,5 pour 100 000 travailleurs), même si ce taux a diminué entre les périodes 1989-92 et 1982-84 (21,5 pour 100 000 travailleurs) (Mitchell *et al.*, 2004). Au Québec, près du quart des victimes piétonnes sont des camionneurs ou chauffeurs-livreurs, 10 % des policiers ou détectives, 6 % des manœuvres ou manutentionnaires, 5 % des chauffeurs d'autobus, et un peu moins de 3 % sont des personnes spécialisées et auxiliaires des soins infirmiers et thérapeutiques. Les secteurs d'activité les plus représentés sont l'administration publique (22 %), le transport et l'entreposage (20 %), les autres services commerciaux et professionnels (12 %) et les services médicaux et sociaux (10 %) (Pignatelli *et al.*, 2013). Ainsi, les métiers manuels (ouvriers et manœuvres, par exemple) sont davantage représentés dans les ART impliquant des travailleurs piétons.

2.1.2.2 Caractéristiques des ART impliquant des travailleurs piétons

Concernant les circonstances et les lieux des accidents, ils surviennent principalement de jour (81 % entre 8 h et 20 h) et du lundi au vendredi (90 %). Les rues locales sont les lieux les plus fréquents (45 %), ainsi que les routes où la vitesse autorisée est de 60 km/h ou moins (52 %), dans des environnements urbains (résidentiel et commercial : 75 %). Un cinquième des accidents (20 %) se retrouvent aussi dans des stationnements, donc pas nécessairement sur le réseau routier public. Dans la majorité des cas, l'accident est une collision avec un seul véhicule (83 % contre 30 % pour tous les ART) (Pignatelli *et al.*, 2013).

Concernant les véhicules impliqués, les travailleurs piétons sont exposés au risque avec de lourds véhicules (Sorock, Smith et Goldoft, 1993). En effet, aux États-Unis de 1995 à 2002, 32 % des travailleurs piétons ont été heurtés par un camion du chantier et 28 % par un véhicule privé (Stout, Jenkins et Pizatella, 1996). La proximité avec le trafic est un facteur de risque important : aux États-Unis entre 1980 et 1992, près de 80 % des décès des travailleurs piétons de l'industrie de la construction sont en lien avec le trafic routier (Ore et Fosbroke, 1997).

2.1.2.3 Facteurs de risque d'accident

Pour l'ensemble des ART, Stuckey, Lamontagne et Sim (2007) proposent d'analyser les facteurs de risque selon cinq niveaux : le conducteur ou les passagers, le véhicule, la route, l'organisation de l'entreprise, et l'environnement politique (lois et règlements; (Stuckey *et al.*, 2007). Leurs résultats montrent que le risque d'accident est plus élevé pour les travailleurs les plus jeunes et les plus âgés, pour les hommes, et pour les moins expérimentés. Ainsi, l'expérience semble jouer un rôle dans l'insécurité. La fatigue également puisque le risque est plus fort quand les employés cumulent plusieurs emplois (dans la mesure où cela occasionne de la fatigue), en cas de consommation de drogue-alcool, si l'employé a des problèmes de santé, et en cas de faible quantité et/ou de qualité de sommeil. Au Québec, pour les accidents entre 2000 et 2008, la cause de l'accident est spécifiée dans seulement 85 % des cas, et la moitié a pour cause la « distraction » ou l'« inattention », ce qui est assez général et ne nous dit pas quel protagoniste (le piéton ou les autres usagers impliqués) était « distrait » (Pignatelli *et al.*, 2013).

En plus de statistiques d'accidents, des résultats d'enquête qualitative renseignent sur la perception du danger par les travailleurs eux-mêmes. Les causes rapportées par les travailleurs comme étant des facteurs aggravants sont la distraction, la vitesse excessive, le manque de respect de la part des conducteurs, les zones de travail trop près de la circulation, la mauvaise visibilité ainsi que la fatigue et l'inattention de la part des travailleurs (Davezies et Charbotel, 2005; Debnath, Blackman et Haworth, 2014; Haworth *et al.*, 2000).

La fatigue est donc un élément important pour expliquer de plus fort risque d'accident (Mitchell *et al.*, 2004). La revue de la littérature indique que le sommeil insuffisant, les heures d'éveil ou de travail prolongées et l'environnement routier sont des facteurs qui figurent parmi les principales causes de fatigue (Akerstedt, 2000; Stutts, Wilkins, Scott Osberg et Vaughn, 2003; Thiffault et Bergeron, 2003; Williamson, Feyer et Friswell, 1996).

En lien avec cette fatigue, certains travaux montrent que l'organisation de l'entreprise peut avoir des effets sur le risque routier en cas de mauvaise capacité de l'entreprise à planifier les trajets, ou encore de variation (horaires trop chargés, travail de nuit) et d'instabilité des horaires de travail, reconnu pour augmenter la fatigue (Stuckey *et al.*, 2007). Par exemple, les travailleurs peuvent faire face à des problèmes d'horaires (organisation inflexible, absence de jours de repos consécutifs), des difficultés de communication avec les supérieurs, une faible ancienneté de l'activité, un faible niveau d'éducation et des contraintes physiques au travail (Fort *et al.*, 2010). Ces résultats font bien état du lien entre fatigue, stress et hausse du risque d'accident pour l'ensemble des travailleurs.

2.1.2.4 Gravité des blessures

Concernant la gravité des blessures, 3 % n'ont pas de blessures apparentes (contre 25 % en moyenne pour tous les ART), 75 % ont des blessures légères (contre 65 %), 18 % sont blessés gravement (contre 8 %), et 5 % sont tués (contre 2 %). Les blessures mortelles ou graves représentent ainsi 23 % des accidents impliquant des travailleurs piétons contre 15 % pour tous les travailleurs blessés sur la route. Les travailleurs piétons représentent ainsi le deuxième plus haut taux de blessures graves et de décès et le plus haut montant médian des indemnités de tous les sous-groupes d'accidentés de la route au travail (Pignatelli *et al.*, 2013).

2.1.3 Mesures et prévention pour limiter les risques d'accident

On retrouve aussi des exemples de meilleures pratiques et de programmes de prévention dans les écrits sur les accidents de travailleurs piétons (Debnath *et al.*, 2014; Graham et Burch, 2006). Les mesures sont variées et concernent à la fois l'équipement des travailleurs et/ou des véhicules pour une meilleure visibilité des manœuvres et des mouvements, ainsi que la gestion des chantiers et l'organisation du travail. Les personnes tuées ou blessées sont souvent des travailleurs qui n'ont aucune protection physique face aux véhicules du chantier et face au trafic (Ore et Fosbroke, 1997).

2.1.3.1 Visibilité des travailleurs

Parmi les mesures de prévention, certains auteurs préconisent des vêtements réfléchissants pour le travail de nuit (Sayer et Mefford, 2004; Valentin, Mannering, Abraham et Dunston, 2010), car l'obscurité est un facteur aggravant, particulièrement pour les signaleurs (Arditi, Shi, Ayrancioglu et Lee 2003). Cette préconisation vise à renforcer la visibilité des travailleurs piétons auprès des autres travailleurs, principalement pour les conducteurs d'engins. Pour améliorer l'anticipation des travailleurs quant aux manœuvres des véhicules et des travailleurs piétons, d'autres auteurs préconisent l'installation d'équipements comme des senseurs et caméras pour la prévention des accidents lors de manœuvre de recul sur les chantiers, ou des alarmes pour le conducteur (Park, Marks, Cho et Suryanto, 2015). Si ces mesures peuvent se révéler efficaces au sein d'un chantier lors d'interactions entre travailleurs à pied et véhicules lourds, elles ne réduisent pas le risque pour les accidents en lien avec le trafic routier à proximité du chantier, lorsque les véhicules n'ont pas ce type d'alarme.

2.1.3.2 Zones de chantier

Un consensus semble se dégager indiquant que les zones de chantiers nécessitent d'être mieux gérées pour éviter les accidents de travailleurs piétons (Ore et Fosbroke, 1997), par exemple en augmentant les périmètres de sécurité entre les chantiers et la route. Toutefois, ces mesures ont des coûts pour les employeurs et/ou les gestionnaires des chantiers. Cette problématique économique apparaît clairement dans la littérature sur les travaux de courte durée (comme la réparation de nids de poule) : mettre en place un périmètre de sécurité incluant de la signalisation est alors plus complexe et plus coûteux que la tâche à effectuer elle-même. Devant ce dilemme, les travailleurs et employeurs ne respectent pas toujours les directives de sécurité, ce qui mène à un nombre d'accidents plus élevé et à des blessures plus sévères pour ce type de travaux (Wong, Arico et Ravani, 2011).

Au Québec, des mesures sont déployées afin d'inciter les conducteurs à respecter les limites de vitesse à proximité des espaces de chantiers pour renforcer la sécurité des travailleurs, notamment des signaleurs. Depuis 2001, le ministère des Transports du Québec s'est doté de plusieurs plans d'action en matière de sécurité sur les sites de travaux dans les dernières décennies. Le plan en vigueur couvre la période 2020-2023 et inclut deux orientations : développer des moyens et accroître l'efficacité de ceux déjà en place pour assurer la protection des travailleurs et des usagers de la route; et poursuivre les efforts et consolider les acquis par rapport à la sécurité sur les chantiers (Ministère des Transports du Québec [MTQ], 2020). Premièrement, les moyens mis en place pour la protection et la sécurité des travailleurs et des usagers de la route incluent, entre autres, des plans de signalisation, la présence de signaleurs routiers, et des limites de vitesse adéquates aux abords des chantiers. Le second volet de ce plan regroupe divers éléments en lien avec les orientations ministérielles, incluant l'amélioration des pratiques de mise en œuvre au chantier, la coordination des travaux et les communications entre les parties prenantes pour un déroulement des travaux sécuritaire pour tous.

Des actions particulières concernent les signaleurs routiers, qui doivent fournir une attestation de formation et porter des vêtements conformes aux normes du Tome V-Signalisation routière du gouvernement du Québec (MTQ, 2020). Depuis 2014, le port du casque de couleur jaune-vert fluorescent et d'un vêtement de couleur jaune-vert fluorescent couvrant tout le corps est obligatoire, ce qui augmente sa visibilité, notamment le soir et la nuit. Le Québec s'insère dans une tendance nord-américaine, puisque plusieurs provinces canadiennes et États américains utilisent ce type de vêtement depuis quelques années.

Lors de l'exécution de ses tâches, le signaleur doit transmettre des signaux précis et conformes pour diriger la circulation à partir d'un emplacement sécuritaire (Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail secteur « affaires municipales » [APSAM], 2006¹). Le soir ou la nuit, le signaleur doit pouvoir être visible à la distance minimale de visibilité d'arrêt, par exemple par l'éclairage public. En cas de modification des configurations du chantier, il est nécessaire de réévaluer la présence des signaleurs routiers afin que d'autres mesures soient mises en œuvre, comme des feux de circulation pour travaux, un véhicule escorte, etc.

2.1.3.3 Formation continue et organisation du travail

Les mesures concernant l'organisation du travail et la formation sont présentes dans la littérature. Ainsi, les accidents des signaleurs pourraient être évités avec un programme de formation pour améliorer la coordination et standardiser les informations reçues par les signaleurs avant de se retrouver sur le terrain (Baron, Strome et Francescutti, 1998). De plus, une meilleure organisation du travail pourrait réduire la fatigue et le stress de ces travailleurs piétons.

En complément au travail des signaleurs, les policiers assurent la gestion de la circulation autour des chantiers. Selon la convention collective des policiers du Service de police de la Ville de Montréal (SPVM), renégociée en avril 2018, les policiers pouvaient se porter volontaires pour surveiller les chantiers quand ils avaient atteint leur quota d'heures de service. Ils étaient alors payés à temps et demi puisque considérés comme en « heures supplémentaires ». Depuis avril 2018, il est maintenant possible de faire appel à des cadets, qui sont des étudiants en technique policière, pour assurer ces mêmes tâches, notamment pour des raisons de réduction des coûts

¹ Revue L'APSAM, volume 15, numéro 2, hiver 2006.

<https://www.apsam.com/sites/default/files/docs/publications/revue/vol15-no2.pdf>

associés à la gestion des chantiers dans Montréal, bien qu'aucune étude n'ait été faite à ce jour pour évaluer l'impact de cette possibilité sur la sécurité des chantiers (pour les cadets, les travailleurs et les autres usagers de la route). Le présent projet s'inscrit toutefois en amont de ce changement de pratique.

Au Québec, le signaleur doit avoir reçu une formation reconnue avant de pouvoir travailler. L'Association québécoise des transports (AQTR) dispense une formation pour les signaleurs routiers, c'est-à-dire ceux qui gèrent la circulation des usagers de la route, et une autre pour les signaleurs de chantier, qui dirigent la machinerie et les véhicules lourds sur le chantier, et non sur la route. Le contenu de la formation concerne l'identification des principales composantes des chantiers routiers, la distinction des équipements obligatoires, recommandés et interdits du signaleur routier, le choix d'un endroit sécuritaire où se positionner, et la sélection des signaux et des modes de communication appropriés selon la clientèle. La formation est offerte en ligne et dure environ 3 heures. Le coût est de 50 \$. Suite à la réussite de l'examen de certification, les participants obtiennent une certification et peuvent exercer le travail de signaleur routier. La certification est valide 3 ans.

2.1.4 Mesures substituts de la sécurité routière

Le principe d'une relation entre les accidents de la route ou au travail avec des situations de quasi ou presque accidents (*near misses*) remonte au développement de la pyramide des risques Heinrich. En sécurité routière, cette pyramide a été popularisée par Chryster Hydén dans les années 1970 en parallèle avec le développement de techniques de conflit de trafic (TCT) dans différents pays pour définir conceptuellement et en pratique des événements (appelés « conflits ») ayant un lien logique et des causes et processus très similaires aux accidents. Un conflit est défini comme une situation observable dans laquelle deux usagers de la route ou plus s'approchent dans le temps et l'espace à un point tel qu'il y a un risque de collision si leurs mouvements ne changent pas (Amundsen et Hyden, 1977). Les conflits sont des précurseurs d'accidents, et leur sévérité mesure la proximité à l'accident, ou probabilité de se développer en un accident. Différents indicateurs de la sécurité ont été proposés pour mesurer la sévérité des conflits, avec comme objectif dans les TCT d'identifier et compter le nombre de conflits sévères. L'hypothèse, démontrée en Suède, est que ce nombre est un prédicteur du nombre d'accidents attendu, ce qui en fait une mesure substitut de la sécurité.

Après leur développement, les TCT ont connu une période de désintérêt jusqu'au milieu des années 2000 avec le développement de nouvelles méthodes plus automatisées de collecte de données de conflit et de mesures substituts de la sécurité. Les TCT reposent sur l'observation directe « traditionnelle » des conflits par des observateurs sur place. Les nouvelles méthodes reposent majoritairement sur l'analyse vidéo et l'extraction automatique des trajectoires des différents protagonistes (Saunier, Sayed et Ismail, 2010). Ces nouvelles méthodes permettent d'observer systématiquement et objectivement de grands volumes de données, et s'accompagnent d'un élargissement du champ d'analyse à des conditions précurseurs des conflits qualifiées d'interactions. Deux usagers de la route sont en interaction s'ils sont suffisamment proches dans le temps et l'espace. Plusieurs indicateurs de sécurité sont utilisés, parmi lesquels le temps à la collision (TTC : *time to collision*) et le temps postempiètement (PET : *post-encroachment time*) sont les plus couramment utilisés. Les méthodes automatisées d'analyse des interactions permettent de calculer ces indicateurs de façon plus précise et robuste (Mohamed et Saunier, 2013).

De fait, plusieurs chercheurs en sécurité routière considèrent que les collisions (passées) sont des événements trop rares pour mesurer le risque routier de manière efficace, et préfèrent utiliser les observations d'interactions ou conflits de trafic. Les mesures substituts de sécurité obtenues permettent des analyses proactives de la sécurité qui évitent d'attendre que des accidents se produisent et fournissent des informations beaucoup plus riches que les rapports d'accident sur les causes et les processus menant aux accidents (Laureshyn, Svensson et Hydén, 2010; Saunier *et al.*, 2014). Nous proposons d'utiliser ces méthodes dans cette étude.

2.2 Stress et travail

Travailler dans un environnement complexe et dynamique où les risques d'accident sont élevés peut engendrer du stress chez les travailleurs. Le stress, pouvant se définir comme une réponse physiologique et psychologique particulière d'un organisme à un stimulus contraignant ou demandant présent dans l'environnement, peut effectivement être ressenti lorsqu'un individu doit composer avec des circonstances dont les demandes réelles ou perçues peuvent excéder son habileté à faire face à la situation (Kolbell, 1995). Il est par ailleurs reconnu qu'un niveau de stress trop élevé peut entraîner une diminution de la performance (Colligan et Higgins, 2006) et de la productivité (MacDonald, 2003) au travail, ce qui nous intéresse ici dans une perspective de prévention des accidents, ce pour quoi nous ne traitons pas du stress comme élément déclencheur d'une meilleure « performance » dans la gestion d'une situation spécifique. Cet impact négatif du stress a par ailleurs été démontré dans plusieurs domaines de travail à haut risque, tels que le contrôle du trafic aérien (Crump, 1979) et le pilotage (Dehais *et al.*, 2014). Toutefois, aucune étude ne semble s'être intéressée directement au stress en temps réel vécu par les travailleurs piétons, et ce, malgré leur contexte de travail difficile et risqué. Comme ce stress peut avoir des conséquences sur la performance au travail, il peut être pertinent de le mesurer en vue de le documenter et, ultimement, de développer des outils de prévention permettant d'éviter des situations à haut risque qui seraient engendrées par ce stress.

Le stress au travail peut être mesuré de plusieurs façons différentes. Il peut d'abord être évalué à l'aide de mesures autorapportées. Plusieurs études montrent que les travailleurs peuvent indiquer leur niveau de stress sur une variété d'échelles différentes et que ces autoévaluations représentent des mesures valides du stress (Morgan, Umberson et Hertzog, 2014). Il a, par contre, été démontré que les interruptions de la tâche du travailleur, spécialement dans des contextes dynamiques dans lesquels la situation peut évoluer, peuvent nuire à la performance (Labonté, Tremblay et Vachon, 2016). Ainsi, interrompre le travailleur de façon sporadique pour évaluer le stress ressenti ne représente pas nécessairement l'unité de mesure de stress en temps réel la plus efficace.

D'autres études semblent plutôt favoriser des mesures qui sont extraites de façon automatique, sans distraire le travailleur, comme c'est le cas pour les mesures physiologiques. Le stress est reconnu pour être corrélé à plusieurs réponses physiologiques et, conséquemment, ces mesures sont largement utilisées comme indices indirects du stress en temps réel. Sun et ses collaborateurs (2012) montrent, par exemple, qu'il est possible de prédire le niveau de stress en utilisant des mesures du rythme cardiaque, de la réponse électrodermale et d'accéléromètre (Sun *et al.*, 2012). Bien que ces mesures soient considérées comme objectives et simples à prélever en utilisant des senseurs portatifs (Brouwer, Zander, van Erp, Korteling et Bronkhorst, 2015), elles ne sont pas sans faille. Leur validité peut notamment être affectée par des facteurs transitoires ou permanents tels que l'état de fatigue ou de santé général (Fried, Rowland et Ferris, 1984). Par ailleurs, comme elles reflètent l'activation corporelle qui découle du stress et de plusieurs autres

variables, il est parfois difficile de discriminer l'impact unique du stress sur le signal physiologique mesuré (Semmer, Grebner et Elfering, 2004).

Enfin, le stress peut être évalué à partir des caractéristiques situationnelles dans lesquelles le travail est effectué. Certaines conditions telles que la surcharge de travail, l'ambiguïté dans les rôles et la monotonie sont, par exemple, reconnues pour engendrer du stress chez les travailleurs (Holt, 1993). En revanche, de telles mesures peuvent parfois être biaisées puisqu'un contexte de travail particulier considéré comme stressant par un travailleur peut être jugé différemment par un autre travailleur (Semmer *et al.*, 2004).

Le stress au travail peut donc être mesuré, voire même prédit, en utilisant les mesures présentées précédemment. Cependant, comme suggérée par Semmer et ses collaborateurs (2004), une combinaison de ces trois méthodes devrait être privilégiée afin que chaque mesure puisse atténuer les désavantages propres à chacune des autres méthodes. C'est cette approche multifacette – incluant des mesures autorapportées, physiologiques, et situationnelles – qui a été employée dans le cadre de la présente étude.

2.3 Synthèse des lacunes dans l'état des connaissances

Suite à cet état des connaissances, la principale constatation que nous pouvons faire est le manque d'informations générales concernant les conditions de travail des travailleurs piétons. Plus précisément, la littérature renseigne peu sur l'état de ces travailleurs pendant les heures de travail et sur leur exposition au risque d'accident.

Si les recherches mentionnent le stress et la fatigue comme des facteurs de risque d'accident, aucune ne collecte de données physiologiques concernant le stress et peu d'entre elles interrogent les travailleurs piétons sur leurs perceptions de la fatigue et du stress du fait de travailler à proximité du trafic routier. Il est pourtant essentiel de mieux comprendre les effets du stress sur les risques d'accident pour les travailleurs piétons.

Une autre lacune concerne les circonstances des accidents puisque la vaste majorité des travaux se basent sur l'analyse de données d'accidents, et non d'observations directes. Nous en savons donc peu sur la tâche effectuée par le travailleur lors de la collision, sur la présence d'un chantier à proximité ou encore leur prise de risque sur le terrain. Pourtant l'analyse des interactions entre les usagers (aussi appelés quasi accidents) renseigne sur les évitements et stratégies de différents usagers de la route (Svensson et Hydén, 2006).

Pour combler ces lacunes identifiées par la revue des écrits, cette recherche propose d'étudier la situation des travailleurs piétons sous l'angle de leur expérience, en combinant à la fois des méthodes mesurant le stress individuel, les conflits de trafic et l'environnement de travail.

3. OBJECTIFS DE RECHERCHE

La question générale de cette étude est la suivante : **existe-t-il un (ou des) lien(s) entre les environnements de travail, les situations de risque d'accident routier et les niveaux de stress que les travailleurs piétons expérimentent au quotidien?**

L'étude est constituée de deux objectifs de recherche :

- 1) Bonifier la compréhension des déterminants et des circonstances des ART impliquant des travailleurs piétons à partir d'une analyse approfondie des rapports d'accidents survenus au Québec dans les dernières années, en continuité avec le rapport de Pignatelli et ses collaborateurs (2013).

