

**UNIVERSITÉ DU QUÉBEC
INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
CENTRE – URBANISATION CULTURE SOCIÉTÉ**

**ÉVALUATION DES FACTEURS DE RISQUE D'ACCIDENT D'ENFANTS
PIÉTONS AUX INTERSECTIONS AVEC BRIGADIERS SCOLAIRES
ADULTES À MONTRÉAL**

Par

Karine LACHAPELLE

Bachelière ès sciences, B.Sc.

Mémoire présenté pour obtenir le grade de

Maître ès sciences, M.Sc.

Maîtrise en études urbaines

Programme offert conjointement par l'INRS et l'UQAM

Décembre 2014

© Karine LACHAPELLE, 2014

Ce mémoire intitulé

**ÉVALUATION DES FACTEURS DE RISQUE D'ACCIDENT D'ENFANTS
PIÉTONS AUX INTERSECTIONS AVEC BRIGADIERS SCOLAIRES
ADULTES À MONTRÉAL**

et présentée par

Karine LACHAPELLE

a été évaluée par un jury composé de

Marie-Soleil CLOUTIER, directrice de recherche, Institut national de la recherche
scientifique

Sophie PAQUIN, examinateur interne, Université du Québec à Montréal

Owen WAYGOOD, examinateur externe, Université Laval

RÉSUMÉ

Pour assurer la sécurité des enfants piétons d'âge primaire, un usager plus vulnérable que les autres, on fait appel, entre autres, aux brigadiers scolaires adultes. Le Service de police de la Ville de Montréal (SPVM) en est responsable pour toute l'île de Montréal. Depuis 1999, le SPVM doit composer avec un budget limité, restreignant ainsi le nombre de brigadier scolaire en service sur son territoire, et cela, malgré de nouveaux besoins. Qui plus est, la méthode utilisée pour évaluer une intersection avec brigadier scolaire pourrait être bonifiée en considérant la littérature existante sur les facteurs de risque. Cette recherche s'attarde à l'évaluation des intersections avec brigadier scolaire. Ainsi, en se basant sur la littérature, nous avons fait ressortir les éléments à analyser. Trois grilles ont donc été nécessaires pour l'évaluation des intersections. Elles nous permettent de catégoriser les intersections en fonction des variables environnementales présentes. Les intersections sont donc divisées en sous-groupes d'intersection considérés à faible, moyen ou fort risque en raison de l'accumulation des facteurs de risque de l'environnement physique liés aux enfants piétons. Des 100 intersections étudiées, les résultats révèlent plusieurs intersections dont la présence du brigadier scolaire ne semble pas aussi nécessaire que d'autres. Suite à cela, nous présentons des alternatives pour retirer la présence de brigadiers scolaires adultes dont le besoin est moins grand afin de permettre de relocaliser le brigadier scolaire à des intersections plus dangereuses.

Mots-clés : brigadier scolaire adulte, enfant piéton, sécurité routière, facteurs de risque, mesures d'apaisement de la circulation

ABSTRACT

The safety of elementary aged child pedestrians is an important issue. Being more vulnerable than other age groups, the presence of adult school crossing guards is an essential element in the pursuit of the well-being of children. The organisation of this program is under the direction of the SPVM (Service de police de la Ville de Montréal). Since 1999, the SPVM has a limited budget to run the program. The number of adult school crossing guards hasn't gone up even though the needs are growing. Furthermore, the method used to evaluate an intersection with an adult school crossing guard could be improved when considering the risk factors outlined in different references. This study will evaluate the intersections where crossing guards are posted. Based on extensive research, certain elements have been selected for the analysis of crossroads. Three grids have been developed to properly evaluate an intersection. It is possible to categorize them depending on the general layout of the crossroad. The intersections are grouped depending on the risk factor: small, medium or high risk. This categorization depends on the accumulation of risk factors linked to the physical environment of the crossroad from a child pedestrian point of view. When observing the results obtained on the sample of 100 intersections, some adult school crossing guard stations do not seem as essential as others. In the light of these findings, we suggest alternatives to an adult school crossing guard in the intersections that are considered « safe » so that they can be redeployed to crossroads presenting a higher risk for child pedestrians.

Keywords: adult school crossing guard, child pedestrian, road safety, risk factors, traffic calming

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier ma directrice de recherche Marie-Soleil Cloutier pour son appui tout au long de ma maîtrise, son soutien financier, son humanisme, sa disponibilité malgré ses 1001 projets, sa capacité à trouver des solutions à ce que je croyais être des problèmes. Elle m'a également ouvert les portes sur la recherche en sécurité routière, un sujet passionnant. Merci pour tout Marie! Et encore merci pour les meubles! Et pour Vancouver!

Je remercie par ailleurs, l'INRS-UCS et le Fonds de recherche Société et culture (FRQSC) pour le soutien financier, sans quoi, il m'aurait été impossible de mener des études de deuxième cycle.

Merci aussi à toute l'équipe du LASER pour votre écoute et vos conseils lorsque la recherche ne va pas comme on le voudrait. Et, un immense merci pour les nombreux fous rires partagés ensemble et les conversations peu orthodoxes pour le monde de la recherche universitaire. Un merci tout particulier s'impose à Andrée-Anne pour le partage d'informations sur la sécurité routière aux abords des écoles primaires. Tu fais aussi une excellente partenaire de voyage!

Merci à mes ami(e)s d'avoir été aussi compréhensifs et d'être restés mes ami(e)s malgré le peu de temps que j'ai pu vous accorder entre mes études et le travail.

Je tiens également à dire un immense merci à Jonathan pour son immense générosité, sa compréhension et son support au cours de mes études universitaires et bien plus. Merci mille fois d'être dans ma vie et d'avoir cru en moi!

Un dernier merci tout spécial à Philippe, sur qui, j'ai pu compter dans les derniers moments du mémoire. Sans lui, la rédaction du mémoire aurait été plus difficile et mes repas moins gastronomiques. Son optimisme inné a réussi à me rendre le sourire dans les moments où la rédaction n'allait pas aussi bien que je ne l'aurais souhaité. Merci aussi pour ton œil de lynx et, bien sûr, de t'avoir initié à la sécurité routière liée aux enfants piétons malgré toi.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux.....	x
Liste des figures	x
Liste des abréviations et des sigles.....	xiv
Introduction	1
Chapitre 1 : Problématique, revue de littérature et questions de recherche	3
1.1 Les enfants d'âge primaire sur le chemin entre l'école et la maison	3
1.2 Le piéton enfant : un usager plus à risque.....	6
1.2.1 <i>Facteurs de risque reliés aux enfants.....</i>	<i>6</i>
1.2.2 <i>Les facteurs sociodémographiques.....</i>	<i>9</i>
1.2.3 <i>Les facteurs de risque environnementaux.....</i>	<i>10</i>
1.3 Les stratégies de prévention des accidents chez les enfants	11
1.3.1. <i>Les approches globales.....</i>	<i>12</i>
1.3.2 <i>Les approches ponctuelles.....</i>	<i>13</i>
1.4 Les passages pour piétons avec brigadiers scolaires adultes au Québec.....	16
1.4.1 <i>Les critères d'un passage pour piéton avec brigadier scolaire adulte proposé par la SAAQ.....</i>	<i>17</i>
1.4.2 <i>Les critères d'un passage pour piétons avec brigadier scolaire au SPVM.....</i>	<i>20</i>
1.4.3 <i>Les passages pour piétons avec brigadier scolaire adultes dans la Ville de Québec.....</i>	<i>22</i>
1.5 La question de recherche et les hypothèses.....	22
Chapitre 2 : Recension des écrits sur les caractéristiques de l'environnement	25
2.1 Les facteurs de risque de l'environnement	25
2.1.1 <i>Hiérarchie des voies.....</i>	<i>25</i>
2.1.2 <i>Vitesse de circulation</i>	<i>26</i>
2.1.3 <i>Nombre de branches à l'intersection.....</i>	<i>26</i>
2.1.4 <i>Sens de la circulation</i>	<i>27</i>
2.1.5 <i>Largeur de la rue.....</i>	<i>27</i>
2.1.6 <i>Visibilité</i>	<i>27</i>

2.1.7 Dispositifs de régulation de la circulation.....	29
2.1.8 Présence du trottoir.....	31
2.2 Les mesures d'apaisement de la circulation	31
Chapitre 3 : Cadre méthodologique	35
3.1 Collecte de données.....	36
3.1.1 Grille à remplir sur le terrain.....	36
3.2.2 Données complémentaires à la grille et intégré dans une base de données à référence spatiale	37
3.3 Création de la grille.....	38
3.4 Description des variables de la grille	40
3.4.1 Intersection	40
3.4.2 Passage pour piétons.....	42
3.4.3 Tronçon	47
3.5 Choix des intersections à l'étude.....	48
3.6 Analyse du risque aux intersections avec brigadiers scolaires adultes	49
3.6.1 Classification ascendante hiérarchique	50
3.6.2 Première pondération additionnant toutes les grilles.....	50
3.6.3 Deuxième pondération basée sur la moyenne des grilles	51
3.6.4 Comparaison des résultats des trois types d'analyse	54
Chapitre 4 : Résultats et analyses.....	57
4.1 Distribution géographique des « risques » et représentativité de l'échantillon.....	57
4.2 Distribution des variables.....	58
4.2.1 Intersection	59
4.2.2 Passage pour piétons.....	61
4.2.3 Tronçon	68
4.3 Portraits des intersections à l'étude.....	70
4.3.1 Portrait des intersections à risque « élevé »	70
4.3.2 Intersections types d'une intersection à indice de risque « élevé ».....	73

4.3.3 Intersection « type » des intersections à indice de risques moyen	76
4.3.3 Intersection « type » des intersections à indice de risque faible	80
4.4 Le rôle du brigadier dans les sous-groupes d'intersection	85
Chapitre 5 : Discussion et limites	89
5.1 Existe-t-il des intersections plus pertinentes que d'autres?	89
5.2 Recommandations pour retirer le brigadier scolaire aux intersections à « faible » risque .	90
5.3 Limites de la recherche et pistes de recherches futures.....	91
Conclusion.....	93
Annexe 1 : Dendrogramme obtenu par la CAH (Agrégation de J.H. Ward).....	97
Annexe 2 : Grille pondérée pour le premier test de pondération	98
Annexe 3 : Pondération des intersections « types »	99
Bibliographie	101

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Démarche d'évaluation d'une intersection avec brigadier scolaire adulte présenté par la SAAQ	19
Tableau 3.1 : Caractéristiques de la grille à l'échelle de l'intersection.....	41
Tableau 3.2 : Caractéristiques de la grille à l'échelle du passage pour piétons	42
Tableau 3.3 : Caractéristiques de la grille à l'échelle du tronçon.....	48
Tableau 3.4 : Pondération des variables selon le deuxième type de pondération.....	53

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Le cercle vicieux de l'augmentation du trafic sur le trajet de l'école.....	4
Figure 1.2 : L'uniforme des brigades scolaires enfants.....	15
Figure 1.3 : L'uniforme et les accessoires du brigadier scolaire adulte.....	15
Figure 2.1 : Stationnement implicitement autorisé à moins de 5 mètre d'une intersection	28
Figure 2.2 : Entrées charretières empiétant le trottoir.....	29
Figure 2.3 : Comparaison du dégagement visuel d'un piéton avec saillie de trottoir et en l'absence de saillie de trottoir	33
Figure 2.4 : Exemple d'un refuse piéton	34
Figure 3.1 : Exemple de l'échelle de l'intersection.....	38
Figure 3.2 : Exemple de l'échelle du passage pour piétons	39
Figure 3.3 : Exemple de l'échelle du tronçon	39
Figure 3.4 : Exemple des grilles de toutes les échelles	40
Figure 3.5 : Triangle de visibilité de 5 mètres pour la rue à sens unique	45
Figure 3.6 : Triangle de visibilité de 5 mètres pour la rue à double sens	45
Figure 3.7 : Exemple de végétation entravant le triangle de visibilité de 5 mètres	45
Figure 3.8 : Exemple d'un bâtiment entravant le triangle de visibilité de 5 mètres	46
Figure 3.9 : Exemple d'éléments entravant le triangle de visibilité de 5 mètres positionné sur la chaussée.....	46

Figure 3.10 : Exemple d'un stationnement commercial positionné à moins de 5 mètres du passage pour piétons.....	46
Figure 3.11 : Exemple d'un véhicule stationné à moins de 5 mètres de l'intersection	47
Figure 3.12 : Carte de localisation des intersections avec brigadiers scolaires et des intersections à l'étude (N=498).....	49
Figure 3.13 : Graphique démontrant les moyennes utilisées pour déterminer les sous-groupes d'intersection	52
Figure 3.14 : Histogramme de la distribution et courbe gaussienne de la CAH	54
Figure 3.15 : Histogramme de la distribution et courbe gaussienne de la première pondération	54
Figure 3.16 : Histogramme de la distribution et courbe gaussienne de la deuxième pondération	55
Figure 3.17 : Accidents d'enfants âgés de 5 à 14 ans, pour la période de 2002 à 2012, selon l'indice de risque des trois types d'analyses (N=27)	55
Figure 4.1 : Carte de localisation des intersections à l'étude selon l'indicateur de risque (N=100)	57
Figure 4.2 : Représentativité des intersections selon la catégorie de la hiérarchie des voies.....	58
Figure 4.3 : Nombre de branches selon l'indice de risque (N=100).....	59
Figure 4.4 : Hiérarchie des voies selon l'indice de risque (N=100).....	60
Figure 4.5 : Moyenne des vitesses maximales permises selon l'indice de risque (N=100).....	60
Figure 4.6 : Sens de la circulation selon l'indice de risque (N=100)	61
Figure 4.7 : Moyenne de la largeur des chaussées selon l'indice de risque (N=100).....	62
Figure 4.8 : Visibilité de l'intersection selon l'indice de risque (N=108)	63
Figure 4.9 : Mesure d'apaisement de la circulation à l'échelle du passage pour piétons selon l'indice de risque (N=100)	63
Figure 4.10 : Signalisation des intersections croisant des rues locales selon l'indice de risque (N=27).....	65
Figure 4.11 : Signalisation des intersections croisant au moins une collectrice selon l'indice de risque (N=39).....	65
Figure 4.12 : Signalisation des intersections croisant une artère selon l'indice de risque (N=34)	66
Figure 4.13 : Présence du bouton d'appel selon l'indice de risque (N=14)	67
Figure 4.14 : Délimitation du passage pour piétons avec marquage au sol selon l'indice de risque (N=100).....	68

Figure 4.15 : Trottoir manquant sur la rue Port Royal au croisement de la rue Lille	69
Figure 4.16 : Mesure d'apaisement de la circulation à l'échelle du tronçon (N=100).....	69
Figure 4.17 : Carte de localisation des intersections avec un indice de risque élevé	71
Figure 4.18 : Exemple de bollard central sur le chemin de la Côte-Ste-Catherine à l'angle de la rue Légaré.....	71
Figure 4.19 : Exemple de saillie de trottoir rue Berri au coin de la rue Louvain	72
Figure 4.20 : Exemple de rue large de 27 mètres à l'intersection du boulevard Tricentenaire à l'angle de la rue Victoria.....	72
Figure 4.21 : Entrave à la visibilité à l'intersection de la rue Gatineau et Édouard-Montpetit.....	73
Figure 4.22 : Entrave à la visibilité à l'angle de la rue Benoît et Ménard	73
Figure 4.23 : Entrave à la visibilité à l'intersection de la rue Ontario et Plessis.....	73
Figure 4.24 : Entrée charretière empiétant le trottoir rue Dollard.....	74
Figure 4.25 : Intersection des rues Girouard et Sherbrooke	75
Figure 4.26 : Une station Bixi bloque la vue des piétons sur la rue Fullum à l'angle de Logan...76	
Figure 4.27 : Un bâtiment et la végétation entravent la vue de l'intersection de la rue Logan et de la rue Fullum.....	76
Figure 4.28 : Carte de localisation des intersections à risque moyen	77
Figure 4.29 : Boulevard Rodolphe-Forget fait 28 mètres de large.....	78
Figure 4.30 : L'avenue Louis-Desaulles n'est pas délimité par un marquage au sol	78
Figure 4.31 : Le terre-plein du boulevard Rodolphe-Forget est bordé d'arbre sur plus de la moitié du tronçon	79
Figure 4.32 : Une des entrées charretières de l'avenue Balfour et du chemin Regent.....	80
Figure 4.33 : Carte de localisation des intersections à indice de risque faible	81
Figure 4.34 : Groupe de photos illustrant les saillies de trottoir et les rues étroites de l'intersection des rues Drolet et Roy Est	81
Figure 4.35 : Groupe de photos d'intersection offrant un bon dégagement visuel	82
Figure 4.36 : Exemple d'absence de la délimitation du passage pour piétons à l'intersection de l'avenue de Gaspé et de la rue de Castelnau Est	82
Figure 4.37 : Les saillies de trottoir de l'intersection de l'avenue de Gaspé et de la rue de Castelnau Est.....	83
Figure 4.38 : Avant le réaménagement de l'intersection des rues Berri et Laurier	84
Figure 4.39 : Après le réaménagement de l'intersection des rues Berri et Laurier	84

Figure 4.40 : Vue transversale de la rue Sherbrooke (vers le sud-ouest) et vue aérienne de l'intersection Sherbrooke Ouest et l'avenue Girouard86

Figure 4.41 : Vue transversale de la rue Drolet (vers le nord-ouest) et vue aérienne de l'intersection Drolet et Roy Est87

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET DES SIGLES

CAA Québec	Association canadienne des automobilistes
MTQ	Ministère des transports du Québec
SAAQ	Société de l'assurance automobile du Québec
SPVM	Service de police de la Ville de Montréal

INTRODUCTION

La sécurité routière aux abords des écoles primaires est un enjeu important pour choisir la manière dont l'enfant se déplacera sur le chemin entre la maison et l'école. La part modale de la marche est en déclin depuis les années 1970 (Vélo Québec 2012). Les parents, bien souvent, s'en remettent à leurs perceptions négatives de la sécurité aux abords des écoles et optent pour l'automobile pour reconduire leur enfant. Mais qu'en est-il de la sécurité des enfants piétons dans leurs déplacements sur le chemin de l'école? Les accidents chez les enfants sont, heureusement, peu fréquents, mais ils sont tout de même existants et méritent de s'y attarder. Dans les faits, l'enfant a un statut particulier comme piéton. Par son développement physique, cognitif et psychomoteur combiné à leur manque d'expérience de la route, l'enfant est plus vulnérable que le piéton adulte (Barton et al. 2013; Cloutier et Apparicio 2008; Demetre 1997; Dunbar, Hill et Lewis 2001; Granié 2013; Burigusa 2011; ITF 2005; Macpherson, Roberts et Pless 1998; Roberts et Pless 1998; Rosenbloom 2008 et al.; Rosenbloom 2008 et al.; SAAQ 2013; Thomson et al. 2005; Vélo Québec 2009). En plus de cela, certains facteurs de risques sociodémographiques, mais surtout environnementaux, rendent les enfants piétons plus vulnérables. Pour pallier à cet ensemble de phénomène, il existe plusieurs types de stratégies de prévention des accidents. Dans cette étude, il sera question du brigadier scolaire adulte. Son rôle vise à faire traverser les enfants à certaines intersections près des écoles lors de l'entrée et de la sortie des classes (Burigusa et al. 2011). À Montréal, le Service de police de la Ville de Montréal (SPVM) en est responsable et débourse une somme importante pour assurer la traversée sécuritaire des enfants aux passages pour piétons. Son budget fixe, en raison de politique pour contrer l'augmentation salariale, occasionne certaines problématiques quant à la création d'un nouveau passage pour écoliers avec brigadier scolaire. Par exemple, lors de nouveau besoin, on doit nécessairement retirer un brigadier scolaire à un passage pour pouvoir combler le nouveau besoin. Puis, en observant la méthode de détermination de la présence ou non d'une intersection avec brigadier scolaire adulte, on observe que cette méthode ne correspond pas exactement à ce qui ressort de la recension des écrits sur les caractéristiques du risque environnemental pour les enfants piétons.

Pour couvrir cette problématique, ce mémoire est divisé en cinq chapitres. Le premier chapitre expose la problématique et la recension des écrits. Ce chapitre présente également notre question de recherche et nos hypothèses de recherche.

Pour répondre à notre question de recherche, le second chapitre permettra de faire ressortir des éléments plus précis de la littérature. Suivra alors le troisième chapitre qui, après cette recension des écrits vue au deuxième chapitre, permettra de construire notre méthodologie.

Le quatrième chapitre est consacré à la présentation des résultats et aux analyses que cette méthodologie a fait ressortir.

Enfin, le dernier chapitre porte sur la discussion et fera un rappel des résultats et des analyses en proposant une alternative pour les intersections ayant un faible indice de risque. Ce chapitre permettra également de dégager les limites de l'étude et les pistes pour des recherches futures.

CHAPITRE 1 : PROBLÉMATIQUE, REVUE DE LITTÉRATURE ET QUESTIONS DE RECHERCHE

Ce premier chapitre comporte la problématique, la revue de littérature, la question de recherche ainsi que les hypothèses de départ. La revue de littérature traitera d'abord de la sécurité routière aux abords des écoles primaires, la condition particulière du développement des enfants piétons et finalement les facteurs de risque associés à ces usagers vulnérables. Les stratégies de prévention pour assurer la sécurité aux abords des écoles primaires seront ensuite dressées. Cette recension des écrits mènera finalement à la question de recherche et aux hypothèses.

1.1 Les enfants d'âge primaire sur le chemin entre l'école et la maison

Depuis quelques décennies, les pays développés font face à une diminution de la part modale pour le transport actif au profit des déplacements en automobile toutes destinations confondues. Les déplacements des enfants, dépendant des décisions de leurs parents, n'en font pas abstraction et ils sont de moins en moins nombreux à se déplacer à pied sur le chemin de l'école. À Montréal, par exemple, la part modale de la marche et du vélo pour se rendre à l'école a chuté de 80% à 30% depuis les années 1970 (Vélo Québec 2012). Les auteurs expliquent ce déclin, entre autres, par l'influence de la distance physique entre l'école et la maison. Lewis et Torres (2010) démontrent toutefois qu'il n'y a pas que la distance qui est en jeu. De nombreux parents se déplacent en voiture même sur des distances considérées comme « marchables ». Leur étude prouve que 60% des parents interrogés optent pour le déplacement en voiture pour des distances de moins de 1,2 km. En fait, l'une des principales raisons évoquée par les parents pour reconduire leurs enfants en automobile est liée aux perceptions d'insécurité aux abords des écoles (Buissière et al. 2008; Clifton et Keamer-Fults 2007; Cloutier, Bergeron et Apparicio 2011; Cloutier et Apparicio 2008; Lemay 2009; McMillan 2007). Ces perceptions négatives de la sécurité routière sont fondées entre autres sur le débit de la circulation plus important aux abords de l'école lors des périodes d'entrées des élèves (Anderson et al. 2003; Lemay 2009; Prezza et al. 2005). Les parents craignent pour la sécurité de leurs enfants et auront davantage tendance à reconduire leur enfant en automobile afin de les protéger. Raccompagner leurs enfants en automobile deviendra pour certains parents une mesure de prévention du risque d'accident (Mullan 2003). Or, ce choix entraînera davantage de circulation automobile autour de l'école (Nelson et Woods 2007) accentuant ainsi les perceptions négatives de la sécurité

routière autour des écoles. Ce cercle vicieux est illustré à la figure 1.1, plus les parents reconduiront leur enfant en véhicule motorisé, plus il y aura de la circulation routière autour de l'école, plus les rues seront dangereuses, plus l'intention d'envoyer leur enfant à pied ou à vélo à l'école sera réduite, plus les parents raccompagneront leur enfant en auto (OMS 2002).

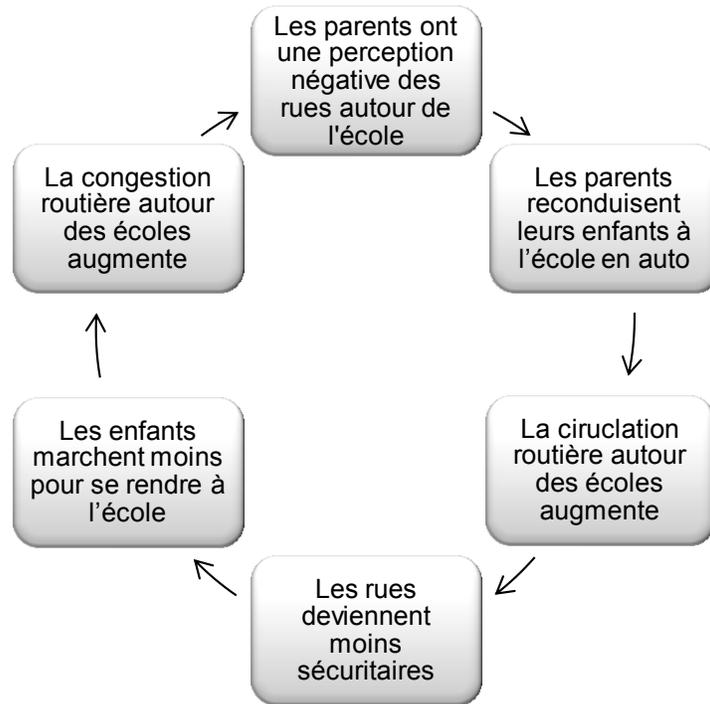


Figure 1.1 : Le cercle vicieux de l'augmentation du trafic sur le chemin de l'école (Adaptée par Karine Lachapelle 2013 de OMS 2002, p.11)

Donc, si les enfants marchent moins pour se rendre à l'école, ils seront nécessairement moins exposés aux risques d'accident de la route. Et, malgré le déclin de la marche sur le chemin entre l'école et la maison, les enfants sont malgré tout victimes d'accidents de la route. Selon ce que rapporte Burigusa et al. (2011), dans la région de Montréal, le risque de blessures des enfants se déplaçant à pied est de 4,7 fois plus élevé que les piétons reconduits en véhicule motorisé. On souligne également que le nombre de blessés chez les piétons enfants a diminué de 65,8% de la période 1989 à 1992 et 2003 à 2007. Au niveau des blessures, pour toute la province de Québec, durant la période scolaire¹ entre 2006 et 2010, Burigusa et al. (2011)

¹ La période scolaire est considérée les jours de semaine du mois de septembre à juin et les heures sont réparties de la manière suivante : le matin de 7h00 à 8h59, le midi de 11h00 à 12h59 et le soir de 15h00 à 16h29.

² Bonneau, Louise. 2014. Information au sujet du programme de brigadier scolaire adulte à Montréal. [Courrier électronique].

indique qu'il y a eu en moyenne 86 enfants piétons âgés de 5 à 12 ans, par année, qui ont été blessés dans les déplacements entre la maison et l'école. De ce nombre, les piétons les plus jeunes représentent un taux de blessure plus élevé. Plus particulièrement, les victimes âgées de 5 à 8 ans représentent un taux de blessure de 39% alors que les 9 à 12 ans s'élèvent à 61%. Pour la période de 2006 à 2011, toujours pour les enfants âgés de 5 à 12 ans, les accidents surviennent à 42,5% des accidents ont lieu à une intersection et 47% entre deux intersections (Burigusa et al. 2011).

Néanmoins, le nombre d'accident ne reflète pas la réalité. Il faut spécifier d'une part que seuls les piétons nécessitant une intervention ambulancière sont comptabilisés et que le nombre d'accidents exclut les accidents mineurs (Morency et al. 2011). D'autre part, comme les déplacements à pied sur le chemin de l'école sont en baisse, il est inhérent que les enfants s'exposent à moins de risque puisqu'ils sont moins nombreux sur les routes (Burigusa et al. 2011). Malgré les risques d'accidents, opter pour les déplacements en voiture pour prévenir les accidents n'est guère une solution durable comme il a été constaté par le cercle vicieux de la figure 1.1. Une fois sorti du véhicule, l'enfant devient un piéton et, par le fait même, le rend susceptible d'être impliqué dans un accident.

Le déclin de la marche sur le chemin de l'école peut avoir d'autres conséquences sur la santé des enfants. En fait, la marche permettrait d'adopter un mode de vie plus actif grâce aux déplacements quotidiens, entre l'école et la maison par exemple, et préviendrait l'obésité (Heelan et al. 2005). La sédentarité serait, entre autre, liée à l'obésité. Une étude associe une diminution de près de 5% de l'obésité pour chacun des kilomètres effectués à pied sur une base quotidienne (Drouin et al. 2006). Ainsi, les autorités en santé publique recommande, notamment, la marche ou le vélo sur le chemin entre l'école et la maison plutôt qu'en véhicule motorisé puisque les déplacements actifs ont un potentiel inestimable pour accroître le niveau d'activité physique (Rosenberg et al. 2006). En effet, selon Mackett et Paskins (2008), la distance de marche sur le chemin de l'école à la maison effectuée pour une semaine équivaut à deux heures de cours d'éducation physique. Le transport actif chez l'enfant n'aurait pas seulement un impact sur la santé, mais également sur leur capacité de socialisation, du jeu et leur développement (Torres 2007). Avec le vélo ou la marche, les enfants peuvent ainsi expérimenter une certaine liberté au moment où ils développent leur autonomie (Merom et al. 2006).

En somme, les perceptions négatives des parents aux abords des écoles sont un enjeu important sur la baisse de la marche sur le chemin de l'école et de la maison. Comme nous

l'avons constaté, la marche pour l'enfant est un élément lié à son développement et à l'activité sportive intégrée au quotidien. De ce fait, la sécurité routière chez les piétons d'âge primaire mérite d'être traitée plus en profondeur.

1.2 Le piéton enfant : un usager plus à risque

Le partage de la route avec les véhicules place automatiquement le piéton, quel que soit son âge ou sa condition physique, en situation de vulnérabilité. Par son absence de protection, le piéton est plus enclin aux risques de blessures ou de décès que les conducteurs (Table québécoise de la sécurité routière 2007). Selon Elvik (2009), le risque de blessures est 4 fois plus élevé pour un piéton qu'un conducteur. Puis, parmi les piétons, on retrouve des groupes plus vulnérables que les autres. L'enfant piéton, par exemple, présente un risque plus accru que le piéton adulte. On qualifie souvent le piéton enfant d'imprévisible et insouciant du danger. En effet, quelques auteurs dénotent un comportement différent comparativement au piéton adulte. Ampofo-Boateng et Thomson (1991) observent dans leur étude que les enfants âgés de 5 à 7 ans ne font pas toujours des choix sécuritaires lorsque vient le moment de traverser une intersection. Et, Rosenbloom (2008b) démontre que l'interprétation du danger n'apparaît que vers l'âge de 11 ans. La recension des écrits de la littérature scientifique a toutefois permis d'identifier des facteurs liés à la vulnérabilité du piéton enfant. Comme nous le verrons, le développement physique, cognitif et psychomoteur ainsi que son manque d'expérience sur la route font de l'enfant un piéton plus à risque que l'adulte.

1.2.1 Facteurs de risque reliés aux enfants

Avant d'aborder les facteurs de risques liés aux piétons enfants, une définition du facteur de risque s'impose. On définit d'abord le risque comme : «un danger auquel l'on est exposé individuellement ou collectivement dans certaines circonstances, le danger étant considéré comme ce qui est susceptible de porter atteinte à la santé d'une personne» (Brunet et al. 1993 et Blancher 1995 cités dans Cloutier 2008, 32). Le risque relève d'une évaluation incertaine associée à ces pertes qui est mesurée de façon subjective (Charron 2005). Puis, en ajoutant la notion de risque routier, on cible précisément la dimension du risque d'être impliqué dans un accident de la route (Cloutier 2008; Lenguerrand 2008). Dans sa thèse, Cloutier (2008) résume bien ce que l'on entend par facteur de risque :

L'évaluation des risques est le processus qui permet d'estimer les effets potentiels de certains éléments individuels et environnementaux sur la santé. Cette évaluation, qui est une des bases de la géographie de la santé et de l'épidémiologie, passe par l'étude de facteurs de risque. Un facteur de risque est une caractéristique de l'exposition à certains environnements, du comportement, du mode de vie ou de la génétique d'un individu et ces caractéristiques peuvent être associées à certains états de santé considérés assez néfastes pour vouloir les prévenir. (Cloutier 2008, 12)

À la lumière de cette définition, il sera possible d'identifier les facteurs de risque associés aux enfants piétons. On retrouve des caractéristiques propres aux enfants piétons, des caractéristiques sociodémographiques et des caractéristiques liées à l'environnement.

1.2.1.1 Le développement physique de l'enfant

Les piétons enfants ont des caractéristiques spécifiques qui les différencient des autres piétons. Tout d'abord, leur vitesse de marche fait en sorte qu'ils sont plus exposés sur la chaussée considérant qu'ils marchent moins rapidement que les adultes. Par exemple, la vitesse de marche d'un enfant varie entre 0,9 et 1,6 mètre par seconde alors que la vitesse de l'adulte se situe plutôt entre 1,2 et 2,1 mètres par seconde (Vélo Québec 2009). Puis, la petite taille des enfants les empêchent de bien voir et d'être vus quand ils sont sur le trottoir prêt à s'engager sur la chaussée. Par exemple, leur perspective visuelle est obstruée par, entre autres, les véhicules stationnés, les arbres, les poubelles et le cadre bâti (Cloutier et Apparicio 2008). Effectivement, les véhicules stationnés au bord de la chaussée obstruent la vue d'un enfant mesurant moins de 1,2 mètre, soit la grandeur d'un enfant de 5 à 6 ans, et les empêchent ainsi de bien voir lors de la traversée, mais aussi d'être vu par les autres conducteurs (Burigusa et al. 2011). De plus, une fois impliqués dans une collision avec un véhicule, les enfants piétons sont plus à risque de mort ou de blessure grave par rapport aux adultes (Roundsari et al. 2005). Le centre de gravité des enfants étant plus petit que celui d'un adulte, lors d'un impact, les enfants sont projetés vers l'avant ou vers le sol plutôt que de rouler sur le capot comme le ferait un adulte (McMillan 2007; Rosenbloom et al. 2008).

