



Réaménagement urbain et évaluation du potentiel piétonnier du centre de Sorel-Tracy

Sébastien Lord, Paula Negron et Hatem
Touman

20 Janvier 2015

Faculté de l'aménagement



**Réaménagement urbain et évaluation du potentiel piétonnier du
centre de Sorel-Tracy**

(18 janvier 2015)

Table des matières

1. Contexte et objectifs.....	3
2. Survol des environnements favorables à la marche.....	3
3. Caractérisation environnementale et l’audit urbain MAPPA.....	5
3.1. L’utilisation d’un audit urbain	5
4. Zone d’étude.....	6
4.1. Démarche de caractérisation du Vieux Sorel.....	7
4.2. Conduite des observations de terrain.....	8
5. Marchabilité du Vieux Sorel.....	9
5.1. Caractéristiques des segments de rue du Vieux Sorel.....	9
5.1.1. Les trottoirs.....	10
5.1.2. Le mobilier urbain.....	12
5.1.3. Transport en commun	17
5.1.4. Espaces publics	20
5.1.5. Marge avant végétale entre le bâti et le trottoir.....	21
5.1.6. Abaissés de trottoir.....	22
5.2. Typologie de marchabilité pour le Vieux-Sorel.....	24
5.2.1. Type 1 – Segments de rue sans sécurité.....	27
5.2.2. Type 2 – Segments de rue avec sécurité compromise	28
5.2.3. Type 3 – Segments de rue de sécurité minimale.....	29
5.2.4. Type 4 – Segments de rue de confort relatif	30
5.2.5. Type 5 – Segments de rue tout confort	31
5.3. Attractivité du Vieux-Sorel pour la marchabilité	32
6. Recommandations	34
Références	37

1. Contexte et objectifs

Dans le cadre d'une étude d'impact sur la santé (Division de la Santé Publique : DSP-Montérégie) et du réaménagement des secteurs centraux de la Ville de Sorel-Tracy, l'Institut d'urbanisme de l'Université de Montréal a été mandaté pour réaliser une analyse du potentiel piétonnier du Vieux Sorel. Le projet a été effectué durant l'été 2014 (juin-juillet-août) en partenariat avec l'équipe de la DSP-Montérégie et un stagiaire en urbanisme.

Il s'agissait, de manière générale, d'explorer les problématiques associées à la qualité de la forme urbaine et des comportements qu'elle induit dans une perspective de santé publique et d'intervention sur la ville. De manière plus précise, deux grands objectifs étaient visés par ce travail de caractérisation :

1. Proposer un diagnostic sur le niveau de la marchabilité du Vieux-Sorel.
2. Esquisser des recommandations sur la base des résultats du diagnostic.

Ce rapport est structuré selon les quatre parties suivantes :

- Survol des environnements favorables à la marche.
- Caractérisation environnementale et l'audit urbain MAPPa utilisé pour évaluer la marchabilité du Vieux Sorel.
- Constats et diagnostic.
- Construction d'une typologie de marchabilité pour les rues du Vieux Sorel et zones d'attractivité.
- Recommandations et perspectives.

2. Survol des environnements favorables à la marche

De plus en plus on revient aux nombreux bénéfices associés à la marche et son caractère préventif pour plusieurs maladies, notamment les cardiovasculaires. Cela dit, on souligne également les avantages de marcher, pour des raisons d'agrément, mais également de manière utilitaire, en regard des déplacements et de l'environnement. En outre, la marche est dans bien des cas à la base d'autres moyens de déplacement, de l'autobus à la voiture. Marcher est une activité gratuite, et devrait en principe, du moins pour les individus qui ne souffrent pas de handicaps majeurs, être accessible à tous.

Cela dit, marcher n'est pas toujours possible ni réaliste selon les différents environnements fréquentés. Certains environnements peuvent être qualifiés de peu « marchables », on pense d'emblée à des environnements ne proposant pas de trottoirs, des intersections avec une circulation dense, à des milieux mal entretenus, mal déneigés ou des moments où les rues sont envahies par les ordures, etc. Il n'est pas étonnant de constater que les modèles des « Villes

européennes », qualifiées de plus « marchables », sont valorisées dans le discours urbanistique, mais également par d'autres acteurs de la société civile. Ces modèles proposeraient des environnements favorables à la marche, en raison de l'aménagement des rues, mais également à propos de leur configuration fonctionnelle, minimisant les distances à parcourir et en maximisant les options de déplacements actifs. À ce titre, même les banlieues, notamment celles de première couronne, se mettent à la marche en envisageant d'offrir davantage de densité et de mixité de services, mais également plus d'options de transport pour réduire la dépendance à l'automobile.

Nombre de facteurs associés à la forme urbaine en général et à l'aménagement en particulier peuvent influencer les comportements de marche, tout particulièrement chez des groupes précis comme les personnes âgées ou autres individus souffrant de divers limitations et handicaps. Des dimensions subjectives peuvent être associées à la perception de l'individu de ses capacités, ou encore à ses représentations du risque et de la sécurité ou plus simplement de ses préférences, sont à prendre en compte (Clément *et al.*, 1998 ; Yerpès, 1998 ; Banister et Bowling, 2004).

Cela dit, des aspects objectifs entrent inévitablement en jeu, comme la condition de santé de l'individu et sa capacité de mobilité corporelle. La vitesse de marche ou le besoin de support (cane, déambulateur, etc.) sont ainsi incontournables (Borst *et al.*, 2008 ; Langlois *et al.*, 1997 ; Wigan, 1995), tout comme la configuration morpho-fonctionnelle de l'environnement urbain pratiqué (Locket *et al.*, 2005). À ce titre, la marchabilité d'un espace peut varier considérablement pour différents groupes spécifiques : aînés, handicapés, enfants, adolescents, etc.

Par exemple, Borst *et al.* (2008) observent avec des études européennes et américaines, comme celles de van Lenthe *et al.* (2005), de Michael *et al.* (2006), de Booth *et al.* (2000) ou de Pikora *et al.* (2006), que l'environnement bâti (mobilier urbain, pavage, configuration des rues et intersections, temps alloué aux traverses piétonnes, etc.) sont fondamentales dans l'analyse de la marchabilité. À ce titre, l'analyse de ces caractéristiques doit être effectuée à l'échelle du marcheur, à une échelle relativement fine et détaillée. Ce contexte micro des conditions de marche et de repos possède une influence considérable sur le niveau et l'intensité des activités physiques, notamment dans le cas des personnes âgées (Michael *et al.*, 2006), alors que pour les enfants et les adolescents, si les caractéristiques morphologiques comptent, les destinations et les lieux de flânerie sont davantage importants (Klein *et al.*, 2015 ; Bachiri, 2006).

Cela dit, la recherche montre actuellement que la marchabilité échappe aux approches déterministes. Ce n'est pas parce qu'un parc ou une voie piétonne sont mises en place que les gens d'un quartier vont davantage marcher. En ce sens, il peut s'agir d'équipements et

d'environnement favorables, mais ce n'est pas tout. Les questions d'ambiances et de perceptions jouent également dans la propension des gens, jeunes et vieux, à marcher ou non.

C'est au tournant des années 2000 que des chercheurs en médecine sociale, des designers urbains et des géographes de la santé ont amorcé le développement d'un véritable champ d'expertise sur la « marchabilité », aussi qualifié de potentiel piétonnier dans certains ouvrages. Il vise en outre à intégrer les connaissances sur le potentiel piétonnier vu plus haut. En développant des outils de caractérisation environnementale particulièrement précis et validés, comme le PEDS (Pedestrian Environment Data Scan), le SPACES (Systematic Pedestrian and Cycling Environmental Scan) ou l'IMI (Irvine-Minnesota Inventory), la recherche sur la marchabilité a permis d'approcher de manière simple et concrète, mais rigoureuse, les environnements de marche.

3. Caractérisation environnementale et l'audit urbain MAPPa.

C'est dans ce contexte que nous avons développé à l'Institut d'urbanisme de l'Université de Montréal l'audit urbain MAPPa (Marchabilité Pour les Personnes Âgées). Nous proposons avec cet outil l'analyse de sept thématiques étroitement liées à la marchabilité : 1) les intersections et les aides au piéton ; 2) les caractéristiques de zones tampon ; 3) les caractéristiques des trottoirs ; 4) l'occupation du sol et les caractéristiques des bâtiments ; 5) l'espace et les équipements publics ; 6) les caractéristiques de la chaussée ; 7) l'entretien et l'appréciation générale. Notons qu'initialement, l'audit MAPPa a été développé pour la marchabilité dans un contexte de vieillissement. Cela dit, son utilisation peut aller au-delà, notamment du fait qu'un environnement favorable à la marche pour les aînés est évidemment susceptible d'être adéquat pour d'autres groupes, plus ou moins limités dans la possibilité de marcher. La caractérisation que nous effectuons, peut porter sur des parcours ou des déplacements observés, cela dit nous nous concentrons ici sur les déplacements éventuels dans un espace, sans considérer de destinations précises. Nous nous intéressons aux qualités urbaines d'un environnement spatial potentiel.

3.1. L'utilisation d'un audit urbain

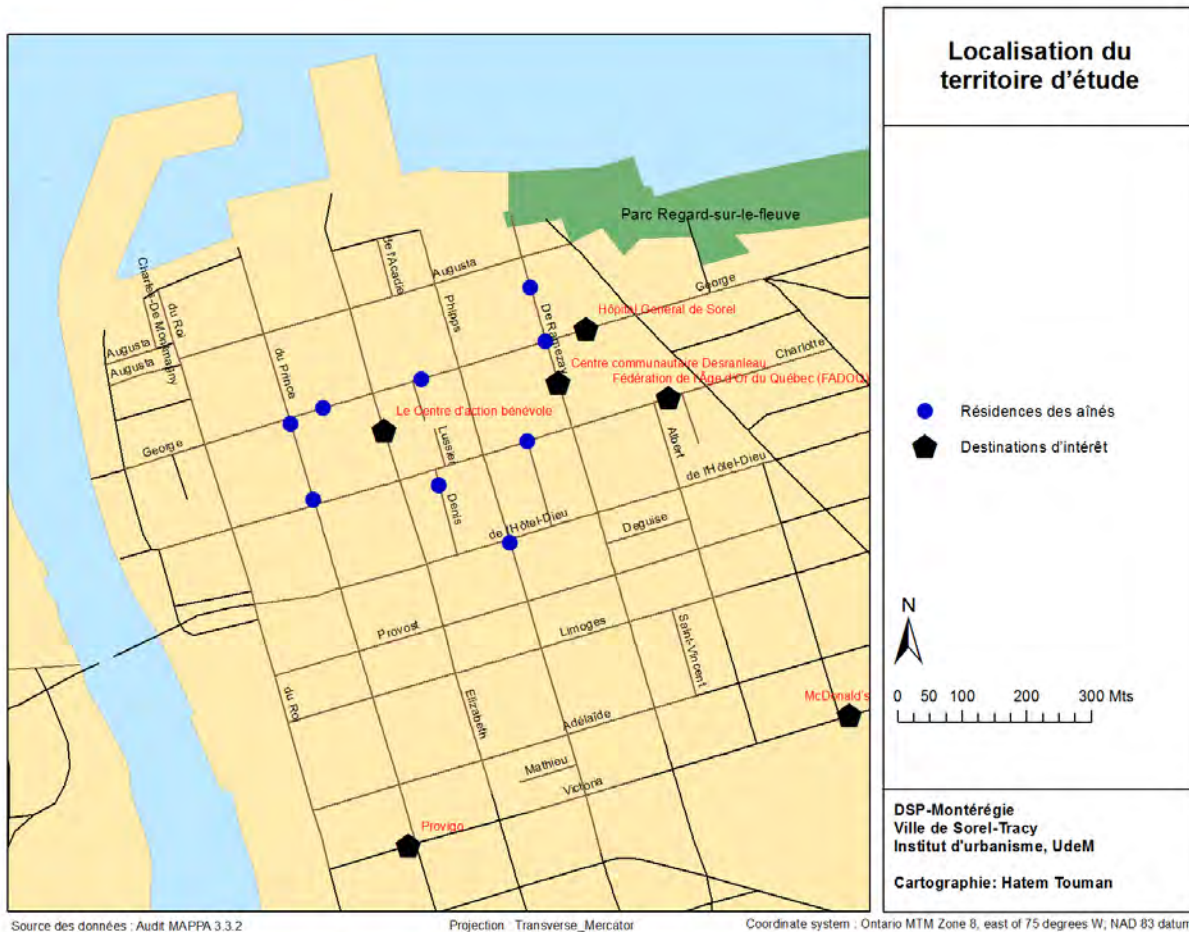
L'audit MAPPa prend appui sur des outils similaires comme le PEDS (Pedestrian Environment Data Scan ; voir Clifton *et al.*, 2007). Il a été créé pour bien répondre à la problématique des déplacements à pied des personnes âgées et au contexte de la banlieue dans la région montréalaise. L'outil a toutefois fait l'objet de plusieurs ajustements, pour analyser les quartiers centraux, tout comme les villes moyennes dans le cas ici du Vieux-Sorel. Des critères plus spécifiques proviennent d'audits spécialisés aux personnes âgées à savoir le SWEAT (Senior Walking Environmental Assessment Tool; voir Michael *et al.*, 2009) et le NEWS (Neighborhood Environment Walkability Scale; voir Saelens *et al.*, 2003b). L'audit MAPPa est structuré en une

