

MARCHABILITÉ

Critères à considérer et analyse à l'échelle macro et micro
pour la Ville de Québec



Institut national
de la recherche
scientifique

MARCHABILITÉ

**Critères à considérer et analyse à l'échelle macro et micro
pour la Ville de Québec**

Rapport remis à la Ville de Québec

Institut national de la recherche scientifique
Centre Urbanisation Culture Société

Mars 2021

Responsabilité scientifique : Marie-Soleil Cloutier
Marie-Soleil.Cloutier@ucs.inrs.ca

Analyses et rédaction : Karine Lachapelle
Karine.lachapelle@ucs.inrs.ca

Gestion de la base de données et rédaction : Mathieu Rancourt
Mathieu.rancourt@ucs.inrs.ca

Diffusion :

Institut national de la recherche scientifique

Centre - Urbanisation Culture Société

385, rue Sherbrooke Est

Montréal (Québec) H2X 1E3

Téléphone : (514) 499-4000

Télécopieur : (514) 499-4065

www.ucs.inrs.ca

Projet de recherche financé par Ville de Québec

ISBN 978-2-89575-416-9

Dépôt légal : - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2021

© Les Auteurs

Table des matières

Introduction	7
Contexte	7
Mandat	7
Objectifs.....	7
Expertise de l'équipe de recherche pour remplir ce mandat.....	9
1. Revue des écrits scientifiques sur la marchabilité (objectif 1).....	10
Design	12
Trottoir	12
Intersection	12
Réseau routier	13
Connectivité du réseau routier	13
Sécurité des piétons	14
Mesures d'apaisement de la circulation.....	14
Barrière naturelle et physique	15
Destinations accessibles	15
Distance.....	15
Services de proximité	15
Modes de déplacement	16
Densité	16
Population.....	16
Emplois	16
Diversité	17
Cadre bâti	17
Utilisation du sol.....	17
Qualité et confort	17
Confort et service.....	17
Espaces et équipements publics	17
Sécurité publique	18
Ambiance urbaine et valeur architecturale.....	18
2. Méthodologie	20
Indice de marchabilité (objectif 2).....	20
Variables et mesures retenues	20

Pondération des variables	24
Calcul de l'indice de marchabilité.....	25
Typologie des milieux : classification ascendante hiérarchique (objectif 2)	26
Cartographie interactive (objectif 3).....	27
Choix des quartiers.....	27
Mise en ligne de la carte interactive et collecte de données.....	28
Analyse des données	28
3. Résultat objectif 2 : marchabilité	29
Indice de marchabilité	29
Typologie des milieux.....	30
Comparaison de l'indice de marchabilité et des types de milieu (CAH)	35
4. Résultat objectif 3 : Cartographie interactive	37
Profil des participants	37
Profil des épingles et de leurs commentaires.....	38
Design	39
Destination.....	41
Qualité et confort	41
Lien entre les épingles et les données démographiques.....	42
Profil des quartiers	43
Loretteville	43
Maizerets	45
Saint-Louis.....	47
Saint-Sauveur	50
5. Résultat objectif 4 : Stratégies d'interventions pour améliorer la marchabilité .	54
Une approche de la mobilité qui tient compte des besoins de mouvements et de lieux dans la ville	54
Positionnement des types de milieux de la Ville de Québec sur les axes mouvement/lieux.....	56
Les rues conviviales et apaisées comme une des interventions phares des plans piétons.....	58
Exemples d'interventions selon les dimensions de la marchabilité	59
Design	60
Qualité et confort	68
6. Conclusion.....	73

Références	74
ANNEXES.....	1
Annexe I : Tableau présentant les indicateurs et variables présents dans les indices de marchabilité, par thèmes.....	2
Annexe II : Lettre d'invitation, questionnaire et certificat d'éthique de l'INRS....	7
Annexe III : Profil socio-démographique et de mobilité des répondants au questionnaire pré-carte	11

Table des figures et tableaux

Figure 1: Approche conceptuelle de la marchabilité	11
Tableau 1 : Opérationnalisation des variables pour leur intégration dans la base de données spatiales.....	23
Tableau 2 : Poids attribués aux cinq dimensions de notre indice de marchabilité	24
Tableau 3 : Poids attribués aux variables de notre indice de marchabilité.....	25
Figure 3 : Dendrogramme provenant de la CAH en fonction des variables de la marchabilité (NOTE : les lignes rouges illustrent des scénarios à 7 et 4 sous-groupes).....	27
Figure 4 : Indice de marchabilité par classe.....	29
Figure 5 : Carte de l'indice de marchabilité.....	31
Tableau 4 : Statistiques descriptives des sous-groupes d'UM selon la moyenne par variables de la CAH	32
Figure 6 : Carte de la CAH.....	33
Tableau 5 comparatif de l'indice de marchabilité et de la CAH.....	36
Figure 7 : Pyramide des âges des participants traçables (n=38)	37
Figure 8 : Fréquence des moyens de transport pour les déplacements	38
Figure 9 : Variables présentes dans les commentaires sur la carte interactive selon les dimensions de la marchabilité retenues à l'objectif 1	39
Tableau 6 : Nombre d'épingles par quartier.....	43
Figure 10 : Épingles positives (vert) et négatives (rouge) pour Loretteville.....	44
Figure 11 : Épingles positives (vert) et négatives (rouge) pour Maizeret	46
Figure 12 : Épingles positives (vert) et négatives (rouge) pour Saint-Louis.....	48
Figure 13 : Marquage inégal obligeant le piéton à faire un détour à l'intersection route de l'église et boulevard Laurier	49
(Source Google Street View)	49
Figure 14 : Épingles positives (vert) et négatives (rouge) pour Saint-Sauveur ...	51
Figure 15 : Exemple d'un trottoir étroit encombré d'un poteau	52
Source : Image téléversée par un participant	52
Figure 16 : Graphique illustrant les 6 types de milieux de vie en fonction du mouvement et des lieux	55
Source : Austroad Research Report AP-R611-20 (2020) [51]	55
Figure 17 : Graphique illustrant les 5 types de milieux de vie recensés à Québec en fonction du mouvement et des lieux.....	56
Figure 18 : Répartition de l'espace entre les usagers dans une rue complète....	58

source : Vivre en ville 2020 [55].....	58
Figure 19 : Répartition de l'espace de la rue entre les usagers	59
Source : Vivre en ville (2020) [55].....	59
Figure 20 : Dimensions de la marchabilité présente dans la recension des interventions	60
Figure 21 : Étape pour prioriser les interventions dans le Pedestrian Master Plan de Seattle.....	61
Source : City of Seattle (2017) [53].....	61
Figure 22: Matrice pour prioriser les interventions dans le Sidewalk Master Plan d'Austin	63
Source : City of Austin (2016)[59]	63
Figure 23 : Priorisation des interventions sur les trottoirs dans le Sidewalk Master Plan d'Austin.....	64
Source : City of Austin (2016) [59]	64
Figure 24 : Organigramme pour déterminer l'implantation ou non d'un marquage et le type de marquage à une traverse de la ville de Milwaukee.....	67
Source : Milwaukee Pedestrian Plan (2019)[62]	67
Figure 25: Poids accordés à la gravité des accidents dans le score relié aux collisions dans le Pedestrian Safety Action Plan d'Austin.....	69
Source : City of Austin (2018) [52]	69
Figure 26 : Critères liés au score du flux piétonnier dans le Pedestrian Safety Action Plan d'Austin.....	69
Source : City of Austin (2018) [52]	69
Figure 27 : Composantes du score lié aux facteurs de risque dans le Pedestrian Safety Action Plan d'Austin.....	70
Figure 28 : Score accordé aux caractéristiques physiques des lieux d'accidents dans le Pedestrian Master Plan	71

Introduction

Contexte

Au Québec comme ailleurs, les déplacements à pied constituent une part importante de la mobilité quotidienne en milieu urbain dense. Longtemps délaissé au profit de l'automobile, ce mode de transport, non polluant et bénéfique à la santé, est aujourd'hui revalorisé dans les politiques urbaines. Selon l'Office québécois de la langue française, le potentiel piétonnier, aussi appelé marchabilité, est défini comme le « degré de sécurité, d'esthétisme et d'intérêt que possède un itinéraire piéton ».

Lorsqu'il est question de marchabilité, les dernières décennies ont vu trois types d'outils tenant compte d'éléments du bâti urbain pour mesurer ce potentiel piétonnier dans les environnements urbains. Le premier type repose sur l'exploitation de données spatiales numériques provenant de sources officielles à l'échelle du réseau routier ou des découpages administratifs connus. La superposition de ces couches d'information spatiale donne lieu au calcul d'indicateurs tenant compte des caractéristiques du réseau routier (comme la connectivité) ou encore de la population et du bâti (densité de population selon le recensement, mixité des fonctions, potentiel commercial) [1]. Le second sous-groupe d'outils regroupe les travaux qui documentent le rôle que jouent les perceptions dans les choix comportementaux des piétons. À l'aide de questionnaires ou de marches exploratoires, les chercheurs s'intéressent alors à la qualité de l'environnement, aux ambiances, aux représentations des lieux et à l'esthétisme [2]. Le troisième et dernier type, l'audit de marchabilité, s'applique à l'échelle micro et repose sur la recension dans la rue d'éléments jugés importants pour la marche par des observateurs « neutres ». La plupart de ces grilles d'observation combinent des éléments du bâti et des perceptions et ce sont tous les tronçons et les intersections d'une zone ou d'un trajet prédéfini qui sont évalués [3].

Mandat

La Ville de Québec a entrepris depuis peu une démarche pour établir sa vision de la mobilité active et c'est dans ce contexte qu'elle propose un mandat de recherche sur la marchabilité sur son territoire. Marie-Soleil Cloutier, directrice du Laboratoire piéton et espace urbain (LAPS), propose ici un projet en quatre objectifs pour répondre aux besoins exprimés par la Ville de Québec.

Objectifs

1. Documenter les critères de marchabilité les plus communs dans les écrits scientifiques

Ce premier objectif implique une revue des écrits scientifiques sur la question de la marchabilité, en particulier en contexte nord-américain, mais ne se limitant pas

uniquement à ce territoire. Les travaux déjà effectués au LAPS seront le point de départ de ce travail, qui se veut une première étape pour les deux autres objectifs.

2. Analyser spatialement la marchabilité à l'échelle (macro) de la Ville de Québec à partir des critères identifiés dans l'objectif 1

Ce second objectif implique la mise en place d'un système d'information géographique (SIG) à l'échelle (macro) du territoire de la Ville de Québec fondé sur les critères recensés dans le premier objectif. La première étape de cet objectif sera d'arrimer les données spatiales disponibles à la Ville avec les critères, pour ensuite mettre en place la base de données spatiale. Nous proposons ensuite d'analyser les données dans le but d'établir une typologie des milieux basée sur les critères retenus. Nous pourrions alors sélectionner certains milieux particuliers pour la poursuite du 3^e objectif.

3. Analyser spatialement à l'échelle locale (micro) certaines zones de la Ville sélectionnées à partir des résultats de l'objectif 2

Ce troisième objectif implique la sélection de certaines zones de la Ville avec des profils de marchabilité différents. Il sera alors possible de les visiter pour obtenir une compréhension plus fine de l'expérience piétonne (échelle micro) à partir d'une collecte de données complémentaire avec des piétons résidents (ou non) dans les zones ciblées. Nous proposons au départ deux collectes de données complémentaires pour bien documenter l'expérience piétonne, à savoir des parcours accompagnés avec une quinzaine de participants et des groupes de discussions autour de cartes pour cibler des lieux importants pour les piétons (à la fois en terme positif et négatif, à améliorer). La prolongation des mesures sanitaires dues à la pandémie nous a forcé à modifier notre proposition sur ce point. En collaboration avec le Service de l'interaction citoyenne, nous avons opté pour une consultation en ligne à partir de cartes interactives en remplacement des deux activités prévues ici.

Cette collecte de données qualitatives est complémentaire aux résultats que nous aurons mis de l'avant aux 1^{er} et 2^e objectifs, à savoir si la liste des critères de marchabilité résonne auprès des piétons ou encore si la typologie des milieux correspond aux expériences piétonnes sur le terrain. Ces collectes pourront aussi être informatives pour la ville en prévision des autres types de consultations prévus.

4. Proposer des stratégies d'interventions optimales selon les réalités des milieux actuels pour améliorer la qualité des activités piétonnes

Ce dernier objectif se veut une synthèse des trois premiers, car il vise à établir une liste (non exhaustive) d'interventions possibles pour améliorer les milieux de vie pour la marche. Cette liste des meilleures pratiques pourra s'inspirer d'exemples tirés de la revue des écrits (objectif 1), d'autres documents, notamment des plans piétons de villes nord-américaines, et des résultats des objectifs 2 (pour les différents milieux piétons caractérisés par nos analyses) et 3 (pour les résultats provenant de la cartographie interactive).

Expertise de l'équipe de recherche pour remplir ce mandat

La chercheuse principale de ce projet, **Marie-Soleil Cloutier**, s'est démarquée dans les dernières années pour ses travaux concernant les piétons de tous âges, mais en particulier les enfants et les aînés. Ces projets actuels et passés impliquent l'utilisation de méthodologies similaires à celles proposées ici en termes de revue des écrits (sur la marchabilité), de système d'information géographique, de construction et de validation d'outils pour des collectes qualitatives et d'analyse des données collectées. L'infrastructure disponible dans son laboratoire permettra l'accueil des stagiaires et la bonne marche des travaux. L'équipe est aussi disponible pour collecter les données sur le terrain à Québec.

Collaborateur :

Mathieu Rancourt est agent de recherche au Laboratoire piétons et espace urbain (LAPS) et spécialiste en gestion et analyse de données spatiales. Il a plusieurs années d'expérience en recherche en santé publique et a coordonné l'objectif 2.

Karine Lachapelle est agent de recherche au Laboratoire piétons et espace urbain (LAPS). Elle est diplômée de l'INRS en études urbaines et travaille depuis à des projets de santé publique en milieu urbain. Son expertise sur la marche sera un atout pour les objectifs 1, 3 et 4.

1. Revue des écrits scientifiques sur la marchabilité (objectif 1)

La recension des écrits présentée ici documente les critères de marchabilité (aussi appelé potentiel piétonnier) les plus communs dans la littérature scientifique (objectif 1), nous permettant de sélectionner ceux à retenir pour le calcul de l'indice de marchabilité pour la ville de Québec. À partir d'une recherche d'articles scientifiques revue par les pairs, dans les bases de données SCOPUS et Google Scholar, nous avons retenu 23 articles publiés dans les 10 dernières années.

À des fins d'efficacité, nous avons concentré nos lectures sur les articles qui proposaient une revue de plus d'un indice de marchabilité, c'est pourquoi les 23 articles recensés représentent 139 indices de marchabilité. Le contenu de ces articles se divise en six catégories, avec certains articles qui traitent de plus d'une de ces catégories : on y trouve des articles s'intéressant :

- Aux théories de la marchabilité;
- Aux différents indices de potentiel piétonnier existants;
- À des méthodes de validations des indices;
- À des comparaisons entre des indices basés sur un système d'information géographique (SIG) et sur des audits terrain;
- À des indicateurs provenant de questionnaires; et
- À l'expérience du confort des piétons.

Bien que certaines tendances se dessinent, il existe peu de consensus au sein de la communauté scientifique quant à la meilleure façon de mesurer la marchabilité [4]. Le premier constat provenant de ces écrits porte sur l'existence d'un lien entre la forme urbaine et les choix modaux des citoyens, incluant la marche. Ce qu'on appelle la forme urbaine a été conceptualisé par Cervero [5] à partir des 3 « D » : **design, densité et diversité**, chacune de ces dimensions faisant référence à des caractéristiques du cadre naturel et bâti. Plus récemment, d'autres auteurs ont suggéré d'ajouter **l'accessibilité aux destinations** et **la distance aux réseaux de transports en commun** à la proposition de Cervero, devenant ainsi les « 5 D » [1, 6-19]. Par

ailleurs, certains auteurs s'intéressant à la mobilité active avancent que les éléments de l'environnement liés à la **qualité de l'expérience de marche et au confort des piétons** sont aussi des caractéristiques qu'il serait important d'ajouter à cette conceptualisation de la forme urbaine [1, 6-9, 14-21]. Nous proposons ici de catégoriser les informations recueillies dans les articles à partir de 5 dimensions reconnues pour avoir une influence sur la marche (Figure 1) : **le design, les destinations accessibles, la densité, la diversité et la qualité des aménagements et le confort des piétons**. Il est à noter que la 5e composante des 5 D, la distance aux transports en commun, est intégrée dans la composante « destinations accessibles ».

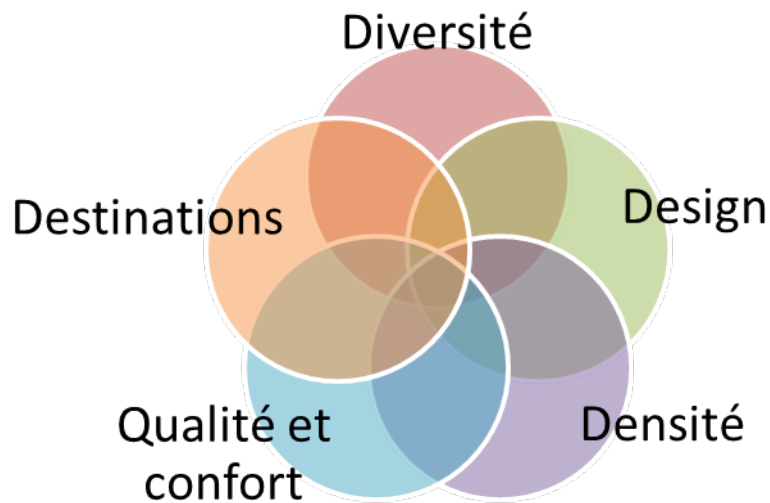


Figure 1: Approche conceptuelle de la marchabilité

Le tableau à l'annexe I résumant nos lectures est divisé en trois colonnes : la première rappelle les dimensions, la deuxième présente les variables incluses dans les indices de marchabilité recensés, et la 3e présente les indicateurs, c'est-à-dire les mesures spécifiques choisies pour illustrer/mesurer les variables. Les chiffres entre parenthèses, que l'on retrouve dans le tableau pour les variables et les indicateurs, réfèrent à la fréquence à laquelle la variable ou l'indicateur était présent dans les articles. Puisque nous avons concentré notre lecture sur des articles résumant plus d'un indice de marchabilité, les totaux entre parenthèses peuvent dépasser 23. Par contre, certains articles que nous avons retenus ne présentent pas beaucoup de détails sur les mesures composant les indices de marchabilité recensés, c'est pourquoi certaines variables

et indicateurs n'ont pas de chiffre entre parenthèses. Les sections suivantes résument les variables et indicateurs les plus importants par dimension de la marchabilité.

Design

Trottoir

Les indicateurs les plus communs concernant cet élément du réseau routier sont la **présence des trottoirs** [1, 6, 7, 16, 17, 20, 21], **leur largeur** [6-8, 17, 18, 20] et la présence **d'une pente** [1, 6, 7, 16-23]. Un autre élément fréquemment cité dans les travaux est celui de la **continuité et de la connectivité** [6, 7, 11, 16, 18-21], ce qui fait référence à un trottoir qui se poursuit tout le long d'un tronçon (continuité) et qui est aussi présent dans tout le trajet potentiel (connectivité). Certains auteurs vont plus loin en utilisant dans leurs indices de marchabilité des éléments associés à la **qualité et au matériau du trottoir** [1, 6, 8, 16-21], **à l'entretien du trottoir** [6, 16, 18, 20] ainsi qu'à l'**obstruction** [1, 16-21] comme un poteau au milieu du trottoir, un mauvais entretien laissant le trottoir cahoteux ou même un trottoir enneigé [1, 6, 8, 16-21]. Finalement, la présence de **zones tampons entre le trottoir et la chaussée** attirent aussi l'attention de quelques auteurs [7, 8, 16, 17, 20, 21] puisque les zones tampons, qu'elles soient un espace avec un aménagement paysager, revêtu d'asphalte ou de mobilier urbain, permettent une certaine distance entre les piétons et la circulation automobile.

Intersection

Les indicateurs les plus fréquents à l'échelle de l'intersection sont ceux reliés à la présence d'une **aide à la traverse (passage piéton ou signalisation)** [1, 17, 21], de **feu de circulation et de signalisation** [1, 7, 16, 17, 19-21] ainsi que **d'un passage pour piéton** [1, 7, 16, 17, 19-21]. Le passage piéton contribue à accorder un espace dédié à la traversée du piéton et la signalisation permet de gérer le flux de la circulation des usagers de la route. D'autres indicateurs vont plus loin encore, en précisant la **largeur du passage pour piéton** pour que le piéton ait suffisamment d'espace pour traverser [7]. Puis, Vale, Saraiva et Pereira [6] soulignent 4 indices de marchabilité qui observent la « **problématique** » **du passage pour piéton**, mais sans donner plus de détails : il est possible qu'il s'agisse de conflit entre les piétons et les usagers de la route. Quant à Maghelal et Capp [7], ils présentent 12 indices de marchabilité

sous la **variable intersection**, qu'ils définissent par plusieurs variables : densité, sécurité, passage piéton, signalisation, visibilité et synchronisation de la signalisation, ainsi que conflit de virage à droite. Néanmoins, il est impossible dans leur article de savoir si les 12 indices de marchabilité incluent tous ces indicateurs ou lesquelles appartiennent à quels indices.

Réseau routier

Le **réseau routier** est une variable dont la configuration a une incidence sur le potentiel de marche [7]. Parmi les indicateurs servant à caractériser ce qui est important dans le réseau routier pour les piétons, on trouve la **limite de vitesse** [1, 7, 15, 20, 21], le **volume de la circulation** [1, 7, 21] et les **stationnements sur rue et hors rue** [1, 6, 7, 16, 17, 20, 21]. Maghelal et Capp [7], dans leur revue de littérature, regroupent les indicateurs de la vitesse, du volume et du stationnement sous le terme **véhicules**, mais ne mentionnent pas l'opérationnalisation de cette variable. D'autres indicateurs comme la **largeur de la chaussée** [6, 7] et le **nombre de voies** [1, 7, 16, 17, 19-21] sont aussi présents dans les écrits, quoique moins fréquemment. Pourtant, une chaussée plus large comportant de nombreuses voies aura un trafic plus important et le nombre de déplacements à pieds y est habituellement moins grand.

