

Évaluation du potentiel des rues de la Ville de Sherbrooke à être transformées en rues partagées

Une approche par analyse multicritère

29 décembre 2020

Préparé par : Alexandre Cailhier
Avec la collaboration de : Francis Marleau Donais et Edlaine
Correia Sinézio Martins (doctorants)
Sous la supervision des professeures : Irène Abi-Zeid
(CERMID) et Roxane Lavoie (CRAD)

Résumé

Afin de favoriser une intégration réfléchie du concept des rues partagées sur son territoire et faire suite aux demandes citoyennes lui ayant été adressées à cet égard, la ville de Sherbrooke a manifesté l'intérêt de se doter d'un outil d'aide à la décision pouvant l'appuyer dans ses choix stratégiques. C'est dans cette optique qu'un projet conjoint entre la Ville et une équipe de chercheurs de l'Université Laval a été mis sur pied. L'objectif de ce projet visait à construire un outil d'aide à la décision spatial permettant d'évaluer le potentiel des rues de la ville de Sherbrooke à être transformées en rues partagées selon les objectifs, les valeurs et les préférences de la Ville.

Pour y arriver, une approche multicritère basée sur la méthode MACBETH, laquelle permet, en collaboration avec les participants au processus de co-construction, de définir des critères, de bâtir leurs échelles cardinales d'attractivité et leurs pondérations (poids de passage) pour ensuite obtenir l'attractivité globale des diverses rues à l'étude, à savoir un score représentant leur potentiel pour être aménagées en rue partagées, a été utilisée. Cette approche a été couplée à l'utilisation du système d'information géographique (SIG) ArcGIS afin d'effectuer des analyses spatiales et de représenter cartographiquement les résultats de l'évaluation multicritère des segments de rue visés sur le territoire de la ville.

À terme, ce projet a permis d'identifier quels segments de rue seraient, à l'échelle de la ville et à l'échelle de chaque quartier, les plus propices à une transformation en rues partagées, supportant ainsi les professionnels dans une prise de décision plus éclairée quant à l'implantation future de ce type d'infrastructure sur leur territoire.

Table des matières

Acronymes.....	1
Présentation du rapport.....	2
1 Introduction.....	3
1.1 Mandat	3
1.2 Qu'est-ce qu'une rue partagée?.....	4
1.3 Pourquoi des rues partagées à Sherbrooke ?	4
1.4 Quelles rues aménager en rues partagées ?	5
2 L'aide multicritère à la décision.....	7
2.1 L'aide multicritère à la décision par la méthode MACBETH.....	8
3 Le processus de construction du modèle multicritère pour les rues partagées	10
3.1 Déroulement des rencontres	11
3.1.1 1 ^{ère} rencontre (14 février 2020).....	11
3.1.2 2 ^{ème} rencontre (11 mars 2020)	11
3.1.3 3 ^{ème} rencontre (29 mai 2020)	12
3.1.4 4 ^{ème} rencontre (28 juillet 2020)	12
3.1.5 5 ^{ème} rencontre (7 août 2020).....	14
3.1.6 6 ^{ème} rencontre (25 septembre 2020).....	14
3.1.7 7 ^{ème} rencontre (2 octobre 2020).....	14
3.1.8 8 ^{ème} rencontre (12 novembre 2020).....	14
3.1.9 9 ^{ème} rencontre (16 novembre 2020).....	15
3.2 Construction des critères	17
3.2.1 Critère : Visibilité (Dimension sécurité).....	19
3.2.2 Critère : Connectivité (Dimension sécurité)	22
3.2.3 Critère : Proximité à des bâtiments publics et/ou une aire aménagée (Dimension accessibilité)	26
3.2.4 Critère : Proximité aux arrêts de transport en commun (Dimension accessibilité) 30	
3.2.5 Critère : Réseau cyclable et réseau piétonnier (Dimension accessibilité).....	32
3.2.6 Critère : Indice canopée (Dimension environnementale)	35
3.2.7 Critère : Densité de logements (Dimension sociale)	39
3.2.8 Critère : Indice de défavorisation matérielle et sociale (Dimension sociale).....	42
3.2.9 Critère : Engagement citoyen (Dimension sociale)	45

3.3	Résumé des données fournies et utilisées pour les critères retenus.....	48
3.4	Pondération et agrégation des critères.....	49
4	Cartographie des résultats	51
4.1	Carte finale représentant le potentiel des segments de rue à être transformés en rues partagées à l'échelle de la ville.....	53
4.1.1	Communauté de Brompton (C-1).....	54
4.1.2	Communauté de l'Aéroport (C-2).....	55
4.1.3	Communauté de Julien-Ducharme (C-3).....	56
4.1.4	Communauté du Pin-Solitaire (C-4).....	57
4.1.5	Communauté de Saint-Michel (C-5).....	58
4.1.6	Communauté des Jardins-Fleuris (C-6).....	59
4.1.7	Communauté de Desranleau (C-7).....	60
4.1.8	Communauté des Châteaux (C-8).....	61
4.1.9	Communauté de Lavigerie (C-9).....	62
4.1.10	Communauté de Saint-Jean-Baptiste (C-10).....	63
4.1.11	Communauté de Lennoxville (C-11).....	64
4.1.12	Communauté du Centre-Ville (C-12).....	65
4.1.13	Communauté de l'Immaculée-Conception (C-13).....	66
4.1.14	Communauté des Grands-Monts (C-14).....	67
4.1.15	Communauté du Phare (C-15).....	68
4.1.16	Communauté de Sainte-Jeanne-D'Arc (C-16).....	69
4.1.17	Communauté de l'Université (C-17).....	70
4.1.18	Communauté de Sainte-Catherine (C-18).....	71
4.1.19	Communauté du Petit-Lac-Magog (C-19).....	72
4.1.20	Communauté du Mi-Vallon (C-20).....	73
4.1.21	Communauté de Boisjoli (C-21).....	74
4.1.22	Communauté du Village-de-Rock-Forest (C-22).....	75
4.1.23	Communauté de Deauville (C-23).....	76
4.1.24	Communauté de Saint-Élie (C-24).....	77
4.1.25	Communauté de Beckett (C-25).....	78
4.1.26	Communauté d'Hélène-Bouillé (C-26).....	79
4.1.27	Communauté de Saint-Alphonse (C-27).....	80
4.1.28	Communauté du Vieux-Nord (C-28).....	81

4.1.29	Communauté de Laurentie (C-29).....	82
4.1.30	Communauté de Saint-Boniface (C-30).....	83
4.1.31	Communauté de Chauveau (C-31).....	84
4.1.32	Communauté d'André-Viger (C-32).....	85
4.1.33	Communauté de Saint-Jean-de-Brébeuf (C-33).....	86
4.2	Validation des résultats.....	87
5	Limites de l'étude.....	89
5.1	Recommandations.....	91
6	Conclusion.....	93
	Bibliographie.....	95
	Annexe 1.....	100
	Critère de la visibilité.....	101
	Critère de la connectivité.....	102
	Critère de la proximité à des bâtiments publics et/ou une aire aménagée.....	103
	Critère de la proximité aux arrêts de la STS.....	104
	Critère de la présence/absence de réseaux cyclables et/ou de réseaux piétonniers.....	105
	Critère de l'indice canopée.....	106
	Critère de la densité de logements.....	107
	Critère de l'indice de défavorisation.....	108
	Critère de l'engagement citoyen.....	109
	Annexe 2.....	110
	Annexe 3.....	115
	Annexe 4.....	118
	Annexe 5.....	121

Liste des figures

Figure 1 : Arbre décisionnel pour l'implantation de nouvelles rues partagées dans la ville de Sherbrooke	6
Figure 2 : Schéma des cinq étapes nécessaires à la réalisation d'un outil multicritère d'aide à la décision spatial via la méthode MACBETH	9
Figure 3 : Échelle d'attractivité pour le critère de la visibilité.....	20
Figure 4 : Attractivité pondérée des segments de rue selon leur niveau de visibilité	21
Figure 5 : Images représentant comment l'analyse du choix est calculée par la méthode syntaxe spatiale	23
Figure 6 : Échelle d'attractivité pour le critère de la connectivité	24
Figure 7 : Attractivité pondérée des segments de rue selon leur indice de connectivité	25
Figure 8 : Échelle d'attractivité pour le critère de la proximité à des bâtiments publics et/ou une aire aménagée	28
Figure 9 : Attractivité pondérée des segments de rue selon leur proximité à des bâtiments publics et/ou une aire aménagée.....	29
Figure 10 : Échelle d'attractivité pour le critère de la proximité aux arrêts de transport en commun de la STS	30
Figure 11 : Attractivité pondérée des segments de rue selon leur proximité aux arrêts de la STS	31
Figure 12 : Échelle d'attractivité pour le critère de la présence/ absence de réseaux piétonniers et/ou cyclables	33
Figure 13 : Attractivité pondérée des segments de rue selon la présence et/ou l'absence de réseau cyclable et/ou de réseau piétonnier.....	34
Figure 14 : Image représentant la projection au sol de la partie exposée au soleil d'un arbre....	35
Figure 15 : Image représentant la projection au sol de la partie exposée au soleil de plusieurs arbres.....	36
Figure 16 : Échelle d'attractivité pour le critère de l'indice canopée	37
Figure 17 : Attractivité pondérée des segments de rue selon leur indice canopée	38
Figure 18 : Échelle d'attractivité pour le critère sur la densité de logements	40
Figure 19 : Attractivité pondérée des segments de rue selon leur densité de logements	41
Figure 20 : Échelle de préférence pour le critère de l'indice de défavorisation	43
Figure 21 : Attractivité pondérée des segments de rue selon leur indice de défavorisation	44
Figure 22 : Échelle d'attractivité pour le critère de l'engagement citoyen.....	46
Figure 23 : Attractivité pondérée des segments de rue selon leur niveau d'engagement citoyen	47
Figure 24 : Mise en situation - comparaison entre deux options fictives	49
Figure 25 : Pondération des critères	50

Liste des tableaux

Tableau 1 : Professionnels, postes, services et rencontres auxquelles ont participé les professionnels	13
Tableau 2 : Liste des professionnels rencontrés, selon les critères définis et les dates des rencontres	16
Tableau 3 : Résumé des critères retenus par les professionnels de la ville, unités de mesure et repères.....	18
Tableau 4 : Définition du code de couleur des cartes d'attractivité pondérée présentées aux sections 3.2.1 à 3.2.9	18
Tableau 5 : Différentes performances possibles sur le critère de la proximité à des bâtiments publics et/ou une aire aménagée.....	27
Tableau 6 : Définition des différents échelons d'indice de défavorisation selon l'INSPQ.....	42
Tableau 7 : Résumé des données fournies et utilisées par l'équipe de l'Université Laval	48
Tableau 8 : Définition du code de couleur de la carte de résultats finaux à l'échelle de la ville..	51
Tableau 9 : Définition du code de couleur des cartes de résultats finaux à l'échelle des communautés.....	52
Tableau 10 : Résumé des critères non-retenus et justification	119

Acronymes

AM : Analyse multicritère

AMCD : Aide multicritère à la décision

CERMID : Centre de recherche en modélisation, information et décision

CRAD : Centre de recherche en aménagement et développement

DJMA : Débit journalier moyen annuel

INSPQ : Institut national de santé publique du Québec

MACBETH: Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique

MTQ : Ministère des Transports du Québec

PDTA : Plan directeur de transport actif

SIG : Système d'information géographique

STS : Société de transport de Sherbrooke

VTPI : Victoria Transport Policy Institute

Présentation du rapport

Le présent rapport décrit chaque étape du processus ayant mené à la construction de l'outil d'aide à la décision portant sur le rangement des segments de rue de la ville de Sherbrooke, et ce sur la base de leur potentiel à être converties en rues partagées.

L'introduction du rapport (chapitre 1) présente les assises du projet et la méthode de travail suivie pour le mener à terme. Ce chapitre traite notamment de l'état de la situation à l'origine du projet, du rôle de chaque participant et du concept des rues partagées.

Les chapitres suivants (chapitres 2 et 3) constituent le cœur du rapport. Ils décrivent chaque rencontre entre les professionnels de la ville et l'équipe de l'Université Laval, les critères retenus, les données utilisées et le processus de définition de l'échelle et de la pondération de chaque critère. Le contenu du modèle d'analyse multicritère et les opérations ayant mené à son élaboration y sont présentés en détail. L'intégration du modèle à un système d'information géographique a permis de créer l'outil final d'aide à la décision spatiale.

Cette partie du rapport est suivie d'un chapitre présentant les résultats de l'analyse sur le réseau routier de la ville ainsi que le processus de validation de ces résultats (chapitre 4). Tous les résultats, tant à l'échelle de la ville dans son ensemble qu'au niveau de chaque quartier, sont présentés sous forme cartographique. Les chapitres complétant le rapport sont ceux abordant les limites de la démarche, les recommandations formulées à l'intention de la Ville et la conclusion (chapitres 5 et 6).

Cinq annexes apportent des informations supplémentaires au rapport. La première présente des résultats cartographiques supplémentaires en lien avec l'analyse de chaque critère retenu dans le modèle d'analyse multicritère. La deuxième présente, sous forme d'un tableau comparatif et appuyé d'images, les principales caractéristiques associées aux rues partagées et aux rues conviviales afin de faciliter la distinction entre ces deux concepts. La troisième présente deux photographies prises suite à la première rencontre entre l'équipe de l'Université Laval et les professionnels de la ville de Sherbrooke. Ces photos illustrent les propos qui avaient été tenus lors de la rencontre du 14 février 2020 quant aux éléments devant potentiellement être considérés pour l'aménagement de rues partagées en début de projet. La quatrième présente, sous forme de tableau, une liste des critères potentiels abordés lors du projet mais n'ayant pas été retenus par les professionnels après réflexion. Les raisons expliquant pourquoi ces critères n'ont pas été retenus sont présentées pour chacun des critères. Finalement, la cinquième présente, sous forme de diapositives et à titre de référence, une explication simplifiée et imagée de la méthode d'aide multicritère à la décision MACBETH.

À noter que ce rapport est accompagné de fichiers contenant des données géospatiales (voir dossier *CartesCriteresEtDonnees* dans le dossier parent *ProjetRuesPartagees*) ayant permis d'effectuer les analyses et d'afficher les résultats présentés dans les pages ci-dessous. Un document complémentaire, nommé *Opérations réalisées dans ArcGIS pour l'analyse des critères de l'outil d'aide à la décision cartographique sur l'implantation de nouvelles rues partagées* accompagne également le présent rapport et détaille plus précisément chaque étape menée dans le logiciel ArcGIS afin d'effectuer les traitements de données nécessaires.

1 Introduction

La Ville de Sherbrooke cherche continuellement à améliorer ses pratiques de planification et à assurer une gestion proactive du développement de son territoire. Parmi ses priorités, la Ville désire entre autres consolider son périmètre urbain et limiter l'étalement urbain puisque celui-ci engendre des coûts non négligeables.

La Ville a également déployé des efforts considérables au cours des dernières années pour promouvoir une mobilité plus diversifiée et inclusive sur son territoire visant ainsi à créer une culture du partage de la rue. Souhaitant offrir des infrastructures de transport favorisant une meilleure appropriation des espaces routiers par les cyclistes et les piétons, elle s'est dotée de diverses politiques visant à favoriser la mobilité durable. L'adoption du *Plan de mobilité durable 2012-2021* en 2012 ([Ville de Sherbrooke, 2012](#)) et du *Plan directeur du transport actif* en 2016 ([Ville de Sherbrooke, 2016](#)) en sont des exemples.

En parallèle à ce mouvement de fond au sein de l'administration municipale, des citoyens expriment depuis 2018 le souhait d'aller plus loin dans ces démarches de réappropriation de l'espace public et du territoire. Ils demandent l'implantation de rues partagées dans certains quartiers résidentiels précis. Ces demandes arrivent au même moment que la mise à jour, en 2018, du Code de la sécurité routière par le gouvernement provincial pour permettre l'aménagement de rues partagées ([Ministère des Transports du Québec, 2019](#)).