grille d'observation sur tablette électronique où l'on retrouve un ensemble de questions et observations simples facilitant la saisie de l'information lors des visites de terrain. Quarante-huit (48) questions sont structurées selon les sept thématiques énoncées précédemment (Negron-Poblete et Lord, *à paraître*).

Les questions de l'audit visent à documenter de manière détaillée et systématique non seulement les dimensions fonctionnelles et sécuritaires favorables à la marche, mais aussi celles associées aux qualités urbaines. Chaque segment de rue est ainsi caractérisé sur chacun des deux côtés de la rue. L'utilisation de questions objectives permet de réduire significativement l'espace d'interprétation, *i.e.* la variabilité, entre les observateurs, et donc d'améliorer la validité des caractéristiques urbaines détaillées. Des questions de nature plus subjective faisant intervenir la perception de l'observateur, par exemple l'appréciation générale des conditions de marche, ont aussi été intégrées. Les résultats des observations sont par la suite incorporés dans un système d'information géographique (SIG).

4. Zone d'étude

La zone d'étude du Vieux-Sorel est située dans le centre-ville de Sorel-Tracy. Celle-ci se trouve à une centaine de kilomètres à l'est de Montréal. Plus précisément, elle est localisée dans la MRC de Pierre-de-Saurel au nord-est de la région de la Montérégie sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent. La ville fait partie de l'agglomération soreloise qui est située à l'intersection de la rivière Richelieu et du fleuve Saint-Laurent. L'agglomération est composée des municipalités de : Sorel, Tracy, Saint-Joseph-de-Sorel et Sainte-Anne-de-Sorel. En 2000, les deux villes de Sorel et de Tracy ont fusionné pour former la municipalité actuelle de Sorel-Tracy.



Carte n°1 – Localisation du territoire d'étude

4.1. Démarche de caractérisation du Vieux Sorel

Pour effectuer l'analyse des environnements de marche du Vieux-Sorel, des zones spécifiques ont été délimitées en utilisant l'application « Network Analyst » du système d'information géographique ArcGIS® v.10. Ces zones comprenaient en outre 9 résidences pour aînés présentées au tableau 1. La zone d'étude a été délimitée en construisant un « espace de proximité » de 500 mètres sur le réseau de rues à partir des centroïdes des bâtiments principaux des complexes résidentiels pour personnes âgées. Cette zone a ensuite été ajustée selon les objectifs spécifiques de la DSP-Montérégie. Cette distance de 500 mètres est usuellement utilisée (Achuthan *et al.*, 2010 ; Apparicio et Séguin 2006; Negron-Poblete *et al.*, 2012) dans l'analyse de l'accessibilité à pied dans un contexte de vieillissement. Ces espaces correspondent à un rayon d'environ cinq ou six minutes de marche autour des complexes d'habitation. Cela dit, cumulés sur l'ensemble de la zone d'étude, les espaces étudiés couvrent l'ensemble du secteur du Vieux-Sorel et permettent d'analyser son potentiel piétonnier dans son ensemble.

	Nom de Résidence	Type de Résidence	Adresse	Code Postal
1	La Villa des Sages	Privé	95 rue Georges	J3P 1C4
2	Les Appartements du Vieux Saurel	Privé	3 rue Denis	J3P 4E8
3	Les Résidences Soleil - Manoir Sorel	Privé	71 rue George	J3P 7Y3
4	Résidence Alain Aubuchon	Privé	125 rue Phipps	J3P 4C3
5	Résidence du Carré Royal	Organisme à but non lucratif (OBNL)	71 rue du Prince	J3P 4J7
6	Résidence du Parc de Sorel Inc.	Privé	89 rue du Prince	J3P 4J7
7	Résidence Soleil pour toi	Privé	144 rue Charlotte	J3P 1H3
8	Élizabeth-Lafrance	Centres d'hébergement pour personnes âgées en perte d'autonomie	151 rue George	J3P 1C8
9	J. Arsène-Parenteau	Centres d'hébergement pour personnes âgées en perte d'autonomie	40 rue de Ramezay	J3P 3Y7

Tableau n°1 – Résidences pour personnes âgées à Sorel-Tracy (MSSS, 2014).

Une fois la zone d'étude délimitée, une seconde étape de préparation de l'audit MAPA a consisté à effectuer la codification de l'ensemble des segments composant la trame viaire. Un total de 116 segments de rues a fait l'objet de la caractérisation. Celui-ci a été modifié et adapté au cadre spécifique du Vieux-Sorel avec la version 3.3.2 de MAPPA. Pour cette opération, la base de données du réseau routier de Statistique Canada (2006) a été utilisée sous format ArcGIS[®] où un segment correspond à une portion de rue comprise entre deux intersections.

4.2. Conduite des observations de terrain

Afin de réaliser notre étude, nous avons divisé notre démarche en cinq grandes étapes :

1. Visites de terrain et des discussions avec l'équipe de la DSP-Montérégie avec l'ajout de quatre segments jugés pertinents par l'équipe du projet. Les segments ajoutés sont les

suivants : Rue du Roi (entre Limoges-Adélaïde) ; Rue du Roi (entre Adélaïde-Victoria) ; Rue Adélaïde (entre Du Roi-De Prince) ; et Rue de Prince (entre Adélaïde-Victoria).

2. Application de l'audit MAPPA pour identifier les divers attributs de l'environnement urbain qui peuvent avoir une incidence sur la marchabilité de chaque segment.
3. Transfert des données de MAPPA vers un tableur de type Excel de chacune des questions de l'audit et réalisation du codage analytique.
4. Arrimage des données de MAPPA à un système d'information géographique sur ArcGIS[®] v10 et description des segments de rue.
5. Création de requêtes et construction d'une typologie cumulative de segments de rues quant à leur plus ou moins grande marchabilité.

5. Marchabilité du Vieux Sorel

La caractérisation menée avec l'audit MAPPA s'est effectuée sur 48 critères. De ceux-ci, sept (7) ont été retenus, d'une part, en lien avec la littérature scientifique portant sur la marchabilité et, d'autre part, considérés comme significatifs au regard du milieu d'étude du Vieux-Sorel.

5.1. Caractéristiques des segments de rue du Vieux Sorel

Les prochaines sections regroupent les descriptions des critères retenus et résumés au tableau n^o2. Des illustrations sont présentées tout comme des cartes présentant la localisation de ces mêmes critères.

Critères	Segments de rue pairs	Segments de rue impairs
Segment avec trottoir en bon état	52 (45 %)	53 (46 %)
Segment avec trottoir en mauvais état ou sans trottoir	64 (55 %)	63 (54 %)
Segment avec ombrage dû à la végétation	26 (22 %)	36 (31 %)
Segment avec mobilier urbain	18 (16 %)	16 (14 %)
Segment avec éclairage pour piétons	11 (9 %)	10 (9 %)
Segment avec arrêt de taxi-bus	13 (11 %)	16 (14 %)
Segment avec arrêt d'autobus	2 (2 %)	3 (3 %)
Segment avec espace public	9 (8 %)	10 (9 %)
Segment avec vitrines	19 (16 %)	24 (21 %)
Segment avec marge avant végétale	78 (67 %)	79 (68 %)

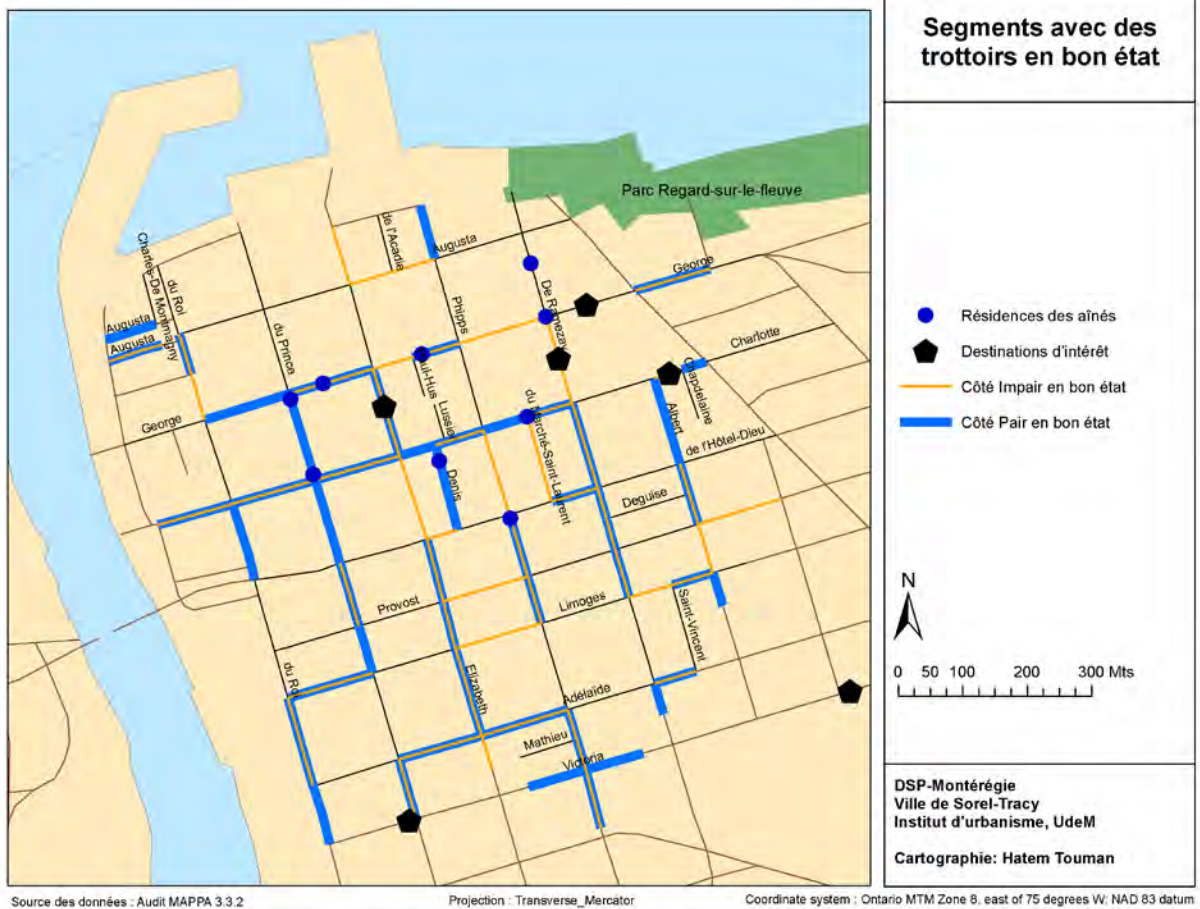
Tableau n^o2 – Critères de l'audit retenus pour fin d'analyse.