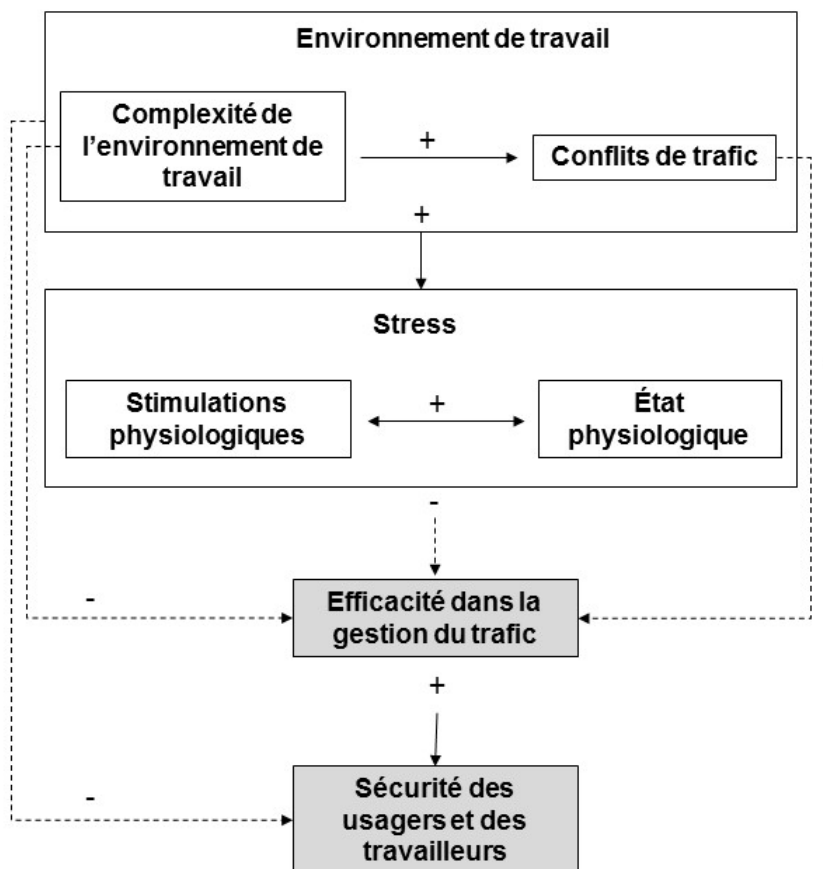
Cet objectif fait appel à un appariement de données entre la CNESST et la SAAQ : les caractéristiques de l'accident seront étudiées à la fois selon les données de la SAAQ (lieu de l'accident et autres circonstances) et selon celles de la CNESST (gravité des blessures et caractéristique d'emploi).

- 2) Étudier les conditions de travail des travailleurs piétons de façon à proposer des améliorations, en particulier concernant l'organisation du travail.

Ce second objectif se divise en deux sous-questions :

- *Quels sont les niveaux de stress que vivent les travailleurs piétons lorsqu'ils sont en poste sur la chaussée?*
- *Quelles sont les situations à risque d'accident auxquelles les travailleurs piétons sont exposés pendant leur travail?*

La figure 1 illustre les hypothèses sur les possibles liens (positives ou négatives) entre l'environnement de travail, le stress, le contrôle de la circulation et la sécurité des usagers et des travailleurs de la route. Nous ne pouvons faire l'hypothèse de relation de cause à effet en raison de la complexité à prouver de telles relations quand il est question de stress, mais nous estimons tout de même que les liens représentés par les diverses flèches sont à étudier. Les variables spécifiquement mesurées dans cette recherche (complexité du site de travail, situation de conflit de circulation, activation physiologique et état psychologique) sont liées à l'environnement de travail et au stress (encadrés sur fond blanc à la figure 1) alors que le contrôle de la circulation et la sécurité des usagers de la route et des travailleurs n'ont pas été évalués (fond gris à la figure 1). Les environnements de travail sont caractérisés par la complexité du site de travail ainsi que par l'occurrence et la gravité des conflits de circulation grâce à des indicateurs de sécurité routière, tandis que le stress est caractérisé par l'activité physiologique et l'état psychologique. Nous faisons l'hypothèse que la complexité des sites de travail sera corrélée positivement avec le nombre et la gravité des situations de conflit routier, ce qui conduit à associer des sites de travail plus complexes à un plus grand nombre de conflits routiers. La relation positive entre le milieu de travail et le stress est également censée mener à des mesures plus élevées du stress dans des milieux de travail plus complexes. L'activation physiologique et l'état psychologique étant fortement et positivement corrélés, une plus grande complexité de l'environnement de travail et un plus grand nombre de situations conflictuelles devraient se traduire par des mesures plus élevées du stress physiologique et autorapporté.



Les relations entre les variables mesurées (fond blanc) ou non (fond gris) peuvent être positives (+ et trait plein) ou négatives (- et trait en pointillé).

Figure 1. Modèles et hypothèses en lien avec les objectifs de l'étude.

La prochaine section présentera plus en détail le protocole de collecte et d'analyse de données mis en place pour pouvoir répondre à nos objectifs et en dégager des recommandations.

4. MÉTHODOLOGIE

4.1 Base de données sur les ART

Dans le but d'approfondir nos connaissances des accidents de la route au travail impliquant un travailleur piéton, nous avons obtenu une base de données appariée SAAQ-CNESST pour les années de 2000 à 2016.

Initialement, nous avons prévu utiliser cette analyse pour effectuer la sélection de nos sites pour le deuxième volet de notre projet, c'est-à-dire la collecte auprès de travailleurs lors d'un quart de travail. Cela n'a pas pu se faire dans cet ordre pour deux raisons : les délais dans la livraison des données SAAQ-CNESST et le difficile recrutement de travailleurs, qui nous a menés à prioriser les lieux de travail des volontaires recrutés. Même effectuée a posteriori, l'analyse des données sur les circonstances des accidents survenus entre 2000 et 2008, mais aussi la cartographie des lieux d'accident nous permet de dresser un portrait informatif de la situation tel que proposé à l'Objectif 1.

Les données sources pour l'analyse proviennent de la table élaborée conjointement par la SAAQ et la CNESST et contiennent les informations sur les accidents routiers au travail (ART) au Québec entre 2000 et 2008. Les informations concernent les victimes indemnisées par la CNESST, les véhicules impliqués et les circonstances des accidents.

Le géocodage a été effectué à partir du réseau routier d'Adresses-Québec (version 2018). La création d'un localisateur d'adresse dans le logiciel ArcGis 10.3 a permis le repérage spatial des adresses présentes dans la table de la SAAQ/CNESST.

4.2 Collecte de données auprès de travailleurs piétons

4.2.1 Recrutement des participants

Le projet visait à recruter des participants essentiellement au sein des travailleurs appartenant aux professions les plus touchées. Le choix s'est porté sur les policiers piétons assurant la circulation et les signaleurs routiers. Nous voulions assurer ainsi une certaine homogénéité dans les tâches à accomplir par les travailleurs, afin de faciliter l'analyse des données.

Pour des raisons de logistique et de coût, la localisation des environnements de travail des participants était dans les régions métropolitaines de Québec et de Montréal, où l'équipe de recherche était présente. Deux équipes de deux stagiaires étaient responsables de la collecte des données à Montréal et à Québec sous la supervision des chercheurs principaux. Les collectes ont été réalisées entre le 24 avril et le 30 septembre 2017.

4.2.1.1 Recrutement des policiers piétons

Pour la réalisation de l'étude, nous avons recruté 19 participants parmi les policiers dans la circulation (voir les détails dans le tableau 1). Nous avons privilégié une certaine diversité dans les âges, le sexe et l'expérience des participants, sans toutefois être trop restrictifs, car le recrutement est parfois difficile pour ce genre de recherche.

Tableau 1. Description des 19 participants parmi les policiers piétons

	<i>Effectif total</i>	<i>Nombre de femmes</i>	<i>Nombre d'hommes</i>
Montréal	8	5	3
Québec	11	1	10

L'IRSST nous a aidés dans le recrutement des policiers en invitant les services de police de la ville de Montréal (SPVM) et les services de police de la ville de Québec (SPVQ) sur le comité de suivi de l'étude. Le SPVM et le SPVQ nous ont fourni une liste de policiers volontaires que nous contactons pour expliquer le projet et déterminer les possibilités de collecte avec eux. Les communications avec les policiers étaient par téléphone ou courriel.

Initialement, nous souhaitions observer les participants pendant cinq jours consécutifs. Nous avons par contre dû adapter notre protocole de recherche pour viser l'objectif de 20 heures d'observation pour chacun des participants après discussion avec le comité de suivi. Les horaires policiers étant variables (peu de jours consécutifs dans le trafic, peu d'heures par jour, etc.), nous nous sommes ajustés à cette contrainte. Par ailleurs, cette modification n'a pas eu d'impacts sur les possibilités d'analyse des variations de stress.

Concernant les lieux de collecte, une certaine diversité dans le type d'environnement de travail était recherchée, de façon à établir de possibles liens entre les données terrain (stress, conflits de trafic) et les variables environnementales. Lors de la collecte de données, les policiers communiquaient leur agenda avec les équipes qui déterminaient si les caractéristiques du terrain complétaient les caractéristiques des terrains précédemment réalisés. Les critères étaient de viser des lieux avec différents types de route et de débit de circulation (route majeure ou locale, disponibilité de comptages véhiculaires). De plus, le choix des sites devait permettre l'installation des caméras vidéo (sur un poteau télescopique). Cette façon de collecter les données (vidéo) suppose le recrutement de travailleurs piétons relativement statiques dans leur environnement de travail. Une fois le travailleur recruté, les équipes le rencontraient environ 30 minutes avant le début de sa prise de poste pour répondre à ses éventuelles questions concernant le projet et essayer les outils de collecte (notamment les senseurs).

Il est à noter que cette étude a obtenu au préalable l'approbation du comité d'éthique et de la recherche de l'INRS. Ce certificat d'éthique obtenu le 20 janvier 2017 implique de transmettre une lettre d'information et d'obtenir un formulaire de consentement signé de la part de tous les participants (annexe A). L'équipe de recherche, en conformité avec les règles d'éthique, se doit de garantir la confidentialité des participants lors des éventuelles publications ou lors du transfert des données vers l'IRSST (si applicable) : aucun nom ou autre information personnelle ne peut être divulgué.

4.2.1.2 Recrutement des signaleurs

Le recrutement de 20 signaleurs n'a pas été aussi aisé que celui des policiers, malgré plusieurs efforts sur divers fronts (réseaux sociaux, visite sur le terrain pour distribuer des invitations, demande au comité de suivi de l'IR SST).

Le recrutement de signaleurs n'ayant pas abouti, nous nous sommes donc concentrés sur les policiers volontaires. À la fin de la collecte auprès des policiers, nous avons décidé d'abandonner la collecte de données auprès de signaleurs routiers afin de ne pas prendre de retard dans l'étude. Afin de récolter leurs perceptions quant à leurs conditions de travail, leur perception du stress et du risque routier, nous avons proposé à l'IR SST de réaliser des entrevues auprès des signaleurs qui s'étaient déclarés volontaires via Facebook (voir plus loin).

4.2.2 Collecte de données sur le stress physiologique et autorapporté

Nous avons collecté des données auprès de 19 policiers pour obtenir des informations sur le stress physiologique et autorapporté, le recensement de microévénements au cours du temps de travail (comme l'accélération brusque d'un automobiliste, ou un incident entre usagers de la route), les caractéristiques routières et urbaines de l'environnement de travail et la perception des travailleurs (figure 2).

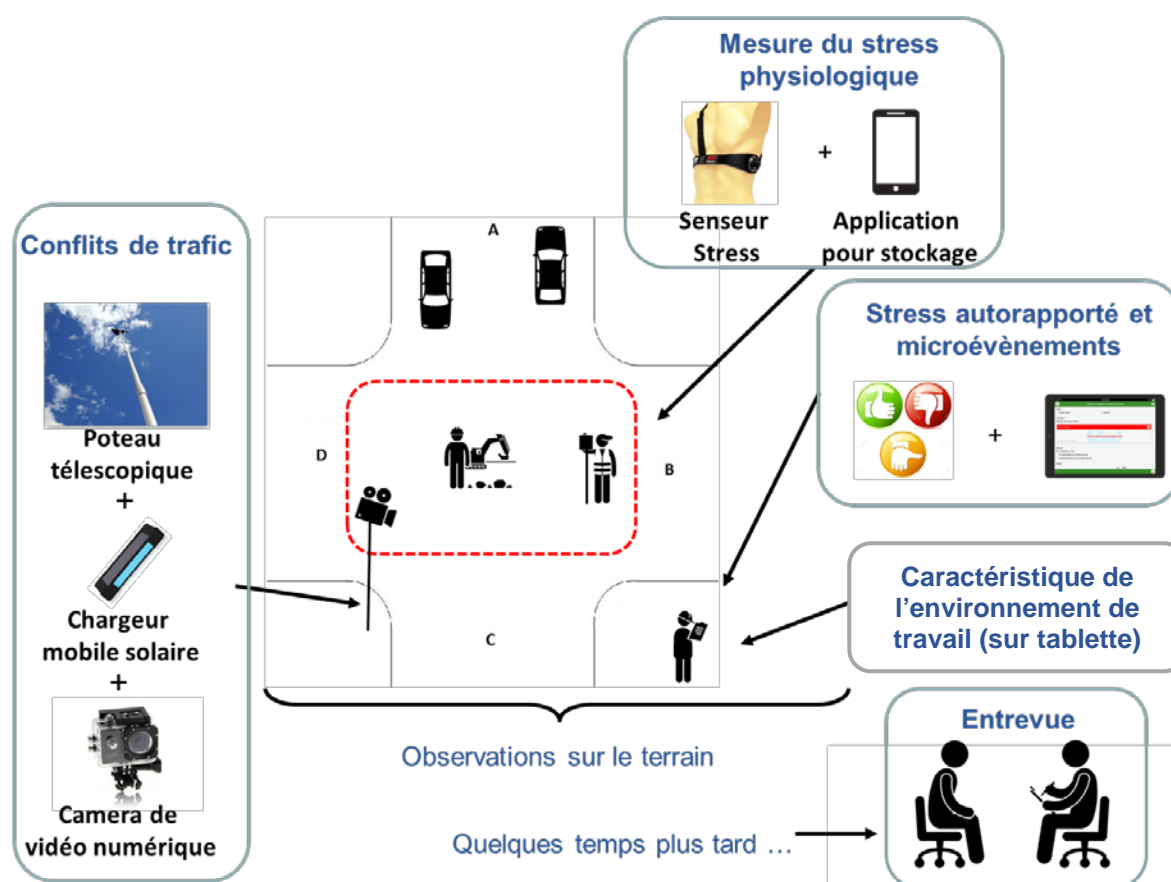


Figure 2. Présentation de la collecte de données auprès de travailleurs piétons.

4.2.2.1 Collecte de données sur les fluctuations du stress (capteurs)

La collecte de données physiologiques permet la détection en temps réel des fluctuations de l'état de stress des participants. Les informations ont été collectées toutes les 15 minutes. Comme décrit plus tôt à la section 2, ces données sont reconnues comme des mesures indirectes du stress puisqu'elles représentent l'activité des systèmes sympathiques et parasympathiques déclenchée en réponse au stress. L'activité physiologique est mesurée en vue de bâtir un modèle de prédiction du niveau de stress ressenti. Les différentes mesures physiologiques sont prélevées à l'aide d'une ceinture portative, la Zephyr Bioharness BH3 (Zephyr Technology), munie de senseurs qui envoient les informations directement sur un téléphone portable Moto E muni d'un système d'exploitation d'Android. Sur le terrain, l'équipe installait ou aidait à installer le harnais et le senseur sur le travailleur. Tout le long de la collecte, l'équipe sur le terrain vérifiait périodiquement le bon fonctionnement des senseurs.

Cette combinaison de senseurs et de l'application permet de mesurer les variations dans le temps de la réponse physiologique au stress des participants en temps réel. La fréquence cardiaque (FC) et la fréquence respiratoire (FR) s'accroissent lorsque la charge mentale augmente, tandis que la variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) diminue et devient plus régulière (Strang, Best et Funke, 2014). Une telle tendance est caractéristique de stress élevé (Salahuddin, Cho, Jeong et Kim 2007). Il en va de même pour l'activité, c.-à-d. la vitesse à laquelle les mouvements d'un individu sont effectués dans les trois dimensions, et la température interne du corps. Il a effectivement été démontré que les niveaux d'activité (Sun *et al.*, 2012) sont positivement corrélés aux changements dans l'état d'excitation de l'individu, qui sont également fortement associés au stress (Parsons, Tassinary, Ulrich, Hebl et Grossman-Alexander, 1998).

Pour cette recherche, cinq paramètres physiologiques disponibles par les senseurs ont été utilisés : 1) FC ; 2) la VFC; 3) la FR ; 4) l'activité; et 5) la température interne.

Les cinq mesures de stress ont été mises en relation en vue d'évaluer s'il était possible de bâtir un modèle de prédiction du stress ressenti en fonction du stress physiologique. À l'aide du logiciel R, un modèle de régression logistique multifactorielle a d'abord été calculé. Par la suite, un modèle d'arbre de décision, plus sensible aux relations non linéaires et aux faibles occurrences, a également été produit (Gagnon, Gagnon, Lafond, Parent et Tremblay, 2016).


Les données physiologiques du stress ont été mesurées et prétraitées par le logiciel directement intégré aux ceintures Zephyr Bioharness BH3. Le rythme cardiaque a été calculé à partir du nombre total de battements cardiaques sur le temps total d'enregistrement du signal filtré, duquel les données aberrantes ont été supprimées. La variabilité cardiaque a été calculée en effectuant un calcul d'écart type mobile sur les 300 mesures précédentes du signal cardiaque. Le rythme respiratoire a été calculé en utilisant le nombre total de cycles expansion-contraction du torse en fonction du temps total d'enregistrement. L'activité a été mesurée en unités de vecteurs de magnitude (en g), permettant de représenter l'accélération moyenne dans les trois dimensions (x, y et z). La température interne a été estimée à partir des mesures du rythme cardiaque des 60 secondes précédentes. Chacune de ces mesures a été rééchantillonnée à une fréquence de 1 Hz et filtrée des données pour lesquelles l'appareil indiquait un indice de validité inférieur à 80 %. Enfin, une moyenne aux 15 minutes, alignée sur les périodes pour lesquelles les travailleurs ont rapporté leur variation du niveau de stress, a été effectuée pour chaque mesure physiologique à l'aide du logiciel MATLAB (MathWorks).

Les données ont été recueillies auprès des 19 policiers prenant part à une ou plusieurs sessions de travail (1 à 8 sessions, $M = 3,3$ sessions, $ET = 1,8$). Un total de 54 périodes de travail a été enregistré et chacune de ces sessions durait entre 60 et 285 minutes ($M = 150$ min, $ET = 45$). Au total, 614 périodes de 15 minutes ont été enregistrées.

4.2.2.2 Collecte par questionnaire des événements et du stress autorapporté

Une grille d'observation du déroulement des heures de travail des participants et de leur stress ressenti a été développée avant la collecte des données. L'objectif était de recueillir des données relatives aux événements se déroulant au cours des heures observées (par exemple : véhicule circulant à une vitesse particulièrement élevée, querelles avec un piéton, etc.) et le stress ressenti et autorapporté par le travailleur au même moment (tableau 2 et annexe B).

Tableau 2. Description des données collectées sur les travailleurs (toutes les 15 minutes)

Variable	Modalité
Conditions météorologiques	Soleil; nuageux; pluie; brouillard
Niveau de stress ressenti /déclaré par le travailleur + commentaires du travailleur	
Évènements exceptionnels / commentaires de l'observateur	

Cette grille était intégrée à l'interface Survey123 (ArcGIS online) et le support utilisé par les étudiants sur place était un iPad. Sur le terrain, le déroulement était le suivant : pour chaque tranche horaire de 15 minutes, les équipes notaient les événements majeurs s'étant déroulés, ainsi qu'une indication subjective de la part du travailleur de son niveau de stress. Cette dernière tâche permet de recueillir de l'information pour comparer les estimations de l'état de stress provenant du senseur avec des données subjectives propres à chacun des participants et ainsi en apprendre plus sur nos participants. Par exemple, sont-ils plus ou moins stressés qu'ils ne le prétendent?

Le stress autorapporté a d'abord été évalué au début de chaque quart de travail à l'aide d'une échelle de Likert de 10 points (où 1 = faible, 10 = élevé). Pendant qu'ils travaillaient, on a demandé aux participants d'indiquer toutes les 15 minutes si leur niveau de stress avait diminué (pouce en bas), augmenté (pouce en haut) ou était demeuré stable (pouce horizontal). Le code couleur ici est illustratif et n'était pas utilisé sur le terrain.

Initialement, le protocole de recherche prévoyant l'usage d'une montre pour recueillir des données sur le stress ressenti au cours de la journée de travail. Suite à la première réunion du comité de suivi, nous avons modifié cette utilisation : les participants devaient indiquer leur niveau de stress sur un collier de couleur à intervalle régulier au cours de leur journée de travail, ce qui perturbait moins leurs tâches professionnelles. Toutefois, les premières expériences de terrain ont fait évoluer la collecte de la mesure, car le collier était une contrainte par l'ajout d'un matériel supplémentaire en plus du capteur, et de l'équipement de bas du policier (gilet pare-balle, sifflet, etc.). Finalement, les participants montraient par un signe de la main leur niveau de stress aux étudiants qui collectent les données chaque 15 minutes. Le signe de la main était le suivant : le pouce vers le haut indique une hausse du niveau de stress ressenti par rapport à la situation 15 minutes plus tôt, le pouce vers le bas une diminution et le pouce à l'horizontale une stabilité.

4.2.2.3 Création d'indicateurs sur le stress ressenti cumulatif

Une fois les données traitées, nous avons calculé des indicateurs complémentaires à partir des mesures de variation du stress enregistrées par les équipes : le stress cumulatif; le stress cumulatif ancré en partant du stress ressenti au début de la collecte; et le stress cumulatif ancré dichotomisé (tableau 3).

Il est à noter que pour des raisons de cohérence entre les travailleurs, nous avons dû enlever les données sur le stress cumulatif provenant des collectes où le policier a pris une pause : la variation avant et après la pause n'était pas du même type que celles des policiers toujours en poste.

Tableau 3. Description des mesures de stress autorapportées

<i>Mesure</i>	<i>Description</i>
1. Variation du stress	Indice de variation du stress du travailleur prélevé toutes les 15 minutes, selon que le stress augmente (+1), diminue (-1) ou qu'il demeure au même niveau (0).
2. Stress ressenti cumulatif (SRC)	Addition des mesures de variation du stress ressenti par le travailleur au fil des mesures prélevées toutes les 15 minutes. Par exemple, suivant deux périodes où le stress aurait augmenté (+1), le niveau de stress ressenti cumulatif serait de +2.
3. Stress cumulatif ancré (SCA)	Mesure de stress ressenti cumulatif calculé à partir du niveau de stress initial rapporté par le travailleur sur une échelle de type Likert allant de 1 (peu stressé) à 10 (très stressé). Par exemple, un travailleur ayant initialement rapporté un niveau de stress de 3 et ayant rapporté une augmentation de son niveau pour les deux périodes de 15 minutes suivantes (+2) aurait un niveau de stress cumulatif ancré de 5.
4. Stress cumulatif ancré dichotomisé (SCAD)	Dichotomisation du niveau de stress ressenti cumulatif selon qu'il soit supérieur (1) ou inférieur (0) à la grande moyenne de cette mesure. Par exemple, avec une moyenne de niveau de stress ressenti cumulatif de 2.31, une mesure de 5 serait considérée comme supérieure à la moyenne (1).