Connectivité du réseau routier

La **connectivité du réseau routier**, c'est-à-dire la possibilité pour un usager de la route de se déplacer le plus directement possible d'un endroit à l'autre, à travers le réseau routier, est un élément important des écrits recensés. La connectivité du réseau routier s'opérationnalise de plusieurs manières et il peut être difficile de choisir parmi les mesures utilisées par les auteurs. Khanal et Mateo-Babiano [9] constatent que de nombreux chercheurs utilisent des synonymes de la connectivité du réseau routier, mais ne précisent pas toujours si c'est la même mesure. Shashank et Schuurman [24] rapportent trois indices de marchabilité différents et aucun n'a la même mesure de connectivité. De fait, il y a 28 indices de marchabilité présents dans nos lectures qui n'ont pas défini les indicateurs pour la variable « **connectivité du réseau routier** » [1, 6, 7, 9, 15, 24-26]. Toutefois, la **densité des intersections** ressort comme la mesure la plus utilisée [6-14, 18, 25], mais elle implique de la calculer dans un territoire défini. D'autres auteurs s'intéressent aussi à des indicateurs qui ont un impact direct sur la connectivité du réseau pour les automobilistes, facilitant (ou non) les parcours piétons : le **sens de la circulation** [6, 7, 16,

17, 20], la **longueur des segments de rue** [6, 21] et la présence des rues en **cul-de-sac et de rues fermées** [1, 19-21].

Sécurité des piétons

Un des articles recensés regroupe ensemble des éléments du design et de l'expérience piétonne et suggère d'en faire un « indicateur de sécurité » [18]. Cet indicateur regroupe des éléments comme les passages pour piéton, la signalisation, la visibilité des piétons ainsi que le nombre de conflits potentiels avec les véhicules routiers. Par ailleurs, d'autres indices de potentiel piétonnier utilisant les SIG intègre la **sécurité des piétons** [14] en soi. On parle alors du **nombre total d'accidents à l'intersection** [7] ou encore du **nombre d'accidents entre les conducteurs de véhicules et les piétons** [7]. À noter que la sécurité des piétons peut également refléter une composante de qualité et de confort lorsqu'il s'agit du sentiment de sécurité perçu par le piéton. Cette dimension est moins présente dans les écrits recensés mais elle fait partie de l'expérience piétonne que nous rapporterons à l'objectif 3.

Mesures d'apaisement de la circulation

Ces mesures, modifiant le design et la configuration du réseau, influencent les déplacements à pieds en réduisant soit le volume ou la vitesse des véhicules [7]. Certains auteurs considèrent les **mesures d'apaisement de la circulation** dans leur indice de marchabilité d'audits-terrain [1, 7, 16, 17, 19-21]. Par exemple, Lee et Talen (2014)[1], dans un article qui comporte 4 indices, et Clifton (2007) [21] évaluent la présence de chicanes et de goulots d'étranglement. Le MAPPA pour sa part observe la présence de dos d'âne, de passage piéton marqué, d'avancé de trottoir, de signalisation piétonne et de signalisation pour zone scolaire comme aménagements réduisant la vitesse de circulation [17]. Les auteurs Chaudhury et al. (2011) [16] ainsi que Lee et Dean (2018) [19], quant à eux, regardent la présence de divers aménagements modifiant la géométrie des rues et des intersections (îlot circulaire, dos d'âne, saillies de trottoir, etc.), ainsi que celle de signalisation (marquage au sol, panneaux piétons ou cyclistes ou zones scolaires, etc.). Finalement, dans le PPAS ce sont les saillies de trottoir, les bollards ou bacs à fleurs sur la rue et les supports à vélo sur la rue qui sont inclus dans l'outil d'audit [20].

Barrière naturelle et physique

Les ruisseaux, les rivières, les fossés, les autoroutes ou encore les lignes électriques créent des barrières physiques, mais aussi parfois psychologiques à la marche dans et entre les quartiers. Il semble pourtant que ce soit peu pris en compte dans les indices de marchabilité recensés, sauf pour quelques exceptions [1, 6, 21].

Destinations accessibles

Distance

La distance se rapporte aux différents points **d'origine et de destination (O-D)** qui composent les déplacements des piétons [6, 7]. La plupart des articles mentionnent l'importance de minimiser les distances entre ces points pour atteindre une meilleure marchabilité, mais ne précisent pas nécessairement comment se fait l'intégration de données O-D dans les indicateurs de marchabilité recensés [6, 7]. Vale [14] rappelle par ailleurs que certains indices utilisent la distance à vol d'oiseau (en ligne droite) et d'autres la distance dans le réseau routier pour leurs indicateurs, cette dernière étant plus près de la réalité des marcheurs. Dans le même sens, une autre des mesures mentionnées est celle du rapport entre la distance-réseau et la distance en ligne droite [7], qui est un ratio aussi utilisé pour mesurer la connectivité du réseau.

Services de proximité

Les services de proximité (commerces de détail, garderies, écoles, etc.) sont des points de destination, d'où leur importance dans certains indices de marchabilité. Des auteurs précisent une **liste de services** à inclure (parcs, places publiques, services communautaires, bibliothèques, etc.) [1, 7-10, 13-16], mais d'autres réfèrent plutôt à un **groupe de services de proximité** [11, 16]. Les **surfaces ainsi que la superficie des commerces** [6, 8, 9, 12] et la distance des commerces de proximité **selon l'heure d'ouverture** [18] sont également présents dans certains indices. Dans plusieurs cas, ce n'est pas la distance à proprement parler qui est calculée, mais la présence de ces destinations dans une unité de mesure choisie (ex. : par aire de diffusion ou territoire du quartier).

Modes de déplacement

Les destinations accessibles par mode de déplacement se rapportent spécifiquement à la possibilité de se déplacer en transport en commun ou actif (vélo), des modes complémentaires à la marche. Certains auteurs mesurent cet aspect en utilisant **les destinations accessibles à pieds** [8, 9], **l'accessibilité aux réseaux cyclables** [14, 15, 19], le **nombre d'installations desservant plus d'un mode de transports** ou encore le **nombre d'arrêts de transport en commun** [11, 19] **et d'arrêt de bus** [8, 9, 17] dans un rayon de marche défini (ex. : à 10 minutes à pied, à 500 mètres).

Densité

Population

La densité de population est l'une des variables couramment utilisées dans le calcul des indices de marchabilité. Il existe plusieurs façons de la mesurer et elles ne sont pas mutuellement exclusives. D'abord, la **densité résidentielle nette**, qui se mesure par le nombre de logements pour la superficie totale résidentielle d'un territoire donné, est l'indicateur le plus fréquent [6-9, 12-15, 25, 26]. La **densité résidentielle brute** se calcule quant à elle par le nombre de logements dans un territoire donné [1, 8, 15]. La **densité de population** représente le nombre de personnes sur la superficie totale d'un territoire donné [6, 7, 9, 10, 15, 16, 21]. Enfin, un indice de marchabilité se démarque en utilisant une autre mesure soit la **densité des minorités ethniques** [7]. Selon les auteurs, l'inclusion de cette mesure spécifique de la densité est liée au fait qu'elles sont aussi des populations socioéconomiquement défavorisées, plus susceptibles de se déplacer à pied.

Emplois

Quelques indices de marchabilité utilisent la concentration spatiale de l'**emploi** sans préciser l'indicateur utilisé [6, 7, 11, 15]. Selon certains auteurs, cette densité a un effet sur la marche étant donné que ces emplois peuvent devenir des destinations accessibles à pied. Vargo, Stone et Glanz réfèrent clairement au **nombre d'emplois par acre** [11] tandis que Vale, Saraiva et Pereira mentionnent 2 indices de potentiel piétonnier référant plutôt au **nombre d'emplois par ménage** [6].

Diversité

Cadre bâti

La diversité du **cadre bâti** réfère aux différents types de typologie des bâtiments par exemple, des maisons en rangées, des maisons jumelées, des immeubles, etc. [7, 16, 21]. C'est une variable peu utilisée dans les indices de marchabilité car elle est fortement liée à d'autres variables vues précédemment comme la densité résidentielle et de population.

Utilisation du sol

La diversité de l'**utilisation du sol** est une des variables les plus utilisées dans l'évaluation du potentiel piétonnier [1, 7-9, 13, 15-21, 25]. Elle démontre la diversité du territoire à partir des usages commerciaux, résidentiels, de loisirs, etc. La diversité peut également se mesurer par un **indice d'entropie** (calcul d'un indice de mixité à partir de tous les usages du sol) [6, 10, 12, 13]. Certains indices optent même pour le dénombrement d'usages précis, tel que le **nombre d'écoles, de bureaux de poste et de banques** [7], ce qui s'apparente à ce que nous avons vu dans la section sur les destinations accessibles.

Qualité et confort

Plusieurs variables de la qualité et du confort des piétons sont un prolongement du thème **design**. Ces variables et leurs indicateurs sont mesurés à l'échelle locale (micro), par observation sur le terrain et font appelle à une certaine subjectivité.

Confort et service

Maghelal and Capp [7] classifient plusieurs éléments sous « confort et service », par contre, leur classification ne permet pas de connaître les indicateurs exacts intégrés dans les indices de marchabilité recensés. Selon eux, cette variable peut inclure l'éclairage, les arbres, les bancs, la topographie, le climat, la visibilité, l'attractivité, l'entretien, le bruit et même les odeurs.

Espaces et équipements publics

Les trois éléments du mobilier urbain qui se retrouvent le plus dans les indices sont l'**éclairage**, les **bancs** et les **arbres** [1, 7, 8, 16, 17, 19-21]. D'autres « points de services » sont aussi mentionnés dans certains travaux sur la marchabilité : **abris contre la pluie, poubelles, boîtes**

postales et fontaines d'eau [7, 20-22]. Finalement, d'autres mesures qualifient l'espace en prenant en considération la **température et le climat** [7] ainsi que les **ombrages** [7, 8, 17, 21] (provenant des arbres ou non). Ce type d'indicateur provient bien souvent de travaux de terrain ou d'enquêtes qualitatives, faute de données disponibles. Un auteur relève tout de même l'utilisation du **nombre de bancs par habitant** dans un indice de marchabilité utilisant les SIG puisque les données existaient à l'échelle de la ville [7].

Sécurité publique

La **sécurité publique** [7, 8, 18], un aspect assez important de la marchabilité, se mesure à partir des données policières (**nombre de voie de faits et de cambriolages, application de la réglementation relative aux piétons** [7, 14, 18]), ou encore d'observations de l'ambiance (**être vu et entendu** [1]). Il est à noter que ces indicateurs sont étroitement reliés à d'autres espaces et équipements publics comme l'éclairage ou encore la configuration du réseau routier (cul-de-sac, etc.), et que l'opérationnalisation de ces indicateurs n'est pas toujours mentionnée dans les travaux recensés.

Ambiance urbaine et valeur architecturale

Les ambiances urbaines et la valeur architecturale d'un milieu sont un amalgame de caractéristiques subjectives et objectives qui influencent les perceptions des citoyens et leur décision de marcher ou non. Certains auteurs utilisent un indicateur d'**esthétisme** qui englobe des aspects comme l'incivilité, le jardinage et la présence d'attraits [1, 6, 8]. Une autre mesure utilisée est celle du **niveau de graffitis, de saletés et de verres brisés** comme témoin d'une moins bonne ambiance [16, 17, 19-21]. D'autres études évoquent aussi **l'entretien des bâtiments** ainsi que **l'entretien des terrains** comme indicateurs qualitatifs d'une bonne ambiance [16, 17, 19-21]. Au niveau du cadre bâti, la **transparence des façades** et, à l'opposé, la présence de **bâtiments avec des murs aveugles** sont autant d'éléments contribuant à une bonne ou une mauvaise ambiance urbaine [1, 17, 18]. Dans le même sens, d'autres auteurs réfèrent à la **variété de l'architecture** et des **repères visuels** dans l'espace en tant qu'éléments importants d'un indice de marchabilité puisque ces éléments peuvent stimuler l'intérêt pour la marche [1, 18]. Finalement, dans certains audits, la perception de la personne qui fait le relevé de terrain (l'observateur) est demandée quant à **l'attractivité du milieu** [17, 19-21]. Par

exemple, se sentait-il en sécurité comme piéton lors de ses observations ? Les réponses possibles sont alors sous forme d'échelle (faible, moyen élevé) ou de oui/non.

2. Méthodologie

Cette section du rapport présente les différentes méthodes mises en œuvre pour 1) calculer l'indice de marchabilité; 2) proposer une typologie des milieux; et 3) recueillir les propos des citoyens à partir d'une carte interactive.

Indice de marchabilité (objectif 2)

La première partie de ce rapport a démontré qu'un indice de marchabilité « réussi » repose sur 4 éléments : bien cerner ce qu'on cherche à mesurer, s'assurer de la disponibilité des données, prendre en considération le temps alloué/disponible pour l'étude dans le choix des variables et des indicateurs, et adapter les variables et les indicateurs choisis au milieu à l'étude [10, 24]. En ce sens, nous suggérons ici la construction d'un l'indice de marchabilité à l'échelle macro, à partir de données existantes à la Ville de Québec et intégrées dans un SIG (objectif 2).

Variables et mesures retenues

Pour évaluer la marchabilité dans la Ville de Québec, 17 variables provenant des 5 dimensions ont été retenues (Figure 2). Ces variables ont été calculées à l'échelle des unités morphologiques (UM) sur tout le territoire de la Ville de Québec. Conçue par la Ville, une unité morphologique est un assemblage des lots ayant une adresse de part et d'autre d'un segment de rue entre deux intersections. La Ville de Québec souhaitant explorer cette échelle spatiale dans le cadre du présent projet, nous en avons fait notre unité spatiale de référence pour la suite de nos travaux.

Le tableau 1 présente les définitions de chacune d'entre elles et la méthode pour les intégrer à la base de données spatiales. Une fois les données intégrées, leur distribution de fréquence a été analysée sommairement dans le but d'exclure les UM ayant des valeurs aberrantes pour l'une ou l'autre de nos variables. C'est 2125 UM qui ont été exclues des analyses subséquentes, ce qui correspond à 11% de la couche d'origine. À noter que pour certaines variables, nous utilisons une zone tampon d'un rayon de 400 m autour du centroïde de l'UM comme dénominateur dans le but d'obtenir un portrait plus près de la réalité des piétons qui se déplacent entre les UM. Plus de détails méthodologiques et techniques sont disponibles dans le **guide technique pour la BD spatiale** (document pdf à part).

Taux de réponse aux questions liés aux déplacements selon les quartiers

		des Châtelés	Loretteville	Maizerets	Saint-Louis	Saint-Sauveur	TOTAL
Condition physique influençant le déplacement							
Oui		0	0	0	0	0	0
Non		0	5	6	13	14*	38
Déplacement avec aide à la mobilité							
Oui		0	0	0	0	0	0
Non		0	5	6	13	14	38
Fréquence des moyens de transport dans les déplacements							
Marche	Jamais	0	0	0	0	0	0
	Quelques fois par mois	0	0	0	0	1	1
	Quelques fois par semaine	0	3	2	5	2	12
	Tous les jours	0	2	4	8	11	25
Vélo (saison estivale)	Jamais	0	2	1	3	3	9
	Quelques fois par mois	0	1	0	2	4	7
	Quelques fois par semaine	0	2	3	7	6	18
	Tous les jours	0	0	2	1	1	4
Transport en commun	Jamais	0	4	0	4	2	10
	Quelques fois par mois	0	0	2	6	10	18
	Quelques fois par semaine	0	0	3	2	2	7
	Tous les jours	0	1	1	0	0	2
	Je préfère ne pas répondre	0	0	0	1	0	1
Passager de voiture	Jamais	0	2	3	5	5	15
	Quelques fois par mois	0	1	1	4	8	14
	Quelques fois par semaine	0	1	2	4	1	8
	Tous les jours	0	1	0	0	0	1
Conducteur de voiture	Jamais	0	1	1	0	1	3
	Quelques fois par mois	0	0	1	1	5	7
	Quelques fois par semaine	0	1	4	11	5	21
	Tous les jours	0	3	0	1	3	7
Total occurrence des participants		0	5	6	13	14	38

* 1 participant a écrit oui, mais précise qu'elle est en excellente forme de sorte qu'elle fait jogging, vélo, trottinette, etc. donc je conclus qu'aucune incapacité juste mal lu la question. Qui plus encore indique l'aide à la mobilité qu'elle utilise trottinette et vélo (du coup, pas rapport avec une aide à la mobilité telle que nous l'entendions)

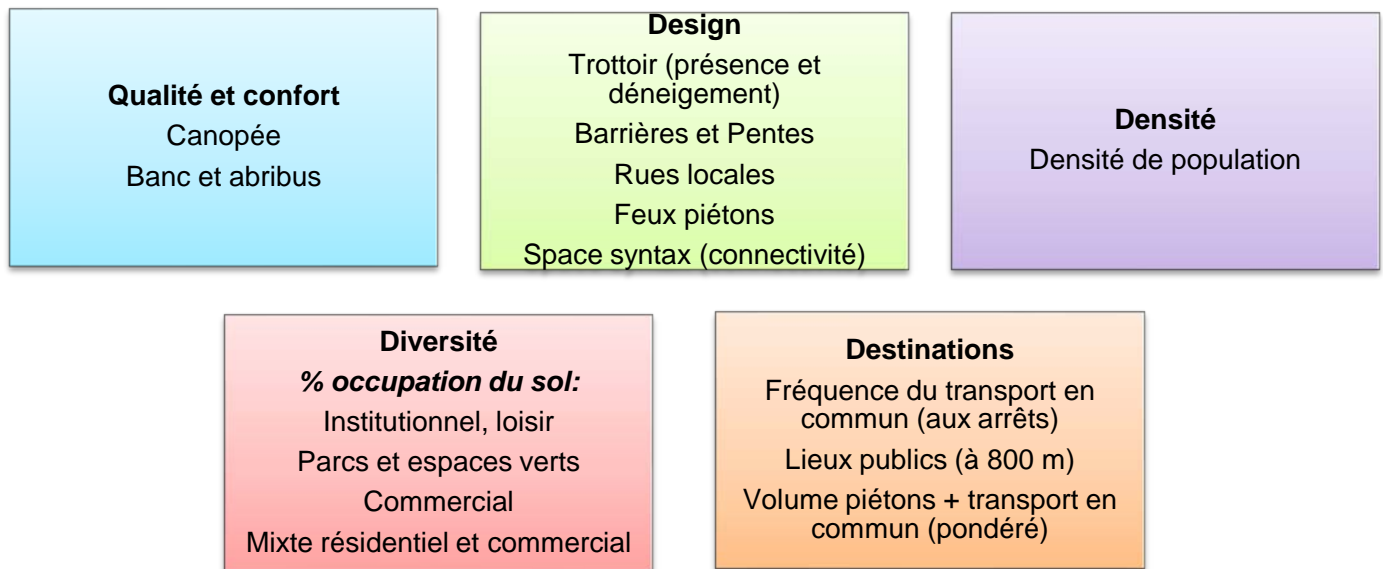


Figure 2 : Variables retenues pour l'indice de marchabilité

Tableau 1 : Opérationnalisation des variables pour leur intégration dans la base de données spatiales

Dimension	Variable	Description	Calcul de la variable	Source des données
Design	Barrière	Absence de barrière dans l'UM* (si 5% du territoire ou moins)	"0" si aire de barrière est 5% et plus "1" si 5% et moins	Ville de Québec
	Pente	Absence de pente (par tronçon) de 5% dans l'UM	"0" si pente MAX est 5% et plus "1" si 5% et moins	Ville de Québec
	Rues locales	% du réseau routier (RR) qui est local par UM	$RR_Local / RR_Total * 100$	Ville de Québec
	Trottoir	% du réseau routier qui a un trottoir	$Trottoir / RR_Total * 100$	Ville de Québec
	Déneigement du trottoir	% des trottoirs qui sont déneigés par UM	$Deneigement / Trottoir * 100$	Ville de Québec
	Space Syntax (NACH)	Moyenne du NACH par UM	Moyenne dans l'UM	Ville de Québec
	Signalisation piétonne	Nombre de feux piétons par mètre de route dans une zone de 400 m autour du centroïde de l'UM	Signalisation piétonne / longueur du réseau dans zone 400m	Données Québec et projet STRAPI de l'INRS
Destinations	Volume piéton et TC	Volume piéton et TC par mètre de route dans une zone de 400 m autour du centroïde de l'UM	Volume de piéton dans zone 400m / RR_Total	Enquête O-D QUÉBEC-LÉVIS 2017
	Arrêts TC	Nombre de départs et d'arrivées de bus (Bus_SUM) par mètre de route dans l'UM	Bus_SUM / RR_Total	RTC Données ouvertes GTFS
	Lieux publics	Nombre de lieux publics par aire de 400 m autour de l'UM	Lieux publics / aire zone 400m	Ville de Québec
Densité	Population	Densité de population (2016) au m ² par UM	$POP2016 / Superficie_UM$	Statistique Canada
Diversité	Utilisation du sol institutionnelle et loisir	% de la zone de 400 m autour de l'UM en institutionnel	$Sol_Inst_400 / aire\ zone\ 400m * 100$	Données Québec
	Utilisation du sol commerciale-résidentielle	% de la zone de 400 m autour de l'UM en commercial-résidentiel	$Sol_Mix_400 / aire\ zone\ 400m * 100$	Données Québec
	Utilisation du sol commerciale	% de la zone de 400m autour de l'UM en commercial	$Sol_Com_400 / aire\ zone\ 400m * 100$	Données Québec
	Utilisation du sol par cet espaces verts	% de la zone de 400m autour de l'UM en parcs	$Sol_Parc_400 / aire\ zone\ 400m * 100$	Données Québec
Qualité & confort	Banc	Nombre de bancs par aire de l'UM	$Banc / Superficie_UM$	Ville de Québec et RTC
	Canopée	% de l'UM sous la canopée	$Canopee / Superficie_UM * 100$	Ville de Québec via le CERFO

*UM = Unité morphologique

Pondération des variables

Une fois toutes les variables intégrées dans la base de données spatiales, nous avons pu calculer l'indice de marchabilité par unité morphologique. Les méthodes pour calculer ces indices varient considérablement allant de la simple somme des variables [13, 15, 26-34]) à la somme pondérée des variables selon l'ampleur de leur influence sur la marchabilité [8, 12, 35-49], la méthode employée ici.

Pour l'attribution des poids aux variables, nous avons fait appel à la façon de procéder d'Al Shammas [8] qui implique de faire appel à des experts ayant de l'expérience en lien avec la marche pour définir l'importance de chacune des variables et composantes. Dans le cas présent, deux professionnels de la Ville de Québec et deux membres de notre équipe ont fait l'exercice d'attribuer du poids aux dimensions et ensuite aux variables dans chacune des dimensions à l'aide d'un outil Excel développé par la Ville. Les poids retenus sont la moyenne des 4 résultats obtenus avec cet exercice (Tableau 2 et 3).