5.1.1. Les trottoirs

Le premier critère considéré est la présence de trottoir, à la base de plusieurs études sur la marchabilité, tout comme la plupart des normes municipales en vigueur au Québec. L'état du trottoir est aussi un paramètre important dans l'analyse de marchabilité, notamment quand il s'agit des personnes âgées ou en situation de handicap. Des fissures dans le trottoir ou un décalage au niveau des dalles peuvent être négligés, ou même non remarqués, chez les piétons plus « jeunes ». Par contre, ces dégradations peuvent représenter un obstacle réel, voire un risque de chute pour les populations plus âgées.

Si la quasi-totalité des segments audités comporte des trottoirs, il est rare d'observer un trottoir sans fissures, trous ou un décalage des dalles dans le secteur d'étude. Si les conditions météorologiques comme celles du Québec peuvent accélérer la dégradation, les variations importantes de température contribuant à celle-ci, les surfaces ou modules composant la structure peuvent être entretenus aisément. Nous avons pris en considération cette réalité lors de nos observations sur le terrain. Ainsi, la grande majorité des trottoirs a été considérée en mauvais état.

La carte n°2 montre que les trottoirs en bon état peuvent se retrouver partout sur la zone étudiée. Cependant, la proportion de ceux en mauvais état reste relativement élevée. Côté pair, on observe 52 trottoirs sur 116 en bon état, contre soixante-quatre en mauvais état ou encore des segments sans trottoir. Côté impair, nous avons 53 trottoirs sur 116 classés en bon état, contre soixante-trois en mauvais état ou encore des segments sans trottoir. Pour certains segments, si un seul des deux côtés est en bon état, ceci peut toutefois le rendre marchable. En effet, le piéton pourrait choisir d'emprunter le côté en bon état. Le segment de la rue Du Prince, entre la rue Charlotte et la rue de l'Hôtel-Dieu, en est un exemple. Par contre, la situation dans certains segments est problématique quand les deux côtés du segment sont en mauvais état. La rue Phipps, entre Augusta et George, en est un exemple. Les photos n°1 et n°2 montrent des trottoirs en bon et mauvais état.



Carte n°2 – État des trottoirs



Photo n°1 – Trottoir en mauvais état
(source : H. Touman)

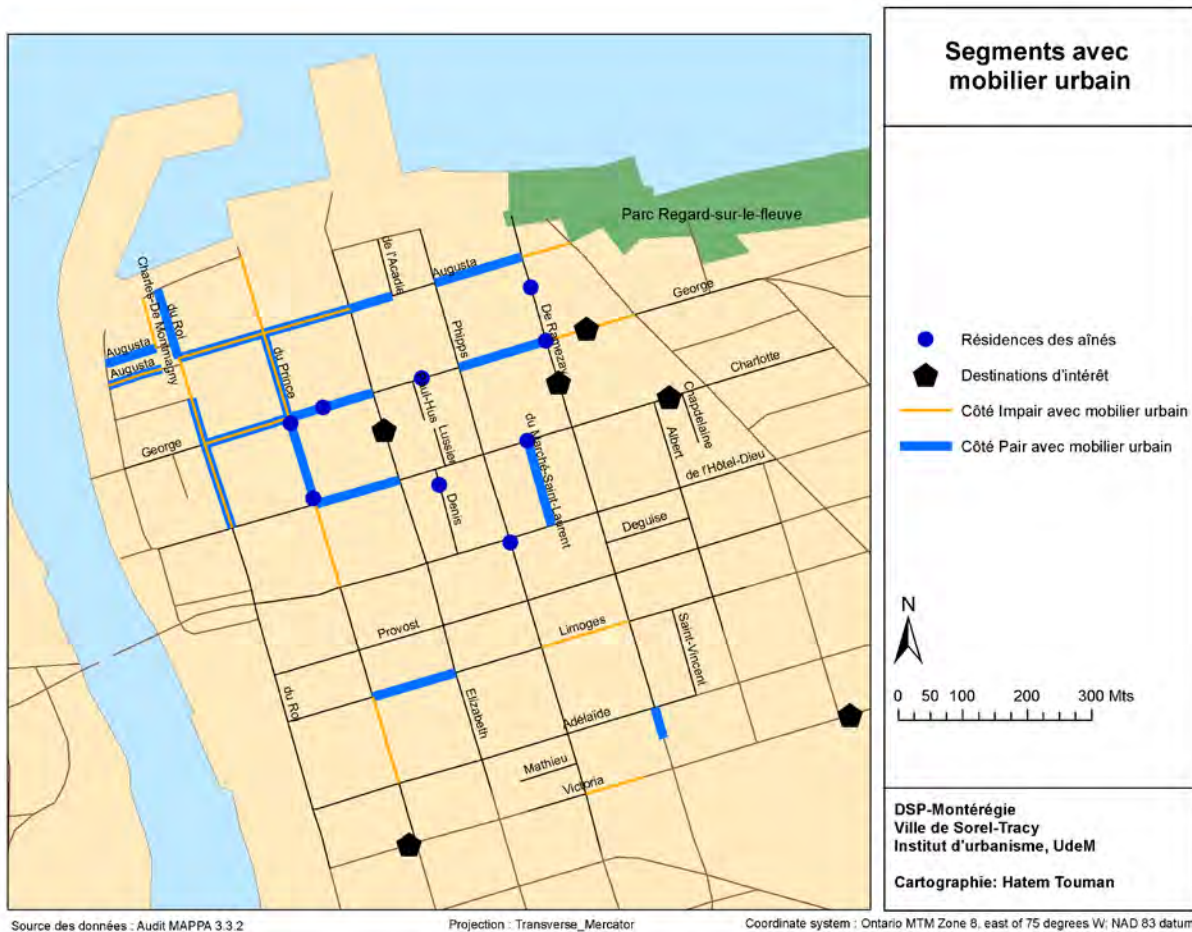


Photo n°2 – Trottoir en bon état
(source : H. Touman)

5.1.2. Le mobilier urbain

Le mobilier urbain analysé est minimal et comprend la présence de bancs, d’abris, d’abribus, de boîtes postales, de poubelles et de tables et chaises. De manière générale, nous constatons peu de mobilier urbain dans les segments du territoire à l’étude. Ce qui peut rendre l’expérience de certains profils de piétons plus difficile. À titre d’exemple, l’absence de bancs sur la majorité des segments pénalise tout particulièrement les personnes âgées quant à l’effort demandé pour la marche, ces dernières ne peuvent pas se reposer en cours de parcours.

Comme observé dans la recherche, l’absence de bancs peut être un facteur qui limite la décision de marcher par les aînés. Cela dit, d’autres groupes de population (par exemple les parents avec jeunes enfants) peuvent aussi être pénalisés en l’absence de mobilier urbain, notamment lorsqu’il est question d’espace de détente ou d’agrément. Le territoire du Vieux-Sorel présente par contre la particularité d’être un secteur ancien, où, de manière pragmatique, les trottoirs et les espaces de circulation ont été aménagés une fois le tissu urbain constitué. Relativement dense et resserré, l’espace bâti ne laisse pas beaucoup d’espace, pour insérer un trottoir large et pour disposer du mobilier urbain. Nous reviendrons sur cet aspect, et notamment sur les segments à cibler pour d’éventuelles interventions.



Carte n°3 – Segments avec mobilier urbain

Sur la carte n°3 on constate une concentration des segments munis de mobilier urbain dans la partie nord-ouest de la zone d'étude. C'est la partie du secteur où l'on trouve une concentration des activités commerciales, des services et autres activités. La série des photos suivantes illustre cette zone commerciale et des exemples du mobilier urbain qu'on y trouve. Comme illustré par les photos, certains trottoirs ne disposent pas suffisamment d'espace pour localiser du mobilier, créant parfois des obstacles à la marche.

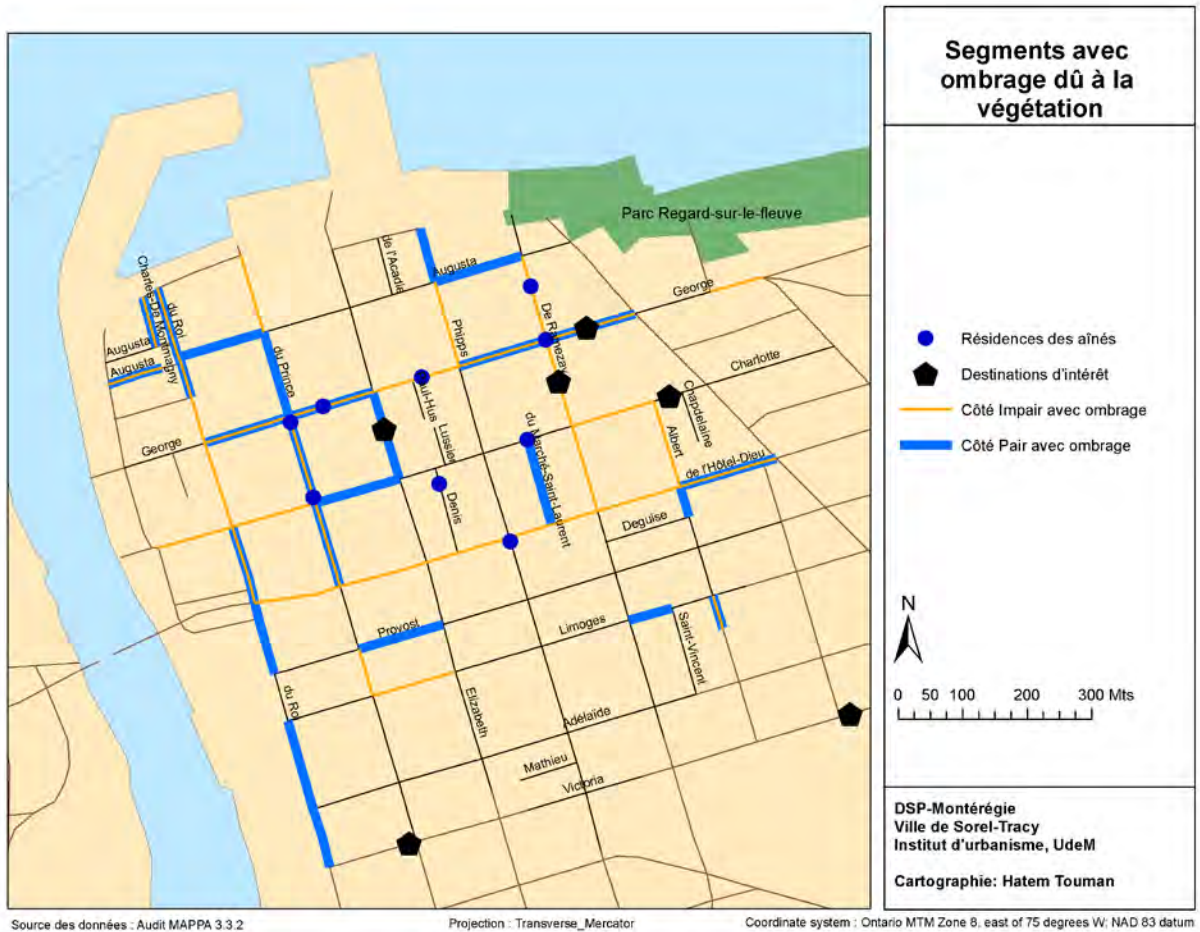


Exemples de segments de rues avec mobilier urbain et trottoir large (source : H. Touman)