4.2.3 Collecte de données sur les conflits (vidéo)

Les situations à risque d'accident vécues par les travailleurs piétons sont étudiées à partir de l'analyse des interactions des piétons avec les autres usagers de la route. La collecte de données s'effectue grâce à l'installation d'une caméra en hauteur afin de disposer d'un large angle de vue du site. Sur le terrain, les équipes installaient la caméra à l'aide d'un poteau télescopique et de sangles le long d'un poteau existant (lampadaire ou autre). Des autorisations d'occupation temporaires du domaine public ont été demandées auprès des municipalités concernées le cas échéant.

Le logiciel utilisé pour extraire les indicateurs de sécurité est disponible dans le projet Open Source Traffic Intelligence² développé à Polytechnique Montréal (Jackson, Miranda-Moreno, St-Aubin et Saunier, 2013). Ces outils permettent de détecter et suivre les usagers de la route, de projeter les trajectoires résultantes dans un référentiel cartésien au niveau du sol, ainsi que d'analyser toutes les interactions entre les usagers de la route. Ces interactions sont définies par la coexistence de deux usagers pendant au moins une demi-seconde dans la zone concernée par le sujet traité. Pour chaque interaction, le différentiel de vitesse, la distance, le temps postempiètement (PET), c'est-à-dire pour des trajectoires qui se croisent, le temps écoulé entre le moment où un usager quitte la zone de croisement et celui où l'autre entre dans la même zone, et le temps à la collision (TTC), soit le temps restant avant que deux usagers entrent en collision s'ils continuent sur leur trajectoire. La vitesse de chaque usager est aussi prise en compte.

Toutes les mesures sont basées sur des variables qui sont continues dans le temps au niveau de l'utilisateur de la route ou de l'interaction, sauf pour le temps postempiètement (PET). Par conséquent, ces variables doivent d'abord être agrégées au niveau de l'utilisateur de la route ou de l'interaction, puis pour chaque période de 15 minutes. Les centiles sont généralement privilégiés, car ils sont plus robustes au bruit et aux erreurs dans l'analyse automatisée des données vidéo, et le 15^e percentile de TTC a été identifié comme la meilleure statistique de TTC dans des travaux antérieurs (St-Aubin, Saunier et Miranda-Moreno, 2015). L'agrégation par intervalle de temps de 15 minutes se fait de deux façons, par l'intermédiaire d'un percentile de la distribution par utilisateur ou interaction, mais aussi en comptant le nombre d'événements où la statistique au niveau utilisateur ou interaction atteint un certain niveau critique, par exemple le nombre d'utilisateurs dont la vitesse au 85^e centile dépasse 50 km/h ou le nombre d'interactions avec leur TTC au 15^e percentile inférieur à 1,5 s. Les mesures liées aux vitesses et mesures de proximité plus faibles (mesures fondées sur le temps, comme les TTC et TEP, mesures des distances) sont associées à une sécurité moindre. 12 variables de circulation et mesures de sécurité ont été ainsi extraites pour chaque période de 15 minutes (tableau 4).

² <https://bitbucket.org/Nicolas/trafficintelligence/wiki/Home>

Tableau 4. Description des indicateurs de conflit

<i>Mesure*</i>	<i>Description</i>
1. <i>N</i> Interact	Nombre d'interactions entre les usagers de la route par période de 15 minutes
2. PET15 (s)	15 ^e centile du PET par période de 15 minutes
3. Distance15 (m)	15 ^e centile de la distance parcourue par l'usager de la route dans une interaction (15 ^e centile par interaction) par période de 15 minutes
4. Vitesse diff85 (km/h)	85 ^e centile du différentiel de vitesse des usagers de la route dans une interaction (85 ^e centile par interaction) par période de 15 minutes
5. TTC15 (s)	15 ^e centile du TTC15 (15 ^e centile du TTC par interaction) par période de 15 minutes
6. <i>N</i> PET 1,5 s	Nombre d'interactions caractérisées par un PET inférieure à 1,5 s
7. <i>N</i> Distance15 30 m	Nombre d'interactions caractérisées par le 15 ^e centile de la distance parcourue par l'usager de la route inférieure à 30 m
8. <i>N</i> Vitesse diff85 50 km/h	Nombre d'interactions caractérisées par le 85 ^e centile du différentiel de vitesse de l'usager de la route supérieur à 50 km/h
9. <i>N</i> TTC15 1,5 s	Nombre d'interactions caractérisées par le 15 ^e centile du TTC par interaction inférieure à 1,5 s
10. <i>N</i> Usagers de la route	Nombre total d'usagers de la route sur la période de 15 minutes
11. Vitesse85 (km/h)	85 ^e centile de la vitesse des usagers de la route (85 ^e centile par usager de la route) par période de 15 minutes
12. <i>N</i> Vitesse85 50 km/h	Nombre total d'usagers de la route avec leur 85 ^e centile de vitesse supérieure à 50 km/h

Les conditions générées par le logiciel de renseignements sur la circulation ont été inspectées visuellement à des fins de validation. Des mesures irréalistes (par exemple, les très hautes vitesses) ont été identifiées pour corriger les paramètres de l'analyse vidéo. Les périodes où les données vidéo étaient trop bruitées (par exemple, si la caméra bougeait systématiquement) ont été supprimées de l'analyse. Les périodes pour lesquelles les données vidéo comportaient plus de 5 minutes de données manquantes ont été exclues de l'analyse. Cela a permis d'obtenir 296 périodes valides de 15 minutes (correspondant à 74 heures de données vidéo traitées) pour lesquelles les 12 mesures de circulation et de sécurité présentées ci-dessus étaient disponibles.

4.2.4 Collecte de données sur les environnements de travail

4.2.4.1 Observations des caractéristiques du site

Une grille d'observation de l'environnement physique de travail des participants a été développée avant la collecte des données (annexe C). L'objectif était de recueillir des données relatives au trafic, au type de chantier, à la configuration routière, etc. afin de construire des indicateurs à mettre en lien avec les autres données collectées sur le travailleur (stress mesuré, stress ressenti, vidéo). Les informations recueillies sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5. Grille de collecte de données sur les environnements

Catégorie d'information	Variable
Identifiant	Identificateur unique du chantier Identificateur unique du travailleur Date Localisation du chantier (Point sur la carte) Heure du début
Chantier	Présence de chantier dans le(s) tronçon(s) Nombre de tronçons touchés par le chantier Type de chantier Taille approximative du chantier (m2) Nombre de travailleurs (près du travailleur observé) Nombre de signaleurs de chantier Nombre de policier sur place Description du chantier Autres commentaires concernant le chantier
Description des voies (pour chacun des tronçons concernés)	Nom de la rue Type de rue Mesures Nombre de voies praticables (en voiture) Présence de chantier Réduction du nombre de voies Présence de panneaux lumineux (ex. flèche, message) Feux de circulation spécifique au chantier Panneau d'arrêt spécifique au chantier Présence de ligne d'arrêt marquée Stationnement interdit à cause du chantier Type d'interdiction Présence de voie(s) pour vélo État de(s) voie(s) pour vélo Présence de feu piéton Pris en compte par le travailleur Présence d'un passage pour piéton? Type passage piéton / modifié ou supprimé pendant les travaux? Présence de refuge central

Tout comme pour le stress ressenti, cette grille était intégrée à l'interface Survey 123 et chacune des équipes disposait d'un iPad pour collecter les données sur les environnements de travail du participant. Sur le terrain, le déroulement était le suivant : après avoir rencontré et équipé le travailleur, l'équipe était chargée de remplir les formulaires sur la tablette et de dessiner un croquis du site en notant les déplacements du travailleur, la taille du chantier et les tailles approximatives de terre-plein/refuge central.

4.2.4.2 Création d'indicateurs sur les environnements de travail

La collecte de données a permis d'avoir des informations sur 39 sites de travail à Montréal et Québec. Afin de faciliter les analyses et notamment le croisement des résultats avec les mesures de fluctuation du stress du travailleur et les mesures de situations à risque, nous avons créé deux indicateurs et un regroupement de sites synthétisant les informations.

- **Indicateur de complexité de la tâche**

Les variables utilisées sont les suivantes : Nombre de rues à l'intersection, Type de rue à l'intersection, Présence de voies vélos à l'intersection, Présence de passage piéton à l'intersection.

L'indicateur est construit de la manière suivante : Somme du nombre de rues à l'intersection + Somme des rues à double sens + Somme des voies vélos en A, B, C et D + Sommes des passages piétons en A, B, C et D / Somme du nombre de voies.

L'indicateur varie entre 0 et 1. Plus il est proche de 1, plus la voie est a priori complexe avec plusieurs voies de circulation, de doubles sens, la présence de cyclistes et/ou de piétons.

- **Indicateur de complexité du site (lors de chantiers ou d'évènements)**

Les variables utilisées sont les suivantes : Nombre de tronçons touchés par le chantier ou l'évènement, Nombre de travailleurs (près du travailleur observé), Nombre de signaleurs au chantier ou à l'évènement (en plus de celui observé), Nombre de policiers sur place (en plus de celui observé).

L'indicateur est construit de la manière suivante : Somme du nombre de tronçons touchés + Nombre de travailleurs + Nombre de signaleurs + Nombre de policiers / Maximum de cette somme pour l'ensemble des observations (soit 16).

L'indicateur varie entre 0 et 1. Plus il est proche de 1, plus la voie est a priori complexe à gérer avec un grand nombre de rues touchées par le chantier ou l'évènement, ainsi que des interactions avec les autres travailleurs présents sur le site (travailleurs, signaleurs, policiers).

- **Regroupement des sites en quatre groupes**

En complément de ces indicateurs, nous avons regroupé les 37 sites en groupes à partir d'une classification ascendante hiérarchique avec le logiciel SPSS. Avant d'effectuer cette classification, quatre variables catégorielles ont été générées à partir des caractéristiques observées (tableau 6). Les deux premiers sont le nombre total de segments de rue et le type de segments sur le site de travail, tous deux répartis en quatre catégories. Les deux autres indicateurs rendent compte de la complexité de la tâche et de la complexité du site tel que décrit plus haut.

Tableau 6. Variables et modalités pour la création des groupes

Variable	Modalité
Nombre de segments de rue sur le chantier (catégories 1 à 4)	1. Deux segments : pas une intersection 2. Trois segments : Croisement de type T 3. Quatre segments : intersection typique 4. Plus de 4 segments : intersection complexe
Type de segments de rue sur le chantier (catégories 1 à 4)	1. Au milieu d'un seul segment 2. Sur l'épaule ou près de l'entrée/sortie 3. À une intersection avec au moins une rue locale 4. À une intersection avec toutes les rues principales
Complexité de la tâche (valeur entre 0 et 1)	1. Nombre de segments de rue bidirectionnels 2. Nombre de voies cyclables 3. Nombre de passages pour piétons
Complexité du site (valeur entre 0 et 1)	1. Nombre de segments touchés par la construction ou l'évènement 2. Nombre de travailleurs (liés à la construction/évènement) 3. Nombre de signaleurs 4. Nombre d'agents de police (à l'exclusion de celui en observation)

4.2.5 Collecte des perceptions de travailleurs piétons par entrevue

À la fin de la collecte, les participants ont participé à un entretien semi-directif. L'entretien durait entre 30 minutes et 1 heure et portait sur différents aspects de leur travail (voir l'annexe D pour le guide d'entretien). Les thèmes abordés sont : la collecte (uniquement pour les policiers), le stress au travail, l'expérience / le vécu, la perception des tâches à effectuer, les perceptions du fait de travailler proche de la circulation et le risque d'être impliqué dans un accident. Les 11 policiers de Montréal et les 8 policiers de Québec ayant participé à la collecte ont été contactés par courriel, puis par téléphone en cas de non-réponse. Sept policiers de Montréal et cinq policiers de Québec ont participé aux entrevues (7 hommes, 4 femmes, entre 4 et 30 ans d'expérience).

Comme discuté précédemment, il était possible de faire participer des signaleurs dans cette phase du projet. Le questionnaire a été adapté pour les signaleurs n'ayant pas participé à la collecte de données (annexe E). Après un appel sur les médias sociaux, plusieurs signaleurs ont démontré leur intérêt pour participer à notre étude. Il s'est avéré plus difficile de communiquer avec eux, contrairement aux policiers. En effet, pour les signaleurs il s'agissait de leur téléphone personnel et ils ne pouvaient répondre aux questions qu'en dehors des heures de travail. Après de nombreuses tentatives avec six signaleurs, des entrevues ont été effectuées avec trois d'entre eux, et ce, par téléphone (1 femme, 2 hommes, entre 2 et 19 ans d'expérience).

4.3 Analyse des données

4.3.1 Analyses statistiques et spatiales des accidents routiers au travail impliquant un piéton

Dans la continuité des travaux de Messier et ses collaborateurs (2013) et de Pignatelli et ses collaborateurs (2013), nous réutilisons la base de données appariée SAAQ-CNESST et en approfondissons l'analyse en y ajoutant des données complémentaires provenant à la fois de la CNESST (employeur et emploi des victimes) et des rapports policiers d'accidents (schéma d'accident, informations supplémentaires ajoutées par les policiers). L'objectif de ces analyses

statistiques est d'obtenir un meilleur portrait de la situation des ART pour les travailleurs piétons, notamment sur les professions touchées et les circonstances des accidents.

Cette base de données appariée des accidents impliquant un travailleur piéton fait également l'objet d'analyses spatiales. Cette cartographie des sites d'accidents à l'échelle du Québec est possible par la mise en place d'un système d'information géographique (SIG) regroupant toute l'information spatiale disponible. D'autres couches d'information spatiale sont ainsi croisées avec les données d'accidents pour mieux contextualiser les lieux d'accidents et la circulation.

Les données ont été croisées avec d'autres bases de données géolocalisées :

- Les données du recensement de 2016 de statistique Canada ont fourni les limites territoriales ainsi que les informations de la population par îlot de diffusion³.
- Les données d'Adresses Québec ont fourni des renseignements sur les types de voies.

Les analyses spatiales utilisées sont des croisements de données spatiales et un calcul de la densité (à travers l'outil de densité par kernel) qui permet d'identifier les emplacements des concentrations spatiales d'accidents.

4.3.2 Analyses statistiques des données collectées

Une fois les données collectées, l'objectif était de croiser les résultats de façon à documenter l'influence de facteurs environnementaux sur l'insécurité et le stress chez les travailleurs piétons et de voir s'il existe un lien entre les conflits (mesurée par les interactions) et le stress vécus par les travailleurs piétons. Les analyses ont toujours été effectuées à l'unité de période de 15 minutes parce que nous voulions analyser la relation entre le stress autorapporté (au 15 minutes) et d'autres facteurs dynamiques de sécurité et des caractéristiques de l'environnement de travail. La figure 3 résume les différents tests statistiques que nous avons effectués entre les variables.

³ Chiffres de population et des logements, Canada et subdivisions de recensement (municipalités), recensements de 2016 et 2011 – Données intégrales [Fichier CSV]. Repéré à <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/pd-pl/Tableau.cfm?Lang=Fra&T=301&S=3&O=D>.

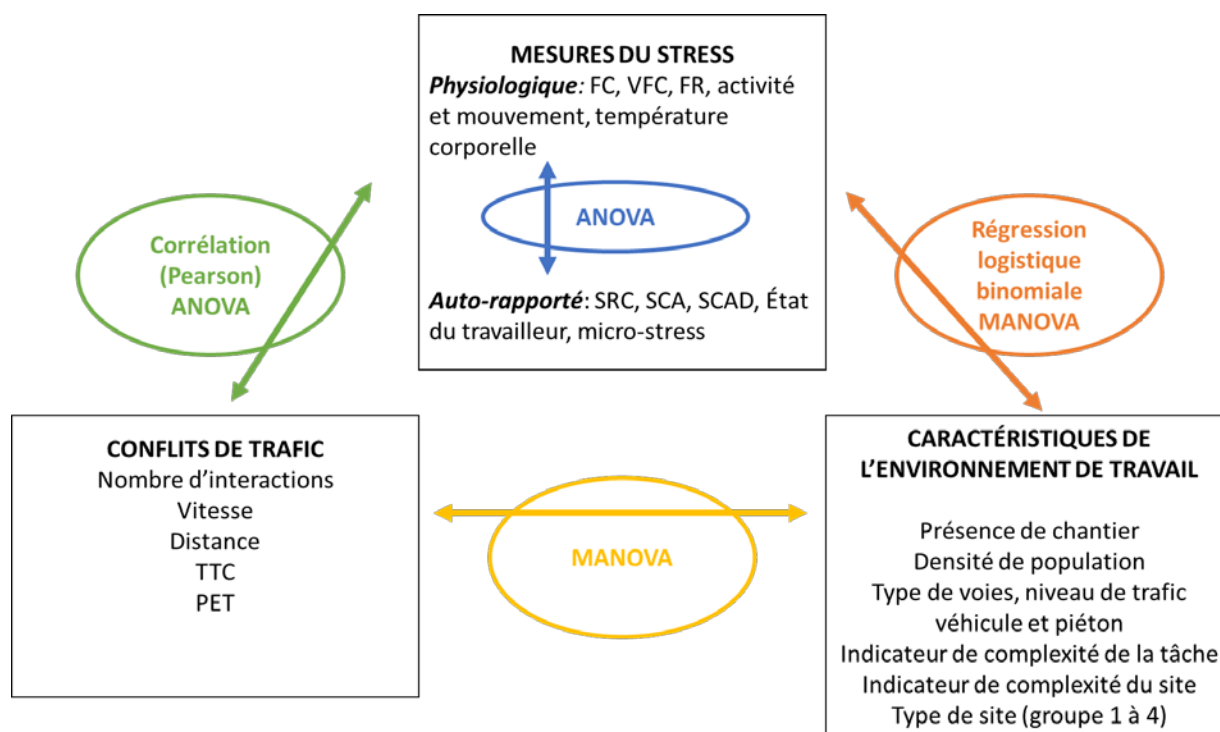


Figure 3. Synthèse des analyses statistiques réalisées.

4.3.2.1 Croisements entre le stress et l'environnement

Nous avons examiné l'association entre les mesures de stress ressenti et les mesures de l'environnement. D'abord, à l'aide du logiciel R, les mesures de l'environnement sont mises en relation à l'aide de régressions logistiques binomiales. Par la suite, des modèles de prédiction sont calculés à l'aide d'une régression logistique multifactorielle et d'un modèle d'arbre de décision. Les mesures environnementales sélectionnées pour ces modèles de prédiction du stress ressenti sont : le nombre de voies en construction, l'état du travailleur, la densité du trafic automobile, piéton et cycliste (par catégories), l'occurrence d'un évènement stressant, le nombre de voies et la présence de construction dans la zone d'observation.

Les mesures de stress ressenti ont également été testées pour leur lien avec les quatre groupes de sites définis par la méthode de classification présentée précédemment. L'association entre l'augmentation ou la diminution de stress et le groupe de chantier a été effectuée à l'aide d'un test de khi carré. Une analyse de variance (ANOVA) a également été produite sur les moyennes de stress en fonction des groupes dans l'objectif d'évaluer si le niveau de stress rapporté par les travailleurs diffère en fonction du groupe et, si oui, pour quels groupes cette moyenne diffère des autres.

Pour vérifier les différences de stress entre les sous-groupes du lieu de travail, une ANOVA multivariée (MANOVA) avec les groupes (Groupes 1 à 4) a été effectuée sur le stress autoperçu et sur les mesures des FC, des VFC et des activités des FR disponibles pour chaque période de 15 minutes. Les trois mesures physiologiques ainsi que la mesure autorapportée représentent chacune des mesures observables issues d'un construit « stress » non observable. Nécessairement, ces mesures partagent une certaine proportion de variances commune et

peuvent être corrélées. C'est la raison pour laquelle la MANOVA est privilégiée. Malgré l'hétérogénéité de la matrice variance-covariance ($M = 242,46$, $p < 0,001$), la MANOVA a tout de même été effectuée puisque la taille des groupes était supérieure à 30.

4.3.2.2 Croisements entre le stress et les conflits

L'impact de la circulation et de la sécurité mesuré par analyse vidéo sur le stress a été évalué par des analyses de corrélation de Pearson. Pour chaque période de 15 minutes, le stress autodéclaré a été comparé aux 12 mesures de sécurité et de circulation. Les données physiologiques (à savoir FC, VFC et FR) ont également fait l'objet d'une moyenne sur les mêmes périodes de 15 minutes pour faire correspondre les intervalles de stress autorapportés et les mesures de sécurité et de circulation.

4.3.2.3 Croisement entre les conflits et l'environnement

Les mesures du trafic et de la sécurité sont également comparées entre les quatre groupes afin de déterminer si la complexité d'un site de travail pouvait être associée aux indicateurs de trafic et de sécurité.

L'analyse est réalisée en effectuant une MANOVA unidirectionnelle comprenant chacune des 12 mesures de trafic et de sécurité collectées toutes les 15 minutes comme variables dépendantes. La MANOVA a été réalisée malgré l'hétérogénéité de la matrice variance-covariance ($M = 2420,47$, $p < 0,001$) due à la taille des groupes. Des tests univariés pour les deux MANOVA ont été effectués à l'aide d'une correction de Welch et on a estimé que ω^2 était utilisé comme mesure de l'ampleur de l'effet lorsque l'homogénéité de la variance était violée. De multiples comparaisons ont été effectuées avec une correction Games-Howell pour tenir compte de l'hétérogénéité de la variance.

4.3.3 Analyse qualitative du stress ressenti par les travailleurs piétons

L'analyse des entrevues s'est déroulée en catégorisant les discours de la façon suivante :

- Influence de la méthode de collecte sur les résultats;
- Type de travail réalisé;
- Organisation du travail;
- Perception du stress;
- Perceptions du travailleur de son contact avec le trafic;
- Perceptions du travailleur quant au risque d'accident de la route.

5. RÉSULTATS

5.1 Accidents routiers au travail impliquant un piéton (2000-2016)

5.1.1 Description des ART impliquant des piétons

Pour les 894 accidents impliquant un travailleur piéton entre 2000 et 2016 dans la Province du Québec, l'âge moyen des victimes est de 39 ans. Les hommes sont plus impliqués dans les accidents que les femmes (89 %). Le groupe d'âge le plus présent est le groupe des 35 à 44 ans (25%).

Nous observons qu'entre 2000 et 2016, le nombre d'accidents impliquant un travailleur piéton fluctue entre 49 et 74 accidents par an (figure 4). Le nombre d'accidents maximal est donc de 74 et a été atteint en 2005. Cependant à partir de 2012 jusqu'à 2016, nous constatons que le nombre d'accidents a fortement diminué et est passé de 52 en 2012 à 27 en 2016, soit une réduction d'environ 52 % du nombre d'accidents. La figure 4 met donc en évidence une évolution positive quant à l'amélioration du risque d'accident au travail.