1.2.1.2 Le développement cognitif et psychomoteur de l'enfant

Si l'enfant constitue un groupe à risque, ce n'est pas seulement par leur attribut physique. Outre ses vulnérabilités physiques, certains auteurs affirment que leur développement cognitif ne leur permet pas de considérer les risques d'accident comme peut le faire un adulte. Les habiletés cognitives, perceptuelles et comportementales sont des plus nécessaires pour adopter un comportement sécuritaire sur la route. On pense par exemple à une vision périphérique et une ouïe développée pour bien anticiper et comprendre la circulation (Barton et al. 2013). La vue et l'ouïe d'un enfant se développeront entièrement que vers l'âge de 9 ou 10 ans (Godbout, Cazeau et Laliberté 2013). Ainsi, l'enfant n'opte pas systématiquement pour un comportement dangereux lorsqu'il traverse une rue. Son développement n'étant pas complété, cela ne lui permet pas de considérer le risque comme le ferait un adulte. L'interprétation du danger n'apparaît que vers l'âge de 11 ans selon Rosebloom et al. (2008). L'enfant aura besoin d'acquérir plusieurs aptitudes avant de pouvoir traverser une rue de façon sécuritaire.

Se rendre de l'autre côté d'une rue est une tâche complexe qui sollicite des aptitudes que l'enfant n'a pas encore totalement développées avant l'âge de 11 ans pour effectuer une traversée sécuritaire. Granié (2013) explique que la traversée nécessite une capacité d'attention, de vision et de perception que l'enfant ne possède pas car, il n'est pas aussi développé qu'un adulte. Il faut, pour choisir un site de traversée sûr; analyser la circulation, déterminer le moment de la traversée et anticiper le comportement des véhicules. Son développement cognitif et physique, n'étant pas aussi développé qu'un adulte, ne lui permettra pas d'analyser la circulation aussi bien qu'un piéton adulte pourrait le faire. En fait, l'enfant n'est pas apte à discerner l'information importante de celle moins importante et considérera tous les éléments de la route en même temps. Puis, au moment de s'engager dans le passage pour piétons, il faut encore être capable de coordonner sa vitesse de déplacement avec la circulation. L'enfant y parviendra difficilement parce qu'il n'a pas forcément conscience de sa vitesse de marche ni l'expérience nécessaire pour la coordonner avec la circulation. La traversée est donc une tâche complexe pour quiconque, mais plus particulièrement pour l'enfant qui n'a pas forcément atteint le développement nécessaire pour adopter des habitudes sécuritaires.

1.2.1.3 L'expérience de la route chez l'enfant piéton

Nonobstant les compétences requises pour traverser une rue de manière sécuritaire, pour l'enfant piéton, la traversée est une tâche complexe et peut être une tâche nouvelle. Granié (2013) ajoute aussi que les tâches impliquées dans la traversée d'une rue demandent

également de l'expérience. Avec le temps, la combinaison de l'expérience de la route, du développement cognitif et du développement physique rendront l'enfant plus apte à considérer adéquatement la route et ses risques.

Par exemple, une étude de Dunbar, Hill et Lewis (2001), comparant des enfants âgés de 4 à 11 ans, démontre qu'avec l'âge, les enfants acquièrent graduellement de meilleures compétences pour la traversée d'une rue en identifiant mieux les endroits sûrs pour la traversée, une meilleure détection de la circulation et des routes dangereuses et une meilleure coordination face à la circulation.

L'étude de Barton et al. (2013) suit également cette tangente. L'étude compare des groupes d'enfants âgés de 6 à 7 ans, de 8 à 9 ans ainsi qu'un groupe d'adultes. On peut alors y constater les différences dans le niveau de développement de ses trois groupes notamment dans la détection et la localisation des véhicules qui s'approchent à une intersection. Les enfants de 8 à 9 ans ont la capacité de détecter plus rapidement le bruit et la direction d'un véhicule qui s'approche de la chaussée que le groupe d'enfants plus jeunes. On souligne également le fait que les enfants sont moins réceptifs que les adultes aux signaux auditifs fournis par l'environnement routier pour prendre des décisions sécuritaires.

En définitive, il existe des différences importantes en matière de développement cognitif et de prise de décision chez les enfants et les adultes (ITF 2005). On reconnaît la vitesse de déplacement plus lente, la taille réduite et leur vision périphérique limitée, leur attention, leur capacité cognitive limitée, leur difficulté à estimer la vitesse, la distance ainsi que la localisation de la provenance des sons, aux agissements impulsifs et imprévisibles, et finalement, leur méconnaissance de la signalisation routière et des conventions liées à la circulation. Il faut ajouter à ces éléments leur manque d'expérience et leur manque de compétence qui ne les font pas réagir de la même façon qu'un piéton adulte (Demetre 1997; Macpherson, Roberts et Pless 1998; Rosenbloom et al. 2008; Thomson et al. 2005).

1.2.2 Les facteurs sociodémographiques

Le statut socio-économique est reconnu dans de nombreuses recherches pour son influence sur le risque d'accident à l'échelle des quartiers, mais aussi des individus. Les enfants vivant dans les milieux défavorisés ont davantage de risques d'accident que les enfants vivant dans les milieux favorisés (Cloutier et Apparicio 2008; Dougherty, Pless et Wilkins 1990; Laflamme et Diderichsen 2000; LaScala, Gruenewald et Johnson 2004; Macpherson, Roberts et Pless 1998;

Morency et al. 2011; ITF 2004; Pabayo et al. 2012; Roberts et al. 1997; Towner et al. 1994; Rosenbloom, Ben-Eliyahu et Nemrodov 2008). Le risque d'accident ainsi que les statistiques d'accidents sont plus élevés dans les familles et les quartiers défavorisés. Une étude démontre que le taux des blessures subis par les enfants habitant dans les quartiers défavorisés montréalais est de quatre fois plus élevé que celui des enfants vivant dans les quartiers favorisés (Dougherty, Pless et Wilkins 1990). On explique cela par une plus grande exposition au trafic. Les enfants issus d'un statut socio-économique moins élevé traverseraient alors 50% plus de rues que les autres enfants (MacPherson et al. 1998). Qui plus est, les enfants vivant dans des ménages moins favorisés sont plus susceptibles de se rendre à l'école en transports actifs (Laflamme et Diderichsen 2000; Macpherson, Roberts et Pless 1998; McMillan 2005; Morency et al. 2011; Roberts et al. 1997).

1.2.3 Les facteurs de risque environnementaux

En plus des caractéristiques sociodémographiques, plusieurs études démontrent le lien entre les risques d'accident et les caractéristiques environnementales. Bien qu'il n'existe pas un consensus sur les éléments qui sont le plus à risque, les auteurs notent tout de même, dans une certaine mesure, une similarité dans les facteurs de risque environnementaux. Nous mentionnerons les facteurs de risque les plus connus au sens large et nous approfondirons le sujet dans notre revue de littérature dans le prochain chapitre puisque cette étude se concentre sur ces facteurs en particulier.

Parmi les facteurs environnementaux les plus connus, on retrouve la hiérarchie des voies, le nombre de voies de circulation, la vitesse de la circulation, le nombre de branches et la régulation de la circulation à l'intersection (Cloutier et Apparicio 2008; DSP 2011; Dumbaugh et Rae 2009; Burigusa et al. 2011; Ewing et Dumbaugh 2009; Lassare et al. 2007; Lemay 2009; Mackay et al. 2003; Macpherson, Roberts et Pless 1998; Morency et al. 2011; UK Department of transport 1995; Zeeger 2002). La visibilité a également une influence sur le risque d'accident. Par exemple, le mobilier urbain, les courbes, les pentes et la végétation figurent parmi des éléments qui peuvent nuire à la visibilité du piéton par le conducteur (Lemay 2009; Morency et al. 2013; MTQ 2003; Muller et al. 1990; Roberts et al. 1995; 1997; Stevenson et coll 1997; Tester et al. 2004). Puis le stationnement, quant à lui, peut dans certains cas favoriser le piéton en servant de protection s'il est situé le long du tronçon, tandis qu'un véhicule stationné à moins

de 5 mètres d'une intersection obstrue la visibilité du piéton (Burigusa et al. 2011; Mackay et al. 2003; Morency et al. 2013; Roberts 1995; Zeeger 2002).

Hormis ces facteurs de risque environnementaux, certaines études ciblent particulièrement la sécurité routière aux abords des écoles. Celles-ci dénotent notamment l'importance de la signalisation et le marquage au sol dans la zone scolaire et d'autres éléments influençant la sécurité tel que le type de marquage de la chaussée et la présence de passage pour piétons entre deux intersections (Bass 1993a; Clifton et Kreamer-Fults 2007; Mackay et al. 2003; MTQ 2013b; SAAQ 2013b; Zeeger 2002).

1.3 Les stratégies de prévention des accidents chez les enfants

Pour prévenir les accidents en sécurité routière, on fait parfois appel à une stratégie appelée les « 3 E » de la sécurité : *engineering*, *enforcement* et *education* (Vermont Agency of Transportation 2014). Ce concept est apparu en 1922, aux États-Unis, par Gerald Cummins, un gestionnaire en assurance aux réclamations d'accidents et s'applique à la sécurité routière en général. Le concept est rapidement repris par Sidney Williams au National Safety Council (Drive and Stay Alive 2003). Depuis ce temps, le concept a évolué en ajoutant des éléments au principe d'origine. On parle désormais des « 5 E » qui se caractérisent ainsi :

1. *Engineering* (*ingénierie de la route*) concerne l'amélioration de l'environnement bâti en vue de rendre le trajet plus sécuritaire pour tous les usagers;
2. *Enforcement* (*application de la loi*) se rapporte à tout ce qui touche la loi, la sensibilisation et la réduction des problèmes de sécurité routière;
3. *Education* (éducation) vise principalement une meilleure connaissance des règlements;
4. *Encouragement* (encouragement) incite le transport actif;
5. *Evaluation*, (évaluation) le dernier « E » à s'être ajouté, sert à évaluer les programmes mis en place et d'en connaître ses impacts sur la sécurité.

En agissant sur les 5 composantes, il est possible de rendre la route plus sécuritaire. Suivant alors le principe des « 5 E », différents programmes ont vu le jour pour dans la sécurité des enfants piétons. On pense notamment au programme implanté aux États-Unis, au Royaume-Uni et en Australie, «Active and Safe Routes to School» (Clifton et Kreamer-Fults 2007; Lemay 2009; Staunton, Hubsmith et Kallins 2003) et sa version québécoise *À pied, à vélo, ville active* (Lemay 2009; Vélo Québec 2014) qui mettent sur pieds des programmes englobant la totalité de ces principes. D'autres programmes, eux, se concentrent plus précisément sur un seul des

« 5 E » comme les programmes d'accompagnements par des adultes, les mesures d'apaisement de la circulation ou les brigadiers scolaires. Les prochaines sections reviennent plus en détails sur ces stratégies.

1.3.1. Les approches globales

Safe route to school est un programme pour améliorer la sécurité routière qui vise l'augmentation de l'activité physique des piétons et des cyclistes enfants (McMillan 2005). Le programme le plus connu au Québec est *À pied, à vélo, ville active*, anciennement connu sous le nom de *Mon école à pied, à vélo!*. Ce programme existe depuis 2005 et est géré par des organismes non gouvernementaux tels que Vélo Québec dans la grande région de Montréal (Vélo Québec 2014) et dans les régions de la Capitale-Nationale et de la Chaudière-Appalaches (Accès transport viable 2010). Le programme s'inscrit dans la démarche gouvernementale en matière de promotion de la santé et de prévention pour contrer l'obésité des jeunes (Royer et al. 2011). Il vise principalement à accroître les transports actifs des enfants sur le trajet de l'école (Vélo Québec 2014), mais aussi à réduire l'utilisation de l'automobile des parents dans leurs déplacements (Royer et al. 2011). Le programme touche les différentes facettes des « 5 E ». Pour l'ingénierie de la route (*engineering*), on analyse d'abord l'environnement autour des écoles primaires et en fonction des différents besoins des écoles participantes, les abords des écoles sont analysés pour identifier les obstacles entravant les transports actifs (Vélo Québec 2014). Suite à ces analyses, des recommandations sont adressées aux élus et aux aménagistes, aux écoles, aux commissions scolaires et aux services de police (Vélo Québec 2014). On y suggère surtout des mesures d'apaisement de la circulation et des campagnes de sensibilisation à la sécurité routière. L'application de la loi (*enforcement*) se fait essentiellement par de la surveillance policière en début d'année. L'éducation (*education*) passe par l'enseignement des élèves aux règles de la sécurité de la route. L'encouragement (*encouragement*), quant à lui, prend diverses formes. Des activités journalières peuvent être effectuées pour amener les enfants à se rendre à l'école en transport actif ou par des d'accompagnement des enfants sur le chemin de l'école tel que les pédibus. Ce dernier coordonné par des bénévoles qui, ayant le même principe d'un autobus scolaire, mais à pieds, donnent des points de rencontre aux élèves les plus jeunes afin de les accompagner sur le chemin entre l'école et la maison. Puis, par la suite, pour l'évaluation (*evaluation*) par le biais de sondage auprès des élèves et des parents, notamment, on estime les biens faits du programme sur leur habitude de déplacement.

De manière plus générale, une étude sur l'évaluation de la mise en œuvre du programme Mon École à Pied, à Vélo! entreprise à Montréal et à Québec, Royer et al. (2011) dénombrent certains points positifs et négatifs à l'implantation du programme. L'environnement autour des écoles est parfois modifié, mais cela n'est pas toujours le cas. On rapporte qu'il est difficile d'apporter les changements dans l'aménagement souhaité en respectant les recommandations visant à améliorer la sécurité autour des écoles. Les coûts des modifications sont onéreux et les demandes jugées irréalisables par les partenaires. Néanmoins, les résultats démontrent que tant les élèves que les parents et certaines écoles participantes perçoivent une amélioration de la sécurité dans les déplacements des enfants.

Puis, Bergeron et al. (2013) ont réalisé une étude visant notamment à connaître le positionnement des parents suite à l'implantation du programme après un ou deux ans de l'implantation du programme. Les résultats illustrent une diminution significative des craintes des parents quant à la sécurité routière de leurs enfants et démontrent également l'intention des parents de favoriser les déplacements en transport actif des enfants sur le chemin entre l'école et la maison, surtout si l'enfant est âgé de plus de 8 ans et qu'il habite à une distance entre 0,5 km et 1 km de l'école.

1.3.2 Les approches ponctuelles

D'autres stratégies de prévention des accidents s'intéressent plutôt à des approches plus spécifiques du « E ». Nous présenterons deux exemples soit les mesures d'apaisement de la circulation visant l'ingénierie de la route (*engineering*) et le brigadier scolaire qui s'insère dans la partie de l'application de loi (*enforcement*).

1.3.2.2 Mesures d'apaisement de la circulation

Les mesures d'apaisement de la circulation visent précisément à améliorer certains facteurs de risque environnementaux. En fait, les mesures d'apaisement de la circulation sont des éléments physiques du design qui permettent de réduire les effets négatifs provoqués par la circulation automobile le long d'une rue ou d'une intersection (Lockwood 1997).

Ces stratégies d'apaisement de la circulation sont un moyen d'intervention de l'environnement physique qui se sont montrées efficaces pour améliorer le bilan routier de tous les usagers de la

route, tant des piétons que des véhicules, et pour réduire la vitesse de circulation (Burigusa et al. 2011; Elvik, 2001; Jones et al. 2005; Preston 1995; Retting et al. 2003; Tester et al. 2004). En atténuant la circulation, elles font à la fois diminuer le nombre de blessés de la route (Ewing 2009) et augmenter la sécurité des enfants dans l'environnement routier (Webster et Mackie, 1996).

1.3.2.3 Brigadiers scolaires

Même si le programme de brigadiers scolaires a vu le jour bien avant l'existence des « 5 E », il s'agit d'une stratégie visant à appliquer la loi (Brown et al. 2013). Au Québec, plus précisément, les brigades de sécurité remontent aux années 1920 (SAAQ 2013). On retrouve deux types de brigades soit le brigadier enfant et le brigadier adulte. Ces deux types de brigadiers visent tous les deux à améliorer la sécurité des enfants aux intersections, ils n'ont toutefois pas le même rôle et la même implication en terme de sécurité. Le brigadier enfant, généralement un élève de cinquième ou de sixième année, a la tâche d'encourager les écoliers du primaire à agir avec prudence au moment de traverser la rue (SAAQ 2013). Tout en restant sur le trottoir, il indique aux autres écoliers le meilleur moment pour traverser la rue (Bonneau 1999). Afin de bien l'identifier, le jeune brigadier porte la ceinture en bandoulière ou le dossard ainsi que l'insigne (figure 1.2). Selon Bass (1993a), le brigadier scolaire enfant devrait être placé uniquement près de l'école et lorsque le débit de la circulation est faible, dans des rues locales par exemple. Le brigadier adulte, quant à lui, a le rôle d'assurer la protection des écoliers tout en éduquant les enfants aux règles de la sécurité routière (Bonneau 1999). Au contraire du brigadier enfant, le brigadier adulte est un employé rémunéré et il s'engage au milieu de la voie et arrête la circulation pour ensuite indiquer aux enfants de traverser la rue. Les brigadiers scolaires portent un uniforme qui les distingue (figure 1.3) et possèdent un statut particulier selon la loi. L'article 311 du Code de la sécurité routière stipule que : « lorsque la circulation est dirigée par un agent de la paix, un brigadier scolaire ou un signaleur chargé de diriger la circulation lors de travaux, toute personne doit, malgré une signalisation contraire, obéir à leurs ordres et signaux » (Publications du Québec 2014). En définitive, l'avantage du brigadier enfant réside principalement d'un point de vue économique. Le brigadier adulte, étant employé, implique des coûts importants que le brigadier enfant n'entraîne pas (Bass 1993a). Néanmoins, le brigadier adulte assure une plus grande responsabilité quant à la sécurité des enfants puisqu'il s'engage sur la chaussée. Il parvient donc à pallier à la sécurité des enfants qui n'ont pas encore tous

acquis le même développement physique, cognitif et psychologique, et ce, de façon temporaire à l'entrée et à la sortie des classes.



Figure 1.2: L'uniforme des brigades scolaires enfants
(Source : CAA Québec 2002, p.4)



Figure 1.3 : L'uniforme et les accessoires du brigadier adulte
(Source : SAAQ 2002)

Nous avons constaté qu'il existe peu d'études au sujet des brigadiers scolaires et de leur efficacité pour prévenir les accidents. Plusieurs études sur la sécurité routière aux abords des écoles primaires soulignent également le manque d'études sur les brigadiers scolaires

(Bélanger-Bonneau et Rouleau 1998; Bonneau 1999; Burigusa et al. 2011; LaChance-Price 2005). En fait, l'information trouvée est plutôt anecdotique tel que des rapports internes descriptifs, des rapports sur les conditions de travail des brigadiers scolaires ou des articles dans les journaux (Bonneau 1999; LaChance-Price 2005). En contrepartie, il existe bien quelques auteurs ayant traité des brigadiers scolaires à Montréal.

On pense notamment à l'étude de Bonneau (1999) qui, dans le cadre d'un séminaire d'intégration en management public, s'est intéressée aux pratiques du SPVM (appelé SPCUM à l'époque) pour l'évaluation des passages pour piétons avec brigadiers. L'auteure en vient à des recommandations pour améliorer l'efficacité du système dans son ensemble et soulève certaines lacunes quant à l'implantation et l'évaluation des passages pour piétons avec brigadiers scolaires. À cet effet, la même année, un rapport de la Direction de la santé publique faisait état de la situation de la sécurité des enfants par l'entremise du programme de brigadiers scolaires (Bélanger-Bonneau et Rouleau 1998). Les auteures concluent que les critères d'évaluation du programme de brigadiers scolaires devraient être mieux définis et que les passages pour piétons avec brigadier scolaire devraient être révisés en vue d'être abolis ou de créer de nouvelles intersections avec brigadier. Elles décrivent également le manque d'étude sur l'évaluation du brigadier scolaire.

Même s'il existe peu d'études concernant le brigadier scolaire, on trouve tout de même quelques articles traitant du sujet dans lesquels les experts considèrent le brigadier scolaire comme une mesure de prévention des blessures chez les enfants (Bass 1993; Bonneau 1999; Burigusa et al. 2011; Mackay et al. 2003; SAAQ 2002; Zegeer 2002). Le brigadier scolaire adulte serait même lié à un niveau de risque plus faible lorsqu'il est présent et à un risque élevé lorsqu'il n'est pas présent (Lemay 2009). Puis, une étude réalisée en Floride démontre que la présence du brigadier scolaire est un élément qui rassure les parents sur la perception de la sécurité sur le chemin de l'école (Bejleri et al. 2011).

Finalement, cette étude s'intéresse particulièrement au programme de brigadier scolaire adulte à Montréal de façon à combler le manque de travaux sur cette intervention de la sécurité routière. Les prochaines parties de ce chapitre permettront de mettre en lumière le processus d'implantation des passages pour piétons avec brigadier scolaire, son évaluation et son abolition pour le Québec et pour le SPVM.

1.4 Les passages pour piétons avec brigadiers scolaires adultes au Québec

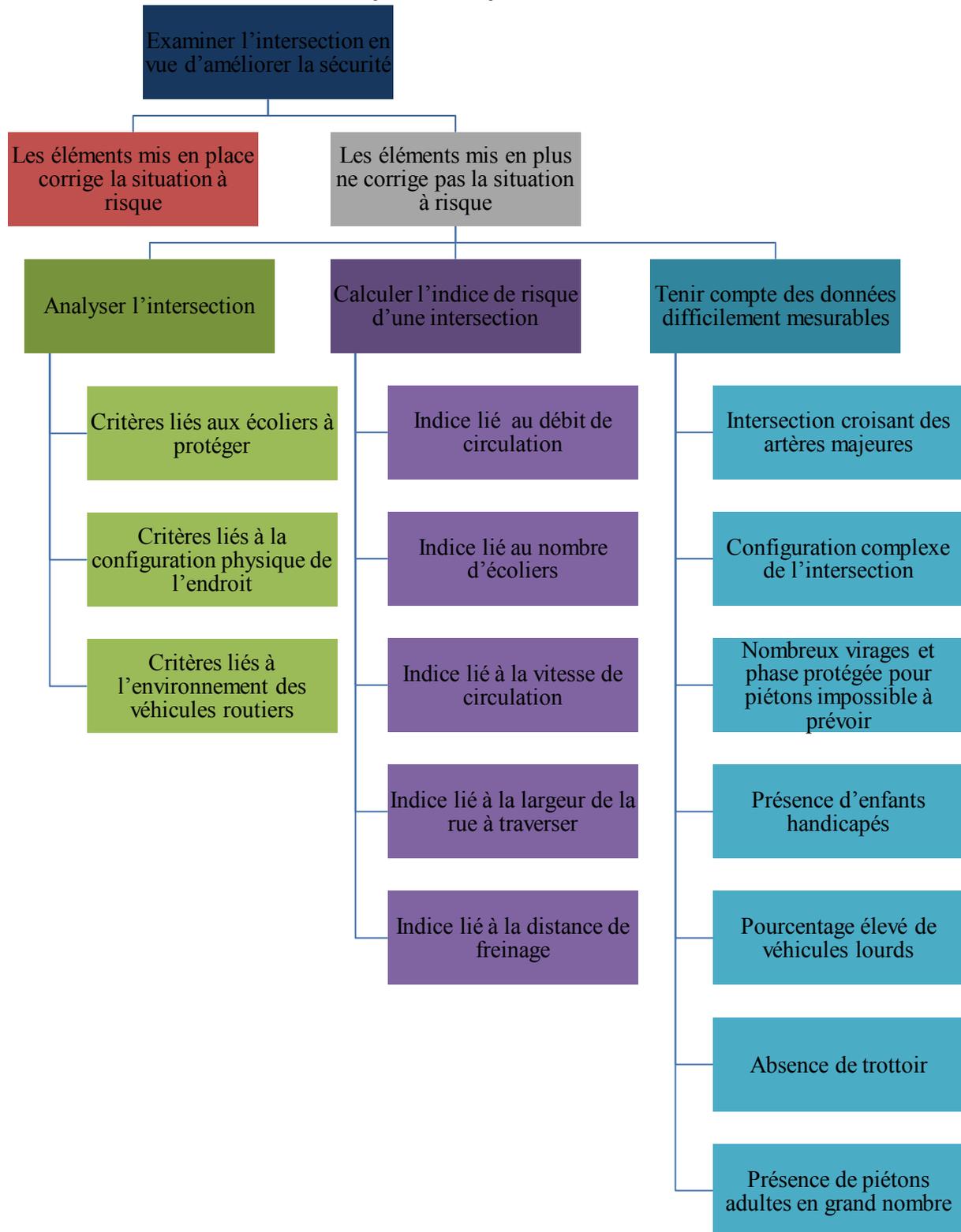
Au Québec, il n'existe aucune réglementation quant aux critères d'implantation d'un programme de brigadiers scolaires adultes. La SAAQ fournit des lignes directrices, sans les imposer. Les décisions d'implanter ou non un passage pour piétons avec brigadier scolaire et la manière dont on les traite reviennent aux décideurs locaux (SAAQ 2002).

1.4.1 Les critères d'un passage pour piéton avec brigadier scolaire adulte proposé par la SAAQ

Afin de faciliter le travail des autorités en lien avec une brigade scolaire adulte, soit des autorités policières, municipales et scolaires variant selon les municipalités, la SAAQ (2002) a produit un document qui fournit de nombreuses informations sur son organisation tirés du Précis sur la signalisation routière au Québec de Bass (1993a;1993b). Ainsi, pour l'évaluation d'un passage pour piétons avec un brigadier scolaire, la SAAQ recommande une démarche d'évaluation des intersections reposant sur des experts en sécurité routière. Le tableau 1.1 résume cette démarche. On propose d'abord d'analyser les éléments de l'environnement susceptibles d'améliorer la sécurité routière sur le chemin entre l'école et la maison. Certains éléments comme la signalisation piétonnière, les trajets des autobus scolaires ou les corridors scolaires peuvent, selon eux, contrer les risques routiers sans avoir recours à un brigadier scolaire. Dans le cas où il est impossible d'apporter des modifications sur l'environnement, le brigadier scolaire adulte peut être la solution. Avant cela, il faut analyser l'intersection, calculer l'indice de risque d'une intersection et tenir compte de données parfois difficilement mesurables. L'analyse de l'intersection implique trois catégories de critères liés aux écoliers à protéger, à la configuration physique de l'intersection et à l'environnement des véhicules routiers. Plusieurs éléments sont à observer, mais la SAAQ ne fait aucune précision sur ces éléments. Néanmoins, quelques caractéristiques comme le nombre d'écoliers, la vitesse des conducteurs ou la largeur de la rue serviront au calcul de la seconde étape. Ce calcul comporte les critères que la SAAQ considère les plus importants. On retrouve le débit de la circulation, le nombre d'écoliers, la largeur de la chaussée, la vitesse de la circulation et la visibilité. On note chacun de ces critères sur un seuil ou une moyenne à atteindre. On parvient ensuite à un score qui indique soit que les écoliers peuvent se passer d'un brigadier scolaire, soit qu'il est primordial d'améliorer la signalisation routière ou que l'intersection nécessite la présence d'un brigadier scolaire. Advenant un score trop élevé, en plus d'un brigadier scolaire, il faut ajouter des feux de circulation ou, voire même, abolir la possibilité de traverser à cette intersection dans les cas trop à risque pour les piétons. Puis, la SAAQ, consciente que le calcul peut être contraignant, propose une dernière étape qui

tient compte d'éléments difficilement mesurables. On retrouve comme éléments menant à la présence d'un brigadier : un carrefour situé à l'intersection de deux artères majeures; la configuration complexe représentant un risque anormal à l'intersection; des mouvements de virage nombreux et la phase protégée pour les piétons impossible à prévoir. D'autres facteurs dangereux pour les enfants s'y retrouvent : la présence d'enfants handicapés; un taux élevé de véhicules lourds; l'absence de trottoir et la présence de piétons adultes en grand nombre.

Tableau 1.1: Démarche d'évaluation d'une intersection avec brigadier scolaire adulte présentée par la SAAQ



Le Précis sur la signalisation au Québec de Bass (1993) va encore plus loin et révèle que l'élaboration des critères vise à uniformiser, à simplifier et à faciliter les prises de décision et même à justifier auprès des parents et du milieu scolaire la présence ou non d'un brigadier scolaire adulte. Outre les critères repris par la SAAQ, Bass, dans son document, indique également qu'avant d'évaluer le besoin d'un brigadier scolaire, on doit en premier lieu examiner la possibilité de trouver des trajets sécuritaires. Ce chemin ne devrait pas excéder un détour d'au-delà de 110 mètres, sans quoi, la procédure d'évaluation d'un brigadier scolaire adulte peut être entamée. Il ajoute également que, dans les cas où le brigadier scolaire s'avère nécessaire à un passage pour piétons de moins de 15 écoliers, le brigadier scolaire devrait être une mesure temporaire et que tout autre moyen de protection devrait être envisageable. Pour combler la présence du brigadier scolaire, qui est coûteuse, il propose l'aménagement de passages pour écoliers avec la présence de brigadiers scolaires juniors, l'organisation d'un système d'accompagnement des enfants, de déplacement d'un brigadier scolaire adulte qui irait directement chercher les enfants à un point de rencontre et les reconduirait (ce qui peut engendrer un temps d'attente pour les enfants) et finalement, dans les cas exceptionnels, que ces écoliers bénéficient du transport scolaire. Puis, dans les cas ne présentant plus le besoin d'un brigadier scolaire, Bass définit une procédure à suivre pour l'abolition d'un poste de brigadier scolaire adulte. D'abord, pour une durée de 4 mois, le brigadier adulte restera en poste pour former une brigade junior. Ce délai permettra, au besoin, l'installation ou la modification de signalisation. Ces postes seront sous haute surveillance et le brigadier adulte ne sera pas retiré tant que la sécurité des enfants pourrait être affectée.

1.4.2 Les critères d'un passage pour piétons avec brigadier scolaire au SPVM

À Montréal, les brigadiers relèvent des postes de quartier du SPVM (Bonneau 1999). Le budget alloué est de 8,4M par année pour 521 passages pour piétons avec brigadiers adultes³. Fait à noter, il n'existe que des brigadiers scolaires adultes sur l'île de Montréal. Les heures de travail sont généralement divisées en trois périodes : le matin, le midi et en fin d'après-midi afin d'assurer la sécurité des écoliers lors de l'entrée ou de la sortie des classes (Bonneau 1999).

En ce qui a trait à la création, la révision et l'abolition des passages pour piétons d'écolier, le document réalisé par Bonneau (1999) sert encore de référence à l'interne. Il est important de

³ Plante, Andrée. 2014. Information au sujet du programme de brigadier scolaire adulte de la Ville de Québec. [Conversation téléphonique].

mentionner que le nombre de passages pour piétons avec brigadier scolaire est gelé en raison d'une politique adoptée par le Comité exécutif pour contrer l'augmentation salariale. Il importe donc de préciser que pour la création d'un nouveau passage pour écoliers avec brigadier scolaire, le SPVM doit obligatoirement en abolir un autre. Pour ce faire, le commandant du poste de quartier doit décrire l'environnement et les éléments de la circulation du tronçon. Puis, une fois l'information recueillie, il doit également souligner toutes les instances consultées dans sa demande soit le bureau de la circulation de sa municipalité, la direction de l'école concernée, le comité de parents et les élus municipaux. La proposition de création ou d'abolition est alors transmise à la Section sécurité routière pour l'analyse. Finalement, le Comité exécutif de la Ville entérinera la création ou l'abolition d'un passage pour piétons avec brigadiers scolaires. À cet effet, l'aspect politique occupe une place importante et peut nuire à l'efficacité du programme de brigadier scolaire en allant à l'encontre des décisions du SPVM. Par exemple, afin de démontrer le pouvoir exercé par la politique, en 1994, le Comité exécutif a adopté une résolution visant l'abolition de 49 postes de brigadiers, permettant ainsi d'économiser 400 000\$ annuellement. L'accueil de cette déclaration n'eut pas les effets escomptés par les autorités scolaires et municipales ainsi que de nombreux parents. Devant les pressions exercées par ces groupes, le Comité exécutif est revenu sur sa décision d'abolir des postes.

En ce qui concerne les critères de détermination d'un passage pour piétons avec brigadier, le SPVM utilise les critères proposés par la SAAQ. Plus encore, tous les passages pour piétons avec brigadiers scolaires doivent être révisés annuellement au printemps. Une telle évaluation dure en moyenne 4 heures. Bonneau (1999) nous apprend également que la réalité de certains postes de quartier diffère : certains postes peuvent avoir jusqu'à 28 passages pour piétons sur leur territoire. Des responsables reprennent parfois les évaluations des années précédentes pour contrer le manque de temps pour évaluer la totalité des passages pour piétons avec brigadier. Ces évaluations sont parfois faites aux 2 ou 3 ans en raison du manque d'effectif dans les postes de quartier. Qui plus est, Bonneau souligne que le bureau central qui coordonne les brigadiers scolaires pour toute l'île de Montréal, la Section de la sécurité routière, ne détient pas d'outil pour détecter les passages piétons avec brigadiers scolaires qui ne sont plus requis :

«Comme elle [la Section de la sécurité routière] est muette au sujet des critères, le risque est maintenant analysé globalement et trop souvent en fonction des pressions provenant du milieu. Cette façon de faire laisse beaucoup de place à l'arbitraire et ne tient pas compte nécessairement des besoins réels en sécurité routière.» (Bonneau, 1999 p.9)

1.4.3 Les passages pour piétons avec brigadier scolaire adultes dans la Ville de Québec

Le nombre de brigadier scolaire s'élève présentement à 180 brigadiers scolaires sur le territoire de la Ville de Québec⁴. En 2008, dans la volonté de rendre plus performante l'organisation municipale, la ville a envisagé la possibilité d'avoir recours à d'autres modes de fonctionnement pour assurer la sécurité des enfants sur le chemin de l'école et de la maison (Ville de Québec 2011). Suite à un examen exhaustif, ils ont décidé de ne pas avoir recours au secteur privé ni envisager de confier la brigade à des bénévoles. Ayant néanmoins la volonté d'améliorer la performance du programme de brigadier scolaire, la ville a plutôt opté pour une réévaluation du guide d'évaluation de l'implantation de brigadier scolaire à une intersection et a souhaité valider les postes de brigadiers existants. Après une première vérification, 19 passages pour piétons avec brigadiers scolaires ont été abolis permettant ainsi une économie de 250 000\$.

Madame Andrée Plante, technicienne à la circulation et au transport de la Division du transport du Service de l'aménagement du territoire de la Ville de Québec³ indique que les critères sont fortement inspirés des critères proposés par la SAAQ, mais les pondérations allouées pour certains critères diffèrent légèrement.