Afin de répondre aux préoccupations citoyennes et à cette modification législative, la Ville a souhaité effectuer une réflexion avec ses professionnels quant à l'aménagement de rues partagées sur son territoire. Cette réflexion avait pour objectif de créer une vision et une démarche pour l'aménagement de rues partagées afin de déterminer les rues éligibles et celles à prioriser, favorisant ainsi des prises de décisions plus éclairées par la Ville et une meilleure compréhension de ces décisions par les citoyens.

1.1 Mandat

Tel que décrit dans la lettre d'entente entre la Ville de Sherbrooke et l'Université Laval (signée en janvier 2020), ainsi que dans la demande de subvention présentée par Roxane Lavoie¹ Irène Abi-Zeid² et financée par le Conseil de recherche en Science humaines – Subvention d'engagement partenarial, un projet sur le développement d'une méthode permettant de prioriser les rues de la ville selon leur potentiel à devenir des rues partagées, a été défini. Trois objectifs ont été identifiés dans le cadre de ce projet :

1. Développer un modèle d'aide multicritère à la décision (AMCD) afin d'évaluer et de prioriser les rues à aménager en rues partagées;
2. Évaluer et prioriser les rues identifiées sur le territoire de la ville de Sherbrooke;
3. Présenter les résultats sous forme de cartes, par critère, et globalement dans un système d'information géographique (ArcGIS) et finalement produire un rapport.

Dans le cadre de ce mandat, l'équipe de l'Université Laval a eu pour principale tâche d'animer et d'encadrer, tout au long du projet, les rencontres avec les professionnels de la ville pour assurer l'acquisition des informations nécessaires à la construction de l'outil d'aide à la décision attendu. L'équipe s'est également chargée du traitement des données, de la production des résultats et de la rédaction du

¹ Professeure adjointe, Centre de recherche en aménagement et développement, Université Laval

² Professeure titulaire, Département opérations et systèmes de décision, Université Laval

présent rapport. Les professionnels de la ville de Sherbrooke ont quant à eux eu pour rôle de fournir les indications nécessaires à la construction du modèle d'aide multicritère à la décision tout au long du processus en fonction de leurs objectifs liés à l'aménagement de rues partagées, en plus de fournir leurs expertises sur divers sujets et de fournir les données nécessaires aux analyses à réaliser sur le réseau routier.

1.2 Qu'est-ce qu'une rue partagée?

Les rues partagées ont généralement pour objectif de réduire la dominance des véhicules motorisés sur certains segments de rue, renversant ainsi les priorités d'usage en donnant la priorité aux piétons et aux cyclistes. Ceux-ci sont encouragés non seulement à s'y déplacer, mais également à y rester et à y consommer l'espace en tant que lieu public dans lequel ils peuvent effectuer différentes activités (Jiang et al., 2018). Dans les faits, bien que les rues composent plus de 80% des espaces publics dans une ville, elles sont principalement dédiées à la circulation automobile (NACTO, 2013). Toutefois, au sein d'une rue partagée, l'espace routier en tant que lieu de plaisance, de rencontre et de socialisation est mis de l'avant en complémentarité aux fonctions de mobilité et d'accessibilité, lesquelles sont par ailleurs maintenues (Karndacharuk, Wilson et Dunn, 2013b). Bien qu'il n'existe pas de définition universelle des rues partagées puisque leur forme dépend de leur contexte d'implantation (Kaparias et al., 2013), ces rues présentent tout de même plusieurs caractéristiques couramment observées (Al-Mashaykhi et Hammam, 2020). Parmi celles-ci, il y a notamment la réduction (ou l'absence) de ségrégation physique entre les modes de transport, une limite de vitesse réduite, une signalisation moins abondante et la présence de mobiliers urbains et paysagers.

L'implantation de rues partagées aux bons endroits présente plusieurs avantages, tels que l'augmentation de la sécurité des usagers de la route, la revitalisation des espaces urbains et l'augmentation de la qualité de vie des citoyens (Table québécoise sur la sécurité routière, 2013). C'est notamment pour cette raison que ce type de rues se retrouve aujourd'hui dans plusieurs pays, bien que celles-ci puissent être connues sous différentes appellations et présenter quelques variations (Karndacharuk, Wilson et Dunn, 2014). Les *Spielstraßen* en Allemagne (Kelemen, 2015), les *home zone* au Royaume-Uni (Biddulph, 2010), les zones de rencontre en France et en Belgique (Desprez, Rennesson et Vignon, 2010), ainsi que les *Woonerf* au Danemark (Ben-Joseph, 1995) en sont des exemples.

D'autre part, il est important de ne pas confondre les rues partagées avec les rues conviviales, connues en anglais sous le terme de « complete streets ». En effet, bien que les rues partagées et les rues conviviales visent toutes deux un meilleur partage de la route, ces concepts restent bien distincts. L'Annexe 2 expose sommairement cette distinction. Le présent rapport traite uniquement des rues partagées, puisque ce sont celles-ci qui ont fait l'objet de demandes citoyennes auprès de la Ville.

1.3 Pourquoi des rues partagées à Sherbrooke ?

De nombreuses raisons incitent la Ville de Sherbrooke à aménager des rues partagées. La Ville vise notamment à améliorer la sécurité des usagers de la route en créant des îlots de tranquillité, à améliorer la qualité de vie des citoyens, à diminuer les gaz à effet de serre en favorisant des déplacements actifs, à accentuer le verdissement de ses espaces publics et à renforcer les liens sociaux dans la communauté.

Certains doutes ont néanmoins été exprimés par les professionnels de la ville face à l'implantation de ce concept sur le territoire. La nature temporaire ou permanente des installations, l'entretien de ce type de

rue et la charge de travail supplémentaire qu'elles pourraient impliquer pour certains professionnels ont notamment soulevé des réserves. Il convenait, dans le cadre du projet, de ne pas mettre de côté ces doutes afin d'assurer l'adhésion de tous les participants à la démarche d'implantation des rues partagées à Sherbrooke. C'est pourquoi l'analyse présentée dans ce rapport a été réalisée à partir d'informations communiquées par des professionnels ayant différentes expertises et provenant de divers départements de la ville. Cette approche basée sur la multidisciplinarité a permis à des professionnels de différents domaines de partager leurs observations et leurs idées, de communiquer leurs interrogations et de calibrer certains éléments lorsque nécessaire quant à la priorisation des rues à réaménager en rues partagées.

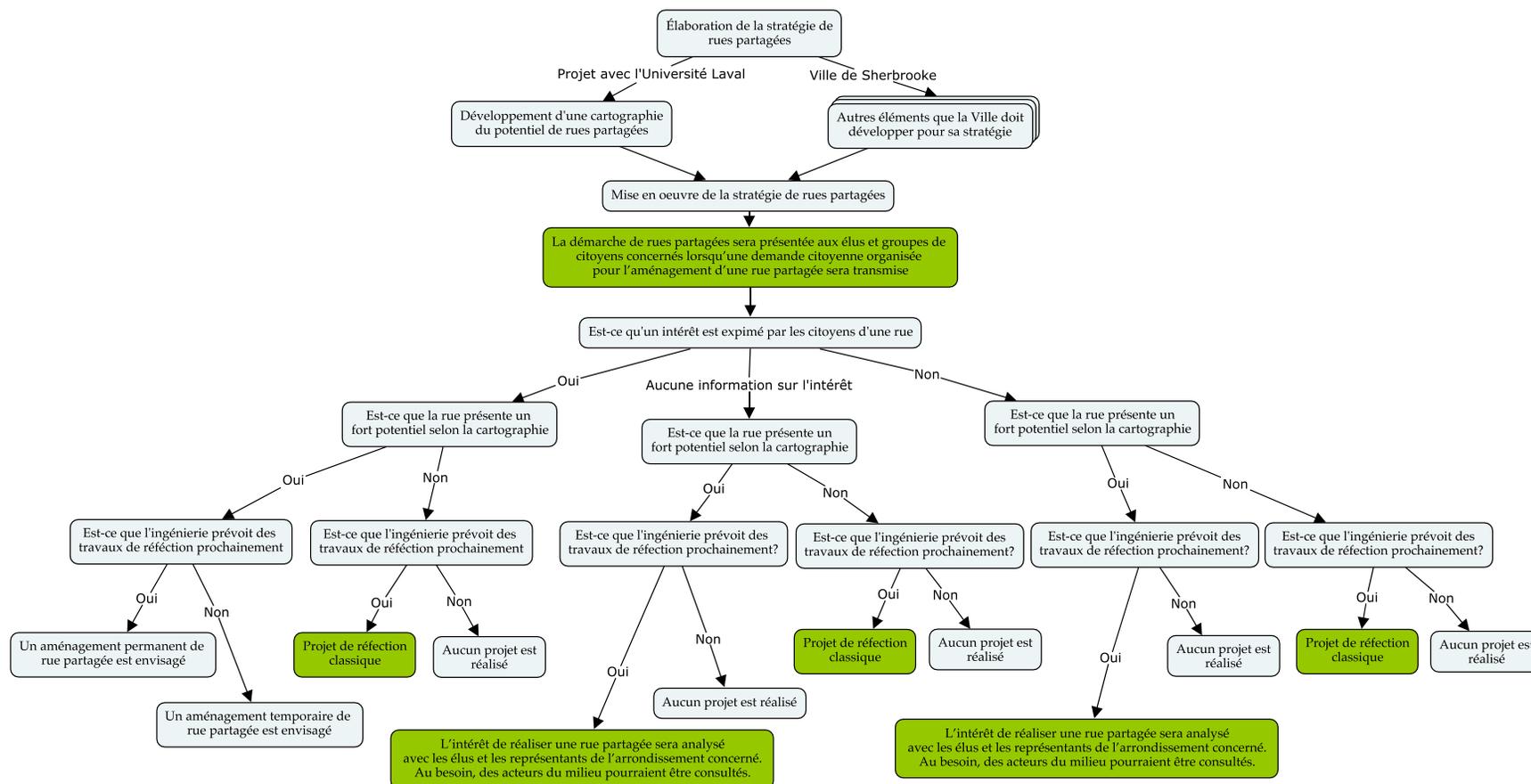
1.4 Quelles rues aménager en rues partagées ?

Les professionnels de la ville de Sherbrooke utilisent actuellement plusieurs outils pour faciliter les processus décisionnels concernant, entre autres, l'état des chaussées, l'état des infrastructures souterraines et les infrastructures de transport actif. Ils utilisent ces outils pour orienter leurs réflexions quant aux diverses interventions à réaliser sur le territoire. Le Plan de transport actif (PDTA) et le système de priorisation par pointage des nouveaux réseaux piétonniers en sont des exemples.

Bien que ces situations soient de moins en moins fréquentes, ces différents outils ne sont pas toujours parfaitement coordonnés, ce qui peut complexifier les prises de décision devant tenir compte des préoccupations et des réalités de chaque département. Ainsi, le développement d'un langage commun entre les différents services de la ville demeure un enjeu, et ce, malgré les efforts déjà déployés par la Ville pour améliorer la communication et le travail interdépartemental lors de projets touchant différents champs d'expertise. Par son caractère multidisciplinaire et la démarche collaborative proposée, l'outil d'aide à la décision développé dans le cadre du présent projet visait notamment à répondre à cet enjeu. En effet, il avait pour objectif de mener une analyse du réseau routier en se basant sur la vision de différents professionnels issus de plusieurs départements de la ville (bien que la pandémie de Covid-19 ait modifié considérablement le déroulement du projet en cours de route, notamment en ce qui concerne le nombre de participants). L'établissement de ce langage commun s'est manifesté tant dans le choix consensuel des contraintes et des critères à considérer dans le modèle d'analyse par les différents représentants de la ville que dans le modèle multicritère construit pour évaluer le potentiel des rues à être aménagées en rues partagées.

Afin d'aider les professionnels à définir une vision commune sur la façon d'intégrer l'outil à la pratique, l'arbre décisionnel, présenté à la figure 1, a été proposé peu après le début du projet. Les cases vertes sont des ambiguïtés qui ont pu être précisées lors du processus de création de la figure. Cet arbre décisionnel s'avère particulièrement important, car il ne s'agit pas qu'un segment de rue possède un fort potentiel pour être automatiquement réaménagé en rues partagées. En effet, bien que le potentiel de chaque segment de rue constitue un élément important dans la décision de le convertir ou non en rue partagée, d'autres aspects influencent également la décision finale. L'arbre décisionnel modélisé et validé au cours de ce projet faciliterait ainsi, en complément de la cartographie du territoire présentant le potentiel de chaque segment de rue à être réaménagé en rue partagée, les prises de décisions selon les différents contextes possibles.

Figure 1 : Arbre décisionnel pour l'implantation de nouvelles rues partagées dans la ville de Sherbrooke



2 L'aide multicritère à la décision

L'aide multicritère à la décision (AMCD) correspond à un ensemble de méthodes et de techniques visant à faciliter la prise de décision. Aujourd'hui devenue une approche polyvalente employée dans plusieurs domaines, elle permet plus précisément d'identifier puis d'évaluer différents aspects pouvant influencer des décisions (Della Bruna Jr et al., 2014) pour ensuite déterminer les solutions/choix les plus adéquats parmi l'ensemble des options possibles dans une situation décisionnelle (Steele et al., 2009).

Par sa rigueur méthodologique, l'aide multicritère à la décision permet d'effectuer des choix plus éclairés, qui correspondent aux différents objectifs d'une situation nécessitant une prise de décision, et ce, de façon rationnelle (Blythe et al., 2019; Howard et al., 2018). Nous adoptons le point de vue qu'une décision est rationnelle si elle est cohérente et conforme aux préférences et au système de valeurs des décideurs. De plus, l'explicitation des valeurs et des objectifs des participants sous la forme de critères d'évaluation permet de rendre les décisions plus transparentes.

Afin de traiter d'enjeux décisionnels de nature spatiale, il est possible de combiner l'analyse multicritère à des données géoréférencées (Chakhar et Martel, 2004; Orsi et Geneletti, 2010 ; Malczewski et Rinner, 2015) pour créer des outils d'aide à la décision spatiaux (Tammi et Kalliola, 2014). C'est l'une des raisons pour laquelle l'analyse multicritère constitue un outil d'évaluation prisé pour plusieurs sujets relatifs à l'aménagement du territoire.

Dans le cadre du projet sur les rues partagées, un modèle d'analyse multicritère a été co-construit via la méthode MACBETH avec les professionnels de la ville de Sherbrooke, puis les résultats de ce modèle ont été intégrés dans un système d'information géographique (ArcGIS) afin de créer un outil d'aide à la décision spatial (cartographique).

2.1 L'aide multicritère à la décision par la méthode MACBETH

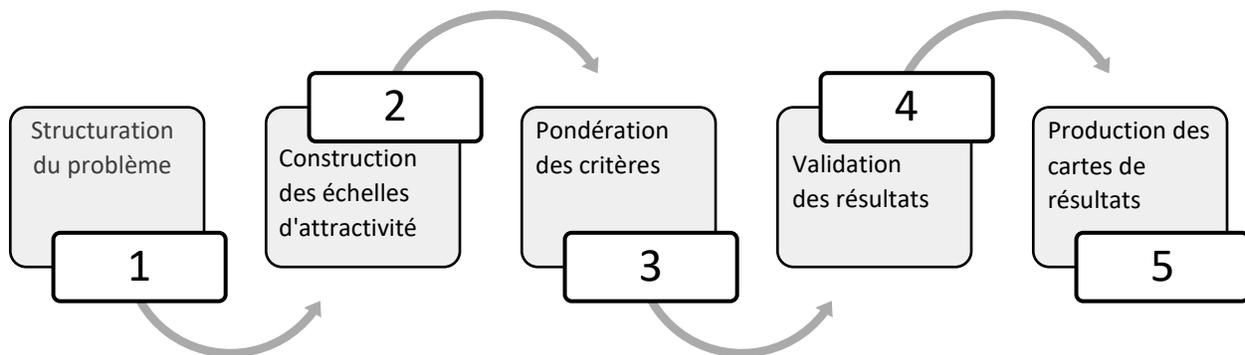
La méthode d'aide multicritère à la décision MACBETH (Measuring-Attractiveness by a Category-Based Evaluation TecHnique) a été choisie parmi les différentes méthodes existantes en analyse multicritère. Développée dans les années 1990 (Bana e Costa et Vansnick, 1994), cette méthode « présente une procédure permettant de transformer des préférences qualitatives en performances élémentaires et agrégées quantifiées et cohérentes³ » (Gürbüz, Alptekin et Işıklar Alptekin, 2012, p.208). De plus, elle est appropriée à notre contexte puisqu'on cherchait à effectuer un rangement des segments de rues selon leur potentiel à être aménagés en rues partagées.