Exemples de segment de rues avec mobilier urbain et trottoir étroit (source : H. Touman)

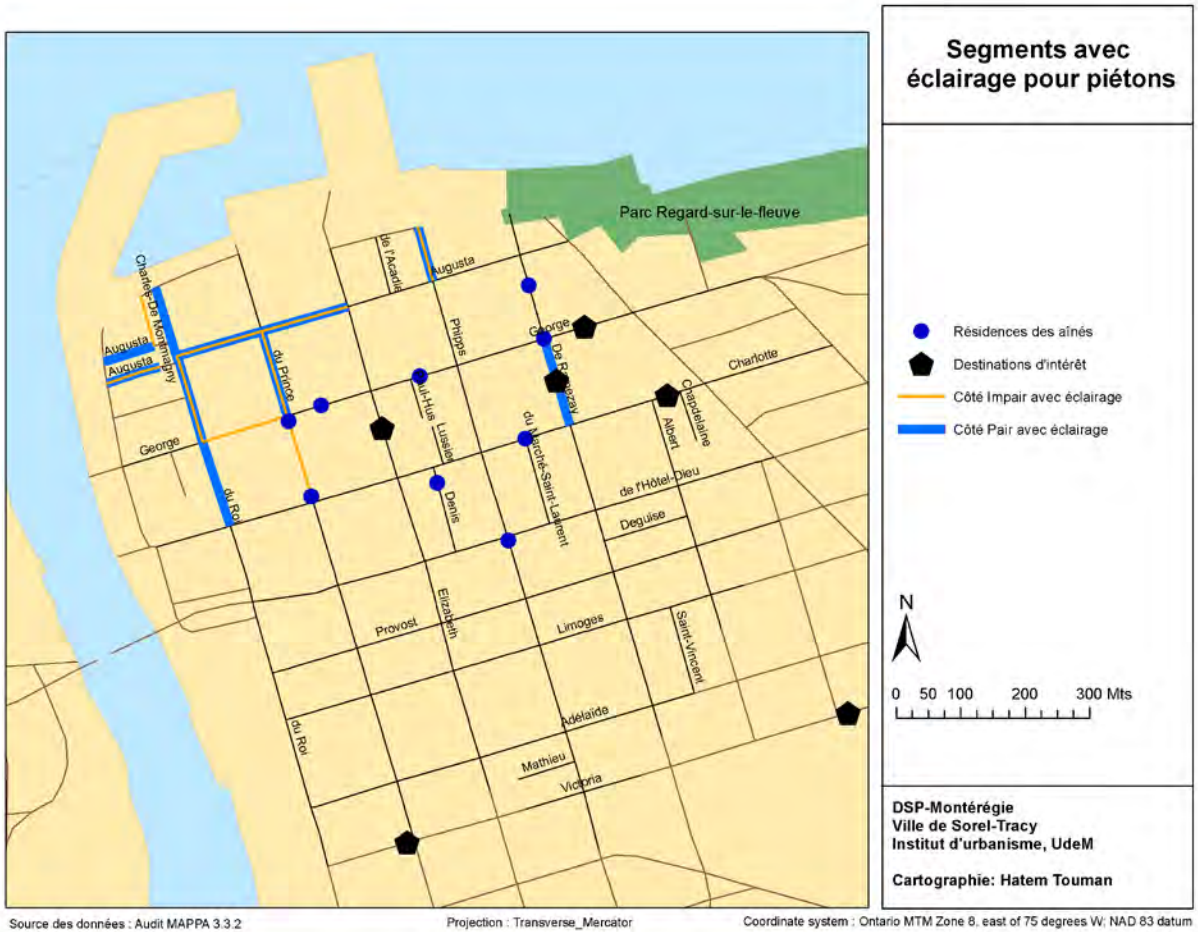
La rareté des abris dans les segments de rues ne favorise pas la marche, spécialement lors des conditions météorologiques extrêmes, et ce, tout au long de l'année : canicule, forte pluie, neige, etc. Pendant l'été, le besoin de ces abris est d'autant plus pertinent qu'une majorité de segments est privée d'ombrage et de végétation. La carte suivante (n°4) illustre les segments où il y a des zones d'ombre due à la végétation.



Carte n°4 – Segment avec ombrage projeté par la végétation

Notons que l'absence d'autres types de mobilier urbain, comme des poubelles, des boîtes postales ou des tables et des chaises, etc. diminue le niveau du confort et de fonctionnalité des segments. À titre d'exemple, s'il n'y a pas de poubelles, on risque davantage de se trouver avec des déchets sur les trottoirs, autant d'obstacles à la marche, sans compter la diminution du niveau de salubrité et d'attractivité du segment de rue. La présence de tables et de chaises contribue quant à elle à l'amélioration de l'ambiance de la rue. Cela participe à l'attractivité générale des segments pour les usagers.

Toujours sous le volet du mobilier urbain, les segments pourvus d'éclairage pour piétons ont également été repérés. Cet éclairage est important pour les piétons en général, et les aînés en particulier, car il peut contribuer à des perceptions positives de la sécurité. La carte n°5 montre les segments ayant des unités d'éclairage pour les piétons. Mis à part les quelques tronçons au nord et au nord-ouest de la zone d'étude, ayant fait l'objet d'une requalification, les éléments d'éclairage pour piétons sont quasi inexistant dans le secteur à l'étude.



Carte n°5 – Segment avec éclairage pour piéton

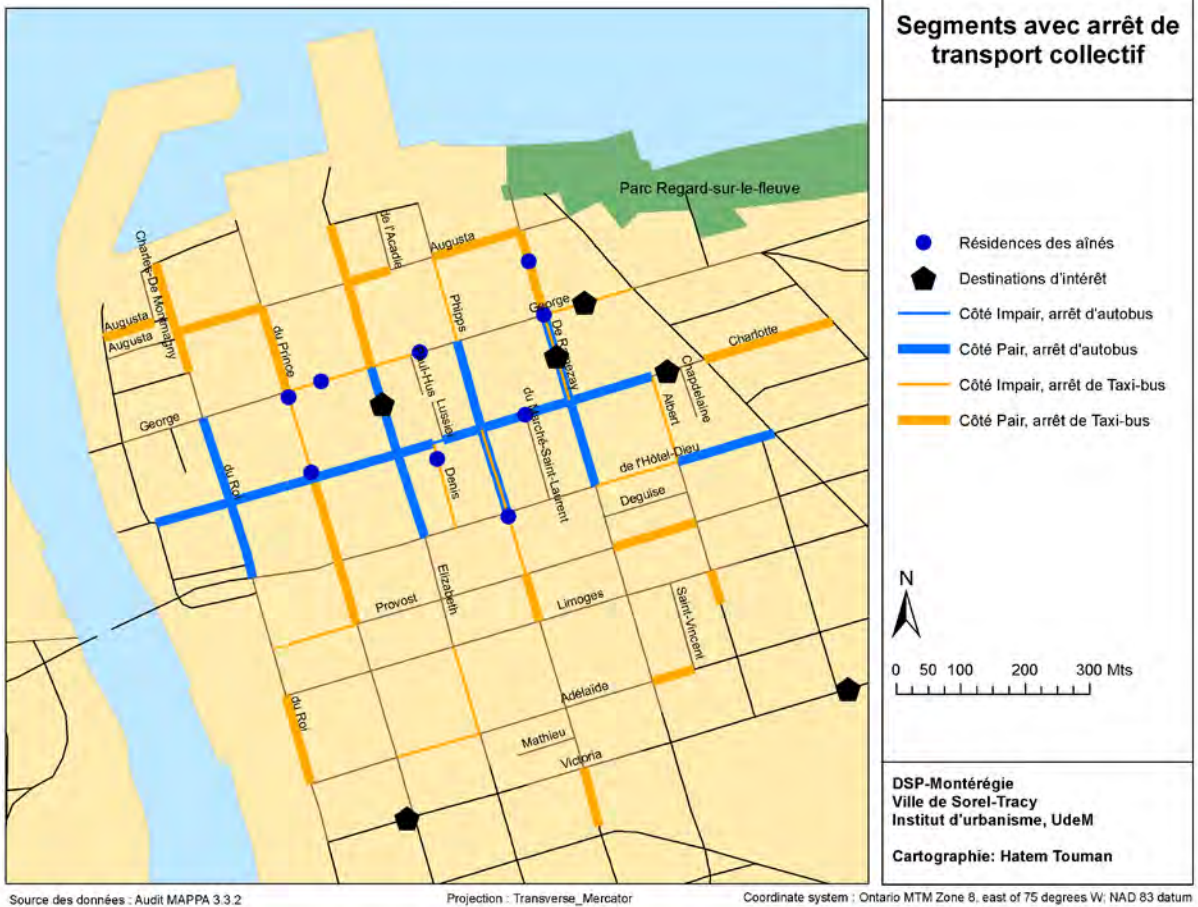
	
<p>Zone commerciale du Vieux-Sorel (source : H. Touman)</p>	<p>Unité d'éclairage pour piéton (source : H. Touman)</p>

5.1.3. Transport en commun

Concernant le transport en commun, deux types sont présents dans la zone d'étude : les autobus et les taxi-bus. La carte n°6 illustre les segments desservis par le transport en commun. Ainsi une bonne part de segments de rues contient des arrêts de taxi-bus, soit sur le côté pair soit sur le côté impair. On constate également que les résidences de personnes âgées comprises dans la zone d'étude se trouvent dans ou à proximité des segments munis des arrêts des taxi-bus. En outre, ceux-ci ne sont pas équipés de mobilier urbain pour les éventuelles périodes d'attente : bancs, abris, etc., même si les taxi-bus impliquent un temps d'attente minimal. Enfin, on note que les arrêts de taxi-bus ne sont pas facilement identifiables. Il s'agit des panneaux relativement modestes qui sont difficiles à repérer dans certains cas, comme l'illustrent les photos suivantes. En ce qui concerne les arrêts des autobus on note également plusieurs segments desservis. Nous constatons que les arrêts d'autobus sont localisés au centre de territoire à l'étude, d'est en ouest.