1.5 La question de recherche et les hypothèses

À la lumière de ce qui précède, nous avons pu constater que l'enfant piéton est un usager plus à risque et des caractéristiques sociodémographiques et environnementales peuvent contribuer au risque d'accident et de blessures. Pour pallier à ces risques, il existe plusieurs stratégies de prévention des accidents. Le brigadier scolaire adulte, contrairement aux autres stratégies de prévention, est une mesure qui vise strictement la protection temporaire (sur la chaussée, lors de la traversée) de l'enfant à une intersection pour la durée de l'entrée et la sortie des classes. La situation des passages pour piétons avec brigadier scolaire à Montréal est aux prises avec de nombreux défis en ce qui a trait au processus de création, du maintien et d'abolition des intersections. Une somme importante est allouée à ce programme et comme le nombre de brigadiers scolaires ne peut être augmenté, il est donc important que les brigadiers scolaires adultes soient positionnés aux intersections considérées les plus à risque et par ailleurs, les

Plante, Andrée. 2014. Information au sujet du programme de brigadier scolaire adulte de la Ville de Québec. [Conversation téléphonique].

autorités en charge ne semblent pas avoir à leur disposition des outils d'évaluation de ce risque qui soient clairs et précis sur la marche à suivre. Par exemple, la démarche de la SAAQ propose des critères très intéressants pour l'évaluation des intersections avec brigadiers scolaires adultes. Toutefois, en observant les facteurs de risque environnementaux précédemment, force est de constater qu'il y a des éléments qui ne sont pas considérés. Nous proposons donc dans cette étude d'élaborer notre propre grille pour évaluer le « potentiel » de risque liés aux intersections en effectuant une recension des écrits sur les caractéristiques de l'environnement. Les questions suivantes se posent donc :

Quel est le risque aux intersections avec brigadiers scolaires adultes en tenant compte des caractéristiques de l'environnement routier?

Suivante cette évaluation du risque, est-ce qu'il y a des intersections plus pertinentes que d'autres?

Sans appréhensions politiques, on souhaite poser un regard impartial sur la situation des postes avec brigadiers scolaires adultes sur l'île de Montréal. Les quelques articles traitant des brigadiers scolaires permettent de poser l'hypothèse de départ : les brigadiers scolaires adultes sont localisés là où les traversées sont le plus à risque chez les enfants. Néanmoins, avec le jugement arbitraire des responsables et les différentes contraintes dans l'évaluation des traversées en plus des contraintes politiques, il est donc fort à parier qu'il existe une différence notable dans le risque aux passages pour piétons avec brigadier scolaire.

Le prochain chapitre a pour objectif de revenir plus en détails sur les caractéristiques environnementales affectant le risque ainsi que sur les outils actuels et leurs lacunes.

CHAPITRE 2 : RECENSION DES ÉCRITS SUR LES CARACTÉRISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT

La brève description des caractéristiques environnementales présentées dans le chapitre précédent a permis de mettre en relief une différence entre les facteurs de risque de la littérature sur la sécurité routière et les critères d'évaluation d'une intersection avec brigadier scolaire proposée par la SAAQ. Face à cette problématique, nous exposons ici les caractéristiques de l'environnement comme facteurs de risque ou d'atténuation du risque en vue de créer notre propre grille d'évaluation (au chapitre du cadre méthodologie).

2.1 Les facteurs de risque de l'environnement

Bon nombre d'études en sécurité routière tentent de mesurer ou de modéliser l'exposition au risque d'accident des piétons, enfants ou adultes, en faisant ressortir les variables associées à l'environnement. Nous passons ici en revue 8 éléments : la hiérarchie des voies, la vitesse de la circulation, le nombre de branches, le sens de la circulation, la largeur des rues, la visibilité, les dispositifs de régulation de la circulation, la présence du trottoir.

2.1.1 Hiérarchie des voies

Il existe trois grands types de hiérarchies des voies : la rue locale donne accès aux propriétés riveraines et la circulation de transit est pratiquement absente; la collectrice sert à donner l'accès aux propriétés tout en servant également à la circulation de transit; l'artère se destine à la circulation de transit sans exclure le droit d'accès aux propriétés (ARTC 1987; 1995). Les travaux indiquent qu'une rue locale a moins de risque d'accident qu'une collectrice et que l'artère possède le plus grand risque (Lemay 2009). En fait, c'est qu'on affirme que la rue locale serait surtout fréquentée par des résidents donc avec un faible débit de circulation. La collectrice, quant à elle, aurait un débit plus important car elle serait utilisée à la fois par les résidents ou pour se rendre à des commerces. Puis, l'artère majeure sert de route de transit, sur laquelle, en plus du débit élevé, la vitesse de circulation serait plus élevée. En effet, selon l'Association des routes et transports du Canada, la hiérarchie des voies correspond au débit de la circulation : une rue locale correspond à moins de 1000 à 3000 véhicules par jour; la rue

collectrice, moins de 1000 à 12 000 véhicules par jour et l'artère entre 5000 et 30 000 véhicules par jour (Association des routes et transports du Canada 1987; 1995).

Pour ce qui est des enfants piétons, des auteurs ont démontré une association entre le nombre de piétons enfants blessés et la hiérarchie des voies. Ainsi, les enfants traversant des rues principales ou des artères plus importantes ont plus de risque d'être frappés par un véhicule (Dumbaugh et Rae 2009; Lovegrove et Sayed 2006; Macpherson, Roberts et Pless 1998; Morency et al. 2011). En effet, le nombre de jeunes blessés âgés de 5 à 17 ans est 5 fois plus élevé aux artères (Morency et al. 2013). On explique ce phénomène par le risque d'exposition sur la chaussée qui est plus grand sur les artères car elles ont une largeur plus grande que les autres type de rue. Par exemple, un jeune piéton marchant 1 mètre par seconde serait exposé sur la chaussée 6 secondes de plus sur une artère que sur une rue locale (Morency et al. 2013).

2.1.2 Vitesse de circulation

La vitesse des véhicules peut déterminer la gravité des blessures et le taux de décès des enfants. Lemay (2009) rapporte qu'en réduisant la vitesse, les automobiles ont d'avantage le temps d'anticiper, laissant ainsi plus de temps pour réagir et prendre les mesures d'évitement appropriées en cas d'incidents. On y souligne aussi qu'en réduisant la vitesse, on diminue les chances de décès pour un piéton entrant en collision avec un véhicule. Avec une vitesse de 30 km/h, elles sont de 10% alors qu'en augmentant la vitesse à 50 km/h, les probabilités dépassent les 75%. Les vitesses de plus 50 km/h comportent donc un risque plus accru qu'une rue entre 30km/h et 50km/h, alors que les risques sont moins élevés dans les rues ayant une vitesse maximale de 30 km/h.

2.1.3 Nombre de branches à l'intersection

Le risque d'accident démontre un lien entre le nombre de branches à l'intersection en raison de son influence sur les possibilités de conflits entre les usagers. En effet, on indique qu'une intersection à quatre branches a davantage de risque de collision qu'une intersection avec moins d'embranchements (Ewing et Dumbaugh 2009; Morency et al. 2011). On multiplie même le risque d'accident de 2,5 s'il s'agit d'une intersection à quatre embranchements plutôt que trois (MTQ 2003). En effet, à Montréal, le nombre de jeunes piétons blessés âgés de 5 à 17 ans est six fois plus grand aux intersections à 4 branches plutôt qu'à 3 branches (Morency et al. 2013).

2.1.4 Sens de la circulation

Une rue à sens unique permet un seul sens de la circulation à la fois et a forcément un flux de circulation moins important que les rues avec plus de voies (Lassarre et al. 2007; Lemay 2009). De plus, le sens unique facilite la gestion de la circulation pour le piéton enfant, il doit ainsi se préoccuper d'un seul sens au moment de prendre la décision de traverser (Granié 2013).

2.1.5 Largeur de la rue

La largeur de la chaussée plus étroite minimise les risques de collision entre un piéton et un véhicule puisque la distance à traverser pour le piéton est moins importante. En effet, Zegeer, (2005) dans son étude, démontre qu'il y a une réduction des risques de collision pour les piétons lorsque que celui-ci traverse des rues moins larges notamment en raison du nombre de voies. Lemay (2009) suit également cette tendance. On évalue la largeur des voies en fonction des risques potentiels. Donc, plus la largeur de la voie est grande, plus la durée de la traversée est longue. Une voie de moins de 8 mètres est ainsi associée à un risque faible d'accident. Puis, la largeur des rues varient en fonction de sa classification. Par exemple, selon les normes actuelles de conception d'une rue de l'Association des routes et transports du Canada (1987; 1995), on détermine les largeurs suivantes : la rue locale doit faire entre 15 à 22 mètres; la collectrice entre de 20 à 24 mètres et l'artère entre 20 à 45 mètres.

2.1.6 Visibilité

La visibilité de l'intersection est primordiale puisque c'est surtout aux intersections que le risque d'accident peut survenir. La visibilité laisse davantage de temps tant aux piétons qu'aux conducteurs de bien réagir et d'éviter des collisions (MTQ 2003). Les véhicules stationnés le long de la chaussée, les pentes, le mobilier urbain, les courbes et la végétation sont des exemples d'éléments pouvant nuire à la visibilité des véhicules qui circulent (Lemay 2009, Stevenson et coll. 1997, Mueller et al, 1990, Roberts et al. 1995, Tester et al, 2004). Il est donc important de bien dégager tous les obstacles susceptibles d'entraver la visibilité près de l'intersection que ce soit sur les trottoirs ou sur la chaussée. Qui plus est, les éléments obstruant la vue ne doivent pas dépasser la hauteur de l'œil d'un enfant du primaire (Lemay 2009). Comme il a été mentionné plus haut, il est primordial que les éléments ne doivent pas nuire à la

vue de l'enfant où à la capacité de voir l'enfant du point de vue d'un conducteur dans son véhicule.

La présence des stationnements près des intersections présente un problème de visibilité. L'étude de Roberts et al. (1995) l'associe à un risque d'accident plus élevé. À Montréal, par exemple, l'article 386.4 du Code de la sécurité routière du Québec stipule qu'il est interdit d'immobiliser son véhicule à moins de 5 mètres d'une intersection (Publications du Québec 2014). Nonobstant cette réglementation, elle est rarement appliquée. En effet, une étude de Morency et al. (2013), réalisée sur 512 intersections sélectionnées au hasard, démontre à 91% que le stationnement est explicitement autorisé à moins de 5 mètres d'un coin de l'intersection et qu'une voiture y était stationnement à 72% des intersections étudiées même si la loi l'interdit. Il semble donc y avoir un certain laxisme quant à l'application du règlement. C'est pourquoi, une réglementation claire rappelle aux conducteurs qu'il est interdit de se stationner à moins de 5 mètres de l'intersection. Sur la figure 2.1, on peut observer un véhicule stationné à moins de 5 mètres d'une intersection alors qu'un marquage au sol indique clairement la possibilité de stationnement.



Figure 2.1 : Stationnement implicitement autorisé par la Ville à moins de 5 mètre d'une intersection
(Source : Karine Lachapelle 2014)

Les entrées charretières résidentielles ou commerciales croisant le trottoir présentent un risque d'accident en raison du manque de visibilité lors de l'entrée ou de la sortie des véhicules (Lemay 2009; Zegeer 2002). L'attention des automobilistes se stationnant ou réintégrant la chaussée peut être axée plus sur la circulation que sur la présence des piétons circulant sur le trottoir (Zegeer 2002). La figure 2.2 représente bien la problématique des entrées charretières traversant le trottoir.

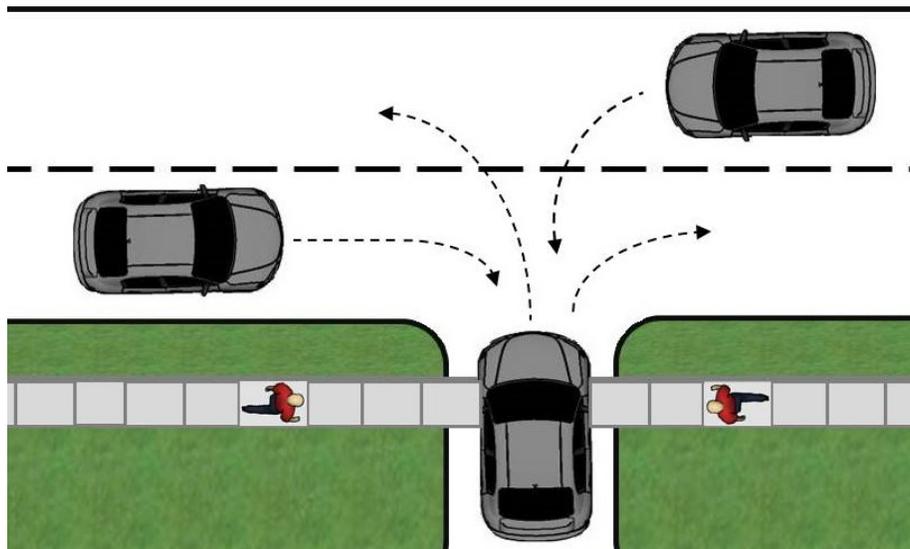


Figure 2.2 : Entrées charretières empiétant le trottoir
(Source : Karine Lachapelle 2014)

2.1.7 Dispositifs de régulation de la circulation

Les dispositifs de régulation de la circulation comprennent 5 éléments : les panneaux *Passage piéton*, les feux de circulation, bouton d'appel, le temps de phasage des feux de circulation et le marquage au sol. Ceux-ci visent à coordonner, guider la circulation ou avertir les conducteurs ou les piétons (Bass 1993b). Puis, selon Lemay (2009), le manque de signalisation à une traversée est considéré à risque. En somme, les dispositifs de régulation de la traversée peuvent réduire les conflits possibles entre les piétons, cyclistes et véhicules. La signalisation appropriée fournit des indices à la conduite qui peut améliorer la sécurité de tous (Zegeer 2002). On pense aux limites de vitesse, aux avertissements de zone scolaire, l'arrêt à l'intersection ou un passage piétonnier. Par exemple, l'installation de feux de circulation avec signal de piétons est fortement recommandée aux artères (Poulin et al. 1997).

Les panneaux de circulation fournissent des indices aux automobilistes. La signalisation permet de rendre les lieux plus sécuritaires, de faciliter la circulation, mais aussi d'identifier ou, à tout le

moins, rappeler la réglementation (Mackay et al. 2003). Les panneaux de signalisation régissent les intersections. Entre autres, le panneau *Passage piéton* indique la priorité de passage aux piétons (Vélo Québec 2009). Il prévient les conducteurs d'un passage piétonnier et indique un endroit bien visible pour une traversée plus sécuritaire des piétons, particulièrement pour les piétons vulnérables (Bass 1993b). Le panneau *Arrêt* ordonne aux usagers de la route de s'immobiliser et de donner priorité aux piétons, aux cyclistes et aux véhicules qui n'ont pas à s'arrêter ou qui sont arrivés en premier, avant de poursuivre leur route (Vélo Québec 2009). Les feux de circulation tricolores donnent la priorité à tour de rôle aux usagers de la route tout en imposant des délais aux autres. Le piéton, lorsqu'il ne s'agit que de feux de circulation tricolore, est autorisé à traverser sur le feu vert, et à s'immobiliser au feu jaune et rouge (Vélo Québec 2009).

Dans le cas où le feu de circulation pour le piéton est présent, on autorise alors celui-ci à s'engager à traverser la rue au moment de la silhouette blanche alors qu'à la venue de la main orange clignotante ou de la main orange fixe, le piéton ne peut s'engager sur la chaussée. Certains passages de feux évitent les possibles conflits avec les autres usagers de la route en attribuant des phases exclusives à chacun des usagers (Vélo Québec 2009). Une étude de cas menée sur 1633 accidents à Calgary (Rifaat, Tay et Barros 2011) démontre une réduction du risque de 92% en présence d'un feu de signalisation.

Il existe également des boutons d'appel qui permettent d'activer une phase piétonne. En pressant le bouton, l'attente des piétons est, en théorie, réduite au minimum alors qu'en l'absence de piéton, il n'y a pas de perte de temps pour les conducteurs (Bass 1993b).

Le phasage des feux de circulation automobile ou piéton doit laisser assez de temps aux piétons pour traverser. Le MTQ fixe le temps maximal à 1,3 m/s (Poulin et al. 1997). Les écrits de Zegeer (2002) vont à l'encontre de cette marge en affirmant que les feux devraient prévoir suffisamment de temps pour une vitesse de marche de moins de 1,1 mètre par secondes pour des zones à forte concentration d'enfants. La vitesse de marche minimale indiquée chez les plus jeunes enfants d'âge primaire se rapproche plus de 0,9 m/s (Vélo Québec 2012).

Puis, le dernier dispositif de la régulation de la circulation est le passage piétonnier qui peut être délimité par un marquage au sol et/ou par un revêtement différent de celui de la chaussée. Le marquage au sol se délimite par des lignes blanches lorsqu'il y a des feux de circulation ou un panneau d'arrêt alors que les bandes jaunes sont présentes lorsqu'il n'y a pas de feux ni de panneaux d'arrêt comme l'on peut voir sur la figure (Poulin et al. 1997; SAAQ 2013b; MTQ 2013a). Certains des passages pour piétons sont même texturés ou surélevés alors identifiés à

l'aide de matériaux différents de la chaussée (Bellefleur et Gagnon 2012). Le marquage sur la chaussée ne permet pas de remplacer la signalisation, mais permet de compléter les indications des panneaux (SAAQ, 2013b). Le marquage attire l'attention du conducteur puisqu'il est directement dans son champ de vision, mais dirige également les piétons à effectuer sa traversée à l'endroit désigné (Bass 1993b). Une étude de Tolmie et al. (2003) indique que les passages zébrés sont privilégiés par les jeunes enfants parce que ça leur indique clairement où effectuer la traversée. Le marquage au sol pour les passages piétons guide le piéton dans sa traversée, mais ne protège pas le piéton contre les risques de blessures (Bellefleur et Gagnon 2012).

2.1.8 Présence du trottoir

Le trottoir est primordial pour des déplacements sécuritaires pour un piéton (Lemay 2009) notamment pour les piétons enfants (Zegeer 2002). Il offre une zone sécuritaire surélevée à l'écart de la circulation automobile (Vélo Québec 2009). Le trottoir est aussi associé à une réduction des accidents de piétons avec les véhicules (Zegeer 2002). Effectivement, en séparant le flux piétonnier au flux routier, on minimise les risques d'exposition des piétons. De plus, le trottoir indique aux conducteurs la présence possible de piétons (Mackay et al. 2003). En milieu urbain dense, la présence de trottoir va de soi, mais ce n'est pas toujours le cas en banlieue ou encore la périphérie peut avoir un seul côté avec trottoir ou même être complètement absent.

2.2 Les mesures d'apaisement de la circulation

Les mesures d'apaisement de la circulation font parties de mesures ponctuelles de stratégies de prévention des accidents qui intervient sur la forme urbaine, soit le mot ingénierie de la rue du concept des 5 «E». Comme nous l'avons vu, la littérature présente l'efficacité de ces mesures sur le nombre de blessés et de décès sur la route. En effet, une étude menée en Angleterre démontre que le taux d'enfants blessés est inversement proportionnel au nombre de mesures d'apaisement implantées (Jones et al. 2005). Plusieurs mesures telles que les dos d'âne, la diminution de la largeur des rues et les saillies de trottoir ont démontré leur efficacité pour réduire le risque d'accident des enfants piétons aux abords de l'école (Elvik 2001; Jones et al. 2005; Preston 1995; Tester et al. 2004; Zegeer 2002). Effectivement, l'étude de type cas-témoin

sur l'efficacité des dos d'âne chez les enfants de moins de 15 ans de Tester et al. (2004) a démontré de façon significative qu'un enfant habitant près d'un dos d'âne risque moins d'être heurté par un véhicule qu'un enfant ne résidant pas près de cette mesure.

Une étude de l'OCDE (2005) comparant la sécurité chez les enfants dans 21 pays⁵ a fait ressortir des similitudes dans les mesures prises pour préserver la sécurité des enfants dans les pays plus sécuritaires. On pense notamment à la Suède, les Pays-Bas, la Finlande, l'Allemagne et le Danemark où l'on trouve des mesures d'apaisement de la circulation implantées dans une plus grande échelle que les autres pays.

La Direction de la santé publique (DSP) (2011) a fait une revue de la littérature sur les apaisements de la circulation motorisée en milieu urbain et parmi les mesures les plus courantes au Québec, on retrouve notamment le dos d'âne allongé qui force le véhicule à abaisser sa vitesse entre 15 et 30 km/h pour le franchir en toute sécurité. La fermeture de rue, comme son nom l'indique, rend le passage impossible aux véhicules motorisés au moyen de barrières. L'îlot de canalisation est un terre-plein situé uniquement à l'intersection pour mieux orienter les véhicules dans la direction choisie. Il peut, si l'espace est végétalisé avec des arbres, réduire la vitesse de circulation et réduire les demi-tours, une manœuvre possiblement dangereuse (Zegeer 2002).

La saillie de trottoir, aussi appelée avancée de trottoir, est un prolongement du trottoir soit à l'intersection ou sur le tronçon permettant de réduire la largeur ou le nombre de voies de circulation et permet une meilleure visibilité du piéton en plus de réduire la distance à traverser comme on peut le constater sur la figure 2.2 (DSP 2011). Zegeer (2002), dans *Pedestrian Facilities Users Guide*, montre d'autres avantages à l'implantation d'une saillie de trottoir. Par exemple, le véhicule situé trop près de l'intersection nuit à la visibilité des piétons et des véhicules. Ainsi, avec la saillie de trottoir placée au niveau de l'intersection, elle empêche ces véhicules de nuire à la visibilité et de stationner trop près de l'intersection. Puis, comme elle permet la réduction de la chaussée, le piéton reste moins longtemps sur celle-ci et a, de la sorte, moins de chance d'être victime d'une collision. En ce qui a trait à la conduite, la saillie incite les conducteurs à effectuer leurs virages prudemment parce que la portion rétrécissant la chaussée force le conducteur à effectuer un virage serré. On peut observer les avantages du dégagement

⁵ Allemagne, Australie, Autriche, Belgique, Canada, la Corée, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République Slovaque, la République Tchèque, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie.

visuel sur la figure 2.3 avec saillie de trottoir, à droite, et en l'absence de saillie de trottoir, à gauche.

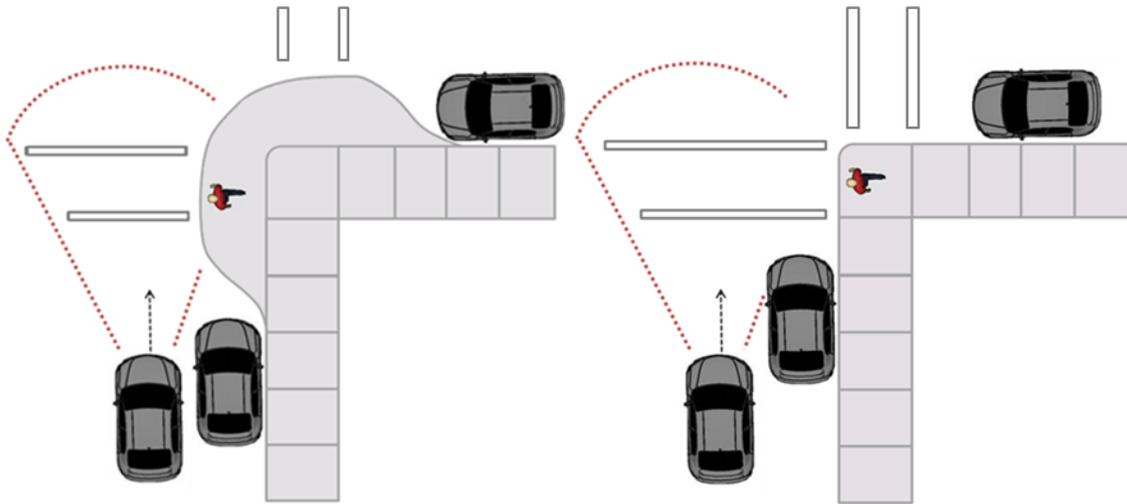


Figure 2.3 : Comparaison du dégagement visuel d'un piéton avec saillie de trottoir et en l'absence de saillie de trottoir (Source : Karine Lachapelle 2014)

On retrouve également les refuges centraux qui permettent aux enfants piétons de traverser la rue en deux temps (figure 2.4). Il s'agit d'un aménagement sur le terre-plein sur lequel l'enfant peut se réfugier lors de la traversée. L'enfant peut alors gérer un sens de circulation à la fois tout en s'arrêtant au milieu du passage pour piétons pour attendre le moment opportun pour y traverser (Lupton et Bayley, 2001). On a d'ailleurs démontré que ces refuges centraux permettaient de réduire les accidents de piétons aux intersections, car ceux-ci réduisent les conflits, améliorent la visibilité et diminuent la durée d'exposition des piétons (Stefan et al. 2007 cité dans ITF 2005). De surcroît, Mackay et al. (2003) souligne que l'efficacité des passages pour piétons est réduite de plus de 60% si la chaussée est plus grande que 10 mètres ou dans les cas avec des feux de circulation. Dans ces cas, on propose un refuge central pour la sécurité des piétons. Bass (1993b), quant à lui, conseille d'éviter les passages sans feu de circulation pour les rues à voies multiples dépassant les 25 mètres de large. Dans de tels cas, il indique qu'il est possible d'augmenter la sécurité des piétons en implantant un terre-plein avec refuge central entre les deux sens de la circulation des voies.



Figure 2.4 : Exemple d'un refuge piéton
(Source : Karine Lachapelle 2013)

Par ailleurs, en imposant une limite de vitesse, quelle qu'elle soit, on s'attend à ce que les conducteurs la respectent sous peine d'amende et de points d'inaptitude advenant un écart de conduite. Or, le conducteur ne respecte pas toujours les limites imposées. En fait, d'après le Guide de détermination des limites de vitesse (Mackay 2003), les conducteurs réagissent d'instinct aux éléments de la route. Il existerait alors un lien entre la vitesse pratiquée et l'environnement routier et bâti. Par exemple, les abords de la chaussée bordés d'arbres créent des éléments de perception de la vitesse pouvant ainsi favoriser le conducteur à réduire sa vitesse. Le tout est lié à la perception visuelle. Ainsi, un environnement sans bordure végétalisée ou peu végétalisée donnera l'impression au conducteur de rouler plus lentement alors que dans le cas contraire, avec une végétation abondante, le conducteur aura l'impression de rouler plus rapidement qu'il roule en réalité. Aussi, un chemin plus étroit incitera à réduire la vitesse de conduite alors qu'au contraire, plus la voie sera large et sans obstacle, plus le conducteur n'y verra aucune contrainte quant à la vitesse praticable et pourra conduire plus rapidement. Puis, certains éléments tels que la présence de stationnements, la végétation, les pistes cyclables ou les bandes cyclables favoriseront une impression d'une chaussée plus étroite et inciteront le conducteur à réduire sa vitesse.

Maintenant que nous avons passé en revue les principaux facteurs de risque de l'environnement routier et certaines mesures pouvant réduire le risque, nous présentons au prochain chapitre le cadre méthodologique pour répondre à notre question de recherche.

CHAPITRE 3 : CADRE MÉTHODOLOGIQUE

Rappelons nos questions de recherche : quel est le risque aux intersections avec brigadiers scolaires adultes en tenant compte de l'environnement routier? Lesquelles de ces intersections ne sont plus aussi pertinentes que d'autres? Avant cela, pour évaluer les intersections, nous avons besoin d'indicateurs. En fait, l'indicateur « résulte d'un calcul conduit à partir de données de base, d'une information ou d'une qualification, servant à représenter un phénomène étudié. Il rend observable ce qui ne l'est pas» (Wachter 2009, 278). De la sorte, en développant des indicateurs, nous serons à même d'évaluer le risque aux intersections. Donc, pour répondre à nos questions, nous proposons une démarche méthodologique en 3 étapes : la création d'une grille, la collecte d'information sur le terrain et la création d'une base de données, la catégorisation des intersections en fonction du risque potentiel.

Pour répondre à notre question de recherche, notre choix méthodologique s'inscrit dans une démarche de caractérisation de l'environnement des intersections par des observations terrains. Selon le Manuel de la sécurité routière (AIPCR 2003), les observations de terrain permettent de rendre compte des caractéristiques actuelles du site à l'étude et constituent une étape primordiale pour le diagnostic de sécurité. Nous établirons notre propre grille de caractérisation de l'environnement en fonction des facteurs de risque liés aux enfants piétons vus au chapitre précédent. Bien que la SAAQ propose un calcul de l'indice de risque d'une intersection pour déterminer la dangerosité, nous proposons notre propre grille. Comme nous l'avons vu, l'indice de risque aux intersections se calcule en cinq points (voir tableau 1.1) : le débit de la circulation, le nombre d'écoliers, la vitesse de circulation, la largeur de la chaussée et la distance de freinage. Or, notre revue de la littérature sur les facteurs de risque de l'environnement liés aux enfants piétons a fait ressortir davantage d'éléments à observer. De ce fait, nous proposons donc ici une grille plus étoffée comprenant les éléments liés aux facteurs de risque trouvés au chapitre précédent ainsi que les mesures d'atténuation du risque.

La construction de notre grille s'apparente grandement aux audits de potentiel de piétonnier. Ces grilles de caractérisations élaborées par des chercheurs consistent en l'analyse systématique de certains aspects de l'environnement. On les définit ainsi :

Un audit de potentiel piétonnier évalue dans quelle mesure un quartier ou un site est favorable ou non à la marche. À l'aide d'une grille objective d'indicateurs prédéfinis et validés, des données qualitatives et quantitatives d'un tronçon de rue et de l'intersection sont recueillies. La somme de ces informations permet de tracer un portrait du tronçon et

de son intersection, mais aussi du quartier formé par l'ensemble des tronçons et intersections étudiés. (Paquin et Dubé 2011, p.4)

En d'autres mots, pour évaluer le potentiel piétonnier, les variables analysées sont pondérées, ce qui nous donne une note globale pour évaluer dans quelle mesure une rue ou une intersection, voire même un quartier est favorable ou non à la marche (Paquin et Dubé 2011; Handy 1996). L'audit devient ainsi un outil pratique pour recueillir, par exemple, de l'information sur l'environnement bâti, sur les fonctions urbaines et les bâtiments, les caractéristiques des voies de déplacement pour piétons ou encore les caractéristiques de l'intersection (Paquin et Dubé 2011).

À cet égard, la méthodologie proposée dans cette étude suit la logique d'un audit pour évaluer le potentiel piétonnier en insistant toutefois sur les aspects de sécurité routière. Une fois notre grille créée et les informations de la grille réunies, nous établirons une pondération pour catégoriser les intersections en fonction de leur risque.

3.1 Collecte de données

3.1.1 Grille à remplir sur le terrain

La grille a d'abord été conçue en collaboration avec Andrée-Anne D'amours-Ouellet, candidature à la maîtrise, travaillant sur les conflits de trafic aux abords des écoles primaire et des terrains de jeux. La grille de départ comportait un grand nombre de variables reliées à différents aspects de la sécurité routière autour des écoles primaires. Ce mémoire se concentre sur les intersections avec brigadier scolaire. La grille s'est donc simplifiée en se concentrant sur les éléments qui pouvaient déterminer la sécurité routière à une intersection. Des éléments ont alors été retirés de la grille de départ. Le brigadier scolaire n'a de pouvoir qu'à son intersection, des éléments ont alors été retirés de la grille de départ afin de conserver l'essentiel pour évaluer les facteurs de risque des intersections.

Le terrain a été effectué par une seule observatrice : les données ont été recueillies du mois d'août au mois d'octobre 2013. Le terrain ne s'est pas effectué à des heures précises. Il est donc arrivé, à certains moments, de croiser des brigadiers scolaires en fonction au moment de relever les informations de la grille, mais cela n'était pas requis.

Cette étude s'insère dans un projet de recherche *Sécurité routière près des écoles : quel rôle pour le brigadier scolaire adulte?* Le projet vise, entre autres, à identifier les impacts des brigadiers scolaires sur la sécurité des écoliers et les perceptions des brigadiers scolaires sur leur propre travail. Pour connaître l'avis des brigadiers, des formulaires ont été envoyés à tous les brigadiers scolaires de l'île de Montréal. Les formulaires comportaient différentes questions sur la sécurité routière, leur rôle ainsi que sur le comportement des automobiles, des piétons enfants et des parents, pour ne nommer que celles-ci. Nous avons inclus avec le formulaire une invitation à participer à des groupes de discussions. Ayant obtenu plusieurs réponses favorables, 6 groupes de discussion ont été menés auprès de 60 brigadiers scolaires ayant eu lieu au mois de juin 2012. Trois thématiques étaient abordées au cours de ses groupes de discussion : les aménagements et le réseau routier près de leur lieu de travail, le risque d'accident par rapport au trafic et aux passants ainsi que le milieu scolaire et leur employeur (le SPVM). Ce mémoire a donc pu bénéficier des informations recueillies au cours des groupes de discussions pour commenter la grille et le chapitre de discussion.

3.2.2 Données complémentaires à la grille et intégré dans une base de données à référence spatiale

D'autres informations ont été trouvées dans des bases de données disponibles au Laboratoire d'analyse spatiale et d'économie urbaine et régionale. La géobase AQRéseau d'Adresses Québec, fournit le réseau routier incluant la classification routière pour la province de Québec. Elles distinguent quatre catégories de routes : les artères principales, les artères secondaires, les rues collectrices et les rues locales. Dans cette étude, nous ne différencions pas les différents types d'artères, par exemple, qu'une rue soit artère principale ou secondaire, nous la considérons simplement comme une artère. La vitesse de la circulation n'étant pas toujours disponible directement sur le terrain, nous avons pris l'information d'une géobase créée par Gaétan Dussault, analyste-programmeur en géomatique de l'I.N.R.S.

Dans certains autres cas, nous avons utilisé une méthode qui a permis d'amalgamer l'information recueillie sur le terrain avec l'information des bases de données pour évaluer, par exemple, la signalisation routière en fonction de la hiérarchie des voies. Une fois la signalisation relevée, nous avons accordé des points en fonction de la hiérarchie des voies que nous avons repérée sur la géobase AQRéseau.