La méthode MACBETH permet d'éviter les principaux pièges associés à l'agrégation de plusieurs critères sur la base d'une somme pondérée (Bana e Costa et al., 2012). Ce type d'agrégation, bien que souvent utilisé dans la pratique, entraîne fréquemment des problèmes méthodologiques. En effet, la prise de décision est un processus contextuel et il est par conséquent nécessaire de comprendre la signification des pondérations associées aux critères (Belton et Stewart, 2002). Dans une somme pondérée, les pondérations ne correspondent pas à l'importance des critères, mais plutôt à l'importance relative des passages d'un niveau de référence neutre à un niveau de référence bon sur un critère par rapport au passage d'un niveau de référence neutre à un niveau de référence bon sur un autre critère; ce sont des poids de passage. Pour construire ces pondérations, la méthode MACBETH se base sur les repères « neutre » et « bon », qui correspondent respectivement à un niveau de référence que les participants aimeraient minimalement avoir sur ce critère, et à un niveau de référence que les participants trouveraient pleinement satisfaisant. Par exemple, considérons un critère A dont la pondération est de 30% et un critère B dont la pondération est de 15% : ceci ne veut pas dire que le critère A est « deux fois plus important » que le critère B, mais plutôt que la différence d'attractivité entre les niveaux « neutre » et « bon » du critère A est égale à deux fois la différence d'attractivité entre les niveaux « neutre » et « bon » du critère B. L'utilisation de repères permet d'ancrer les critères dans la réalité, de définir une unité, et de donner une signification et un sens aux pondérations. Sans repère, les pondérations dans une somme pondérée n'ont aucune signification.

La méthode MACBETH est également appropriée à notre projet puisqu'elle permet d'évaluer divers éléments tant sur des bases quantitatives que sur des bases qualitatives et qu'elle est relativement simple à comprendre pour des acteurs n'ayant pas nécessairement d'expérience en aide multicritère à la décision (Lavoie et al., 2015). La méthode possède aussi son propre logiciel informatique en support (M-MACBETH) qui permet d'y saisir de façon simple et efficace les indications formulées par les parties prenantes. En plus de permettre la construction d'un modèle d'analyse multicritère en temps réel, ce logiciel permet également d'identifier les incohérences possibles entre les jugements exprimés par les participants lors du processus et propose des solutions alternatives, le cas échéant (Carnero et Gómez, 2016). Cette méthode avait par ailleurs déjà été employée dans un autre projet d'infrastructures de transport similaire mené par des membres de l'équipe de l'Université Laval auparavant (Marleau Donais et al., 2019) ainsi que dans plusieurs autres projets. Une expertise quant à l'utilisation de la méthode MACBETH avait ainsi été développée au préalable et a été mise à profit dans le cadre du projet avec la Ville de Sherbrooke.

³ "Presents a procedure to transform qualitative preferences into coherent quantified elementary and aggregated performance"(Traduction libre de l'auteur).

Figure 2 : Schéma des cinq étapes nécessaires à la réalisation d'un outil multicritère d'aide à la décision spatial via la méthode MACBETH



L'élaboration d'un outil d'aide à la décision via la méthode MACBETH se décline généralement en cinq étapes, ou quatre lorsqu'il n'est pas nécessaire de présenter des résultats sous forme cartographique (Figure 2). Chaque étape est réalisée sur la base d'échanges et de discussions entre les participants pour arriver à un consensus puis à la création de l'outil d'aide à la décision.

La première étape est la structuration du problème. Au cours de cette étape, le contexte de la situation décisionnelle et les objets à l'étude, nommés les « options », sont présentés et définis. Il est important de noter que le processus de construction d'un modèle multicritère s'appuie sur des rencontres avec des parties prenantes (ici appelés participants) animées par un ou plusieurs facilitateurs. Les objectifs des participants en lien avec le contexte décisionnel et les options sont abordés. Des questions sont posées pour identifier les aspirations, les préoccupations, et les éléments qui pourraient influencer la décision dans le choix d'une option par rapport à une autre. Un tri des éléments mentionnés tout au long de ces discussions visant à structurer le problème est ensuite effectué par les participants pour en arriver à cibler puis à convertir en critères d'évaluation les aspects les plus pertinents. Ceux-ci servent de base à la construction du modèle d'aide multicritère à la décision.

La deuxième étape est la construction de l'échelle d'attractivité cardinale de chaque critère retenu. Tout d'abord, chaque critère se voit attribuer une échelle de performance quantitative ou qualitative permettant de déterminer la base sur laquelle il sera évalué. Par la suite, un point de référence « neutre » (correspondant à une valeur de 0 sur l'échelle d'attractivité) et un point de référence « bon » (correspondant à une valeur de 100 sur l'échelle d'attractivité) sont identifiés avec les participants pour chaque critère en fonction de leur unité de mesure. Afin de préciser l'échelle d'attractivité d'un critère, d'autres niveaux de performance sur le critère sont identifiés et rangés en fonction de leur attractivité. Les participants sont ensuite invités à se prononcer sur l'écart d'attractivité, à leurs yeux, entre deux niveaux de performance, et ce, selon une échelle sémantique composée de sept échelons: nulle, très faible, faible, modérée, forte, très forte et extrême. Cet exercice est répété et les informations fournies par les participants sont saisies dans le logiciel, lequel calcule les points d'attractivité associées aux différents niveaux de performances possibles sur le critère. L'échelle d'attractivité complète de chaque critère est ainsi construite. Le nombre de points de niveaux de performance supplémentaires qu'il est possible d'ajouter pour préciser l'échelle d'attractivité d'un critère est à la discrétion varie selon l'étendue des performances au sein des options à l'étude par rapport à ce critère. Toutefois, pour être considéré comme

un critère, il faut au minimum deux niveaux de performance et on doit être en mesure de ranger par ordre d'attractivité les différentes performances possibles.

La troisième étape vise à pondérer les critères. Au cours de cette étape, n+1 paires d'options fictives sont comparées à tour de rôle, n'étant le nombre de critères. Lors de ces comparaisons, chacune des deux options fictives a un niveau « bon » sur un critère spécifique, tous les autres critères étant à leur point de référence « neutre ». Les participants sont ensuite invités, pour chaque paire d'options fictives, à identifier laquelle des deux options ils préfèrent, et à qualifier cette préférence selon la même échelle d'attractivité à sept catégories sémantiques utilisée à la deuxième étape. Suite aux préférences exprimées par les participants lors de ces mises en situation fictives et à leur saisie dans M-MACBETH, la pondération de chaque critère est définie par le logiciel et toutes les informations (échelles d'attractivité et pondération) permettant d'appliquer le modèle d'analyse multicritère aux options à l'étude sont alors disponibles. Ainsi, le pointage de chaque option peut être calculé, dans le SIG, sur la base des échelles d'attractivité de chaque critère. Ces pointages sont ensuite multipliés par la pondération respective de chaque critère, puis ces résultats pondérés sont additionnés pour représenter, dans le SIG, le pointage final de chaque option en termes de son attractivité globale.

La quatrième étape consiste à valider les résultats de l'analyse effectuée par le logiciel M-MACBETH. Pour ce faire, une liste d'options réelles ou fictives est identifiée. Les acteurs ayant participé à la construction du modèle d'analyse doivent classer ces options manuellement selon leur impression générale. Les résultats de cette classification sont ensuite comparés aux résultats produits par le logiciel M-MACBETH pour ces mêmes options, ce qui permet de valider le modèle et de l'ajuster si nécessaire.

Finalement, la cinquième étape consiste à représenter, lorsque nécessaire, les résultats dans un système d'information géographique pour les afficher spatialement. Cette représentation spatiale peut, en appui aux résultats présentés sous forme textuelle, faciliter la visualisation des résultats et fournir aux décideurs un portrait global de la situation.

3 Le processus de construction du modèle multicritère pour les rues partagées

La méthode MACBETH a été appliquée dans la pratique pour développer un modèle multicritère lequel, une fois appliqué à des données géoréférencées, nous a permis de créer l'outil d'aide à la décision spatial attendu par la Ville de Sherbrooke pour orienter ses réflexions sur l'implantation de nouvelles rues partagées sur son territoire. Une des premières étapes fut d'identifier les rues à l'étude. En effet, les rues partagées modifient considérablement les habitudes de conduite des usagers de la route et sont régies par une réglementation différente des rues conventionnelles. Conséquemment, elles ne peuvent pas être implantées sur n'importe quel corridor routier. La littérature scientifique sur le sujet indique que les endroits les plus propices à l'implantation de rues partagées sont les rues résidentielles à faible débit routier. Le guide d'application sur les rues partagées développé en 2019 par le Ministère des Transports du Québec (MTQ) abonde également dans ce sens ([Ministère des Transports du Québec, 2019](#)).

Ainsi, les professionnels de la ville de Sherbrooke ont décidé de retenir quatre éléments permettant de déterminer l'admissibilité d'une rue à être transformée en rue partagée sur leur territoire. Tous les segments de rue ne correspondant pas à l'ensemble de ces quatre éléments ont donc été exclus de l'analyse. Ces éléments sont les suivants :

- 1- La rue doit être de type local;
- 2- La limite de vitesse affichée sur le tronçon en amont du segment de rue doit être de 50 km/h ou moins;
- 3- La rue ne doit pas être empruntée par un trajet du service de transport en commun (STS);
- 4- La rue doit être localisée dans le périmètre urbain.

Les deux premières contraintes retenues par la Ville sont indiquées dans le guide d'application sur les rues partagées du Québec ([Ministère des Transports du Québec, 2019](#)), alors que les deux dernières relèvent plus spécifiquement des objectifs de la Ville. Initialement, certains segments de rue faisant partie des réseaux de transport scolaire devaient également être retirés de l'analyse, mais il a été convenu que cette opération allait être complétée par les professionnels de la ville suite à l'achèvement du projet. Cette contrainte n'a donc pas été considérée dans le cadre de l'analyse présentée dans ce rapport.

Les prochaines sections résument le déroulement de chaque rencontre ayant eu lieu au cours du projet. Les réflexions et les critères choisis par les professionnels pour évaluer les rues admissibles à être réaménagées en rues partagées compte tenu des différentes contraintes présentées ci-haut sont présentés et expliqués.

3.1 Déroulement des rencontres

Le processus de co-construction de l'outil d'aide à la décision a été réalisé par le biais de 9 rencontres de groupes s'étalant entre février 2020 et novembre 2020. Au total, treize professionnels de la ville de Sherbrooke ont participé, à un moment ou un autre, à ces rencontres (tableau 1). L'équipe de l'Université Laval était quant à elle constituée de deux expertes en aide à la décision, d'un doctorant spécialisé en planification des transports, d'une doctorante spécialisée en opérations et systèmes de décision et d'un professionnel de recherche en aménagement du territoire.

3.1.1 1^{ère} rencontre (14 février 2020)

Au cours de la première rencontre, d'une durée de 2 heures 30 minutes et s'étant tenue dans les bureaux de la ville, les professionnels de la ville et l'équipe de l'Université Laval ont discuté du projet et de la vision des professionnels concernant le concept des rues partagées. Plusieurs éléments ont été mentionnés par les professionnels de la ville quant aux objectifs et aux considérations à prendre en compte par rapport à l'implantation de nouvelles rues partagées sur le territoire. Des réflexions relatives à la mobilité, à la sécurité, à la santé publique, à l'ingénierie, à l'environnement, à l'économie locale, au tourisme, à l'implication citoyenne ainsi qu'à des aspects réglementaires, démographiques, urbanistiques et sociaux ont été émises discutées (Annexe 3).

3.1.2 2^{ème} rencontre (11 mars 2020)

Au cours de la deuxième rencontre, d'une durée de 3 heures et s'étant tenue également dans les bureaux de la ville, une synthèse structurée des éléments mentionnés lors de la première rencontre a été présentée aux professionnels de la ville. Ces éléments avaient d'abord été regroupés en 5 grandes dimensions, puis ils ont été réorganisés en 4 dimensions au fil des échanges avec les professionnels: sécurité, accessibilité, environnement et aspects sociaux. Les éléments propres à certaines dimensions ont ensuite fait l'objet

d'une réflexion plus approfondie pour statuer sur leur retrait ou leur maintien en tant que critère dans l'outil d'aide à la décision à développer. Au terme de la deuxième rencontre, trois critères d'évaluation pour le potentiel d'une rue à être transformée en rue partagée ont été retenus : la visibilité des segments de rue, le débit journalier moyen annuel (DJMA) couplé à la connectivité des segments de rue et le pourcentage de surface minéralisée aux abords des segments.

3.1.2.1 Changements liés à la pandémie de Covid-19

En raison de la pandémie de Covid-19 et des mesures associées à celle-ci, la troisième rencontre a pris place plus de deux mois après la deuxième rencontre. Compte tenu de la situation entraînée par cette crise sanitaire, certains changements ont eu lieu dans le déroulement du projet. D'une part, les différentes réunions prévues en présentiel entre l'équipe de l'Université Laval et les professionnels de la Ville de Sherbrooke ont migré vers des rencontres virtuelles pour le reste du projet. D'autre part, plusieurs professionnels, qui avaient participé aux deux premières réunions, n'étaient plus disponibles pour poursuivre le projet. Ainsi, à partir de cette troisième rencontre, le projet a été plus particulièrement porté par deux professionnels de la ville de Sherbrooke: Jérémy Dépault (conseiller aux projets spéciaux) et Fanny Perras (architecte paysagiste).

3.1.3 3^{ème} rencontre (29 mai 2020)

Au cours de la troisième rencontre, d'une durée de 2 heures, les éléments n'ayant pas été traités par manque de temps lors de la deuxième rencontre ont été abordés. Cette rencontre a ainsi permis de compléter la liste des critères à intégrer dans le modèle d'analyse. Aux termes de cette rencontre, 7 critères supplémentaires ont été retenus par les participants afin d'évaluer le potentiel d'un segment de rue à être réaménagé en rue partagée: la proximité aux bâtiments publics (critère plus tard modifié pour devenir le critère de la proximité à des bâtiments publics et/ou une aire aménagée), la proximité aux arrêts de transport en commun, la présence ou non d'un réseau cyclable et d'un réseau piétonnier, l'indice canopée, la densité de logements, l'indice de défavorisation matériel et social et l'engagement citoyen.

3.1.4 4^{ème} rencontre (28 juillet 2020)

Au cours de la quatrième rencontre, d'une durée de 2 heures, la construction des échelles d'attractivité pour les critères retenus a débuté. Dans un premier temps, la méthode utilisée pour la construction des échelles a été présentée aux professionnels de la ville, puis ceux-ci ont effectué l'exercice avec l'assistance de l'équipe de l'Université Laval pour le critère de l'indice de défavorisation. Seule l'échelle de ce critère a pu être construite au cours de cette rencontre. À la fin de la réunion, il a été convenu que les professionnels allaient fournir l'information, pour les échelles d'attractivité des critères *proximité aux arrêts de transport en commun, visibilité et présence/absence de réseaux cyclables et/ou piétonniers*, sans la présence de facilitateurs. Un document de travail Excel préparé par l'équipe de l'Université Laval leur a donc été acheminé suite à la réunion pour saisir l'information nécessaire. Après l'avoir complété, les professionnels ont retourné ce document à l'équipe de l'Université Laval, et celle-ci a pu analyser son contenu puis produire les trois échelles d'attractivité dans le logiciel M-MACBETH. À l'issue de la 4^{ème} rencontre, il a été convenu que le critère des surfaces minéralisées serait retiré du modèle, car les données permettant son analyse ne seraient pas disponibles à l'intérieur des délais prévus pour compléter le projet. Le nombre total de critères retenus pour l'évaluation du potentiel des segments de rue à être réaménagés en rues partagées est donc passé de 10 à 9.