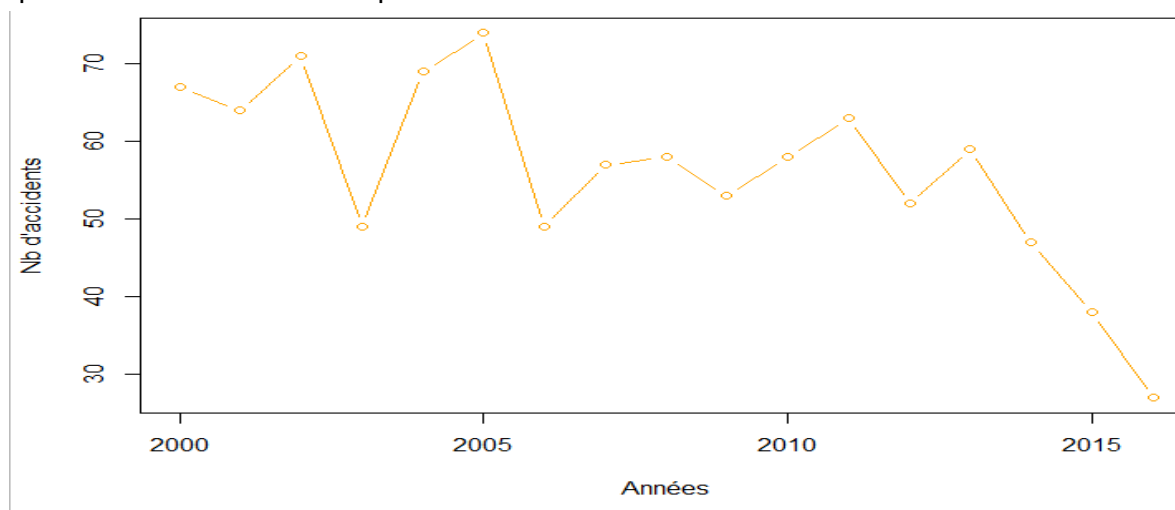


Figure 4. Évolution du nombre d'accidents entre 2000 et 2016.

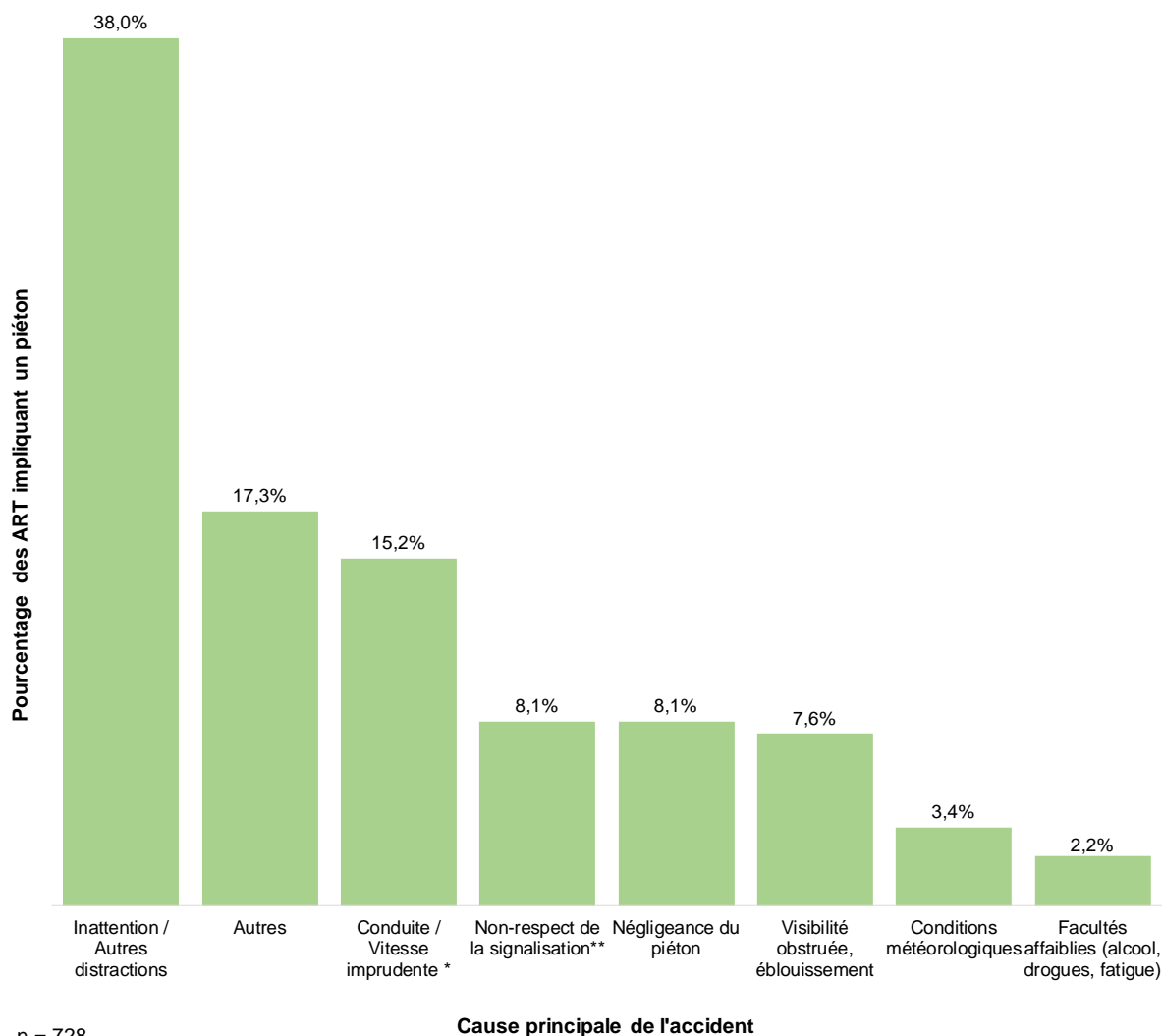
Les codes de profession de la table originale ont été associés à la classification nationale des professions de l'année 2003, originaire du guide des carrières⁴ du gouvernement du Canada⁵. L'essai de l'identification des travailleurs ciblés par le projet a été infructueux. Même en connaissant le titre du poste du travailleur et l'occupation principale de l'entreprise, il n'est pas possible d'identifier exactement la profession du travailleur. Par exemple, en cherchant pour les métiers de policier et signaleur, il n'est pas possible d'identifier précisément dans quel poste ils sont inclus.

⁴ <http://noc.esdc.gc.ca/Francais/GC/Bienvenue.aspx?ver=06&ch=03>

⁵ <http://www.cic.gc.ca/francais/immigrer/qualifie/cnp.asp>

5.1.2 Causes principales des ART

La figure 5 illustre les causes principales des accidents pour l'ensemble du Québec à partir des rapports d'accident de la SAAQ (appariés avec ceux de la CNESST). La plus fréquente est l'inattention ou autre distraction (38 %), telle que rapportée par le policier qui a rempli le rapport d'accident. Les autres facteurs explicatifs de l'accident sont la conduite ou la vitesse (15,2 %), le non-respect de la signalisation (8,1 %), la négligence du piéton (8,1 %) et le manque de visibilité (7,6 %). Il est à noter que la catégorie « autre » s'élève à 17 %, le 2^e pourcentage le plus important, sans que nous ayons plus de détails sur la cause (à moins de retourner dans les notes du policier). Selon la variable qui décrit le mouvement des victimes piétonnes au moment de l'accident, 15 % des victimes travaillaient sur la chaussée et 11 % traversaient la rue.



*Inclus : Suivait de trop près, Conduisait ou empiétait du mauvais côté de la voie, Circulait contrairement au sens unique, Reculait illégalement, Effectuait un dépassement interdit, Effectuait un dépassement dangereux et Autre comportement négligent.

**Inclus : N'a pas fait un arrêt obligatoire, A passé sur un feu rouge, N'a pas cédé le passage.

Source : SAAQ et CNESST, Fichiers appariés

Figure 5. Proportions d'ART impliquant un travailleur piéton selon la cause principale de l'accident entre 2000 et 2016.

5.1.3 Localisation des ART

Les ART impliquant un piéton sont concentrés dans les villes de Montréal et de Québec (figure 6). Ils ont principalement lieu sur des voies commerciales et résidentielles, fortement présentes dans les espaces urbains (figure 7).

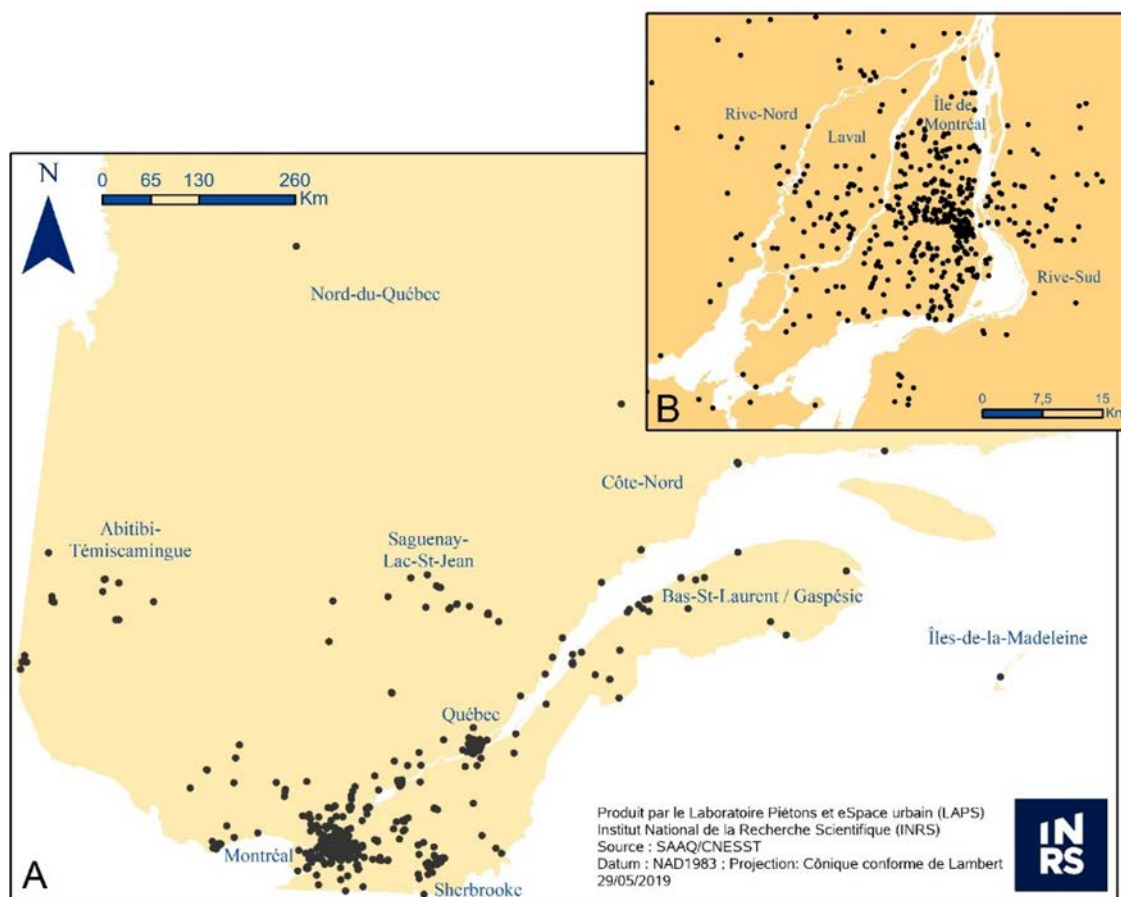
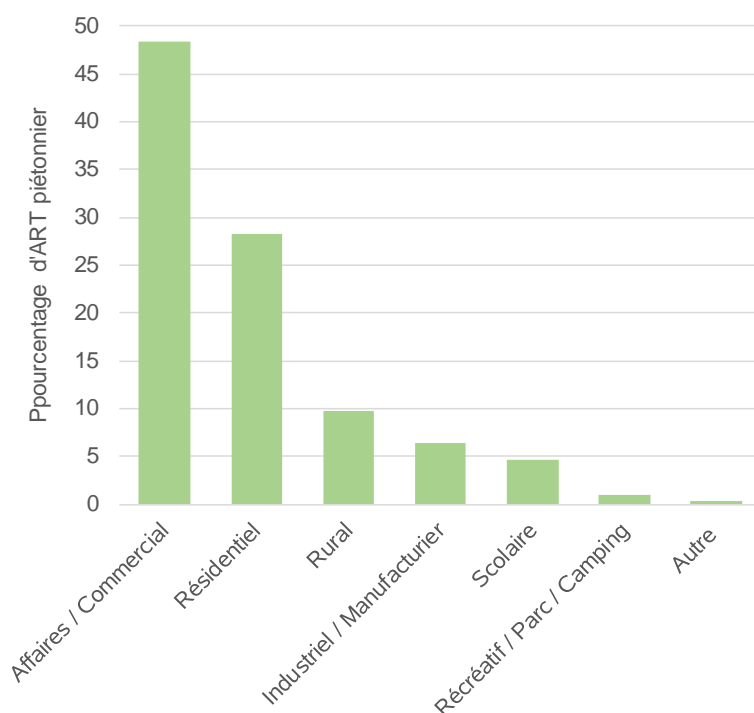


Figure 6. ART à travers le Québec entre 2000 et 2016.



Source : SAAQ et CNESST, Fichiers appariés

Figure 7. Répartition des ART piétonniers selon le type de rue au lieu de l'accident entre 2000 et 2016.

La figure 8 montre que la concentration en ART la plus forte dans la région de Montréal se situe au centre de l'île de Montréal. À l'intérieur du centre-ville, la concentration des ART la plus forte est délimitée approximativement par le quadrilatère Saint-Laurent, Notre-Dame, Peel et Sherbrooke. La zone délimitée par ces rues est d'environ 1,6 km² et comporte 31 ART impliquant un piéton pour les 16 années de données. Il s'agit d'une des zones les moins habitées de Montréal (Ville de Montréal, 2018), mais c'est aussi une zone avec une forte densité de trafic, et plus récemment, une zone de travaux routiers majeurs. La présence de ces deux éléments en même temps explique en partie cette forte accidentologie. Ce quadrilatère entre dans le quartier des spectacles plus à l'est et dans le quartier des affaires plus à l'ouest. Le haut niveau d'achalandage des rues au centre-ville est en cause dans la densité élevée d'accidents, particulièrement autour des points d'ancrage urbain comme les universités et les collèges.

À l'échelle de l'île de Montréal en entier, la concentration est élevée entre les autoroutes 15, 25 et 40, au Centre-Sud de l'île de Montréal. Y sont inclus les quartiers les plus denses de la ville, comme Le Plateau-Mont-Royal, Rosemont, Hochelaga-Maisonneuve, Côte-des-Neiges, Parc-Extension et Saint-Michel (Ville de Montréal, 2018). Il semble donc exister un risque élevé d'ART impliquant un piéton dans les zones à densité de population élevée et dans les zones achalandées non résidentielles, comme le centre-ville de Montréal.

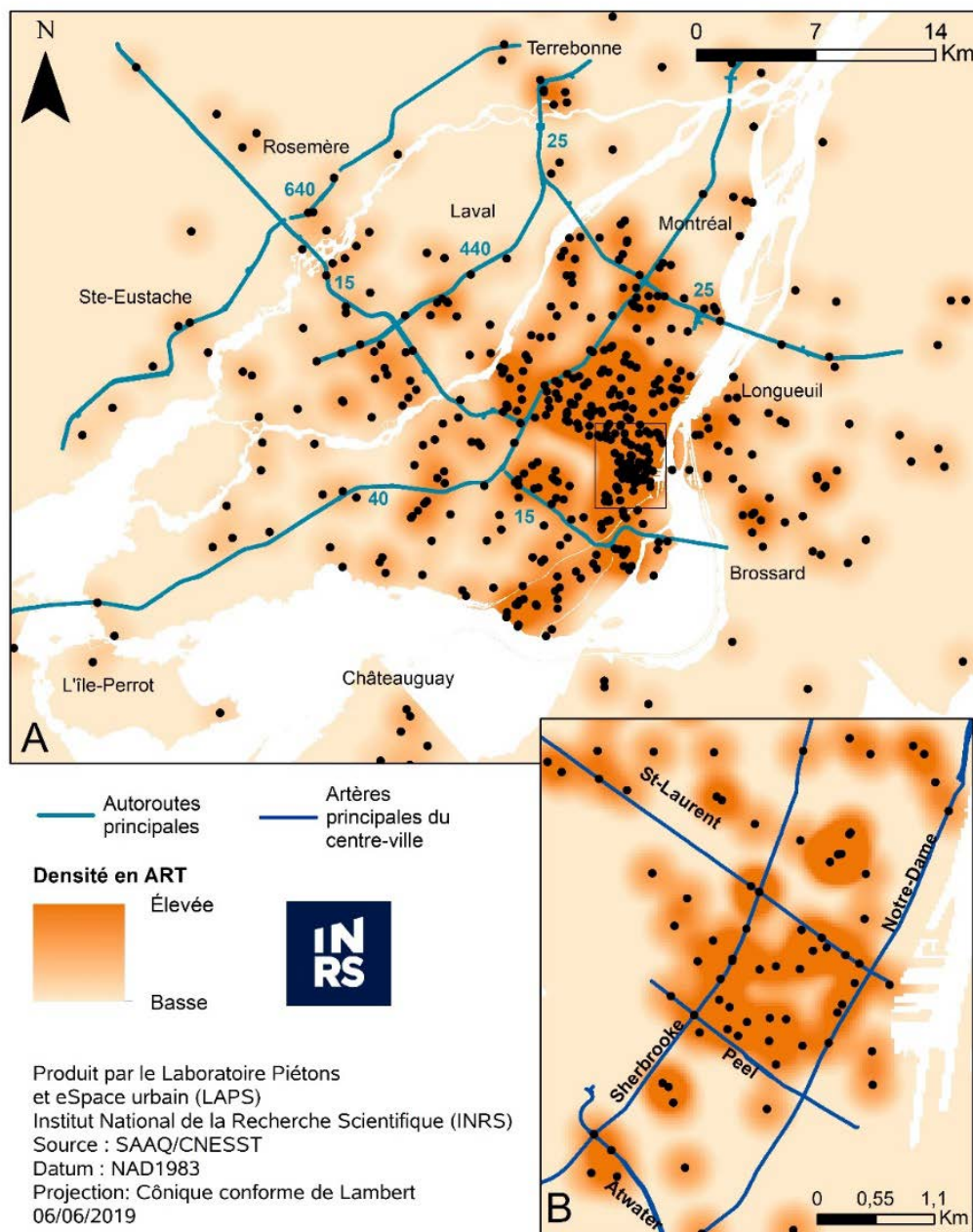


Figure 8. Densité Kernel des ART impliquant des travailleurs piétons dans la région de Montréal (A) et au centre-ville de Montréal (B) entre 2000 et 2016.

Le tableau 7 collige les municipalités du Québec de plus de deux ART piétonnier entre 2000 et 2016 et met en relation le nombre d'ART piétonnier avec la population de la municipalité. Montréal arrive grande première avec 38 % des 879 ART impliquant des travailleurs piétons. Suivent sans surprise les autres grandes villes du Québec, soit Québec, Laval, Longueuil, Sherbrooke et Trois-Rivières.

En faisant l'hypothèse que le nombre d'ART piétonnier est proportionnel à la population, la différence entre le pourcentage d'ART piétonnier et le pourcentage de population permet d'observer si, relativement à leur population, les municipalités sont en surplus ou en déficit d'ART piétonnier. En divisant cette différence par la population, on enlève l'influence de la taille de la ville et peut donc comparer des villes qui ont des populations totalement différentes, par exemple Montréal et La Tuque. Ainsi, des cotes de proportionnalité élevée (en orange, $\geq 0,5$) montrent une surreprésentation des ART piétonniers par rapport à la population, tandis que des valeurs négatives (en vert, $\leq -0,5$) montrent une sous-représentation des ART piétonniers par rapport à la population de la municipalité. Finalement, des valeurs près de 0 (sans couleur, $-0,5 < x < 0,5$) indiquent un nombre d'ART piétonniers plus ou moins proportionnel à la population.

Tableau 7. Répartition des ART piétonniers au Québec selon la municipalité et comparaison relativement à la population

Ville	Nombre d'ART piétonnier	ART piétonnier (% du total)	Population	Population (% du Québec)	Différence entre pourcentages de l'ART et de la population (%)	Cote de proportionalité à la population *
Montréal	336	38,23	1649519	20,87	17,35	1,052
Québec	68	7,74	516576	6,54	1,20	0,232
Laval	47	5,35	422993	5,35	-0,01	-0,001
Longueuil	40	4,55	239700	3,03	1,52	0,633
Sherbrooke	26	2,96	161323	2,04	0,92	0,568
Trois-Rivières	15	1,71	134413	1,70	0,01	0,004
Gatineau	15	1,71	276245	3,50	-1,79	-0,648
Terrebonne	14	1,59	111575	1,41	0,18	0,162
Dorval	8	0,91	18980	0,24	0,67	3,530
Lévis	8	0,91	143414	1,81	-0,90	-0,631
Salaberry-de-Valleyfield	7	0,80	40745	0,52	0,28	0,689
Rouyn-Noranda	7	0,80	42334	0,54	0,26	0,616
Drummondville	6	0,68	75423	0,95	-0,27	-0,360
Rivière-Du-Loup	5	0,57	19507	0,25	0,32	1,651
Châteauguay	5	0,57	47906	0,61	-0,04	-0,078
Saguenay	5	0,57	145949	1,85	-1,28	-0,876
Mont-Tremblant	4	0,46	9646	0,12	0,33	3,452
La Tuque	4	0,46	11001	0,14	0,32	2,871
Rawdon	4	0,46	11057	0,14	0,32	2,850
L'Ancienne-Lorette	4	0,46	16543	0,21	0,25	1,485
Joliette	4	0,46	20484	0,26	0,20	0,956
Sorel-Tracy	4	0,46	34755	0,44	0,02	0,044
Saint-Eustache	4	0,46	44008	0,56	-0,10	-0,231
Blainville	4	0,46	56863	0,72	-0,26	-0,465
Saint-Jérôme	4	0,46	74346	0,94	-0,49	-0,653
Saint-Paul-d'Abbotsford	3	0,34	2890	0,04	0,30	10,544
Saint-Félix-de-Valois	3	0,34	6305	0,08	0,26	4,148
Amos	3	0,34	12823	0,16	0,18	1,396
Rosemère	3	0,34	13958	0,18	0,16	1,180
Sainte-Anne-des-Plaines	3	0,34	14421	0,18	0,16	1,101
Saint-Lambert	3	0,34	21861	0,28	0,06	0,296
Saint-Bruno-de-Montarville	3	0,34	26394	0,33	0,01	0,028
Magog	3	0,34	26669	0,34	0,00	0,014
Sainte-Julie	3	0,34	29881	0,38	-0,04	-0,123
Vaudreuil-Dorion	3	0,34	38117	0,48	-0,14	-0,370
Boucherville	3	0,34	41617	0,53	-0,19	-0,445
Victoriaville	3	0,34	46130	0,58	-0,24	-0,525
Rimouski	3	0,34	48664	0,62	-0,27	-0,564
Saint-Hyacinthe	3	0,34	55648	0,70	-0,36	-0,652
Brossard	3	0,34	85721	1,08	-0,74	-0,867
Total Province de Québec	879	100	7903001	100		

* ((Pourcentage d'ART - Pourcentage de Population)/Population * 10^5).

Sources: SAAQ/CNESST ; Données de population du recensement 2011, Statistique Canada (2016). Le vert indique les villes où il y a peu d'ART piétonnier relativement à la population (cote < -0,5). Le orange indique les villes où il y a beaucoup d'ART piétonnier, relativement à la population (cote > 0,5).