Tableau 2 : Poids attribués aux cinq dimensions de notre indice de marchabilité

Dimensions	<i>Design</i>	<i>Destinations accessibles</i>	<i>Densité</i>	<i>Diversité</i>	<i>Qualité et Confort</i>
Poids	32%	16%	14%	13%	25%

Tableau 3 : Poids attribués aux variables de notre indice de marchabilité

Dimension	Variable	Poids
Design 32%	Barrière	8%
	Pente	14%
	Rues locales	18%
	Trottoir	20%
	Déneigement du trottoir	8%
	Space Syntax (NACH)	22%
	Signalisation piétonne	10%
Destinations 16%	Volume piéton et TC	58%
	Arrêts TC	29%
	Lieux publics	13%
Densité 14%	Population	100%
Diversité 13%	Utilisation du sol institutionnelle et loisir	25%
	Utilisation du sol commerciale-résidentielle	25%
	Utilisation du sol commerciale	25%
	Utilisation du sol par cet espaces verts	25%
Qualité & confort 25%	Banc	50%
	Canopée	50%

Calcul de l'indice de marchabilité

Avant de procéder à la somme pondérée de nos variables pour chacune des UM, il est nécessaire de transformer les différentes mesures en score Z. Cette transformation est nécessaire puisque les distributions des fréquences de chacune des variables varient grandement, tout comme leur unité de mesure. Le score-Z permet d'obtenir une distribution centrée sur une moyenne à 0 et un écart type de 1 pour chacune des variables, les rendant alors compatibles pour une somme sans donner plus d'importance à l'une ou l'autre en raison de leur distribution initiale. La formule de l'indice de marchabilité consiste ensuite à additionner les variables pondérées et à les multiplier par le poids attribué à leur dimension :

$$\begin{aligned}
& \textbf{Indice de Marchabilité} = \\
& (\textbf{Design 0.32} * ((0.18 * \text{Rue locale}) + (0.08 * \text{Barrières}) + (0.08 * \text{Trottoir} \\
& \text{déneigement}) + (0.20 * \text{Trottoir}) + (0.14 * \text{Pente}) + (0.22 * \text{NACH}) + (0.10 * \\
& \text{Signalisation piéton})) \\
& + \\
& (\textbf{Destinations accessibles 0.16} * ((0.58 * \text{Volume piéton et TC}) + (0.29 * \text{Arrêts} \\
& \text{TC}) + (0.13 * \text{Lieux publics}))) \\
& + \\
& (\textbf{Qualité et confort 0.25} * ((0.50 * \text{Banc}) + (0.50 * \text{Canopée}))) \\
& + \\
& (\textbf{Diversité 0.13} * ((0.25 * \text{Institutionnel}) + (0.25 * \text{Mixité}) + (0.25 * \text{Commerce}) + \\
& (0.25 * \text{Parc}))) \\
& + \\
& (\textbf{Densité 0.14} * \text{Population})
\end{aligned}$$

Typologie des milieux : classification ascendante hiérarchique (objectif 2)

Tout comme pour le calcul de l'indice de marchabilité, la création d'une typologie des milieux repose sur la base de données spatiales mise en place en amont et sur les 17 mêmes variables standardisées en score Z. La classification ascendante hiérarchique (CAH), est une méthode statistique exploratoire qui permet de regrouper les individus (ici, les UM) en fonction de leur degré de ressemblance [50]. Une fois les données soumises au logiciel (ici, SPSS), les itérations successives dans les regroupements génèrent un arbre de classification que l'on appelle dendrogramme, qui sert ensuite à choisir le nombre de sous-groupes en fonction de l'écart entre les regroupements.

Le calcul de la CAH a été obtenu à partir de deux paramètres qui assurent un regroupement optimal maximisant les différences entre les sous-groupes (calcul basé sur le carré de la distance euclidienne) et minimisant les différences entre les individus (ici, les UM) à l'intérieur de chacun des sous-groupes (via le critère d'agrégation de Ward) [50]. À partir du dendrogramme (Figure 3) et de l'exploration des données pour 4, 5 et 6 sous-groupes, nous avons choisi de conserver 5 sous-groupes caractérisant les milieux selon les différentes dimensions de la marchabilité. Une fois les sous-groupes assignés à chaque UM, il est alors possible d'explorer les valeurs moyennes de chacune des variables (ou les

proportions de 0/1 pour les variables binaires) dans chaque sous-groupe et d'ainsi les décrire. En plus de ces descriptions, nous avons aussi comparé les indices de marchabilité et les sous-groupes des UM.

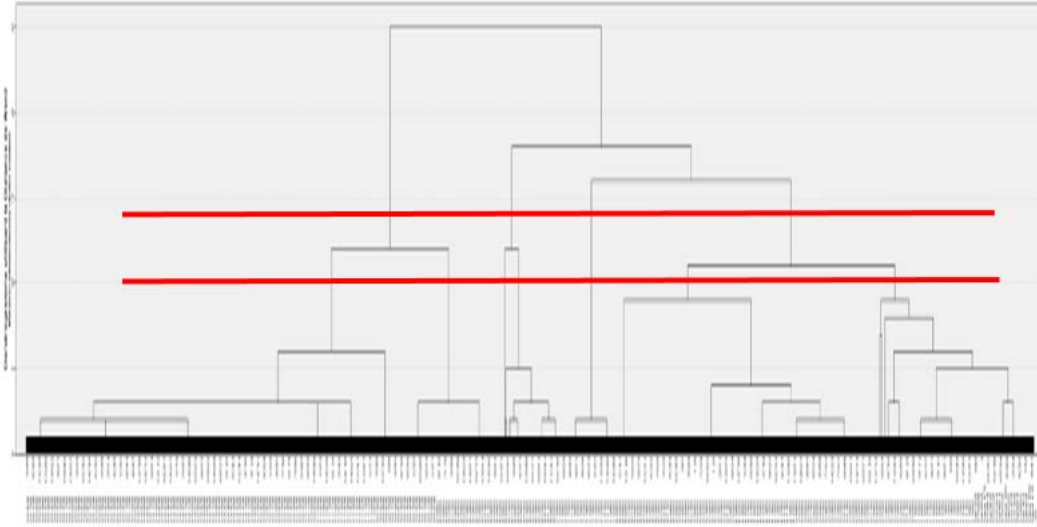


Figure 3 : Dendrogramme provenant de la CAH en fonction des variables de la marchabilité (NOTE : les lignes rouges illustrent des scénarios à 7 et 4 sous-groupes)

Cartographie interactive (objectif 3)

Tel que présenté dans l'introduction, la continuité des mesures de distanciation nous a obligé à revoir la méthodologie prévue au départ pour cette étape de consultation des citoyens sur les questions de marchabilité. L'utilisation d'une carte interactive nécessitait donc un travail en amont pour 1) choisir les quartiers où recruter des participants et 2) programmer la carte (et les options pour laisser des commentaires) ainsi que le bref questionnaire démographique à remplir par les participants.

Choix des quartiers

Une fois la typologie des quartiers terminée, l'équipe de recherche et les partenaires à la Ville de Québec ont discuté des meilleurs quartiers à cibler. Les critères étaient d'avoir une diversité dans les types de milieux et de s'assurer d'une bonne participation des citoyens aux instances visées pour le recrutement

(conseils de quartier). Les quartiers de **Des Châtels, Loretteville, Maizerets, Saint-Louis et Saint-Sauveur** ont été retenus en fonction de ces critères.

Mise en ligne de la carte interactive et collecte de données

L'équipe de recherche a travaillé étroitement avec le Service de l'information citoyenne pour la mise en ligne d'une carte interactive où les participants pouvaient ajouter des « épingles », incluant un commentaire, aux endroits de leur quartier qu'ils jugeaient positif ou négatif en tant que piéton. En plus de cette carte interactive où ils pouvaient mettre jusqu'à 15 épingles différentes, les participants étaient invités à remplir un court questionnaire dans le but de nous informer sur leurs habitudes de mobilité et leurs caractéristiques démographiques. Le croisement des deux types de données recueillis (épingles et questionnaire) a été fait en aval, à partir d'informations données par les participants (courriel), dans le respect des règles éthiques de l'INRS pour ce projet. La lettre d'invitation envoyée aux participants, le questionnaire et le certificat d'éthique se trouvent à l'annexe II. Un courriel d'invitation a été envoyé aux Conseils de quartier le 12 novembre 2020 suivi d'un courriel de rappel envoyé le 24 novembre 2020 en demandant aux Conseils de quartier de publier notre invitation sur leur page *Facebook*, ce qui fût fait pour les quartiers Maizerets, Saint-Louis et Des Châtels. La collecte de données a été effectuée du 12 novembre au 8 décembre 2020 et les données ont ensuite été envoyées par le Service de l'information citoyenne à notre équipe.

Analyse des données

L'analyse des données de cette collecte sur le web s'est faite en trois temps. Tout d'abord, nous avons analysé les commentaires rattachés aux épingles à l'aide des dimensions de la marchabilité que nous avons utilisés précédemment. Par la suite, nous avons croisé les données regroupées par dimension avec les données démographiques et de mobilité du questionnaire, avec peu de résultats concluants, possiblement en raison du petit nombre de répondants. Finalement, nous avons effectué une analyse fine de la localisation des commentaires par quartier en lien avec le nombre d'épingles placé par les participants.

3. Résultat objectif 2 : marchabilité

Cette section du rapport revient tout d'abord brièvement sur les résultats de l'indice de marchabilité et de la typologie des milieux qui sont disponibles en ligne sous forme de carte où il est possible d'explorer les résultats plus en détails. La seconde partie est consacrée aux résultats de la consultation via la carte interactive.

Indice de marchabilité

L'indice de marchabilité calculé varie de -0,6 à 4,2 et a été divisé en quatre classes via la méthode des quantiles dans ArcGIS¹, c'est-à-dire que chaque classe contient un nombre égal d'unités morphologiques. Les quatre classes de marchabilité se retrouvent à la figure 4 tandis que la carte de tout le territoire est présentée à la figure 5 et disponible en ligne :

<https://inrs.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=ba7f6e21b90a417893450df2317b933e>

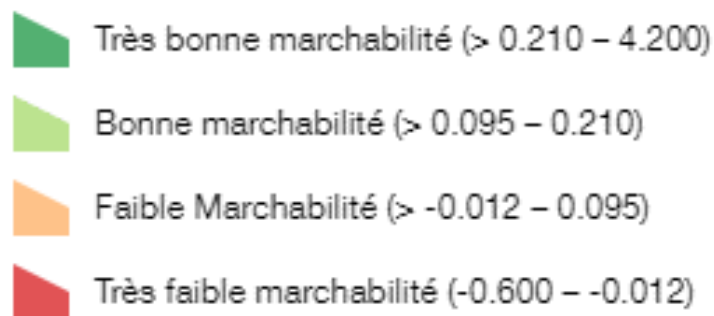


Figure 4 : Indice de marchabilité par classe

¹ <https://pro.arcgis.com/fr/pro-app/help/mapping/layer-properties/data-classification-methods.htm>

Typologie des milieux

Le tableau 4 présente les moyennes et proportions des variables retenues par sous-groupes d'UM. Ces statistiques descriptives permettent de broser le portrait de ces différents types de milieux en lien avec le potentiel piétonnier. Tout comme pour l'indice de marchabilité, la carte de la CAH est exposée à la figure 6 et disponible en ligne :

<https://inrs.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=ba7f6e21b90a417893450df2317b933e>

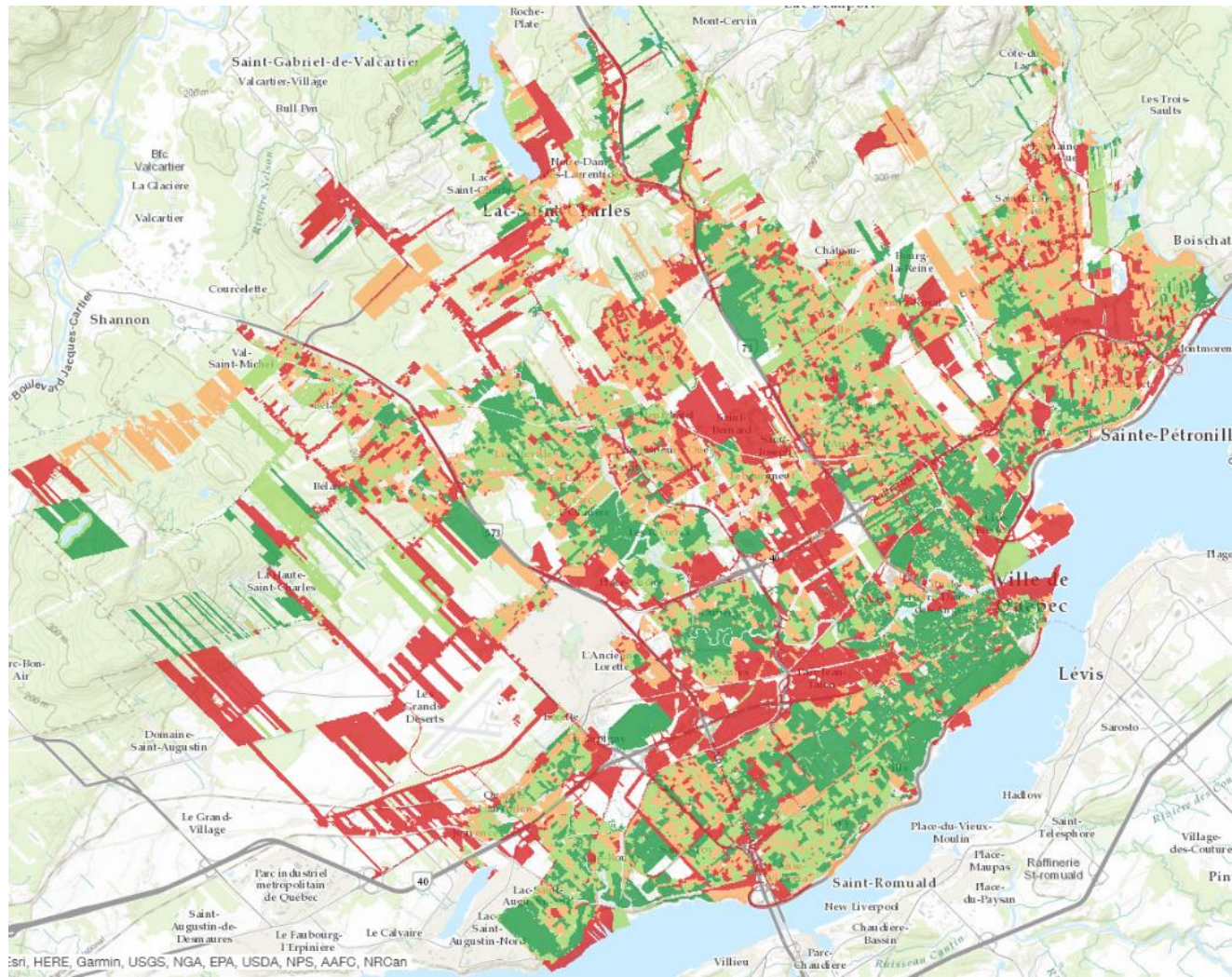


Figure 5 : Carte de l'indice de marchabilité

Tableau 4 : Statistiques descriptives des sous-groupes d'UM selon la moyenne par variables de la CAH

Thème	Variable	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
UM (n=16853)	Nombre d'UM par sous-groupe	6400	986	7013	847	1607
	Superficie UM (m ²)	15831,7	4779,3	19517,9	34207,3	14346,4
Design	% rues locales	97,1	80,9	63,2	34,2	80,2
	% trottoir	3,3	266,8	116,1	47,9	45,8
	% trottoir déneigé	3,1	97,5	87,4	46,8	45,1
	NaCh (connectivité)	0,8	1,0	1,0	0,8	1,0
	Signalisation piétonne*	-	-	-	-	-
	Barrière (% des UM avec 5% de barrière et +)**	0,3	1,1	8,5	89,9	0,0
	Pente (% des UM avec 5% de pente et +)**	4,7	15,0	5,9	3,1	71,0
Destination	Volume piétons et TC	5,4	239,5	19,4	19,0	6,1
	Départ-arrivée TC	0,0	0,3	1,3	0,4	0,4
	Lieux publics*	-	-	-	-	-
Densité	Population*	-	-	-	-	-
Diversité	% institutionnel	4,8	11,5	8,0	7,3	6,0
	% parcs	2,3	5,2	4,7	3,2	2,5
	% commerce	3,3	4,0	5,2	6,0	2,6
	% mixte	0,1	3,2	0,5	0,3	0,2
Qualité et confort	Bancs*	-	-	-	-	-
	% Canopée	28,8	6,9	18,3	17,0	26,9

* Les variables sans valeurs étaient toutes très faibles et semblables d'un groupe à l'autre

** Les variables barrières et pentes sont dichotomiques, on y retrouve ici le % de 1.

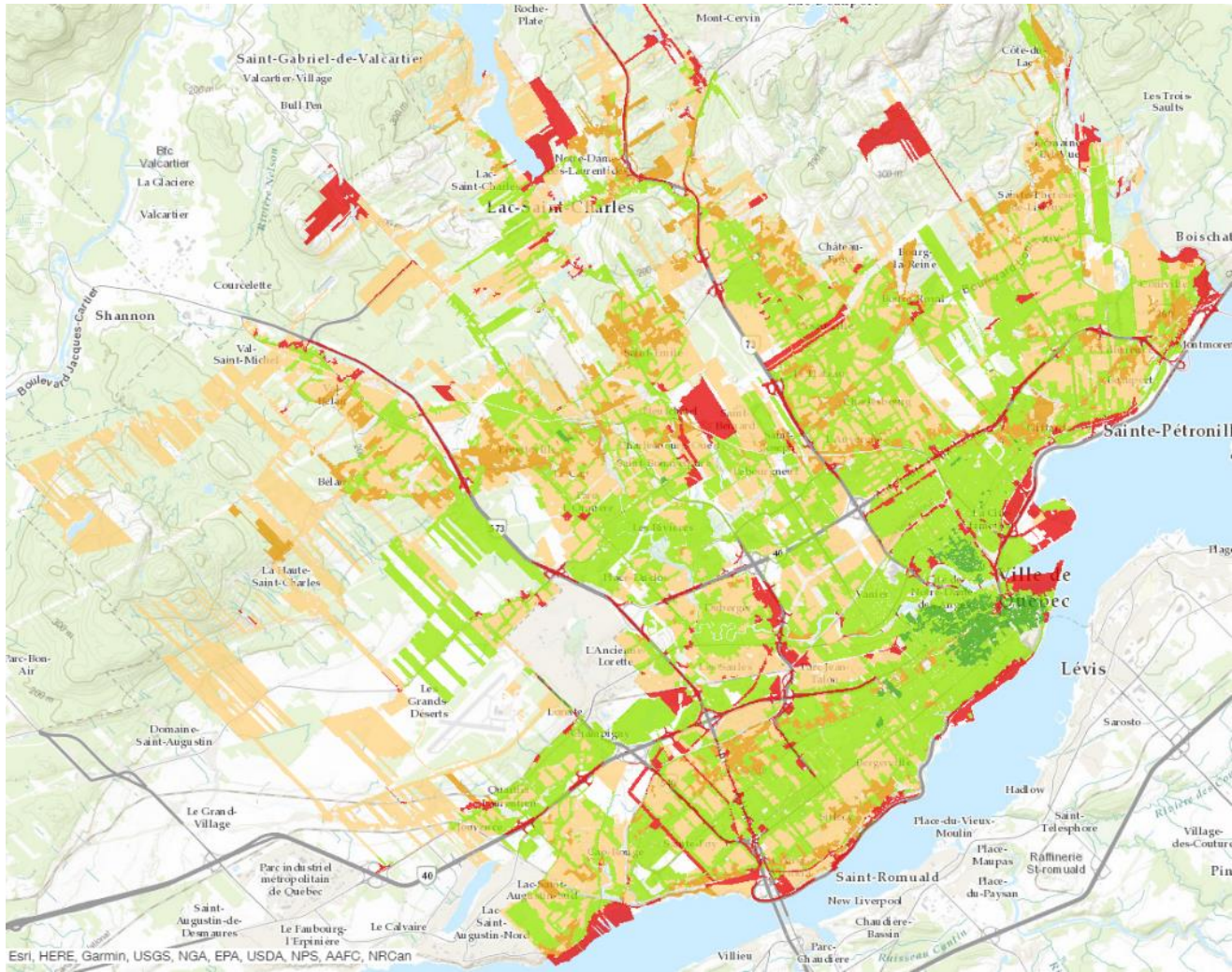


Figure 6 : Carte de la CAH

Le type 1 regroupe 38% des UM du territoire à l'étude. En moyenne, les UM de ce type de milieu sont constitués à 97% de rues locales, sans trottoir. Ce sont aussi les UM avec les plus faibles volumes piéton/transport collectif, mais aussi ceux avec le plus de couvert végétal (en moyenne, 29% des UM étaient sous la canopée). Ces milieux sont typiques des quartiers de banlieue des années d'après-guerre, comme nous pouvons le voir sur la carte. Par exemple, on retrouve ces UM entre le fleuve et le boulevard Laurier à Sainte-Foy, à Beauport (à l'est de Seigneuriale) et Saint-Émile.

Le deuxième type représente 6% des UM du territoire et regroupe celles qui ont de plus petites superficies. Ces UM se caractérisent par la présence de trottoir des deux côtés de la rue (des taux de présence de plus de 200% en moyenne), qui sont déneigés presque à 100%. C'est aussi le sous-groupe d'UM avec la plus haute moyenne de volume piéton/transport collectif (5,4 personnes par lieu de destination), ce qui est possiblement attribuable aux différentes occupations du sol qu'on y retrouve. De fait, ce sont aussi les UM avec les plus hautes moyennes pour la présence d'institutions, de parcs et d'occupation du sol mixte. Sur la carte, ces UM se retrouvent principalement dans les plus vieux quartiers de la ville : dans le Vieux-Québec, à Limoilou, Saint-Jean-Baptiste et Saint-Sauveur.

Le troisième sous-groupe est celui qui regroupe le plus d'UM (42% du total) et il se caractérise principalement par une plus grande présence de transport en commun. Le réseau routier qu'on y trouve se compose en moyenne de deux tiers de rues locales, avec des trottoirs dans la moitié du réseau (taux moyen de près de 100%). Ce type a aussi la 2^e plus haute moyenne de superficie des UM et de présence d'occupation du sol commerciale et un certain volume piéton, bien qu'il soit beaucoup moindre que le type 2 (19 contre 239 piétons/utilisateur du TC par destination). Sur la carte, ce type de milieu est très présent le long des axes routiers entre le Vieux-Québec et les ponts, dans le secteur des Rivières et dans Limoilou au sud de l'autoroute 40.

Le quatrième type de milieu correspond à seulement 5% des UM et se caractérise par une forte présence de barrière : 90% des UM de ce sous-groupe ont au moins

5% de leur superficie en barrière. On y retrouve les plus grandes UM en superficie, avec peu de rues locales (moyenne par UM de 34%). C'est aussi dans ces UM que l'on a la plus haute moyenne de présence commerciale et un volume piéton semblable au type 3. Sur la carte, ces UM se retrouvent le long des autoroutes, du fleuve et des emprises d'Hydro-Québec, en plus des abords du Port de Québec et de différentes zones industrielles.