Tableau 1 : Professionnels, postes, services et rencontres auxquelles ont participé les professionnels

Nom	Poste	Service	2020								
			14-02	11-03	29-05	28-07	07-08	25-09	02-10	12-11	16-11
Caroline Gravel	Directrice	Infrastructures urbaines	X	X							
Yves Tremblay	Directeur	Planification et gestion du territoire	X	X							
Jérémie Dépault	Conseiller aux projets spéciaux	Planification et gestion du territoire - Bureau du développement et du design urbain	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fanny Perras	Architecte Paysagiste	Planification et gestion du territoire - Bureau du développement et du design urbain	X	X	X	X	X		X	X	X
André Corriveau	Chef de division	Planification et gestion du territoire - Division de la gestion du territoire	X	X		X		X			
Alexandre Heimrich	Ingénieur-coordonnateur	Infrastructures urbaines – Division ingénierie - Section planification et ingénierie préliminaire	X								
Benoit Lapointe	Urbaniste-coordonnateur	Planification et gestion du territoire - Bureau du développement et du design urbain	X	X							
Caroline Proulx	Chef de division	Sports, culture et vie communautaire - Division des loisirs et de la vie communautaire	X	X							
Dominic Poirier	Ingénieur de projets - ingénierie municipale	Infrastructures urbaines – Division ingénierie -		X							
Ingrid Dubuc	Directrice de bureau	Direction générale adjointe développement et partenariat - Bureau de l'environnement	X	X							
Maude Sundborg	Analyste en géomatique	Planification et gestion du territoire - Division de la gestion du territoire				X					
Stéphanie Gagné-Clermont	Agente de projet environnement	Bureau de l'environnement		X							
Valériane Noël	Architecte du paysage	Service de l'entretien de la voirie – Construction et projets		X							

3.1.5 5^{ème} rencontre (7 août 2020)

Au cours de la cinquième rencontre, d'une durée de 2 heures, la construction des échelles d'attractivité pour chaque critère s'est poursuivie. Cette rencontre a débuté par un retour sur la construction des échelles des trois critères effectués par les professionnels de la ville sans l'assistance de l'équipe de l'Université Laval. Les échelles d'attractivité pour les critères de la *proximité aux bâtiments publics* (plus tard devenu le critère de la proximité à des bâtiments publics et/ou une aire aménagée), de la *canopée* et de la *densité de logements* ont par la suite été construites durant la rencontre. La deuxième partie de la rencontre a quant à elle été dédiée au calcul de la pondération pour chaque critère. La procédure pour y arriver a été présentée aux professionnels, puis différentes questions visant à obtenir la pondération de chaque critère leur ont été posées. Toutefois, la construction de l'échelle d'attractivité et le calcul de la pondération pour chacun des critères inclus dans le modèle n'ont pas pu être complétés au terme de cette rencontre, car les données pour les critères sur le DJMA/connectivité et l'engagement citoyen n'étaient toujours pas disponibles.

3.1.6 6^{ème} rencontre (25 septembre 2020)

Au cours de la sixième rencontre, d'une durée de 2 heures 30 minutes, la construction des échelles d'attractivité pour les deux critères restants a été réalisée. Dans un premier temps, les données relatives aux indices de connectivité calculés pour chaque segment de rue par l'équipe de l'Université Laval ont été présentées aux professionnels de la ville de Sherbrooke. Ceux-ci ont ensuite été invités à choisir le type d'indice de connectivité à considérer pour les analyses parmi trois options possibles (indicateur du choix, indicateur d'intégration et indicateur de connectivité). Chacune de ces mesures illustre une forme de relation entre chaque segment de rue et les segments environnants en fonction d'un rayon prédéterminé, que la Ville a choisi d'établir à 1200 mètres, soit une mesure correspondant à environ 15 minutes de marche (pour plus d'informations sur la mesure choisie, voir la section 3.2.2.3 *Données fournies et traitements effectués* du critère *Connectivité*). Au cours des discussions portant sur la connectivité, les professionnels ont décidé d'abandonner la composante DJMA qui devait initialement être couplée à l'indice de connectivité. En effet, ils ont jugé que trop peu de segments de rue avaient des données pour le DJMA comparativement au total des segments de rue à l'étude. Le critère initial DJMA/connectivité s'est ainsi transformé en critère de connectivité. Outre ces discussions sur la connectivité, les professionnels ont également pu confirmer la méthode d'analyse retenue pour le critère de l'engagement citoyen, et l'échelle d'attractivité pour ce critère a pu être construite. Le tableau 2 résume la date où l'échelle d'attractivité de chaque critère a été construite par les professionnels de la ville, et les participants à chacune de ces constructions.

3.1.7 7^{ème} rencontre (2 octobre 2020)

Au cours de la septième rencontre, d'une durée de 1 heure 30 minutes, la définition des pondérations pour chaque critère a été complétée. Tel qu'expliqué à la section 3.4 *Pondération et agrégation des critères*, une série de questions en lien avec des mises en situation fictives a été posée aux professionnels de la ville. Leurs réponses ont ensuite été utilisées pour calculer et déterminer la pondération de chaque critère. À l'issue de cet exercice, toutes les informations nécessaires au calcul final du potentiel des segments de rue à être réaménagés en rues partagées étaient acquises.

3.1.8 8^{ème} rencontre (12 novembre 2020)

Au cours de la huitième rencontre, d'une durée de 1 heure, les échanges entre l'équipe de l'Université Laval et les professionnels de la ville ont porté sur la validation du modèle d'analyse multicritère. Pour ce

faire, une liste de 20 segments de rue à l'étude avait été envoyée aux professionnels de la ville avant cette rencontre. Il leur avait été demandé d'assigner, pour chacun des segments de rue de cette liste, un potentiel à être transformée en rue partagée (allant de très faible à très fort) selon leur impression générale. Une fois cet exercice complété, les professionnels avaient ensuite retourné la liste des 20 segments de rue à l'équipe de l'Université Laval pour que celle-ci puisse comparer leurs classements à ceux effectués par logiciel M-MACBETH pour ces mêmes segments de rue. L'équipe de l'Université Laval a ainsi pu cibler, avant la rencontre, les segments de rue dont la classification effectuée par les professionnels ne concordait pas avec la classification effectuée par le logiciel, et ainsi discuter avec les représentants de la ville de ces disparités afin d'en comprendre les raisons.

Au cours des discussions lors de cette réunion, les professionnels en sont venus à changer par eux-mêmes la classification initiale qu'ils avaient octroyée à certains segments de rue de l'ensemble de validation, en proposant de nouvelles classifications concordant mieux avec les résultats indiqués par le logiciel M-MACBETH. Toutefois, pour quelques autres segments de rue, les professionnels ont constaté que leur localisation (situés à côté d'aires aménagées) influençait positivement leur perception du potentiel de ces segments à être réaménagés en rues partagées. Or, la proximité aux aires aménagées n'avait pas été initialement incluse dans le modèle multicritère, ce qui pouvait représenter une source de disparité non négligeable entre le classement de certains segments effectué par les professionnels et celui proposé par le logiciel d'aide à la décision. Il a donc été décidé, à l'issue de cette rencontre, que le critère de la *proximité aux bâtiments publics* allait être modifié pour qu'il considère également les aires aménagées présentes sur le territoire de la ville. Une rencontre subséquente a donc été planifiée entre les professionnels de la ville et l'équipe de l'Université Laval pour ajuster l'échelle d'attractivité du critère devant être modifié.

3.1.9 9^{ème} rencontre (16 novembre 2020)

Au cours de la neuvième rencontre, d'une durée de 1 heure, le critère de la *proximité aux bâtiments publics* a été reconstruit pour devenir le critère de la *proximité à des bâtiments publics et/ou une aire aménagée*. L'échelle de performance quantitative qui constituait le critère initial (*proximité aux bâtiments publics*) a été transformée en échelle de performance qualitative pour le critère modifié (*proximité à des bâtiments publics et/ou une aire aménagée*). De plus, puisque l'échelle des performances sur ce critère a changé, tout comme ses repères « neutre » et « bon », il a fallu reconstruire l'échelle d'attractivité et refaire les pondérations des critères. Un document Excel, dans lequel ont été listées les nouvelles comparaisons par paires d'options fictives nécessaires au nouveau calcul des pondérations, a été envoyé aux professionnels de la ville. Ceux-ci ont ensuite répondu aux questions du document puis ils ont renvoyé celui-ci à l'équipe de l'Université Laval. À la réception de ce document, cette dernière a saisi les indications fournies par les professionnels dans le logiciel M-MACBETH, et la nouvelle pondération pour chaque critère a été obtenue, complétant ainsi le modèle multicritère d'aide à la décision.

Tableau 2 : Liste des professionnels rencontrés, selon les critères définis et les dates des rencontres

Professionnels concernés	Critères définis	Dates
Jérémy Dépault Fanny Perras André Corriveau Maude Sundborg	Indice de défavorisation matérielle et sociale	28-07-2020
Jérémy Dépault Fanny Perras	Visibilité	07-08-2020
Jérémy Dépault Fanny Perras	Proximité aux bâtiments publics	07-08-2020
Jérémy Dépault Fanny Perras	Proximité aux arrêts de transport en commun	07-08-2020
Jérémy Dépault Fanny Perras	Réseau cyclable et réseau piétonnier	07-08-2020
Jérémy Dépault Fanny Perras	Indice canopée	07-08-2020
Jérémy Dépault Fanny Perras	Densité de logements	07-08-2020
Jérémy Dépault André Corriveau	Connectivité	25-09-2020
Jérémy Dépault	Engagement citoyen	25-09-2020
Jérémy Dépault Fanny Perras	Modification du critère <i>Proximité aux bâtiments publics</i>	16-11-2020

3.2 Construction des critères

Lors des rencontres entre l'équipe de l'Université Laval et les professionnels de la ville de Sherbrooke, 4 dimensions ont été définies et 9 critères ont été construits pour évaluer le potentiel des segments de rues à être réaménagés en rues partagées. Pour chacun des critères, une échelle d'attractivité a été construite. Le tableau 3 résume les critères identifiés par la Ville de Sherbrooke, leurs unités de mesure et le repère « neutre » ainsi que le repère « bon » caractérisant leur échelle d'attractivité respective.

Les sections 3.2.1 à 3.2.9 suivant le tableau 3 présente les 9 critères de façon plus détaillée. Pour chacun d'entre eux, l'objectif, la définition, les données fournies et les traitements effectués ainsi que les résultats (échelle d'attractivité et carte) obtenus sont présentés. À noter que la carte présentée pour chaque critère dans ces sections du rapport illustre le pointage obtenu par chaque segment de rue selon l'échelle d'attractivité du critère observé, multiplié par la pondération de ce même critère (la pondération de chaque critère est présentée dans la section 3.4 *Pondération et agrégation des critères*). L'utilisation de ce pointage pondéré comme donnée de référence pour la constitution des cartes ci-dessous permet de comparer entre elles les cartes des différents critères de façon uniforme et sur une même base. La signification du code de couleur pour la carte des résultats associée à chaque critère est donc la même pour tous (voir tableau 4).

Pour plus d'informations, les données brutes utilisées pour le calcul des pointages d'attractivité pondérés de chaque critère sont présentées sous forme cartographique à l'Annexe 1. Il est également possible de consulter, à l'Annexe 4, un tableau présentant les autres critères ayant été abordés au cours du projet, mais n'ayant pas été retenus après discussions entre les professionnels. Les raisons justifiant le rejet de chacun de ces critères non retenus sont présentées dans ce même tableau.

Tableau 3 : Résumé des critères retenus par les professionnels de la ville, unités de mesure et repères

Dimension	Critère	Unité de mesure	Repère « neutre »	Repère « bon »
Sécurité	Visibilité	Échelle qualitative (à 4 échelons)	Segment courbé (2D) ayant une topographie non accidentée (3D)	Segment linéaire (2D) ayant une topographie accidentée (3D)
	Connectivité	Indice du choix pour rayon de 1200 mètres (échelle quantitative allant de 0 à 1,55)	0 et 1	0,75
Accessibilité	Proximité à bâtiments publics et/ou une aire aménagée	Échelle qualitative (à 10 échelons)	5 bâtiments publics à proximité mais non contigu à une aire aménagée	10 bâtiments publics à proximité et contigu à une aire aménagée ou 15 bâtiments publics à proximité mais non contigu à une aire aménagée
	Proximité aux arrêts de transport en commun	Nombre d'arrêts dans un rayon de 500 mètres (échelle quantitative allant de 0 à 70)	10	20
	Présence/absence de réseaux cyclables et/ou piétonniers	Échelle qualitative (à 4 échelons)	Segment ayant un réseau cyclable mais n'ayant pas de réseau piétonnier	Segment n'ayant pas de réseau cyclable mais ayant un réseau piétonnier
Environnement	Indice canopée	Pourcentage (échelle quantitative allant de 0 à 100)	25	20
Sociale	Densité de logements	Nombre de logements aux 100 mètres linéaires (échelle quantitative allant de 0 à 928)	15	20
	Indice de défavorisation matérielle et sociale	Échelle qualitative (à 5 échelons)	Segment situé dans une aire de diffusion favorisée sur une dimension mais défavorisée sur l'autre	Segment situé dans une aire de diffusion avec une tendance à la défavorisation
	Engagement citoyen	Échelle qualitative (à 4 échelons)	Segment n'ayant eu aucune fête de voisinage (en 2019) et n'ayant aucun organisme	Segment n'ayant eu aucune fête de voisinage (en 2019) mais accueillant un ou des organisme(s)

Tableau 4 : Définition du code de couleur des cartes d'attractivité pondérée présentées aux sections 3.2.1 à 3.2.9

Couleur	Étendue du pointage pondéré
Bleu	40,01 à 60
Turquoise	20,01 à 40
Vert	0 à 20
Jaune	-0,01 à -20
Orange	-20,01 à -40
Rouge	-40,01 à -60

3.2.1 Critère : Visibilité (Dimension sécurité)

3.2.1.1 Objectif

Prioriser l'aménagement de rues partagées sur les segments de rue présentant les géométries les plus sécuritaires en termes de visibilité. Par exemple, sur la base unique de ce critère, une rue A étant linéaire et ayant une topographie non accidentée serait préférée, pour un réaménagement en rue partagée, à une rue B ayant une ou des courbe(s) et une topographie accidentée.

3.2.1.2 Définition

Pour appréhender la visibilité, l'aspect 2D et l'aspect 3D caractérisant chaque segment de rue ont été pris en compte. L'aspect 2D renvoie à la linéarité ou à la présence de courbes sur un segment alors que l'aspect 3D renvoie à la présence d'une topographie accidentée ou non accidentée.

Dépendamment de la situation de chaque segment face à ces deux aspects, quatre échelons sur ce critère étaient possibles : (1) un segment de rue ayant une topographie accidentée et ayant une ou des courbe(s), (2) un segment de rue ayant une topographie non accidentée mais ayant une ou des courbe(s), (3) un segment de rue ayant une topographie accidentée mais étant linéaire et (4) un segment de rue ayant une topographie non accidentée et étant linéaire.

L'adoption de ce critère s'avérait pertinent pour la ville, car celui-ci permet d'intégrer, via une approche parmi d'autres, la dimension essentielle qu'est la sécurité dans les analyses du potentiel des segments de rue à être réaménagés en rues partagées.

3.2.1.3 Données fournies et traitements effectués

Pour analyser la linéarité des différents segments de rue, la boîte à outils *Calculate Sinuosity* pour ArcGIS 10.1 a été utilisée (Teampython at ESRI, 2011)⁴. L'utilisation de cet outil permet de diviser la distance la plus courte entre les deux extrémités d'un segment de rue (soit la droite reliant le point A d'origine au point B de la destination) par la longueur totale du même segment. Un segment de rue parfaitement linéaire obtient ainsi un indice de sinuosité de 1. À l'inverse, plus un segment est sinueux, plus l'indice de sinuosité est proche de 0. Pour cet aspect du critère, les segments de rue ayant un indice de sinuosité de 0,95 et plus ont été considérés comme étant linéaires alors que ceux présentant un indice de sinuosité inférieur à 0,95 ont été considérés comme étant courbés.