3.3 Création de la grille

De façon à systématiser la collecte sur le terrain, nous avons associé les caractéristiques de l'environnement à trois échelles : on observe les éléments liés à l'intersection, au passage pour piéton et au tronçon. D'abord, pour évaluer l'intersection (figure 3.1), il s'agit du lieu où se croisent les branches. Ensuite, le passage pour piéton (figure 3.2) évalue l'espace dédié à ce dernier pour effectuer sa traversée d'un côté à l'autre de la rue tout en considérant également les éléments se rapportant à tout ce qui se trouve dans le triangle de visibilité, à 5 mètres du coin. Finalement, le tronçon (figure 3.3), quant à lui, correspond à la portion de rue entre le passage pour piéton étudiée et l'autre intersection. Par ailleurs, seuls les tronçons dont la circulation converge vers l'intersection sont considérés puisque la configuration du réseau routier et de l'environnement n'aura aucun impact sur le risque si la circulation ne va pas en direction de celle-ci. En contrepartie, les informations de tous les passages pour piéton ont été relevées puisque les piétons ont la possibilité de traverser une rue qu'elle soit à sens unique ou non. Sur la figure 3.4, on voit un exemple d'une intersection à 4 branches ou une rue à double sens croise une rue à sens unique. Dans le cas échéant, le relevé des grilles se fera pour l'échelle de l'intersection, pour 4 passages pour piétons et pour les 3 tronçons dont le sens de la circulation converge vers l'intersection.

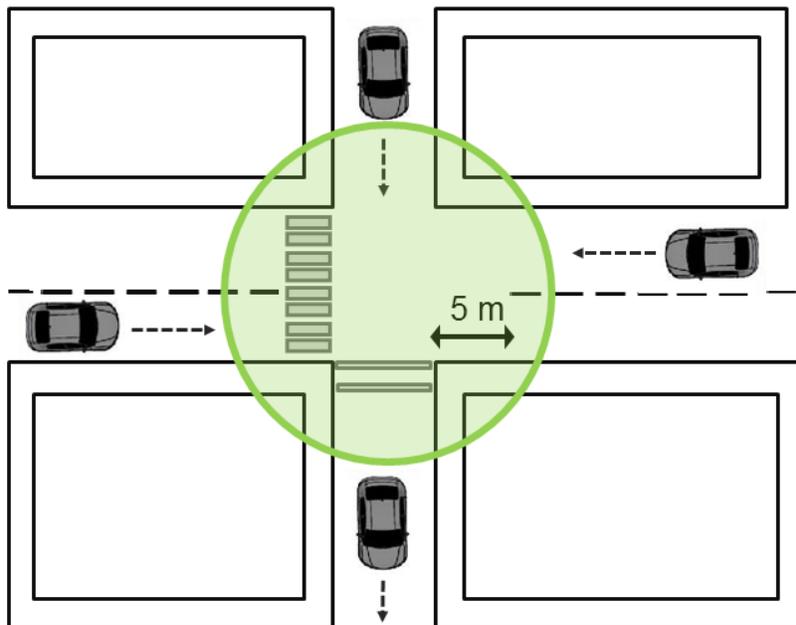


Figure 3.1: Exemple de l'échelle de l'intersection
(Source : Karine Lachapelle 2014)

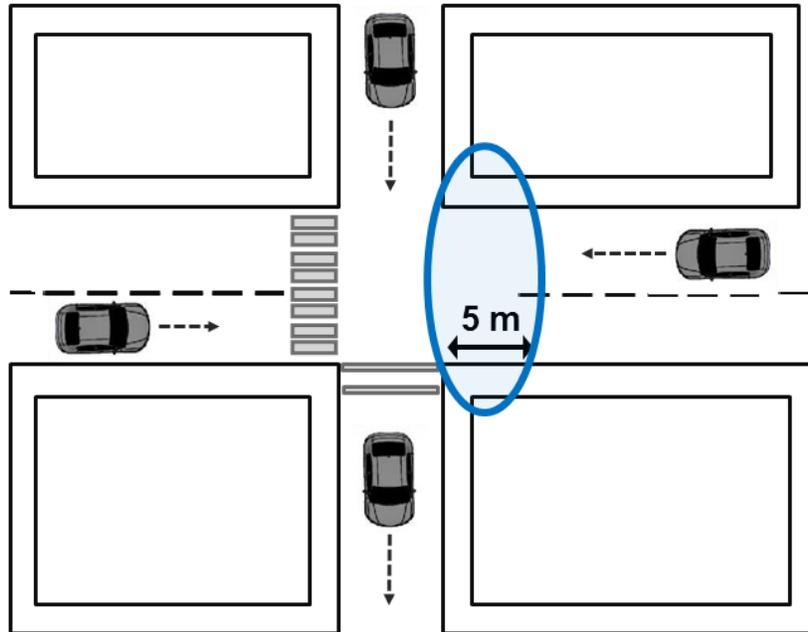


Figure 3.2: Exemple de l'échelle du passage pour piétons
(Source : Karine Lachapelle 2014)

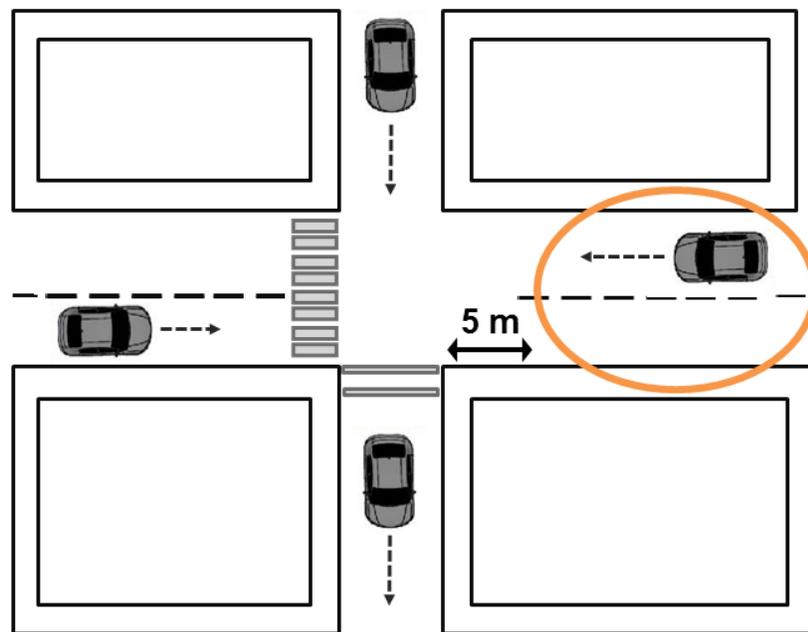


Figure 3.3: Exemple de l'échelle du tronçon
(Source : Karine Lachapelle 2014)

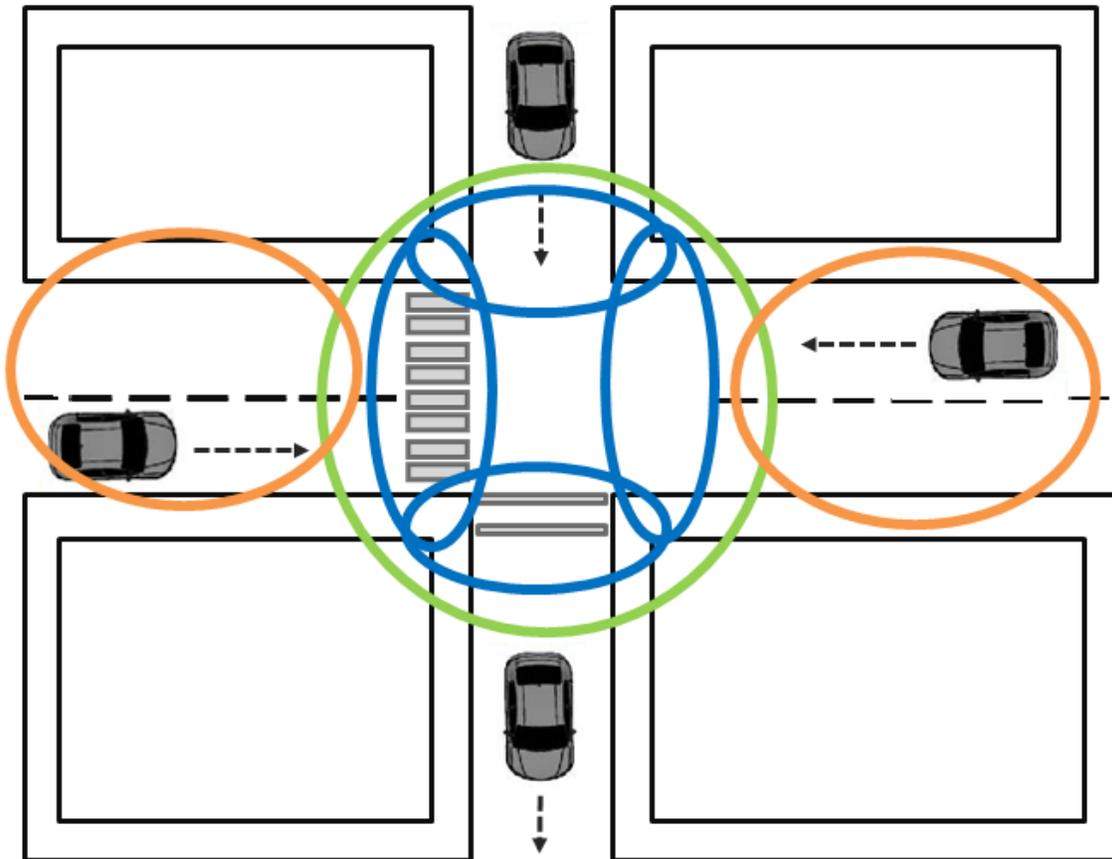


Figure 3.4: Exemple des grilles de toutes les échelles
(Source : Karine Lachapelle 2014)

3.4 Description des variables de la grille

Cette section présente la grille en détails en indiquant le sens de la relation (positif ou négatif) entre la variable observée et le risque pour l'enfant piéton. Le + étant un facteur de risque et plus il y a des +, plus le facteur de risque est important alors qu'au contraire, lorsqu'il y a le signe -, il s'agit en fait d'une variable qui atténue le risque. La grille se divise donc en trois échelles sous 10 composantes liées à 24 variables.

3.4.1 Intersection

Nous retrouvons à l'échelle de l'intersection les 4 composantes figurant au tableau 3.1: la hiérarchie des voies, le nombre de branches, la vitesse maximale permise ainsi que le sens de la circulation.

Tableau 3.1 : Caractéristiques de la grille à l'échelle de l'intersection

Échelle	Composantes	Variabes	Méthode
Intersection	Configuration de l'intersection	Nombre de branches	4 branches +++ 3 branches ++ 2 branches +
	Type de voies	Hiérarchie des voies	Artère +++ Collectrice ++ Locale +
	Limite de vitesse	Moyenne des vitesses maximales permises	50 km/h +++ 40 km/h ++ 30 km/h +
	Sens de la circulation	Sens unique	Non ++ Oui +

Tout d'abord, le nombre de branches, comme nous l'avons vu, est associé à une augmentation d'accidents. Plus on ajoute des branches à l'intersection, plus le risque d'accident s'accroît (MTQ 2003; Morency et al. 2013) et l'embranchement de 4 rues a davantage de risque (Ewing et Dumbaugh 2009; Morency et al. 2011). C'est pourquoi le risque qui lui est associé augmente à chaque branche supplémentaire.

La classification des voies est un indicateur du débit de la circulation. L'artère, ayant un débit plus important que les autres types de voies, elle place les enfants piétons face à des risques plus importants qu'une collectrice ou qu'une locale (Dumbaugh et Rae 2009; Lemay 2009; Lovegrove et Sayed 2006; Macpherson, Roberts et Pless 1998; Morency et al 2011). Puis, comme le débit potentiel d'une artère est plus grand qu'une collectrice, il va de soi qu'il y ait davantage de risque qu'une collectrice. Puis, la collectrice, quant à elle, a un débit de circulation plus faible que l'artère, mais plus grand que la rue locale où le débit est plus faible.

La vitesse de la circulation des automobile est étroitement associée à des blessures plus graves lorsque la vitesse est plus élevée (Burigusa et al. 2011; Lemay 2009; MTQ 2009; UK Department of Transport 1995), la force de la relation est donc en fonction de l'augmentation de la vitesse. La vitesse de 30 km/h étant la plus faible que nous retrouvons sur les routes du Québec, elle est donc associée à moins de risque et plus la vitesse augmente, plus il y a des risques. Donc, la vitesse de 50 km/h possède donc le risque maximal. Il est à noter qu'aucunes traverses visitées n'étaient sur une route à plus de 50 km/h.

Le sens de la circulation est également évalué. L'interprétation du danger pour l'enfant piéton est plus facile lorsqu'il n'y a qu'un seul sens de la circulation (DSP 2011; Granié 2013; Lassarre et al. 2007; Lemay 2009). Comme il est plus facile d'interpréter le danger pour un seul sens de la circulation, un risque minimal a été associé au sens unique alors qu'au contraire un risque plus élevé a été associé lorsqu'il y avait deux sens à la circulation.

3.4.2 Passage pour piétons

À l'échelle du passage pour piétons, nous avons 4 composantes associées à la largeur de la chaussée, à la visibilité, aux mesures d'apaisements de la circulation et aux dispositifs de régulation de la circulation qui ont été mesurées à partir de 13 variables (tableau 3.2).

Tableau 3.2 : Caractéristiques de la grille à l'échelle du passage pour piétons

Échelle	Composantes	Variables	Méthodes
Passage pour piétons	Dispositif de régulation de la circulation	Signalisation routière en fonction de la hiérarchie des voies	Sur artère: Aucun feu de circulation +++ Feux de circulation automobile ++
			Sur rue collectrice: Aucun feu de circulation ++ Panneau d'arrêt ou cédez le passage +
			Sur rue locale: Aucun panneau d'arrêt ou cédez le passage +
		Phasage permettant la traversée	Pas assez de temps +++
		Bouton d'appel	Non +
		Délimitation du passage pour piétons	Non +
	Configuration du passage pour piétons	Largeur de la chaussée	14 mètre et plus +++ 8 et 14 mètres ++ 8 mètres et moins +
	Visibilité	Éléments nuisant à la visibilité	Oui sur les deux côtés +++ Oui sur un côté ++
		Entrée charretière privée ou commerciale	Oui sur les deux côtés +++ Oui sur un côté ++
		Aucune signalisation interdisant le stationnement à moins de 5 mètres	Oui sur les deux côtés +++ Oui sur un côté ++
	Mesure d'apaisement de la circulation	Présence de refuge piéton	Oui -
		Présence de bollard	Oui -
		Présence de dos d'âne	Oui -
Présence d'îlot de canalisation		Oui -	
	Saillie de trottoir	Saillie d'un côté - Saillie des deux côtés - -	

La largeur de la chaussée comprend la surface de pavé et inclut les bandes cyclables, pistes cyclables, les zones de stationnement sur rue ainsi que les voies de circulation (ARTC 1987; 1995). Pour désigner qu'une rue est large, on considère qu'à plus de 14 mètres, le risque associé est à son plus grand (Lemay 2009). Une rue ayant 8 mètres et moins est associée à moins de risque (Lemay 2009). Bien qu'il s'agisse d'une largeur plus facile à traverser (Lemay 2009), on estime que peu importe sa largeur, dès qu'un piéton enfant est sur la chaussée, il a une chance d'entrer en conflit avec un véhicule, alors un risque minimal a été attribué. La largeur entre 8 et 14 mètres est donc associée à des risques moyens (Lemay 2009). Le marquage au sol fournit un indice à l'enfant sur l'endroit où il peut effectuer la traversée d'une rue et averti les conducteurs de la présence possible de piétons. N'étant pas si important

comme facteur de risque, un risque minimal est attribué pour cette variable (Tolmie et al. 2003; DSP 2011).

Les dispositifs de la régulation de la circulation automobile et piétonne se scinde en 3 variables : la signalisation; le bouton d'appel du feu piéton et le phasage des feux de circulation. Un document du Ministère des transports du Québec (MTQ) sur la gestion des corridors routiers recommande l'usage de l'implantation de feux de circulation avec bouton d'appel pour le feu piéton sur les artères (Poulin et al. 1997). Nous nous sommes fiés à cette dernière pour baser notre catégorisation du risque lié à la signalisation. En raison du débit élevé sur les artères, nous nous attendons à ce qu'il y ait une signalisation qui régule la circulation avec un bouton d'appel lorsqu'une intersection croise une artère. Pour une intersection croisant une artère, nous avons considéré que le risque était plus grand lorsqu'il n'y avait pas de bouton d'appel et que minimalement, en raison du débit élevé sur les artères, nous nous attendons à ce qu'il y ait une signalisation qui régule la circulation. Nous considérons que les attentes au niveau de la signalisation sont moins grandes et moins risquées que l'artère, considérant le débit plus faible sur une collectrice, mais tout de même plus élevé qu'une rue locale. Puis, les rues locales, ayant un débit plus faible, la signalisation de feu de circulation n'était pas absolument nécessaire et qu'au moins un panneau arrêt ou un panneau passage pour piétons offriraient une indication plus claire et offriraient une meilleure possibilité aux piétons enfants de traverser.

Le bouton d'appel s'avère intéressant lorsqu'il y a la présence d'un feu piéton. Comme il n'y a pas d'imposition à l'installation du bouton d'appel, mais qu'on le recommande, cela porte à croire que le risque qui lui est associé est plutôt faible (Lemay 2009).

Le phasage des feux doit offrir le temps nécessaire pour traverser la chaussée sans entrer en conflit avec les autres usagers de la route. Étant donné que le piéton enfant a une vitesse de marche plus lente que celle d'un piéton adulte sans problème de mobilité, il est important d'évaluer le temps non pas en fonction des normes fixées à 1,3 m/s du MTQ (Lemay 1997), mais selon la vitesse minimale des enfants d'âge primaire de 0,9 m/s (Vélo Québec 2012). Ainsi, pour déterminer le temps nécessaire à la traversée d'une chaussée, nous avons pris la largeur de la rue (incluant le stationnement sur les rues et les pistes ou bandes cyclables) et avons multiplié par la vitesse de marche minimale des plus jeunes enfants. Nous obtenons alors le temps minimal nécessaire pour un enfant. Ensuite, nous avons calculé le temps accordé au passage pour piétons lorsqu'un feu piéton était présent, en utilisant le temps de la silhouette blanche jusqu'à ce que la main clignotante cesse de clignoter, tandis que sur le feu de circulation automobile, nous avons compté le temps pour le feu vert. Le risque maximal est

associé aux intersections lorsque le feu de circulation n'alloue pas assez de temps pour la traversée d'un enfant piéton.

La visibilité du passage pour piétons étant souvent responsable de collision (Mackay et al. 2003), nous avons octroyé une pondération maximale lorsqu'il y avait des entraves à la visibilité. Celle-ci s'évalue en 3 variables. Dans un premier temps, on observe les éléments qui sont susceptibles de nuire à la visibilité des piétons dans un triangle de visibilité de 5 mètres du passage pour piétons. Le triangle de visibilité sera modifié en fonction du sens de la circulation. Pour la rue à sens unique, il y aura deux triangles de visibilité à observer comme l'illustre la figure 3.5. Pour la rue à double sens, comme on le voit sur la figure 3.6, le triangle de visibilité sera vérifié que pour le sens de la circulation se dirigeant vers l'intersection. Comme élément pouvant entraver la visibilité, on pense donc à des arbustes (figure 3.7), une boîte aux lettres, un abri d'autobus, une cabine téléphonique, une clôture, un bâtiment (figure 3.8) ou tout autre objet ne laissant pas assez d'espace pour la visibilité du piéton enfant. Il est également possible de retrouver des éléments sur la chaussée qui nuisent à la visibilité comme l'illustre la figure 3.9. D'ailleurs, les éléments trouvés en bordure de la chaussée, du trottoir ou même sur la voie privée, dans le triangle de visibilité de 5 mètres, doivent avoir une hauteur plus petite que 1,2 mètre pour que les enfants puissent être visibles. (Burigusa et al. 2011). Autre point sur la visibilité, les entrées charretières à l'intersection peuvent également donner lieu à des conflits entre les piétons et les automobilistes (Lemay 2009; Roberts et al. 1995; Zegeer 2002). La figure 3.10 démontre un stationnement commercial situé à moins de 5 mètres du passage pour piétons. Puis, les véhicules stationnés à moins de 5 mètres nuisant à la bonne visibilité des véhicules qui circulent ont également été considérés. Nos observations sur le terrain corroborent les travaux de Morency et al. (2013), même si cela fait partie d'une réglementation plusieurs véhicules sont stationnés illégalement. À la figure 3.11, on peut constater que le stationnement à moins de 5 mètres n'est pas toujours respecté, et ce, même par la ville. On y observe un espace dédié et payable pour un stationnement illégal à moins de 5 mètres du passage pour piéton. C'est pourquoi, nous avons jugé bon de vérifier si l'interdiction de stationner était clairement identifiée et d'en faire une variable. Pour ce faire, nous avons observé s'il y avait un panneau interdisant le stationnement.

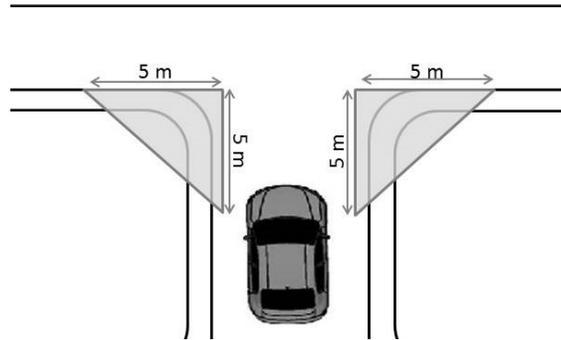


Figure 3.5: Triangle de visibilité de 5 mètres pour la rue à sens unique
(Source : Karine Lachapelle 2014)

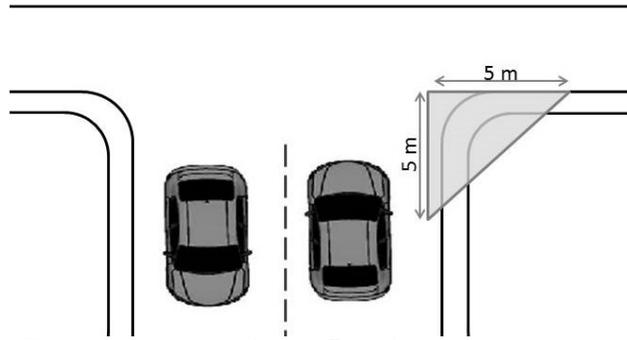


Figure 3.6: Triangle de visibilité de 5 mètres pour la rue à double sens
(Source : Karine Lachapelle 2014)



Figure 3.7 : Exemple de végétation entravant le triangle de visibilité de 5 mètres
(Source : Karine Lachapelle 2013)



Figure 3.8 : Exemple d'un bâtiment entravant le triangle de visibilité de 5 mètres
(Source : Karine Lachapelle 2013)



Figure 3.9 : Exemple d'élément entravant le triangle de visibilité de 5 mètres positionné sur la chaussée
(Source : Karine Lachapelle 2013)



Figure 3.10 : Exemple d'un stationnement commercial positionné dans les 5 mètres du passage pour piétons
(Source : Google 2013)



Figure 3.11 : Exemple d'un véhicule stationné à moins de 5 mètres de l'intersection
(Source : Karine Lachapelle 2014)

Comme vu précédemment, de nombreuses études estiment que les mesures d'apaisement de la circulation constituent un élément d'atténuation du risque (Elvik 2001; Jones et al. 2005; Lupton et Bayley 2001; MTQ 2003; Preston 1995; Tester et al. 2004; Zegeer 2002). Une valeur négative a donc été accordée aux éléments d'apaisement de la circulation présent sur le terrain. Une relation différente a été attribuée pour certaines mesures d'apaisement qui sont plus contraignantes que d'autres. De la sorte, des valeurs négatives plus élevées leur sont allouées. À cet effet, la présence de refuge piéton, de bollard ou de dos d'âne sont des mesures d'apaisement de la circulation qui ont des atténuations de risque minimales. La présence d'îlot de canalisation tout comme la saillie de trottoir est plus contraignante puisqu'elle force le véhicule à effectuer un tournant moins fluide, donc de réduire la vitesse encore plus (Zegeer 2002). La saillie permet non seulement une réduction de la vitesse, mais réduit également le temps d'exposition du piéton sur la chaussée (Zegeer 2002).

3.4.3 Tronçon

À l'échelle du tronçon, nous avons 2 composantes associées à 7 variables : la présence du trottoir, la présence de bande ou piste cyclable, la zone de séparation entre le trottoir et la chaussée bordée d'arbre sur au moins la moitié du tronçon, le terre-plein bordé d'arbre sur au moins la moitié du tronçon, la présence de bollard, de dos d'âne et de saillie de trottoir (tableau 3.3).

Tableau 3.3 : Caractéristiques de la grille à l'échelle du tronçon

Échelle	Composantes	Variabes	Pondération
Tronçon	Espace protégé pour le piéton	Présence de trottoir	Non +++
	Mesure d'apaisement de la circulation	Bollard	Oui -
		Dos d'âne	Oui -
		Saillie de trottoir	Saillie d'un côté – Saillie des deux côtés – –
		Bollard	Oui –
	Éléments liés à la perception de la vitesse	Présence de bande ou piste cyclable	Oui d'un côté – Oui des deux côtés – –
		Zone de séparation entre le trottoir et la chaussée bordée d'arbre sur au moins la moitié du tronçon	Oui d'un côté – Oui des deux côtés – –
		Terre-plein bordé d'arbre sur au moins la moitié du tronçon	Oui –

La présence de trottoir influence le risque chez les enfants piéton puisque lorsqu'il n'est pas présent on l'associe à des risques élevés (MTQ 2002; Zegeer 2002). Tout comme pour le passage pour piéton, les mesures d'apaisement de la circulation peuvent être des éléments qui contribuent à une diminution de la vitesse de circulation à l'échelle du tronçon. En plus des mesures d'apaisement de la circulation mentionnées à l'échelle du passage pour piétons, on ajoute, ici, les éléments liés aux perceptions de la vitesse tels que la présence de pistes ou bandes cyclables, la présence d'arbres sur au moins la moitié de la largeur du tronçon en bordure de la chaussée entre le trottoir et la chaussée et au centre du terre-plein. Il s'agit d'éléments qui ont été démontrés une diminution de la vitesse, atténuant donc le risque d'accident (Mackay 2003). Donc, si ce type d'aménagement est présent, nous soustrayons des points. Ces éléments se sont vues octroyés une atténuation du risque minimal, puisqu'ils aident à apaiser la circulation, mais ils ne sont pas des mesures aussi limitatives qu'une saillie de trottoir ou un îlot de canalisation notamment (Mackay 2003).

3.5 Choix des intersections à l'étude

Dans cette étude, nous souhaitons revoir les méthodes d'évaluation d'une intersection avec brigadier scolaire adulte du SPVM. Le SPVM couvrant le territoire de l'île de Montréal, notre recherche portera donc uniquement sur celui-ci. Le SPVM nous a d'abord fourni les données sur la localisation des passages pour piéton avec brigadiers scolaires adultes sur l'île de Montréal pour l'année 2012. Nous les avons spatialement référencées à l'aide du logiciel ArcGIS sur les 501 intersections du fichier, 498 ont été cartographiées (figure 3.12). En raison de contraintes

de temps, nous avons choisi un échantillon d'intersection à visiter. À cet effet, 100 intersections, soit près de 20% des intersections, ont ainsi été sélectionnées aléatoirement. La sélection s'est fait à partir de la fonction des valeurs aléatoires du logiciel Microsoft Excel. Nous avons pris les 100 premiers chiffres.

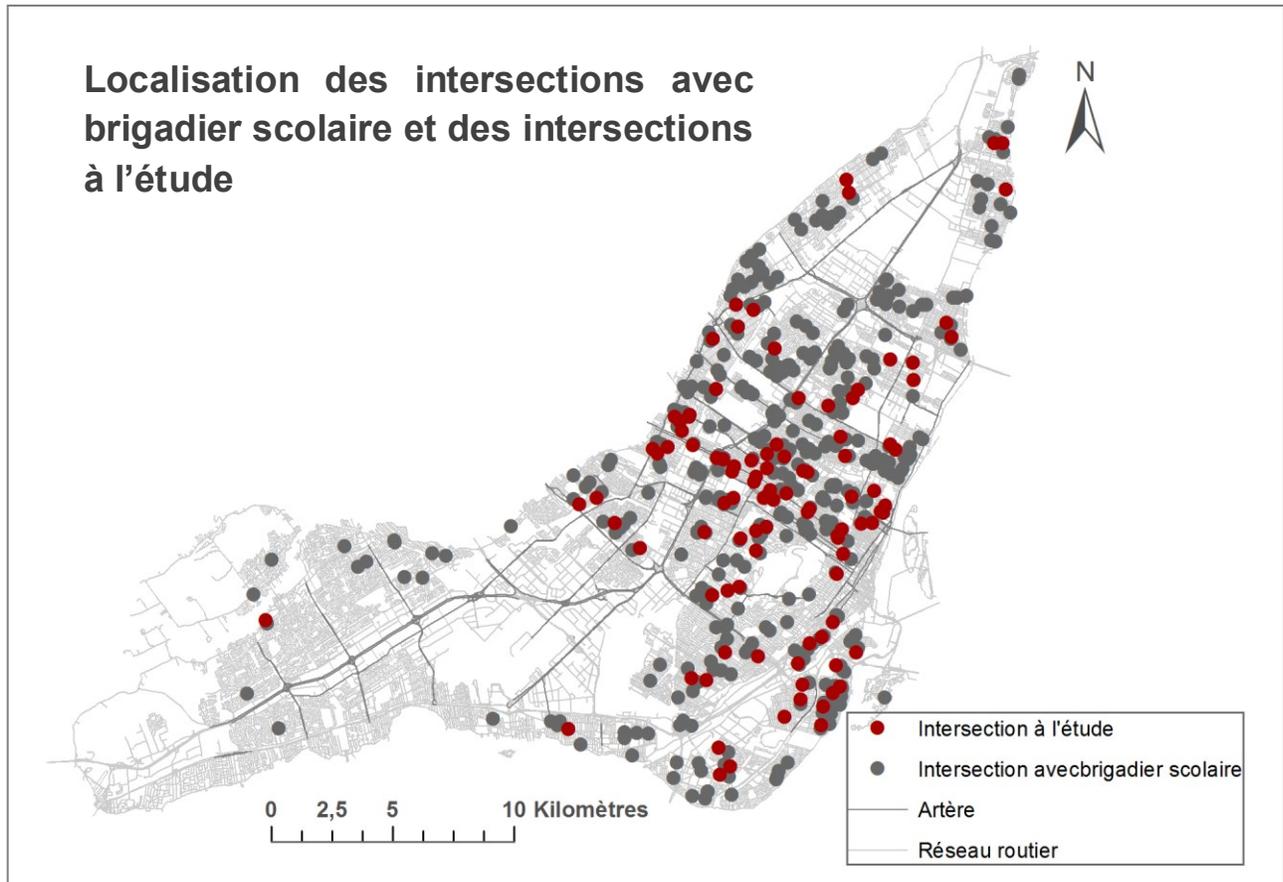


Figure 3.12: Carte de localisation des intersections avec brigadiers scolaires et des intersections à l'étude (N=498)
(Source : Karine Lachapelle 2014)

3.6 Analyse du risque aux intersections avec brigadiers scolaires adultes

Une fois les éléments de la grille mis en place et l'information sur le terrain recueillie, l'étape suivante a été d'effectuer quelques tests afin de déterminer l'évaluation de l'indice de risque aux intersections. Nous avons testé trois méthodes d'évaluation : la classification ascendante hiérarchique (CAH), la somme des pondérations et une autre pondération basée sur les moyennes. Pour chacune de ces méthodes, le résultat a classé les intersections en trois

catégories de risque : élevé, moyen et faible. La décision finale s'est basée en fonction de la normalité de la distribution des résultats et l'historique d'accidents.

3.6.1 Classification ascendante hiérarchique

La première méthode testée est celle de la classification ascendante hiérarchique (CAH). Selon Lebart, Morineau et Piron (1997), la CAH s'avère efficace pour classer des individus, mais aussi pour déterminer le nombre de classes optimales. Elle vise à l'obtention de regroupements d'intersection avec brigadier scolaire en fonction de leur degré de ressemblance dans les variables (Lebart, Morineau et Piron. 1997). Nous souhaitons obtenir des sous-groupes d'intersections selon leur accumulation de facteurs de risque à partir des variables présentées précédemment au tableau 3.1, 3.2 et 3.3. La CAH a été calculée à partir de la distance euclidienne et du critère d'Agrégation de J.H. Ward. À partir du dendrogramme présenté à l'annexe 1, il a été possible de dégager 3 classes d'intersection. Par la suite, sachant les éléments qui étaient plus ou moins à risque, il a été possible d'identifier pour chacune des classes le type dans lequel la classe se rapprochait le plus ou moins à une classe à faible risque, à risque moyen et à risque élevé. On retrouvait alors 27 intersections à faible risque, 39 à risque moyen et 34 à risque élevé.

3.6.2 Première pondération additionnant toutes les grilles

La seconde méthode testée repose sur la somme de pondérations attribuées aux variables en fonction de la littérature, des observations terrains et des propos des brigadiers scolaires. La pondération a été attribuée en fonction de la grille présentée précédemment au tableau 3.1, 3.2 et 3.3 et la grille complète contenant les données et les variables utilisées se retrouve à l'annexe 2. Ainsi, des poids d'une valeur variant de 0 à 5 ont été attribués à chacun des éléments de la grille. La valeur 0 a été octroyée lorsque le risque était inexistant. La valeur de 1 point lorsque le risque était présent, mais qu'il était plutôt faible. Trois points lorsque le risque était moyen et 5 points pour des risques plus importants. Les mesures d'apaisement de la circulation étant considérées comme des facteurs atténuant le risque, des valeurs négatives y ont été associées. La soustraction maximale est de 1 point alors qu'une mesure d'apaisement ayant moins d'impact a une valeur de 0,5 point. Ce premier essai de pondération a été obtenu grâce à l'addition de chaque passage pour piétons et tronçon de l'intersection pour ensuite ajouter le

pointage de l'intersection. À cet égard, plus l'intersection cumule des facteurs de risque, plus l'indice de risque est grand, plus l'intersection présente un danger plus grand en comparaison avec une intersection possédant un indice de risque plus faible. Nous avons alors obtenu un pointage maximal de 132 points pour une intersection à 3 branches et un pointage maximal de 181 pour une intersection à 4 branches. Ensuite, pour déterminer les 3 catégories de risque en fonction du pointage, nous avons utilisé les premiers 15 percentiles pour des risques « faibles », les 15 autres percentiles pour des risques « moyens » et les 70 autres percentiles restants pour des risques « élevés ». On obtient alors 15 intersections à faible risque, 57 à risque moyen et 28 à risque élevé.