Le cinquième type regroupe 10% des UM et se caractérise principalement par une forte présence de pentes : 71% des UM de ce sous-groupe ont au moins un tronçon avec une pente à 5% ou plus. Comme pour le premier type, les volumes piétons y sont très faibles et la canopée y est importante. Sans surprise, ces zones se retrouvent dans les zones entre la haute et la basse ville, à la fois près du fleuve au sud et le long du boulevard du Versant-Nord et du chemin Sainte-Foy.

Comparaison de l'indice de marchabilité et des types de milieu (CAH)

Dans le but de valider nos deux méthodologies, mais aussi de mieux illustrer la complémentarité des deux analyses, nous avons examiné l'indice de marchabilité pour chacun des types de milieux à partir des valeurs de l'indice par UM. Le tableau 5 présente les valeurs moyennes et médianes de chacun des sous-groupes présentés ci-haut ainsi que le niveau de marchabilité qui y correspond. On note à la lecture de ce tableau que deux types de milieux (1 et 5) ont un faible niveau de marchabilité, bien qu'ils soient distincts de par leurs caractéristiques environnementales. La combinaison des deux analyses nous permet d'avancer deux explications différentes pour cette faible marchabilité : dans le premier cas, elle vient du peu de trottoirs et de la faible attractivité (peu de destination et de diversité) tandis que la faible marchabilité du second type de milieu vient plutôt de la présence de pentes, en plus du peu de diversité. Selon nous, le type 1 a plus de potentiel d'amélioration de la marchabilité que le 5^e, en raison de leur localisation dans la ville et de l'occupation du territoire qui leur est propre (résidentiel versus commercial et probablement industriel). Ces descriptions des milieux nous permettent ainsi de mieux comprendre les raisons des niveaux de

marchabilité et de proposer des solutions qui tiennent compte des types de milieux et non seulement de l'indice de marchabilité par UM. Nous approfondirons ce point dans les résultats de l'objectif 5 plus loin.

Tableau 5 comparatif de l'indice de marchabilité et de la CAH

Groupe	Indice de marchabilité			
	Moyenne	Niveau de marchabilité	Médiane	Niveau de marchabilité
1	0,062	Faible marchabilité	0,070	Faible marchabilité
2	0,494	Très bonne marchabilité	0,489	Très bonne marchabilité
3	0,156	Bonne marchabilité	0,136	Bonne marchabilité
4	-0,124	Très faible marchabilité	-0,143	Très faible marchabilité
5	0,060	Faible marchabilité	0,051	Faible marchabilité

4. Résultat objectif 3 : Cartographie interactive

Profil des participants

Quatre-vingt-onze (91) participants ont rempli le questionnaire en amont, mais seulement 43 participants ont ajouté des épingles à la cartographie interactive. Pour des raisons éthiques, il n'était pas exigé d'indiquer ses informations personnelles au moment de remplir le questionnaire ou de mettre les épingles sur la carte. De ce fait, nous avons pu faire la correspondance pour 38 participants, pour lesquels nous avons les informations socio-démographiques ainsi que les réponses aux questions liées aux déplacements.

Toutes les données socio-démographiques et de mobilité se retrouvent à l'annexe III. L'échantillon des participants est constitué légèrement de plus d'hommes (n=22) que de femmes (n=16). La répartition des groupes d'âge illustre que ce sont les 35 à 44 ans qui sont les plus nombreux (n=12), suivi par les participants de plus de 65 ans (n=11) (Figure 7).

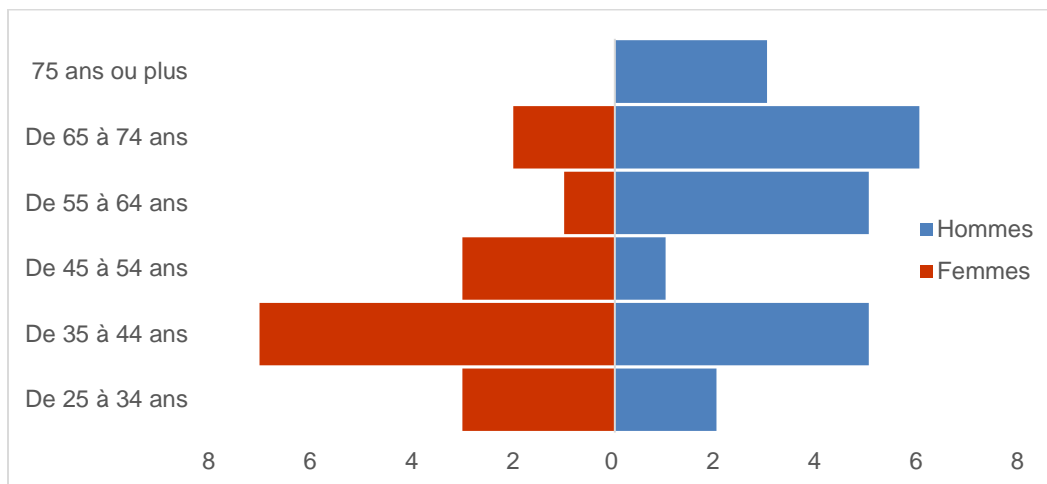


Figure 7 : Pyramide des âges des participants traçables (n=38)

Comme c'est souvent le cas dans ce type d'enquête, les participants ont des niveaux d'éducation plus hauts que la population générale : les trois-quarts d'entre eux ont un diplôme universitaire (n=29). Ils sont aussi majoritairement des

travailleurs (n=26) ou des retraités (n=13). Outre les questions socio-démographiques, les participants ont répondu à des questions concernant leur déplacement. La Figure 8 illustre bien le fait que les participants sont des utilisateurs de presque tous les modes de transports, avec une grande proportion d'entre eux qui marche à tous les jours (n=25) ou quelques fois par semaine (n=12), mais qui sont aussi conducteur ou passager de voiture fréquemment (tous les jours ou quelques fois par semaine, n=37).

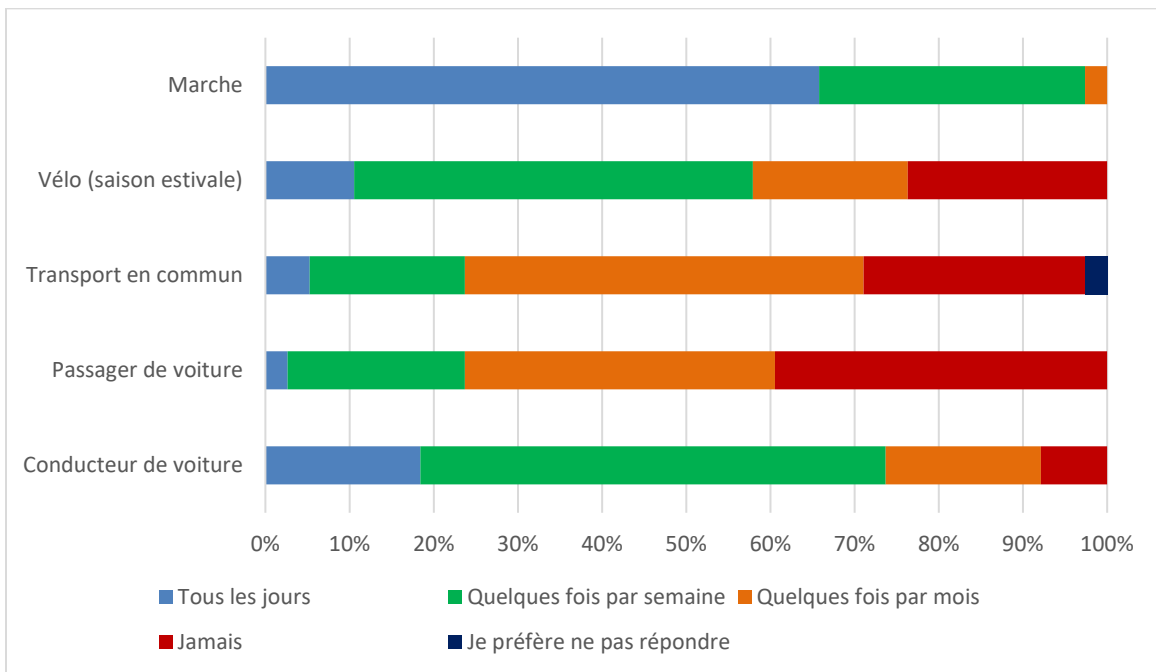


Figure 8 : Fréquence des moyens de transport pour les déplacements

Profil des épingles et de leurs commentaires

Les 43 participants ont ajouté 209 épingles avec des commentaires à la carte interactive. De ce nombre, 5 épingles ont été exclues puisqu'elles référaient à des commentaires strictement dédiés au vélo et n'avaient aucun lien avec la marchabilité des quartiers et une épingle était un doublon (même coordonnées géographiques, même commentaire, fait par le même participant). C'est donc un total de **203 épingles** qui ont été analysées, pour une moyenne de 5 épingles par participant (minimum : 1 épingles, maximum : 17 épingles).

Tel que décrit dans la méthodologie, l'analyse thématique des épingles s'est faite à partir des commentaires textuels en suivant tout d'abord les dimensions de la marchabilité. On y retrouve ainsi des éléments dans trois des dimensions : **design, destination et qualité et confort** et certains de ces éléments s'ajoutent à ceux que nous avons intégré dans l'indice de marchabilité et la typologie. Sans grande surprise, les composantes de diversités et de densité n'ont pas été abordées par les participants puisqu'elles représentent des éléments plus « abstraits » pour les citoyens, à savoir l'occupation du sol et la densité de population. Mentionnons tout de même que certains propos sur les destinations s'apparentent aussi à la dimension de la diversité, comme par exemple lorsque les répondants mentionnent la présence de parc ou de marché public comme élément positif. Les commentaires rattachés aux 203 épingles décrivaient parfois plus d'une variable ou touchaient plus d'une dimension, ce pourquoi c'est un total de 349 éléments qui se retrouvent dans notre analyse. La figure 9 illustre les variables présentes dans les propos des participants par dimension, celle du design étant la plus souvent citée (n=169), suivie de la qualité et du confort (n=121) et de celle des destinations (n=59).

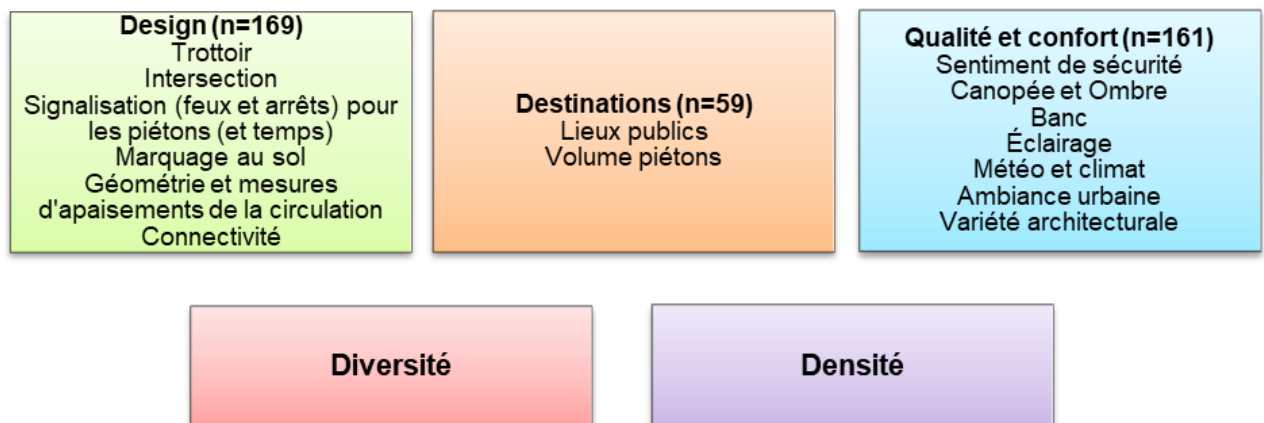


Figure 9 : Variables présentes dans les commentaires sur la carte interactive selon les dimensions de la marchabilité retenues à l'objectif 1

Design

Dans les éléments liés au design, les participants parlent fréquemment des **trottoirs** (n=55). La majorité de ces commentaires sont liés à leur **présence ou**

absence ainsi qu'au **déneigement**. D'autres participants, plus particulièrement dans les quartiers Saint-Louis et Saint-Sauveur, abordent la **largeur des trottoirs** en terme positif (la largeur du trottoir donne assez d'espace aux piétons pour y circuler librement) ou encore négatif (ils ne sont pas assez larges). L'**obstruction** du trottoir est uniquement soulevée dans le quartier Saint-Sauveur où les participants se plaignent de retrouver des poteaux au milieu du trottoir.

Les éléments liés aux **intersections** (n=65) concernent la **visibilité**, notamment dans les quartiers Saint-Sauveur et Maizerets. Les participants insistent sur les difficultés à traverser par manque de visibilité en raison de véhicules stationnés près des coins de rue, d'une rue sinueuse ou d'un bâtiment sans marge de recul. Ces éléments présents aux intersections réduisent le dégagement visuel, ce qui empêche le piéton de bien voir et d'être vu au moment de traverser la rue.

Aussi reliés aux intersections, les éléments de **signalisation piétonne** figurent parmi les points les plus soulevés du design. On y mentionne entre autres **le temps** donné aux piétons pour traverser (insuffisant pour certains et suffisant pour d'autres), la longue attente pour obtenir le feu piéton ainsi les problèmes liés au virage à droite au feu rouge des automobilistes. Dans le même sens, plusieurs participants ont mentionné la nécessité d'ajouter divers éléments aux intersections pour les aider à traverser : selon eux, l'ajout de **marquage au sol**, d'une **traverse piétonne**, de **panneaux d'arrêts** ou de **feux de signalisation** aideraient les piétons qui ont de la difficulté à traverser la rue. Certains participants ont aussi souligné les bons coups de la Ville, comme l'ajout d'une traverse piétonne à un endroit spécifique.

Le **réseau routier** (n=49) réfère aux commentaires ayant trait aux désirs d'implanter des **mesures d'apaisement de la circulation**, aux trop grandes **largeurs de chaussée** à traverser. On retrouve également des commentaires liés à la **connectivité du réseau de rues et de trottoirs**, particulièrement où le réseau n'a pas de lien avec les destinations piétonnes. Les barrières naturelles ou physiques sont d'ailleurs étroitement liées à la connectivité, étant souvent cités

comme une cause au problème de connectivité. De ce fait, les participants ont soulevé qu'ils apprécient ou apprécieraient des passages sous forme de raccourcis ou de passerelles pour contrer la topographie, les autoroutes ou encore les autres détours parfois présents dans le réseau routier, créant ainsi des chemins plus directs vers leurs destinations.

Destination

Les commentaires mentionnant le grand **volume de piéton** (n=31) sont surtout présents pour appuyer les propos des participants lorsqu'il est question de problématique tels que l'absence de trottoir, d'intersections inadéquates ou de perception négative de la sécurité des piétons. Les **lieux publics** (n=28), quant à eux, sont essentiellement mentionnés en terme élogieux et se retrouvent uniquement dans les éléments positifs. Par exemple, on mentionne des parcs, des boisées, des promenades comme un « endroit exceptionnel », « très beau », « très agréable à marcher », « merveilleux », « magnifique », « fantastique ».

Qualité et confort

Les éléments liés à la qualité et au confort des piétons sont plus nombreux dans les propos des participants à la carte interactive que dans notre analyse à partir des données spatiales. Ce n'est pas étonnant puisque les propos recueillis ici font référence à l'expérience piétonne des répondants, un élément que l'on ne retrouve pas dans les bases de données habituelles, d'où l'importance d'avoir des méthodes complémentaires comme celles proposées ici.

Le **sentiment de sécurité des piétons** (n=92) est le sujet qui a été le plus mentionné dans les commentaires, notamment dans le quartier Saint-Louis. Les participants parlent de leur perception du comportement des automobilistes par rapport à la vitesse, mais aussi au respect de la priorité des piétons aux feux de circulation, aux passages pour piéton et aux virages à droite au feu rouge. D'ailleurs, le **volume de circulation** est abordé ici pour mettre l'emphase sur les problématiques liées aux sentiments de sécurité : « Beaucoup de circulation automobile rendant le coin dangereux ». On retrouve également d'autres

commentaires plus généraux liés à la perception d'une rue, d'une intersection ou d'un secteur comme étant sécuritaire ou non. Pour décrire ces endroits, les participants utilisent des qualificatifs tel que « compliqué pour le piéton », « difficile à traverser », « me permet de circuler en toute sécurité ». **L'éclairage** (n=2) fait aussi partie des éléments cités par les participants qui le mettent parfois en lien avec ce sentiment de sécurité « cette intersection rend difficile de voir arriver, pour les piétons les voitures. Il y a aussi un manque évident d'éclairage ». Plusieurs éléments reliés à la qualité de leur expérience piétonne sont ressortis des propos des participants : leur appréciation de la **présence de bancs** (n=4), ou encore d'une **canopée** (n=7), soit parce qu'il manque d'arbres ou au contraire qu'un secteur est d'intérêt parce qu'il y a beaucoup d'arbres (et donc d'ombre). On retrouve aussi la **météo et le climat** (n=1) comme source d'inconfort lors des longues attentes au feu piéton : « Le feu de circulation. Compte tenu de l'endroit, très exposé au mauvais temps, devrait privilégier les piétons plutôt que l'inverse. ». Finalement, la **variété architecturale** (n=1) d'un secteur ainsi que **l'ambiance urbaine** (n=7) provenant de décorations uniques ou d'activités ayant lieu sur leur parcours sont des éléments positifs qui ont été mentionnés par les participants.

Lien entre les épingles et les données démographiques

Nous avons exploré les associations entre les données démographiques et les thèmes abordés dans les épingles puisque les écrits sur la marchabilité nous disent que les piétons à mobilité réduite, les aînées et les familles avec de jeunes enfants peuvent avoir des préoccupations spécifiques concernant leur expérience piétonne. Par exemple, la largeur des trottoirs est une préoccupation des familles pour circuler librement avec une poussette, les pentes sont problématiques pour les personnes ayant des mobilités réduites et les aînés réitèrent dans plusieurs études leur besoin de banc pour se reposer. Ces trois éléments se retrouvent dans la citation d'un participant :

« les trottoirs sont étroits, en mauvais état et parsemés de poteaux en plein milieu qui rendent leur utilisation désagréable, voire impossible

(notamment avec une aide à la mobilité, une poussette, ou même juste un parapluie...) ».

Or aucun lien significatif n'a été établi entre ce type de préoccupation et l'âge ou le sexe des participants. On explique ce résultat par le faible nombre de participants et la faible représentation des personnes âgées, des familles avec jeune enfant et de participant ayant une condition physique influençant leur déplacement. Une enquête à plus grande échelle saurait mieux nous renseigner sur ces associations.

Profil des quartiers

Maintenant que nous avons présenté les principaux commentaires par dimension de la marchabilité, nous proposons ici une analyse par quartier selon les éléments positifs ou négatifs rapportés par les participants. Cette partie est analysée en fonction du nombre d'épingles par quartier, chacune d'entre elles pouvant compter plus d'une composante de nos dimensions. Le Tableau 6 présente le nombre d'épingles par quartier selon ces catégories, en plus des quelques épingles qui étaient « neutres ».

Tableau 6 : Nombre d'épingles par quartier

Type d'épingle	Loretteville	Maizerets	Saint-Louis	Saint-Sauveur	Des Châtel	TOTAL
Élément positif	6	2	30	33	0	71
Élément négatif	13	27	71	17	0	128
Autre commentaire	0	0	2	2	0	4
TOTAL	19	29	103	52	0	203

Loretteville

La figure 10 illustre la répartition des épingles pour le quartier de Loretteville. Plusieurs des **éléments positifs** (en vert sur la carte) de ce quartier sont situés le long de la rivière St-Charles, où le parc et la rivière sont attrayants (n=4/6 épingles positives). Les participants les qualifient à l'aide d'un vocabulaire positif tel que « beau », « magnifique », « accessible », « apprécié » et « parfait ». Par ailleurs, un participant souligne qu'il apprécie la **traverse piétonne** au coin des rues Giroux et Racine et la juge sécuritaire : « La traverse piéton me permet de circuler en

toute sécurité. Même si je marche rapidement et que la rue n'est pas très large, je préfère l'utiliser. ». On ressort également différents éléments de la qualité et du confort du piéton. L'**ambiance urbaine** est abordée, notamment aux parcs Gaby-Pleau et Jean-Roger Durand où un participant a souligné la présence d'activités (jeux de tables, musique, etc.), et l'**ombre** qu'on y trouve.



Figure 10 : Épingles positives (vert) et négatives (rouge) pour Loretteville

La majorité des répondants ayant souligné des **éléments négatifs** (en rouge sur la carte) ont fait ressortir l'**absence de trottoir** (n=10/13) que l'on retrouve un peu partout dans le quartier. Deux épingles associent cette absence de trottoirs avec la présence d'une école. Dans le même sens, un participant mentionne le comportement des automobilistes comme une inquiétude pour la **sécurité des piétons** (n=6/13) : « Aucun trottoir sur Fortier et il y a beaucoup d'enfants durant et en dehors des heures d'école. Les autos roulent assez rapidement malgré la limite permise. ». Cette insécurité perçue ressort aussi dans des commentaires sur

des intersections spécifiques et sur l'absence de panneau d'arrêt, et dans des commentaires plus généraux soulevant les volumes piétons :

« C'est toujours incertain comme coin (sortie de l'école et intersection) si la brigadière n'est pas là, c'est très dangereux pour les piétons. » en parlant de la rue Verret au coin de la rue Racine

« C'est un peu compliqué et pas tout à fait clair », faisant référence à l'accès difficile pour les piétons au coin des boulevards Saint-Jacques et Johnny-Parent.

« Dangereux surtout le soir, aucun arrêt et la patinoire est de l'autre côté de la rue donc beaucoup de piéton, surtout jeune. » référant à l'intersection des rues Louis-IX et Mgr-Dumas.

Maizerets

Des 29 thèmes abordés dans les épingles du quartier Maizerets, seules 2 épingles réfèrent à des **éléments positifs**. Les commentaires se concentrent sur les aménagements de l'été 2020 sur l'avenue de la Ronde (possiblement en lien avec la COVID et aux travaux sur Henri-Bourassa) :

« [la rue est] beaucoup plus agréable avec la vélo-rue de cet été »

« [il] était beaucoup plus agréable avec l'apaisement de la circulation dû au fait qu'elle était vélo auto avec des virages obligés pour les autos ».