Cette analyse montre que les municipalités surreprésentées en ART piétonnier sont principalement des petites villes (Rivière-Du-Loup, Amos, Joliette, etc.) ou des villages (Saint-Paul-d'Abbotsford, Rawdon, Mont-Tremblant, etc.). On y retrouve aussi trois villes importantes : Montréal, Longueuil et Sherbrooke. Les municipalités sous-représentées en ART piétonnier sont plutôt des villes de taille moyenne, dont plusieurs dans la Rive-Nord et la Rive-Sud de Montréal (Saint-Jérôme, Boucherville, Brossard) et trois grandes villes : Gatineau, Lévis et Saguenay. Finalement, les municipalités proportionnelles à leur population sont plusieurs grandes villes (Québec, Laval, et Trois-Rivières), des villes moyennes (Saint-Eustache, Châteauguay, Drummondville, etc.) et des petites villes (Saint-Lambert, Magog).

Il est probable que les routes à haute vitesse et le haut taux de transition routier dans les petites villes et villages causent la surreprésentation en ART piétonnier. Montréal est un cas intéressant, car c'est la seule grande ville à être fortement surreprésentée. On peut nommer en hypothèses pour expliquer ce phénomène la présence accrue de travaux, le trafic et le nombre élevé d'utilisateurs quotidiens de la route qui interagissent avec différentes catégories de travailleurs (éboueurs, cols bleus, policiers, signaleurs, etc.).

En reprenant le même exercice pour les régions administratives, Montréal apparaît encore une fois comme une région à taux élevé d'ART piétonnier relativement à la population (tableau 8). Dans les régions moins représentées, il y a des régions rurales et éloignées comme le Nord-du-Québec, le Saguenay-Lac-Saint-Jean et Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, tout comme des régions plus centrales comme Outaouais, Chaudière-Appalaches et Centre-du-Québec. Il n'y a aucune région à l'exception de Montréal qui apparaît comme surreprésentée en ART impliquant un piéton.

Tableau 8. Répartition des ART impliquant un piéton selon les régions administratives du Québec et comparaison avec la population

	Nombre d'ART piétonnier	ART piétonnier (% du total)	Population	Population (% du Québec)	Différence entre pourcentages de l'ART et de la population (%)	Cote de proportionnalité à la population *
Bas-Saint-Laurent	25	2,84	201 198	2,51	0,33	0,164
Saguenay-Lac-Saint-Jean	16	1,82	277 296	3,46	-1,64	-0,593
Capitale-Nationale	83	9,44	710 425	8,87	0,57	0,080
Mauricie	24	2,73	265 561	3,32	-0,59	-0,221
Estrie	42	4,78	313 384	3,91	0,86	0,275
Montréal	355	40,39	1 913 451	23,90	16,48	0,861
Outaouais	21	2,39	373 738	4,67	-2,28	-0,610
Abitibi-Témiscamingue	20	2,28	146 741	1,83	0,44	0,301
Côte-Nord	9	1,02	95 749	1,20	-0,17	-0,180
Nord-du-Québec	1	0,11	43 017	0,54	-0,42	-0,985
Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	5	0,57	94 519	1,18	-0,61	-0,647
Chaudière-Appalaches	12	1,37	414 420	5,18	-3,81	-0,920
Laval	47	5,35	406 004	5,07	0,28	0,068
Lanaudière	40	4,55	476 984	5,96	-1,41	-0,295
Laurentides	42	4,78	566 687	7,08	-2,30	-0,406
Montérégie	122	13,88	1 469 665	18,36	-4,48	-0,305
Centre-du-Québec	15	1,71	236 251	2,95	-1,24	-0,527
Total Province de Québec	879	100	8 005 090	100		

* ((Pourcentage d'ART - Pourcentage de Population)/Population * 10⁵).

Sources: SAAQ/CNESST ; Données de population de l'estimation de population des régions administratives du 1er juillet 2011 : Institut de la statistique Québec (2019).

Le vert indique les régions où il y a peu d'ART piétonnier relativement à la population (cote < -0,5). Le orange indique les régions où il y a beaucoup d'ART piétonnier relativement à la population (cote > 0,5).

5.1.4 Localisation des décès et blessés graves

La figure 9 montre que beaucoup des ART piétonniers impliquant des blessures graves et des décès ont lieu sur l'île de Montréal (29,4 % et 22,5 % respectivement). Sur le territoire de Québec (Québec et L'Ancienne-Lorette), il y a eu huit accidents avec blessés graves (6,4 %) et aucun décès, tandis que le total d'ART piétonnier représente 8,2 % du total de la province.

Quinze ART impliquant au moins un décès ont eu lieu dans la banlieue de Montréal (combinant la Rive-Nord, la Rive-Sud et Laval). Ceci équivaut à 37,5 % du total des ART piétonniers impliquant un décès, tandis que la banlieue de Montréal ne représente que 19,2 % du total des ART piétonnier. Le scénario est semblable dans la communauté métropolitaine de Québec, où 4 accidents impliquant au moins un mort (10 % du total) ont eu lieu parmi seulement 12 ART piétonniers (1,4 % du total d'ART). La région du Saguenay-Lac-Saint-Jean se démarque aussi avec 4 accidents impliquant au moins un décès (10 % du total) et seulement 10 ART piétonniers (1,1 % du total d'ART). Ces 4 accidents ont eu lieu dans des villages (Péribonka (2), La Doré et Saint-Gédéon).

Il semble donc y avoir une plus grande proportion de morts et de blessures graves à l'extérieur des grandes villes, ce qui s'explique en partie par la présence accrue de routes où la limite de vitesse est plus élevée. Néanmoins, les régions rurales de l'Abitibi-Témiscamingue, du Nord-du-Québec, de la Côte-Nord, du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie n'ont pas de proportions d'ART impliquant au moins un décès ou des blessures graves supérieures à leur poids démographique (voir figure 9).

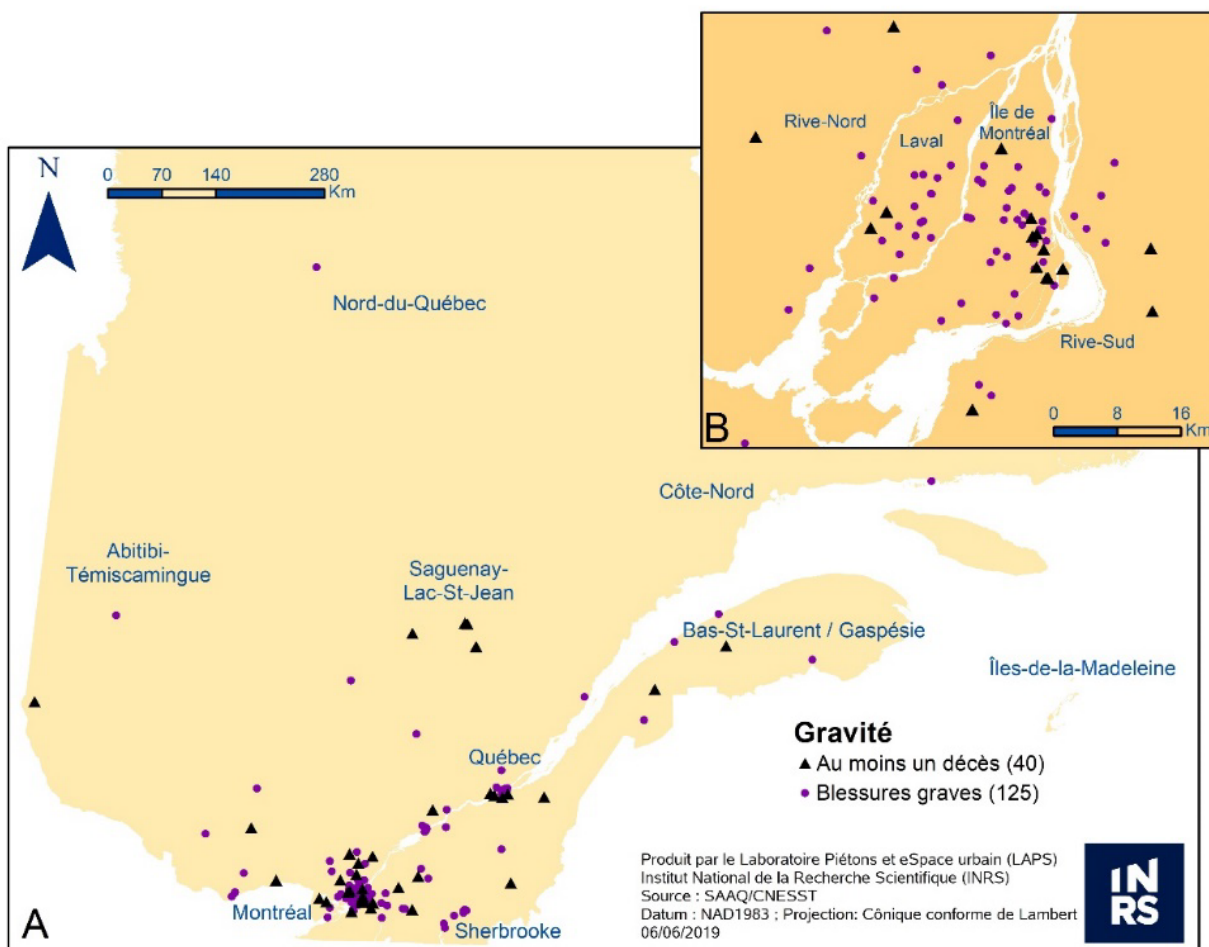


Figure 9. Localisation des blessures graves et des décès impliqués lors des ART des travailleurs piétons au Québec (A) et dans la communauté métropolitaine du grand Montréal (B) de 2000 à 2016.

5.2 Analyse des données collectées auprès des policiers

5.2.1 Description des données

La base de données compte 614 périodes d'observation de 15 min, à partir de l'ensemble de 54 périodes de travail de durées variées (entre 60 et 285 min). Dans 73 % des cas, le travailleur était à la tâche pendant la collecte de données, les autres occupations pouvant être : en pause, en train d'échanger avec des collègues. Par ailleurs, les événements stressants tels que rapportés par nos observateurs sont peu fréquents : parmi les 614 périodes analysées, seulement 7,7 % sont caractérisées par l'occurrence d'un événement stressant.

Dans 62 % des sites de travail, le trafic automobile est élevé avec plus de 20 véhicules par tranche de 15 min. Dans 32 % des sites, le trafic piétonnier est élevé avec plus de 20 piétons par tranche de 15 min. Le trafic cycliste est rare avec plus de 99 % des sites enregistrant un trafic cycliste faible de moins de 20 cyclistes par tranche de 15 min. La principale tâche des policiers est ainsi de gérer le flux automobile aux abords de chantier ou lors d'événements. Dans 84 %

des cas, la gestion de la circulation par un policier est en raison d'un chantier de construction. Les autres raisons sont la gestion d'un événement (concert, exposition). La collecte de données vidéo a permis d'estimer la vitesse moyenne de circulation à 47 km/h ($ET = 15,6$). Les sites sont moyennement complexes comme le montrent les indicateurs construits : l'indicateur de complexité du site est de 0,50 ($ET = 0,20$) et l'indicateur de complexité de la tâche de 0,41 ($ET = 0,27$).

Quatre groupes ont été identifiés à partir de la classification décrite précédemment. Le tableau 9 présente les statistiques descriptives pour chaque variable de chaque groupe. Le Groupe 1 comprend les sites les plus complexes où les agents de police doivent faire face à une circulation plus dense, car ces sites incluent des routes majeures (artères ou autre). Le Groupe 2 est également complexe (tous les sites à 4 segments), mais tous les sites avaient au moins une route locale et la complexité du site est inférieure à celle du Groupe 1. Le Groupe 3 est le moins complexe, la plupart des segments n'étant pas à une intersection et ayant donc des valeurs faibles pour les deux indices de complexité. Enfin, le Groupe 4 a deux caractéristiques distinctes : il ne comprend que des intersections à trois branches (intersections en T) et il a la plus faible complexité du site, ce qui signifie que très peu de travailleurs étaient sur place.

Tableau 9. Description des groupes de site de travail

<i>Description</i>	<i>Groupe 1 : sites complexes</i>	<i>Groupe 2 : sites complexes avec une rue locale</i>	<i>Groupe 3 : sites peu complexes</i>	<i>Groupe 4 : sites peu complexes avec intersection à 3 branches</i>	<i>TOTAL</i>
Nombre de sites					
À Montréal	9	3	1	1	14
Au Québec	4	8	8	3	23
Complexité de la tâche (M)	0,53	0,55	0,38	0,54	0,50
Complexité du site (M)	0,51	0,40	0,35	0,25	0,41
Nombre de segments par site					
Pas une intersection	0	0	2	0	2
3 segments	0	0	7	4	11
4 segments	9	11	0	0	20
Plus de 4 segments	4	0	0	0	4
Type de segments sur le site de travail					
Au milieu d'un seul segment	0	0	2	0	2
Sur l'épaule ou près de l'entrée/sortie	0	0	7	0	7
Au moins une rue locale	0	11	0	1	12
Toutes les rues majeures	13	0	0	3	16

Sur une échelle de 1 à 10, les policiers rapportent un stress initial faible ($M = 2,06$; $ET = 2,01$). Cet état reste stable dans 81 % des cas, diminue dans 8 % des cas et augmente dans 11 % des cas. L'indicateur de stress ancré, mesuré avec le niveau de stress initial, montre la même tendance ($M = 2,31$; $ET = 2,69$). Le stress ancré dichotomisé selon la moyenne des stress ancrés indique que la fréquence des tranches de 15 min sous la moyenne est de 331 (64 %) et celle au-dessus de la moyenne est de 188 (36 %).

Concernant les enregistrements physiologiques, la FC moyenne était de 89,68 battements/min ($ET = 13,16$), la VFC moyenne était de 43,30 SD/min ($ET = 17,74$) et la FR moyenne était de 23,23 respirations/min ($ET = 5,94$). Chez un adulte au repos, la fréquence cardiaque normale est comprise entre 60 et 100 battements par minute et la fréquence respiratoire chez l'adulte est entre 10 et 20 respirations par minute. Les policiers sont donc dans un état physiologique différent de la normal, ce qui n'est pas étonnant dans la mesure où la collecte de données a eu lieu pendant leurs tâches professionnelles au cours desquelles ils sont concentrés.

5.2.2 Stress autorapporté et physiologique

Le croisement entre les données de stress autorapporté (c.-à-d. le stress cumulé ancré, dichotomisé selon la moyenne des stress ancrés : SCAD) et les données de stress physiologique (rythme cardiaque, variabilité cardiaque, rythme respiratoire, activité et mouvement, température corporelle) indique des corrélations (de Pearson) significatives ($p < 0,01$). Elles sont faiblement positives entre le niveau de stress relatif et le rythme cardiaque ($r = 0,137$), la variabilité cardiaque ($r = 0,145$), le rythme respiratoire ($r = 0,189$), l'activité et le mouvement ($r = 0,364$). En bref, les données physiologiques sont liées au stress cumulatif ancré dichotomisé, sauf pour la température corporelle moyenne, et faiblement ($p = 0,08$) pour la fréquence cardiaque. Le stress autorapporté se traduit donc de manière physiologique (tableau 10).

Tableau 10. Analyses de variance (ANOVA) entre le stress ancré dichotomisé et les mesures physiologiques du stress

Stress cumulé ancré dichotomisé selon la moyenne des stress ancrés		Moyenne fréquence cardiaque	Moyenne variabilité fréquence cardiaque	Moyenne fréquence respiratoire	Moyenne activité et mouvement	Moyenne température corporelle
Inférieur à la moyenne	Moyenne	87,36	47,05	22,24	0,08	37,40
	Écart type	12,54	20,56	4,95	0,04	0,41
Supérieur à la moyenne	Moyenne (M)	89,75	40,24	23,96	0,09	37,39
	Écart type	14,20	14,56	4,05	0,04	0,35
Total	Moyenne (M)	88,25	44,50	22,84	0,08	37,39
	Écart type	13,22	18,82	4,72	0,04	0,39
ANOVA	Valeur de F	3,07	12,68	14,70	24,76	0,01
	p-value	0,08	0,00	0,00	0,00	0,91

5.2.3 Stress et environnement

Le stress auto-rapporté par les policiers par tranche de 15 minutes est corrélé positivement et significativement avec la présence d'un chantier, un haut niveau de trafic automobile et un haut niveau de trafic piétonnier. En revanche, la présence d'un évènement stressant n'est pas corrélée avec un stress plus fort (figure 10). Un évènement stressant noté par les observateurs n'est probablement pas perçu comme tel par les policiers habitués à la gestion du trafic.

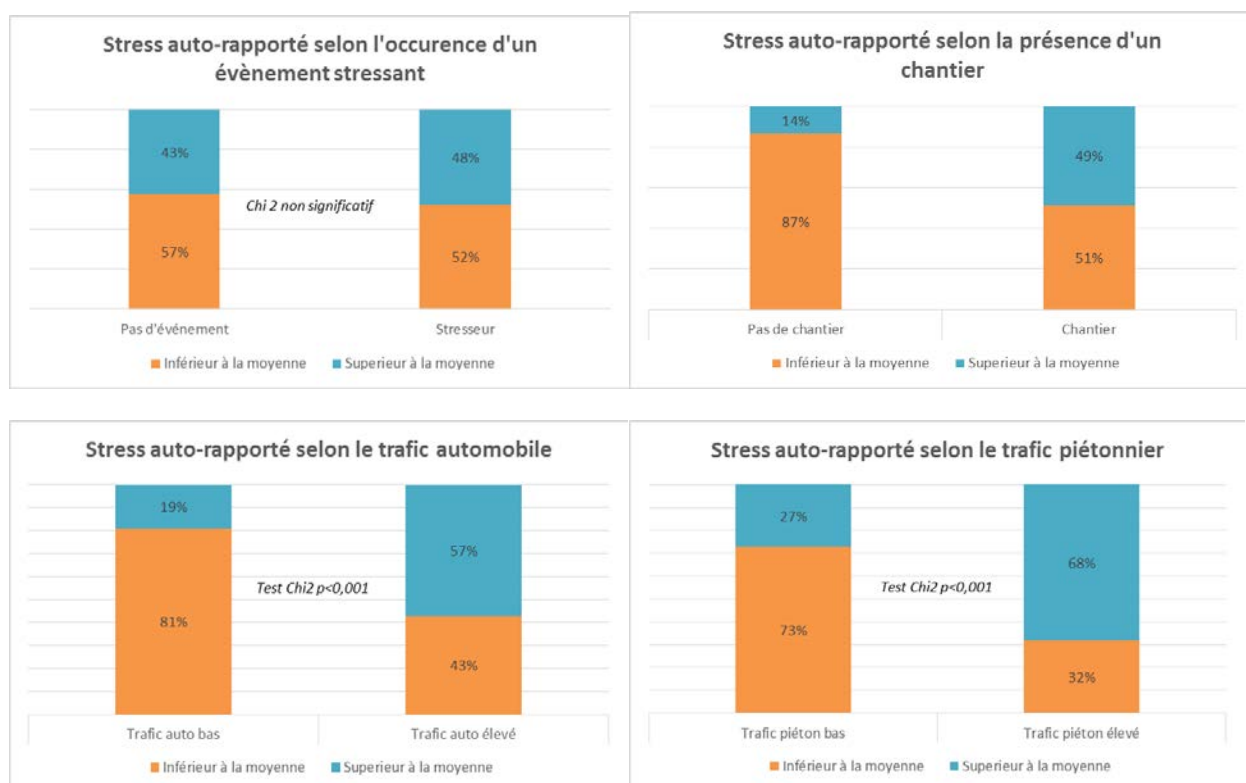
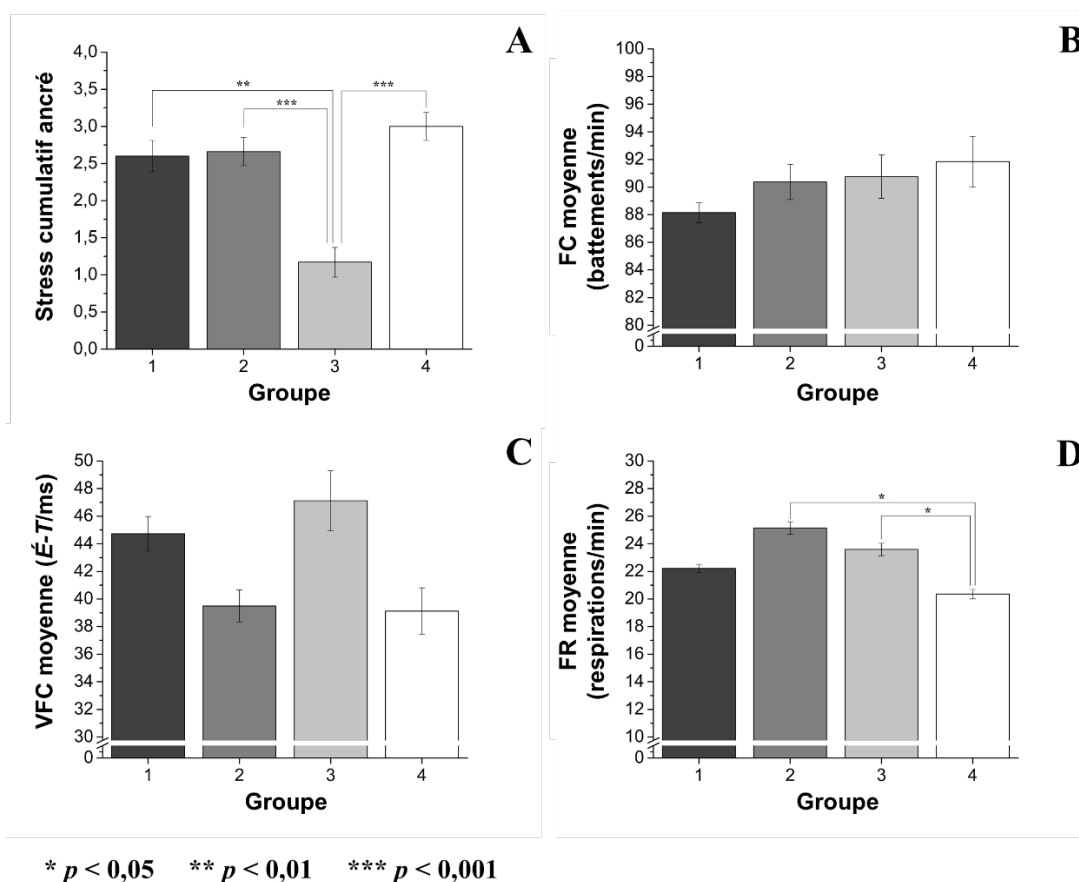


Figure 10. Corrélations entre stress auto-rapporté et variables environnementales.