Exemples de panneaux de Taxi-Bus. On note l'absence de mobilier urbain pour une éventuelle période d'attente (source : H. Touman)



Carte n°6 – Segments desservis par transport en commun



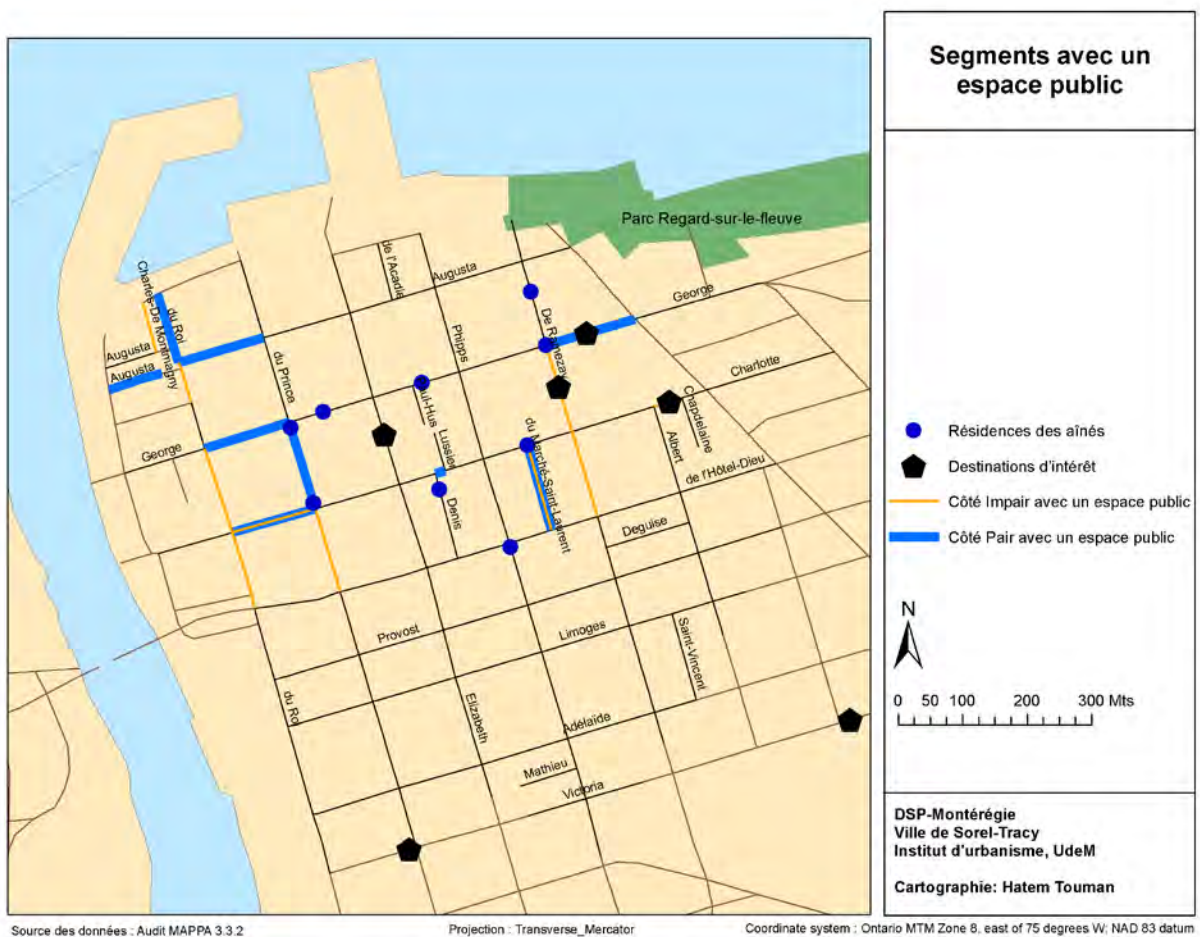
Arrêt d'autobus (Rue Charlotte)
 (source : H. Touman)



Arrêt d'autobus (Intersection Rue Charlotte et
 Rue du Roi) (source : H. Touman)

5.1.4. Espaces publics

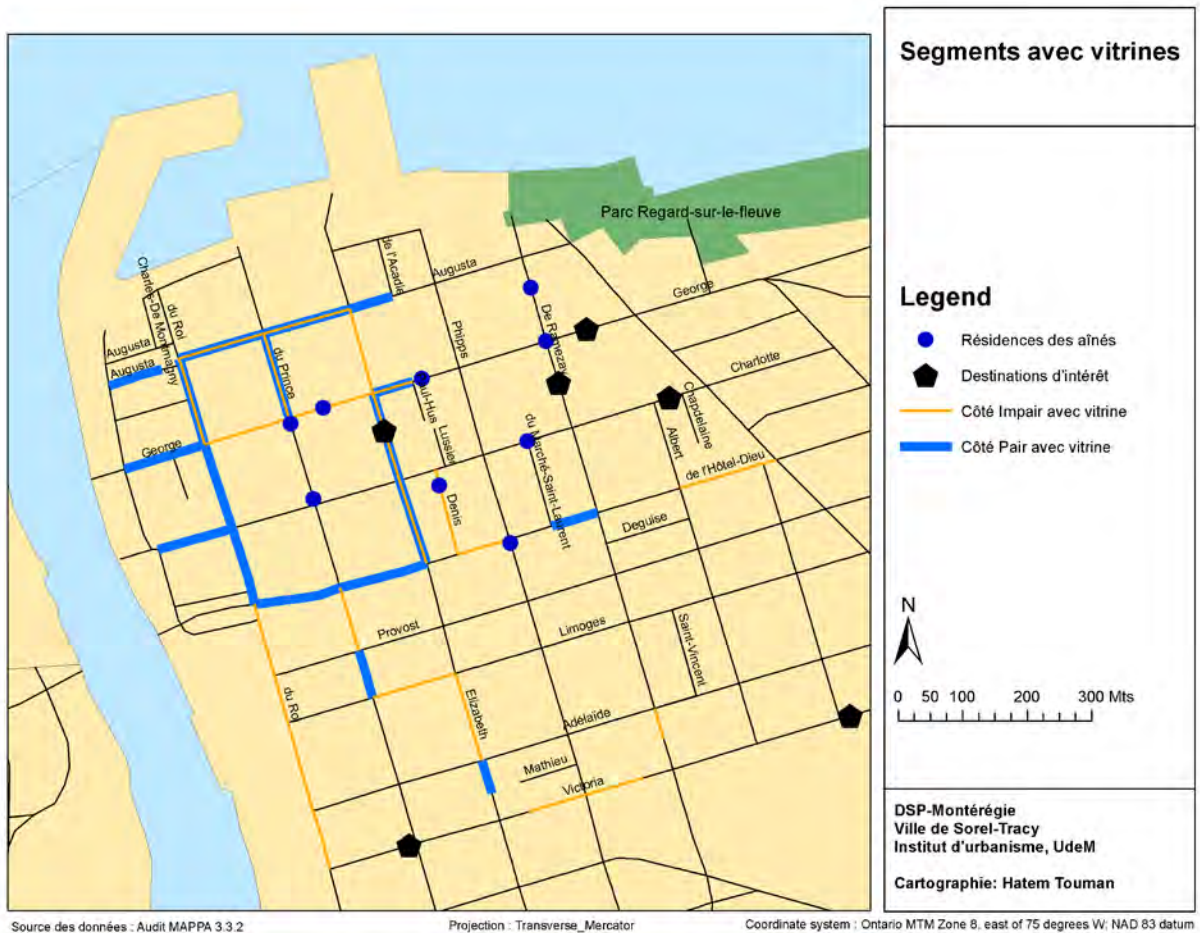
Les espaces publics sont relativement rares dans le territoire à l'étude. Cela dit, ceux qui sont présents apparaissent de qualité, mais sont plutôt concentrés dans la partie nord-ouest du territoire. Comme le montre la carte n°7, seulement 19 segments de rue (9 côté pair, 10 côté impair) parmi les segments analysés contiennent un espace public (16 %). Cela laisse le secteur sud du territoire sans espaces publics aménagés, cette observation s'ajoutant au manque relatif de végétation vue précédemment.



Carte n°7 – Segments avec espaces publics

Participant à l'animation urbaine et aux espaces publics, les vitrines ont également leur importance dans les ambiances de marche appréciées. La présence des vitrines dans un segment augmente son attractivité pour les piétons. Cette présence rend la marche plus plaisante et moins ennuyeuse. En fonction du type des vitrines et de leur localisation, un

segment de rue muni des vitrines possède un potentiel d’achalandage et d’animation. La carte n°8 montre que les segments avec vitrines sont concentrés également dans la partie nord-ouest du territoire d’étude, vu la zone commerciale du Vieux-Sorel. Côté pair, on compte 19 segments avec vitrines (16,4 %). Côté impair, on recense 24 segments avec vitrines (20,7 %).

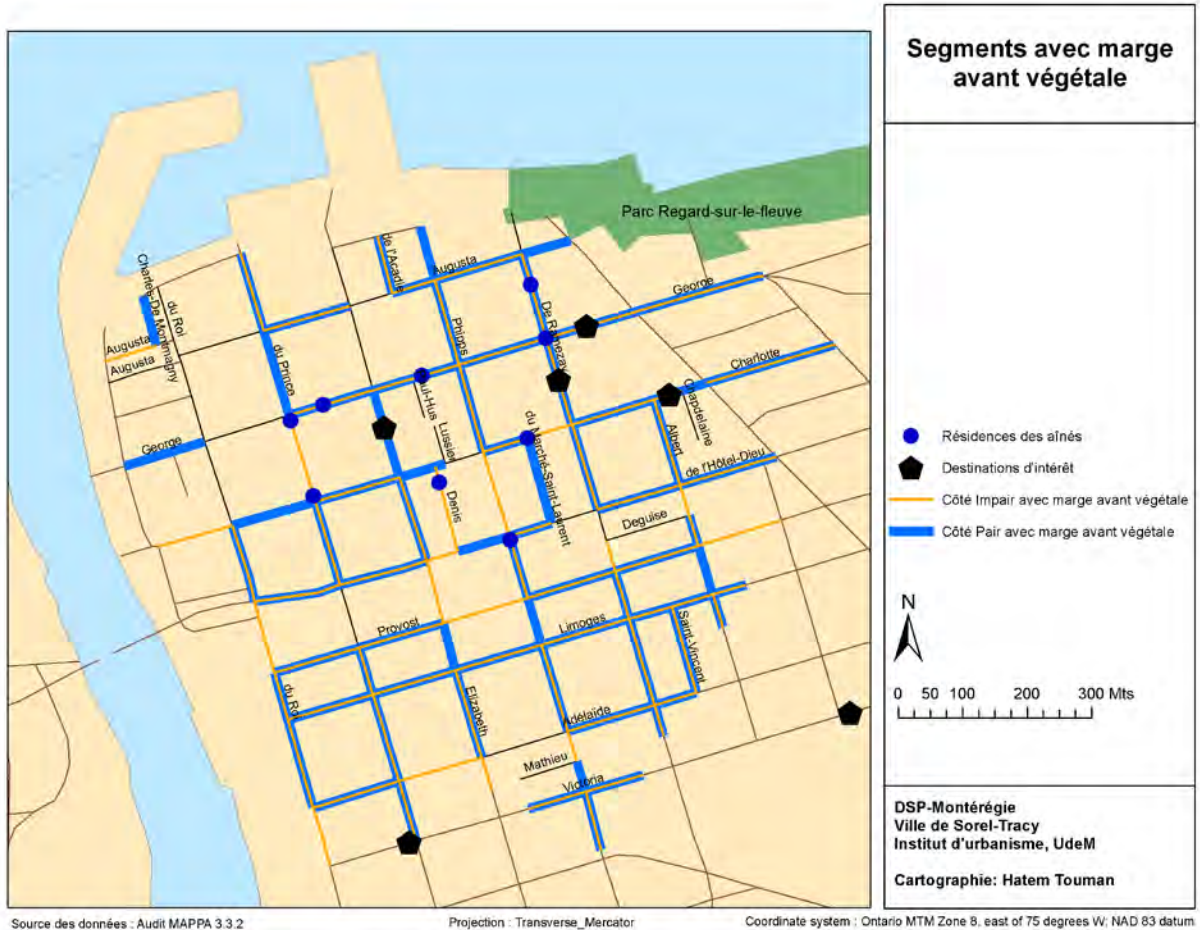


Carte n°8 – Segment avec vitrine

5.1.5. Marge avant végétale entre le bâti et le trottoir

La présence d’une marge avant végétale entre le bâti et le trottoir est un autre élément pouvant favoriser la perception de la marchabilité de l’environnement urbain. La présence de cette marge végétalisée rend l’expérience de marche plus agréable en ouvrant la perspective au marcheur. La séparation végétale continue tout au long du trottoir, souvent visible dans les environnements de banlieue, n’est toutefois pas existante dans le secteur d’étude. On considère qu’un segment du secteur à l’étude a une marge avant végétale si les cours

aménagées avec verdure dominant sur le segment audité ou si le segment contient un stationnement collectif séparé d'un espace vert. Pour les segments pairs, 78 segments (67 %) possèdent une marge avant végétale. Pour les segments impairs, 79 segments (67 %) possèdent une marge similaire. La carte n°9 montre la répartition spatiale de ces segments, une distribution relativement homogène sur l'ensemble de la zone d'étude.