3.6.3 Deuxième pondération basée sur la moyenne des grilles

Le troisième test se base également sur un pointage attribué selon les facteurs de risque. La pondération est 0, 1, 3 et 6 et pour la valeur négative des mesures d'apaisement de la circulation, elle est de 0,5 et 1. Le pointage est présenté au tableau 3.4. À la différence du deuxième test de pondération, plutôt que de cumuler le pointage de chacune des grilles, nous avons choisi de faire une moyenne pour les grilles des deux échelles passages pour piétons et tronçons. Ensuite, nous avons additionné le pointage des trois grilles. Par exemple, une intersection à 4 branches a : 1 grille intersection avec ces variables correspondantes, 4 grilles passages pour piétons et 4 grilles tronçons. L'indice final est la somme des points de la 1^{ère} grille intersection et des moyennes des 2 autres échelles.

Pour déterminer les catégories de risque d'une intersection, nous avons pris tous les résultats des 100 intersections et fait la moyenne de ceux-ci. La plus petite valeur des intersections relevées était de 7 et la plus grande valeur était de 27,5. Nous avons alors fait la moyenne des valeurs obtenues de nos 100 intersections. Cette première moyenne nous a alors permis de faire ressortir notre sous-groupe d'intersections ayant des indices de risque élevé soit de 16,8 et plus. Pour déterminer les autres sous-groupes d'intersections, une autre moyenne des valeurs obtenues entre 7 et 16,7 a été faite, nous donnant ainsi 12,2. Cette valeur a permis d'identifier la valeur minimale pour les intersections à risque moyen. De la sorte, 3 sous-groupes ont pu être identifiés : faible (7 à 12,1), moyen (12,2 à 16,7) et élevé (16,8 et 27,5). De ce type d'analyse, on parvient à 24 intersections à faible risque, 25 à risque moyen et 51 à risque élevé. Le graphique de la figure 3.13 démontre en image ce qui précède.

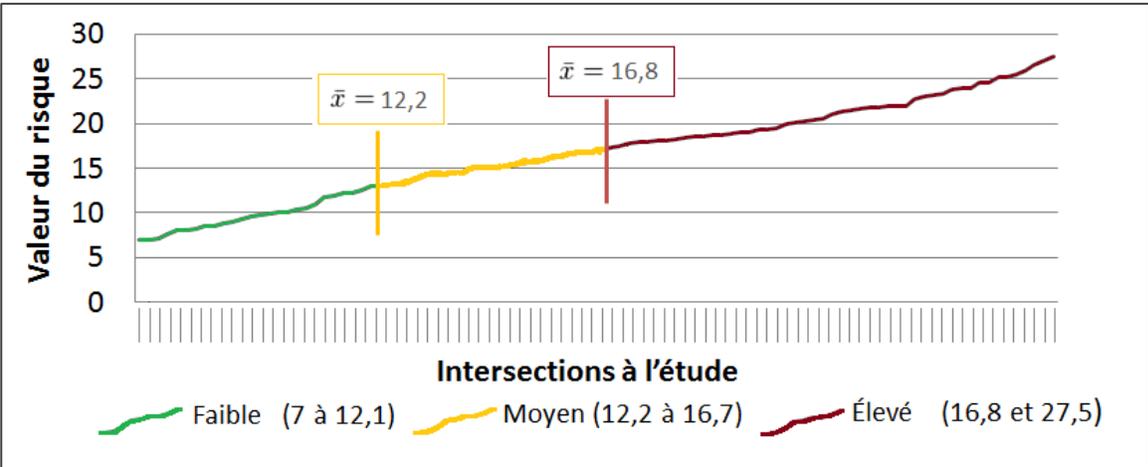


Figure 3.13: Graphique démontrant les moyennes utilisées pour déterminer les sous-groupes d'intersection
(Source : Karine Lachapelle 2014)

Tableau 3.4 : Pondération des variables selon le deuxième type de pondération

Échelle	Composantes	Variables	Pondération
Intersection	Configuration de l'intersection	Nombre de branches	4 branches 6 3 branches 3 2 branches 1
	Type de voies	Hiérarchie des voies	Artère 6 Collectrice 3 Locale 1
	Limite de vitesse	Moyenne des vitesses maximales permises	50 km/h 6 40 km/h 3 30 km/h 1
	Sens de la circulation	Sens unique	Non 3 Oui 1
Passage pour piétons	Configuration du passage pour piétons	Largeur de la chaussée	14 mètre et plus 6 8 et 14 mètres 3 8 mètres et moins 1
	Dispositif de régulation de la circulation	Signalisation routière en fonction de la hiérarchie des voies	Sur artère: Aucun feux de circulation 6 Feux de circulation automobile 3 Feux de circulation automobile et piéton 0
			Sur rue collectrice: Aucun feu de circulation 3 Panneau Arrêt ou Cédez le passage 1 Feux de circulation 0
			Sur rue locale: Aucun panneau Arrêt ou Cédez le passage 1 Autre 0
		Phasage permettant la traversée	Pas assez de temps 6 Assez de temps 0
		Bouton d'appel	Non 1 Oui 0
		Délimitation du passage pour piétons	Non 1 Oui 0
	Visibilité	Éléments nuisant à la visibilité	Oui sur les deux côtés 6 Oui sur un côté 3 Non 0
			Oui sur les deux côtés 6 Oui sur un côté 3 Non 0
			Aucune signalisation interdisant le stationnement à moins de 5 mètres Oui sur les deux côtés 6 Oui sur un côté 3 Non 0
	Mesure d'apaisement de la circulation	Présence de refuge piéton	Oui -0,5 Non 0
		Présence de bollard	Oui -0,5 Non 0
		Présence de dos d'âne	Oui -0,5 Non 0
Présence d'îlot de canalisation		Oui -0,5 Non 0	
Saillie de trottoir		Saillie d'un côté -1 Saillie sur les deux côtés -2	
Tronçon	Espace protégé pour le piéton	Présence de trottoir	Non 6 Oui 0
	Mesure d'apaisement de la circulation	Bollard	Oui -0,5 Non 0
		Dos d'âne	Oui -0,5 Non 0
		Saillie de trottoir	Saillie d'un côté -0,5 Saillie des deux côtés -1 Aucune 0
		Bollard	Oui -0,5 Non 0
	Éléments liés à la perception de la vitesse	Présence de bande ou piste cyclable	Oui d'un côté -0,5 Oui des deux côtés -1 Non 0
		Zone de séparation entre le trottoir et la chaussée bordée d'arbre sur au moins la moitié du tronçon	Oui d'un côté -0,5 Oui des deux côtés -1 Non 0
Terre-plein bordé d'arbre sur au moins la moitié du tronçon		Oui -0,5 Non 0	

3.6.4 Comparaison des résultats des trois types d'analyse

Comme mentionné précédemment, 2 critères ont guidé notre choix d'indicateur à retenir : l'histogramme des fréquences et la normalité de la distribution ainsi que l'historique d'accident. Tout d'abord, les 3 histogrammes aux figures 3.14, 3.15 et 3.16, c'est celui qui suit le plus la normalité. L'historique des accidents permettra d'opter pour l'un des trois types d'analyses.

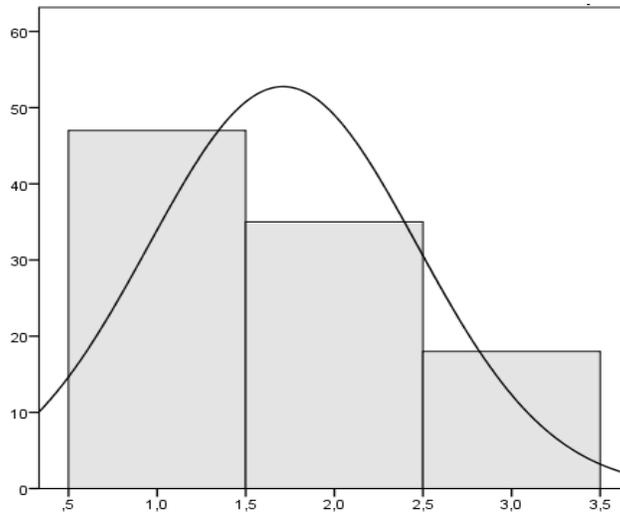


Figure 3.14 : Histogramme de la distribution et courbe gaussienne de la CAH
(Source : Karine Lachapelle 2014)

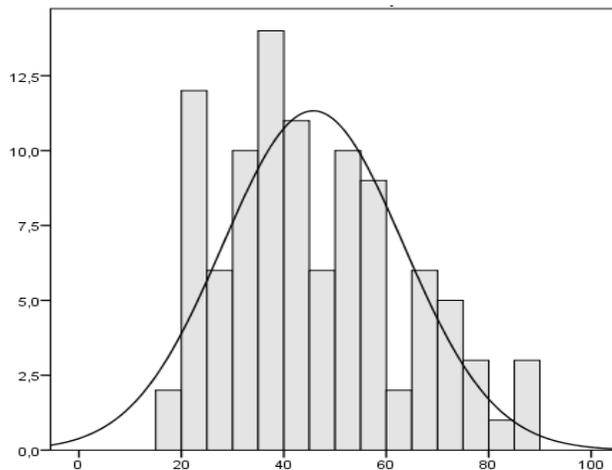


Figure 3.15 : Histogramme de la distribution et courbe gaussienne de la première pondération
(Source : Karine Lachapelle 2014)

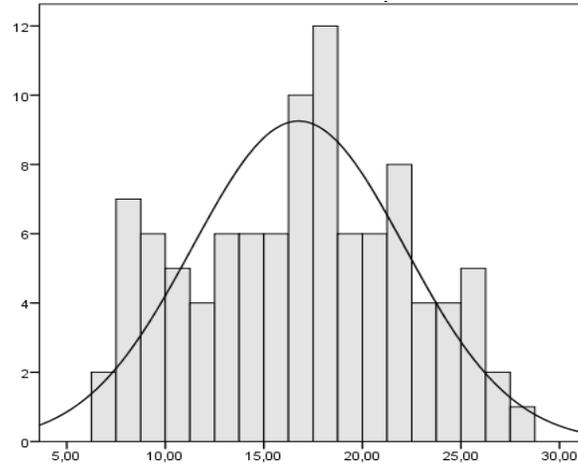


Figure 3.16 : Histogramme de la distribution et courbe gaussienne de la deuxième pondération
(Source : Karine Lachapelle 2014)

L'historique des accidents est intéressant à observer puisqu'il sert de référence à problème antérieur à une intersection (AICPR, 2003). Les accidents d'enfants étant un phénomène peu fréquent, une période plus longue doit être prise en compte pour représenter un historique d'accident adéquat. Nous avons donc opté pour une période de 10 ans. Les données des accidents sont extraites de la base de données d'Urgence-Santé pour les enfants âgés de 5 à 12 ans de la période de 2002 à 2012. Seuls les accidents répertoriés à 5 mètres des intersections ont été relevés. Le tableau 3.17 présente le nombre de piétons enfants blessés pour la période 2002 à 2012 pour chacun des 3 indicateurs de risque et chacune des 3 méthodes testées.

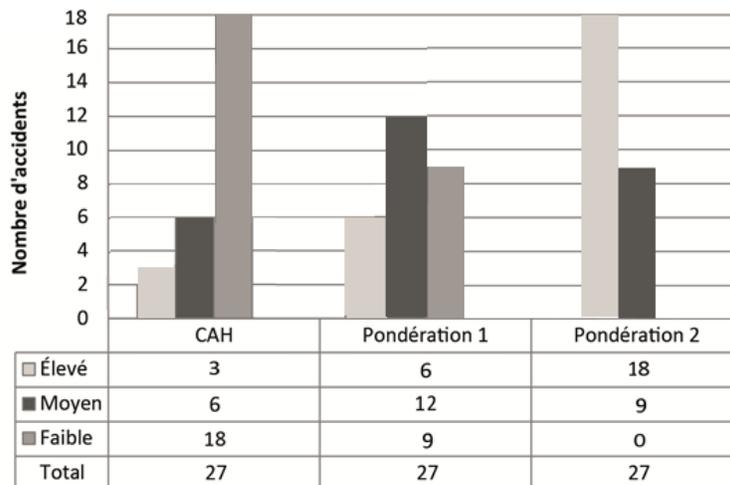


Figure 3.17 : Accidents d'enfants âgés de 5 à 14 ans, pour la période de 2002 à 2012, selon l'indice de risque des trois types d'analyse (N=27)
(Source : Karine Lachapelle 2014 à partir des données d'Urgence-Santé)

On constate que la pondération 2 n'enregistre aucun accident pour ses intersections à risque faible, quelques accidents pour ses intersections à risque moyen, mais moins que ses intersections à risque élevé. En comparaison, l'historique des accidents de la CAH et du premier type de pondération ont un plus grand nombre d'accident pour les intersections à risque faible qu'à risque élevé. Cette période recense 27 accidents, soit plus que la période de 5 ans (figure 3.14). Même sur une période de 10 ans, le deuxième type de pondération est le plus concluant. Les accidents croissent en fonction de l'indicateur de risque.

À la lumière de ces comparaisons nous avons retenu la 3^{ième} méthode pour le reste de nos analyses.

CHAPITRE 4 : RÉSULTATS ET ANALYSES

Ce chapitre présente les résultats des analyses effectuées à partir des données recueillies. Comme vu au chapitre précédent, l'indice de risque retenu est basé sur l'addition de l'échelle intersection avec les moyennes de l'échelle passage pour piétons et tronçons. Les résultats se situent entre 7 et 27,5 et nous avons divisé en 3 sous-groupes de risque : faible (7 à 12,1), moyen (12,2 à 16,7) et élevé (16,8 et plus). Nous présenterons d'abord la distribution géographique des « risques » et de la représentativité de l'échantillon. Ensuite, nous aborderons la distribution des variables selon ces 3 indices de risque ainsi que leur répartition spatiale pour ensuite présenter des exemples concrets d'intersections types pour chacun des sous-groupes d'intersections en établissant un lien avec le rôle du brigadier scolaire adulte.

4.1 Distribution géographique des « risques » et représentativité de l'échantillon

En observant la figure 4.1, on constate que les indices de risques sont bien répartis sur l'ensemble de l'île de Montréal. On n'en dégage aucune logique dans la distribution des risques, du moins, pour les intersections étudiées.

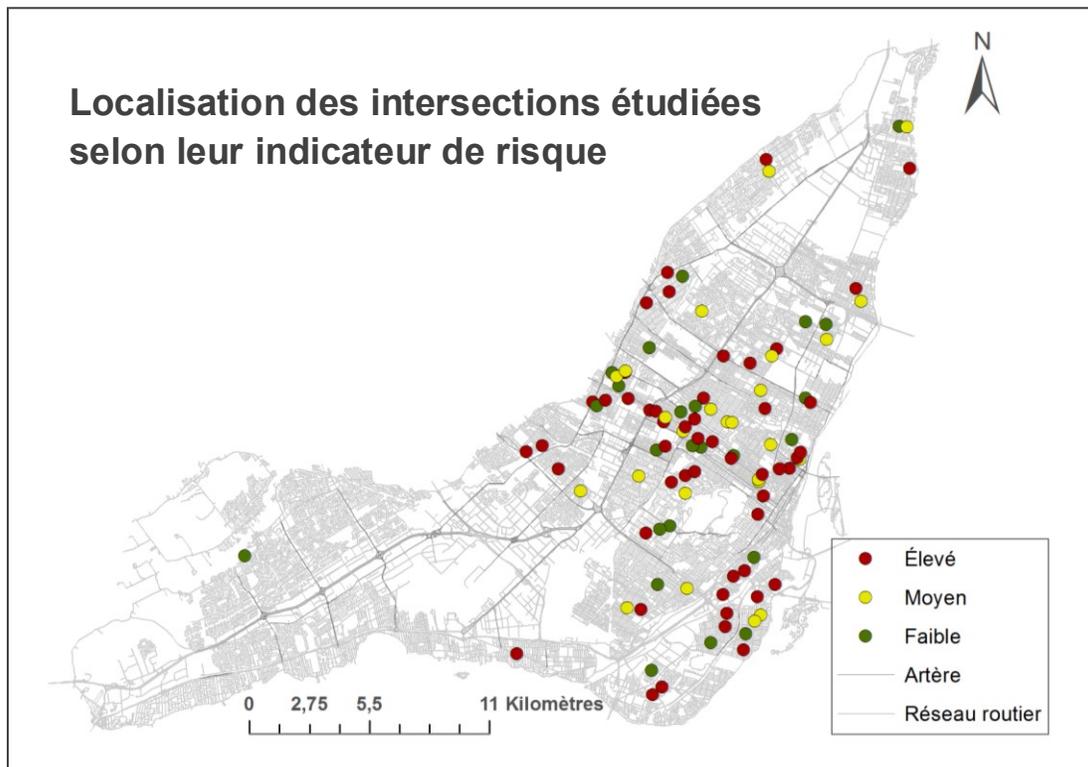


Figure 4.1 : Carte de localisation des intersections étudiées selon leur indicateur de risque (N=100)
(Source : Karine Lachapelle 2014)

Quant à la représentativité de notre échantillon, la seule variable comparable entre l'ensemble des intersections avec brigadier scolaire et nos intersections étudiées est la hiérarchie des voies. La figure 4.2 démontre que notre échantillon de 100 intersections sélectionnées aux hasards est pratiquement identique pour chacune des catégories de hiérarchie. On dénombre légèrement plus d'intersections de type « collectrice-locale » (37% contre 29%). Autrement, on a la même représentativité pour le type « artère/artère » (4% chacun) et un peu moins des autres catégories.

Catégorie de la hiérarchie des voies	Intersections avec brigadiers scolaires (sur 498)	Pourcentage des intersections	Intersections sélectionnées (sur 100)
Locale/Locale	143	29%	27
Collectrice/Locale	144	29%	37
Collectrice/Collectrice	23	5%	2
Artère/Locale	118	24%	22
Artère/Collectrice	45	9%	8
Artère/Artère	22	4%	4
Collectrice	1	0%	0
Artère	2	0%	0

Figure 4.2 : Représentativité des intersections selon la catégorie de la hiérarchie des voies (Source : Karine Lachapelle 2014)

4.2 Distribution des variables

Avant même d'aborder les variables à l'étude, à des fins de compréhension, nous présenterons d'abord la répartition des indices des 100 intersections à l'étude. Nous avons ainsi obtenu, une classification en trois catégories soit 24 intersections à risque « faible », 25 intersections à risque « moyen » et 51 à risque « élevé ». Les indices de risque sont présentés sur la carte 4.1 ci-contre. Tout comme dans le chapitre 3, la présentation des variables se fera selon les variables des trois différentes échelles soit : l'intersection, les passages pour piétons et les tronçons.

4.2.1 Intersection

L'échelle de l'intersection comprend 4 composantes englobant les variables du nombre de branche, de la hiérarchie des voies, de la moyenne maximale permise et du sens unique.

La figure 4.3 présente la répartition des intersections selon le nombre de branches et le niveau de risque. La répartition des intersections avec 3 ou 4 branches ne semble pas avoir été un déterminant important pour consacrer les intersections dans l'un des trois indices de risque puisqu'on retrouve tout autant d'intersections à 3 ou 4 branches dans chacun des indices de risque.

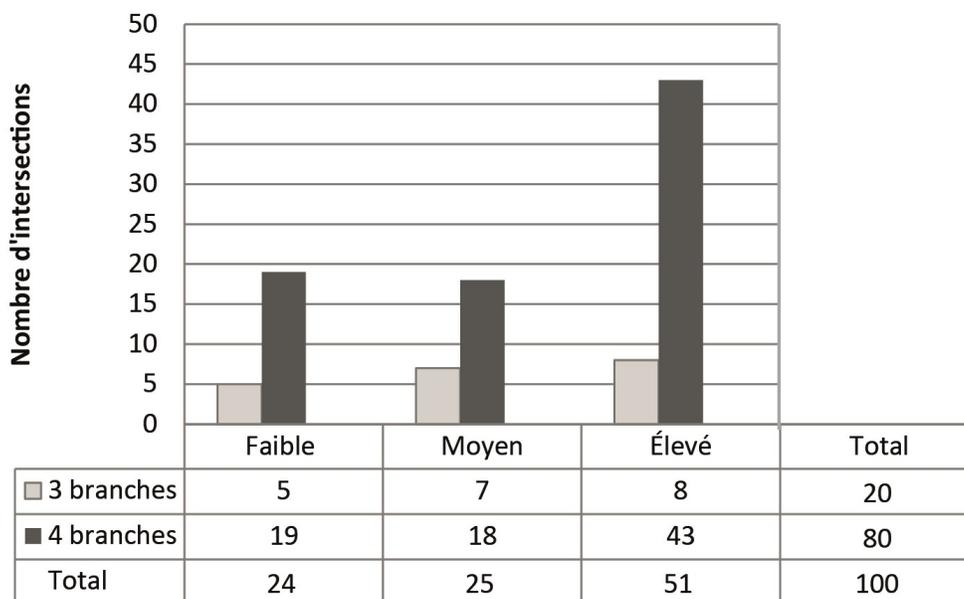


Figure 4.3 Nombre de branches selon l'indice de risque (N=100)
(Source : Karine Lachapelle 2014)

Le premier constat en lien avec la hiérarchie est à l'effet que, les intersections avec des rues locales se retrouvent en moins grand nombre, ce qui reflète le fait que les brigadiers sont habituellement à des lieux plus dangereux (figure 4.4). De plus, ces rues locales retrouvent majoritairement dans la catégorie des indices de faible risque à 67% (16 des 24 intersections à faible risque).

Il n'est d'ailleurs pas étonnant qu'il n'y ait aucune artère dans ce niveau de risque. En contrepartie, les intersections à risque élevé sont associées à 90% à des hiérarchies associées à davantage de risque (46 intersections croisant une collectrice ou une artère sur les 51

intersections à indice de risque élevé). Les intersections à risque moyen, quant à elles, sont assez partagées entre les rues locales, les collectrices et les artères.

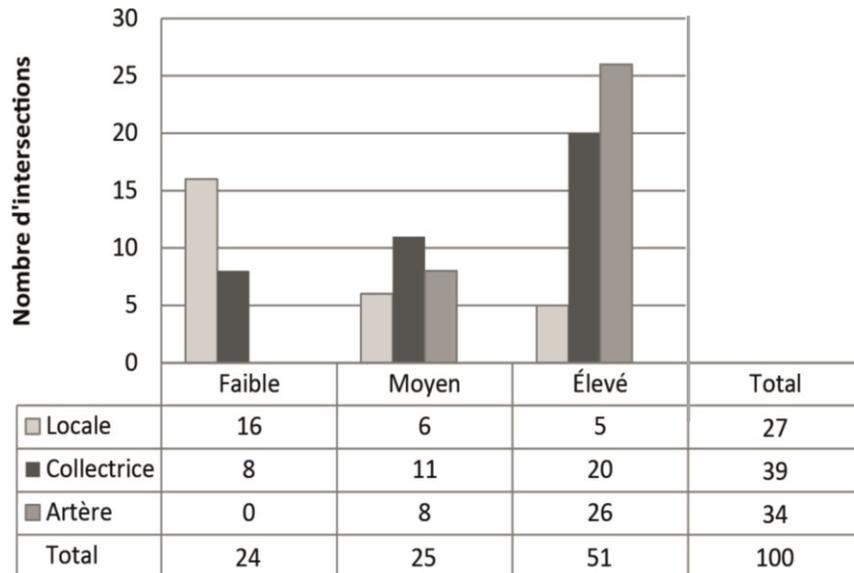


Figure 4.4 Hiérarchie des voies selon l'indice de risque (N=100)
(Source : Karine Lachapelle 2014)

Par ailleurs, les résultats de la moyenne des vitesses maximales permises pour les intersections étudiées indiquent une forte majorité d'intersections avec une vitesse de 30 km/h. On retrouve même une majorité d'intersections à 30 km/h pour l'indice de risque élevé. *De surcroît*, l'indice à faible risque ne possède aucune intersection avec une vitesse au-delà de 30 km/h, soit la limite de vitesse minimale associée à moins de risque (Lemay 2009). La figure 4.5 illustre la distribution et le graphique des moyennes de vitesse selon l'indice de risque.

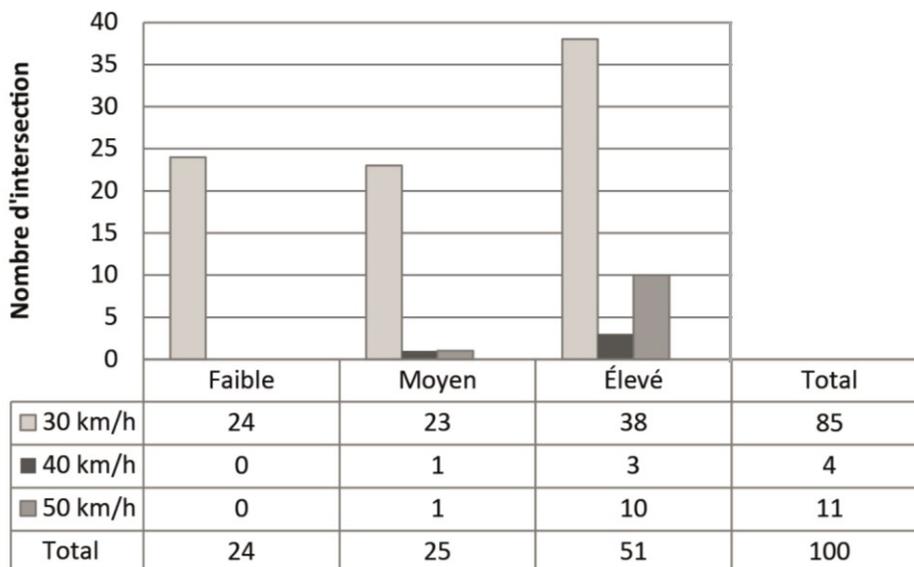


Figure 4.5: Moyenne des vitesses maximales permises selon l'indice de risque (N=100)
(Source : Karine Lachapelle 2014)

À la figure 4.6, on constate que le nombre d'intersections ne croisant pas de sens unique augmente en fonction du niveau de risque. La majorité des intersections possédant aucun croisement avec des rues à sens unique sont dans l'indice de risque «élevé».

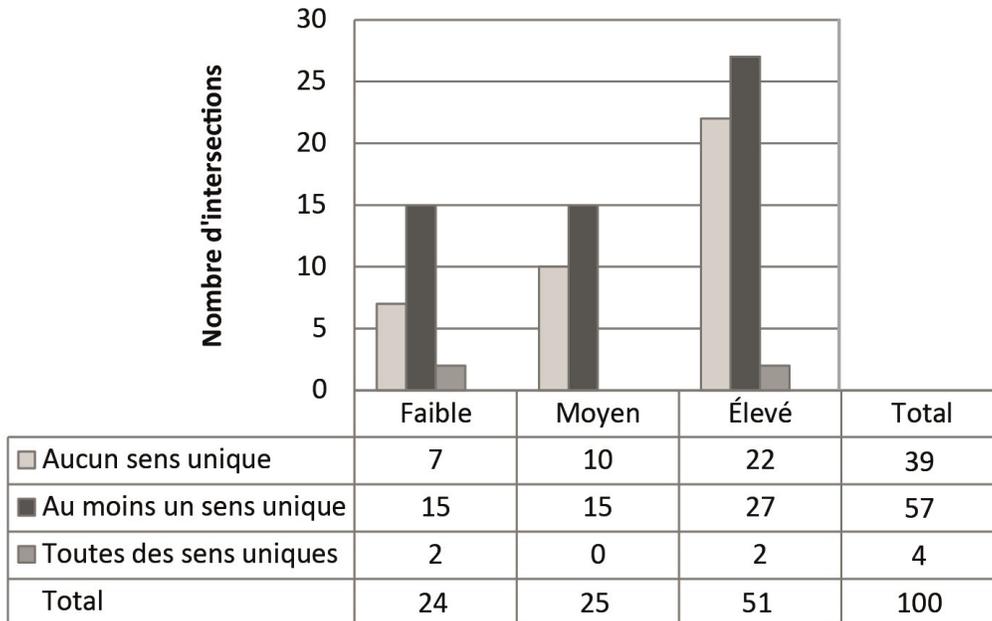


Figure 4.6: Sens de la circulation selon l'indice de risque (N=100)
(Source : Karine Lachapelle 2014)

4.2.2 Passage pour piétons

À l'échelle du passage pour piétons, on retrouve les composantes de la configuration du passage pour piétons (la largeur de la chaussée), la visibilité (en trois points : l'obstruction de la visibilité par des objets, les entrées charretières et la présence de prescription pour le stationnement à moins de 5 mètres de l'intersection), la présence des mesures d'apaisement de la circulation ainsi que les dispositifs de la régulation de la circulation (la signalisation, la présence du bouton d'appel du feu piéton, le temps pour la traversée de la rue et la délimitation du passage pour piétons par du marquage au sol).

4.2.2.1 Largeur de la chaussée, visibilité et mesure d'apaisement de la circulation

Au niveau de la largeur moyenne des rues pour chaque intersection (figure 4.7), on retrouve seulement 3 intersections des 100 intersections étudiées ayant une largeur de 8 mètres et moins. On les retrouve dans le sous-groupe d'intersections dont l'indice de risque est faible. Qui

plus est, ce sous-groupe ne contient aucune intersection ayant une largeur de 14,01 mètres et plus, soit les largeurs associées à de plus grands risques d'accident chez les piétons (Lemay 2009). Les intersections ayant une chaussée plus importantes (14,01 mètres et plus) on les retrouve dans le sous-groupe d'indice de risque élevé : 21 des 31 intersections possédant une largeur d'au moins 14,01 mètres, soit 68% de ces intersections, se retrouvent dans l'indice de risque élevé.

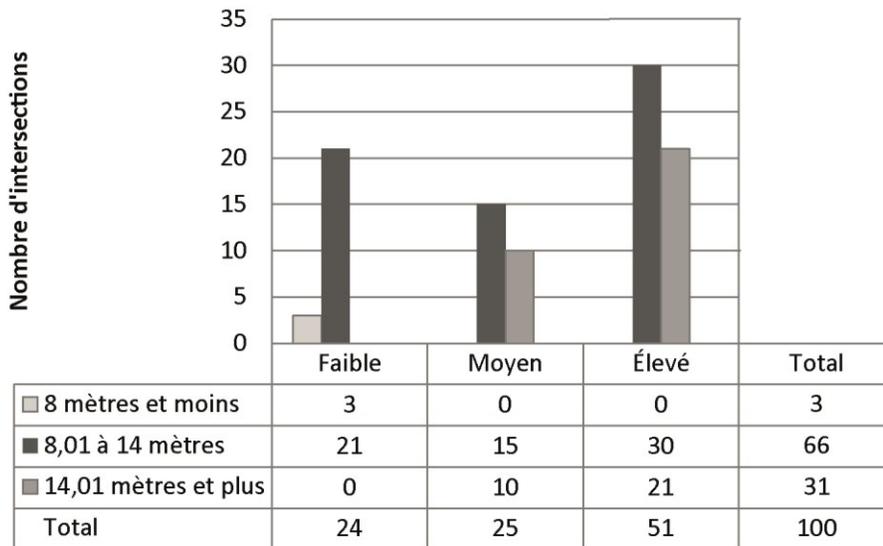


Figure 4.7: Moyenne de la largeur des chaussées selon l'indice de risque (N=100)
(Source : Karine Lachabelle 2014)

Les résultats de nos observations sur le terrain dénombrent 108 problèmes de visibilité aux intersections étudiées (figure 4.8). Plusieurs intersections sont aux prises avec des entraves à la visibilité : seulement 20 des intersections étudiées avaient des entraves à la visibilité. Les 80 autres intersections ont donc au moins une entrave à la visibilité. Tout d'abord, les problèmes liés à la visibilité sont majoritairement dû au fait qu'il n'est pas clairement interdit de stationner au niveau du passage pour piétons. On retrouve des entrées charretières pour 19 intersections étudiées. Finalement, 25 intersections ont des obstacles à la visibilité comme, entre autres, de la végétation, des stationnements à vélo, des panneaux publicitaires ou des abribus. Puis, 24 des intersections à risque élevé ont une entrave à la visibilité incluant 16 des intersections ayant une entrée charretière et 30 des intersections n'ont pas d'interdiction de stationnement. À l'inverse, la catégorie des indices faibles comporte peu de problèmes de visibilité. Le seul obstacle à la visibilité que l'on puisse retrouver est lié à l'interdiction de stationnement à moins de 5 mètres. Quant au risque moyen, on retrouve des entraves à la visibilité avec une obstruction à la visibilité, 3 entrées charretières et 16 sans prescription de stationnement.

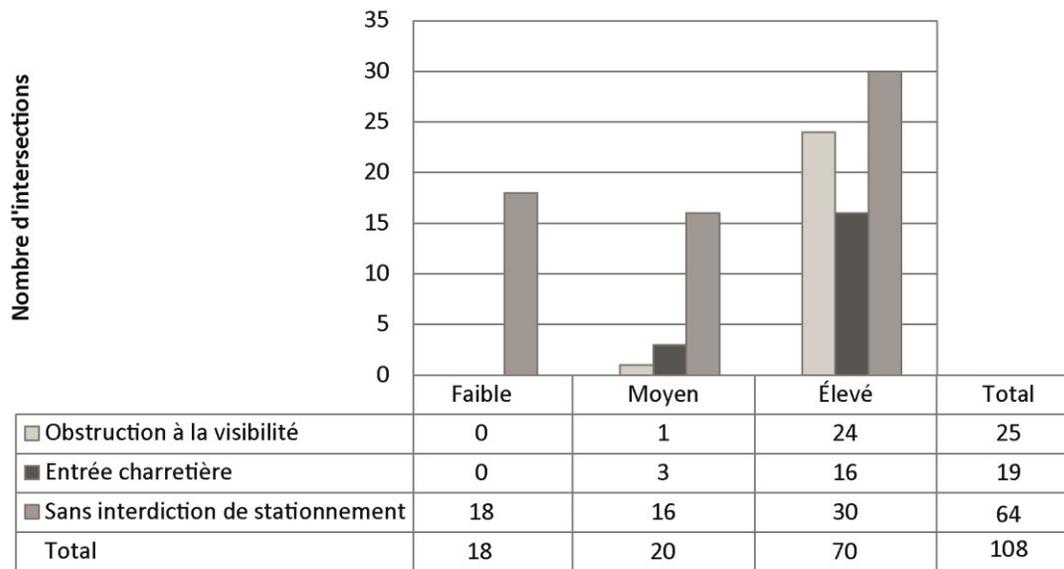


Figure 4.8: Visibilité de l'intersection selon l'indice de risque (N=108)
(Source : Karine Lachapelle 2014)

Des 31 intersections visitées ont des mesures d'apaisement de la circulation (figure 4.9). Parmi celles-ci, les saillies de trottoir sont les plus communément implantées ainsi que les bollards. Autrement, on retrouve quelques dos d'ânes, des îlots de canalisation et des refuges piétons. Malgré la soustraction de points que peuvent induire les mesures d'apaisement de la circulation, on retrouve le même nombre de mesures d'apaisement pour les 3 indices de risque. Il est à noter qu'on retrouve une seule intersection des 100 intersections étudiées avec des mesures d'apaisement de la circulation à tous ses passages pour piéton.