Le niveau de stress cumulatif ancré et les mesures moyennes de FC, VFC et FR pour chaque période de 15 minutes sont comparés selon le groupe de complexité des sites de travail dans lesquels les tâches de circulation ont été effectuées (figure 11). Les analyses montrent qu'il existe des différences significatives parmi les quatre groupes de complexité de sites de travail quant aux mesures de stress. Plus précisément, des différences significatives semblent émerger entre les quatre groupes de complexité sur le niveau de stress cumulatif ancré, la FC moyenne et la FR moyenne, mais pas sur la VFC moyenne. Suivant l'ajout d'une correction de Welch pour l'hétérogénéité des variances sur les tests univariés, seules les mesures de stress cumulatif ancré et de FR diffèrent en fonction des groupes de complexité des sites de travail. La décomposition de l'effet du groupe sur les mesures de stress cumulatif ancré montre que ces dernières sont significativement inférieures pour les Groupes 3 que pour les Groupes 1, 2 et 4. Aucune autre différence significative n'apparaît entre les groupes. L'examen de l'effet du groupe sur les mesures de FR montre que cette mesure est significativement inférieure dans le groupe 4 que dans les Groupes 2 et 3. Aucune autre différence significative n'est observée entre les groupes.



NOTE : Niveaux de (A) stress cumulatif ancré, (B) FC, (C) VFC et (D) FR utilisés dans le MANOVA entre les quatre groupes, et différences significatives identifiées entre eux. Les différences entre les groupes de la MANOVA, après correction de l'hétérogénéité de la variance, n'ont été relevées que pour le stress ancré et la FR. Les barres d'erreur représentent l'erreur type de la moyenne.

Figure 11. Moyennes observées des mesures de stress.

5.2.4 Stress et conflits de trafic

Les mesures de la circulation et de la sécurité, regroupées en périodes de 15 minutes, sont liées aux mesures moyennes du stress autorapporté et du stress physiologique.

Les analyses de corrélation de Pearson ont montré que les niveaux de stress ancrés sont corrélés négativement avec les mesures de distance ($r = -0,2$), de TTC ($r = -0,17$) et de PET ($r = -0,14$) (tableau 11). Concernant les variables physiologiques du stress, les mesures de la FC sont corrélées négativement avec les mesures de distance ($r = -0,187$) et de vitesse ($r = 0,211$), mais positivement avec le TTC ($r = 0,195$). Les mesures de la VFC sont corrélées positivement avec les mesures de la distance ($r = 0,138$) et de la vitesse ($r = 0,254$), mais sont corrélées négativement avec celles du TTC ($r = -0,2$). Enfin, les mesures de FR sont corrélées négativement avec les mesures du TTC ($r = -0,165$), du PET ($r = -0,155$) et positivement avec les mesures de vitesse ($r = 0,167$). Toutes les autres corrélations non déclarées n'ont pas atteint un niveau significatif ($p > 0,05$).

Tableau 11. Corrélations de Pearson entre les conflits et le stress

	Distance	Vitesse	TTC	PET	Niveau de stress ancré	FC (M)	VFC (M)	FR (M)
Distance	1							
Vitesse	0,541**	1						
TTC	0,329**	-0,300**	1					
PET	0,405**	-0,251**	0,563**	1				
Niveau de stress ancré	-0,219**	-0,109	-0,170**	-0,141*	1			
FC (M)	-0,187**	-0,211**	0,195**	0,023	0,072	1		
VFC (M)	0,138*	0,254**	-0,200**	-0,042	-0,193**	-0,652**	1	
FR (M)	-0,099	0,167**	-0,165**	-0,155*	0,222**	0,105*	-0,357**	1

* La corrélation est significative à 0,01 (bilatéral)

**La corrélation est significative à 0,05 (bilatéral)

5.2.5 Conflits de trafic et environnement

Les 12 mesures de circulation et de sécurité ont été comparées en fonction des groupes de sites afin d'évaluer si la complexité du site est liée à l'importance des situations conflictuelles potentielles. Il s'avère que les conflits de trafic sont corrélés avec des variables de l'environnement de travail. Le tableau 12 présente les statistiques descriptives de chacune des 12 mesures de circulation et de sécurité pour chacun des quatre groupes, ainsi que les résultats de l'analyse de variance à correction de Welch à une variable et les groupes qui diffèrent les uns des autres. La MANOVA a démontré une association significative des groupes avec chaque mesure de circulation et de sécurité. Les analyses ont montré que chaque mesure du trafic et de la sécurité différait effectivement selon le groupe ($p < 0,001$ pour chaque mesure). Des comparaisons multiples ont montré que les sites de travail plus complexes étaient associés aux pires niveaux de sécurité (PET et TTC plus bas, distances et vitesses plus élevées). Plus précisément, le Groupe 1, c'est-à-dire les sites de travail les plus complexes, était généralement caractérisé par un plus grand nombre d'interactions entre les usagers de la route, des PET plus courts, des distances plus courtes entre les usagers de la route, des différences de vitesse plus grandes, des TTC plus courts, des interactions plus nombreuses avec des PET, TTC et distances plus faibles, et un plus grand nombre d'usagers. Cependant, d'autres groupes comportaient parfois des situations à risque plus élevé que le Groupe 1 ou différaient d'une manière indépendante de leur niveau de complexité (p. ex., les mesures de la vitesse85 et de la vitesse85 à 50 km/h du Groupe 3).

Tableau 12. Analyses de variance entre les mesures de circulation et de sécurité et les quatre groupes des sites de travail

<i>Mesures de circulation et de sécurité</i>	<i>Moyenne (et écart type) par grappe</i>				<i>Welch's F</i>	<i>Est, ω^2</i>	<i>Games-Howell a corrigé des comparaisons multiples significatives des grappes</i>
	<i>Groupe 1 (n = 103)</i>	<i>Groupe 2 (n = 73)</i>	<i>Groupe 3 (n = 65)</i>	<i>Groupe 4 (n = 55)</i>			
1, N Interact	8102,51 (6428,83)	4646,27 (2641,53)	5796,60 (3133,61)	4877,75 (1931,35)	9,28***	0,08	1-2, 1-3, 1-4
2, PET15 (s)	0,55 (0,24)	0,97 (0,35)	0,85 (0,48)	0,98 (0,21)	54,77***	0,35	1-2, 1-3, 1-4
3, Distance15 (m)	11,86 (2,16)	11,59 (2,10)	13,98 (4,10)	13,83 (2,32)	15,65***	0,13	1-3, 1-4, 2-3, 2-4
4, Vitesse diff85 (km/h)	47,12 (10,71)	38,09 (15,02)	57,26 (17,96)	46,05 (10,09)	15,41***	0,13	1-2, 1-3, 2-3, 2-4, 3-4
5, TTC15 (s)	2,20 (0,58)	3,08 (0,92)	2,83 (1,11)	3,56 (0,49)	82,24***	0,45	1-2, 1-3, 1-4, 2-4, 3-4
6, N PET 1,5 s	548,07 (471,48)	230,77 (168,31)	344,88 (202,83)	245,29 (127,54)	16,60***	0,14	1-2, 1-3, 1-4, 2-3, 3-4
7, N Distance15 30 m	4380,27 (2898,32)	2948,03 (1538,97)	2952,71 (1986,13)	2731,78 (959,48)	9,18***	0,08	1-2, 1-3, 1-4
8, N Vitesse diff85 50 km/h	1196,92 (1368,65)	477,92 (611,01)	1160,25 (896,60)	679,71 (524,88)	13,18***	0,11	1-2, 1-4, 2-3, 3-4
9, N TTC15 1,5 s	174,21 (101,52)	70,29 (64,76)	136,20 (125,74)	51,45 (21,38)	53,65***	0,35	1-2, 1-4, 2-3, 3-4
10, N Usagers de la route	1415,03 (524,59)	967,21 (338,71)	1126,72 (468,01)	986,98 (230,04)	19,57***	0,16	1-2, 1-3, 1-4
11, Vitesse85 (km/h)	38,06 (8,88)	28,58 (10,71)	48,17 (19,75)	36,09 (7,30)	21,66***	0,17	1-2, 1-3, 2-3, 2-4, 3-4
12, N Vitesse85 50 km/h	86,99 (95,79)	21,42 (38,46)	145,97 (180,56)	53,87 (36,84)	23,64***	0,19	1-2, 1-4, 2-3, 2-4, 3-4

*** $p < ,001$

Note : Les comparaisons multiples qui sont absentes de ce tableau n'ont pas atteint un niveau significatif (*valeurs* $p > 0,05$).

5.3 Stress ressenti par les policiers et les signaleurs : propos tenus lors des entretiens

5.3.1 Retours sur la collecte de données

La méthode ne semble pas avoir influencé les résultats de collecte. La plupart des policiers ont indiqué qu'ils oubliaient l'équipement de collecte en peu de temps. La plupart des policiers interrogés trouvent intéressant de s'attarder au sujet des travailleurs piétons, puisqu'il peut y avoir des risques associés à ce travail. Pour ce qui est de l'interaction avec les étudiants qui les observait, l'environnement pouvait influencer le niveau de la collecte : « *Les signes, ça allait. Au début, moins. On était à un endroit que c'était vraiment bruyant, là. Pis, je n'entendais jamais le buzzer* ».

Plusieurs policiers ont mentionné que l'installation de l'équipement sur le lieu d'activité était problématique. Cet élément est à réfléchir également dans un contexte environnemental changeant, étant donné que la pluie et le froid peuvent rendre l'installation inconfortable. Le protocole initial prévoyait de rencontrer les participants dans un endroit permettant de se changer avant la collecte (ex. : le poste de police attitré), ou encore de laisser le senseur au participant pour toute la durée de la collecte (ex. : l'installer à la maison), mais l'horaire n'a pas toujours permis de le faire :

« Non, c'est juste que pour une prochaine fois l'avoir avant d'arriver sur place. Parce que vu que faut mettre l'appareil directement sur la peau, bien il a fallu tout le temps de se trouver une toilette. Parce que l'on a de l'équipement sur nous, on a une chemise, on a la veste de trafic, on a le ceinturon, fait que l'on ne peut pas l'installer directement, faut se trouver une place pour complètement se déshabiller puis poser. »

5.3.2 Perceptions du stress

La notion de stress est différente d'une personne à l'autre. Souvent les policiers ont parlé « *d'adrénaline* », de « *frustration* » ou d'« *impatience* » plutôt que de stress. Dans les situations stressantes en dehors du travail, de nombreux policiers ont mentionné des situations familiales, par rapport aux enfants ou aux proches. L'élément central qui permet de définir le stress est la dimension du non-contrôle de la situation pour la majorité de nos participants.

Au niveau professionnel, certains ont mentionné les courts délais pour répondre à des demandes et un stress de représentation (en tant que policier), où il faut avoir un comportement irréprochable. Plusieurs ont identifié des situations stressantes comme étant celles où il y a des pointes d'adrénaline avec des armes à feu, ou des situations à haut risque (poursuites, manifestation violente.) Dans les situations de circulation, les participants ont plutôt mentionné que beaucoup de piétons ou d'automobilistes sont impatients, ne respectant parfois pas leurs indications :

« Peut-être il peut y avoir du stress, mettons tu vas avoir un cycliste qui va passer quand ce n'est pas son tour, puis qui a décidé de passer ou un piéton, puis là il y a un véhicule qui passait en même temps. Il peut y avoir une période de stress de quelques secondes, parce que dans notre tête il peut arriver un accident, il peut arriver quelque chose. »

5.3.3 Perceptions des tâches professionnelles

Il convient de différencier les tâches professionnelles quotidiennes du policier et les tâches de « gestes et signaux » (autrement dit la gestion de la circulation) réalisées dans le cadre de la collecte de données. Tous les policiers interrogés ont mentionné que la gestion de la circulation durant la collecte de données est un choix supplémentaire par rapport aux tâches régulières de travail (principalement : patrouilleurs, postes de soutien).

Pour la plupart des policiers, les tâches dans les gestes et signaux sont simples, mais certains spécifient que les citoyens peuvent être difficiles parfois : « *mais c'est sûr que c'est plus dur quand y'a un citoyen qui faut que tu chiales après, ou qu'il y a du monde qui se mettent à klaxonner.* » Quelques-uns ont mentionné que le travail s'effectue mieux en équipe, mais aussi en ligne, lorsqu'il y a plusieurs policiers postés à différents coins de rue. Ils mentionnent également que les automobilistes sont impatients et régulièrement ne respectent pas leurs indications.

Les policiers interrogés ont en moyenne 18 ans d'expérience et 8 ans dans les tâches de gestes et signaux. À noter qu'un seul compte moins de 10 ans d'expérience (4 ans), et que les deux plus expérimentés affirment avoir fait des gestes et signaux depuis les tous débuts de leur carrière. Pour eux, les points positifs de réaliser des tâches de gestes et signaux sont de briser la routine, de la simplicité de la tâche et la rémunération associée. Les points négatifs sont les insultes reçues par les citoyens et la météo.

Les signaleurs ont des conditions de travail plus difficile que les policiers. Ils peuvent parfois faire des journées de 11h debout. Leur salaire est également inférieur. Ces paramètres étant de potentiel facteur de la variation du stress. En effet, les signaleurs ont tous indiqué que le fait de n'avoir aucune pause, particulièrement pour aller aux toilettes, était une forte contrainte associée à leurs tâches professionnelles. Les relations de travail semblent être un point de friction important et le respect pour leur métier et leur tâche. Ils ont souligné le manque de respect de la part des citoyens, mais aussi de leur employeur.

Pour les policiers, le travail dans la circulation s'effectue uniquement dans un contexte d'heures supplémentaires et plusieurs policiers ont mentionné que la fatigue pouvait avoir un impact au niveau de leur travail et peut-être au niveau du stress. Pour les signaleurs, la longueur des journées travaillées occasionne de la fatigue et du stress.

5.3.4 Perceptions des contacts avec la circulation et le risque routier

La plupart des policiers ont répondu qu'ils ne percevaient aucune gêne de travailler près de la circulation, cela fait partie de la tâche à effectuer. Les policiers ont relaté un important sentiment d'utilité associé à cette tâche : fluidifier le trafic, faire respecter la sécurité... Pour les policiers, il existe un sentiment de maîtrise de la situation, contrairement à d'autres tâches, ce qui réduit le sentiment de stress :

« Je trouve que la circulation, je suis plus en contrôle de la situation, parce que j'anticipe. Je (teste) les signaux dans la rue, j'évalue la vitesse des véhicules, je regarde ce qui s'en vient. Je suis capable d'arrêter. C'est moi qui fais en sorte que la situation arrête. Si j'ai une bagarre générale, j'ai aucun contrôle ».

Le bruit a été mentionné comme désagrément, mais aussi comme un stimulus pour rester à l'affût. La différence d'objectif entre l'aménagement d'un chantier et la fluidité de circulation a aussi été mentionnée, et plusieurs policiers ont évoqué le fait qu'ils réaménageaient une partie du chantier, ou du moins de la signalisation présente, pour assurer la sécurité de tous. La cohabitation parfois difficile avec les signaleurs est revenue à plusieurs reprises : « *Le signaleur à côté de toi, il bloque ton trafic pour faire sortir un camion. Ben non! Attends que mon trafic soit sur la rouge!* ».

Le risque d'avoir un accident existe, car les policiers ne sont pas visibles, ou qu'ils ont exposé aux pertes de contrôle de la part des automobilistes, notamment en hiver. Selon eux, le risque est aussi accentué en raison de la hausse de la distraction au volant et avec de faibles distances entre les véhicules et la vitesse élevée :

« On est dans le milieu de la rue, mais le monde nous voit pas. Donc faut tout le temps penser à bien se placer, puis à s'assurer que la personne nous voit ».

« Mon plus gros risque c'est d'être dans le milieu de la rue, que quelqu'un exemple en hiver me voit à la dernière minute qui perdre le contrôle sur la neige ou la glace ».

« Parce que c'est ça aujourd'hui. Ils sont au cellulaire, ils mangent, ils jasant avec la personne, fait qu'ils regardent pas en avant... ».

« ça arrive des fois que ça passe proche. Mais, on est dans rue! Fait que ça passe proche... Les gens ne ralentissent pas vraiment. Ils veulent toujours pognier leur verte. Ils passent les rouges ».

Les risques d'accident semblent nettement plus importants pour les signaleurs ou installateurs (de signalisation) que pour les policiers. Tous les signaleurs ont vu ou ont été victimes d'accidents dans le cadre de leur travail, souvent à plusieurs reprises. Dans le cadre de la circulation, aucun des policiers rencontrés n'a été victime et quelques policiers ont eu vaguement le souvenir d'une collègue impliqué dans ce genre d'incidents. Selon les participants, le respect de l'uniforme est l'un des points majeurs dans la différenciation des métiers. La cause de leur présence peut probablement venir jouer dans le respect également, les signaleurs sont là pour prioriser les travailleurs de la construction, ou du moins leur sécurité tandis que la principale tâche des policiers est d'améliorer la fluidité dans ce genre de situation. À la suite des affirmations des signaleurs, il est très préoccupant d'entendre que chaque semaine il y a des incidents impliquant des signaleurs, et parfois des décès.

5.3.5 Pistes d'amélioration selon les policiers et les signaleurs

Parmi les propositions pour améliorer la gestion de la circulation aux abords des chantiers, certains ont suggéré d'offrir une trousse à outils avec de l'équipement de protection supplémentaire lorsque le lieu de travail est un chantier de construction. Cette boîte pourrait inclure un masque, des bouchons, des lunettes de protection, mais également des équipements supplémentaires pour contrer le froid. Soulignons également que plusieurs policiers trouvent que les citoyens mécontents sont un désagrément récurrent dans la circulation.

Dans les suggestions d'amélioration de la part des signaleurs, ils suggéraient un meilleur respect des règlements en place comme l'obligation d'éclairage de soir et l'attribution des pauses obligatoires, mais ils ont aussi parlé d'avoir une campagne de sensibilisation pour améliorer le respect et l'importance du métier de signaleur. L'ajout d'une formation plus complète avec un stage sur chantier obligatoire a aussi été mentionné.

6. DISCUSSION

6.1 Portée des résultats et discussion

Cette recherche visait à mieux comprendre les déterminants et les circonstances des ART impliquant des travailleurs piétons et à étudier les conditions de travail des travailleurs piétons. Nos analyses ont porté à la fois sur des données colligées en amont (rapports d'accidents de la SAAQ et de la CNESST) et sur des données que nous avons collectées sur le terrain.

Concernant *les circonstances des accidents passés*, nous avons démontré, à partir de l'analyse des rapports d'accident, que les facteurs principaux associés aux ART impliquant un piéton étaient l'inattention et la distraction. Majoritairement, lors de l'accident, le piéton travaillait sur la chaussée ou traversait la rue. En lien avec la densité urbaine et la densité de chantiers, une grande majorité des ART impliquant un piéton se localise dans le périmètre métropolitain du grand Montréal, sur des rues commerciales et résidentielles. Dans Montréal, le risque élevé d'ART impliquant un piéton est plus fort dans les zones à densité de population élevée et dans les zones achalandées non résidentielles, comme le centre-ville de Montréal. En revanche, les ART impliquant un décès ou un blessé grave sont davantage localisés en dehors de Montréal, sur des voies où les limites de vitesse sont plus élevées.

La figure 12 reprend le contenu de la figure 3, en insistant sur les liens explorés et qui se sont avérés significatifs. Nous illustrons par quatre couleurs différentes les relations significatives : en bleu pour celles entre les mesures physiologiques du stress et celles autorapportées, en orange pour celles entre les mesures du stress et les caractéristiques de l'environnement de travail, en jaune pour celles entre l'environnement et les indicateurs de sécurité routière, et en vert pour les relations entre ces indicateurs et les mesures du stress. Lorsqu'une variable était significative dans plus d'une relation, nous avons joué avec plus d'une couleur par terme.

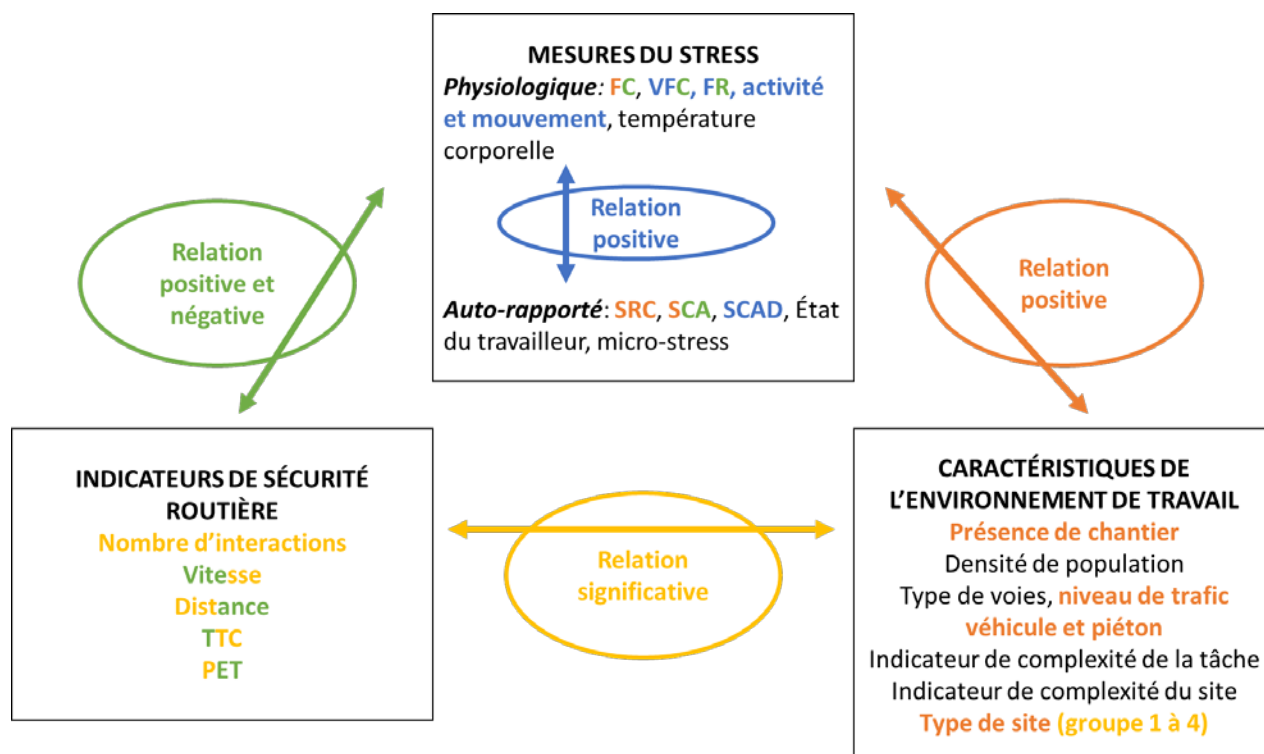


Figure 12. Synthèse des analyses statistiques significatives.

Concernant *les conditions de travail des travailleurs piétons*, nous avons démontré à travers la collecte de données sur le terrain que les mesures du stress différaient selon le type de site de travail. Ce résultat va dans le sens des recherches antérieures (Hernando *et al.*, 2016). Nos résultats ont démontré que les niveaux de stress autorapportés étaient plus faibles pour les policiers dans des lieux de travail caractérisés par des tâches moins complexes, tandis que les niveaux de fréquence respiratoire étaient plus faibles pour les participants travaillant aux sites les moins complexes. Cette différence entre la mesure psychologique subjective du stress et l'indice physiologique plus objectif peut provenir du fait que le stress autorapporté est plus influencé par les comportements conscients, alors que la FR peut représenter une mesure « inconsciente » du stress. Les mesures psychologiques du stress sont en effet connues pour représenter une interaction entre les exigences environnementales et l'évaluation subjective de ces exigences, qui dépend largement des tâches de chacun (Fried *et al.*, 1984). Au contraire, les mesures physiologiques sont considérées comme plus objectives, car elles ne sont guère manipulées par les attentes, les opinions ou même les désirs sociaux.