Carte n°9 - Segments avec marge végétale entre le bâti et le trottoir

5.1.6. Abaissés de trottoir

Le dernier critère de marchabilité analysé concerne les abaissés de trottoir aux intersections des segments de rues. Pour le territoire à l'étude, on retrouve une grande majorité des segments recensés avec abaissés de trottoir aux intersections. Un nombre de 407 abaissés de trottoir sur un total de 464 extrémités de trottoir (88 %) a été recensé. L'objectif des abaissés est de faciliter la traversée, ces abaissés s'avèrent cruciales pour les personnes à mobilité

réduite et les piétons âgés. Un nombre de 180 (39 %) abaissés de trottoirs observés lors de notre enquête sont fissurés ou troués. Ceci augmente le risque des chutes pour les piétons limités dans leur autonomie de marche, ce qui constitue un obstacle à la mobilité.



Pour 99 abaissés de trottoir (21%), les piétons se trouvent également face à un obstacle à la descente / montée (21%). Ces obstacles prennent plusieurs formes comme par exemple des poteaux ou des grilles et des bouches d'égout. De plus, 334 abaissés de trottoir (72%) souffrent d'une détérioration à la jonction avec la chaussée. Cette détérioration peut augmenter le risque des chutes chez les aînés et ne facilite pas la traversée des intersections. Le tableau n°3 résume l'état des abaissés de trottoir.

Abaissés de trottoir	Segments rue impairs
Abaissés de trottoir	407 (88%)
Abaissés de trottoirs fissurés ou troués	180 (39%)
Abaissés de trottoirs avec obstacle à la descente / montée	99 (21%)
Abaissés de trottoir dégradé à la jonction avec la chaussée	334 (72%)

Tableau n°3 – État des abaissés de trottoir pour la zone d'étude.

5.2. Typologie de marchabilité pour le Vieux-Sorel

Sur la base des constats qui ont été détaillés dans les sections précédentes, une typologie de segments, de « moins » à plus « favorables » à la marche, du point de vue des piétons, a été construite en combinant différents critères. L'objectif de cette intégration est de gagner en complexité et dépasser l'analyse critère par critère des segments de rues de la zone d'étude, pour plutôt entrer dans une perspective plus compréhensive capable d'approcher la notion d'ambiance.

La construction de la typologie est basée sur quatre thématiques principales dérivées de la littérature abordée ci-haut : la sécurité, la fonctionnalité, l'occupation du sol et l'ambiance. Cette typologie porte d'abord sur la morphologie de la rue, caractérisation objective de l'espace de marche. Cette caractérisation est ensuite croisée avec une perspective plus qualitative où les formes plus ou moins favorables à la marche préalablement caractérisées sont ensuite mises en perspective avec la notion d'attractivité. Cette dernière est basée sur l'appréciation des évaluateurs ayant réalisé les relevés de terrain, mais également sur des groupes de discussion menés avec des personnes âgées lors de recherches antérieures (Lord, Negron, 2015 ; Negron, Grou, 2012; Negron-Poblete, Lord, *à paraître*).

Types	Critères des segments
Type 1 Sans sécurité	Sans trottoir ; <i>OU</i> Trottoir interrompu.
Type 2 Sécurité compromise	Trottoir continu.
Type 3 Sécurité minimale	Trottoir continu. <i>ET</i> Trottoir en bon état.
Type 4 Confort relatif	Trottoir non interrompu. <i>ET</i> Trottoir en bon état. <i>ET</i> Zone tampon avec la chaussée. <i>OU</i> Marge > 1 mètre entre le bâti et le trottoir.
Type 5 Tout confort	Rue piétonne ou avec circulation contrôlée. <i>OU</i> Segments avec trottoir non interrompu <i>ET</i> Trottoir non interrompu. <i>ET</i> Trottoir en bon état. <i>ET</i> Marge > 1 mètre entre le bâti et le trottoir. <i>ET / OU</i> Zone tampon avec la chaussée <i>ET</i> Marge végétale <i>ET / OU</i> Présence d'espaces publics <i>ET / OU</i> Présence de vitrines <i>ET / OU</i> Présence d'ombrage due à la végétation

Tableau n°4 – Typologie de marchabilité des segments de rues du Vieux-Sorel.

La typologie proposée implique plusieurs critères qui sont articulés de manière cumulative, un type supérieur possède l'ensemble des caractéristiques des types inférieurs (à l'exception du type 1). Chacun des 232 segments de rues du secteur à l'étude se voit donc attribuer un type.

Les segments de rues ont été classés en cinq types présentés au tableau n°5. Les deux premiers types font intervenir la dimension de la sécurité, le premier sans trottoir, ou avec un trottoir non continu implique un problème de sécurité majeur, le deuxième avec un trottoir, mais en mauvais état, pose un risque dans les conditions de marche. Le troisième type représente le type proposant une sécurité minimale, sans autre élément d'agréabilité. Les types 4 et 5 impliquent des critères pouvant être associés à des éléments de confort, le premier dégageant la perspective visuelle du marcheur et éloignant la circulation de la zone de marche, le second en y ajoutant des critères rendant la marche agréable, avec notamment de la végétation et du mobilier urbain.


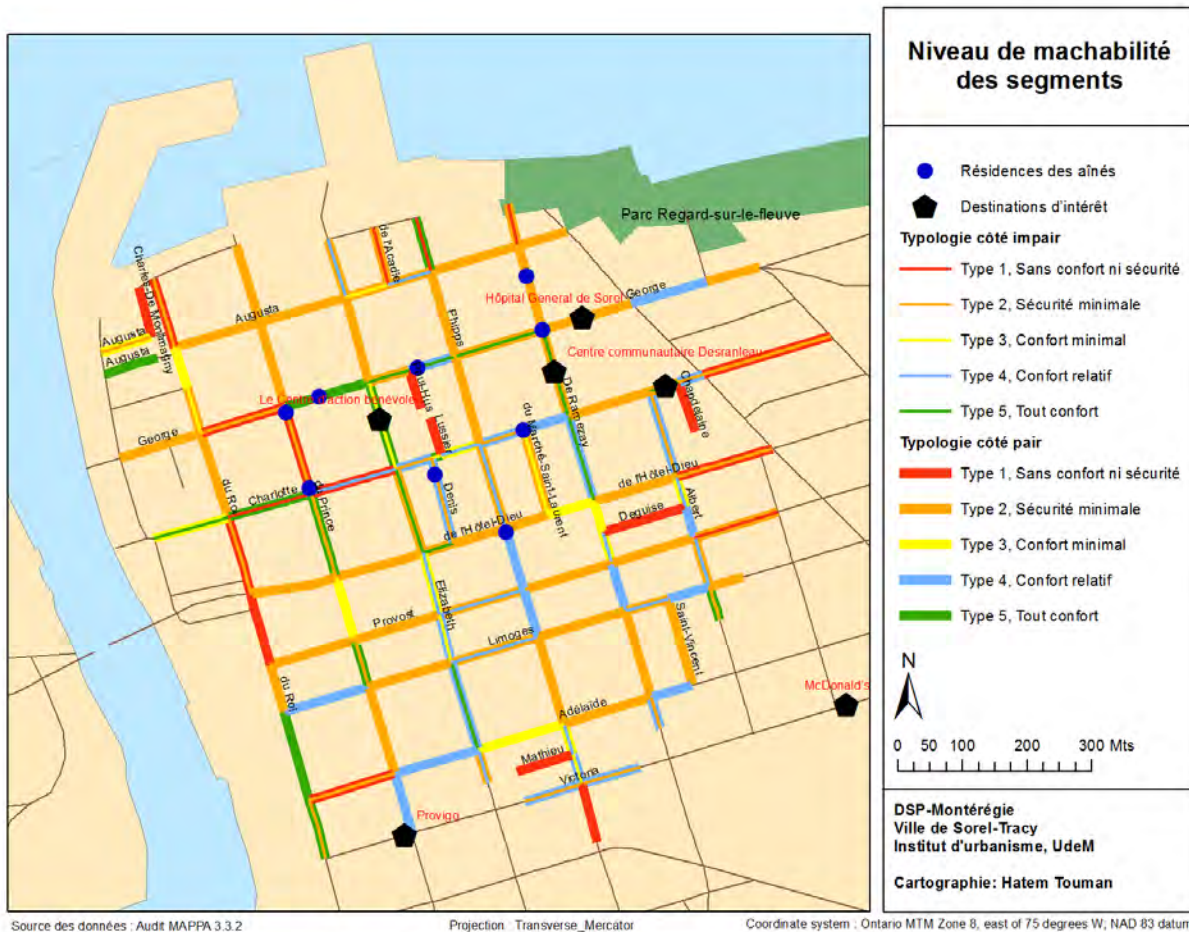
Typologies des segments		
Niveau de marchabilité	Type	Nombre de segments
Faible  Élevée	Type 1 – Sans sécurité	29 (13%)
	Type 2 – Sécurité compromise	106 (46%)
	Type 3 – Sécurité minimale	24 (10%)
	Type 4 – Confort relatif	49 (21%)
	Type 5 – Tout confort	24 (10%)
	Total	232 (100%)

Tableau n°5 – Distribution des types de segments de rues du Vieux-Sorel.

La carte n°10 montre que 29 segments sur le total des 232 segments recensés sont du premier type (sans sécurité), soit environ 13%. Les segments les plus nombreux sont du deuxième type (sécurité compromise), avec 106 segments représentant 46% des segments analysés. Avec 24 segments, le type 3 (sécurité minimale) représente 10% du total des segments. Quarante-neuf segments sont classés du type 4 (confort relatif), représentant ainsi 21% des segments traités par l'étude. Enfin, le cinquième type (tout confort) compte 24 segments de rues pour environ 10% des segments du territoire à l'étude.



Carte n°10 – Typologie de segments de rues

5.2.1. Type 1 – Segments de rue sans sécurité

Le type 1 contient des segments sans trottoir ou des segments avec un trottoir qui est interrompu. C'est, parmi les types constitués, celui le plus défavorable à la marche. Il peut poser des problèmes de sécurité pour des profils particuliers comme les personnes âgées ou des individus à mobilité réduite. En outre, ce type ne correspond pas aux standards actuels en matière d'aménagement et d'urbanisme. Ces types ne présentent pas une concentration particulière, étant localisés pratiquement de manière aléatoire sur le territoire à l'étude. Une mise à niveau de ce type vers le type 3, sécurité minimale, consisterait à installer des trottoirs de manière continue sur les segments de rues concernés et à rénover les portions de trottoir en mauvais état pour les sections de segments de rue où l'on en retrouve de manière discontinue.