Pour analyser le second aspect du critère, soit la topographie, la couche de données *Courbe de niveaux et modèle numérique d'élévation (MNE)*, disponible sur le portail de données ouvertes de la ville, a été utilisée. Tous les segments de rue ont été analysés en fonction du nombre de courbes de niveau qu'ils traversent. Les courbes sont équidistantes de 1 mètre. Les segments de rue parfaitement plats ou présentant une pente parfaitement montante ou descendante ont été considérés comme ayant une topographie non accidentée (donc plus sécuritaires en termes de visibilité). À l'inverse, les segments de rue n'étant pas parfaitement plats ou ne présentant pas une pente parfaitement montante ou descendante (donc caractérisés par la présence de colline(s) ou de vallon(s)) ont été considérés comme ayant une topographie accidentée (donc moins sécuritaires en termes de visibilité).

⁴ Teampython at ESRI. (2011). Repéré à : <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=00e708a448b74810a0e805c4a97f9d46#!>

3.2.1.4 Résultats

L'échelle d'attractivité développée pour ce critère par les professionnels de la ville est présentée à la figure 3. Le repère « neutre » pour ce critère est un segment courbé (2D) ayant une topographie non accidentée (3D) et le repère « bon » est un segment linéaire (2D) ayant une topographie accidentée (3D). La carte présentée à la figure 4 illustre le résultat du pointage d'attractivité obtenu par chaque segment de rue (selon l'échelle de la figure 3) multiplié par la pondération du critère.

Figure 3 : Échelle d'attractivité pour le critère de la visibilité

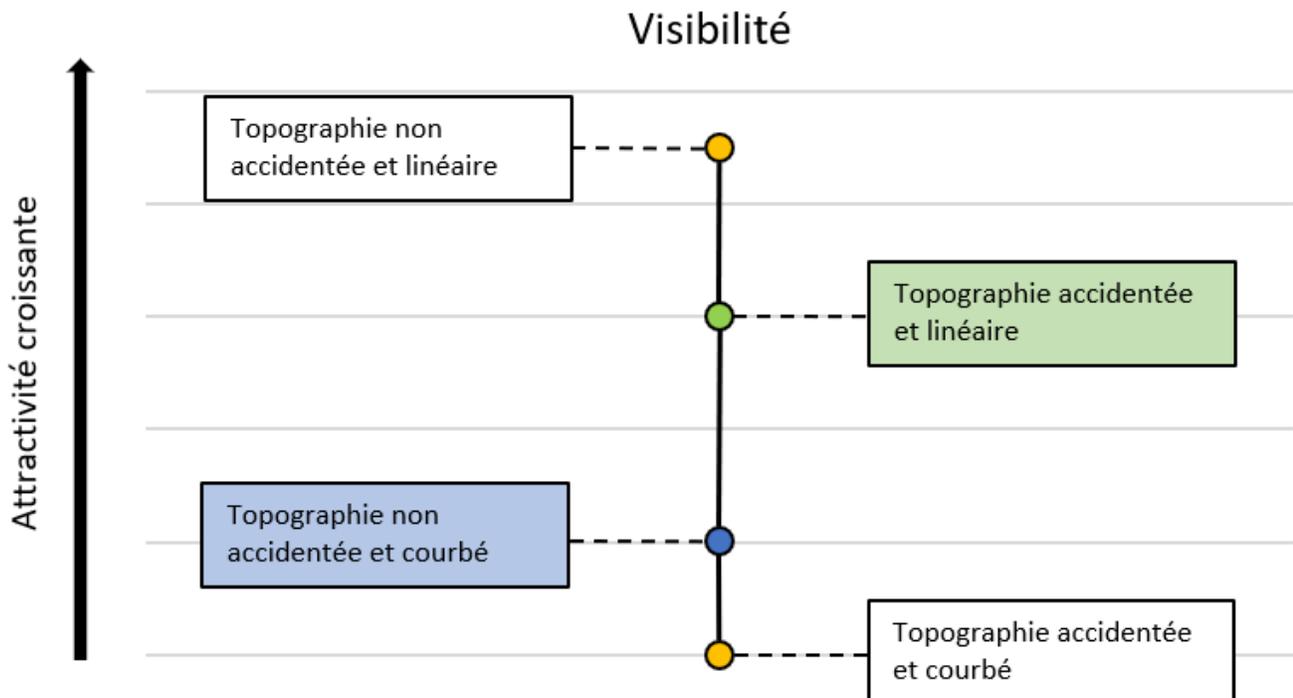
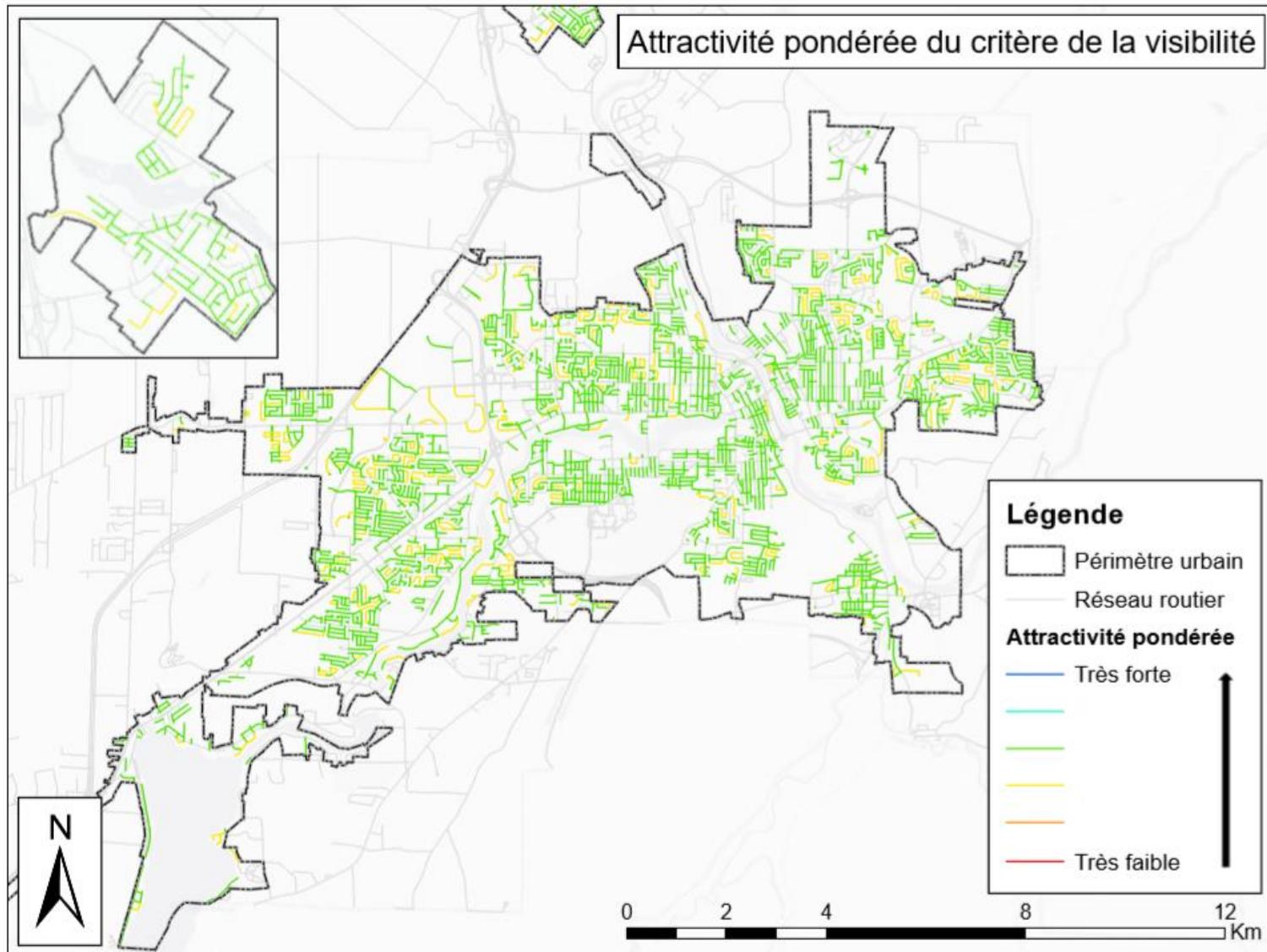


Figure 4 : Attractivité pondérée des segments de rue selon leur niveau de visibilité



Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

3.2.2 Critère : Connectivité (Dimension sécurité)

3.2.2.1 Objectif

Prioriser l'aménagement de rues partagées sur les segments routiers ayant une faible connectivité. Par exemple, sur la base unique de ce critère, une rue A ayant un indice de connectivité de 0,25 serait préférée, pour un réaménagement en rue partagée, à une rue B ayant un indice de connectivité de 1,25.

3.2.2.2 Définition

La connectivité réfère à la relation d'un segment de rue aux segments et aux intersections qui l'entourent. La Victoria Transport Policy Institute (VTPI) décrit plus précisément la connectivité comme étant la densité de connexions dans le réseau routier et la linéarité des segments. À titre d'exemple, la VTPI définit une bonne connectivité comme étant un « réseau connecté à de nombreuses liaisons courtes, de nombreuses intersections et peu de culs-de-sac. À mesure que la connectivité augmente, les distances de déplacement diminuent et les options d'itinéraire augmentent, ce qui permet de voyager plus directement d'une destination à l'autre... » (VTPI, 2017).

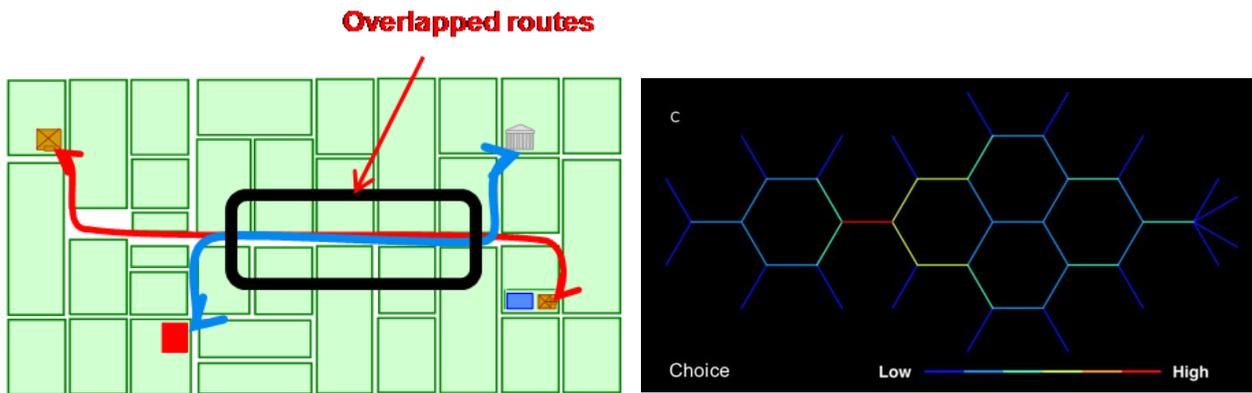
Afin de mesurer ce concept de connectivité, une équipe de chercheurs de l'University College London a développé la méthode de la syntaxe spatiale (Read, 1999; University College London, 2020a). D'autres méthodes existent, mais la syntaxe spatiale se distingue car elle permet d'analyser la forme spatiale et son influence sur les activités humaines. Cette méthode propose différentes mesures. Parmi ces mesures, les professionnels de la ville de Sherbrooke ont choisi de considérer la connectivité du réseau routier en se basant sur les données issues de l'analyse du choix pour un rayon de 1200 mètres. L'analyse du choix représente « la quantité de mouvement qui traverse chaque élément spatial lors des déplacements les plus courts ou les plus simples entre toutes les paires d'éléments spatiaux d'un système (jusqu'à un certain rayon) » (Traduction de Hillier, Yang et Turner, 2012, p.156). Ainsi, plus un segment de rue est utilisé pour les déplacements les plus courts ou les plus simples entre des points d'origine A et des points de destination B à l'intérieur d'un rayon X (dans ce cas-ci, 1200 mètres), plus celui-ci aura un haut pointage en ce qui concerne l'analyse du choix (voir figure 5). À l'inverse, si un segment de rue est peu utilisé pour effectuer les déplacements les plus courts ou les plus simples entre différentes localisations à l'intérieur d'un certain rayon, celui-ci aura un faible pointage assigné par le logiciel DepthmapX⁵ en ce qui concerne l'analyse du choix. Les culs-de-sac en sont des exemples.

Il est à noter que les indices de connectivité calculés à partir de l'analyse du choix ont été normalisés selon les résultats obtenus pour l'ensemble du réseau routier de la ville de Sherbrooke avant d'être assignés à chaque segment de rue et d'être utilisés pour calculer les pointages d'attractivité. Cette normalisation a permis de mettre en relation chaque segment de rue avec le reste des segments du réseau routier de Sherbrooke, et de calibrer en conséquence leur indice du choix calculé initialement pour une obtenir une meilleure visualisation de leur performance par rapport aux autres segments de rue de la ville. Les résultats normalisés obtenus vont de 0 à un peu plus de 1,5.

L'adoption de ce critère s'avérait pertinente pour la ville, car la prise en compte de la connectivité du réseau routier dans les analyses permet de cibler les segments de rue affichant les moins grandes affluences automobiles, et étant donc plus sécuritaires pour y aménager des rues partagées.

⁵ <https://www.ucl.ac.uk/bartlett/architecture/research/space-syntax/depthmapx>. Consulté le 22/12/2020

Figure 5 : Images représentant comment l'analyse du choix est calculée par la méthode syntaxe spatiale



3.2.2.3 Données fournies et traitements effectués

Pour analyser la connectivité du réseau routier, les couches de données *SegmentRue*, *Chaussée_L*, *SchemaPerimetreUrbain* et *ReseauMultimodal* (pour les passages aménagés uniquement) envoyées par la Ville ont été utilisées. Ces couches ont d'abord été transformées en format DXF à l'aide de l'outil Export to CAD du logiciel ArcGIS, puis elles ont ensuite été importées dans le logiciel DepthmapX. Une fois dans ce logiciel, une carte axiale a été créée. Une carte axiale se définit comme étant « l'ensemble minimum des plus longues lignes droites (les lignes axiales) qui sont dessinées à partir d'un réseau spatial formé par les espaces publics accessibles (rue, place, etc.), de telle sorte que chaque espace convexe soit traversé au moins par une ligne. Les lignes axiales forment un réseau de lignes interconnectées et inter-accessibles appelé : carte axiale » (Laouar et Mazouz, 2017, p.113). Pour construire ce type de carte, il faut donc utiliser une couche cartographique de référence en arrière-plan et dessiner par-dessus un ensemble de lignes axiales qui se croisent à travers tous les espaces de déplacements, afin que tous ces corridors soient couverts et que tous les éléments de circulation soient bouclés (University College London, 2020b).

Suivant cette logique, les couches de données en format DXF importées dans le logiciel DepthmapX ont servi à afficher en arrière-plan le réseau spatial formé par la chaussée et les passages aménagés de la ville de Sherbrooke, puis des lignes axiales ont été dessinées à l'intérieur de ces espaces (au sein du périmètre urbain et en périphérie immédiate à celui-ci). Une fois l'ensemble des lignes axiales dessiné sur le territoire, la carte a été convertie en carte de segments. De cette carte de segments a ensuite découlé l'analyse du réseau routier sous trois différentes mesures spatiales proposées par le logiciel DepthmapX: analyse du choix, analyse de l'intégration et analyse du nombre de nœuds.

Une fois les analyses de connectivité complétées, la carte de segments du logiciel DepthmapX a été exportée en format .csv. Les coordonnées X et Y de cette table ont ensuite été utilisées dans ArcGIS pour créer une nouvelle couche polyligne à l'aide de l'outil XY to Line. À cette nouvelle couche polyligne ont été jointes -via un champ attributaire commun- les informations sur la connectivité contenues dans la même table de format .csv. Cette dernière a finalement été jointe spatialement à la couche des segments de rue à l'étude pour que ceux-ci se voient attribuer leurs informations relatives à la connectivité.

Considérant la charge de travail supplémentaire et non prévue initialement dans le projet pour effectuer les opérations relatives à la connectivité, un amendement au contrat entre l'équipe de l'Université Laval

et la Ville de Sherbrooke a été apporté. Cet amendement a permis d'ajouter au contrat le développement d'une analyse de la connectivité du réseau routier de la ville par l'équipe de l'Université Laval, et l'octroi des ressources supplémentaires nécessaires à la réalisation de cette analyse.