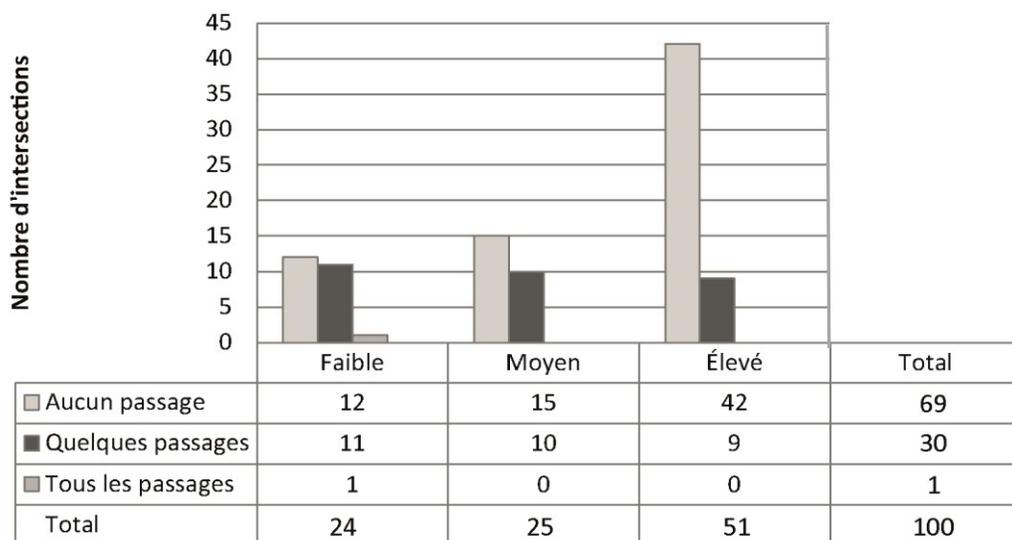


Figure 4.9: Mesure d'apaisement de la circulation à l'échelle des passages pour piétons selon l'indice de risque (N=100)
(Source : Karine Lachapelle 2014)

Nous avons combiné la hiérarchie et les dispositifs ensemble puisqu'on base notre raisonnement sur le document du MTQ (Mackay et al. 2003) qui recommande fortement d'implanter des feux de circulation avec signal piétonnier lorsque le débit de la circulation est important comme une artère. Tout d'abord, des 27 intersections croisant uniquement des rues locales, la totalité est signalée. Des intersections ayant un faible indice de risque seulement 9 sont partiellement signalisées par des panneaux d'arrêt ou des panneaux passage pour piétons. Les 4 autres sont signalées à chacun des passages pour piétons. Bien que la majorité soient des panneaux d'arrêt ou des panneaux passages pour piétons, on retrouve tout de même 3 intersections avec des feux de circulation et des feux piétons à tous les passages pour piétons allant ainsi au-delà des exigences pour des rues locales. Les 6 intersections dans l'indice moyen ont des panneaux d'arrêt ou des panneaux passage pour piétons. Pour les 5 intersections se trouvant dans la catégorie de risque élevé. On retrouve des feux de circulation automobile à deux intersections et une autre avec un feu piéton.

Les panneaux d'arrêt ou les panneaux passages pour piétons, positionnés partiellement ou aux quatre coins de l'intersection, représentent 89% et les feux de circulation sont plutôt rares, 11% des cas des 100 intersections étudiées. Les 39 intersections croisant au moins une rue collectrice sont toutes signalisées par au moins des panneaux arrêt ou des panneaux passages pour piétons. Les panneaux d'arrêt et les panneaux passages pour piétons sont plus fréquents. On retrouve des feux pour les véhicules dans seulement 31% des cas. Pour une artère, on recommande des feux de circulation automobile et des feux piétons considérant le débit élevé de la circulation automobile (Lemay 2009). Malgré cela, on retrouve une intersection avec artère qui est dénuée de signalisation ce qui s'avère certainement une intersection dangereuse pour la sécurité des piétons : elle ne laisse aucun signe que des piétons, surtout enfants, peuvent y traverser. D'ailleurs, ces intersections se situent dans l'indice de risque le plus élevé. Des 32 intersections croisant au moins une artère, on retrouve seulement 10 intersections dont les feux de circulation automobile et piétons sont présents et 65% des artères sont signalisées par des feux véhicules seulement.

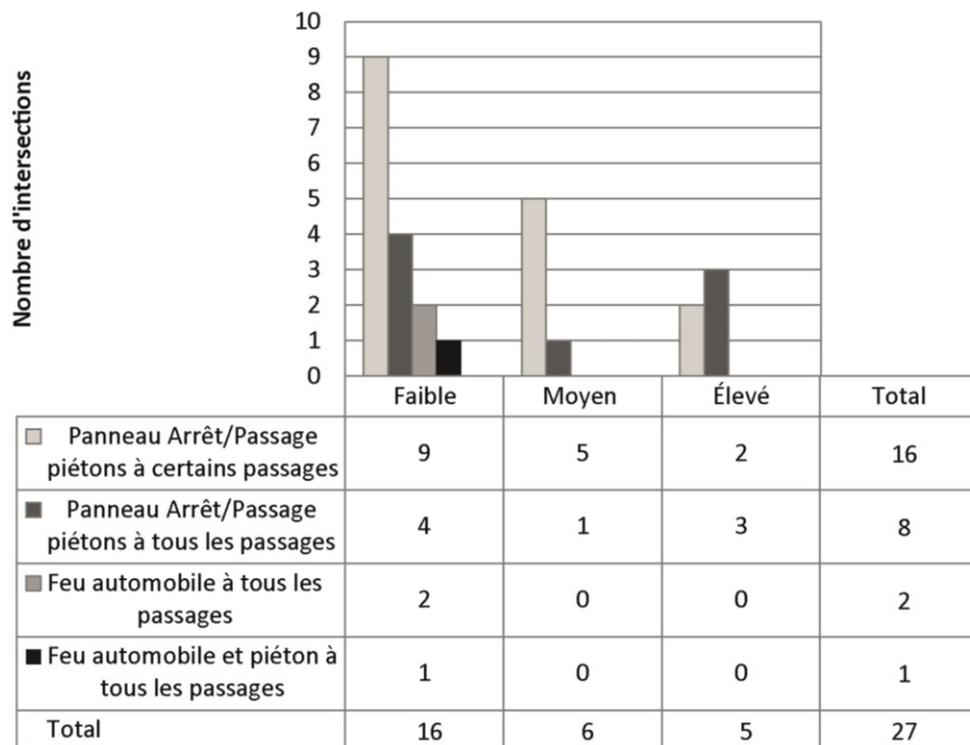


Figure 4.10: Signalisation des intersections croisant uniquement des rues locales selon l'indice de risque (N=27)
(Source : Karine Lachapelle 2014)

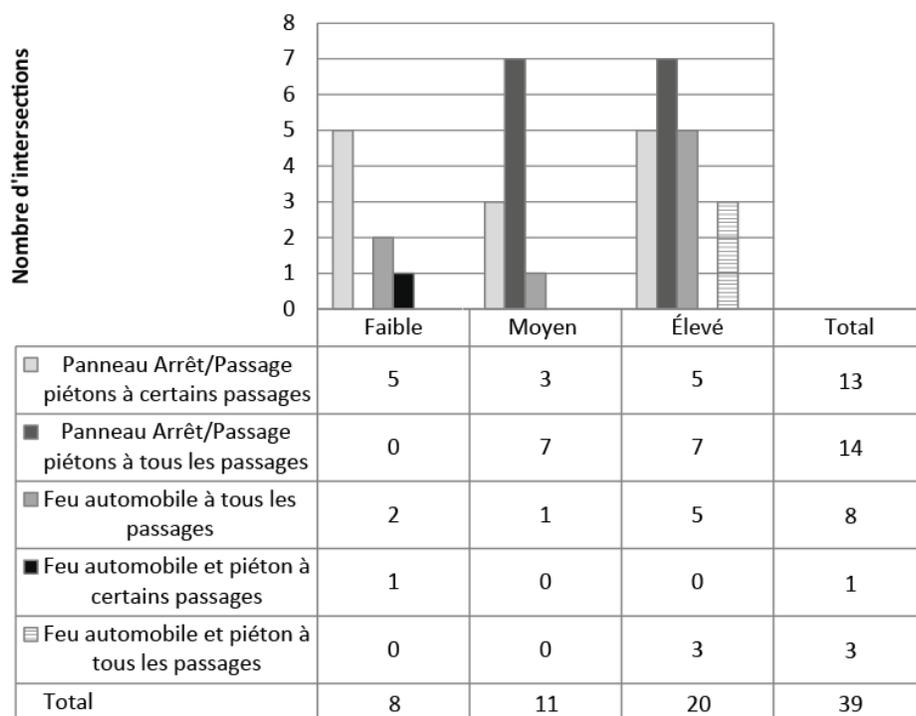


Figure 4.11: Signalisation des intersections croisant au moins une collectrice selon l'indice de risque (N=39)
(Source : Karine Lachapelle 2014)

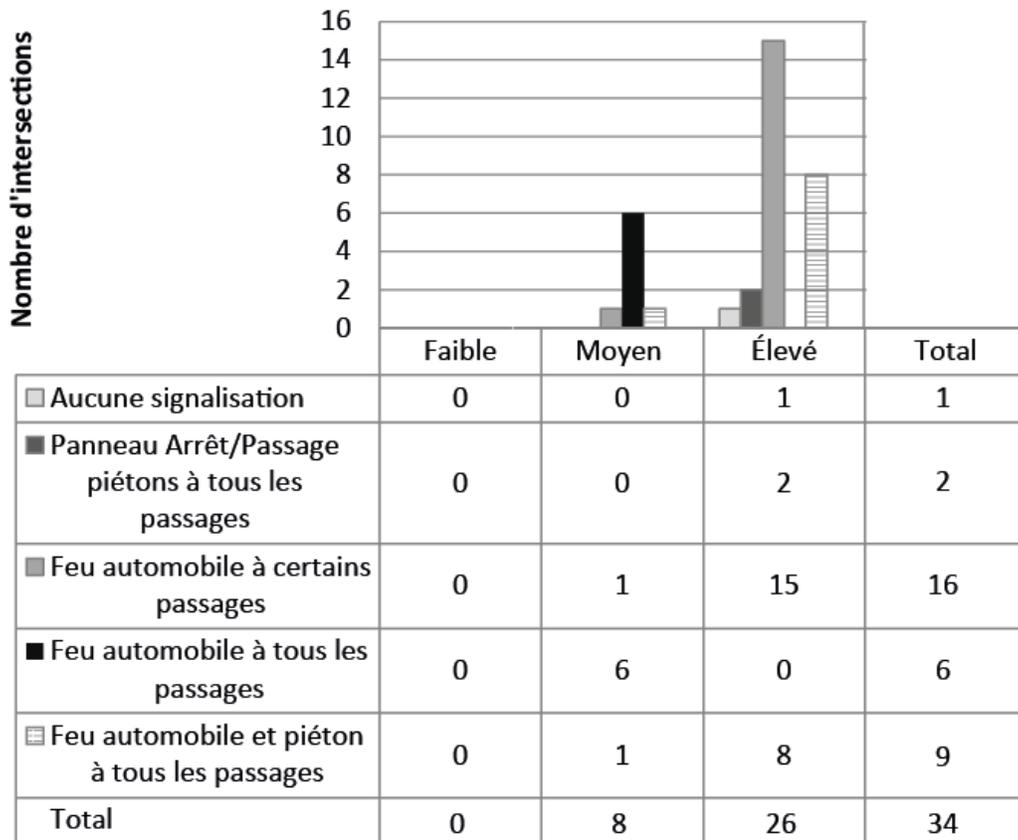


Figure 4.12: Signalisation des intersections croisant une artère selon l'indice de risque (N=34)
(Source : Karine Lachapelle 2014)

En ce qui a trait à la présence du bouton d'appel, il semble qu'aucune norme ne régit la présence de ce bouton au Québec. À la lumière des intersections étudiées, on constate qu'il est assez rare de le trouver aux feux pour piétons. À la figure 4.13, on totalise la présence de boutons d'appel à 3 intersections dont une seule intersection possède des boutons d'appels à tous ses passages pour piétons. On la retrouve dans l'indice à faible risque. 9 intersections ayant un indice de risque élevé n'ont pas de bouton d'appel.

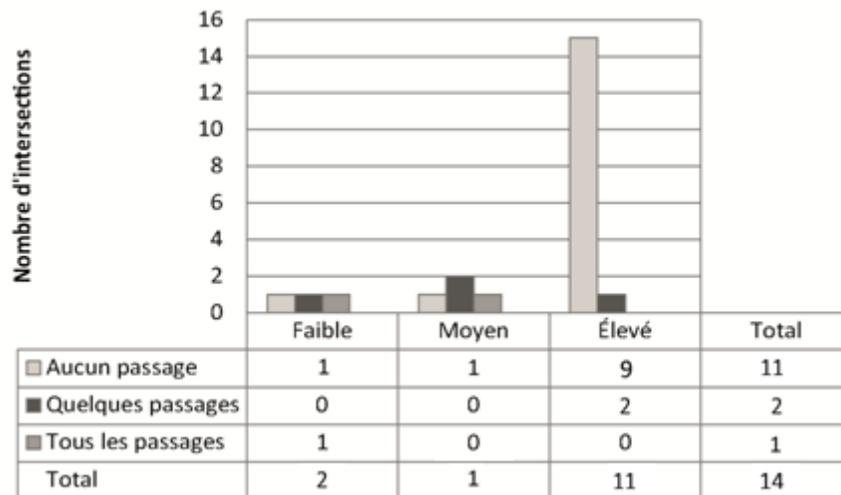


Figure 4.13: Présence du bouton d'appel selon l'indice de risque (N=14)
(Source : Karine Lachapelle 2014)

Pour la totalité des intersections étudiées, il est intéressant de constater que le temps alloué pour traverser la chaussée est suffisant pour les piétons enfants marchant à une vitesse plus lente soit une vitesse de marche d'au minimum de 0.9m/s. Ses intersections vont alors au-delà des exigences minimales du MTQ qui impose un temps minimal de 1,3m/s (Poulin et al. 1997).

En ce qui concerne la délimitation des passages pour piétons (figure 4.14), la majorité des 100 intersections sont marquées à 44% sur certains passages et à 54% pour tous les passages pour piétons. Il n'y a une intersection ne possédant aucun marquage au sol. D'ailleurs, on retrouve l'intersection ne possédant aucune délimitation du passage piétonnier sans marquage au sol dans la catégorie de risque élevé. Il s'agit de l'intersection Logan et Papineau dont la signalisation est absente. Toutefois, on retrouve 61% des passages pour piétons marqués à chacune des branches. Parallèlement, les indices de faibles risques sont ceux qui possèdent une plus grande proportion d'intersections avec un marquage partiel. On peut alors penser que, comme ce sont des rues locales, le besoin de marquage n'est pas aussi important. Les intersections avec risques moyens, elles, sont en grande majorité marquées totalement.

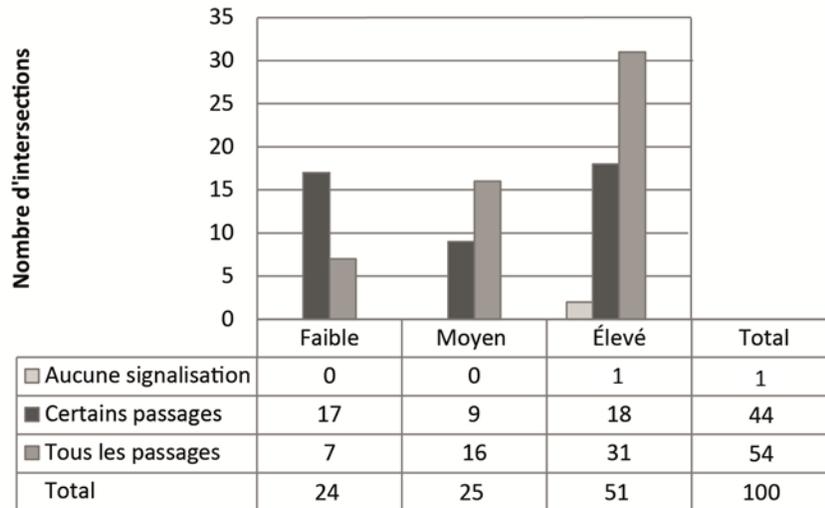


Figure 4.14: Délimitation du passage pour piétons avec marquage au sol selon l'indice de risque (N=100)

(Source : Karine Lachapelle 2014)

4.2.3 Tronçon

À l'échelle du tronçon, les 2 composantes représentant les variables liées à l'espace de protection pour le piéton, les mesures d'apaisement de la circulation et les éléments liés à la perception de la vitesse seront abordées.

Notons tout d'abord que toutes les intersections relevées dans cette étude présentent des trottoirs au niveau des tronçons. En fait, il existe bien une intersection qui n'a pas des trottoirs à tous ses tronçons. Il s'agit de la rue Port Royal Est à l'intersection de la rue Lille. Comme on le constate sur la figure 4.15, il n'y a pas de trottoir du côté paire. Or, l'absence de trottoir ne contrevient pas à la sécurité de l'enfant piéton puisqu'il s'agit du côté de la voie ferrée. Le piéton n'a pas à emprunter ce côté, c'est pourquoi, dans ce cas précis, aucun point n'a été enlevé pour l'absence de trottoir.



Figure 4.15 : Trottoir manquant sur la rue Port Royal au croisement de la rue Lille
(Source : Karine Lachapelle 2013)

Les mesures d'apaisement de la circulation au niveau du tronçon (figure 4.16), tout comme au niveau du passage pour piétons, sont plutôt rares. On en retrouve à 49 intersections, soit près de la moitié des 100 intersections étudiées. Ces mesures sont surtout implantées à un seul tronçon par intersection. Parmi les mesures d'apaisement implantées aux tronçons sur les intersections à l'étude, on dénombre 13 intersections avec des dos d'âne, 8 avec des saillies de trottoir, 7 avec des bollards et 25 avec des éléments de perception de la vitesse (piste ou bande cyclable, zone de séparation entre le trottoir et la chaussée et un terre-plein bordé d'arbre sur plus de la moitié du tronçon). La répartition des mesures d'apaisement ne prévalent pas d'un indice de risque à un autre. Ainsi, il semblerait que malgré la soustraction des points alloués aux mesures d'apaisement de la circulation à l'échelle du tronçon, cela ne permet pas de réduire suffisamment le pointage pour les intersections à indices élevé et moyen.

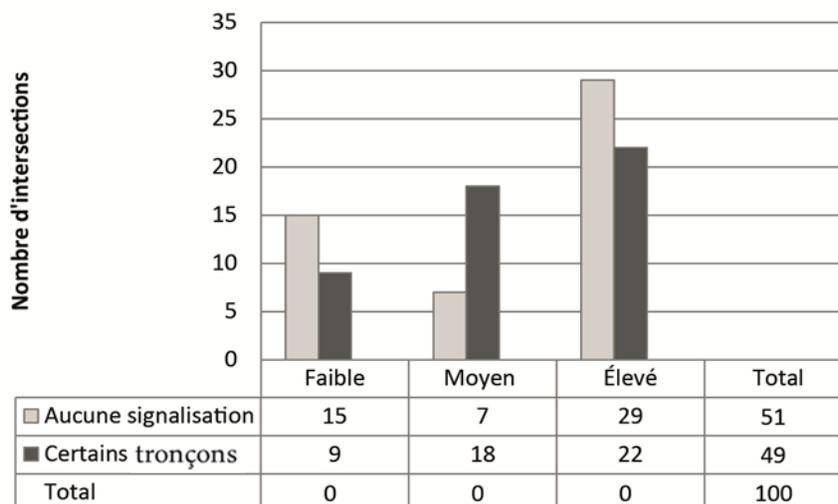


Figure 4.16: Mesure d'apaisement à l'échelle du tronçon (N=100)
(Source : Karine Lachapelle 2014)

4.3 Portraits des intersections à l'étude

Faisant suite à la description sommaire des variables ayant servies à mesurer nos 3 indicateurs de risque, cette section trace le portrait détaillé en donnant des exemples d'intersection pour chacune des catégories de risque.

4.3.1 Portrait des intersections à risque « élevé »

À la figure 4.17, on peut observer la localisation des intersections avec un indice de risque élevé. Des 51 intersections figurant dans l'indice de risque élevé, la pondération se situe entre 16,9 et 27,5. On retrouve des intersections croisant presque tout autant des artères que des collectrices et dans de rares cas, seulement 5 intersections, on retrouve uniquement des rues locales. Cet indice recueille 84% des intersections à 4 branches et il n'y a seulement que deux intersections avec des rues à sens unique. Les autres sont soit à double sens ou croisant une rue avec un sens unique. Les mesures d'apaisement de la circulation se retrouvent à 9 intersections aux passages pour piétons et 9 autres à l'échelle des tronçons. Il s'agit surtout de bollards centraux, une mesure qui n'a pas autant d'impact que certaines autres mesures d'apaisement telles que les refuges piétons ou les saillies par exemple (Zegeer 2002). On peut même trouver des îlots de canalisation à certaines intersections, un refuge piéton, des bollards (exemple sur la figure 4.18) et des saillies de trottoir (exemple sur la figure 4.19). À l'instar de ces mesures d'apaisement de la circulation, il est évident à la vue de ses photos que l'enfant piéton peut avoir de la difficulté à traverser la rue considérant notamment la chaussée d'une largeur importante. Malgré la soustraction des points alloués aux mesures d'apaisement de la circulation, des intersections avec des mesures d'apaisement de la circulation se retrouvent tout de même dans l'indice de risque « élevé ». La largeur moyenne des rues est de 14 mètres. On retrouve toutefois des rues d'une largeur très importante. Un grand nombre d'intersection ont des rues de plus de 14 mètres et la largeur maximale est de 27 mètres. Nonobstant la présence d'un terre-plein, le boulevard Tricentenaire au croisement de la rue Victoria serait amélioré grâce à un refuge pour piétons qui faciliterait la traversée des piétons (figure 4.20). Puis, malgré une hiérarchie des voies importantes avec la présence de nombreuses artères, la signalisation ne correspond pas à la recommandation d'implanter des feux de circulation automobiles et piétons avec bouton d'appel (Poulin et al. 1997). On retrouve seulement 10 intersections qui y

répondent. Puis, lorsque le feu piéton est présent aux artères, il n'y a généralement aucun bouton d'appel.

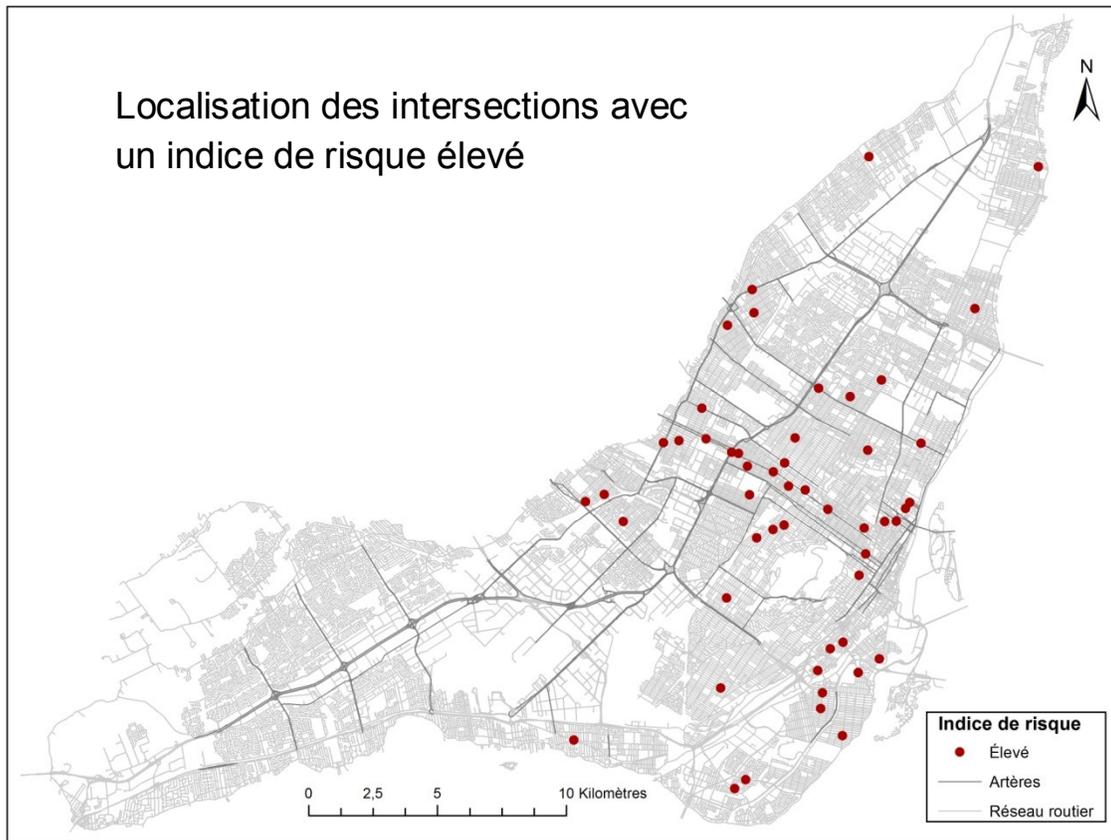


Figure 4.17 : Carte de localisation des intersections avec un indice de risque élevé (Source : Karine Lachapelle 2014)



Figure 4.18 : Exemple de bollard central sur le chemin de la Côte-Ste-Catherine à l'angle de la rue Légaré (Source : Google StreetView 2011)



Figure 4.19 : Exemple de saillie de trottoir rue Berri au coin de la rue Louvain
(Source : Google StreetView 2014)



Figure 4.20: Exemple de rue large de 27 mètres, à l'intersection
du boulevard Tricentenaire à l'angle de la rue Victoria
(Source : Karine Lachapelle 2013)

Par ailleurs, du point de vue de la visibilité, les intersections de ce sous-groupe sont à 84% restreintes par soit un objet, un bâtiment ou de la végétation qui encombre l'espace, une entrée charretière à un passage pour piétons ou l'absence de l'interdiction de stationnement à moins de 5 mètres. Pour démontrer certains problèmes liés à la visibilité, nous montrons quelques exemples en image. L'intersection de la rue Gatineau à l'angle de la rue Édouard-Montpetit ainsi que l'intersection Benoît à l'angle de la rue Ménard représentent bien les problèmes causés par la végétation (figures 4.21 et 4.22). Il y a également certains cas où ce sont les bâtiments qui nuisent à la visibilité du piéton. Le bâtiment situé, notamment, au coin de la rue Ontario et de la rue Plessis en est un exemple (figure 4.23).



Figure 4.21 : Entrave à la visibilité à l'intersection de la rue Gatineau et Édouard-Montpetit (Source : Google Streetview 2011)



Figure 4.22 : Entrave à la visibilité à l'angle de la rue Benoît et Ménard (Source : Karine Lachapelle 2014)



Figure 4.23 : Entrave à la visibilité à l'intersection de la rue Ontario et Plessis (Source : Karine Lachapelle 2014)

4.3.2 Intersections types d'une intersection à indice de risque « élevé »

Trois exemples différents sont présentés parmi les intersections ayant un indice de risque élevé. Ces exemples permettront de ressortir les variables ayant donnés le plus de points et de les mettre en lien avec la sécurité des enfants piétons.

4.3.2.1 Intersection des rues David-Boyer et de l'avenue Dollard

Cette intersection possède un score de 20. Elle obtient ses points par :

- la hiérarchie des voies croise une collectrice avec une rue locale engendre un débit important de la circulation;
- le double sens de la rue Dollard rend plus difficile la traverser pour des piétons;
- la largeur moyenne des chaussées (17 mètres) impose une exposition plus longue des enfants sur la chaussée augmentant ainsi les risques d'accident;
- les entrées charretières situées directement à l'intersection de la rue Dollard, comme on peut le voir sur la figure 4.24, empiète le trottoir. Ainsi, les enfants piétons marchant sur le trottoir peuvent être surpris à tout moment par un véhicule. Plus encore, cette entrée charretière est une entrée commerciale, on peut alors s'attendre à ce que le flux de véhicule soit plus fréquent qu'une entrée privée.



Figure 4.24: Entrée charretière empiétant le trottoir rue Dollard
(Source : Google StreetView 2011)

4.3.2.2 Intersection des rues Girouard et Sherbrooke

Le pointage cumulé pour cette intersection est de 25. Les points cumulés sont faits par :

- les 4 branches augmentent les risques de conflits entre les usagers à l'intersection;
- la hiérarchie des voies croisant des artères implique un débit de la circulation très élevé;
- les doubles sens de ses 4 branches sont également liés aux difficultés de traverser une rue pour les enfants;

- la largeur moyenne de ses voies expose davantage l'enfant sur la chaussée et augmente par le fait son risque d'accidents. La largeur de la rue Girouard est de 16 mètres alors que la rue Sherbrooke fait 21 mètres de large (visible à la figure 4.25);
- le bouton d'appel est absent alors que sa présence aurait pu faciliter la traversée comme le recommande Mackay et al. (2003);
- la restriction de stationnement à moins de 5 mètres n'est pas indiquée par la signalisation, un véhicule stationné pourrait ainsi empêcher de voir un enfant traverser.



Figure 4.25: Intersection des rues Girouard et Sherbrooke
(Source : Google StreetView 2012)

4.3.2.3 Intersection des rues Fullum et Logan

L'intersection des rues Fullum et Logan a obtenu 26 points. Ils ont été obtenus par :

- l'intersection croise une collectrice avec une rue locale offrant ainsi une rue avec un débit considérable de la circulation automobile;
- le double sens de la rue Logan rend plus difficile la traverser pour les piétons;
- la visibilité est un problème majeur pour cette intersection. Elle cumule un bon nombre de son pointage élevé par cet aspect. Une station Bixi bloque la visibilité d'un piéton qui voudrait traverser la rue comme on peut le voir sur la figure 4.26. Quant à la rue Fullum, la marge de recul du bâtiment sur le coin de la rue et de la végétation réduisent la visibilité d'un piéton enfant, surtout si celui-ci surgit en courant comme on peut le voir sur la figure 4.27.



Figure 4.26 : Une station Bixi bloque la vue des piétons sur la rue Fullum à l'angle de Logan
(Source : Karine Lachapelle 2014)



Figure 4.27 : Un bâtiment et la végétation entravent la vue de l'intersection de la rue Logan et de la rue Fullum
(Source : Google StreetView 2011)

4.3.3 Intersection « type » des intersections à indice de risques moyen

À la figure 4.28, on peut voir la localisation des intersections avec un indice de risque moyen. Le score des intersections ayant un indice de risque moyen varie de 12,6 à 16,7. On retrouve 25 intersections à risque « moyen » parmi les 100 étudiées. Les rues sont d'une largeur moyenne de 13 mètres. On note qu'il y a surtout des intersections à 4 branches avec presque autant de rues sans sens unique qu'une intersection qui croise au moins une rue avec un sens unique. La délimitation du passage pour piétons est toujours marquée au moins partiellement, mais dans plus de la majorité des cas, elles sont marquées à tous les passages pour piétons. Les mesures d'apaisement de la circulation retrouvées à ces intersections sont implantées à quelques passages. Les mesures d'apaisement de la circulation au niveau du tronçon se retrouvent à 10

intersections. En termes de signalisation, on a surtout des intersections croisant des rues collectrices. La signalisation privilégiée dans cet indice de risque est les panneaux d'arrêt et les panneaux passages pour piétons avec seulement 18% de feux de circulation. En ce qui concerne la visibilité, on retrouve seulement 3 intersections avec entrées charretières et une autre avec obstruction à la visibilité. La vitesse maximale permise est principalement de 30 km/h, mais on retrouve toutefois une intersection ayant une vitesse maximale de 40 km/h et une autre de 50 km/h.