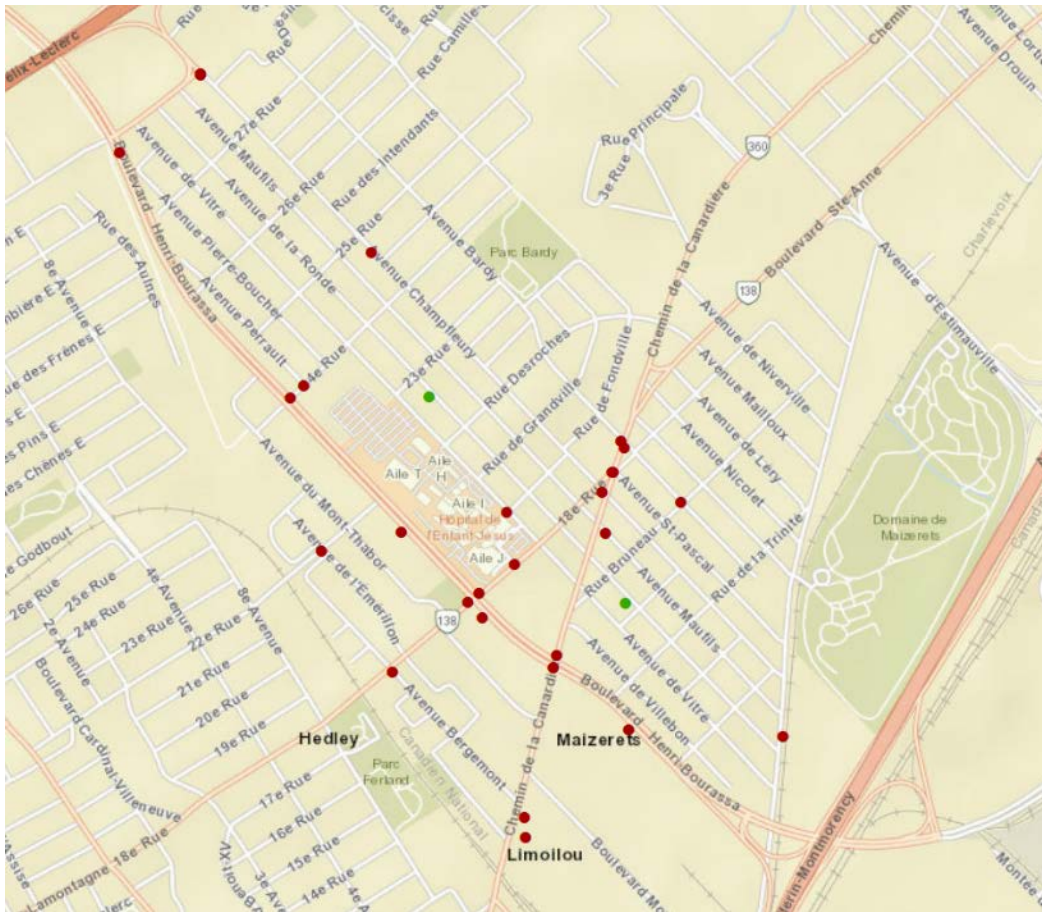


Figure 11 : Épingles positives (vert) et négatives (rouge) pour Maizeret

Les **éléments négatifs** du quartier se concentrent particulièrement sur le chemin de la Canardière (n=10/27) et sur le boulevard Henri-Bourassa (n=8/27). Les principales problématiques concernent la **perception de la sécurité des piétons** (n=19/27). On dénonce plusieurs facettes du **comportement des automobilistes**, notamment la vitesse et le non-respect de la priorité piétonne, mais les participants sont aussi inquiets du **volume de la circulation** et la présence d'écoles :

- « Beaucoup de circulation automobile rendant le coin dangereux »
- « Endroit très dangereux avec les autos qui transitent de la 22e vers Bergemont. Beaucoup de parents de la rue n'ose pas envoyer leurs enfants à l'école à partir de l'Émerillon »

« La rue Champfleury est une rue que les automobilistes utilisent pour traverser le quartier en sortant de l'autoroute, donc beaucoup de trafic qui roule vite [...] surtout près de l'école Jeunes du Monde »

Plusieurs épingles sont directement reliées aux **intersections** où les participants y soulèvent différentes problématiques lors de leurs traversées :

« [les virages à droite au feu rouge] rendent le coin insécure »

« Intersection super dangereuse à traverser » .

De nombreuses épingles de ce quartier sont en lien avec les **temps d'attente** (n=10/27). Deux participants affirment même que ce délai d'attente du feu piéton provoque de l'impatience chez les piétons qui vont alors traverser illégalement. On qualifie ces temps d'attente d'« interminable », « Inacceptable », « trop long », « vraiment trop long », « mal synchronisé », « [l'attente] tout simplement trop longue », « tellement longue » et les feux piétons demandent « beaucoup de temps » et « prennent beaucoup de temps à arriver ». D'autres épingles, moins nombreuses, abordent également la durée du feu piéton insuffisant pour effectuer la traversée sur la 18^e rue. On évoque que l'intersection est « trop grande pour la durée » et que les feux piétons sont « trop courts ».

Saint-Louis

Les **éléments positifs** du quartier Saint-Louis sont relativement nombreux, un participant affirme d'ailleurs que c'est un « Quartier propice à la marche sécuritaire et agréable dans les rues ». Ce quartier possède de nombreuses **destinations** attrayantes pour les piétons (n=9/28) tels que le marché de Sainte-Foy, la promenade Samuel-de-Champlain, les boisées Neilson, des Compagnons-de-Cartier, divers parcs (Roland-Beaudin, Sainte-Ursule, Saint-Benoît,) et le parc de la Plage Jacques-Cartier. Le reste des épingles se retrouvent sur la route de l'Église au nord du boulevard Laurier (n=10/28), récemment réaménagée. Par exemple, un participant décrit cette zone en termes très positifs : « Magnifique aménagement pour les piétons : trottoirs larges, végétation, bancs, etc. Exemple, bravo ! ». Les participants y apprécient surtout des éléments de la

qualité et du confort (n=9/28) tel que la canopée, la possibilité de s'asseoir ainsi que l'ambiance urbaine créée notamment par les décorations de Noël, les lumières sur la rue et les activités possibles à proximité (ex. : jeu de pétanque).

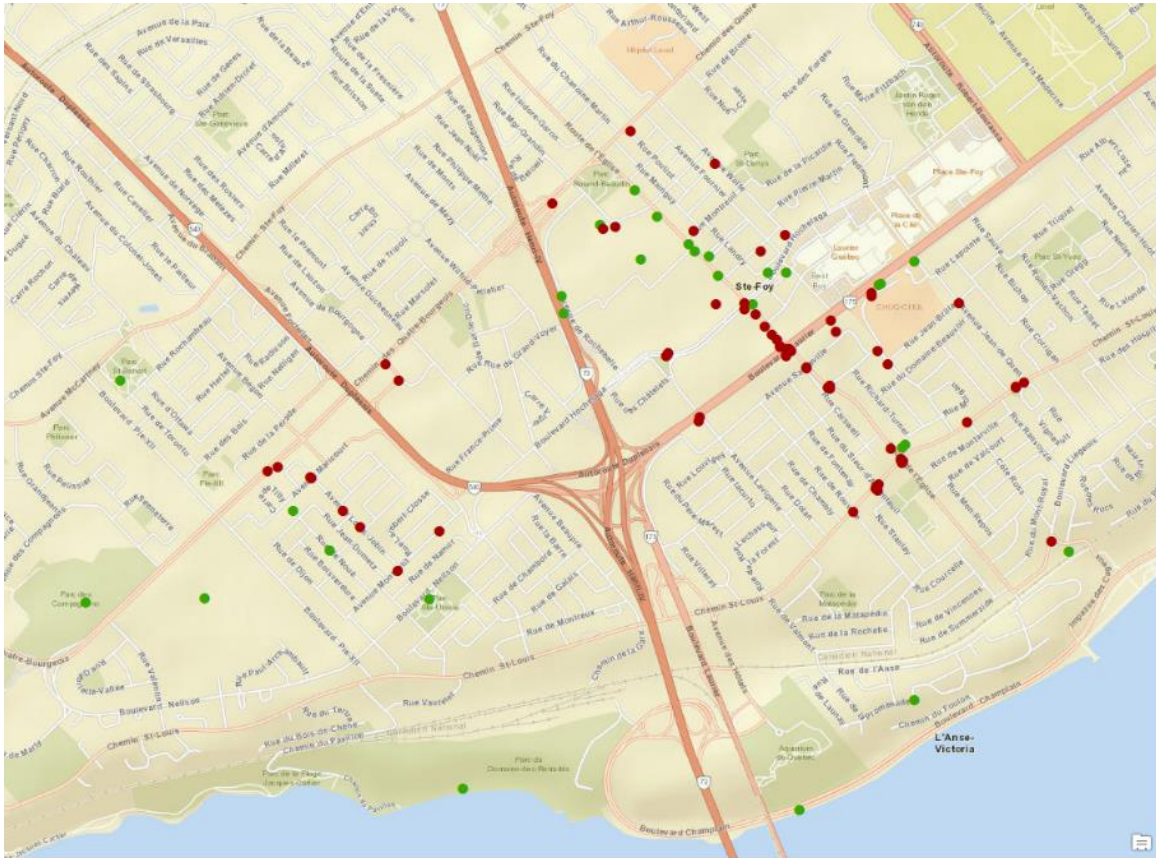


Figure 12 : Épingles positives (vert) et négatives (rouge) pour Saint-Louis

Parmi les **éléments négatifs**, les participants soulignent tout d'abord le **sentiment de sécurité des piétons** (n=39/61). La route de l'église (dans la partie non-réaménagée) est d'ailleurs le lieu du tiers des épingles négatives à ce sujet. Par exemple, l'intersection avec le boulevard Laurier retient l'attention, où les participants la décrivent comme étant « compliquée pour les piétons ». On note ainsi divers problèmes liés à la configuration de cette intersection :

- déneigement peu efficace « le déneigement n'est pas approprié pour les piétons » et « on se fait arroser l'automne et l'hiver, remblais de neige

- géants les jours de déneigement (vrai pour toutes les intersections du boulevard Laurier) »
- exposition aux vents et aux intempéries lorsqu'on y marche « Le feu de circulation. Compte tenu de l'endroit, très exposé au mauvais temps, devrait privilégier les piétons plutôt que l'inverse »,
 - présence d'un marquage peu cohérent, obligeant le piéton à faire un détour (42487) « Le marquage pour que les piétons traversent à l'intersection. Dans la logique de l'ingénieur, le marquage se situe où la voie est la moins large pour traverser, alors que la ligne droite est la meilleure pour le piéton. Il me semble que [ça] ne marchent pas » (voir photo à la figure 13),
 - espace insuffisant sur le coin pour le volume de piéton « pas assez de place sur le coin pour tout le monde »
 - chaussée longue à traverser tandis que le temps pour effectuer la traversée est insuffisant , « Trop long de traverser l'intersection » et « Le temps alloué pour que les piétons traversent est très court »
 - long temps d'attente pour le feu piéton « Feux trop longs », « attente trop longue », « Feux piétons interminables ».



**Figure 13 : Marquage inégal obligeant le piéton à faire un détour à l'intersection route de l'église et boulevard Laurier
(Source Google Street View)**

Les autres épingles sur la route de l'Église réfèrent surtout aux comportements des automobilistes : vitesse de circulation élevée non-respect de la priorité aux piétons, incluant lorsque les automobilistes ont le droit de tourner à droite sur le feu rouge, non-respect du feu piéton, automobilistes effectuant des demi-tours malgré l'interdiction (sur le boulevard Laurier).

Aux **intersections** (n=21/61), les participants mentionnent principalement des problèmes de signalisation, semblables à ceux soulevés pour l'intersection de l'Église-Laurier. La longue période d'attente pour obtenir le feu piéton est incommodant pour certains : « On [les piétons] prend le risque de traverser sur le feu rouge. ». Deux participants mettent en relation ce temps d'attente à l'inconfort du piéton l'exposant ainsi aux intempéries : « très exposé au mauvais temps », « très venteux l'hiver » et même « Pénible en hiver ». On mentionne aussi le temps insuffisant pour la traversée sur la rue Lavigerie aux intersections du boulevard Hochelaga et du boulevard Laurier. Finalement, certaines épingles soulèvent le besoin pour un panneau d'arrêt ou un passage piétonnier. Par exemple, un participant a déploré d'absence d'un passage pour piéton à l'intersection de la rue du Sieur-d'Argenteuil et du Chemin St-Louis : « Beaucoup de piétons tentent d'accéder au centre d'achat à partir du quartier au sud. Pas de traverse, ils courent et zigzaguent dans le trafic ».

Saint-Sauveur

Le quartier Saint-Sauveur possède de nombreuses destinations dont les lieux publics sont attrayants. Les **éléments positifs** du quartier Saint-Sauveur sont situés près de la rivière, du parc Lucien-Borne et du parc des Franciscains mais aussi dans le cœur des rues du quartier avec, par exemple, la Placette Saint-Sauveur (n=15/17). On dépeint ces lieux comme étant : « site enchanteur », « un joyau », « bien aménagé », « agréable », voire même « très agréable », « très joli » et où les participants « aime beaucoup » s'y promener, s'y reposer et/ou y manger. Dans ces lieux attrayants, on évoque aussi la présence d'éléments de **la qualité et du confort** du piéton tels que des bancs pour s'asseoir et l'ambiance urbaine amenée par les activités au parc Durocher. Selon les participants, les rues

au nord de la rue Saint-Vallier sont « très agréables à marcher » en raison du débit et de la vitesse de circulation plus faible. Une autre épingle mentionne « toute » la rue Saint-Vallier pour sa diversité architecturale, la sinuosité de cette rue la rendant « dynamique ». La rue Saint-Ignace attire également l'attention pour être agréable : son « étroitesse » oblige les véhicules à circuler à des vitesses « raisonnables ». Un participant a même souligné que « même si cette rue n'est pas officiellement désignée comme une rue partagée, les piétons y circulent autant sur la chaussée que sur le trottoir ». Finalement, un participant a abordé avec enthousiasme la future plantation d'arbres de la rue de Mazenod et de la rue Hermine (épingle étiquetée « autre » avec un commentaire plutôt positif).

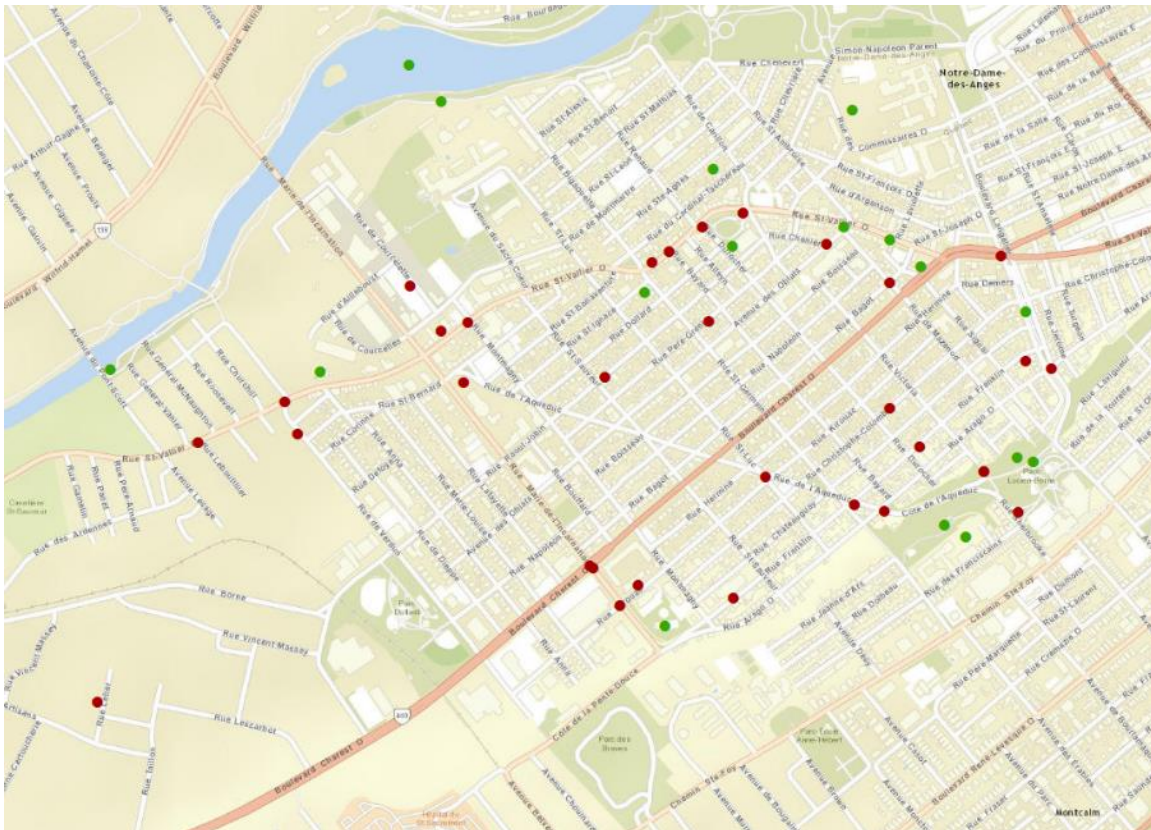


Figure 14 : Épingles positives (vert) et négatives (rouge) pour Saint-Sauveur

Les **éléments négatifs** se concentrent surtout dans un quadrilatère entre les rues Marie-de-l'Incarnation, Saint-Vallier, Langelier et Arago. Tout d'abord, le

sentiment de sécurité des piétons (n=13/33) est cité en lien avec le comportement des automobilistes :

« les automobilistes qui transitent le font à toute vitesse et ont peu de respect pour les autres utilisateurs de la route ».

« l'absence de trottoir [...] crée un sentiment d'insécurité parce que certaines voitures circulent rapidement ».

Les **trottoirs** font aussi partie des problèmes soulevés, notamment pour leur étroitesse et leur encombrement. On les qualifie de « désagréables à emprunter à l'année », « très désagréables [...] Les jours de collecte des ordures, des portions de trottoir sont impraticables », et « qui oblige le piéton à marcher dans la rue ». Plus encore, ces mêmes trottoirs encombrés sont d'autant plus difficiles à emprunter en raison de « la présence de poteaux qui nuisent au passage des chenillettes causant ainsi des accumulations de neige ou de glace » (voir Figure 15).



Figure 15 : Exemple d'un trottoir étroit encombré d'un poteau

Source : Image téléversée par un participant

Bien qu'elle fasse partie des épingles positives pour certains participants, la rue Saint-Vallier fait aussi l'objet de plusieurs épingles négatives. Un participant résume la situation ainsi :

« La rue Saint-Vallier est ridiculement dangereuse à traverser : il n'y a pas beaucoup de visibilité à cause de la sinuosité et les automobilistes ne respectent aucunement les passages cloutés ».

Cette rue étroite, sinueuse, dont le cadre bâti est souvent collé sur le trottoir offre peu de visibilité aux intersections tant pour les piétons que les automobilistes. Finalement, le prolongement de la rue St-Bernard, vers la Côte de l'Aqueduc puis la rue Sherbrooke retient aussi l'attention de 5 participants différents, à la fois pour la vitesse et le non-respect de la priorité piétonne par les automobilistes, mais aussi pour « l'absence de trottoir du côté ouest, ce qui crée un sentiment d'insécurité ».

5. Résultat objectif 4 : Stratégies d'interventions pour améliorer la marchabilité

Un milieu favorable à la marche doit, comme nous l'avons vu dans la recension des écrits, offrir une densité d'habitation, une mixité des usages, des destinations accessibles, un design urbain propice à la marche misant sur la connectivité du réseau de rues, des infrastructures de transport adapté aux piétons et une qualité et un confort qui permettra de rendre agréable les déplacements à pieds. Puisque ces dimensions offrent toutes de nombreuses possibilités en termes d'interventions, nous proposons ici de recenser certaines des meilleures pratiques pour améliorer la marchabilité à partir d'une revue non exhaustive de documents provenant de la littérature grise comme les plans de mobilité piétonne ou de sécurité routière de différentes villes et certains guides techniques nord-américains pour l'aménagement du réseau routier. La première partie de ce chapitre portera sur les types de milieux et leur catégorisation selon le mouvement et les lieux, tandis que la seconde partie recense des mesures possibles en suivant les dimensions de la marchabilité proposée précédemment.

Une approche de la mobilité qui tient compte des besoins de mouvements et de lieux dans la ville

Avant de passer en revue certaines des interventions proposées par divers acteurs pour améliorer la marchabilité, nous proposons ici un bref survol d'une approche de la mobilité et de la planification urbaine qui tient compte de différents types de milieux urbains. Cette approche propose la catégorisation des milieux de vie en fonction de deux axes : celui du **mouvement** (des personnes et des biens) et celui des **lieux** (*place*, en anglais), qui fait référence aux destinations mais aussi aux endroits où nous pouvons passer du temps ou encore se rassembler. La combinaison de ces deux axes donne un portrait intéressant des différents milieux que nous retrouvons dans la ville et cette catégorisation peut alors servir à mieux

cibler les interventions visant une mobilité plus active. *Austrroads*, un organisme regroupant les agences de transport australienne et néo-zélandaise, a publié récemment un rapport où elle décrit des types de milieux provenant de cette catégorisation pour ensuite proposer les meilleures actions à prendre pour sécuriser les déplacements à pied et en vélo dans une vision de « système sûr » [51]. La Figure 16 présente ainsi six milieux urbains correspondant à autant de zones où l'axe des mouvements et des lieux se croisent :

- Les **City Hubs** réfèrent au centre urbain, dense, dynamique avec une forte demande de mouvement;
- Les **City Streets** sont des rues urbaines qui offrent un environnement favorable aux piétons;
- Les **City Places** sont des rues avec une grande demande d'activités pour les piétons et un faible trafic;
- Les **Activity Streets and Boulevards** permettent un accès aux commerces et aux services par tous les modes de transport;
- Les **Movements Corridors and Connectors** sont des rues qui s'apparentent à des corridors de transport qui connectent les autres rues ou routes entre elles;
- Les **Local Streets** désignent les rues locales dans les milieux résidentiels, qui facilitent l'accès aux communautés locales.