3.2.2.4 Résultats

L'échelle d'attractivité développée pour ce critère par les professionnels de la ville est présentée à la figure 6. Le repère « neutre » pour ce critère se situe à 0 et 1 et le repère « bon » se situe à 0,75.

À noter que, bien que les professionnels aient mentionné que les segments de rue ayant les plus faibles indices de connectivité sont à privilégier pour l'aménagement de rues partagées, ceux-ci ont toutefois décidé que les culs-de-sac (segments ayant les plus faibles valeurs de l'analyse du choix, soit 0) ne devaient pas pour autant ressortir comme étant les meilleurs emplacements pour l'aménagement de rues partagées. Les indices de connectivité ayant la valeur de 0 (représentant les culs-de-sac) se sont donc vu attribuer le repère « neutre », au même titre que les segments n'étant pas des culs-de-sac mais commençant à avoir, aux yeux des professionnels, un indice de connectivité moins intéressant pour y aménager des rues partagées (soit un indice de connectivité de 1). La carte présentée à la figure 7 illustre le résultat du pointage d'attractivité obtenu par chaque segment de rue (selon l'échelle de la figure 6) multiplié par la pondération du critère.

Figure 6 : Échelle d'attractivité pour le critère de la connectivité

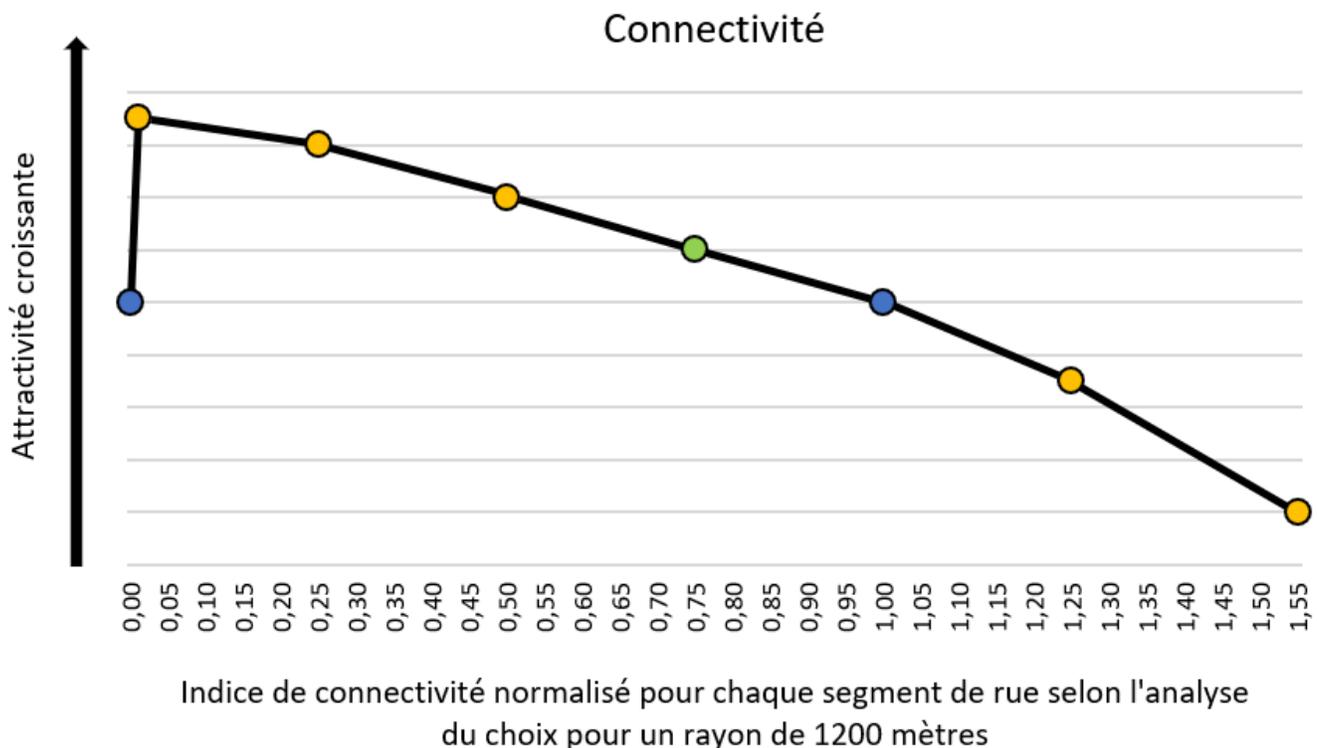
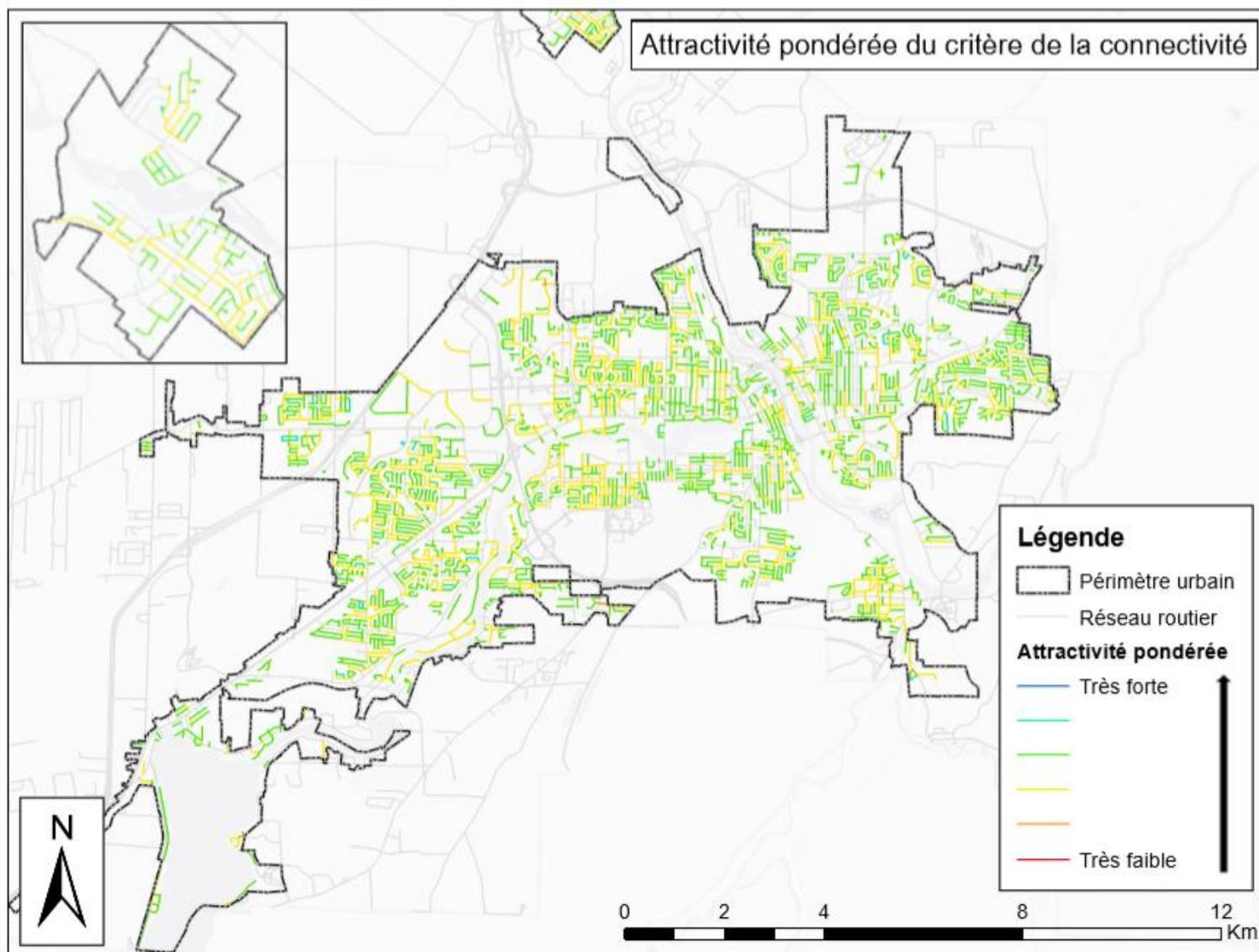


Figure 7 : Attractivité pondérée des segments de rue selon leur indice de connectivité



Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

3.2.3 Critère : Proximité à des bâtiments publics et/ou une aire aménagée (Dimension accessibilité)

3.2.3.1 Objectif

Prioriser l'aménagement de rues partagées sur les segments de rue situés à proximité de bâtiments publics et d'aires aménagées dans la ville. Par exemple, sur la base unique de ce critère, une rue A située à proximité de 20 bâtiments publics et étant contiguë à une aire aménagée serait préférée, pour un réaménagement en rue partagée, à une rue B située à proximité de 5 bâtiments publics et n'étant pas contiguë à une aire aménagée.

3.2.3.2 Définition

Les bâtiments publics sur le territoire de la ville considérés pour le calcul de ce critère sont multiples et ont divers usages. Ils se répartissent en quatre vocations principales : service communautaire/culturel, commercial, institutionnel et lieux publics. Les aires aménagées utilisées conjointement pour l'analyse de ce critère concernent quant à elles les parcs et les espaces verts mis à disposition de la population pour les loisirs et la détente.

L'adoption de ce critère s'avérerait pertinent pour la ville, car les bâtiments publics et les aires aménagées engendrent souvent des affluences piétonnes considérables. Ainsi, des rues partagées aménagées aux alentours de certains bâtiments publics cibles et d'aires aménagées pour les loisirs et la détente pourraient faciliter l'accessibilité à ces installations et être empruntées par plus d'individus comparativement à d'autres segments de rue situés plus en périphérie qui n'attirent aucune affluence piétonne particulière.

3.2.3.3 Données fournies et traitements effectués

Pour analyser la proximité des segments de rue à des bâtiments publics, la couche de données *Copie de 2020_07_16_batiment_public* envoyée par la Ville a été utilisée. Une zone tampon de 500 mètres (à vol d'oiseau) autour de chaque segment de rue a d'abord été créée. Le nombre de bâtiments se situant dans ces zones tampons a ensuite été calculé pour chaque segment de rue via une jointure spatiale, ce qui a permis de distinguer les segments ayant plusieurs bâtiments publics à proximité de ceux en ayant peu.

À noter que, dans la couche de données *Copie de 2020_07_16_batiment_public*, certaines entités ponctuelles désignant un bâtiment représentent parfois plusieurs services (plusieurs clubs sportifs ou plusieurs commerces différents par exemple). Face à cette situation, les professionnels de la ville ont décidé qu'une entité ponctuelle ne doit représenter qu'un seul bâtiment, même si celle-ci abrite plusieurs services. Quelques manipulations dans le logiciel ArcGIS ont ainsi été réalisées pour s'assurer qu'un point ne renvoie qu'à un seul élément lors de la jointure spatiale.

Pour tenir compte des aires aménagées dans l'analyse de ce critère, la couche de données *Aires aménagées* disponible sur le portail de données ouvertes de la ville a été utilisée. Grâce à cette couche, la contiguïté immédiate des segments de rue aux aires aménagées a été considérée, tel que demandé par les professionnels de la ville. Pour ce faire, une sélection par emplacement a été effectuée. Tous les segments de rue situés à 10 mètres ou moins d'une aire aménagée ont été sélectionnés. Une fois cette opération complétée, l'ensemble des informations relatives au nombre de bâtiments publics à proximité de chaque segment de rue et à la contiguïté ou non de ceux-ci à une aire aménagée était disponible. Une programmation effectuée à l'aide de l'outil *Calculate Field*, toujours au sein du logiciel ArcGIS, a été paramétrée pour que le SIG associe à chaque segment de rue la valeur correspondante à l'échelon auquel il appartient selon sa situation par rapport aux deux aspects analysés du critère (bâtiments publics et aires

aménagées). Ces échelons, au nombre de 10, ont été élaborés par les professionnels de la ville lors de la construction de l'échelle d'attractivité de ce critère. Chacun d'entre eux réfère à une situation spécifique (voir tableau 5). Par exemple, un segment de rue appartenant à l'échelon 1 est un segment qui n'est à proximité d'aucun bâtiment public et non contigu à une aire aménagée, alors qu'un segment appartenant à l'échelon 6 est un segment à proximité de 10 bâtiments publics et étant contigu à une aire aménagée.

Tableau 5 : Différentes performances possibles sur le critère de la proximité à des bâtiments publics et/ou une aire aménagée

Échelon	Définition
10	20 bâtiments publics à proximité et segment contigu à une aire aménagée
9	20 bâtiments publics à proximité et segment non contigu à une aire aménagée
8	15 bâtiments publics à proximité et segment contigu à une aire aménagée
7	15 bâtiments publics à proximité et segment non contigu à une aire aménagée
6	10 bâtiments publics à proximité et segment contigu à une aire aménagée
5	10 bâtiments publics à proximité et segment non contigu à une aire aménagée
4	5 bâtiments publics à proximité et segment contigu à une aire aménagée
3	5 bâtiments publics à proximité et segment non contigu à une aire aménagée
2	0 bâtiment public à proximité et segment contigu à une aire aménagée
1	0 bâtiment public à proximité et segment non contigu à une aire aménagée

À noter que, pour l'aspect du critère concernant la proximité aux bâtiments publics, les 10 échelons réfèrent à des performances possibles de 0, 5, 10, 15 et 20 bâtiments publics situés à proximité. Or, certains segments de rue du réseau routier de la ville peuvent posséder un nombre de bâtiments publics à proximité ne correspondant pas exactement à ces valeurs. Ainsi, pour l'analyse de cet aspect du critère, le nombre de bâtiments publics entourant chaque segment de rue a été arrondi pour qu'il puisse être assigné à un échelon spécifique. Par exemple, un segment de rue à proximité de 1 bâtiment public a été considéré comme ayant 0 bâtiment public à proximité et un segment de rue à proximité de 8 bâtiments publics a été considéré comme ayant 10 bâtiments publics à proximité.

3.2.3.4 Résultats

L'échelle d'attractivité développée avec les professionnels de la ville pour le critère de proximité à des bâtiments publics et/ou une aire aménagée est présentée à la figure 8. Le repère « neutre » pour ce critère se situe à 5 bâtiments publics à proximité sans contiguïté à une aire aménagée et le repère « bon » se situe à 10 bâtiments publics à proximité avec contiguïté à une aire aménagée ou à 15 bâtiments publics à proximité sans contiguïté à une aire aménagée. La carte présentée à la figure 9 illustre le résultat du pointage d'attractivité obtenu par chaque segment de rue (selon l'échelle de la figure 8) multiplié par la pondération du critère.