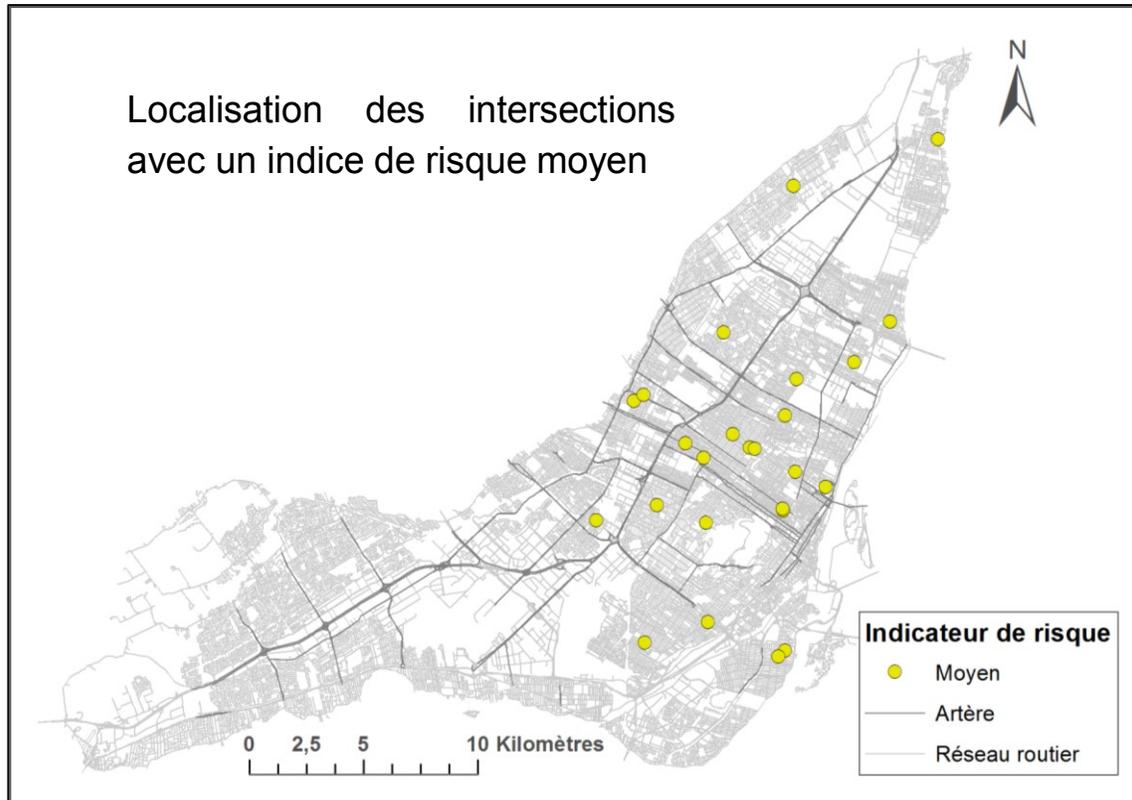


Figure 4.28: Carte de localisation des intersections à risque moyen
(Source : Karine Lachapelle 2014)

4.3.3.1 Intersection du boulevard Rodolphe Forget et de l'avenue Louis-Desaulles

L'intersection du boulevard Rodolphe Forget et l'avenue Louis-Desaulles a un pointage de 15,5. Les points les plus importants accumulés sont les suivants :

- les doubles sens de ses rues rendent la traversée plus difficile pour l'enfant;
- la hiérarchie du boulevard Rodolphe-Forget est une collectrice offrant ainsi un débit de circulation important;

- la largeur de la chaussée du boulevard Rodolphe-Forget fait 28 mètres (voir figure 4.29) augmente considérablement le risque pour le piéton. La largeur du terre-plein permet, toutefois, informellement, d'effectuer la traverser en deux temps;
- la délimitation du passage piétonnier ne figure pas à tous les passages de l'intersection, comme on le constate à la figure 4.30, alors qu'elle permet d'indiquer clairement le lieu de traverser aux enfants;
- la signalisation du boulevard Rodolphe-Forget ne possède qu'un panneau de signalisation alors que nous accordons une préférence aux collectrices signalisées par des feux de la circulation automobile.

Plus encore, l'intersection se voit même octroyer une soustraction de points :

- Son terre-plein bordé d'arbres visible sur la figure 4.31 permet de soustraire quelques points puisque la présence d'arbre permet joue un rôle sur les perceptions de la vitesse des conducteurs.



Figure 4.29 : Boulevard Rodolphe-Forget fait 28 mètres de large
(Source : Google 2012)



Figure 4.30 : L'avenue Louis-Desaulles n'est pas délimité par un marquage au sol
(Source : Google 2012)



Figure 4.31 : Le terre-plein du boulevard Rodolphe-Forget est bordé d'arbre sur plus de la moitié du tronçon
(Source : Google 2012)

4.3.2.3 Intersection de l'avenue Balfour et du chemin Regent

L'intersection de l'avenue Balfour et du chemin Regent a un pointage de 12,84. Les points cumulés figurent parmi :

- le double sens de ses rues rendent plus difficile la traversée des piétons;
- la largeur de ses rues ayant une moyenne 9 mètres est une large moyenne;
- la délimitation de ses passages pour piétons n'est pas soulignée par un marquage au sol à tous ses passages pour piétons alors qu'elle fournit aux enfants des balises claires sur le bon endroit où traverser;
- les entrées charretières privées, visible sur la figure 4.32, sont susceptibles d'entravées la visibilité;
- aucun règlement clair n'indique l'interdiction de stationner dans les 5 mètres de l'intersection, de cette façon un véhicule peut se stationner en omettant le règlement.



Figure 4.32: Une des entrées charretières de l'avenue Balfour et du chemin Regent
(Source : Karine Lachapelle 2014)

4.3.3 Intersection « type » des intersections à indice de risque faible

À la figure 4.33, on peut observer la distribution des intersections avec indice de risque faible. Les scores les plus faibles se situent entre 7 et 12,2 points. Le portrait global des 24 intersections ayant un indice de risque faible possède des intersections surtout composées de 4 branches. Il y a au moins 62% d'intersections qui croisent au moins un sens unique alors que pour 2 d'entre elles, toutes les rues sont à sens unique. Les intersections dont la circulation est à double sens sont donc plutôt rares, on en retrouve à 7 intersections. La composition de la hiérarchie des voies est surtout locale avec seulement 33% des intersections qui croisent une collectrice et aucune artère. Pour la signalisation des rues, on retrouve particulièrement des panneaux d'arrêt ou des panneaux passage pour piétons, à quelques exceptions près. Trois intersections possèdent des feux de signalisation automobile dont l'une d'elles a également des feux piétons à deux de ses passages pour piétons. La largeur moyenne des tronçons pour cet indice est de 10 mètres ce qui est plus petit que les 2 autres indices de risque. La délimitation du passage pour piétons avec un marquage est surtout partielle avec un taux de 29% d'intersections ayant des marquages à tous les passages pour piétons. Pour les mesures d'atténuation de la circulation, on ne retrouve qu'une intersection avec des mesures implantées à tous ses passages pour piétons (figure 4.34). Autrement, les mesures sont surtout présentes pour certaines traverses seulement. Au niveau du tronçon, cinq intersections ont des mesures implantées et 12 intersections n'en présentent aucune. L'indice avec de faibles risques a une excellente visibilité aux intersections. Les intersections sont exemptes d'entrée charretière et d'objet, bâtiment ou végétation susceptibles de nuire à la visibilité des piétons (Figure 4.35). La

seule faille possible en ce qui concerne la visibilité est que 18 intersections ne présentent pas clairement des interdictions de stationnement à tous ses passages pour piétons. Toutefois, c'est possible de résorber le problème en ajoutant une signalisation adéquate. La limite de vitesse maximale permise est également moins rapide.

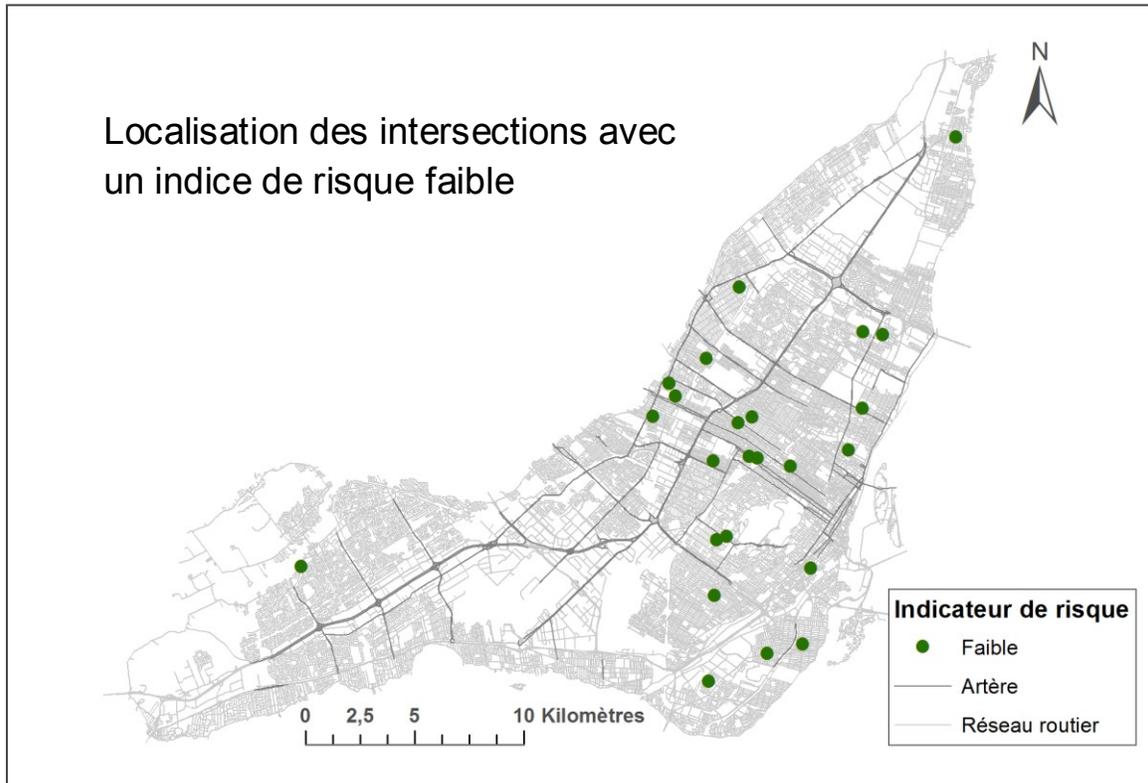


Figure 4.33: Carte de localisation des intersections à indice de risque faible (Source : Karine Lachapelle 2014)



Figure 4.34 : Groupe de photos illustrant les saillies de trottoir et les rues étroites de l'intersection des rues Drolet et Roy est (Source : Google StreetView 2012)



Avenue d'Outremont et rue Ball
(Source : Google 2011)



Rue Deguire à l'angle de Décarie
(Source : Google 2012)

Figure 4.35 : Groupe de photos d'intersection à faible risque
offrant un bon dégagement visuel

4.2.3.1 Intersection de l'avenue de Gaspé et de la rue de Castelnau Est

Les points obtenus par cette intersection sont de 10,17 points. Ces derniers sont tributaires aux caractéristiques suivantes le nombre de branche s'élevant à 4, le double sens de la rue de Castelnau Est, ses passages pour piétons ne sont pas tous délimités par un marquage au sol comme on le constate à la figure 4.36 et la largeur moyenne des chaussées de l'intersection sont plus moyens. Toutefois, malgré ses quelques points accumulés, l'intersection se démarque plutôt par la soustraction de ses points :

- les saillies de trottoir, implantées sur 2 de ses passages pour piétons comme on le voit sur la figure 4.37, permettent notamment de rendre plus visible le piéton;
- les arbres bordés sur plus de la moitié de la chaussée fournissent aux conducteurs un indice sur la perception de sa vitesse.



Figure 4.36 : Exemple d'absence de la délimitation du passage pour piétons à l'intersection
de l'avenue de Gaspé et de la rue de Castelnau Est
(Source : Google 2011)



Figure 4.37 : Les saillies de trottoir de l'intersection de l'avenue de Gaspé et de la rue de Castelnau Est
(Source : Google 2011)

4.3.3.2 Intersection de l'avenue Laurier Est et de la rue Berri

Cette intersection a le pointage le plus faible de toutes les intersections soit de 8 points. À l'exception des points pour ses 4 branches, l'intersection de l'avenue Laurier Est et de la rue Berri n'ont que les points minimaux des éléments pondérés. L'intersection se caractérise surtout par :

- la largeur moyenne très étroite de sa chaussée de 6,6 mètres rend le piéton peu exposé réduisant considérablement son risque d'accidents;
- les sens uniques de ses rues rendent plus facile la traversée du piéton, car il n'a qu'un seul sens de la circulation à considérer;
- les mesures d'apaisement de la circulation aident également à réduire la chaussée rendant alors l'intersection plus sécuritaire.

En plus de présenter son faible pointage, la présentation de l'intersection de l'avenue Laurier Est et de la rue Berri, visait également à démontrer comment les bienfaits et de l'augmentation de la sécurité, visible sur les figures 4.38 et 4.39. L'arrondissement du Plateau-Mont-Royal a initié un important projet visant la sécurité de ses rues résidentielles par un réaménagement

complet dont fait partie l'intersection présentée (Boisvert-Croteau 2011). La rue Laurier est devenue un sens unique. La largeur de la chaussée est passée de 14 mètres à 6,5 mètres avec l'intégration d'une bande cyclable de chaque côté de la rue laissant une largeur minimale aux conducteurs. La rue Berri à la hauteur de la rue Bibaud a vu son flux de circulation dévié. De plus, la réduction de la chaussée a permis l'élargissement du trottoir et l'implantation d'une végétation pour couper le trottoir de la circulation sur la chaussée. Ces interventions ont facilité la traversée de la rue pour les enfants tout en apaisant la circulation au niveau des passages pour piétons ainsi que les tronçons de cette intersection.



Figure 4.38 : Avant le réaménagement de l'intersection des rues Berri et Laurier (Source : Google 2009)



Figure 4.39 : Après le réaménagement de l'intersection des rues Berri et Laurier (Source : Karine Lachapelle 2014)

4.4 Le rôle du brigadier dans les sous-groupes d'intersection

À l'égard de ce qui précède, pour l'indice de risque élevé et moyen, on a constaté que le brigadier scolaire relève des points de danger plus importants au niveau de la visibilité et des chaussées plus larges que dans l'indice à faible risque. Ce sous-groupe d'intersections (faible risque) présente, notamment, des intersections sans aucune entrave à la visibilité liée soit aux bâtiments, à la végétation ou tout autre élément pouvant bloquer la vue de l'enfant lors de sa traversée à l'exception des véhicules stationnés illégalement à moins de 5 mètres du passage pour piétons.

Pour bien démontrer la différence dans le rôle du brigadier scolaire selon son indice de risque, un exemple de son rôle sera démontré. Les coupes transversales et aériennes d'une intersection dont l'indice de risque est élevé et une autre dont l'indice est à faible risque sont comparées pour la même échelle. L'intersection Sherbrooke Ouest à l'angle de l'avenue Girouard fait foi de l'intersection à risque élevé et pour l'intersection à faible risque, l'intersection Drolet et Roy servira d'exemple. On constate des différences quant aux risques lors de la traversée de ces intersections tant pour les enfants piétons qui utilisent ce passage que pour le brigadier scolaire qui doit le surveiller. Sur la figure 4.40, l'intersection à indice élevé Sherbrooke Ouest et Girouard, on remarque que le piéton enfant est exposé à davantage de risque de conflit avec les autres usagers de la route avec ses rues d'une largeur importante, ses nombreuses voies de circulation et ses rues à double sens. Le brigadier doit être vigilant lors de la traversée des enfants puisque cette intersection comporte de nombreux risques. On peut également difficilement imaginer l'absence du brigadier scolaire adulte à cette intersection considérant les difficultés à traverser. Toutefois, avec l'intersection Drolet et Roy Est, représentée à la figure 4.41, avec ses rues plus étroites et ses rues à sens unique, on perçoit une différence inhérente au niveau du risque. Les sources de dangers y sont moins nombreuses.

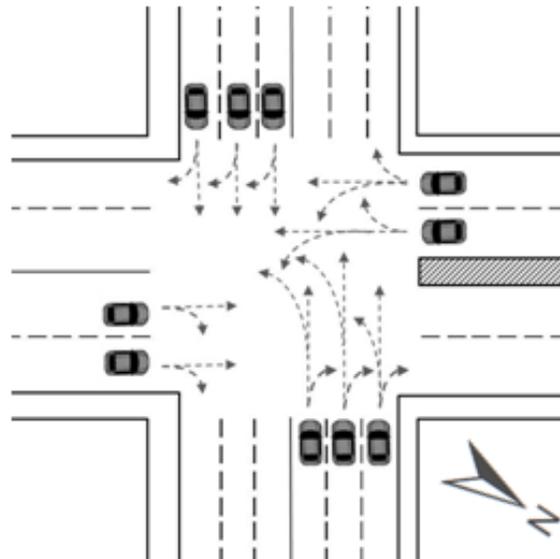
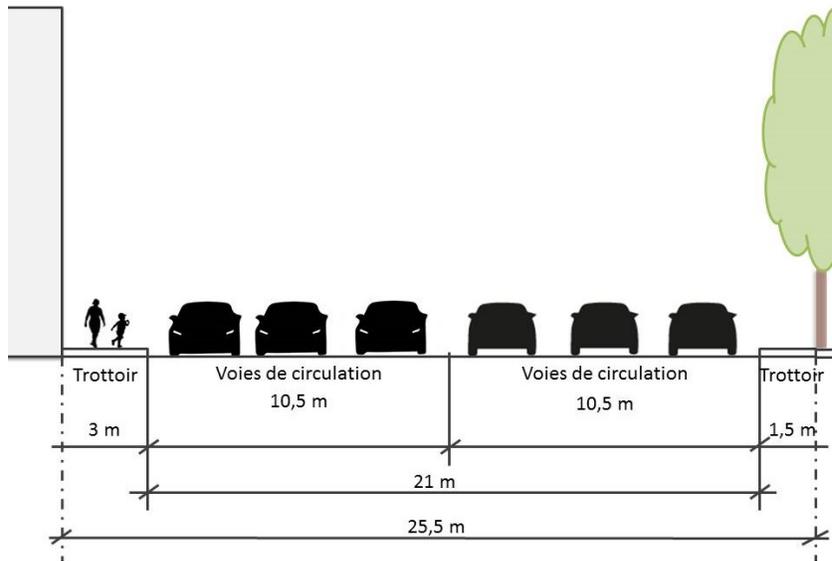


Figure 4.40: Vue transversale de la rue Sherbrooke (vers le sud-ouest) et vue aérienne de l'intersection Sherbrooke Ouest et l'avenue Girouard (Source : Karine Lachapelle 2014)

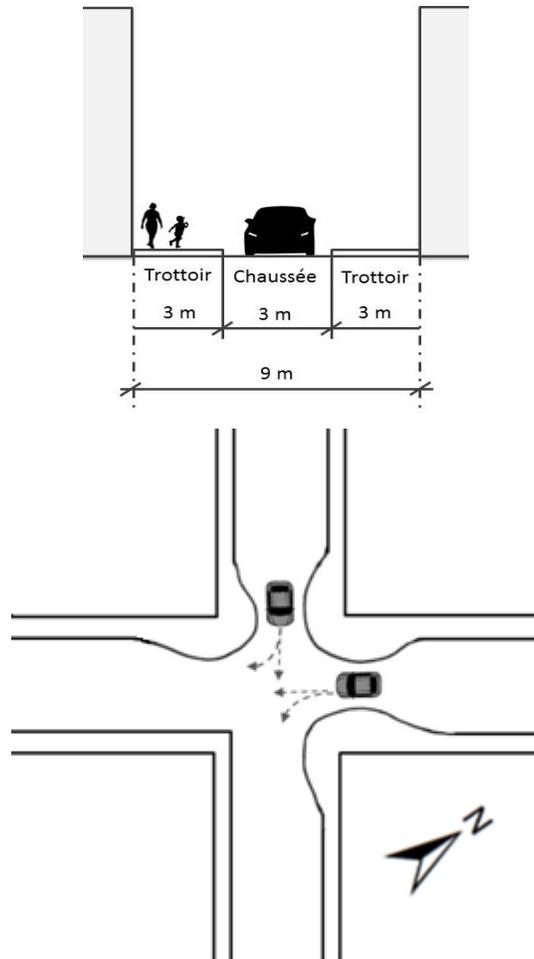


Figure 4.41: Vue transversale de la rue Drolet (vers le nord-ouest) et vue aérienne de l'intersection Drolet et Roy Est
(Source : Karine Lachapelle 2014)

En définitive, la présentation des résultats des intersections étudiées nous a permis de dresser un portrait détaillé des différents indices de risque. Les données récoltées par le travail de terrain nous ont montré qu'il existe bien trois types de risque distincts. Effectivement, il apparaît une différence notable entre les indices de risque. L'indice de risque élevé nous montre des intersections avec une plus grande accumulation de facteurs de risque liés aux enfants piétons. L'indice de risque faible cumule peu de facteurs de risque. Puis, quant à l'indice de risque moyen, il se situe entre les deux types de risques. Ainsi, les sous-groupes d'intersection à indice moyen et élevé bénéficient de la présence du brigadier scolaire adulte puisqu'il pallie à la sécurité routière. Quant au sous-groupe d'intersections à indice faible, plus facile à traverser que les autres sous-groupes d'intersections, il présente des intersections où le besoin du brigadier scolaire est possiblement à revoir. Finalement, ceci nous a permis de cerner les

intersections comportant moins de risques pour les piétons enfants pour ainsi libérer les postes de brigadier scolaire afin de les repositionner à des intersections ayant plus de risques.

CHAPITRE 5 : DISCUSSION ET LIMITES

Rappelons que le brigadier scolaire adulte joue un rôle considérable dans la sécurité des enfants d'âge primaire. Le brigadier pallie aux problèmes de sécurité routière et aux facteurs de risque liés à la condition des enfants, surtout des plus jeunes. Cette recherche visait donc plus précisément à évaluer le risque pour les enfants piétons aux intersections avec brigadiers scolaires adultes sur l'île de Montréal à partir d'un échantillon de 100 intersections. Plus précisément, nous vérifions s'il y avait des intersections plus pertinentes que d'autres afin de pouvoir reconsidérer la présence du brigadier scolaire aux intersections considérées moins dangereuses. Ce dernier chapitre revient sur les apports de cette recherche.

5.1 Existe-t-il des intersections plus pertinentes que d'autres?

Par cette étude, il est possible, à partir d'observations faites sur le terrain, d'évaluer les intersections avec brigadiers scolaires adultes selon les facteurs de risque reconnus dans la littérature et de démontrer qu'il existait des intersections avec brigadiers scolaires qui n'ont pas un niveau de risque aussi important que d'autres. En effet, avec nos résultats, il a été possible d'identifier trois sous-groupes d'intersections distincts avec un indice de risque élevé, moyen et faible.

En réponse aux questions de recherche, nous avons émis l'hypothèse qu'il existait des intersections avec brigadiers scolaires qui étaient moins pertinentes en fonction du risque potentiel. En parcourant la littérature scientifique sur la sécurité routière des enfants piétons, nous avons constaté des lacunes dans les méthodes d'évaluation utilisées par la SAAQ pour déterminer la présence ou non d'un brigadier scolaire adulte. Certains éléments, qui nous semblent pertinent dans l'évaluation du risque chez les enfants d'âge primaire, ne sont pas abordés dans leur processus d'évaluation. C'est pourquoi nous proposons notre propre grille d'évaluation du risque d'une intersection.

À la lumière de nos résultats, force est de constater qu'il existe des intersections dont la présence du brigadier scolaire est indispensable. En effet, les résultats indiquent trois sous-groupes d'intersections avec un indice de risque distinct. Les intersections avec un indice de risque élevé et moyen présentent deux facteurs préoccupants pour la sécurité des piétons: la largeur et la visibilité. En contrepartie, les mesures d'apaisement de la circulation sont peu

présentes et ne sont pas toujours efficaces pour réduire le risque (sur des artères par exemple). D'ailleurs, lorsque des mesures d'apaisement sont présentes aux intersections présentant un indice de risque moyen ou élevé, ce sont des mesures d'apaisement qui ont un moins grand impact sur la circulation comme les bollards (Zegeer 2002). Ainsi, aux intersections ayant un indice de risque moyen ou élevé, la présence du brigadier est indispensable pour pallier à ces problèmes.

Les résultats du sous-groupe d'intersection avec un faible indice de risque présentent peu de facteurs de risque et apparaissent plus sécuritaires pour les enfants piétons. Le brigadier scolaire n'est donc pas indispensable à ces intersections. Nous proposons alors le retrait du brigadier scolaire lorsqu'un nouveau besoin se présente. Ayant conscience qu'il existe un débat politique autour du retrait du brigadier scolaire adulte à une intersection, nous proposons des recommandations pour pallier l'absence du brigadier scolaire à long terme.

5.2 Recommandations pour retirer le brigadier scolaire aux intersections à « faible » risque

L'abolition d'un passage pour piétons avec brigadier scolaire peut entraîner un débat émotif au sein de la communauté comme nous l'avons vu lorsque le Comité exécutif a souhaité retirer la présence du brigadier scolaire à certaines intersections (SAAQ 2002; Bonneau 1999). La sécurité des enfants étant primordiale, c'est pourquoi cette section présente quelques recommandations qui pourraient favoriser l'appui de la communauté. On ne peut également faire fi des sommes importantes allouées pour le programme de brigadiers scolaires adultes. Ainsi, opter pour des solutions alternatives pour les intersections qui sont à « faible » risque, pour celles qui n'en possèdent pas déjà ou peu, serait une bonne façon d'optimiser l'efficacité du programme en transférant les brigadiers scolaires à des intersections ayant de plus grands besoins.

L'environnement influence le risque de blessés chez les enfants piétons. Pour diminuer le risque, il est possible d'intervenir sur l'environnement. Par exemple, les mesures d'apaisement de la circulation favorisent et renforcent les déplacements sécuritaires (ITF 2005). De nombreuses études scientifiques démontrent leur efficacité pour réduire le risque d'accident (Retting et al. 2003; Burigusa et al. 2011; Elvik 2001; Jones et al. 2005; Preston 1995; Tester et al. 2004; Ewing 2000; Webster et Mackie 1996). Même si le risque aux intersections avec un faible indice de risque est minime, il en existe néanmoins un. Donc, avant de retirer la présence

du brigadier scolaire à une intersection, il est possible d'intervenir sur l'environnement en implantant des mesures d'apaisement de la circulation pour un maximum de sécurité aux intersections et aux tronçons qui convergent en direction de cette intersection. Ainsi, ce type d'aménagement diminuerait le risque de collision lors des déplacements sur le chemin entre l'école et la maison. En plus, les aménagements perdurent dans le temps contrairement à la présence du brigadier scolaire qui n'est présent que sur les heures d'entrées et de sorties de classe des élèves.

5.3 Limites de la recherche et pistes de recherches futures

Au cours de cette étude, nous avons été confrontés à des limites liées aux données. À cet effet, dans de prochaines études, nous pourrions aller encore plus loin. Bien que nos résultats tiennent la route et que nos intersections sont représentatives, l'une des limites que pose notre méthodologie est qu'il s'agit d'une recherche exploratoire. Nos résultats se basent sur un échantillon de 100 intersections alors qu'il en existe 521 intersections sur l'île de Montréal. Il s'agit d'un peu moins de 1/5 des intersections avec brigadier scolaire. Les résultats pourraient être confirmés par d'autres travaux complémentaires en évaluant, par exemple, toutes les intersections et même des intersections dont le brigadier scolaire n'est pas présent.

N'ayant ni les effectifs ni le temps nécessaire pour obtenir certaines données, nous avons composé avec les données disponibles qui se rapprochaient le plus aux données souhaitées. Nous avons donc dû faire le deuil de certaines autres données qui aurait pu être très intéressantes à explorer. Par exemple, on note le débit de la circulation automobile qui n'a pu être compté. Pour cette étude, nous nous sommes servis de la classification des voies qui fournit un indice sur le débit (Mackay et al. 2003), mais il aurait été préférable de calculer le débit réel de la circulation aux intersections aux heures d'entrées et de sorties des classes pour être en mesure d'évaluer le risque de conflit potentiel entre les véhicules et les piétons enfants.

Dans le même ordre d'idée, on retrouve parmi nos limites de données la vitesse de la circulation automobile. La vitesse réellement pratiquée par les véhicules routiers aurait permis d'obtenir un meilleur constat de la situation de l'intersection. En fait, dans son document, Bass (1993b) expose la problématique du comportement des conducteurs allant à l'encontre de la réglementation prescrite que ce soit pour la vitesse ou la signalisation. Lors des groupes de discussion, les brigadiers scolaires nous ont affirmé que de nombreux conducteurs ne semblaient pas respecter les limites de vitesse prescrites.

On compte également le nombre d'écoliers traversant à l'intersection comme variable intéressante à explorer dans une autre étude. Pour des raisons de coûts et d'efficacité, on recommande qu'un passage pour piétons avec brigadier scolaire soit aboli s'il y a moins de 15 enfants qui l'emprunte (Bass 1993, Bonneau 1999; SAAQ 2002). Selon Bass (1993), on ne peut justifier l'abolition d'un passage pour piétons avec brigadiers scolaires adultes uniquement pour un nombre insuffisant d'écoliers. Il nous était impossible de faire le compte du nombre d'écoliers passant sur 100 intersections aux heures d'entrées et de sorties de classe du matin, du midi et du soir. L'idée du comptage du nombre de piétons a été laissée de côté.

Dans un autre ordre d'idée, l'une des données recueillies sur le terrain a dû être abandonnée : le corridor scolaire. En principe, le balisage des trajets scolaires sert à fournir une indication sur des trajets scolaires sécuritaires pour les écoliers (Bonneau 1998). Plus précisément, on définit le corridor scolaire comme un «parcours terminal, pédestre ou cyclable, regroupant des portions de trajets scolaires convergeants tous vers le même établissement d'enseignement scolaire» (Lemay 2009). Or, en faisant une recherche sur les corridors scolaires, il nous a été donné de constater, en communiquant avec les responsables des corridors scolaires, que ce type de panneau ne représente plus la réalité.

De plus, sachant que la pondération est relative, elle pose ses limites. Le choix des valeurs attribuées aux variables est subjectif et est susceptible d'influencer nos résultats. Il est donc possible que le poids de certaines variables comme les mesures d'apaisement de la circulation ne soit pas assez élevé en comparaison au poids donné pour la visibilité. Nonobstant cette subjectivité, nos points sont tout de même basés sur la relation de risque consulté dans la littérature scientifique. Qui plus encore, le raisonnement de notre pointage est basé sur les relations du risque dans la littérature scientifique. Néanmoins, dans cette étude, nous avons testé trois types de pondération avant de faire notre choix final. À cet effet, nous avons tout de même une certitude quant aux résultats. Par contre, dans de futures recherches, et avec davantage de temps, il serait intéressant d'effectuer différents types de pointage.

CONCLUSION

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons vu que l'enfant était de plus en plus reconduit sur le chemin entre l'école et la maison en automobile. Les parents craignant la sécurité routière aux abords des écoles primaires privilégient l'automobile pour reconduire leur enfant (Buissière et al. 2008; Clifton et Keamer-Fults 2007; Cloutier, Bergeron et Apparicio 2011; Cloutier et Apparicio 2008; Lemay 2009; McMillan 2007). Or, en observant les accidents de la route chez les enfants piétons, on a vu qu'il s'agissait d'un phénomène rare, mais qu'il se produisait surtout les jours de classe aux heures d'entrées et de sorties de l'école (Burigusa et al. (011). Nonobstant la faible quantité d'accidents, on a toutefois observé que l'enfant piéton avait une condition qui lui est particulière. En tant que piéton, l'enfant fait face à un risque plus grand que les piétons adultes en raison d'une vulnérabilité supplémentaire causée par son développement physique, cognitif et son manque d'expérience sur la route (Barton et al. 2013; Cloutier et Apparicio 2008; Demetre 1997; Dunbar, Hill et Lewis 2001; Granié 2013; Burigusa 2011; ITF 2005; Macpherson, Roberts et Pless 1998; Roberts et Pless 1998; Rosenbloom et al. 2008; SAAQ 2013; Thomson et al. 2005; Vélo Québec 2009). Pour protéger les enfants, il existe différentes stratégies. On pense alors à des approches globales qui visent plusieurs aspects de la sécurité routière tels que Safe Route To School ou À pied, à vélo, ville active (Bergeron et al. 2013; McMillan 2005; Royer et al. 2011; Vélo Québec 2014), alors que d'autres programmes visent plutôt des aspects précis de la sécurité comme les mesures d'apaisement de la circulation ou le programme de brigadier scolaire (Dumbaugh et Frank 2007).

Le brigadier scolaire adulte était au cœur de notre recherche. Cette étude a tenté de faire le point sur l'évaluation des intersections avec brigadiers scolaires adultes comportant moins de facteurs de risque en vue de libérer des postes pour les positionner aux intersections ayant de nouveaux besoins. Une politique salariale oblige à conserver le même nombre de brigadiers scolaires sur le territoire montréalais (Bonneau 1999). Ainsi, advenant de nouveaux besoins, il doit obligatoirement y avoir l'abolition d'un poste pour qu'un brigadier scolaire puisse être relocalisé à la nouvelle intersection. Cela peut alors engendrer des temps d'attente. Qui plus est, certaines lacunes reposent sur la façon dont sont évaluées les intersections avec brigadiers scolaires. Les responsables d'évaluer les intersections avec brigadiers scolaires, soit les postes de quartier, doivent composer avec un manque d'effectifs et reprennent, dans certains cas, les évaluations des années antérieures (Bonneau 1999). On peut donc s'imaginer que certaines intersections ne sont plus aussi indispensables que d'autres. Nonobstant cette problématique,

on sait aussi que malgré la présence de critères de la SAAQ dans l'évaluation des intersections, il existe des pressions provenant du milieu qui pèsent lourd dans la balance. Cette étude répond donc à la problématique de l'évaluation des intersections avec brigadiers scolaires adultes sur le territoire montréalais. Notre démarche s'articulait autour de la question de recherche suivante : est-ce qu'il y a des intersections plus pertinentes que d'autres? Cette première question nécessitant une autre question : quel est le risque aux intersections avec brigadiers scolaires adultes en tenant compte des caractéristiques de l'environnement routier? La deuxième question devra ainsi être répondue avant la première.

La SAAQ est la seule à proposer une méthodologie pour évaluer les intersections avec brigadiers scolaires adultes. Néanmoins, en constatant les éléments relevés de la recension des écrits sur les piétons et les piétons enfants, ils ne correspondaient pas tout à fait à l'évaluation proposée. C'est pourquoi, afin de répondre à nos questions de recherche, nous avons privilégié la création de notre propre grille d'évaluation des intersections développée à partir de cette recension des écrits. Ensuite, à partir de cette grille, il s'agit de relever l'information de la grille sur le terrain en la complétant par des informations recueillies sur les bases de données. Trois différents types d'analyses ont été vérifiés pour analyser les intersections : la CAH et deux pondérations. Un type d'analyse s'est démarqué par rapport aux deux autres en fonction de la normalité de sa distribution ainsi que sa correspondance avec les accidents.