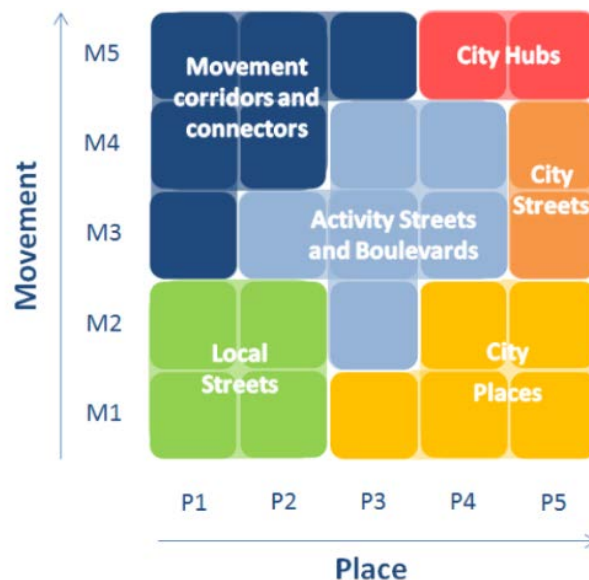


Figure 16 : Graphique illustrant les 6 types de milieux de vie en fonction du mouvement et des lieux

Source : Austroroad Research Report AP-R611-20 (2020) [51]

Positionnement des types de milieux de la Ville de Québec sur les axes mouvement/lieux

Positionner la typologie des milieux développés à l'aide de CAH entre ces axes de mouvements et de lieux, nous permettent d'avoir un meilleur portrait des stratégies d'intervention qui peuvent être mises en place. La figure 17 présente ce positionnement.

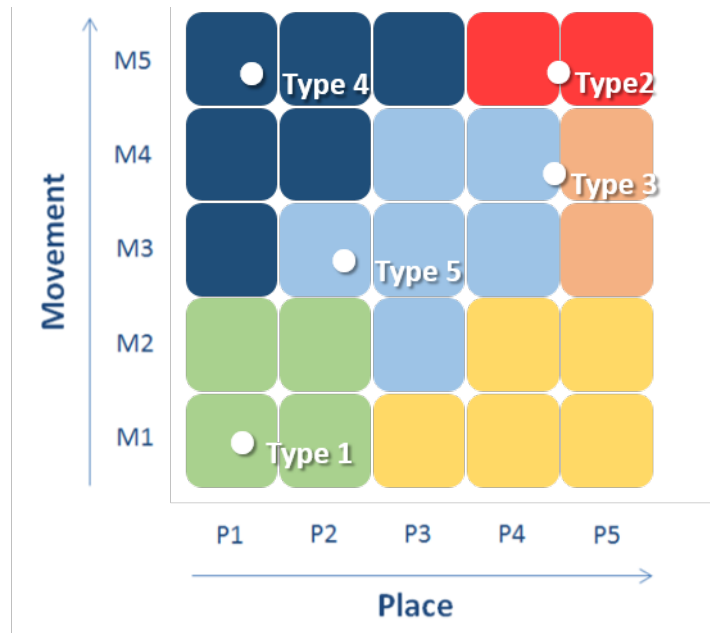


Figure 17 : Graphique illustrant les 5 types de milieux de vie recensés à Québec en fonction du mouvement et des lieux.

Nous situons le **type 1** parmi les « *local streets* », ces rues où le mouvement est faible et où l'on retrouve les services à la communauté (écoles, parcs, installations communautaires). La configuration de ces milieux devrait privilégier des accès résidentiels calmes, sûrs et accessibles pour tous. Par exemple, les interventions qui y sont habituellement faites visent à réduire la vitesse et à améliorer la sécurité autour des écoles, en optant pour des mesures d'apaisement de la circulation telles que l'implantation de panneaux d'arrêts, de rond-point (pratique peu usuelle au Québec), d'intersections surélevées, ou encore d'éléments de déviations verticales.

Le **type 2** se positionne davantage comme un « *City hubs* » avec son volume de piéton important, sa grande mixité, la proximité de plusieurs institutions et ses rues connectées. Dans ces rues, on vise à réduire l'impact du trafic et à favoriser le partage de la route entre tous les modes des transports, notamment le transport collectif et actif, puisqu'elles peuvent s'avérer une source d'insécurité même si le trafic y est à basse vitesse. De ce fait, des éléments pour améliorer la sécurité des piétons sont à envisager, en particulier aux traversées : feux piétons protégés, passages piétons surélevés.

Le **type 3** se situe à la frontière entre les « *City Streets* » et les « *Activity Streets and Boulevards* » en raison de son accès aux transports collectifs jumelé à une présence de zones commerciales. Les objectifs des interventions dans ce type de milieux sont à la fois de préserver une excellente connectivité au réseau de transport, incluant les connexions entre le transport collectif et l'environnement piéton, mais aussi de soutenir les commerces et les activités le long de ces rues.

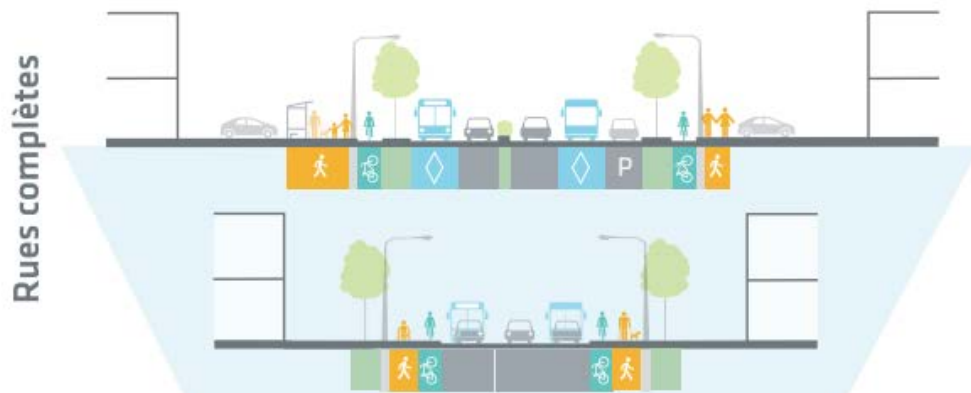
Le **type 4** nous apparaît davantage lié au « *movement corridors and connectors* » puisque les milieux qui y sont inclus sont, entre autres, le long des grandes voies routières. Ce type de milieu vise à assurer des déplacements sûrs, fiables et efficaces des personnes et des marchandises entre les régions et les centres, tout en tentant d'atténuer l'impact sur les communautés adjacentes. Bien que les déplacements de marchandises et des véhicules soient importants pour une ville, le piéton doit tout de même être en mesure de s'y déplacer en sécurité, ce qui peut constituer un réel défi d'aménagement. De fait, le véritable défi pour ce type de rue est de réduire la vitesse, par la signalisation (présence de feux, d'arrêts) ou l'aménagement de corridors piétons (ajout de trottoirs, sentiers multiusagers, etc.).

Finalement, le **type 5** s'insère au milieu des deux axes, dans les « *Activity Streets and Boulevards* ». Mis à part leur forte présence de pente, typique de certains secteurs de la ville de Québec, ces milieux sont caractérisés par une certaine

présence d'occupation du sol institutionnel et de parcs, mais avec peu de commerce. On peut penser que le principal obstacle à la marche dans ces quartiers sera justement les pentes, des aménagements permettant de réduire ce fardeau sont des avenues à explorer (escaliers, rampes d'accès).

Les rues conviviales et apaisées comme une des interventions phares des plans piétons

Une rue conviviale, aussi connue sous le nom de rue complète reflète l'aménagement d'une rue sécuritaire, pratique et agréable adaptée pour tous les usagers de la route : les automobilistes, les usagers du transport en commun, les cyclistes et les piétons (Figure 18). De par ses caractéristiques, ce type d'aménagement de rue rappelle les « *city hubs* » et les « *city streets* » présentés plus tôt. En plus de la ville de Québec qui a déjà des projets de rues conviviales, plusieurs villes les intègrent comme un aménagement à adopter dans leurs plans de mobilité active ou de sécurité routière (ex : Pedestrian Safety Action Plan d'Austin[52], Pedestrian Master Plan de Seattle[53], Plan d'action en mobilité durable de Drummondville[54]).



**Figure 18 : Répartition de l'espace entre les usagers dans une rue complète
source : Vivre en ville 2020 [55]**

Les **rues apaisées**, qui incluent à la fois les rues partagées et les rues étroites donnant plus de place aux mobilités actives et moins aux véhicules sur la chaussée (figure 19), sont également suggérées dans certains plans piétons ou

de sécurité routière (ex : Pedestrian Master Plan de Seattle [53], Plan de mobilité active de Laval [56] et Plan d'action en mobilité durable de Drummondville [54]). Ces mesures sont particulièrement intéressantes où l'emprise publique est limitée (rues étroites ou sans trottoir), où la circulation véhiculaire est majoritairement locale, et où il y a une présence importante de piétons et de cyclistes ainsi qu'un milieu résidentiel ou mixte. Il est à noter que le gouvernement du Québec a facilité le changement de pratique des acteurs municipaux en ajoutant des dispositions au Code de la sécurité routière en 2018 permettant l'implantation de rues partagées. *Vivre en ville* [55] offre aux municipalités des fiches guidant la mise en œuvre de ce type de rue. Le *Guide technique : aménager pour les piétons et les cyclistes* de Vélo Québec [57] y mentionne aussi le contexte d'implantation, la conception, la mise en œuvre et l'entretien de ce type de rue.

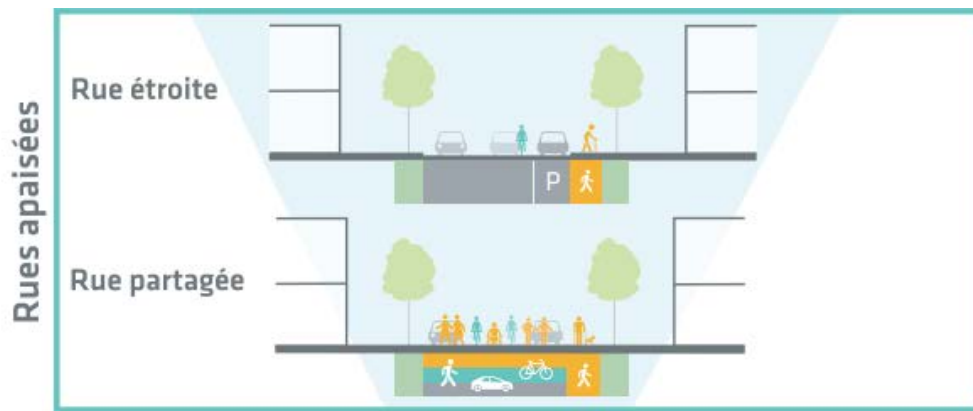


Figure 19 : Répartition de l'espace de la rue entre les usagers
Source : Vivre en ville (2020) [55]

Exemples d'interventions selon les dimensions de la marchabilité

Maintenant que nous avons vu comment les différents types de milieux se positionnent par rapport aux axes mouvement/lieux, nous proposons ici de présenter différentes interventions que l'on retrouve dans les plans piétons en fonction de deux des dimensions de la marchabilité : celle du design et de la qualité et du confort (Figure 20).

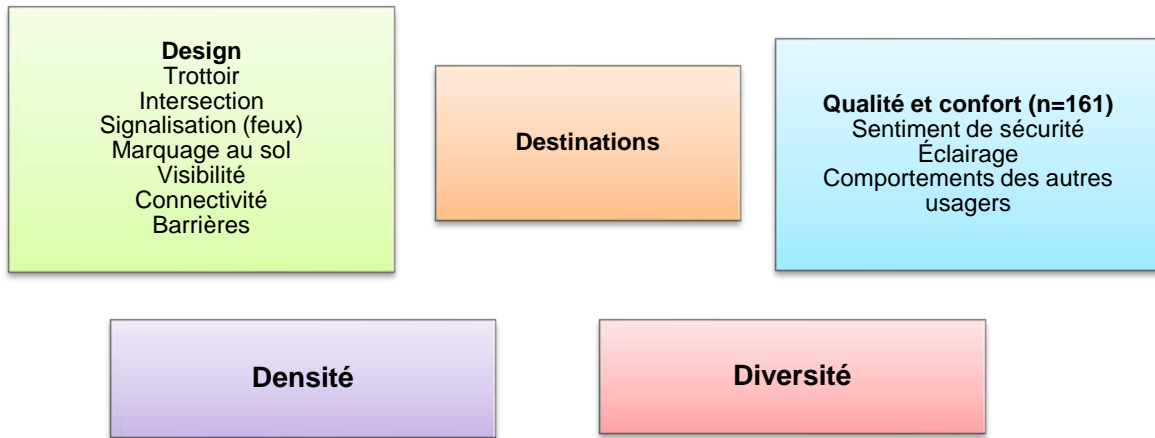


Figure 20 : Dimensions de la marchabilité présente dans la recension des interventions

Design

Pour intervenir sur la composante du design, la tâche la plus difficile est bien souvent de prioriser les interventions. À ce titre, le **Pedestrian Master Plan de Seattle** prévoit une priorisation intéressante de ses interventions sur les trottoirs et les intersections ou traverses piétonnes, en quatre étapes (figure 21). La première étape a pour objectif d'élargir le réseau routier accessible aux piétons. Elle priorise le réseau de rues desservant les écoles publiques et les arrêts de transport en commun fréquentés, le *Priority Investment Network*. La deuxième étape identifie les rues qui offrent le plus d'opportunités de déplacements piétons en fonction du type : artérielle ou non artérielle, le premier étant sous-divisé entre les tronçons de rue et les traverses piétonnes. La troisième étape implique l'analyse de données quantitatives de sécurité (les données des collisions et une évaluation des caractéristiques de conception aux lieux de collisions) et de santé et d'équité aux abords du réseau routier analysé (niveau de revenu, ethnicité, handicaps, activité physique, obésité et diabète). Finalement, la quatrième étape considère des facteurs qualitatifs comme la disponibilité du financement, l'intérêt de la communauté pour les changements ou encore la distribution géographique des interventions. Les résultats de cette analyse en 4 étapes peuvent ensuite être

présentés au comité piéton de la ville, qui décide alors des projets en fonction de la priorité qui leur est accordée à partir de ces analyses.

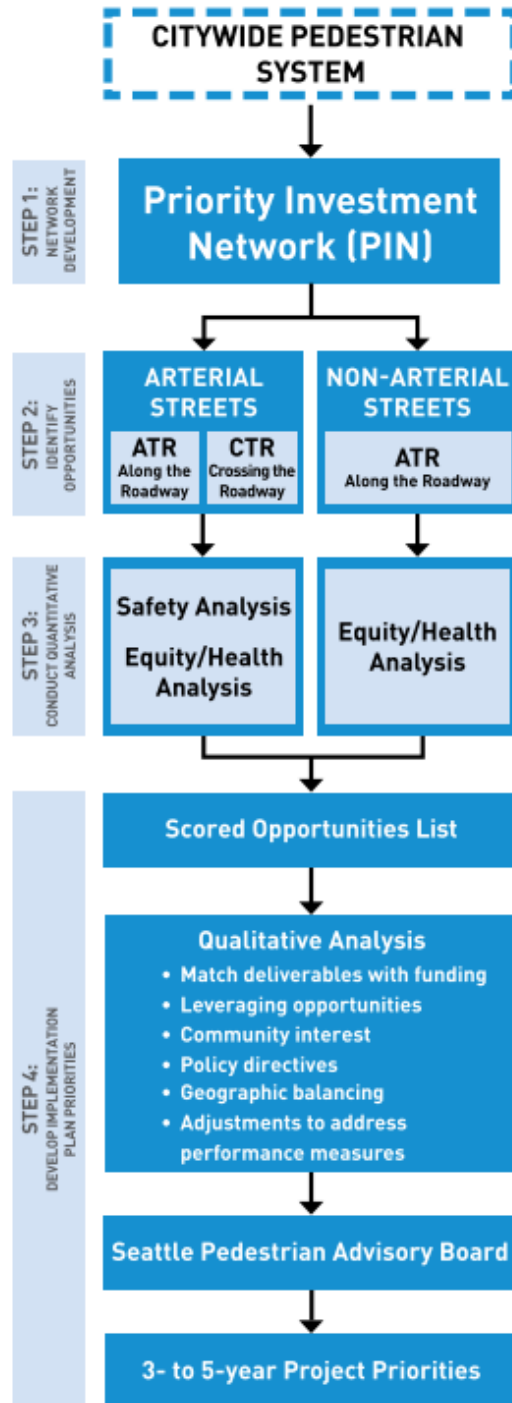


Figure 21 : Étape pour prioriser les interventions dans le Pedestrian Master Plan de Seattle

Source : City of Seattle (2017) [53]

Trottoir

Le **Pedestrian and Bicycle Plan de Philadelphie**[58] en Pennsylvanie prévoit aussi un système de priorisation d'intervention pour améliorer ses trottoirs en intervenant soit parce qu'il s'agit d'un trottoir manquant ou parce que le trottoir présent est en mauvaise condition. Le système de priorisation est effectué en fonction de la proximité des générateurs de flux piétons comme, par exemple, la proximité de résidences pour personnes âgées, d'écoles ou d'arrêts de transports en commun très fréquentés, mais aussi en accordant une priorité dans les secteurs à faible revenu.

La ville d'Austin au Texas a également une autre façon de choisir comment intervenir sur les trottoirs. Le **Sidewalk Master Plan** (plan directeur des trottoirs), qui s'inscrit dans le **Pedestrian Safety Action Plan**[59], priorise les interventions sur les trottoirs ou l'intégration d'un trottoir en fonction de pointages accordés selon divers critères (**Figure 22**). En l'absence de trottoir, on accorde un pointage en fonction de l'attraction de la rue pour les piétons (diverses utilisations du sol, densité de population, revenu médian, présence de trottoir de l'autre côté, distance d'un corridor de transports en commun, demande de trottoir de la part de citoyen et présence de voies cyclables) et de la sécurité des piétons (diverses statistiques concernant la santé et la criminalité). Suite à cette évaluation des priorités, la ville compare différentes solutions, incluant l'implantation de trottoir ou de rue complète pour les secteurs à priorité plus élevés. Quant aux interventions sur les trottoirs existants, la ville a mis en place une approche systématique pour évaluer différents éléments du trottoir (largeur, pente, fissures, dégagement visuel et encombrement), permettant ainsi d'établir un système de classification de la condition du trottoir et d'intervention selon cette classification (Figure 23). Dans le même sens, le **Pedestrian Master Plan** de Seattle affirme que les trottoirs étroits devraient être repensés de sorte à offrir une largeur suffisante aux piétons et dans la mesure du possible pour accueillir du mobilier urbain.

Table 3-2: Absent Sidewalk Prioritization Matrix Pedestrian Attractors Score (PAS) 0 - 100 Base Score Weight 56%			
Element	Criteria	Points	
Proximity to Attractors Weight 45% (max 100 pts)	Multiply Possible Points by number of attractors within specific radius of:	1/8 Mile	1/4 Mile
	State or Local Government Offices	10x	5x
	Commuter Rail Stations	10x	5x
	Public or Private Schools	10x	5x
	Transit Stop (Max of 50 pts)	9x	4.5x
	Major Grocery Stores	9x	4.5x
	Places of Public Accommodation (Includes parks, fire stations, police stations, hospitals, convention centers, health centers, libraries, museums, post offices, and recreation centers.)	8x	4x
	Places that Older Adults Frequent (health care facilities, clinics, nursing homes, senior living centers, congregate meal sites).	8x	4x
	Employers with > 500 Employees	8x	4x
	Income Restricted Affordable House Secured though City and Federal Programs for every 25 units	7x	3.5x
	Public Parking Facilities	5x	2.5x
Religious Institutions	5x	2.5x	
Residential Population Weight 25%	Total population residing within 1/2-mile radius of proposed project?		
	a) Population >= 8,000	100	
	b) Population >= 4,000 and < 8,000	75	
	c) Population >= 1,000 and < 4,000	50	
	d) Population >= 500 and <1,000	25	
e) Population < 500	0		
Element	Criteria	Yes	No
Median Household Income Weight 5%	Within a census tract at or below Median Household Income	100	0
Existing Facilities on Street Weight 10%	For arterials and collector streets, are there complete sidewalks on <u>both</u> sides of the street?	0	100
	For local / residential streets, is there an existing complete sidewalk on either side of the street?	0	100
Requests Weight 10%	Was the project requested by ADA Task Force?	75	0
	Was the project requested by a citizen through 311?	25	0
Core Transit Corridors Weight 2.5%	Is the sidewalk within a 1/4 mile of a Core Transit Corridor?	100	0
Bicycle Lanes Weight 2.5%	Are there bike lanes on both sides of the street?	100	0

Figure 22: Matrice pour prioriser les interventions dans le Sidewalk Master Plan d'Austin
Source : City of Austin (2016)[59]

Table 5-1: Condition Rating System		
Letter Rating	Descriptive Rating	Description
A	Excellent condition	Fully ADA Compliant
B	Good condition	Minor level of ADA Noncompliance - Functional for almost all users
C	Fair condition	Intermediate level of ADA Noncompliance - May not be functional for some users
D	Poor condition	Severe level of ADA Noncompliance - Not functional for many / May present hazards for all users
F	Failed condition	Extreme level of ADA Noncompliance - Essentially nonexistent as a developed pedestrian route

Table 5-2: Sidewalk Rating Matrix					
Sidewalk Condition	FUNCTIONALLY ACCEPTABLE		FUNCTIONALLY DEFICIENT		
	A	B	C	D	F
Width	> 48 in.	36 in. - 48 in.			< 36 in.
Cross-slope	0 - 2%	3 - 5%	6 - 8%	9 - 12%	> 12%
Faults	< 0.25 in.	0.25 - 0.5 in.	0.5 - 2 in.	2 - 4 in.	> 4 in.
Faults (count)	None	< 20 / 100 ft	> 20 / 100 ft		
Cracks	None / Minor	Moderate	Severe		
Vertical Clearance	> 80 in.			< 80 in.	
Obstruction	None				Obstruction

Figure 23 : Priorisation des interventions sur les trottoirs dans le Sidewalk Master Plan d’Austin
Source : City of Austin (2016) [59]

Finalement, mentionnons que l'**encombrement des trottoirs** figure parmi les actions prises dans le **Plan de mobilité active** de Laval[56]. La ville souhaite mettre sur pied un inventaire des discontinuités piétonnes ainsi que les obstacles entravant la circulation des piétons repérée telle que les lampadaires afin d'en dresser les priorités d'intervention. La méthode de priorisation n'est toutefois pas indiquée dans ce plan.

Intersection

Les intersections sont le lieu où les conflits entre les différents usagers de la route peuvent survenir. Le plan piéton de Seattle résume bien l'enjeu en rappelant que la conception des intersections ne devrait pas seulement réduire le risque de

conflits, mais plutôt créer un espace qui permet aux usagers de la route d'être consciente de la présence de chacun d'eux, notamment en améliorant la visibilité.