Figure 8 : Échelle d'attractivité pour le critère de la proximité à des bâtiments publics et/ou une aire aménagée

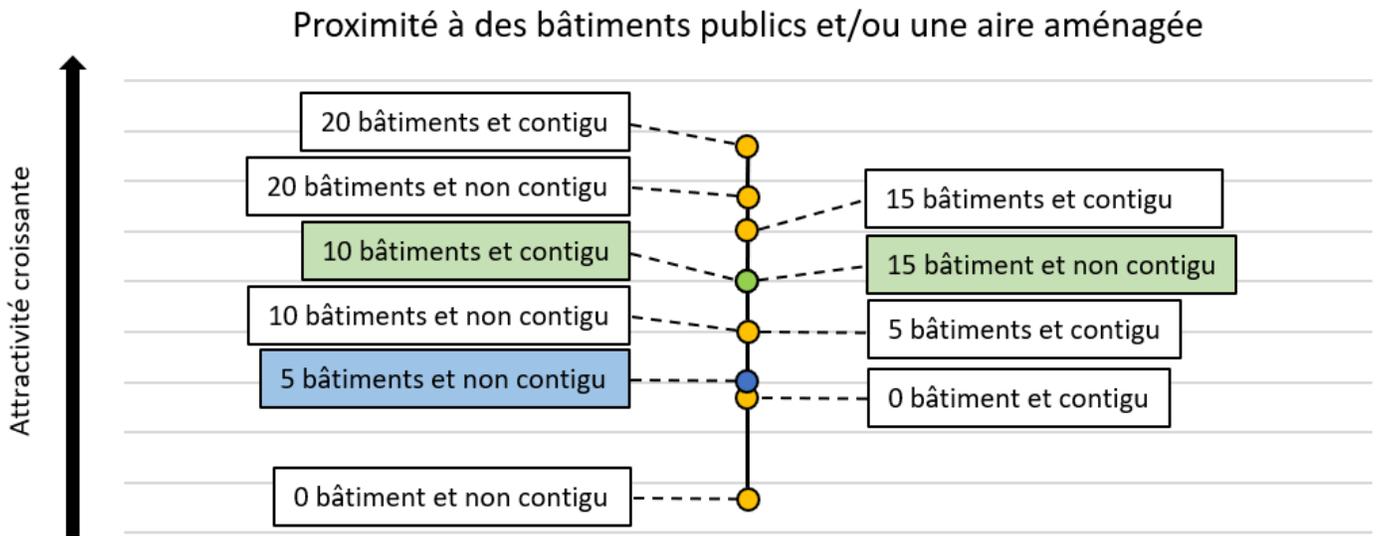
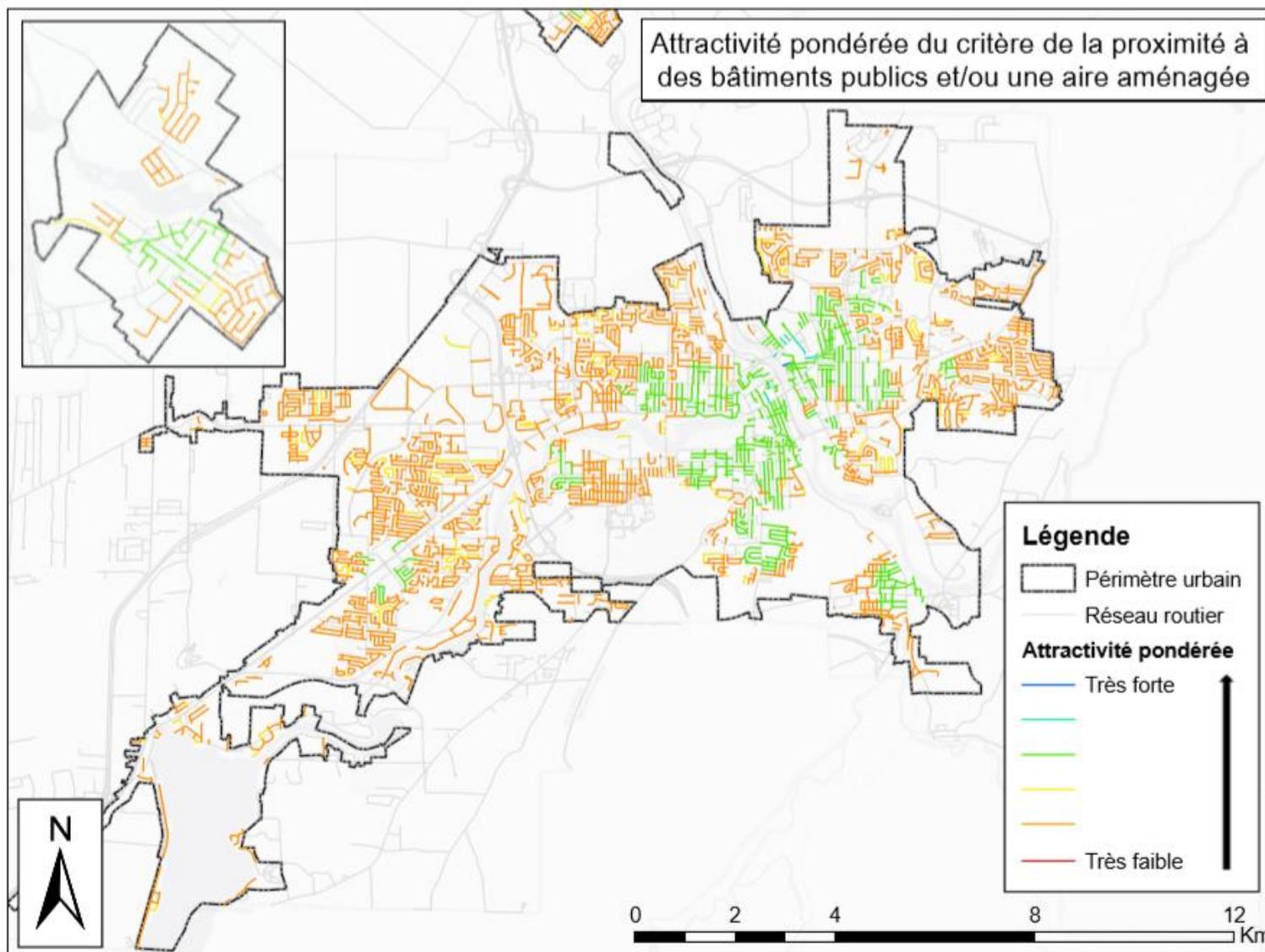


Figure 9 : Attractivité pondérée des segments de rue selon leur proximité à des bâtiments publics et/ou une aire aménagée



Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

3.2.4 Critère : Proximité aux arrêts de transport en commun (Dimension accessibilité)

3.2.4.1 Objectif

Prioriser l'aménagement de rues partagées sur les segments de rue situés à proximité des arrêts de transport en commun dans la ville. Par exemple, sur la base unique de ce critère, une rue A située à proximité de 15 arrêts de transport en commun serait préférée, pour un réaménagement en rue partagée, à une rue B située à proximité de 5 arrêts de transport en commun.

3.2.4.2 Définition

Les arrêts des circuits d'autobus de la Société de transport de Sherbrooke (STS) ont été utilisés pour calculer ce critère. Tout comme pour l'aménagement de rues partagées à proximité de bâtiments publics et/ou d'une aire aménagée, l'adoption de ce critère s'avérerait pertinente pour la ville, car les arrêts de transport en commun constituent des points d'affluence piétonne considérables par moment. Ainsi, des rues partagées aménagées aux alentours d'arrêts de transport en commun pourraient faciliter l'accessibilité à ces installations et être empruntées par plus d'individus comparativement à d'autres segments de rue situés plus en périphérie des arrêts de la STS qui n'attirent aucune affluence piétonne particulière.

3.2.4.3 Données fournies et traitements effectués

Pour analyser la proximité des segments de rue aux arrêts de transport en commun, la couche de données *Arrêt_STS* envoyée par la Ville a été utilisée. Une zone tampon de 500 mètres (à vol d'oiseau) autour de chaque segment de rue a d'abord été créée. Le nombre d'arrêts se situant dans ces zones tampons a ensuite été calculé pour chaque segment de rue via une jointure spatiale, ce qui a permis de distinguer les segments à proximité de plusieurs arrêts de transport en commun par rapport à ceux n'étant pas à proximité de plusieurs arrêts.

3.2.4.4 Résultats

L'échelle d'attractivité développée pour ce critère par les professionnels de la ville est présentée à la figure 10. Le repère « neutre » pour ce critère se situe à 10 arrêts et le repère « bon » se situe à 20 arrêts. La carte présentée à la figure 11 illustre le résultat du pointage d'attractivité obtenu pour chaque segment de rue (selon l'échelle de la figure 10) multiplié par la pondération du critère.

Figure 10 : Échelle d'attractivité pour le critère de la proximité aux arrêts de transport en commun de la STS

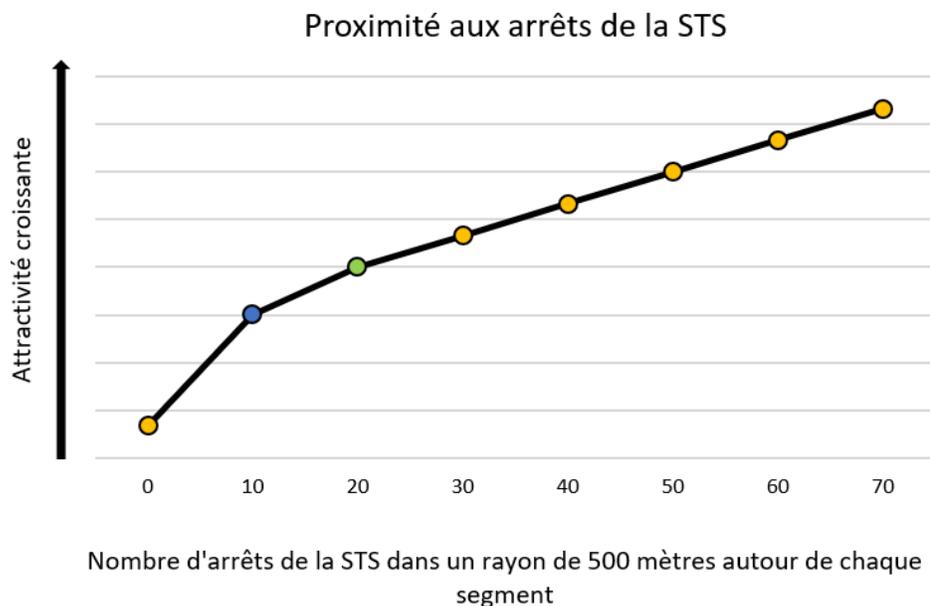
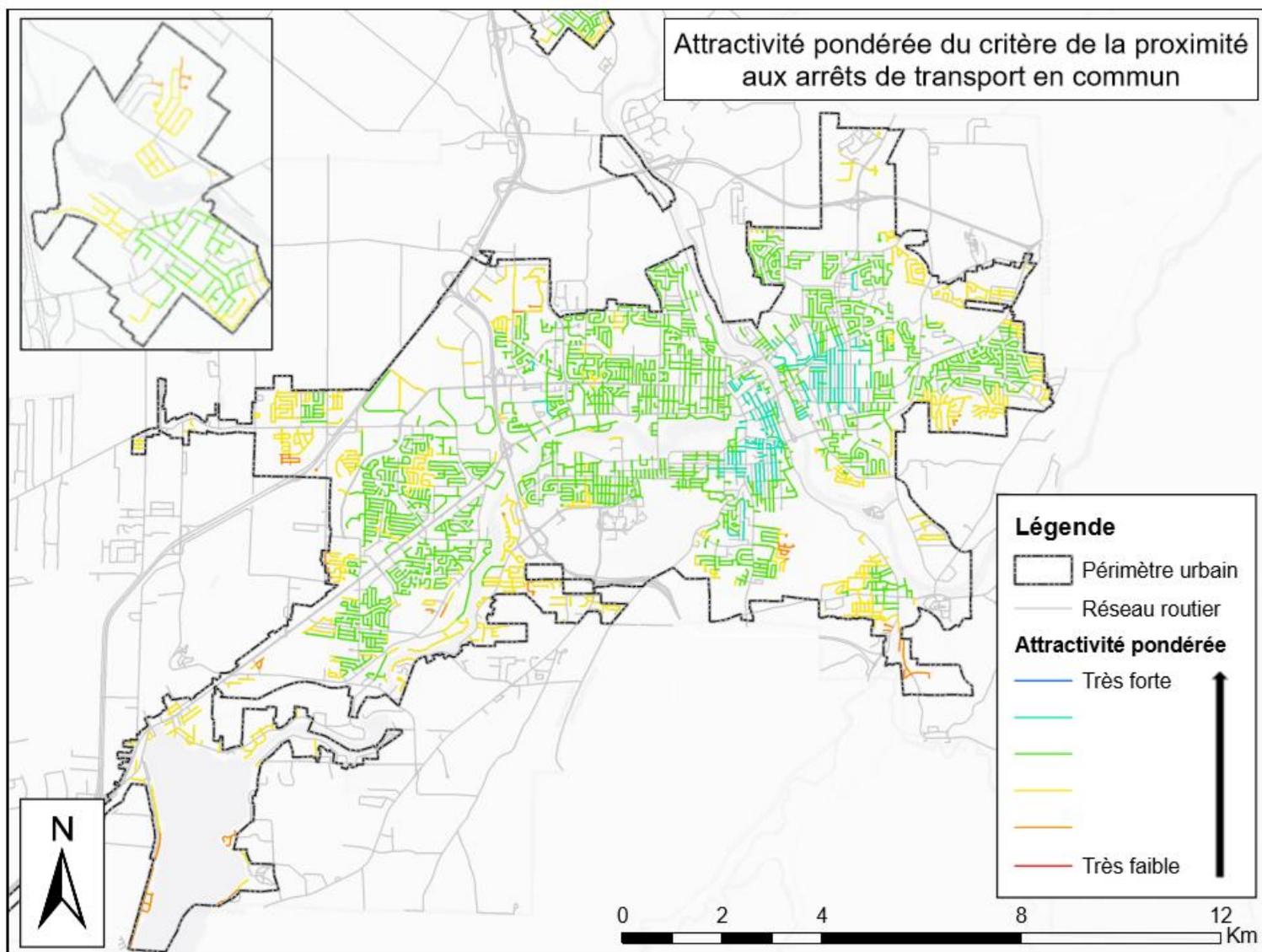


Figure 11 : Attractivité pondérée des segments de rue selon leur proximité aux arrêts de la STS



Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

3.2.5 Critère : Réseau cyclable et réseau piétonnier (Dimension accessibilité)

3.2.5.1 Objectif

Prioriser l'aménagement de rues partagées sur les segments de rue où elles peuvent améliorer l'accessibilité aux réseaux de mobilité active et où il y a déjà une certaine affluence piétonne et cycliste attestée. Par exemple, sur la base unique de ce critère, une rue A ayant un réseau cyclable et un réseau piétonnier serait préférée, pour un réaménagement en rue partagée, à une rue B n'ayant pas de réseau cyclable et de réseau piétonnier.

3.2.5.2 Définition

La Ville de Sherbrooke possède actuellement un réseau cyclable et un réseau piétonnier sur son territoire. Ceux-ci seront toutefois bonifiés d'ici les prochaines années tel que prévu par le Plan de transport actif de la ville. Ainsi, pour le traitement de ce critère, les réseaux de mobilité active (cyclable et piéton) existants et projetés par le PDTA présents dans les couches de données envoyées par la Ville ont été considérés.

Dépendamment de la situation de chaque segment de rue face à la présence ou à l'absence de réseau cyclable et/ou de réseau piétonnier, quatre échelons sur ce critère étaient possibles: (1) un segment de rue n'ayant pas de réseau cyclable ni de réseau piétonnier, (2) un segment de rue ayant un réseau cyclable mais n'ayant pas de réseau piétonnier, (3) un segment de rue n'ayant pas de réseau cyclable mais ayant un réseau piétonnier et (4) un segment de rue ayant un réseau cyclable et un réseau piétonnier.

L'adoption de ce critère s'avérait pertinent pour la ville, car la présence de réseaux cyclables ou de réseaux piétonniers sur un segment de rue indique que celui-ci est a priori assez intéressant pour y aménager des infrastructures particulières destinées aux piétons ou aux cyclistes. En effet, si un segment de rue présente par exemple un réseau piétonnier, c'est qu'il a préalablement fait l'objet d'une analyse, et que cette analyse a révélé qu'il était pertinent d'y aménager ce type d'infrastructures considérant son affluence piétonne. Ainsi, cibler des segments de rue accueillant des réseaux de mobilité active permet d'identifier les segments ayant une affluence piétonne/cycliste attestée et qui risquent donc d'être bien empruntés par la population une fois transformés en rue partagée, en plus de favoriser l'accessibilité aux réseaux de transport actif.