En lien avec *les indicateurs de sécurité routière mesurés*, provenant des données vidéo, des différences ont également été constatées entre les quatre groupes de sites de travail. Bien que les différences n'aient pas toujours été conformes aux attentes des Groupes 2, 3 et 4, le Groupe 1 — qui comprenait des sites plus complexes — était associé au niveau de sécurité le plus faible. En effet, les sites de travail de ce sous-groupe étaient généralement caractérisés par une circulation plus importante, des interactions plus graves, des PET et TTC plus courts, des distances plus courtes et des vitesses plus élevées. Par ailleurs, les travailleurs piétons interrogés estiment que le risque est accentué en présence de faibles distances entre les véhicules et de vitesses élevées. Selon eux, le risque d'être impliqué dans un accident est important, car ils ne sont pas vus par les automobilistes, qui sont souvent distraits (cellulaire, autres tâches pendant

qu'ils conduisent). Les entrevues ont démontré des différences entre les policiers et les signaleurs, les seconds s'estimant moins bien considérés par les employeurs et les usagers de la route, bien que ce résultat ne provienne que de trois participants. Les nombreux refus de la part des employeurs que nous avons expérimentés pour ce projet nous portent à croire de même, les questions de santé et sécurité au travail n'ayant pas eu l'attrait escompté lors de nos démarches. Les deux groupes affirment aussi que les risques d'accident sont plus importants pour les signaleurs ou installateurs (de signalisation) que pour les policiers en raison du respect de l'uniforme du policier et des différences dans les tâches réalisées : les signaleurs gèrent le chantier et les policiers améliorent la fluidité autour du chantier.

Nos résultats s'inscrivent dans la continuité de recherches récentes. Ainsi, la littérature internationale indique qu'une sécurité moindre entraîne des niveaux plus élevés de stress ressenti par les agents de police chargés de la circulation, et cela se traduit par des niveaux plus élevés de FC (Van Hedger, Necka, Barakzai et Norman, 2017) et de FR (Hernando *et al.*, 2016), ainsi que par une VFC plus faible (Pereira, Almeida, Cunha et Aguiar, 2017). Toutefois, certaines mesures de sécurité et de circulation variaient également entre les sites, sans nécessairement avoir une relation linéaire avec le niveau de complexité. En effet, certains sites de travail jugés moins complexes ont parfois connu des périodes de moindre sécurité (voir, par exemple, le Groupe 3 pour les mesures de la vitesse). D'autres études sont donc nécessaires pour reproduire ou clarifier les relations constatées entre le stress, la complexité du site et les mesures de la circulation et de la sécurité. Par ailleurs, comme mentionné, cette étude se base sur l'hypothèse que le stress est « négatif » pour les travailleurs, mais il serait intéressant de voir l'impact « positif » du stress sur la performance des tâches en tenant compte, par exemple, de l'expérience et de la fréquence des situations stressantes auxquelles les travailleurs ont été exposés.

Finalement, rappelons qu'une des forces de cette étude est notre démarche méthodologique novatrice. D'une part, elle s'appuie sur des données d'observations directes, ce qui est peu réalisé dans les travaux en sécurité routière. D'autre part, les résultats permettent de relier dans le temps et l'espace des situations potentiellement stressantes (extraites de données vidéo) avec la réponse physiologique des participants et des variables environnementales liées aux sites de travail. Pour mettre en œuvre cette démarche, nous avons dû relever des défis importants, mais tout aussi stimulants pour la poursuite de la recherche sur les ART.

6.2 Limites et défis de la méthodologie

6.2.1 Limites méthodologiques

La façon dont le stress est mesuré, qu'il soit autorapporté ou évalué indirectement via les données physiologiques, possède certaines limites, comme nous l'avons vu précédemment. Si l'on tient compte plus spécifiquement de notre méthodologie, le fait que le stress (objectif ou subjectif) soit moyenné sur des périodes de 15 minutes peut aussi être considéré comme une limite. En 15 minutes, plusieurs événements différents peuvent se produire. Par ailleurs, il est largement reconnu que le début et la fin d'une période tendent à produire une trace en mémoire plus forte que les événements situés au centre de la période, ce phénomène correspondant aux effets de primauté et de récence, respectivement. Il est donc possible que l'estimation du policier, donnée une fois par période, soit quelque peu biaisée ou qu'elle ne représente pas sa variation réelle du niveau de stress pour l'ensemble de la période, mais bien seulement pour la fin ou le début de la période. La même limite s'applique aux mesures physiologiques. Si un microstress se produit au

milieu d'une période de 15 minutes et qu'il engendre une faible variation dans le niveau d'activation physiologique, il se peut que cette variation soit noyée parmi le reste du tracé et que les modèles de prédiction ne soient pas en mesure de l'identifier. L'unité de mesure des périodes pour mesurer le stress peut donc affecter la validité des modèles de prédiction du stress ressenti. La variabilité dans le temps total de mesure peut également représenter une limite. En effet, alors que certains travailleurs étaient présents sur un chantier pendant seulement 60 minutes, d'autres ont été mesurés pendant près de 285 minutes. Cette variabilité dans les temps de travail peut avoir entraîné chez certains signaleurs de la fatigue ayant pu affecter le stress ressenti et les mesures physiologiques. Cependant, bien que ces unités de mesure puissent posséder quelques limites, elles permettent néanmoins de mesurer le stress ressenti des travailleurs de façon relativement fréquente, sans trop souvent interrompre leur travail, ce qui est le choix méthodologique que nous avons fait pour nous adapter à la réalité des travailleurs participants à l'étude.

Une autre limite tient au lieu de collecte de données et au petit nombre de participants. Les agents de police qui étaient suivis alors qu'ils contrôlaient la circulation revenaient souvent sur le même lieu de travail, associant ainsi des milieux de travail à des travailleurs particuliers alors que seulement 19 agents de police différents étaient suivis. Malgré le grand nombre de périodes de 15 minutes qui ont été utilisées dans toutes les analyses, le faible nombre de participants peut avoir réduit la variabilité des résultats, ce qui limite la généralisation de nos résultats aux autres policiers chargés du contrôle de la circulation ou même à d'autres activités de gestion de la circulation. L'ampleur de la collecte pour chacun des policiers et les défis de recrutement ne nous ont pas permis d'avoir un plus grand nombre de participants. Toutefois, des différences statistiques ont été constatées entre les quatre types de sites et des relations significatives ont été identifiées entre les mesures du stress et celles de la sécurité. De façon générale, les résultats sont conformes à la documentation antérieure et au cadre conceptuel proposé, ce qui appuie donc leur généralisation possible à d'autres travailleurs et zones de travail et permet de fournir des renseignements utiles pour l'étude du stress, du contrôle de la circulation et des milieux de travail. Comme discuté précédemment, l'inclusion d'autres corps de métier représente une piste de recherche future intéressante, notamment en raison de la méthodologie maintenant bien éprouvée.

6.2.2 Défis concernant le recrutement des participants et la collecte

Nous avons eu peu de difficultés pour recruter des policiers grâce à l'implication du SPVM et du SPVQ. Les policiers qui s'étaient engagés étaient très disponibles. Une fois que le contact était établi, le déroulement de la collecte se passait très bien. Le mode de communication privilégié était les messages textes. En effet, pour des tâches occasionnelles de dernière minute, ce mode de communication est pratique. Par ailleurs, cette collecte de données a demandé une très forte disponibilité et une grande réactivité de la part des stagiaires puisque nous ne connaissons les horaires des policiers volontaires qu'entre 24 et 48h avant la réalisation du terrain.

En revanche, le recrutement des signaleurs routiers a été beaucoup plus fastidieux. Nous n'avons donc pas pu les inclure dans notre échantillon. C'est dommage dans la mesure où il nous apparaît important d'étudier cette population de travailleurs en particulier. Une prochaine étude sur le même thème devrait s'assurer dès le départ d'avoir des partenaires de ce milieu, notamment des employeurs, pour s'assurer de leur collaboration.

6.2.3 Défis concernant le protocole de recherche et le matériel

Nous avons fait face à deux défis reliés au protocole et au matériel. Tout d'abord, celui de la pose de l'équipement pour les mesures objectives de stress. L'attrait des mesures physiologiques est leur nature objective et non intrusive qui permet le suivi et la détection en temps réel des fluctuations de l'état des participants (voir, par exemple, Choi *et al.* 2012 et Brouwer *et al.* 2015). Toutefois, il est intrusif de le poser sur le participant (ceinture avec senseur qui doit être mise sur la poitrine). Les stagiaires du projet ont ainsi rapporté qu'il était gênant d'aider le participant à installer la ceinture et le capteur, car cela introduisait une grande proximité physique. Le fait de devoir installer le capteur en se dévêtissant en partie était également gênant pour les policiers eux-mêmes. Une prise en compte de cet élément pour des projets similaires sera importante : la difficulté de planifier des collectes (en raison des horaires atypiques des policiers, voir ci-haut) n'a pas permis aux stagiaires de rencontrer le policier dans un lieu adapté (hors terrain) pour installer le senseur.

Deuxièmement, les équipes de stagiaires ont rencontré des problèmes avec les autres outils de collecte électroniques, à savoir les caméras et les téléphones (ceux de Québec en particulier). Le principal problème avec les caméras était la surchauffe (les collectes étaient effectuées en été par temps parfois très chaud), ce qui a entraîné des coupures dans les vidéos ou le mauvais fonctionnement des piles solaires (surchauffe de la connexion). Le principal problème des téléphones était le manque d'espace de stockage, mais les données brutes étant stockées aussi dans le senseur, nous avons pu les récupérer. L'équipe de Québec a été rigoureuse pour relancer l'enregistrement vidéo au bon moment pour perdre le moins de données possible. Ces enregistrements de données discontinues (vidéo) et brutes (senseur au lieu du téléphone) ont demandé un travail plus long lors du traitement des données.

6.3 Applicabilités des résultats

Le tableau 13 présente des pistes d'amélioration contribuant à une meilleure sécurité des travailleurs piétons. Ces pistes se divisent en quatre thématiques : la sécurité des travailleurs, le confort des travailleurs, l'organisation des transports urbains et des chantiers et l'organisation du travail. Par ailleurs, des différences de stress, de circulation et de sécurité ont été constatées entre les quatre sites avec des niveaux de complexité différents. Ce résultat confirme la pertinence de classer les sites de travail en fonction de leur niveau de complexité. Une telle analyse en amont permettrait en effet d'identifier les sites et le niveau de stress auquel feront face les policiers et les signaleurs qui effectuent des tâches de circulation, ce qui peut ultimement affecter leur capacité à contrôler la circulation et leur propre sécurité. C'est pourquoi nous proposons aussi des pistes spécifiques pour ces sites.

La sécurité et le confort des travailleurs sont deux éléments qui peuvent influencer le stress vécu comme nous l'ont démontré nos résultats et les propos tenus par les travailleurs. De fait, le stress peut être accentué par l'inconfort. Un meilleur équipement des travailleurs piétons est une piste d'amélioration de leurs conditions de travail : un masque, des bouchons, des lunettes de protection, mais également des équipements supplémentaires pour améliorer leur visibilité, ou encore pour contrer le froid ou la chaleur sont des suggestions à explorer. Dans le même sens, nous pensons que les sites plus complexes nécessitent des ajustements spécifiques, par exemple sur les exigences pour les équipes à mettre en place, incluant une meilleure communication entre les corps de métier (policiers et signaleurs inclus), ou encore sur l'importance des lieux dédiés aux travailleurs (pause et poste de travail).

Pour ce qui est de l'organisation des transports urbains et des chantiers, nos résultats ont démontré que le risque et le stress variaient selon les caractéristiques de l'environnement de travail. Il serait souhaitable de mettre en place à tous les sites des mesures pour réduire la vitesse, mais il est aussi important de prévoir des mesures de mitigation des risques différentes selon les caractéristiques des sites. Les sites les plus complexes pourraient ainsi avoir des déviations, des fermetures de voies, la synchronisation des feux de circulation, etc. qui pourraient réduire le risque associé à cette complexité du site pour les travailleurs.

Enfin, nos résultats ont démontré la nécessité d'une plus grande sensibilisation au travail des signaleurs, qu'il soit fait par les policiers ou d'autres corps de métier. Les comportements et le manque de respect des automobilistes ont été soulignés par presque tous les participants. Du côté des employés, nous estimons que la formation actuelle des signaleurs serait à analyser et à comparer à celle des policiers au niveau du travail dans la circulation. L'ajout d'une formation plus complète avec un stage sur chantier obligatoire pourrait aussi être envisagé puisque nous avons démontré avec ce projet que ces travailleurs font face à divers risques et sources de stress qui peuvent en partie être réduits par une meilleure formation, en combinaison avec des changements à l'organisation du lieu de travail tel que décrit plus haut.

Tableau 13. Synthèse des pistes d'amélioration

Implication	Mesure générale	Mesure pour les sites complexes (Groupe 1 et Groupe 3)
Sécurité des travailleurs	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer leur visibilité • Sensibiliser les automobilistes aux distractions, en particulier lorsque la zone est en travaux 	<ul style="list-style-type: none"> • Renforcer les équipes en ajoutant plus de personnel (policiers ou signaleurs) • Améliorer la communication entre les différents métiers
Confort des travailleurs	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer leur équipement pour le froid et la chaleur, ajouter des accessoires (un masque, des bouchons, des lunettes de protection). 	<ul style="list-style-type: none"> • S'assurer qu'ils aient un endroit sécuritaire pour les pauses.
Organisation des transports urbains et des chantiers	<ul style="list-style-type: none"> • Généraliser la réduction de la vitesse aux abords des chantiers • Contrôler et faire respecter la limitation de vitesse 	<ul style="list-style-type: none"> • Favoriser les déviations du trafic hors du chantier
Organisation du travail	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibiliser les automobilistes au travail des signaleurs • Améliorer la formation des signaleurs • Meilleure coordination policiers/signaleurs • Réglementer les temps de pause pour les travailleurs piétons 	<ul style="list-style-type: none"> • Classifier les sites de travail selon leur complexité pour s'assurer d'avoir la bonne équipe sur place (nombre, expérience, etc.) • Augmenter le nombre et/ou la durée des pauses par rapport à la réglementation pour mitiger l'effet du site sur le stress.

7. CONCLUSION

7.1.1 Retombées des résultats

Les résultats de cette recherche démontrent que le niveau de stress, la circulation et les mesures de sécurité diffèrent selon la complexité du site de travail dans lequel les tâches de circulation sont effectuées. Ces résultats sont utiles pour les décideurs qui souhaitent accroître la sécurité dans le contexte de la gestion de la circulation en tenant compte des caractéristiques de l'environnement de travail et du stress des travailleurs piétons.

La combinaison d'approches psychophysiologiques, informatiques et de génie des transports pour évaluer le stress des contrôleurs de la circulation dans différents contextes de travail est une approche novatrice qui représente un moyen efficace d'améliorer la sécurité des usagers de la route tout en tenant compte à la fois des facteurs humains et de l'environnement routier et de circulation. L'utilisation de cette méthode pour classer la complexité d'un site de travail et observer les différences dans les mesures de stress et de sécurité a fourni des informations utiles.

Nos résultats ont des retombées pour trois types d'acteurs.

- Premièrement, les employeurs et les travailleurs piétons bénéficient de données probantes sur les situations d'insécurité et les niveaux de stress auxquels ils sont exposés dans différents environnements de travail. Ces données pourront alors servir à la bonification des programmes de formation pour les travailleurs piétons et à l'amélioration des outils de prévention, incluant, par exemple, ceux sur les chantiers et ceux plutôt reliés à la planification et la gestion des horaires de travail.
- Deuxièmement, cette étude a permis d'améliorer des outils techniques : les données recueillies durant le projet ont permis d'évaluer l'utilisation de l'outil *Sensor Hub* par le partenaire industriel de la recherche (*Thales Recherche* et *Technologie-Canada*) dans un contexte de travail réel. Ces retombées sont importantes pour le développement et l'amélioration de cet outil.
- Finalement, la communauté scientifique et les futurs utilisateurs de l'outil d'analyse vidéo libre (*Traffic Intelligence*) bénéficient des améliorations apportées à son algorithme à partir de ces travaux.

7.1.2 Pistes de recherches futures

Aucune mesure directe de la performance du contrôle de la circulation et de la sécurité routière (en termes d'accidents) n'a été collectée. Par conséquent, des études sont encore nécessaires pour étudier l'incidence des variables présentées dans la présente étude sur ces deux variables. Ces études peuvent s'avérer nécessaires pour mieux comprendre la relation entre le stress au travail et le rendement au travail, ainsi que son incidence prévue sur la sécurité routière. La démonstration d'une telle relation pourrait appuyer davantage la nécessité d'étudier le stress et l'environnement des travailleurs effectuant des tâches de circulation afin de réduire la fréquence des dangers et des accidents de la route pendant le service. Ces futures études gagneraient aussi à être à la fois quantitatives (collecte de données vidéo ou autre) et qualitatives (entretiens, groupe de discussion), pour bien comprendre les conditions de réalisation, la complexité des tâches à effectuer et les stratégies d'adaptation des travailleurs piétons.

Afin d'étendre les résultats actuels à d'autres contextes et à d'autres populations, la présente étude pourrait être reproduite sur de plus grands échantillons de travailleurs piétons non policiers, chacun effectuant des tâches de circulation sur plusieurs lieux de travail. Les études à venir devraient alors favoriser un échantillon plus large de personnel de contrôle de la circulation pour confirmer l'absence de biais dans la taille de l'échantillon. Des variables confusionnelles comme la température, l'âge et des données physiologiques de base pourraient également être incluses et contrôlées afin d'isoler le seul impact du stress sur l'activité physiologique, notamment en les mesurant avant (au « repos ») et pendant les tâches. Cette solution pourrait s'avérer utile, car le stress peut être plus sensible aux caractéristiques environnementales, comme les interactions dangereuses de la circulation et la complexité des sites, et qu'il peut être réparti plus équitablement entre les différents sites de travail, tout en tenant compte des facteurs liés au stress et à la physiologie.

BIBLIOGRAPHIE

- Akerstedt, T. (2000). Consensus statement: Fatigue and accidents in transport operations. *Journal of Sleep Research*, 9(4), 395.
- Amundsen, F. H. et Hyden, C. (Édit.). (1977). *Proceedings from the first workshop on traffic conflicts, Oslo, September 1977*. Oslo, Norvège: TØI.
- Arditi, D., Shi, J., Ayrancioglu, M. et Lee, D.-E. (2003). *Nighttime construction: Evaluation of worker safety issues* (Rapport n° ITRC FR 00/01-1). Chicago, IL: Illinois Transportation Research Center.
- Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail secteur « affaires municipales ». (2006). *La signalisation des travaux routiers : pour votre protection et celle des usagers de la route* (4e éd.). Montréal, QC: APSAM.
- Baron, J., Strome, T. L. et Francescutti, L. H. (1998). The construction flagperson: A target for injury. *Occupational Medicine*, 48(3), 199-202. doi: 10.1093/occmed/48.3.199
- Boufous, S. et Williamson, A. (2009). Factors affecting the severity of work related traffic crashes in drivers receiving a worker's compensation claim. *Accident Analysis & Prevention*, 41(3), 467-473. doi: 10.1016/j.aap.2009.01.015
- Brouwer, A. M., Zander, T. O., van Erp, J. B., Korteling, J. E. et Bronkhorst, A. W. (2015). Using neurophysiological signals that reflect cognitive or affective state: Six recommendations to avoid common pitfalls. *Frontiers in Neuroscience*, 9. doi: 10.3389/fnins.2015.00136
- Bryden, J. E. et Andrew, L. B. (1999). Serious and fatal injuries to workers on highway construction projects. *Transportation Research Record*, 1657(1), 42-47.
- Charbotel, B., Chiron, M., Martin, J.-L. et Bergeret, A. (2001). Work-related road accidents in France. *European Journal of Epidemiology*, 17(8), 773-778. doi: 10.1023/a:1015667114529
- Choi, J., Ahmed, B. et Gutierrez-Osuna, R. (2012). Development and evaluation of an ambulatory stress monitor based on wearable sensors. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 16(2), 279-286. doi: 10.1109/TITB.2011.2169804
- Colligan, T. W. et Higgins, E. M. (2006). Workplace stress. *Journal of Workplace Behavioral Health*, 21, 89-97. doi: 10.1300/J490v21n02_07
- Crump, J. H. (1979). Review of stress in air traffic control: Its measurement and effects. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 50, 243-248.
- Davezies, P. et Charbotel, B. (2005). *Pré-enquête sur les accidents de la route dans le cadre du travail : préparation d'une enquête épidémiologique* (Rapport n° 0501). Lyon, France: UMRESTTE.
- Debnath, A. K., Blackman, R. et Haworth, N. (2014). Towards making informed decisions on selecting promising work zone safety treatments. *Road and Transport Research*, 23(4), 41-53.
- Dehais, F., Causse, M., Vachon, F., Régis, N., Menant, E. et Tremblay, S. (2014). Failure to detect critical auditory alerts in the cockpit: Evidence for inattentive deafness. *Human Factors*, 56, 631-644. doi: 10.1177/0018720813510735
- Fort, E., Pourcel, L., Davezies, P., Renaux, C., Chiron, M. et Charbotel, B. (2010). Road accidents, an occupational risk. *Safety Science*, 48(10), 1412-1420. doi: 10.1016/j.ssci.2010.06.001
- Fried, Y., Rowland, K. M. et Ferris, G. R. (1984). The physiological measurement of work stress: A critique. *Personnel Psychology*, 37, 583-615. doi: 10.1111/j.1744-6570.1984.tb00528.x
- Gagnon, J.-F., Gagnon, O., Lafond, D., Parent, M. et Tremblay, S. (2016). *A systematic assessment of operational metrics for modeling operator functional state*. Communication