Exemple du type 1 – Rue Charlotte (entre Fiset-Guévremont) (source : H. Touman)

5.2.2. Type 2 – Segments de rue avec sécurité compromise

Le type 2 comprend 106 segments (46%) avec un trottoir non interrompu, mais qui est en mauvais état. C'est la configuration normalement exigée au niveau des autorités municipales, sans toutefois tenir compte de la largeur des trottoirs actuellement présents. Ces segments ne présentent aucun confort de marche spécifique, et, vu le mauvais état des matériaux, impliquent un risque pour des profils spécifiques de marcheur comme les aînés ou les personnes à mobilité réduite. Ce type pose également, sans être un sérieux problème de sécurité, des désagréments dans les conditions de marche aux profils de marcheurs non limités dans leur autonomie. Répartis sur l'ensemble du territoire à l'étude, ces segments constituent par contre plusieurs voies reliant l'est et l'ouest du nord du territoire à l'étude. Il s'agit des rues Augusta, George et de l'Hôtel-Dieu. Une mise à niveau de ces segments vers le type 3 consisterait à la rénovation ou à l'entretien des segments concernés. En outre, plusieurs secteurs commerciaux avec vitrines sont concernés.



Exemple du type 2 – Rue Provost (entre de Ramsay et Albert) (source : Google)

5.2.3. Type 3 – Segments de rue de sécurité minimale

Le type 3 est constitué de 24 segments (10%) avec trottoir non interrompu et en bon état. Ainsi, il s'agit du premier niveau qui peut offrir un certain niveau de sécurité pour la marche. Ces segments, proches du type 2 en matière de morphologie, sont répartis aléatoirement sur l'ensemble du territoire à l'étude, dans plusieurs cas en combinaison avec le type 2. La mise à niveau du type 2 vers le type 3, par la rénovation de trottoirs qui sont déjà présents, viendrait donner des conditions de marche minimalement sécuritaires à 56% des segments du territoire à l'étude.



Exemple du type 3 – Rue Adélaïde (entre Elisabeth et Phipps) (source : Google)

5.2.4. Type 4 – Segments de rue de confort relatif

Le type 4 comprend les caractéristiques précédentes associées aux trottoirs, mais en y ajoutant une marge supérieure à 1 mètre entre le bâti et le trottoir ainsi qu'une zone tampon éloignant la circulation de la zone de marche. Ce type compte 49 segments représentant 21% du territoire à l'étude. D'un côté, une perspective visuelle large améliore le sentiment de sécurité chez le marcheur, notamment pour celui plus âgé, celui-ci pouvant plus aisément anticiper les différents obstacles dans son cheminement. D'un autre côté, l'éloignement de la circulation de la zone de marche, en plus d'améliorer le sentiment de sécurité chez le piéton, atténue les perceptions associées à la vitesse, tout comme les nuisances sonores. La mise à niveau des types 1 à 3 vers le type 4 est plus complexe, dans la mesure où les éventuelles interventions se situeraient à la fois sur des emprises publiques et d'autres privées, impliquant l'étroite collaboration des propriétaires riverains. La mise en place d'une zone tampon, sur la portion publique de l'emprise de la rue est aussi possible si la voie de circulation est assez large. La mise en place d'une marge avant est par contre plus complexe, voire impossible, notamment parce que les bâtiments en place sont contigus au trottoir et n'offrent pas une marge avant suffisante.



Exemple du type 4 – Rue Charlotte (entre Phipps et Marché St-Laurent) (source : H. Touman)

5.2.5. Type 5 – Segments de rue tout confort

Le type 5 compte 24 segments représentant 10% du territoire à l'étude. D'un côté avec un critère absolu, le type 5 concerne les segments de rue piétons ou ceux où la circulation automobile est très limitée, sans que d'autres critères soient considérés. D'un autre côté dans la même perspective cumulative, le type 5 contient tous les critères des segments de rue précédents en y ajoutant d'autres supplémentaires qui permettent d'augmenter le confort. Les segments de ce type contiennent ainsi des espaces publics ou des vitrines ou une présence d'ombrage protégeant le marcheur du soleil en été. Il s'agit des segments présentant le plus grand niveau de confort et de sécurité pour le marcheur. Positionnés au nord et à l'ouest du territoire à l'étude, les segments du type 5 peuvent être considérés comme des points stratégiques au niveau de la marchabilité, pour leurs qualités urbaines, autant de secteurs à mettre en valeur et à relier entre eux, avec des parcours sécuritaire et confortable (types 3 et 4).



Exemple du type 5 – Rue Augusta secteur piéton (source : H. Touman)

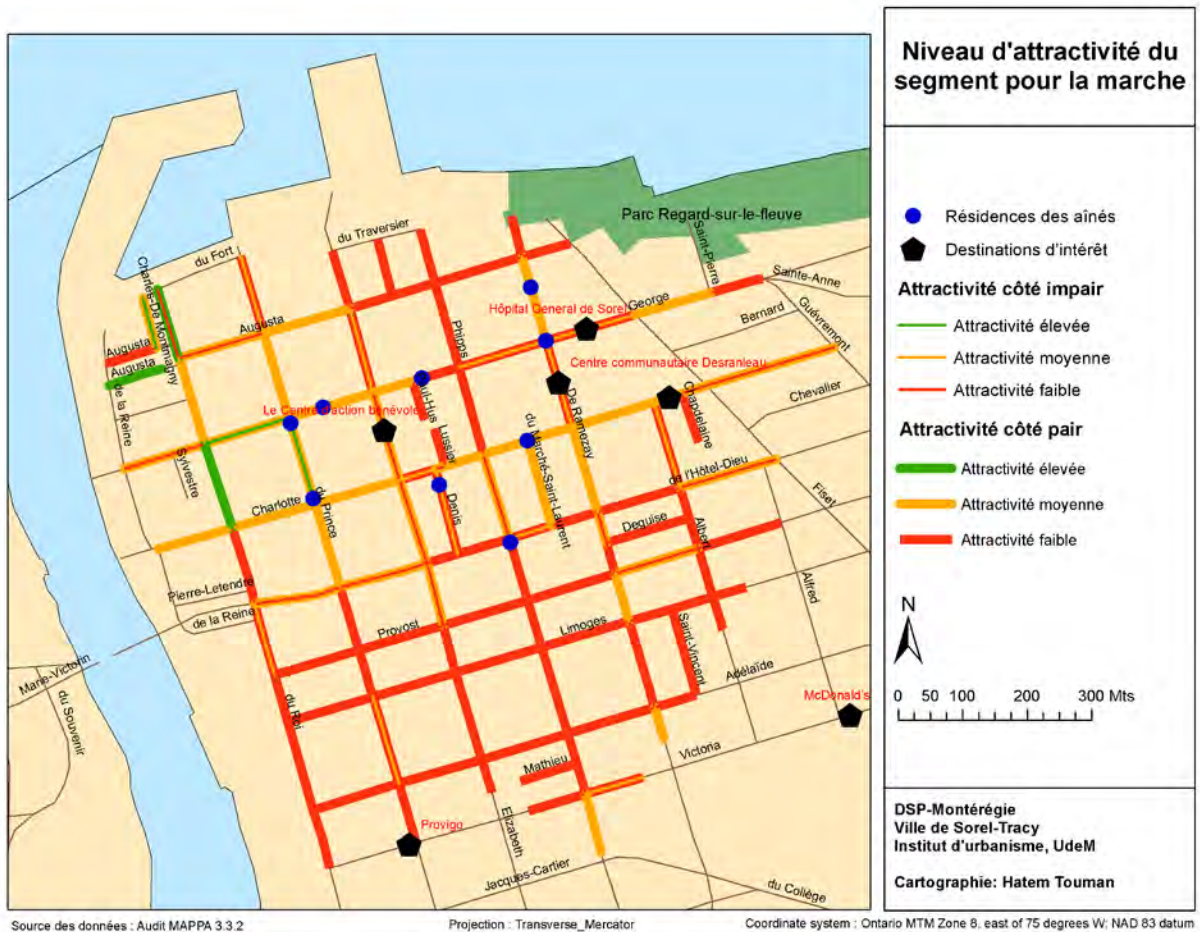


Exemple du type 5 – Rue Elizabeth (entre Hôtel Dieu-Charlotte) (source : H. Touman)

5.3. Attractivité du Vieux-Sorel pour la marchabilité

Cette dernière section présente les segments de rues où l'on retrouve un niveau d'attractivité relatif, indépendant des caractéristiques des segments de rue. Ces zones peuvent être qualifiées de favorables à la marche en fonction des intérêts et des configurations fonctionnelles urbaines. Ces configurations comprennent notamment des segments où l'on retrouve des parcs, des vitrines, des marchés, des places, des rivages, etc. Ces caractères d'attractivité, de nature qualitative, ont été évalués par les observateurs directement sur le terrain, et validés avec les observations découlant d'une série d'entretiens effectués et de groupes de discussion réalisés auprès de personnes âgées dans le cadre d'une recherche précédente sur la marchabilité (Lord et Negron, 2015 ; Negron et Lord, 2015). Ainsi, un segment de rue moins favorable à la marche peut néanmoins être attractif pour le marcheur. Vu de la

sorte, en croisant la typologie présentée précédemment, il est possible de relever des zones, des voies ou des cheminements pouvant être ciblés pour de la requalification ou de la mise en valeur en raison de la forme et / ou du potentiel d'attractivité que l'on y retrouve.



Carte n°11 – Attractivité des segments de rues

La carte n°11 révèle l'attractivité évaluée pour les segments du territoire à l'étude. Les secteurs les plus attractifs sont, de manière attendue, les secteurs piétonniers au nord-ouest et aux abords du parc du Carré-Royal. Ces segments attractifs correspondent à plusieurs des types 4 et 5, mais également à certains segments du type 3. Les segments de rue avec une attractivité qualifiée de moyenne sont localisés au centre du territoire à l'étude et relient notamment l'ouest à l'est du territoire. Concernant plusieurs segments de rues des types 2 et 3, ces voies sont dans bien des cas celles où l'on observe des activités commerciales ou de restauration. Enfin, les segments les moins attractifs concernent davantage le sud du territoire à l'étude, un secteur à dominante résidentielle où l'on retrouve relativement peu de végétation et moins de mixité fonctionnelle.