Signalisation

Les feux de signalisation sont efficaces pour diminuer les conflits entre les différents usagers de la route là où il y a un fort volume de trafic. Les feux piétons, en combinaison avec ceux pour les véhicules peuvent aussi aider les piétons à traverser, ce pourquoi la ville de Drummondville, dans son plan de Plan d'action en mobilité durable [54], propose d'ajouter des feux piétons à toutes les intersections munies d'un feu de circulation. Certains phasages de feux occasionnent toutefois des temps d'attente qui peuvent être parfois pénibles pour les piétons, notamment lorsque le nombre et la durée des phases sont importantes ou encore lorsqu'il est décidé d'attribuer une phase de protection complète aux piétons (c'est-à-dire que tous les feux sont au rouge pour les véhicules durant que les feux piétons sont au vert/bonhomme blanc). Cette problématique a d'ailleurs été largement soulevée par les participants à la cartographie interactive. Cet arbitrage n'est pas sans conséquence puisque, l'Agence CEREMA en France estime qu'un temps d'attente de 45 secondes est le seuil à ne pas dépasser [60, 61]. En ce sens, les durées de cycles plus courts peuvent augmenter la conformité, tout en augmentant le confort des piétons. Le Guide technique de Vélo-Québec offre aussi d'autres pistes de solution pour la gestion des carrefours à feux [57]. Un projet de recherche en cours avec *Accès Transports Viables* se penche justement sur cette question des feux avec phase protégée et temps d'attente, les résultats seront disponibles dans les prochaines semaines.

Le virage à droite s'avère problématique lorsque le conducteur omet de céder le passage aux piétons, points abordés par de nombreux participants lors de la cartographie participative. Selon le **Guide technique** de Vélo Québec, des études démontrent que le virage à droite au feu rouge provoque un accroissement des victimes tant parmi les piétons que parmi les cyclistes. C'est pourquoi les villes de Laval et Drummondville en parlent dans leurs plans. L'une des actions proposées dans le Plan de mobilité active de Laval est de réaménager les carrefours en

continuant l'installation de feux à décompte numérique signalant la priorité aux piétons, d'éliminer les ilots de virages à droite, et d'interdire le virage à droite au feu rouge pour les intersections situées à proximité des transports en commun ou des traversées par des voies cyclables. Drummondville pour sa part propose d'évaluer la sécurité des emplacements où le virage à droite est autorisé afin d'y apporter des ajustements si nécessaires.

Passage piéton

Certains participants de la cartographie participative ont affirmé avoir des difficultés à traverser une rue en raison de la circulation automobile. Des passages piétons plus visibles aux intersections ou implantés hors intersection pourraient être une solution à ce problème. Le Guide technique de Vélo Québec propose des solutions en ce sens selon différents contextes d'implantation.

Marquage au sol

Les études sur l'efficacité du marquage au sol pour protéger les piétons des collisions sont mitigées, mais tous s'entendent pour affirmer que la présence de marquage a une influence sur le comportement des usagers de la route, par exemple que les conducteurs cèdent le passage en plus grande proportion, ce qui peut améliorer l'expérience piétonne. La ville de Milwaukee a mis en place un organigramme pour déterminer l'implantation ou non d'un marquage à une traverse piétonne et le type de marquage selon divers critères (Figure 24).

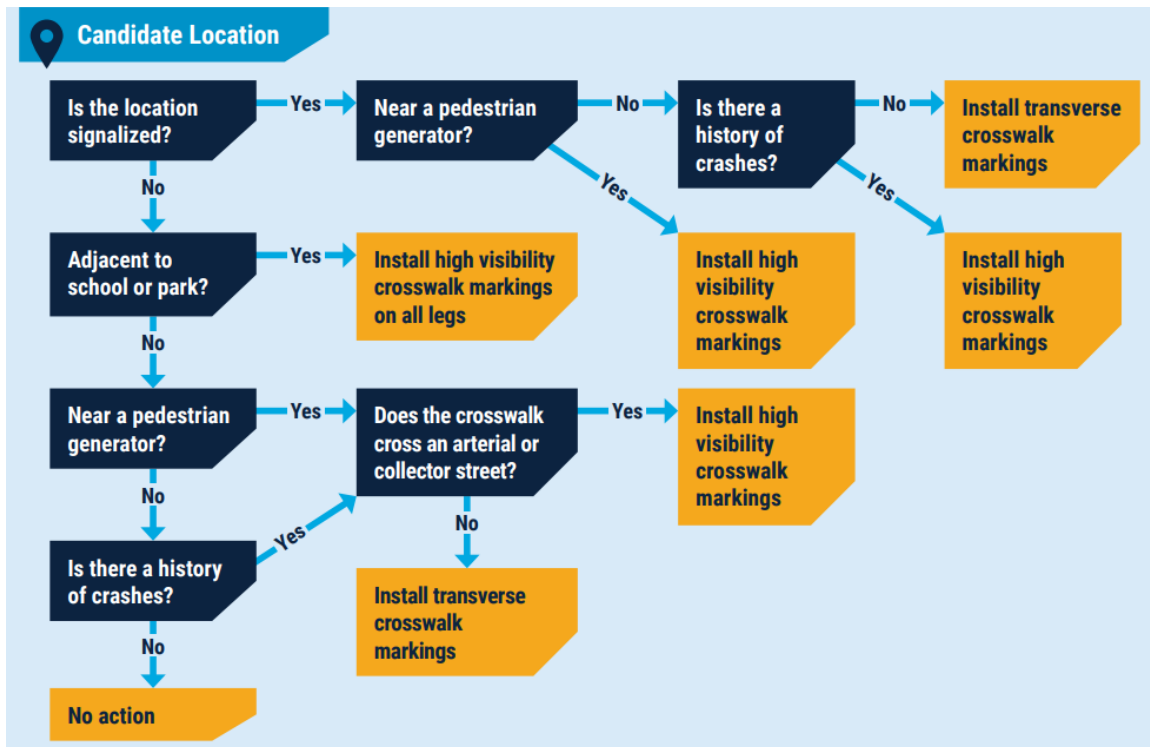


Figure 24 : Organigramme pour déterminer l’implantation ou non d’un marquage et le type de marquage à une traverse de la ville de Milwaukee

Source : Milwaukee Pedestrian Plan (2019)[62]

Visibilité

La conception des intersections doit faciliter la visibilité et la prévisibilité de tous les usagers de la route. Dans le **Urban Street Design Guide** de l’organisme National Association of City Transportation Officials), l’ajout de saillis de trottoir peut être une solution lorsque la visibilité est diminuée à la traverse piétonne, en plus d’aider à apaiser la circulation [63]. C’est d’ailleurs un point qui figure aussi dans le Pedestrian Master Plan de Seattle.

Connectivité

De nombreuses études montrent qu’une bonne connectivité du réseau piéton a un impact positif sur la marche. Quelques épingles ont d’ailleurs fait l’objet de tels commentaires dans la cartographie participative. Dans le même sens, Drummondville vise à mailler le réseau piétonnier existant et à maintenir les infrastructures piétonnes en bon état. En plus d’adopter le «réflexe piéton» pour

tout projet de réfection ou de développement, la ville s'engage à réviser ses normes de conception des trottoirs pour assurer un meilleur confort et plus de sécurité aux piétons.

Barrières

Les barrières constituent un obstacle et nécessitent que le piéton fasse un détour ce qui peut être perçu comme un frein à la marchabilité. Sachant qu'un piéton apprécie se déplacer le plus directement possible du point A au point B, diverses possibilités sont possibles pour contrer les barrières, dont les passerelles et les tunnels. D'ailleurs, le type 4 des milieux, celui où on dénombre une grande proportion de barrières, serait possiblement propice à avoir de tels liens au-dessus ou en dessous des barrières (autoroutes, rail, etc.). Dans le même sens, Drummondville vise à intégrer des raccourcis et passages pour piétons dans tout nouveau projet de développement immobilier.

Qualité et confort

Sécurité des piétons

La notion de sécurité des piétons est au cœur des divers plans piéton recensés ici, tout comme pour les plans de sécurité, évidemment. Différentes stratégies de priorisation des interventions pour améliorer la sécurité des piétons sur la route sont ainsi abordées.

Le **Pedestrian Safety Action Plan d'Austin** priorise ses interventions à l'aide d'un score relié aux collisions (gravité des blessures impliquant un piéton) (Figure 25), d'un score sur les flux piétons (demande potentielle par la proximité de transports en commun, d'entreprises ou autres lieux attrayants) (Figure 26) et d'un score sur les facteurs de risque présent et connus pour augmenter les collisions (vitesse élevée des véhicules, largeurs de la chaussée, éclairage, absence de trottoir) (Figure 27). Suite à cette évaluation, différentes actions sont proposées dans un plan d'action Vision Zéro qui regroupent essentiellement les différentes mesures proposées dans les autres plans piétons et guides techniques.

Weight	
Crash Severity	
No injury or possible injury	1.00
Non-incapacitating injury	1.50
Incapacitating injury	1.75
Fatality	2.00

Figure 25: Poids accordés à la gravité des accidents dans le score relié aux collisions dans le Pedestrian Safety Action Plan d’Austin

Source : City of Austin (2018) [52]

Demand Score Criteria	
Proximity to State or Local Government Offices	Proximity to Income Restricted Affordable Housing Secured through City and Federal Programs
Proximity to Commuter Rail Stations	Proximity to Public Parking Facilities
Proximity to Public or Private Schools	Proximity to Religious Institutions
Proximity to Transit Stops	Residential Population of the surrounding area
Proximity to Major Grocery Stores	Median Household Income of Census Tract
Proximity to Places of Public Accommodation (parks, fire/police stations, hospitals, libraries, museums, etc.)	Proximity to Core Transit Corridors
Proximity to Places that Older Adults Frequent (health care facilities, nursing homes, etc.)	Presence of Bike Lanes
Median Household Income of the surrounding area	Vehicle Ownership of Census Tract
Proximity to Employers with > 500 Employees	Percentage of Tract that speaks Language Other Than English
	Food Focus Areas (Tracts with barriers to food access)

Figure 26 : Critères liés au score du flux piétonnier dans le Pedestrian Safety Action Plan d’Austin

Source : City of Austin (2018) [52]

Posted Speed Limit	Probability of Incapacitating Injury or Fatality	Risk Characteristic Score
40 MPH AND UNDER	26%	0
45 MPH AND OVER	46%	1

Street Width		
2 OR FEWER LANES	19%	0
3 OR MORE LANES	26%	1

Distance to Nearest Signalized Crossing i.e. traffic light or pedestrian hybrid beacon		
1/4 MILE OR LESS	22%	0
OVER 1/4 MILE	30%	1

Presence of Sidewalks		
AT LEAST ONE SIDE	20%	0
NEITHER SIDE	37%	1

Average Distance Between Street Lights		
0 - 100 FT	19%	0
OVER 100 FT	24%	1

**Figure 27 : Composantes du score lié aux facteurs de risque dans le Pedestrian Safety Action Plan d’Austin
Source : City of Austin (2018) [52]**

La ville de Seattle, également dans une approche Vision Zéro, propose différentes interventions selon la classification des rues. Pour aider à identifier les priorités d’intervention, la ville analyse les caractéristiques physiques des lieux de collisions impliquant des piétons au cours des 5 dernières années (Figure 28). Un pointage déterminera les lieux des interventions prioritaires. Les différents facteurs évalués comprennent le fait d’être une rue artérielle, la largeur de la chaussée et la vitesse des véhicules. Des interventions sont ensuite proposées selon les différents scénarios provenant de ces analyses.

Factor	Source	Scoring
Pedestrian collisions **Includes intersection and block-level data.	SDOT/SPD Data (5 years)	Serious/Fatal Collisions = 10 points 4+ collisions = 8 points 2-3 collisions = 6 points 1 collision = 4 points
Arterial classification	SDOT GIS	Principal Arterials = 5 pts Minor Arterials = 4 pts Collector Arterials = 3 pts*
Roadway width	SDOT GIS	61'+ = 5 points 48' - 60' = 3 points 36' - 47' = 1 point
Vehicle speed	85th% speed where available, otherwise posted speed	40+ mph = 5 points 35+ mph = 4 points 30+ mph = 3 points 26+ mph = 1 point*
Controlled-crossing spacing on principal & minor arterials	SDOT GIS	Over 1/4 mile = 5 points Over 1/8 mile = 4 points Over 1/16 mile = 3 points Under 1/16 mile between controlled crossing locations = 0 points
Maximum Possible Safety Score		30 points

Figure 28 : Score accordé aux caractéristiques physiques des lieux d'accidents dans le Pedestrian Master Plan
Source : City of Seattle (2017) [64]

Perception de sécurité et comportement des usagers de véhicules à moteur

Parmi les problèmes de sécurité des piétons, on retrouve le comportement des automobilistes. Pour contrer les **problèmes de vitesses et de visibilité**, des mesures d'apaisement de la circulation peuvent être mises en place. Le type d'approche de modération de la circulation dépendra de la géométrie de la chaussée, de la distance de visibilité et des caractéristiques du trafic telles que la vitesse et le volume [53]. Il existe de nombreuses mesures d'apaisement de la circulation et leurs effets sont de plus en plus reconnus à la fois sur la réduction des collisions, mais aussi dans l'amélioration de la vie de quartier. Bellefleur et Gagnon ont d'ailleurs publié une excellente recension des écrits à ce sujet [65]. Certains participants ont mentionné de nombreux automobilistes qui ne cédaient pas la priorité au piéton notamment lorsqu'il y a un panneau d'arrêt. Une piste est à explorer dans le **Guide technique** de Vélo Québec. Ce guide mentionne qu'un trop grand nombre d'arrêts obligatoires diminue le respect. On lui préfère donc des mesures qui permettront une modération de la circulation telle que des passages

piétons, des intersections surélevées ou des saillies de trottoir et de réserver les arrêts aux intersections qui s'y prêtent vraiment.

Éclairage

Sachant que l'éclairage encourage les déplacements en augmentant le sentiment de sécurité et en améliorant la visibilité des piétons pour les autres usagers, la ville de Seattle a adopté un manuel (Pedestrian Lighting Citywide Plan) dans lequel la ville encourage l'éclairage à l'échelle des piétons, soit un éclairage suffisant pour éclairer spécifiquement les trottoirs, passages pour piétons, escaliers et sentier afin de rendre visible les obstacles ou les surfaces inégales ou glissantes qui pourraient menacés la sécurité des piétons. Les lieux principalement visés par ce manuel sont là où les flux piétons sont élevés en raison d'une utilisation du sol mixte, aux passages pour piétons, ou encore dans les zones de transport en commun. En ce sens, la ville de Drummondville annonce dans son plan sa volonté d'évaluer les besoins en éclairage des réseaux piétonniers et cyclables sans préciser de quelle façon sera traitée cette volonté.

6. Conclusion

Le mandat donné à l'équipe du LAPS impliquait quatre objectifs spécifiques qui ont tous été atteints dans le présent rapport. Tout d'abord, la recension des écrits scientifiques sur la marchabilité a permis de dégager des constats sur les principaux critères reconnus pour influencer la marche. Cinq dimensions ont été retenues pour la suite de nos travaux : Le design, la diversité, la densité, les destinations et la qualité et le confort.

En s'inspirant de ces critères et des données spatiales disponibles, nous avons analysé la marchabilité à l'échelle des unités morphologiques (UM) de toute la Ville de deux façons : en créant un indice pondéré de la marchabilité et une typologie des milieux à partir d'une classification ascendante hiérarchique (CAH). Cette CAH a permis de dégager cinq types d'UM différents mais dont certains ont des niveaux de marchabilité similaires, rappelant la complémentarité de nos deux approches. En partant de ces deux mesures de la marchabilité, nous avons choisi cinq quartiers pour y effectuer une collecte de données qualitatives. À l'aide d'une carte interactive permettant l'ajout d'épingles et de commentaires positifs ou négatifs en lien avec la marche, nous avons pu obtenir le pouls de certains citoyens. L'analyse à l'échelle micro de ces épingles sur les cartes des quartiers illustre certaines tendances récurrentes, en particulier sur les questions de qualité et de confort de l'expérience piétonne, même si le nombre de participants était relativement petit. Des cartes faciles à naviguer ont aussi été créées pour ces trois sources de données. Finalement, nous avons effectué une analyse de quelques plans concernant la mobilité active et les piétons dans différentes villes et organismes, ce qui nous a permis de mettre en évidence des processus de priorisation et des stratégies d'interventions visant une amélioration de la marchabilité. Les résultats de cette analyse ont été présentés à la fois selon le type de milieux et selon les dimensions de la marchabilité proposées précédemment.

Au final, les résultats de ce rapport sont informatifs à plusieurs égards sur la marchabilité et l'expérience piétonne dans la ville de Québec. En ce sens, ils seront utiles dans la démarche d'élaboration de la Vision de la mobilité active.

Références

1. Lee, S. and E. Talen, *Measuring Walkability: A Note on Auditing Methods*. Journal of Urban Design, 2014. **19**(3): p. 368-388.
2. Ewing R Fau - Handy, S., et al., *Identifying and Measuring Urban Design Qualities Related to Walkability*. Journal of Physical Activity and Health, 2006. **vol. 3 : Suppl. 1, S223-S240**(1543-5474 (Electronic)).
3. Moudon, A.V. and C. Lee, *Walking and Bicycling: An Evaluation of Environmental Audit Instruments*. American Journal of Health Promotion, 2003. **18**(1): p. 21-37.
4. Dovey, K. and E. Pafka, *What is walkability? The urban DMA*. Urban Studies, 2020. **57**(1): p. 93-108.
5. Cervero, R. and K. Kockelman, *Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design*. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 1997. **2**(3): p. 199-219.
6. Vale, D.S., M. Saraiva, and M. Pereira, *Active accessibility: A review of operational measures of walking and cycling accessibility*. Journal of Transport and Land Use, 2016. **9**(1): p. 209-235.
7. Maghelal, P.K. and C.J. Capp, *Walkability: A review of existing pedestrian indices*. URISA Journal, 2011. **23**(2): p. 5-19.
8. Al Shammas, T. and F. Escobar, *Comfort and time-based walkability index design: A GIS-based proposal*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019. **16**(16).
9. Khanal, A. and I. Mateo-Babiano. *What kind of built environment favours walking? A systematic review of the walkability indices*. in *ATRF 2016 - Australasian Transport Research Forum 2016, Proceedings*. 2016.
10. Saghapour, T., S. Moridpour, and R.G. Thompson, *Estimating walking access levels incorporating distance thresholds of built environment features*. International Journal of Sustainable Transportation, 2019. **13**(1): p. 1-14.
11. Vargo, J., B. Stone, and K. Glanz, *Google walkability: A new tool for local planning and public health research?* Journal of Physical Activity and Health, 2012. **9**(5): p. 689-697.
12. Frank, L.D., et al., *The development of a walkability index: Application to the neighborhood quality of life study*. British Journal of Sports Medicine, 2010. **44**(13): p. 924-933.
13. Adams, M.A., et al., *International variation in neighborhood walkability, transit, and recreation environments using geographic information systems: The IPEN adult study*. International Journal of Health Geographics, 2014. **13**(1).
14. Cerin, E., et al., *Neighborhood environment walkability scale: Validity and development of a short form*. Medicine and Science in Sports and Exercise, 2006. **38**(9): p. 1682-1691.

15. Mukhtar, M., et al. *An objective walkability index for public health and planning in Peel Region, Ontario, Canada*. [Article] 2019 [cited 16 7]; Available from: https://www.cdc.gov/pccd/issues/2019/18_0469.htm.
16. Chaudhury, H., et al., *Use of a systematic observational measure to assess and compare walkability for older adults in Vancouver, British Columbia and Portland, Oregon neighbourhoods*. *Journal of Urban Design*, 2011. **16**(4): p. 433-454.
17. Negron-Poblete, P. and S. Lord, *Marchabilité des environnements urbains autour des résidences pour personnes âgées de la région de Montréal : application de l'audit MAPPA*. *Cahiers de géographie du Québec*, 2014. **58**(164): p. 233-257.
18. Moura, F., P. Cambra, and A.B. Gonçalves, *Measuring walkability for distinct pedestrian groups with a participatory assessment method: A case study in Lisbon*. *Landscape and Urban Planning*, 2017. **157**: p. 282-296.
19. Lee, E. and J. Dean, *Perceptions of walkability and determinants of walking behaviour among urban seniors in Toronto, Canada*. *Journal of Transport and Health*, 2018. **9**: p. 309-320.
20. Paquin, S., *Audit de potentiel piétonnier actif sécuritaire (PPAS) : le guide complet 2.1*. 2015 Direction de la santé publique: Montréal. p. 123.
21. Clifton, K.J., A.D. Livi Smith, and D. Rodriguez, *The development and testing of an audit for the pedestrian environment*. *Landscape and Urban Planning*, 2007. **80**(1-2): p. 95-110.
22. Lord, S. and P. Negron-Poblete, *Les grands ensembles résidentiels adaptés québécois destinés aux aînés. Une exploration de la marchabilité du quartier à l'aide d'un audit urbain*. *Norois*, 2014(232): p. 35-52.
23. Kim, E.J. and Y.J. Kim, *A Reliability check of walkability indices in Seoul, Korea*. *Sustainability (Switzerland)*, 2020. **12**(1).
24. Shashank, A. and N. Schuurman, *Unpacking walkability indices and their inherent assumptions*. *Health and Place*, 2019. **55**: p. 145-154.
25. Giles-Corti, B., et al., *Developing a research and practice tool to measure walkability: A demonstration project*. *Health Promotion Journal of Australia*, 2014. **25**(3): p. 160-166.
26. Stockton, J.C., et al., *Development of a novel walkability index for London, United Kingdom: Cross-sectional application to the Whitehall II Study*. *BMC Public Health*, 2016. **16**(1).
27. Glazier, R., H. , et al. *Density, destinations or both? A comparison of measures of walkability in relation to transportation behaviors, obesity and diabetes in Toronto, Canada*. *PLoS ONE*, 2014. **9**, DOI: 10.1371/journal.pone.0085295.
28. Clark, A.F., D.M. Scott, and N. Yiannakoulias, *Examining the relationship between active travel, weather, and the built environment: a multilevel approach using a GPS-enhanced dataset*. *Transportation : Planning - Policy - Research - Practice*, 2014. **41**(2): p. 325-338.
29. Christian, H.E., et al., *How important is the land use mix measure in understanding walking behaviour? Results from the RESIDE study*. *The*

- international journal of behavioral nutrition and physical activity, 2011. **8**: p. 55.
30. Hajna, S., et al., *Neighborhood walkability: Field validation of geographic information system measures*. American Journal of Preventive Medicine, 2013. **44**(6): p. e55-e59.
 31. Leslie, E., et al., *Walkability of local communities: Using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes*. Health and Place, 2007. **13**(1): p. 111-122.
 32. Gullón, P., et al. *Intersection of neighborhood dynamics and socioeconomic status in small-area walkability: the Heart Healthy Hoods project*. International Journal of Health Geographics, 2017. **16**, 1-9 DOI: 10.1186/s12942-017-0095-7.
 33. Leslie, E., et al., *Residents' perceptions of walkability attributes in objectively different neighbourhoods: a pilot study*. Health and Place, 2005. **11**(3): p. 227-236.
 34. Neckerman, K.M., et al., *Disparities in Urban Neighborhood Conditions: Evidence from GIS Measures and Field Observation in New York City*. Journal of Public Health Policy, 2009. **30**: p. S264-S285.
 35. Christiansen, L.B., et al., *International comparisons of the associations between objective measures of the built environment and transport-related walking and cycling: IPEN adult study*. Journal of Transport & Health, 2016. **3**(4): p. 467-478.
 36. Coffee, N.T., et al., *Is walkability associated with a lower cardiometabolic risk?* Health and Place, 2013. **21**: p. 163-169.
 37. Dygryn, J., J. Mitas, and J. Stelzer, *The Influence of Built Environment on Walkability Using Geographic Information System*. Journal of Human Kinetics, 2010. **24**(1).
 38. Eriksson, U., et al. *Walkability parameters, active transportation and objective physical activity: moderating and mediating effects of motor vehicle ownership in a cross-sectional study*. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 2012. **9**, 123 DOI: 10.1186/1479-5868-9-123.
 39. Frank, L.D., et al., *Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form: Findings from SMARTRAQ*. American Journal of Preventive Medicine: Supplement 2, 2005. **28**(2 Supplement 2): p. 117-125.
 40. Frank, L.D., et al., *Many Pathways from Land Use to Health: Associations between Neighborhood Walkability and Active Transportation, Body Mass Index, and Air Quality*. Journal of the American Planning Association, 2006. **72**(1): p. 75-87.
 41. Freeman, L., et al., *Neighborhood walkability and active travel (walking and cycling) in New York City*. Journal of urban health : bulletin of the New York Academy of Medicine, 2013. **90**(4): p. 575-85.