- présentée à la 3rd International Conference on Physiological Computing Systems, Lisbonne, Portugal.
- Graham, J. L. et Burch, R. (2006). Internal traffic control plans and worker safety planning tool. *Transportation Research Record, 1948*(1), 58-66.
- Haworth, N., Tingvall, C. et Kowadlo, N. (2000). *Review of best practice road safety initiatives in the corporate and/or business environment* (Rapport n° 166). Clayton, Australie: Monash University Accident Research Centre.
- Hernando, A., Lázaro, J., Gil, E., Arza, A., Garzón, J. M., López-Antón, R., . . . Bailón, R. (2016). Inclusion of respiratory frequency information in heart rate variability analysis for stress assessment. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 20*(4), 1016-1025. doi: 10.1109/JBHI.2016.2553578
- Holt, R. R. (1993). Occupational stress. Dans L. Goldberg et S. Breznitz (Édit.), *Handbook of stress: Theoretical and clinical aspects* (p. 342-367). New York, NY: Free Press.
- Jackson, S., Miranda-Moreno, L., St-Aubin, P. et Saunier, N. (2013). A flexible, mobile video camera system and open source video analysis software for road safety and behavioural analysis. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2365*(1), 90-98.
- Kolbell, R. M. (1995). When relaxation is not enough. Dans L. R. Murphy, J. J. Hurrell, S. L. Sauter et G. P. Keita (Édit.), *Job stress interventions* (p. 31-43). Washington, DC: APA.
- Labonté, K., Tremblay, S. et Vachon, F. (2016). *Effects of a warning on interruption recovery in dynamic settings*. Communication présentée à Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (vol. 60, p. 1304-1308). doi: 10.1177/1541931213601302
- Laureshyn, A., Svensson, Å. et Hydén, C. (2010). Evaluation of traffic safety, based on micro-level behavioural data: Theoretical framework and first implementation. *Accident Analysis & Prevention, 42*(6), 1637-1646.
- MacDonald, W. (2003). The impact of job demands and workload on stress and fatigue. *Australian Psychologist, 38*, 102-117. doi: 10.1080/00050060310001707107
- Messier, S., Bellavance, F., Duguay, P. (2013). *Accidents routiers au travail : revue de la littérature* (Rapport n° R-791). Montréal, QC: IRSST.
- Ministère des Transports du Québec. (2020). *Plan d'action 2020-2023 en matière de sécurité sur les sites de travaux routiers*. Québec, QC: MTQ.
- Mitchell, R., Driscoll, T. et Healey, S. (2004). Work-related road fatalities in Australia. *Accident Analysis & Prevention, 36*(5), 851-860. doi: 10.1016/j.aap.2003.06.002
- Mohamed, M. G. et Saunier, N. (2013). Motion prediction methods for surrogate safety analysis. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2386*(1), 168-178.
- Mohan, S. et Zech, W. C. (2005). Characteristics of worker accidents on NYSDOT construction projects. *Journal of Safety Research, 36*(4), 353-360. doi: 10.1016/j.jsr.2005.06.012
- Morgan, E. S., Umberson, K. et Hertzog, C. (2014). Construct validation of self-reported stress scales. *Psychological Assessment, 26*, 90-99. doi: 10.1037/a0034714
- Ore, T. et Fosbroke, D. E. (1997). Motor vehicle fatalities in the United States construction industry. *Accident Analysis & Prevention, 29*(5), 613-626.
- Park, J., Marks, E., Cho, Y. K. et Suryanto, W. (2015). *Mobile proximity sensing technologies for personnel and equipment safety in work zones*. Communication présentée au 2015 International Workshop on Computing in Civil Engineering, Austin, Texas (p. 41-48).
- Parsons, R., Tassinary, L. G., Ulrich, R. S., Hebl, M. R. et Grossman-Alexander, M. (1998). The view from the road: Implications for stress recovery and immunization. *Journal of Environmental Psychology, 18*(2), 113-140. doi: 10.1006/jevp.1998.0086

- Pereira, T., Almeida, P. R., Cunha, J. P. S. et Aguiar, A. (2017). Heart rate variability metrics for fine-grained stress level assessment. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 148, 71-80. doi: 10.1016/j.cmpb.2017.06.018
- Pignatelli, S., Bellavance, F. et Duguay, P. (2013). *Accidents routiers au travail survenus au Québec de 2000 à 2008 : caractéristiques et classification* (Rapport n° R-792). Montréal, QC: IRSST.
- Pollack, E. S., Griffin, M., Ringen, K. et Weeks, J. L. (1996). Fatalities in the construction industry in the United States, 1992 and 1993. *American Journal of Industrial Medicine*, 30(3), 325-330. doi: 10.1002/(sici)1097-0274(199609)30:3<325::aid-ajim11>3.0.co;2-y
- Pratt, S. G. (2001). *Work-related roadway crashes: Challenges and opportunities for prevention*. Cincinnati, OH: NIOSH.
- Salahuddin, L., Cho, J., Jeong, M. G. et Kim, D. (2007). Ultra short term analysis of heart rate variability for monitoring mental stress in mobile settings. Dans *EMBC 2007: Proceedings of the 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (p. 4656-4659). Piscataway, NJ: IEEE. doi: 10.1109/iembs.2007.4353378
- Saunier, N., Ardö, H., Jodoin, J.-P., Laureshyn, A., Nilsson, M., Svensson, Å., . . . Åström, K. (2014). A public video dataset for road transportation applications. Dans National Research Council et Transportation Research Board (Édit.), *Transportation Research Board 93rd annual meeting: January 12-16, 2014: Washington, DC*. Washington, DC: TRB.
- Saunier, N., Sayed, T. et Ismail, K. (2010). Large-scale automated analysis of vehicle interactions and collisions. *Transportation Research Record*, 2147(1), 42-50.
- Sayer, J. R. et Mefford, M. L. (2004). High visibility safety apparel and nighttime conspicuity of pedestrians in work zones. *Journal of Safety Research*, 35(5), 537-546. doi: 10.1016/j.jsr.2004.08.007
- Semmer, N. K., Grebner, S. et Elfering, A. (2004). Beyond self-report: Using observational, physiological, and situation-based measures in research on occupational stress. Dans P. L. Perrewé et D. C. Ganster (Édit.), *Emotional and physiological processes and positive intervention strategies* (vol. 3, p. 205-263). Amsterdam, Pays-Bas: Elsevier.
- Sorock, G. S., Smith, E. O. et Goldoft, M. (1993). Fatal occupational injuries in the New Jersey construction industry, 1983 to 1989. *Journal of Occupational Medicine*, 35(9), 916-921.
- St-Aubin, P., Saunier, N. et Miranda-Moreno, L. (2015). Large-scale automated proactive road safety analysis using video data. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 58, 363-379. doi: 10.1016/j.trc.2015.04.007
- Stout, N. A., Jenkins, E. L. et Pizatella, T. J. (1996). Occupational injury mortality rates in the United States: Changes from 1980 to 1989. *American Journal of Public Health*, 86(1), 73-77.
- Strang, A. J., Best, C. et Funke, G. J. (2014). Heart rate correlates of mental workload in a large-scale air-combat simulation training exercise. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 58(1), 2325-2329. doi: 10.1177/1541931214581484
- Stuckey, R., Lamontagne, A. D. et Sim, M. (2007). Working in light vehicles: A review and conceptual model for occupational health and safety. *Accident Analysis & Prevention*, 39(5), 1006-1014. doi: 10.1016/j.aap.2007.01.009
- Stutts, J. C., Wilkins, J. W., Scott Osberg, J. et Vaughn, B. V. (2003). Driver risk factors for sleep-related crashes. *Accident Analysis & Prevention*, 35(3), 321-331.
- Sun, F. T., Kuo, C., Cheng, H. T., Buthpitiya, S., Collins, P. et Griss, M. (2012). Activity-aware mental stress detection using physiological sensors. Dans M. Griss et G. Yang (Édit.), *Mobile computing, applications, and services: Lecture notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering* (vol. 76, p. 282-301). Berlin, Allemagne: Springer.

- Svensson, Å. et Hydén, C. (2006). Estimating the severity of safety related behaviour. *Accident Analysis & Prevention*, 38(2), 379-385.
- Thiffault, P. et Bergeron, J. (2003). Monotony of road environment and driver fatigue: A simulator study. *Accident Analysis & Prevention*, 35(3), 381-391.
- Valentin, V., Mannering, F. L., Abraham, D. M. et Dunston, P. S. (2010). Evaluation of the visibility of workers' safety garments during nighttime highway-maintenance operations. *Journal of Transportation Engineering*, 136(6), 584-591. doi: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000120
- Van Hedger, K., Necka, E. A., Barakzai, A. K. et Norman, G. J. (2017). The influence of social stress on time perception and psychophysiological reactivity. *Psychophysiology*, 54(5), 706-712. doi: 10.1111/psyp.12836
- Ville de Montréal. (2018). *Atlas sociodémographiques : recensement de 2016*. Montréal, QC: Montréal en statistiques.
- Williamson, A. M., Feyer, A. M. et Friswell, R. (1996). The impact of work practices on fatigue in long distance truck drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 28(6), 709-719.
- Wong, J. M., Arico, M. C. et Ravani, B. (2011). Factors influencing injury severity to highway workers in work zone intrusion accidents. *Traffic Injury Prevention*, 12(1), 31-38. doi: 10.1080/15389588.2010.525569
- Yu, R. J., Zhu, H., Ma, R. G. et Liang, G. H. (2013). Study on the applicability of grading speed limit programs in the highway construction operation zone. *Applied Mechanics and Materials*, 438-439, 1964-1967.

ANNEXE A : LETTRE D'INFORMATION ET FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

(Information tirée du certificat d'éthique CER 16-433 de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS))

« ACCIDENT DE LA ROUTE AU TRAVAIL : QU'EN EST-IL DES TRAVAILLEURS PIÉTONS? »

Madame, Monsieur,

Voici de l'information sur un projet de recherche concernant les accidents de la route au travail impliquant un piéton. En tant que professionnels travaillant au contact direct du trafic, nous sollicitons votre participation à une collecte de données et à un entretien en lien avec votre travail. Une fois que vous aurez lu les informations, si vous acceptez de participer, vous pourrez :

1. **Pour votre information, conservez cette page**
2. **Signez le formulaire à la page suivante si vous êtes d'accord pour participer**

Merci de votre participation !

1. L'objectif du projet est de mieux comprendre les conditions de travail des travailleurs piétons (signaleur, travailleurs en construction, policiers, etc.).

2. Votre participation au projet consistera à être observé et à répondre à des questions au cours d'un entretien :

- **Collecte de données** : Votre participation consistera à travailler avec des senseurs (qui mesureront le niveau de stress) et à nous indiquer votre ressenti concernant votre niveau de stress au cours de votre journée de travail par des réponses à donner à une montre intelligente à des intervalles de 20 min. Cette phase de collecte durera 5 jours.
- **Observations** : Au cours de la collecte de données, nous observerons votre site de travail à partir de caméras et d'une grille d'observation complétée sur tablette par un des membres de notre équipe qui sera présent sur le site de travail pendant toute la durée de la collecte de données physiologiques sur le stress.
- **Entretien** : Après cette phase de collecte, votre participation consistera à vous entretenir avec un des membres de notre équipe au sujet de votre ressenti sur votre travail, l'organisation, le contact avec le trafic et tout autre sujet qui vous semble important à nous relater. L'entretien sera individuel. Il durera entre 30 min et 1h durant vos heures de travail si possible, sinon après les heures de travail dans un lieu calme (bureau, café, etc.).

3. Votre participation à la collecte des données et à l'entretien ne vous expose à aucun risque différent que ceux auxquels vous vous exposez dans votre vie de tous les jours. Le principal inconvénient est le temps passé à participer au projet en dehors de vos heures de travail.

4. Votre participation est totalement volontaire et confidentielle et vous êtes tout à fait libre de choisir de ne pas répondre ou de vous retirer du projet de recherche sans avoir à fournir de raisons et sans inconvénient.

5. Les données physiologiques seront collectées (niveau de stress), les données d'observation de site seront recensées (tablette et vidéo) et les entretiens seront enregistrés (audio) pour faciliter la compilation des données. Vos réponses seront compilées de façon anonyme (seulement par votre numéro de participant). L'ensemble des enregistrements seront conservés par la chercheuse responsable dans un classeur à clé tandis que la base de données des propos tenus sera conservée dans un ordinateur sécurisé par mot de passe. Les enregistrements et les notes prises lors de la discussion seront détruits 5 ans après la fin du projet.

6. Vos réponses seront utilisées afin de mieux connaître les conditions de travail des travailleurs piétons dans l'objectif de les améliorer.

Si vous avez des questions concernant le projet ou si vous voulez plus d'information après la discussion, vous pouvez contacter Marie-Soleil Cloutier, la chercheuse responsable du projet. Si vous avez des questions ou des commentaires en tant que participant, vous pouvez aussi rejoindre le comité d'éthique de la recherche de l'INRS, qui est susceptible de vous renseigner sur vos droits.

<p>Chercheuse responsable du projet : Madame Marie-Soleil Cloutier Professeure</p> <p>Institut national de la recherche scientifique 385, Sherbrooke Est Montréal, QC H2X 1E3 Téléphone : (514) 499-4096 Courriel : marie-soleil.cloutier@inrs.ca</p>	<p>Personne-ressource extérieure à l'équipe de recherche :</p> <p>Comité d'éthique en recherche avec des êtres humains Institut national de la recherche scientifique 490, rue de la Couronne Québec, QC G1K 9A9 Courriel : cer@inrs.ca</p>
--	--

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

J'ai pris connaissance du projet de recherche décrit dans la lettre d'information à la page précédente.

J'ai été informé(e) par écrit des objectifs du projet, de ses méthodes de cueillette des données et des modalités de ma participation au projet.

J'ai également été informé(e) :

- a) de la façon selon laquelle les chercheurs assureront la confidentialité des données et en protégeront les renseignements recueillis,
- b) de mon droit de ne pas répondre à certaines questions en tant que participant volontaire,
- c) de mon droit de communiquer, si j'ai des questions sur le projet, avec le responsable du projet (nom et numéro de téléphone à la page précédente).

J'accepte, par la présente, de participer à la recherche selon les modalités décrites précédemment.

Je signe ce formulaire et le redonne au membre de l'équipe de recherche présent.

(SIGNATURE et DATE)

ANNEXE B : GRILLE D'OBSERVATION DU DÉROULEMENT DE LA JOURNÉE

Heure / Date

Identificateur unique du travailleur

Identificateur unique du chantier

Météo

- soleil
- nuageux
- pluie
- brouillard

Niveau de stress ressenti /déclaré par le travailleur

- rouge
- blanc
- vert

Commentaires du travailleur / moment de la mesure

Échelle de trafic automobile

- 0
- 1 à 5
- 6 à 20
- 21 et plus

Échelle de présence piétonne

- 0
- 1 à 5
- 6 à 20
- 21 et plus

Échelle de présence des cyclistes

- 0
- 1 à 5
- 6 à 20
- 21 et plus

Évènements exceptionnels / commentaires de l'observateur

ANNEXE C : GRILLE D'OBSERVATION DU SITE

Informations générales
Observateur(trice)
Ville
<ul style="list-style-type: none"> • Montréal • Québec
Identificateur unique du chantier
Identificateur unique du travailleur
Date
Localisation du chantier (Point sur la carte)
Heure du début
Observation des conditions de travail des participants
Présence de chantier dans le(s) tronçon(s)
<ul style="list-style-type: none"> • Tronçon A (Nord) • Tronçon B (Est) • Tronçon C (Sud) • Tronçon D (Ouest)
Nombre de tronçons touchés par le chantier
Type de Chantier
<ul style="list-style-type: none"> • Pavage • Travaux(s) souterrain(s) • Changement(s) de(s) feux(s)
Taille approximative du Chantier (m2)
Nombre de travailleurs (près du travailleur observé)
Nombre de signaleurs de chantier (en plus de celui observé)
Nombre de policier sur place (en plus de celui observé)
Description du chantier
Autres commentaires
Description des tronçons (répété pour les tronçons A, B, C, D)
Tronçon A
Nom de la rue en A
Type de rue en A
Mesure 1 du tronçon A
Mesure 2 du tronçon A

Nombre de voies praticables (en voiture) en A

Présence de chantier en A?

- Oui
- Non

Réduction du nombre de voies en A

- Oui
- Non

Présence de panneaux lumineux (p. ex. flèche, message) en A?

- Oui
- Non

Feux de circulation spécifique au chantier en A?

- Oui
- Non

Panneau d'arrêt spécifique au chantier en A?

- Oui
- Non

Présence de ligne d'arrêt marquée en A?

- Oui
- Non

Commentaires

Stationnement interdit à cause du chantier en A (en dehors du 5m de l'intersection)?

- Oui
- Non

Type d'interdiction

- sur un côté
- sur les deux côtés

Présence de voie(s) pour vélo en A?

- Oui
- Non

État de(s) voie(s) pour vélo

- dévié(s)
- supprimé(s)

Présence de feu piéton?

- Oui
- Non

Pris en compte par le travailleur?

- Oui

- Non

Présence d'un passage pour piéton?

- Oui

- Non

Type passage piéton

- 2 lignes parallèles

- Bandes blanches

- Bandes jaunes

- Prolongement de trottoir

- Passage surélevé

- Autre

A été modifié/supprimé pendant les travaux?

- Oui

- Non

Présence de refuge central?

- Oui

- Non

ANNEXE D : GUIDE D'ENTREVUE AUPRÈS DES POLICIERS

[Comme vous le savez, nous réalisons une étude concernant les accidents de la route au travail impliquant un piéton. Suite à la collecte de données et à l'observation de votre site de travail, nous souhaitons vous rencontrer pour approfondir certaines questions. Nous vous remercions pour votre participation.

L'entretien va aborder plusieurs aspects : après être revenus sur vos impressions lors de la collecte de données, nous allons discuter de votre perception de votre travail. L'entretien va durer entre 30 min et 1 h selon ce que vous avez à dire. Il sera enregistré, mais vos propos sont confidentiels et ne seront pas liés à votre identité.]

[Impressions suite à la collecte]

Qu'avez-vous pensé de la collecte de données? Est-ce que cela vous a gêné dans votre travail?

Avez-vous travaillé différemment au cours de la collecte? Expliquez.

[Description du travail en général + organisation du travail – posez les questions pour les tâches « classiques » et les heures supplémentaires pour gestes et signaux]

Pouvez-vous me décrire rapidement votre travail et les tâches que vous réalisez quotidiennement?

Quelles sont vos perceptions concernant les tâches en lien avec la circulation?

Depuis combien de temps occupez-vous cet emploi? Qu'avez-vous occupé comme emploi auparavant?

Quels sont les points positifs et négatifs que vous voyez à votre travail? Et les tâches de gestes et signaux?

De manière générale, êtes-vous satisfait de votre emploi? Pourquoi? Et les tâches de gestes et signaux?

Plus précisément, comment vos journées de travail sont-elles organisées? Y a-t-il une différence entre vos journées de travail « classiques » et les heures supplémentaires pour les gestes et signaux?

Trouvez-vous que vos tâches sont bien organisées? Pourquoi?

Au cours de votre vie professionnelle, avez-vous rencontré des organisations meilleures ou pires? Racontez.

[Stress]

En général, en dehors du travail, quels types de situations vous stressent? Pouvez-vous me donner des exemples de situations qui vous stressent? (si possible plusieurs, et des exemples en dehors du travail)

Êtes-vous stressé au travail?

Si oui, pourquoi? Pouvez-vous me donner des exemples concrets de situations qui vous stressent?

Pouvez-vous me donner des exemples concrets de lieux qui vous stressent?

Si non, pourquoi?

Par rapport aux situations de stress en dehors du travail que vous m'avez décrites juste avant, votre stress au travail est-il plus fort ou moins fort?

[Contact trafic]

Votre travail se déroule à proximité du trafic de véhicule.

Est-ce que cela vous gêne au quotidien? Pourquoi?

Si oui, qu'est-ce que vous dérange le plus? *[Si bruit, pollution, accident ou autre sont cités précédemment].*

Est-ce que vous discutez de ces dérangements dans le cadre de votre travail? Avec votre responsable? Avec vos collègues? Les ressentis des autres sont-ils similaires aux vôtres? Expliquez.

Pensez-vous que votre site actuel de travail est bien aménagé pour réduire les éventuels désagréments liés à la proximité du trafic? Auriez-vous des idées pour améliorer l'organisation?

[Risque d'accident]

Avez-vous déjà été impliqué dans un accident dans le cadre de votre travail? Si oui, pouvez-vous me raconter le déroulement? Si oui, vous sentez-vous plus stressé depuis cet incident? Connaissez-vous des personnes (collègues ou autres) qui ont été impliquées dans un accident dans le cadre du travail? Si oui, racontez.

Le risque d'être impliqué dans un accident vous stresse-t-il dans votre travail? Si oui, pouvez-vous me donner des exemples de situations particulièrement stressantes?

ANNEXE E : GUIDE D'ENTREVUE AUPRÈS DES SIGNALEURS

[Comme vous le savez, nous réalisons une étude concernant les accidents de la route au travail impliquant un piéton. Suite à la collecte de données et à l'observation de votre site de travail, nous souhaitons vous rencontrer pour approfondir certaines questions. Nous vous remercions pour votre participation.

L'entretien va aborder plusieurs aspects : après être revenus sur vos impressions lors de la collecte de données, nous allons discuter de votre perception de votre travail. L'entretien va durer entre 30 min et 1 h selon ce que vous avez à dire. Il sera enregistré, mais vos propos sont confidentiels et ne seront pas liés à votre identité.]

[Description du travail en général + organisation du travail]

Pouvez-vous me décrire rapidement votre travail et les tâches que vous réalisez quotidiennement?

Quelles sont vos perceptions concernant les tâches en lien avec la circulation?

Depuis combien de temps occupez-vous cet emploi? Qu'avez-vous occupé comme emploi auparavant?

Quels sont les points positifs et négatifs que vous voyez à votre travail? Et comparé aux autres emplois que vous avez occupés?

De manière générale, êtes-vous satisfait de votre emploi? Pourquoi?

Plus précisément, comment vos journées de travail sont-elles organisées? Faites-vous des heures supplémentaires régulièrement?

Trouvez-vous que vos tâches sont bien organisées? Pourquoi?

Au cours de votre vie professionnelle, avez-vous rencontré des organisations meilleures ou pires, ou des gestionnaires meilleurs ou pires? Racontez.

[Stress]

En général, en dehors du travail, quels types de situations vous stressent? Pouvez-vous me donner des exemples de situations qui vous stressent? (Si possible plusieurs, et des exemples en dehors du travail.)

Êtes-vous stressé au travail?

Si oui, pourquoi? Pouvez-vous me donner des exemples concrets de situations qui vous stressent?

Pouvez-vous me donner des exemples concrets de lieux qui vous stressent?

Si non, pourquoi?

Par rapport aux situations de stress en dehors du travail que vous m'avez décrit juste avant, votre stress au travail est-il plus fort ou moins fort?

[Contact trafic]

Votre travail se déroule à proximité du trafic de véhicule.

Est-ce que cela vous gêne ou vous dérange au quotidien? Pourquoi?

Si oui, qu'est-ce que vous dérange le plus? *[Si bruit, pollution, accident, température ou autre sont cités précédemment].*

Est-ce que vous discutez de ces dérangements dans le cadre de votre travail? Avec votre responsable? Avec vos collègues? Les ressentis des autres sont-ils similaires aux vôtres? Expliquez.

Pensez-vous que votre site actuel de travail est bien aménagé pour réduire les éventuels désagréments liés à la proximité du trafic? Auriez-vous des idées pour améliorer l'organisation?

[Risque d'accident]

Avez-vous déjà été impliqué dans un accident dans le cadre de votre travail? Si oui, pouvez-vous me raconter le déroulement? Si oui, vous sentez-vous plus stressé depuis cet incident? Connaissez-vous des personnes (collègues ou autres) qui ont été impliquées dans un accident dans le cadre du travail? Si oui, racontez.

Le risque d'être impliqué dans un accident vous stresse-t-il dans votre travail? Si oui, pouvez-vous me donner des exemples de situations particulièrement stressantes?