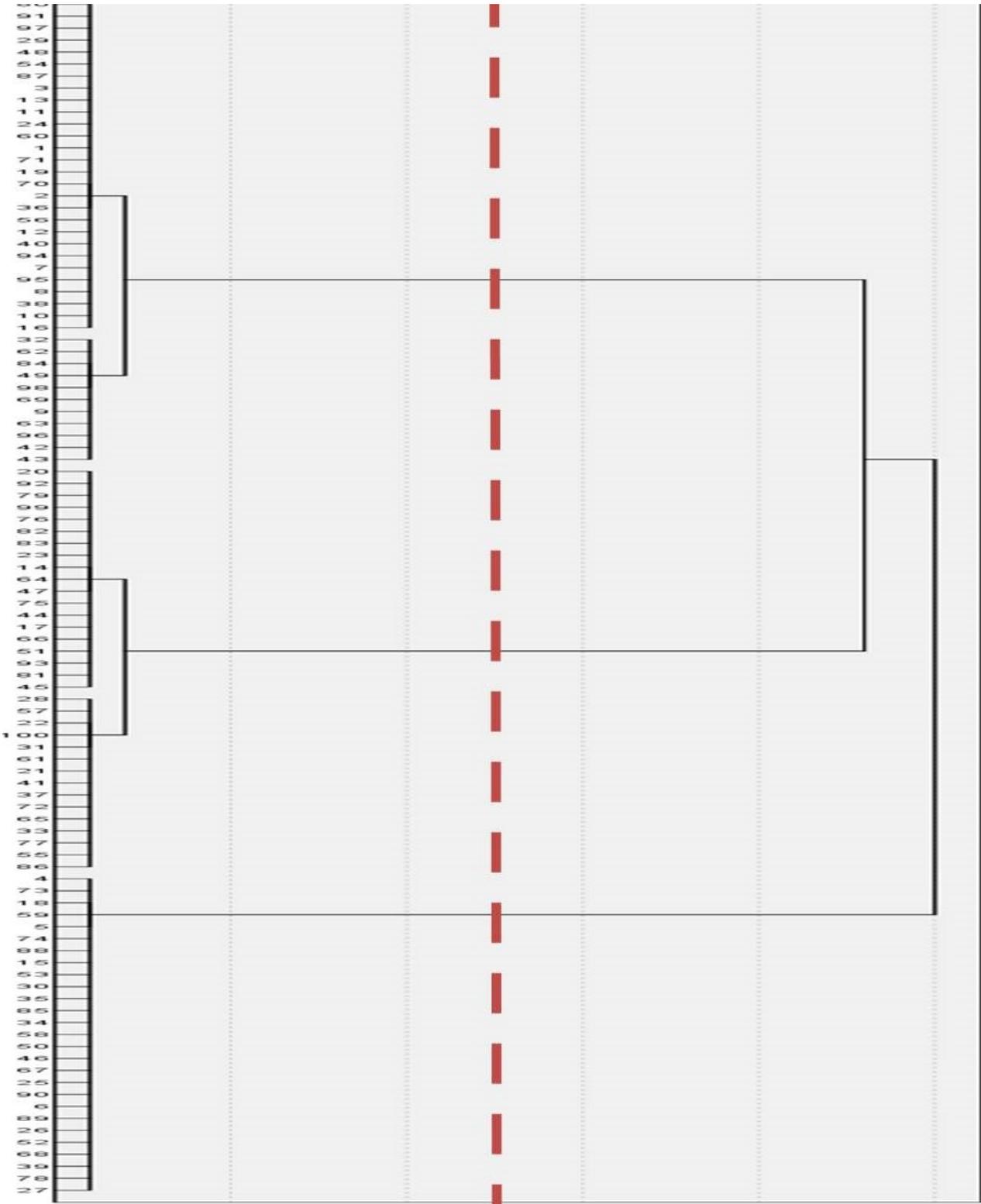
À la vue de ces résultats, il est certes possible de distinguer trois types de sous-groupe d'intersections. Chacun de ces sous-groupes contient plus ou moins de facteurs de risque que notre analyse a permis de séparer en trois indices : faible, moyen, élevé. On remarque également, parmi les intersections avec un indice faible, que le brigadier scolaire n'est pas indispensable. En raison de son environnement moins à risque, l'enfant a, en fonction des éléments relevés de la grille, plus de facilité à traverser les intersections que celles des autres sous-groupes. Par exemple, les intersections ayant un potentiel de risque élevé et moyen présentent plus de risques pour l'enfant piéton dû aux facteurs de risque relevés. La présence du brigadier est d'autant plus nécessaire puisqu'il vient pallier le manque de sécurité que les intersections présentent quant à la condition de l'enfant piéton.

En définitive, cette étude a relevé un sous-groupe d'intersections avec brigadiers scolaires adultes présentant moins de risque relié à l'environnement routier que les autres. À ces intersections, le brigadier scolaire pourrait être relocalisé aux intersections présentant de nouveaux besoins. Or, conscient des pressions politiques, nous proposons, avant de retirer la présence du brigadier scolaire à ces intersections, des alternatives telles que l'implantation des

mesures d'apaisement de la circulation et/ou le retour des brigadiers enfants. Ainsi, les sommes allouées par le programme de brigadiers scolaires adultes pourraient servir à bon escient aux intersections présentant de nouveaux besoins de sécurité. Lors de futures recherches, il serait intéressant d'évaluer d'autres intersections aux abords des écoles primaires afin de vérifier s'il existe des intersections plus dangereuses qui n'auraient pas encore été identifiées et de relocaliser les brigadiers scolaires adultes dans le sous-groupe d'intersections avec indice faible.

De nombreuses autres recherches pourraient être menées dans le futur. Cette recherche ne touchait qu'à une infime partie du programme de brigadiers scolaires adultes. Il serait intéressant d'observer le rôle du brigadier scolaire lorsqu'il est en fonction. Cette étude ne visait qu'à observer l'environnement, mais il serait intéressant d'explorer le rôle du brigadier scolaire sur la sécurité routière. Lors des groupes de discussion, des brigadiers scolaires nous ont confiés que le comportement des conducteurs n'était pas toujours respectueux des règlements et qu'il n'était pas rare qu'ils évitent des accidents de près. Ainsi, effectuer un relevé de conflit de trafic avec les brigadiers scolaires adultes permettrait de comparer la réalité avec nos résultats.

ANNEXE 1 : DENDROGRAMME OBTENU PAR LA CAH (AGRÉGATION DE J.H.WARD)



(Source : Karine Lachapelle 2014)

ANNEXE 2 : GRILLE PONDÉRÉE POUR LE PREMIER TEST DE PONDÉRATION

Échelle	Composantes	Variables	Pondération
Intersection	Configuration de l'intersection	Nombre de branches	4 branches 5 3 branches 3 2 branches 1
	Type de voies	Hiérarchie des voies	Artère 5 Collectrice 3 Locale 1
	Limite de vitesse	Moyenne des vitesses maximales permises	50 km/h 5 40 km/h 3 30 km/h 1
	Sens de la circulation	Sens unique	Non 3 Oui 1
Passage pour piétons	Configuration du passage pour piétons	Largeur de la chaussée	14 mètre et plus 5 8 et 14 mètres 3 8 mètres et moins 1
	Dispositif de régulation de la circulation	Signalisation routière en fonction de la hiérarchie des voies	Sur artère: Aucun feux de circulation 5 Feux de circulation automobile 3 Feux de circulation automobile et piéton 0
			Sur rue collectrice: Aucun feu de circulation 3 Panneau Arrêt ou Cédez le passage 1 Feux de circulation 0
			Sur rue locale: Aucun panneau Arrêt ou Cédez le passage 1 Autre 0
		Phasage permettant la traversée	Pas assez de temps 5 Assez de temps 0
		Bouton d'appel	Non 1 Oui 0
		Délimitation du passage pour piétons	Non 1 Oui 0
	Visibilité	Éléments nuisant à la visibilité	Oui sur les deux côtés 5 Oui sur un côté 3 Non 0
			Oui sur les deux côtés 5 Oui sur un côté 3 Non 0
			Aucune signalisation interdisant le stationnement à moins de 5 mètres Oui sur les deux côtés 5 Oui sur un côté 3 Non 0
	Mesure d'apaisement de la circulation	Présence de refuge piéton	Oui -0,5 Non 0
		Présence de bollard	Oui -0,5 Non 0
		Présence de dos d'âne	Oui -0,5 Non 0
Présence d'îlot de canalisation		Oui -0,5 Non 0	
Tronçon	Espace protégé pour le piéton	Présence de trottoir	Saillie d'un côté -1 Saillie sur les deux côtés -2 Non 5 Oui 0
		Bollard	Oui -0,5 Non 0
	Mesure d'apaisement de la circulation	Dos d'âne	Oui -0,5 Non 0
		Saillie de trottoir	Saillie d'un côté -0,5 Saillie des deux côtés -1 Aucune 0
		Bollard	Oui -0,5 Non 0
	Éléments liés à la perception de la vitesse	Présence de bande ou piste cyclable	Oui d'un côté -0,5 Oui des deux côtés -1 Non 0
		Zone de séparation entre le trottoir et la chaussée bordée d'arbre sur au moins la moitié du tronçon	Oui d'un côté -0,5 Oui des deux côtés -1 Non 0
		Terre-plein bordé d'arbre sur au moins la moitié du tronçon	Oui -0,5 Non 0

ANNEXE 3 : PONDÉRATION DES INTERSECTIONS « TYPES »

Échelle	Composantes	Variables	Dollard/David Boyer	Sherbrooke/ Girouard	Fullum/Log an	Rodolphe- Forget et Louis Desaulles	Balfour/ Regent	de Gaspé/de Castelnau	Laurier/B erri
Intersection	Configuration de l'intersection	Nombre de branches	3	6	6	3	3	6	6
	Type de voies	Hierarchie des voies	6	6	3	3	1	1	1
	Limite de vitesse	Moyenne des vitesses maximales permises	1	1	1	1	1	1	1
	Sens de la circulation	Sens unique	3	3	3	3	3	3	1
Passage pour piétons	Dispositif de régulation de la circulation	Signalisation routière en fonction de la hiérarchie des voies	0	0	0	1	0	0	0
		Phasage permettant la traversée	0	0	0	0	0	0	0
		Bouton d'appel	0	0	0	0	0	0	0
		Délimitation du passage pour piétons	0	0	0	0,5	0,67	0,5	0
	Configuration du passage pour piétons	Largeur de la chaussée	6	6	6	4,5	3	2	1
	Visibilité	Éléments nuisant à la visibilité	0	0	1	0	0	0	0
		Entrée charretière privée ou commerciale	2	0	0	0	0,67	0	0
		Interdiction de stationner clairement identifié	0	0	6	0	0,5	0	0
	Mesure d'apaisement de la circulation	Présence de refuge piéton	0	0	0	0	0	0	0
		Présence de bollard	0	0	0	0	0	0	0
		Présence de dos d'âne	0	0	0	0	0	0	0
		Présence de refuge piéton	0	0	0	0	0	0	0
		Sailli de trottoir	0	0	0	0	0	- 1,33	- 0,67
Espace sécuritaire pour le piéton	Présence de trottoir	0	0	0	0	0	0	0	
Tronçon	Mesure d'apaisement de la circulation et éléments liés à la perception de la vitesse des conducteurs	Présence de bande ou piste cyclable	0	0	0	0	0	-1	- 1,33
		Zone de séparation entre le trottoir et la chaussée bordée d'arbre sur au moins la moitié du tronçon	0	0	0	0	0	0	0
		Terre-plein bordé d'arbre sur au moins toute la longueur du tronçon	0	0	0	-0,5	0	0	0
		Bollard	0	0	0	0	0	0	0
		Dos d'âne	0	0	0	0	0	0	0
		Saillie de trottoir	0	0	0	0	0	0	0
RÉSULTATS DE LA PONDÉRATION			21	25	26	15,5	12,84	10,17	8

BIBLIOGRAPHIE

Accès transports viables. 2010. *Mon école à pied, à vélo!*. <http://www.transportsviables.org/projets-et-activites/mon-ecole-a-pied-a-velo>.

Alive, Drive and Stay. 2003. *The History of Road Safety*. <http://web.archive.org/web/20120421003130/http://www.driveandstayalive.com/info%20section/history/history.htm>.

Ampofo-Boateng, K. et J.A. Thomson. 1991. « Children's perception of safety and danger on the road. » *Br J.International* 82 (4): 487-505.

Anderson, Craig, Marlon G. Boarnet, Tracy McMillan, Mariela Alfonzo et Kristen Day. 2003. *Walking and Automobile Traffic Near Schools: Data to Support An Evaluation Of School Pedestrian Safety Programs*: University of California Transportation Center. <http://EconPapers.repec.org/RePEc:cdl:uctcwp:qt4gr9r6d5>.

Association des routes et transports du Canada (ARTC). 1987. *Normes canadiennes de conception géométrique des routes*. 3^e édition. Montréal : Association québécoise du transport et des routes. 306p.

Association des routes et transports du Canada (ARTC). 1995. *Supplément urbain au guide canadien de conception des routes*. Ottawa : Association québécoise du transport et des routes.

Association mondiale de la Route (AIPCR). 2003. *Manuel de la sécurité routière*. 3^e édition. Montréal : Association québécoise du transport et des routes. 306p. Association mondiale de la route (AIPCR). 602p.

Bass, Karsten G. 1993a. *Précis de signalisation routière au Québec*. Volume 1. Québec. Association québécoise du transport et des routes.

Bass, Karsten G. 1993b. *Précis de signalisation routière au Québec*. Volume 2. Québec. Association québécoise du transport et des routes.

Barton, B. K., R. Lew, C. Kovesdi, N. D. Cottrell et T. Ulrich. 2013. « Developmental differences in auditory detection and localization of approaching vehicles. » *Accid Anal Prev* 53: 1-8.

- Bejleri, Ilir, Ruth L. Steiner, Allison Fischman et Jeffrey M. Schmucker. 2011. « Using GIS to analyze the role of barriers and facilitators to walking in children's travel to school. » *URBAN DESIGN International* 16 (1): 51-62.
- Bélanger-Bonneau, Hélène et Renée Rouleau. 1998. *Les brigadiers scolaires*. Montréal. Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre. Direction de la santé publique. 244p.
- Bellefleur, Olivier et François Gagnon. 2012. *Apaisement de la circulation urbaine et santé*. Montréal : Centre de collaboration nationale sur les politiques publiques et de santé. Institut de santé publique du Québec. 149p. http://www.ccnpps.ca/docs/RevueLitteratureApaisementCirculation_Fr.pdf.
- Bergeron, Jacques, Martin Paquette et Annick Saint-Denis. 2013. *Analyse des attitudes et perceptions des parents les incitant à favoriser les déplacements actifs de leurs enfants sur le chemin de l'école, à la lumière de la Théorie du Comportement Planifié*. Montréal : Communication présenté au 4^e Colloque international francophone piéton 2013.
- Boisvert-Croteau, Émilie. 2011. *Vers des rues plus conviviales : les meilleures mesures d'apaisement de la circulation à Montréal*. Conseil régional environnement Montréal. <http://www.cremtl.qc.ca/communiques/2011/vers-rues-plus-conviviales-les-meilleures-mesures-dapaisement-circulation-montreal>.
- Bonneau, Louise. 1999. La brigade scolaire au SPCUM: Un outil favorisant la sécurité routière sur le chemin de l'école. Séminaire d'intégration en mangement public présenté à Robert Bernier: École Nationale d'administration publique.
- Brown, Austin, Katy Jones, Lauren Marchetti, Nancy Pullen, Margaret Scully et Charlie Zegeer.. 2013. *Adult school crossing guard guidelines : When two or more adult school crossing guards are needed*. Pedestrian and bicycle information center. National Highway Traffic Safety Administration, Federal Highway Administration, Centers for Disease Control and Prevention and Institute of Transportation Engineers. http://guide.saferoutesinfo.org/crossing_guard/index.cfm.
- Bussière, Yves, Marion Calier, Lapierre Lucie, Marie Lessard et Paul Lewis. 2008. « Le transport actif et le système scolaire à Montréal et à Trois-Rivières : analyse du système d'acteurs concernés par le transport actif des élèves des écoles primaires au Québec. » *Rapport scientifique présent au Fonds québécois de la recherche sur la société et la culture pour le programme des actions concertées*. Groupe de recherche Ville et mobilité. Institut

d'urbanisme de l'université de Montréal et Institut national de santé publique du Québec.
53p.

Burigusa, Guillaume, Michel Lavoie, Pierre Maurice, Denis Hamel et Alexandra Duranceau..
2011. Sécurité des élèves du primaire lors des déplacements à pied et à vélo entre la
maison et l'école au Québec. Montréal :
Direction du développement des individus et des communautés, Institut national de santé
publique Québec. 104p.
http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1243_SecuriteElevesDeplacementsMaisonEcole.pdf.

Burigusa, Guillaume. 2012. *Promotion du transport actif et sécuritaire à l'école primaire*. Institut
national de santé publique.
http://www.inspq.qc.ca/asp/fr/media_traumatismes_transportactif.aspx?sortcode=1.56.64.82.

CAA Québec. 2002. *Guide d'organisation : brigade scolaire*.
https://www.caaquebec.com/fileadmin/documents/PDF/Sur_la_route/Interets-publics/SA_AQ_Guide_vf.pdf.

Charron, Camilo. 2005. « Relations entre les enjeux et les comportements de traversée d'une
chaussée. Études exploratoires chez l'enfant de 6 à 12 ans. » In *Développement social
et sécurité routière: rapport final*, sous la dir. de Institut national de recherche sur les
transports et leur sécurité, 95-112. http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/54/60/12/PDF/Rapport_final_DSSR.pdf.

Clifton, K. J. et K. Kreamer-Fults. 2007. « An examination of the environmental attributes
associated with pedestrian-vehicular crashes near public schools. » *Accid Anal Prev* 39
(4): 708-15. doi: 10.1016/j.aap.2006.11.003.

Cloutier, Marie-Soleil. 2008. « Les accidents de la route impliquant des enfants piétons. »
Département de Géographie, Université de Montréal.

Cloutier, Marie-Soleil, Jacques Bergeron et Philippe Apparicio. 2011. « Predictors of parental
risk perceptions: the case of child pedestrian injuries in school context. » *Risk Anal* 31
(2): 312-23.

Demetre, James D. 1997. « Applying developmental psychology to children's road safety
problems and prospects. » *Journal of Applied Developmental Psychology* 18: 263-270.

Dougherty, G., I.B. Pless et R. Wilkins. 1990. « Social class and the occurrence of traffic injuries and deaths in urban children. » *Canadian Journal of Public Health* 81 (3): 204-209.

Drouin, Louis, Patrick Morency, Norman King, François Thérien, Lucie Lapierre et Céline Gosselion. *Le transport urbain, une question de santé. Rapport annuel 2006 sur la santé de la population montréalaise*. 2006. Direction de santé publique et Agence de la santé et des services sociaux de Montréal. http://publications.santemontreal.qc.ca/uploads/tx_assmpublications/2-89494-491-8.pdf.

Dumbaugh, Eric et Robert Rae. 2009. « Safe urban form: revisiting the relationship between community design and traffic safety. » *Journal of the American Planning Association* 75 (3): 309-329.

Dumbaugh, Eric et Lawrence Frank. 2007. « Traffic safety and safe routes to schools. » *Journal of the Transportation Research Board*: 2009: 89-97.

Dunbar, George, Ros Hill et Vicky Lewis. 2001. « Children's attentional skills and road behavior. » *Journal of Experimental Psychology: Applied* 7 (3): 227-234.

Elvik, R.. 2009. « The non-linearity of risk and the promotion of environmentally sustainable transport. » *Accident Analysis and Prevention*: 41 (4): 227-234.

Ewing, R. et E. Dumbaugh. 2009. « The Built Environment and Traffic Safety: A Review of Empirical Evidence. » *Journal of Planning Literature* 23 (4): 347-367.

Godbout, Diane, Nathalie Cazeau et Jacqueline Laliberté. 2013. *Sur la route des Dragons. Pour des déplacements à pied et en autobu scolaire*. Québec : Société de l'assurance automobile du Québec. 24p.

Granié, Marie-Axelle, Aurélie Domes, Marie-Soleil Cloutier, Cécile Coquelet et Florence Huguenin-Richard. 2013. *Études des effets de l'âge sur les comportements de traversée de rue observés sur passages piétons*. Montréal : Communication présenté au 4^e Colloque international francophone piétons 2013.

Handy, Susan. 1996. « Urban form and pedestrian choices study of Austin neighborhoods. » *Transportation Research Record*. 1552 : 135-144.

- Heelan, K. A., J. E. Donnelly, D. J. Jacobsen, M. S. Mayo, R. Washburn et L. Greene. 2005. « Active commuting to and from school and BMI in elementary school children— preliminary data. » *Child: Care, Health & Development* 31 (3): 341-349.
- ITF. 2004. *Piétons : Sécurité, espace urbain et santé*. OCDE Publishing. /content/book/9789282103678-fr.
- Jones, S. J., R. A. Lyons, A. John et S. R. Palmer. 2005. « Traffic calming policy can reduce inequalities in child pedestrian injuries: database study. » *Inj Prev* 11 (3): 152-6.
- LaChance-Price, L. 2005. « Child pedestrian safety in Hartford, Connecticut: a survey of Hartford crossing guards. », University of Connecticut.
- Laflamme, L. et F. Diderichsen. 2000. « Social differences in traffic injury risks in childhood and youth — a literature review and a research agenda. » *Injury Prevention* 6: 293-298.
- LaScala, Elizabeth A., Paul J. Gruenewald et Fred W. Johnson. 2004. « An ecological study of the locations of schools and child pedestrian injury collisions. » *Accident Analysis & Prevention* 36 (4): 569-576.
- Lassarre, S., E. Papadimitriou, G. Yannis et J. Golias. 2007. « Measuring accident risk exposure for pedestrians in different micro-environments. » *Accid Anal Prev* 39 (6): 1226-38.
- Lebart, Ludovic, Alain Morineau et Marie Piron. 1997. *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Paris : Dunod. 439 p.
- Lemay, Guy. 2009. Redécouvrir le chemin de l'école: Guide d'implantation de trajets scolaires favorisant les déplacements actifs et sécuritaires vers l'école primaire. Québec. http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/Librairie/bpm/guide_sec_trajets_scol.pdf.
- Lenguerrand, Erik. 2008. *L'exposition au risque routier et sa prise en compte dans les analyses épidémiologiques des accidents de la route selon la disponibilité de l'information*. Université Claude Bernard, Lyon. http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/54/48/56/PDF/memoire_de_these_Lenguerrand_Erikfinal.pdf.
- Lewis, Paul et Juan Torres. 2010. « Les parents et les déplacements entre la maison et l'école primaire : quelle place pour l'enfant dans la ville? » *Enfances, Familles, Générations* (12): 44.
- Lockwood, Ian M. 1997. « ITE traffic calming definition. » *ITE Journal*: 22-24. <http://www.ite.org/traffic/documents/JGA97A22.pdf>.

- Lovegrove, Gordon R. et Tarek Sayed. 2006. « Macro-level collision prediction models for evaluating neighbourhood traffic safety. » *Canadian Journal of Civil Engineering* 33 (5): 609-621.
- Lupton, K. et M. Baylay. 2006. « Children's views on the road environment and safety. » *Proceedings of the ICE - Transport* 159 (1): 9-14.
- Mackay, Paul, Michel Auclair, Roméo Charbonneau, Jerzy Dabrowski, Daniel Hamel, Jacques Larose, Maurice Lebrun, Jacques Legault, Guy Lemay, Roland Morin et Lévis Rousson. 2003. *Guide de détermination des limites de vitesse : sur les chemins du réseau routier municipal*. Service des politiques et des analyses en sécurité de la Direction de la sécurité en transport. https://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/Librairie/bpm/guide_detemination_imites_vitesse_muni.pdf.
- Mackett, Roger L. et James Paskins. 2008. « Children's Physical Activity: The Contribution of Playing and Walking. » *Children & Society* 22 (5): 345-357.
- Macpherson, Alison , Ian Roberts et I. Barry Pless. 1998. « Children's exposure to traffic and pedestrian injuries. » *American Journal of Public Health* 88: 1840-1845.
- McMillan, T. E. 2005. « Urban Form and a Child's Trip to School: The Current Literature and a Framework for Future Research. » *Journal of Planning Literature* 19 (4): 440-456.
- McMillan, T. E. 2007. « The relative influence of urban form on a child's travel mode to school. » *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 41 (1): 69-79.
- Merom, D., C. Tudor-Locke, A. Bauman et C. Rissel. 2006. « Active commuting to school among NSW primary school children: implications for public health. » *Health Place* 12 (4): 678-87.
- Ministère des transports du Québec. 2013a. *Normes : ouvrages routiers. Tome V, Signalisation routière*. Québec. Publications du Québec.
- Ministère des transports du Québec. 2013b. *Marques sur la chaussée*. Gouvernement du Québec. http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/entreprises/camionnage/reseau_routier/signalisation/marques_chaussee.

- Miranda-Moreno, L., P. Morency et A. El-Geneidy. 2011. « The link between built environment, pedestrian activity and pedestrian-vehicule collision occurrence at signalized intersections. » *Accident Analysis and Prevention* 43 (5): 1624-1634.
- Morency, Patrick, Judith Archambault, Marie-Soleil Cloutier, Mathieu Tremblay, Céline Plante et Anne-Sophie Dubé. 2013. Sécurité des piétons en milieu urbain: enquête sur les aménagements routiers aux intersections. sous la dir. de Agence de la santé et des services sociaux de Montréal.
- Morency, Patrick, Lise Gauvin, François Tessier, Luis Miranda-Moreno, Marie-Soleil Cloutier et Catherine Morency. 2011. « Analyse désagrégée des facteurs environnementaux associés au nombre d'enfants blessés par un véhicule à moteur en milieu urbain. » *Cahiers de géographie du Québec* 55 (156): 449.
- Mueller, Beth A., Frederick P. Rivara, Lii Shyh-Mine et Noel S. Weiss. 1990. « Environmental factors and the risk for childhood pedestrian-motor vehicle collision occurrence. » *American Journal of Epidemiology* 132 (3): 550-560.
- Mullan, Elaine. 2003. « Do you think that your local area is a good place for young people to grow up? The effects of traffic and car parking on young people's views. » *Health & Place* 9 (4): 351-360.
- Nelson, N. M. et C. B. Woods. 2007. « Engineering children's physical activity: making active choices easy. » *Proceedings of the ICE - Municipal Engineer* 160 (2): 103-109.
- Organisation de coopération et de développment économiques (OCDE). 2005. *Sécurité routière. Mieux protéger les enfants*. Paris : Organisation de coopération et de développment économiques. 144p.
<http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/product/7704012e.pdf>.
- Organisation Mondiale de la Santé. 2002. *A physically active life through everyday transport with a special focus on children and older people and examples and approaches from Europe*.
- Pabayo, R. A., L. Gauvin, T. A. Barnett, P. Morency, B. Nikiema et L. Seguin. 2012. « Understanding the determinants of active transportation to school among children: evidence of environmental injustice from the Quebec Longitudinal Study of Child Development. » *Health Place* 18 (2): 163-71.
- Paquin, Sophie et Anne-Sophie Dubé. 2011. « La carte conceptuelle du transport actif urbain. » *Cahiers de géographie du Québec* 55 (156): 399.

Poulin, Claire, Martine Asselin, Catherine Berthod, François Bissonnette, Carole Bouchard, Michel Gourdeau, François Lessard, Robert Patry et Daniel Trottier. 1997. *La gestion des corridors routiers : aménagements routiers dans la traversée des agglomérations*. 2^{ème} édition. Direction des communications du ministère des Transports du Québec. Ministère des Transports. 129 p. https://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/Librairie/Publications/fr/securite/municipalites/gestion_corridors_routiers.pdf.

Preston, Barbara. 1995. « Cost effective ways to make walking safer for children and adolescents. » *Injury Prevention* 1: 187-190.

Prezza, Miretta, Francesca Romana Alparone, Carmela Cristallo et Secchiano Luigi. 2005. « Parental perception of social risk and of positive potentiality of outdoor autonomy for children: The development of two instruments. » *Journal of Environmental Psychology* 25 (4): 437-453.

Publications du Québec. 2014. Code de la sécurité routière. In C-24.2. Québec. http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/C_24_2/C24_2.htm.

Retting, R.A., P. N. Bhagwant, P.E. Garder et D. Lord. 2001. «Crash and Injury reduction following installation of roundabouts in the United States». *American Journal of Public Health*, vol. 91(4), p. 628-631.

Rifaat, S. M., R. Tay et A. De Barros. 2011. «Effects of street pattern on the severity of crashes involving vulnerable road users ». *Accident Analysis and Prevention*, vol. 43, no 1, p. 276-283. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2ss2.078650019481&partnerID=40&md5=748c6030d39335300ac6932d34245bc6>.

Roberts, Ian, John Carlin, Catherine Bennett, Erik Bergstrom, Bernard Guyer, Terry Nolan, Robyn Norton, Barry I. Pless, Ravi Rao et Mark Stevenson. 1997. « An international study of the exposure of children to traffic. » *Injury Prevention* 3: 89-93.

Roberts, Ian, R. Norton, R. Jackson, R. Dunn et I. Hassall. 1995. « Effect of environmental factors on risk of injury of child pedestrians by motor vehicles: a case-control study. » *BMJ* 310: 91-94.

- Rosenberg, D.E., J.F. Sallis, T. L. Conway, K. L. Cain et T. L. McKenzie. 2006. « Active transportation to school over 2 years in relation to weight status and physical activity. » *Obesity* 14(10): 1771-1776.
- Rosenbloom, T., A. Ben-Eliyahu et D. Nemrodov. 2008. « Children's crossing behavior with an accompanying adult. » *Safety Science* 46: 1248-1254.
- Rosenbloom, Tova, Matan Haviv, Ariela Peleg et Dan Nemrodov. 2008. « The effectiveness of road-safety crossing guards: Knowledge and behavioral intentions. » *Safety Science* 46 (10): 1450-1458.
- Roundsari, Mock Kaufman. 2005. « An evaluation of the association between vehicle type and the source and severity of pedestrian injuries. » *Traffic Injury Prevention*. 185-192.
- Royer, Ann, Luiza Maria Manceau, Guyet Gilbert et Rémy Barbonne. 2011. Évaluation de la mise en œuvre du programme Mon école à pied, à vélo! dans 40 écoles primaires des régions de la Capitale-Nationale et de Montréal. sous la dir. de Direction régionale de santé publique Agence de la santé et des services sociaux de la Capitale-Nationale. <http://www.dspq.qc.ca/publications/RAPMEPV201102.pdf>.
- Société de l'Assurance Automobile du Québec (SAAQ). 2002. *Le brigadier scolaire adulte : au service de la sécurité routière. Guide d'organisation d'une brigade scolaire adulte*. http://www.saaq.gouv.qc.ca/securite_routiere/comportements/enfants/documents/guide_organisation.pdf.
- Société de l'Assurance Automobile du Québec (SAAQ). 2013. *Table des points d'inaptitude*. http://www.saaq.gouv.qc.ca/permis/table_points.php.
- Staunton, C.E., Hubsmith, D. et W. Kallins. 2003. « Promoting safe walking and biking to school: The Marin County success story » *American Journal of Public Health* 93 (9): 1431-1434.
- Stevenson, Mark. 1997. « Childhood pedestrian injuries: what can changes to the road environment achieve? » *Australian and New Zealand Journal of Public Health* 21 (1): 33-36.
- Table québécoise de la sécurité routière. 2007. Pour améliorer le bilan routier, 50 p. http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/Librairie/Publications/fr/securite/securite_routiere/annee_securite_routiere_2007_rapport.pdf.
- Tester, June M., George W. Rutherford, Zachary Wald et Mary W. Rutherford. 2004. « A matched case-control study evaluating the effectiveness of speed humps in reducing child pedestrian injuries. » *American Journal of Public Health* 94 (4): 646-650.

- Tolmie, A., J. Thomson, K. Whelan, P. Savary, S. Morrison, E. Towner, M. Burkes et. 2003. « Training children in the safe use of designated. » *Road Safety Research Report* (34). Department for Transport, Royaume-Uni.
- Thomson, James A., Andrew K. Tolmie, Hugh C. Foot, Kirstie M. Whelan, Penelope Sarvary et Sheila Morrison. 2005. « Influence of virtual reality training on the roadside crossing judgments of child pedestrians. » *Journal of Experimental Psychology* 11 (3): 175-186.
- Torres, Juan. 2007. « La recherche par le projet d'aménagement Comprendre le vélo chez les enfants à travers les projets « Grandir en ville » de Montréal et de Guadalajara. » Faculté de l'aménagement, Université de Montréal.
- Towner, E.M.L., S.N. Jarvis, S.S.M. Walsh et A. Aynseley-Green. 1994. « Measuring exposure to injury risk in schoolchildren ages 11-14. » *British Medical Journal* 308: 449-452.
- Tremblay, Katie. 2013. *Les zones scolaires à Montréal : quelques exemples de bonnes pratiques*. Communication présenté au colloque De la zone scolaire à la ville active : mieux intervenir pour sécuriser les déplacements actifs.
- UK Department of transport. 1995. Highway capacity manuel. Washington, DC : National Research Control.
- Vermont Agency of Transportation. 2014. *What are the five E's?* http://saferoutes.vermont.gov/faq/5_es.
- Vélo Québec. 2009. *Aménagement en faveur des piétons et des cyclistes : guide technique*. Montréal.
- Vélo Québec. 2012. *Le transport actif vers l'école: Comment faire du déplacement vers l'école une saine habitude de vie*. http://www.fcsq.qc.ca/fileadmin/medias/PDF/Transport_scolaire/Transport-Actif.pdf.
- Vélo Québec. 2014. *À pied, à vélo, ville active*: <http://www.velo.qc.ca/transport-actif/a-pied-a-velo-ville-active/>.

Ville de Québec. 2011. *Rapport final d'amélioration de la performance: Transformer l'organisation de la Ville.* Québec.
http://www.ville.quebec.qc.ca/publications/docs_ville/rapport_transf_org_final.pdf.

Watcher, Serge. 2009. Dictionnaire de l'aménagement du territoire : État des lieux et prospective
http://www.editions-belin.com/ewb_pages/f/fiche-article-dictionnaire-de-l-amenagement-du-territoire-12490.php.

Webster, D.V. et A.M. Mackie. 1996. *Review of traffic calming schemes in 20 mph zones.* TRL Report 293, Transport Research Laboratory, Crowthorne, Royaume-Uni.

Zegeer, Charles V. , J. Richard Stewart, Herman H. Huang, Peter A. Lagerwey, John Feaganes et B.J. Campbell. 2005. *Safety effects of marked versus unmarked crosswalks at uncontrolled locations: final report and recommended guidelines.* University of North Carolina, Highway Safety Research Center.
<http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/04100/04100.pdf>.

Zegeer, Charles V., Cara Seiderman, Peter A. Lagerwey, Mike Cynecki, Michael Ronki et Robert Schneider. 2002. *Pedestrian facilities users guide : providing safety and mobility:* U.S. Departement of Transportation, Highway safety research center, University of North Carolina.
<http://safety.fhwa.dot.gov/intersection/resources/fhwasa09027/resources/Pedestrian%20Facilities%20Users%20Guide%20-%20Providing%20Safety%20and%20Mobility.pdf>.