42. Owen, N., et al., *Neighborhood walkability and the walking behavior of Australian adults*. American journal of preventive medicine, 2007. **33**(5): p. 387-95.
43. Peiravian, F., S. Derrible, and F. Ijaz, *Development and application of the Pedestrian Environment Index (PEI)*. Journal of Transport Geography, 2014. **39**: p. 73-84.
44. Sundquist, K., et al., *Neighborhood walkability, physical activity, and walking behavior: The Swedish Neighborhood and Physical Activity (SNAP) study*. Social Science & Medicine, 2011. **72**(8): p. 1266-1273.
45. Sundquist, K., et al., *Neighborhood walkability, deprivation and incidence of type 2 diabetes: a population-based study on 512,061 Swedish adults*. Health & place, 2015. **31**: p. 24-30.
46. Van Dyck, D., et al., *Neighborhood SES and walkability are related to physical activity behavior in Belgian adults*. Preventive Medicine, 2010. **50**(Supplement): p. S74-S79.
47. Van Dyck, D., et al., *Relationships between neighborhood walkability and adults' physical activity: How important is residential self-selection?* Health and Place, 2011. **17**(4): p. 1011-1014.
48. de Sa, E. and C. Ardern, I. *Neighbourhood walkability, leisure-time and transport-related physical activity in a mixed urban-rural area*. PeerJ, 2014. **2**, DOI: 10.7717/peerj.440.
49. Jun, M.-J., et al., *The effects of high-density suburban development on commuter mode choices in Seoul, Korea*. Cities, 2013. **31**: p. 230-238.
50. Lebart, L., A. Morineau, and M. Piron, *Statistique exploratoire multidimensionnelle*, ed. P. Dunod. 1997. 439.
51. Austroads, *Research Report AP-R611-20: Integrating Safe System with Movement and Place for Vulnerable Road Users*. 2020: Sydney, Australia. p. 131.
52. City of Austin. *Pedestrian Safety Action Plan*. 2018; Available from: https://www.austintexas.gov/sites/default/files/files/Transportation/Pedestrian_Safety_Action_Plan_1-11-18.pdf.
53. City of Seattle. *Pedestrian Master Plan*. 2017. Available from: <https://www.seattle.gov/transportation/document-library/citywide-plans/modal-plans/pedestrian-master-plan>
54. Ville de Drummondville. *Plan d'action en mobilité durable 2020-2024*. 2019; Available from: <https://www.drummondville.ca/wp-content/uploads/2019/09/Plan-action-MOD-VF.pdf>.
55. *Vivre en ville, Conception et mise en œuvre de rues apaisées*, in *Outils pour concilier accessibilité, convivialité et sécurité sur les rues partagées et les rues étroites*. 2020.
56. Ville de Laval. *Plan de mobilité active de laval*. 2013; Available from: <https://www.laval.ca/Documents/Pages/Fr/Citoyens/urbanisme-et-zonage/plan-mobilite-active.pdf>.
57. Vélo Québec. *Guide technique: aménager pour les piétons et les cyclistes*. 2019.

58. City of Philadelphia. *Philadelphia Pedestrian and Bicycle Plan*. 2015. Available from: <https://city.milwaukee.gov/ImageLibrary/Groups/cityBikePed/2019-Images/Pedestrian-Plan/MilwaukeePedestrianPlan-FINALAdopted20190730reduced.pdf>
59. City of Austin. *Sidewalk Master Plan*. 2016; Available from: <https://austintexas.gov/sites/default/files/files/Public Works/Street %26 Bridge/Sidewalk MPU Adopted 06.16.2016 reduced.pdf>.
60. Centre d'études et d'expertise sur les risques et la mobilité et l'aménagement. *Impact du cycle de feux sur la capacité, l'acceptabilité de l'attente aux feux et la sécurité*. 2014; Available from: [impact_cycle_sur_capacite_acceptabilite_securite_cle86bbc4.pdf](https://www.cerema.fr/system/attachments/attachements/2014/06/impact_cycle_sur_capacite_acceptabilite_securite_cle86bbc4.pdf).
61. Centre d'études et d'expertise sur les risques et la mobilité et l'aménagement. *Phase 2 : Quel impact sur les comportements et la sécurité des usagers ?* 2016; Available from: https://www.cerema.fr/system/attachments/attachements/2017/10/120secondes_Rapport_d_etape_phase2_20161017_modele_PCI_cle597d3c.pdf.
62. City of Milwaukee. *Milwaukee Pedestrian Plan*. 2019; Available from: <https://city.milwaukee.gov/ImageLibrary/Groups/cityBikePed/2019-Images/Pedestrian-Plan/MilwaukeePedestrianPlan-FINALAdopted20190730reduced.pdf>.
63. National Association of City Transportation Officials. *Urban Street Design Guide*, 2013, Editor., IslandPress: New-York. p. 180.
64. City of Seattle. *Appendices: City of Seattle Pedestrian Master Plan*. 2017; Available from: http://www.seattle.gov/Documents/Departments/SDOT/About/DocumentLibrary/PMP_Appendices.pdf.
65. Bellefleur, O. and F. Gagnon. *Apaisement de la circulation urbaine et santé revue de littérature*. 2011; [Montréal] :Centre de collaboration nationale sur les politiques publiques et la santé, Institut national de santé publique Québec:[Available from: <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/2160649>.

ANNEXES

Annexe I : Tableau présentant les indicateurs et variables présents dans les indices de marchabilité, par thèmes

Les nombres entre parenthèses après les différentes variables et indicateurs représentent le nombre d'indices de marchabilité qui incluent ces éléments. La différence entre les deux colonnes s'explique par le fait que l'indice de marchabilité était compté au niveau de la variable seulement lorsque qu'aucune information sur les indicateurs précis n'étaient présente dans les écrits.

DIMENSIONS	VARIABLES	INDICATEURS (i.e. la mesure précise choisie pour représenter la variable)	
Design	Trottoir (4)	<ul style="list-style-type: none"> • Présence (9) • Largeur (11) • Longueur (3) • Continuité (11) • Connectivité (12) • Pente (18) • Entretien (4) • Obstruction sur le trottoir (7) • Qualité et matériaux du trottoir (15) 	<ul style="list-style-type: none"> • Marge de recul des bâtiments au trottoir (4) • Présence d'une zone tampon (distance entre le trottoir et la chaussée) (14) • Largeur de la zone tampon (4) • Type de zone tampon (clôture, arbres, haies, aménagement paysagé, etc.) (3)
	Intersection (5)	<ul style="list-style-type: none"> • Aide à la traverse (feu de circulation, passages piétons) (7) • Présence d'un passage piéton (9) • Largeur du passage piéton (3) 	<ul style="list-style-type: none"> • Feu de circulation et signalisation (11) • Intersection/passage piéton problématique (3) • Présence et état du bateau pavé (3)

Design (suite)	Réseau routier (4)	<ul style="list-style-type: none"> • Largeur de la chaussée (6) • Largeur des voies (1) • Nombre de voies (7) • Limite de vitesse (18) • Stationnement (sur rue et hors rue) (11) 	<ul style="list-style-type: none"> • Condition de la route (matériel, uniformité) (7) • Volume de circulation (9) et trafic (3) • Courbe (1)
	Connectivité du réseau routier (12)	<ul style="list-style-type: none"> • Densité des intersections (33) • Sens de la circulation (sens unique ou double) (5) • Rues en cul-de-sacs ou rue fermée (5) • Longueur des segments de rue (3) ou du bloc (2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ratio intersection / Cul-de-sac (1) • Ratio intersection / segment de rue (Link Node) (2) • Algorithme "Space Syntax" (2)
	Sécurité des piétons (1)	<ul style="list-style-type: none"> • Nbre d'accidents (4) • Conflit entre les véhicules et les piétons (1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Visibilité des piétons et nombre de conflits potentiels avec les véhicules routiers) (1)
	Mesure d'apaisement de la circulation (9)	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de saillis de trottoir aux intersections (3) 	
	Barrière naturelle et physique	Ruisseau, rivière, fossé, autoroute, ligne électrique, voies ferrées, route de 6 voies et plus (5)	

<i>Destinations accessibles</i>	Distance (41)	<ul style="list-style-type: none"> • Origine-destination (42) 	<ul style="list-style-type: none"> • Rapport entre la distance du réseau et la distance en ligne droite (2)
	Services de proximité	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie consacrée aux commerces de détail (13) superficie nette de commerces de ventes aux détails (12) • Accessibilité à différents services et commerces (7) • Distance des commerces et services ouverts de jour (2) de soir (1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Nbre de commerces et de services spécifiques (commerces pour les adultes, commerces dédiés aux activités des personnes âgées, etc.) (5)
	Mode de déplacement	<ul style="list-style-type: none"> • Nbre d'installations desservant plus d'un mode de transport (8) • Nbre d'arrêt de transport en commun (3) • Accessibilité aux réseaux cyclables (3) 	<ul style="list-style-type: none"> • Destinations accessibles à pieds (2) et disponibilité des magasins de détail et des services à 10 minutes à pied (1)

Densité	Population (18)	<ul style="list-style-type: none"> • Densité résidentielle nette (30) et brute (13) • Densité de minorités ethniques (1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Nbre de nouveaux permis/aire (2) • Possession d'automobile par ménage (1)
	Emplois (4)	<ul style="list-style-type: none"> • Emplois/acre (3) 	<ul style="list-style-type: none"> • Emplois/Ménage (2)

Diversité	Cadre bâti	<ul style="list-style-type: none"> • Diversité des typologies résidentielles (4) 	
	Utilisation du sol (75)	<ul style="list-style-type: none"> • Indice d'entropie (23) 	<ul style="list-style-type: none"> • Rôle foncier (2)

Qualité et confort	Confort et service (11)	(Aucun indicateur précis)	
	Espaces et équipements publics	<ul style="list-style-type: none"> • Éclairage (8) • Arbres sur la rue (10) • Poubelles, boîtes postales, fontaines d'eau (3) • Présence de bancs (5) et nombre de bancs par habitant (1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Présence des noms de rue (3) • Température et climat (1) • Ombre (2) et abris contre la pluie (3)
	Sécurité publique (14)	<ul style="list-style-type: none"> • Nbre de voie de faits et cambriolages (4) • Être vu et entendu (3) 	<ul style="list-style-type: none"> • Application de la réglementation relative aux piétons (1)
	Ambiance urbaine et valeur architecturale	<ul style="list-style-type: none"> • Marqueur unique (1) • Qualité visuelle (1) • Lieu de rencontre convivial (1) • Variété de l'architecture (incluant aussi les repères visuels) (2) • Entretien des bâtiments (5) • Entretien des terrains (4) • Esthétisme (incivilité, jardinage, attrait) (9) • Existence de normes de conception et d'interventions pour la conception d'espace public (1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de locaux vacants (3) • Présence de bâtiments historiques (1) • Bâtiment avec mur aveugle (1) • Bruits (1) et pollution (de l'air et sonore) (1) • Transparence des façades (2) • Existence ou visibilité de points d'ancrage (centre d'achats, installations publiques, interfaces de transport) (1) • Attractivité du milieu (se rapport aux sentiments) (4)

Annexe II : Lettre d'invitation, questionnaire et certificat d'éthique de l'INRS

Lettre d'information

Projet « Marchabilité : critères à considérer et analyse à l'échelle macro et micro pour la Ville de Québec » Certificat éthique de l'INRS #CER-20-575

Madame, Monsieur,

Voici de l'information sur le projet qui sollicite votre participation et qui est piloté par Marie-Soleil Cloutier, professeure à l'Institut National de la Recherche Scientifique.

- **L'objectif** du projet est de mieux comprendre et documenter l'expérience piétonne des citoyens de divers quartiers de la ville de Québec. Vos réponses sur la *carte interactive en ligne* nous aideront à mieux comprendre ce que vous jugez importants dans vos déplacements à pieds.
- **Votre participation** au projet consiste à identifier des lieux sur la carte et à donner de brèves explications à propos de ces lieux en lien avec la marche (durée d'environ 15 minutes). Aucune information personnelle comme votre nom ou votre adresse n'est demandée dans le questionnaire préalable ni sur la carte interactive. Votre participation est totalement volontaire, anonyme et confidentielle.
- S'il y a des questions auxquelles vous ne pouvez ou préférez ne pas répondre, **vous êtes tout à fait libre de choisir de ne pas répondre** sans avoir à fournir de raisons et sans inconvénient.
- **Vos réponses** seront compilées et conservées par la chercheuse responsable dans un ordinateur sécurisé par mot de passe. Les questionnaires seront détruits 5 ans après la fin du projet.
- **Vos réponses** seront utilisées afin de mieux connaître les éléments que vous percevez comme positifs et négatifs à la marche dans vos déplacements à pieds.

Enfin, nous vous informons que cette recherche est financée par la **Ville de Québec**. Si vous avez des questions concernant le projet ou si vous voulez plus d'information, vous pouvez contacter **Karine Lachapelle**, agente de recherche du projet. Si vous avez des questions ou des commentaires en tant que participant, vous pouvez aussi rejoindre le **comité d'éthique**, qui peut vous renseigner sur vos droits en tant que participants à la recherche. Ce projet a été approuvé par le Comité d'éthique en recherche avec des êtres humains de l'INRS le 27 août 2020 (#CER-20-575).

Personnes responsables du projet :
Karine Lachapelle, agente de recherche
karine.lachapelle@ucs.inrs.ca
Marie-Soleil Cloutier, Professeure
Institut national de la recherche scientifique
Centre Urbanisation Culture Société
514-499-4096
marie-soleil.cloutier@ucs.inrs.ca

Personne-ressource extérieure à l'équipe de recherche :
Comité d'éthique en recherche avec les êtres humains de l'INRS
490, rue de la Couronne,
Québec (Québec), G1K 9A9
418-654-2503
cer@inrs.ca



Questionnaire socio-démographiques

1. À quel genre vous identifiez-vous le plus? (Note: les personnes transgenres, transsexuelles et intersexuées doivent indiquer le sexe auquel elles s'identifient le plus)

- a) Homme
- b) Femme
- c) Je préfère ne pas répondre

2. Quelle est votre catégorie d'âge?

- a) 18-24
- b) 25-44
- c) 45-54
- d) 55-64
- e) 65-74
- f) 75 et plus
- g) Je préfère ne pas répondre

3. Quel est votre plus haut diplôme?

- a) Diplôme d'études secondaires ou moins
- b) Diplôme collégial général ou technique
- c) Diplôme universitaire de 1^e cycle
- d) Diplôme universitaire de 2^e ou 3^e cycle
- e) Je préfère ne pas répondre

4. Quel est votre statut d'emploi? (cochez toutes les cases correspondantes)

- a) Étudiant.e à temps partiel
- b) Étudiant.e à temps plein
- c) Travailleur.euse à temps partiel
- d) Travailleur.euse à temps plein
- e) Sans travail rémunéré/ à la maison
- f) Retraité.es
- g) Je préfère ne pas répondre

5 Avez-vous une condition physique qui influence votre déplacement ?

- a) Oui
- b) Non (accédez à la question 6.1)
- c) Je préfère ne pas répondre

➤ **5.2. Précisez (question ouverte)**

6 Est-ce que vous vous déplacez à l'aide à la mobilité ?

- a) Oui
- b) Non (accédez à la question 7)
- c) Je préfère ne pas répondre

➤ **6.1. Quelle(s) aide(s) à la mobilité utilisez-vous?**

- a) Déambulateur
- d) Canne
- e) Canne blanche (handicap visuel)
- f) Fauteuil roulant
- g) Aide à la mobilité motorisée (tri-quadriporteur)
- h) Autre
- i) Je préfère ne pas répondre

7. Est-ce que vous avez de jeunes enfants à la maison (temps plein ou partiel)?

- a) Oui
- b) Non
- c) Je préfère ne pas répondre

8. À quelle fréquence utilisez-vous ces moyens de transport pour vous déplacer (pour le travail/les études ou les courses ou les activités)? (Cochez les cases correspondantes)

	Jamais	Quelques fois par mois	Quelques fois par semaine	Tous les jours
Marche				
Vélo (saison estivale)				
Transport en commun				
Passager de voiture				
Conducteur de voiture				

9. Quel quartier fréquentez-vous sur une base régulière (soit comme résidents, travailleurs ou étudiants) ?

- a) Saint-Louis
- b) Saint-Sauveur
- c) Maizerets
- d) Loretteville
- e) Des Châtels
- f) Aucune de ces réponses

Certificat éthique



CERTIFICAT D'ÉTHIQUE

Le Comité d'éthique en recherche avec des êtres humains a examiné le projet de recherche identifié ci-dessous.

Titre du projet : Marchabilité : critères à considérer et analyse à l'échelle macro et micro pour la Ville de Québec

Nom du chercheur principal (ou de l'étudiant) : Marie-Soleil Cloutier

Centre : INRS-UCS

Noms des étudiants inscrits à l'INRS dont les mémoires et/ou thèses découleront du projet, le cas échéant :

Nom du directeur de recherche, le cas échéant :

Nom du co-directeur de recherche, le cas échéant :

Nom de l'organisme subventionnaire ou de commandite : Ville de Québec

Le Comité d'éthique en recherche avec des êtres humains atteste que la recherche proposée impliquant des êtres humains répond aux normes de l'INRS en matière d'éthique.

Le présent certificat d'éthique est valide jusqu'au 26 août 2021

 _____ Signature du président	27 août 2020 _____ Date d'émission initiale du certificat
--	--

CER- 20-575

Annexe III : Profil socio-démographique et de mobilité des répondants au questionnaire pré-carte

Taux de réponse aux questions socio-démographiques selon les quartiers

	des Châtels	Loretteville	Maizerets	Saint-Louis	Saint-Sauveur	TOTAL
Genre						
Féminin	0	3	4	2	7	16
Masculin	0	2	2	11	7	22
Je préfère ne pas répondre	0	0	0	0	0	0
Groupe d'âge						
18 à 24 ans	0	0	0	0	0	0
25 à 34 ans	0	0	1	0	4	5
35 à 44 ans	0	2	1	2	7	12
45 à 54 ans	0	0	2	2	0	4
55 à 64 ans	0	1	2	2	1	6
65 à 74 ans	0	2	0	4	2	8
75 ans et plus	0	0	0	3	0	3
Je préfère ne pas répondre	0	0	0	0	0	0
Plus haut diplôme						
Diplôme d'études secondaires ou moins	0	2	0	0	1	3
Diplôme collégial général ou technique	0	1	0	2	3	6
Diplôme universitaire de 1er cycle	0	2	2	3	5	12
Diplôme universitaire de 2e ou 3e cycle	0	0	4	8	5	17
Je préfère ne pas répondre	0	0	0	0	0	0
Statut d'emploi (plusieurs choix possible)						
Travailleur à temps plein	0	1	6	4	11	22
Travailleur à temps partiel	0	2	0	0	2	4
Étudiant à temps plein	0	0	0	0	1	1
Étudiant à temps partiel	0	0	0	0	0	0
Retraité	0	3	0	9	1	13
Sans travail rémunéré/à la maison	0	0	0	0	1	1
Je préfère ne pas répondre	0	0	0	0	0	0
Jeunes enfants à la maison						
Oui	0	2	2	4	5	13
Non	0	3	4	9	9	25
Je préfère ne pas répondre	0	0	0	0	0	0
Total occurrence des participants	0	5	6	13	14	38
Participants non traçables	0	0	1	3	1	5

Taux de réponse aux questions liés aux déplacements selon les quartiers

		des Châtels	Loretteville	Maizerets	Saint-Louis	Saint-Sauveur	TOTAL
Condition physique influençant le déplacement							
Oui		0	0	0	0	0	0
Non		0	5	6	13	14*	38
Déplacement avec aide à la mobilité							
Oui		0	0	0	0	0	0
Non		0	5	6	13	14	38
Fréquence des moyens de transport dans les déplacements							
Marche	Jamais	0	0	0	0	0	0
	Quelques fois par mois	0	0	0	0	1	1
	Quelques fois par semaine	0	3	2	5	2	12
	Tous les jours	0	2	4	8	11	25
Vélo (saison estivale)	Jamais	0	2	1	3	3	9
	Quelques fois par mois	0	1	0	2	4	7
	Quelques fois par semaine	0	2	3	7	6	18
	Tous les jours	0	0	2	1	1	4
Transport en commun	Jamais	0	4	0	4	2	10
	Quelques fois par mois	0	0	2	6	10	18
	Quelques fois par semaine	0	0	3	2	2	7
	Tous les jours	0	1	1	0	0	2
	Je préfère ne pas répondre	0	0	0	1	0	1
Passager de voiture	Jamais	0	2	3	5	5	15
	Quelques fois par mois	0	1	1	4	8	14
	Quelques fois par semaine	0	1	2	4	1	8
	Tous les jours	0	1	0	0	0	1
Conducteur de voiture	Jamais	0	1	1	0	1	3
	Quelques fois par mois	0	0	1	1	5	7
	Quelques fois par semaine	0	1	4	11	5	21
	Tous les jours	0	3	0	1	3	7
Total occurrence des participants		0	5	6	13	14	38

* 1 participant a écrit oui, mais précise qu'elle est en excellente forme de sorte qu'elle fait jogging, vélo, trottinette, etc. donc je conclue qu'aucune incapacité juste mal lu la question. Qui plus encore indique l'aide à la mobilité qu'elle utilise trottinette et vélo (du coup, pas rapport avec une aide à la mobilité telle que nous l'entendons)



Institut national
de la recherche
scientifique