6. Recommandations

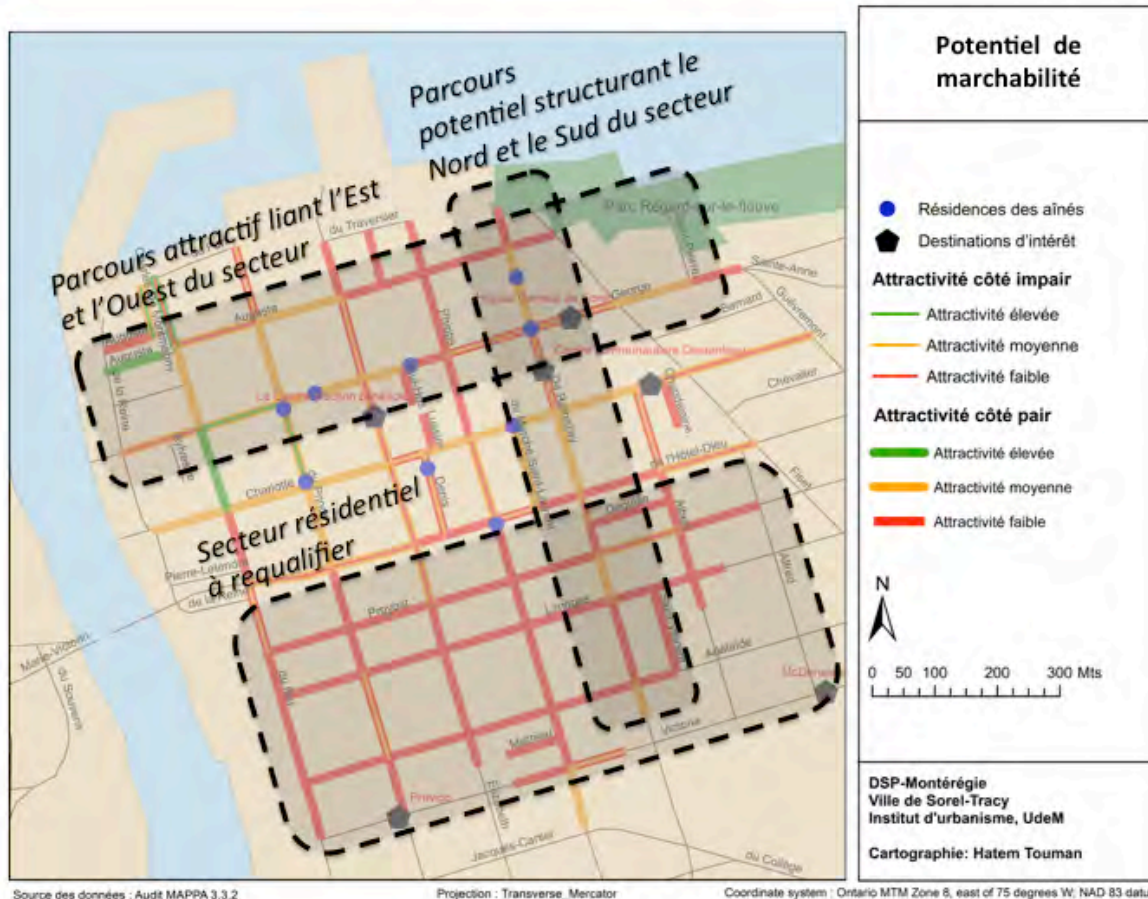
De manière générale, plus de la moitié des segments de rue du territoire analysé sont des types 2 et 3, de sécurité compromise et de sécurité minimale. Ces sont des segments avec trottoir continu, mais avec plusieurs secteurs en mauvais état. La première recommandation est alors de revoir l'entretien et l'installation de trottoirs sur l'ensemble du territoire à l'étude. De plus, il serait possible d'envisager l'élargissement de plusieurs trottoirs, quand la largeur de la chaussée, de l'emprise publique, le permet. En outre, un élargissement de moins d'un mètre permettrait d'ajouter une zone tampon avec la chaussée sur certaines voies ou cheminements à privilégier.

Une autre recommandation est de porter davantage d'attention au mobilier urbain. À l'exception de quelques segments des zones commerciales, le territoire à l'étude comporte fort peu de mobilier urbain. Si équiper les segments de rues de bancs, d'abris et d'éléments d'éclairage pour piétons peut augmenter la marchabilité de ces segments, cela représenterait des investissements importants. Il est alors pertinent de cibler certains secteurs ou parcours, comme discuté ci-après.

Une rénovation importante des abaissés de trottoir aux intersections est recommandée sur l'ensemble du territoire à l'étude. Nous avons recensé que près de 40% des trottoirs sont fissurés ou troués. Plus de 20% d'abaissés de trottoir présentent un obstacle à la descente, et près de 3 abaissés de trottoir sur 4 présentent une détérioration à leur jonction avec la chaussée, présentant un risque à la descente. L'amélioration des abaissés est importante pour faciliter la traversée des rues et pour diminuer le risque des chutes, notamment chez les personnes âgées.

La mise en valeur des arrêts des taxi-bus devrait également être envisagée. Nous estimons important de les rendre plus visibles. Cette mise en valeur pourrait également être envisagée avec l'ajout combiné des bancs et des abris pour améliorer les conditions des périodes d'attente.

De manière plus spécifique, l'observation combinée de l'attractivité des segments, de leur localisation géographique et de la typologie de marchabilité permet de révéler certains potentiels d'intervention et surtout de cibler des secteurs clés où mettre en place les recommandations précédemment formulées. De manière globale, la carte n°12 montre trois secteurs où des actions de différentes natures peuvent être menées.



Carte n°12 – Potentiel de marchabilité

Premièrement, nos observations sur la partie Sud du territoire à l'étude permettent l'identification d'un secteur résidentiel à requalifier. Moins attractifs, les segments de rue de cette zone pourraient faire l'objet d'un verdissement et d'une rénovation minimale des trottoirs, de manière à ramener les segments vers le type 3 ou, lorsque possible, vers le type 4. Le caractère résidentiel et la qualité urbaine de l'environnement devraient être renforcés par ces interventions. Deuxièmement, nos observations des caractéristiques des segments de rues et de leur attractivité montrent un potentiel de parcours liant l'Est à l'Ouest du territoire à l'étude – tout particulièrement les rues Augusta et George. En outre, une telle liaison permettrait de mettre en réseau des espaces verts (Carré-Royal et parc Regard-sur-le-fleuve) et l'essentiel des segments attractifs dans les zones commerciales. Plusieurs des segments de ce secteur sont déjà aujourd'hui relativement intéressants au niveau de leur marchabilité (types 4 et 5), d'autres impliquent, dans quelques cas, une mise à niveau minimale (type 2 vers le type 3). Ce lien, en plus de créer un cheminement piéton intéressant au niveau des secteurs commerciaux, permettrait de mettre en dialogue les espaces verts déjà présents à proximité. Troisièmement, nos observations suggèrent une occasion de consolider un axe stratégique nord-sud – avec la rue de Ramesay. Ce lien, où domine une attractivité moyenne,

pourrait être une opportunité de formaliser un cheminement offrant un bon niveau de marchabilité entre le secteur résidentiel au Sud du territoire à l'étude et le parc Regard-sur-le-fleuve, mais également entre les autres secteurs attractifs à caractère commercial.

Références

Achuthan K, Titheridge H, Mackett RL (2010). Mapping accessibility differences for the whole journey and for socially excluded groups of people. *Journal of Maps* 6(1) : 220-229.

Apparicio P, Séguin A-M (2006) L'accessibilité aux services et aux équipements: Un enjeu d'équité pour les personnes âgées résidant en HLM à Montréal. *Cahiers de géographie du Québec* 50(139) : 23-44.

Bachiri N (2006) *Étalement urbain et mobilité quotidienne d'adolescentes et d'adolescents de secteurs rurbains de la communauté métropolitaine de Québec*. Québec, École d'architecture, Université Laval, mémoire de maîtrise.

Banister D, Bowling A (2004) Quality of life for the elderly: the transport dimension. *Transport Policy* 11(2) : 105-115.

Booth ML, Owen N, Bauman A, Clavisi O, Leslie E (2000) Social-cognitive and perceived environment influences associated with physical activity in older Australians. *Preventive Medicine* 31 : 15-22.

Borst HC, Miedemaa HME, de Vriesb SI, Grahama JMA, van Dongena JEF (2008) Relationships between street characteristics and perceived attractiveness for walking reported by elderly people. *Journal of Environmental Psychology* 28 : 353-361.

Clément S, Mantovani J, Membrado M (1998) L'urbain dans tous ses états : Faire, vivre et dire la ville. *Habitat et sociétés*, Haumont N (dir). L'Harmattan, Paris (231-254).

Clifton K, SMITH J, Livi AD, Rodrigez D (2007) The development and testing of an audit for the pedestrian environment. *Landscape and Urban Planning* 80 : 95-110.

Cunningham GO, Michael Y, Farquhar L, Stephanie A, Lapidus J (2005) Developing a Reliable Senior Walking Environmental Assessment Tool. *American Journal of Preventive Medicine* 29(3) : 215-217.

Day K, Boarnet M, Alfonzo M, Forsyth A (2006) The Irvine-Minnesota Inventory to Measure Built Environments. *American Journal of Preventive Medicine* 30(2) : 144-152.

Klein O, Lord S, Barra L, Schneider M (2015) Quelle mobilité pour quelle autonomie ? Activités et déplacements quotidiens de préadolescents à luxembourg-ville. *Mobilité et exclusion, quelles relations?*, Lord S, Negron-Poblete P, Torres J (dir.). Québec, Presses de l'Université Laval, Collection Études urbaines (à paraître).

Langlois JA, Keyl PM, Guralnik JM, Foley DJ, Marottoli RA, Wallace RB (1997) Characteristics of older pedestrians who have difficulty crossing the street". *American Journal of Public Health* 87 : 393-397.

Lockett D, Willis A, Edwards N (2005) Through Seniors' Eyes: An Exploratory Qualitative Study to Identify Environmental Barriers to and Facilitators of Walking. *Canadian Journal of Nursing Research* 37 : 48-65.

Lord S, Negron-Poblete P (2015) Les grands ensembles résidentiels adaptés québécois destinés aux aînés. Une exploration de la marchabilité du quartier à l'aide d'un audit urbain. *Norois / Environnement – aménagement – société* (232).

Michael YL, Green MK, Farquhar S (2006) Neighbourhood design and active aging. *Health & Place* 12 : 734-740.

Michael YL, Keast EM, Chaudhury H, Day K, Mahmood A, Sarte AFI (2009) Revising the senior walking environmental assessment tool. *Preventive Medicine* 48 : 247-249.

Negron-Poblete Paula, Apparicio P, Séguin AM (2012) «L'accessibilité à pied pour les résidents âgés du Vieux-Longueuil, des problèmes à l'horizon. Negron-Poblete, Paula et Séguin, Anne-Marie (dir.) *Viellissement et enjeux d'aménagement: regards à différentes échelles*. Montréal, Québec, Presses de l'Université du Québec : 155-178.

Negron-Poblete P, Lord S (2015) 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* 58 (164) (à paraître).

Negron P, Grou G (2012) *Mobilité chez les aînés habitant les banlieues de première couronne: projets de mobilité chez les aînés de Lachine et du Vieux-Longueuil*. Colloque « Formes de mobilités et inclusions : quelles relations? », 80e congrès de l'ACFAS, 7-8 mai 2012. Montréal.

Pikora TJ, Gilles-Corti B, Knuiaman MW, Bull FC, Jamrozik K, Donovan RJ (2006) Neighbourhood environmental factors correlated with walking near home: Using SPACES. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 38 : 708-714.

Saelens BE, Sallis JF, Frank LD (2003) Environmental correlates of walking and cycling: Findings from the transportation, urban design, and planning literatures. *Annals of Behavioral Medicine* 25 : 80-91.

Saelens BE, Sallis JF, Black JB, Chen D (2003b) Neighborhood-based differences in physical activity: an environment scale evaluation. *American Journal of Public Health* 93(9) : 1552-1558.

Séguin A-M, Apparicio P, Negron-Poblete P (2013) La répartition de la population âgée dans huit métropoles canadiennes de 1981 à 2006 : un groupe de moins en moins ségrégué. *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne].

van Lenthe FJ, Brug J, Mackenbach JP (2005) Neighbourhood inequalities in physical inactivity: The role of neighbourhood attractiveness, proximity to local facilities and safety in the Netherlands. *Social Science & Medicine* 60 : 763-775.

Yerpes J (1998) *La ville des vieux, recherche sur une cité à humaniser*. Paris, Éditions de l'Aube.

Wigan M (1995) Treatment of walking as a mode of transportation. *Transportation Research* 1487 : 7-13.