3.2.5.3 Données fournies et traitements effectués

Pour analyser la présence d'un réseau cyclable et/ou piétonnier sur chaque segment de rue, les couches de données *PisteCyclable* et *ReseauMultimodal* envoyées par la Ville ont été utilisées⁶. Toutefois, seules les entités relatives aux trottoirs et aux passages aménagés dans la couche *ReseauMultimodal* ont été

⁶ Note : suite aux discussions portant sur ce critère, les professionnels ont indiqué vouloir considérer les réseaux de mobilité active existants et projetés dans les analyses. Les membres de l'Université Laval ont donc demandé aux professionnels d'envoyer les données les plus à jour sur les infrastructures de mobilité active existantes et projetées pour pouvoir faire les analyses en conséquence. Suite à ces discussions, la Ville a acheminé la couche de données *PisteCyclablePDTA* à l'équipe de l'Université Laval. Néanmoins, la couche de données *PisteCyclable* envoyée en début de projet a été utilisée plutôt que la couche de données *PisteCyclablePDTA* envoyée plus tard car la première couche (*PisteCyclable*) contenait déjà les informations présentes dans la couche *PisteCyclablePDTA*, en plus de contenir des données supplémentaires (la couche *PisteCyclable* était donc plus complète). De plus, à défaut d'avoir reçu une seconde couche de données sur les réseaux piétonniers qui aurait pu être plus à jour que celle envoyée en début de projet, la couche *ReseauMultimodal* envoyée au début du projet a été utilisée pour conduire les analyses, même si les données de celle-ci présentaient certaines disparités avec des réseaux piétonniers projetés affichés à l'Annexe 3 du PDTA. Les professionnels avaient en effet indiqué à cet égard que les données les plus à jour concernant les réseaux piétonniers existants et projetés n'allaient pas être disponibles avant la fin de l'été (ce qui dépassait l'échéancier du projet alors en vigueur). Cette situation n'a toutefois pas constitué un enjeu considérable, puisque seule une dizaine de rues à l'étude affichées comme ayant un lien piétonnier projeté dans l'Annexe 3 du PDTA n'ont pas été identifiées comme telles dans les analyses.

utilisées pour l'analyse. Les traverses pour piétons ont été exclues sur indication des professionnels de la ville.

Pour savoir quels segments de rue étaient caractérisés par la présence de réseaux de mobilité active, la couche des réseaux cyclables et celle des réseaux piétonniers ont été superposées sur la couche des segments de rue à l'étude, puis une sélection par emplacement a été effectuée. Les segments de rue sélectionnés par cette opération se sont vu attribuer une valeur particulière (de 1 à 4) pour pouvoir les différencier selon leur situation spécifique quant à l'absence ou à la présence d'un réseau cyclable et/ou piétonnier, et ainsi permettre de construire l'échelle à 4 échelons présentée dans la section précédente. Bien que cette sélection par emplacement ait permis d'identifier les segments de rue du réseau routier étant empruntés par un réseau cyclable et/ou un réseau piétonnier et ceux n'ayant aucune de ces infrastructures de mobilité active, l'inspection visuelle des résultats nous a amenés à effectuer certains ajustements (désélection manuelle de certains segments sélectionnés alors qu'ils n'auraient pas dû l'être et sélection manuelle de certains segments non sélectionnés alors qu'ils auraient dû l'être).

3.2.5.4 Résultats

L'échelle d'attractivité développée pour ce critère par les professionnels de la ville est présentée à la figure 12. Le repère « neutre » pour ce critère est un segment ayant un réseau cyclable mais n'ayant pas de réseau piétonnier et le repère « bon » pour ce critère est un segment n'ayant pas de réseau cyclable mais ayant un réseau piétonnier. La carte présentée à la figure 13 illustre le résultat du pointage d'attractivité obtenu par chaque segment de rue (selon l'échelle de la figure 12) multiplié par la pondération du critère.

Figure 12 : Échelle d'attractivité pour le critère de la présence/ absence de réseaux piétonniers et/ou cyclables

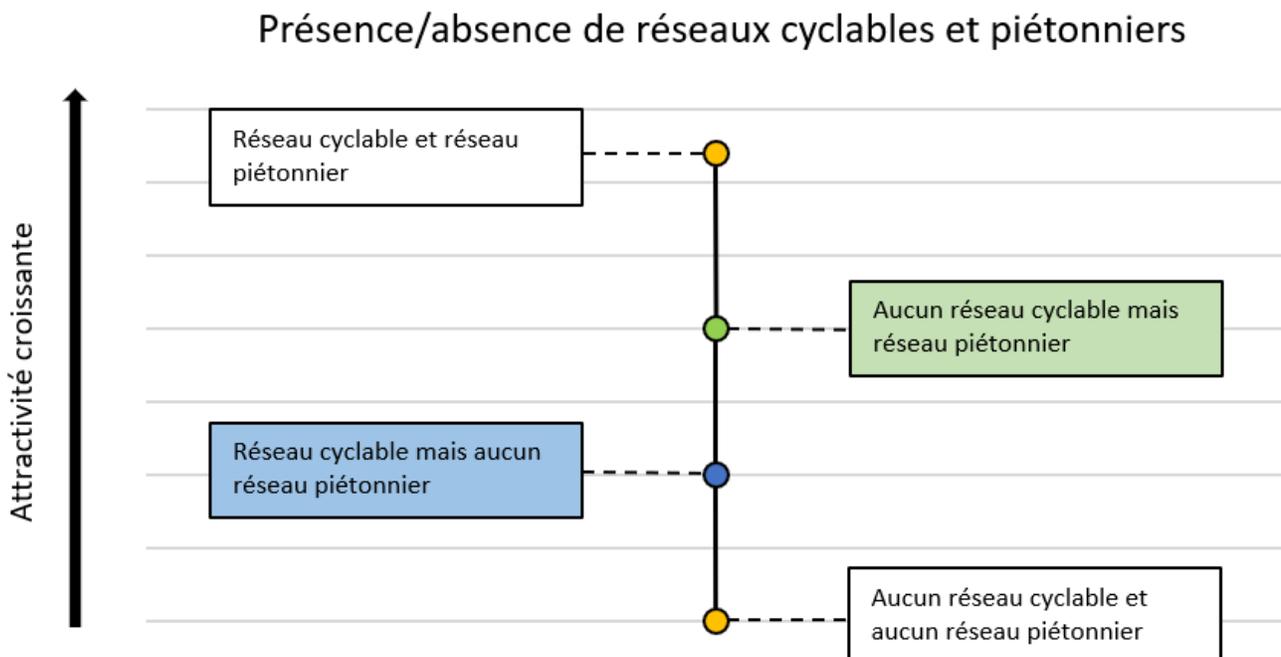
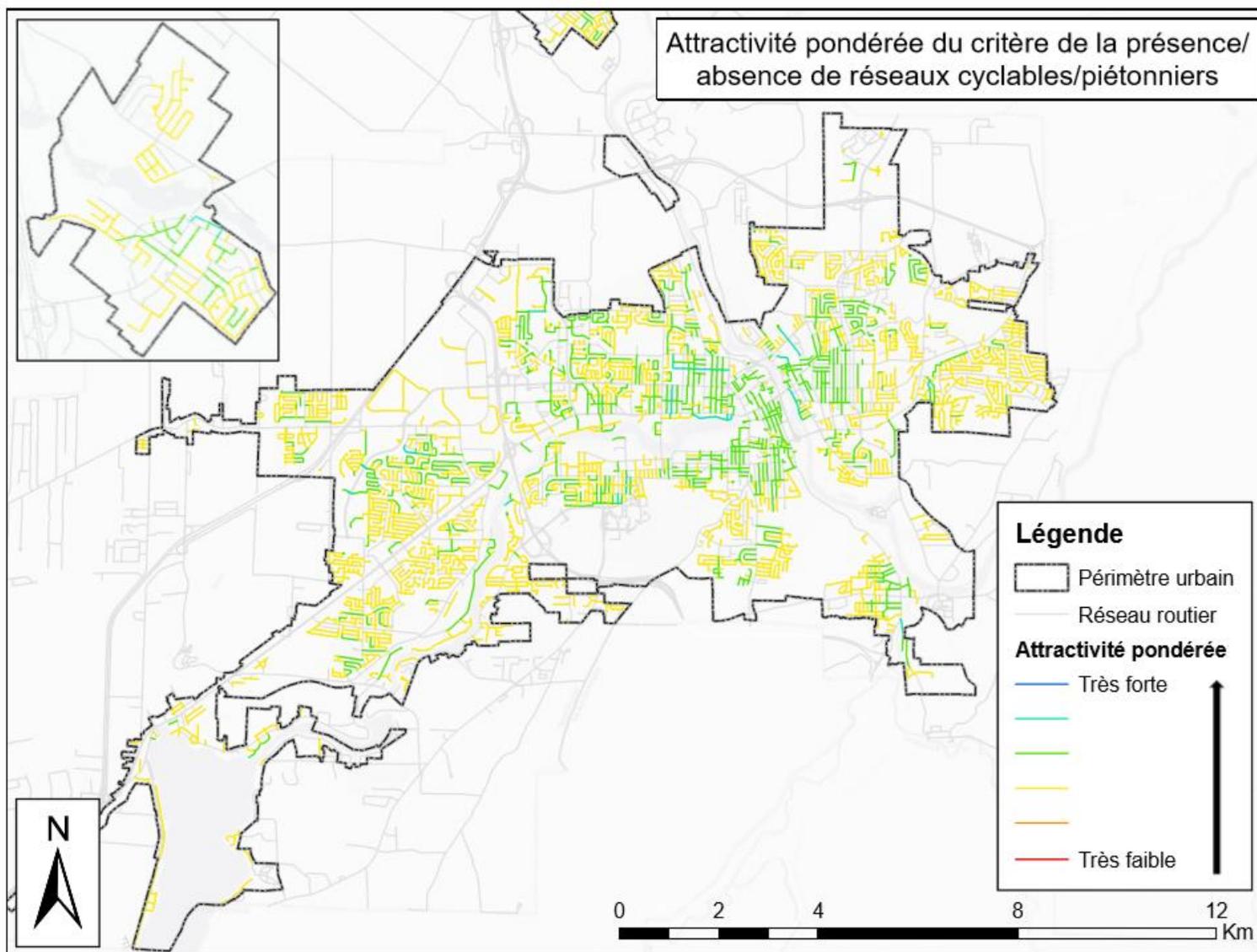


Figure 13: Attractivité pondérée des segments de rue selon la présence et/ou l'absence de réseau cyclable et/ou de réseau piétonnier



Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

3.2.6 Critère : Indice canopée (Dimension environnementale)

3.2.6.1 Objectif

Prioriser l'aménagement de rues partagées dans les segments de rues ayant une faible canopée. Par exemple, sur la base unique de ce critère, une rue A ayant un pourcentage de canopée de 10% serait préférée, pour un réaménagement en rue partagée, à une rue B ayant un pourcentage de canopée de 35%.

3.2.6.2 Définition

La canopée est constituée de la partie des arbres et de la végétation se situant au-dessus du sol et étant directement exposée au soleil (voir figures 14 et 15). Pour analyser la canopée d'un territoire, il faut calculer la superficie occupée par la projection au sol de la partie exposée au soleil de chaque arbre par rapport à la superficie totale du territoire à l'étude ([Ville de Montréal, 2020](#)). Ce ratio permet d'obtenir un indice reflétant le pourcentage de canopée sur un territoire particulier.

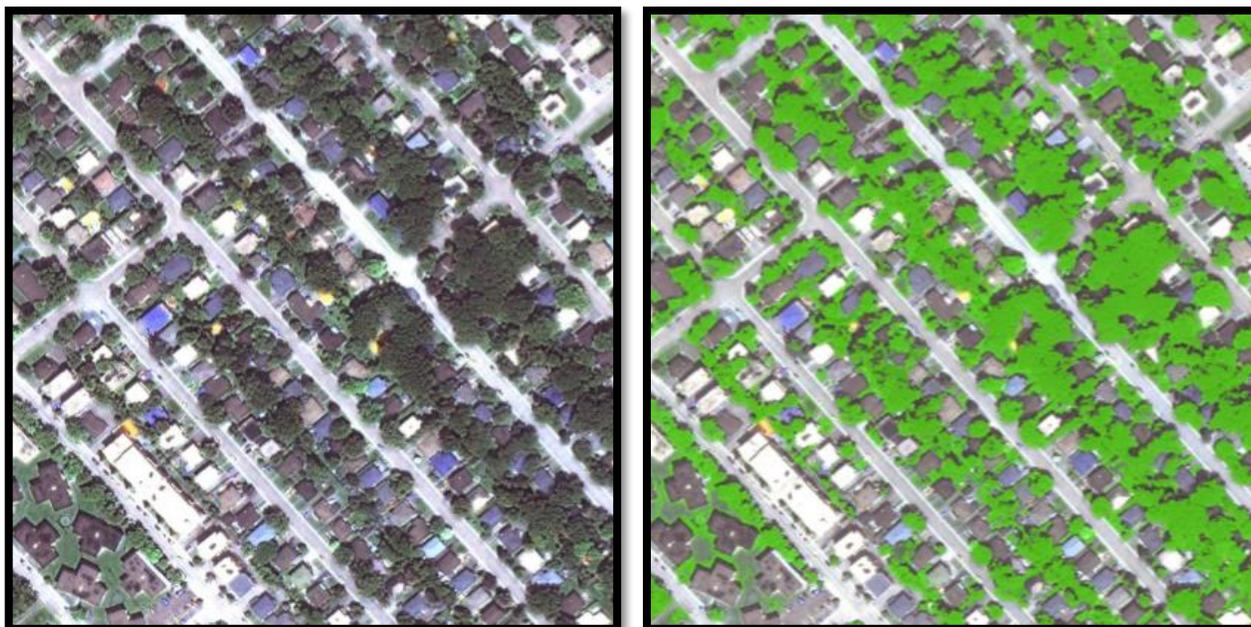
L'adoption de ce critère s'avérerait pertinent pour la ville, car il permet de cibler les segments de rue qui pourraient bénéficier de réaménagements en rues partagées pour augmenter leur niveau de verdure (soit leur nombre d'arbres et leur végétation en général). Cette augmentation du niveau de verdure sur les segments de rue les plus dépourvus peut, en plus d'améliorer l'aspect esthétique de ces segments, aider à combattre les îlots de chaleur en présence sur le territoire.

Figure 14 : Image représentant la projection au sol de la partie exposée au soleil d'un arbre



Source : Centre d'enseignement et de recherche en foresterie Sainte-Foy In., 2015.

Figure 15 : Image représentant la projection au sol de la partie exposée au soleil de plusieurs arbres



Source : Centre d'enseignement et de recherche en foresterie Sainte-Foy In., 2015.

3.2.6.3 Données fournies et traitements effectués

Pour analyser la canopée caractérisant chaque segment de rue, les données couvrant la ville de Sherbrooke du site *Forêt Ouverte* du gouvernement du Québec ont été utilisées. Les quatre tuiles matricielles *MHC_21E05SO*, *MHC_31H08SE*, *MHC_31H08NE* et *MHC_21E05NO* ont d'abord été extraites de cette plateforme, puis elles ont été importées dans ArcGIS. Ces quatre tuiles, dont chaque pixel représente une surface de 1 mètre carré et possède une valeur d'élévation X , ont ensuite été combinées.

Parallèlement, la couche du périmètre urbain a été travaillée pour y exclure tous les éléments anthropiques du territoire pouvant interférer avec le calcul de la canopée. Ainsi, toutes les surfaces occupées par les éléments des couches *Batiment*, *Conducteur*, *Éclairage*, *Luminaire*, *Pole*, *TourTelecomm* et *Pylone* ont été retirées de l'aire couverte par le périmètre urbain. Une fois cette opération accomplie, la couche matricielle combinée tirée des informations du site *Forêt Ouverte* a été découpée, à l'aide de la couche du périmètre urbain filtré, pour retenir les données de la couche matricielle situées à l'intérieur du périmètre urbain.

Par la suite, une séparation entre les pixels ayant une valeur d'élévation supérieure à 3 mètres et les pixels ayant une valeur d'élévation de 3 mètres et moins a été effectuée. Cette opération a permis de retirer de l'analyse tous les pixels de faible élévation (3 mètres et moins) représentant pour la grande majorité des éléments anthropiques n'ayant pas pu être exclus par les filtres préalables utilisés sur le périmètre urbain (par exemple, les réseaux routiers, les stationnements, les voitures...). L'ensemble des pixels ayant une valeur d'élévation supérieure à 3 mètres, considérés à ce stade comme étant la canopée, a ensuite été transformé en points, puis ces points ont été joints spatialement à chaque zone tampon de 20 mètres créée préalablement autour de chaque segment de rue à l'étude.

Cette zone tampon de 20 mètres a été produite pour créer une surface d'analyse autour de chaque segment allant du centre de la rue jusqu'aux façades des maisons et des bâtiments situés aux abords. Cette distance pour la zone tampon a ainsi permis de calculer l'indice canopée d'un segment de rue par rapport aux arbres présents entre ce segment et la devanture des maisons et des bâtiments qui le bordent. Cette surface d'analyse a été choisie par la Ville, car elle permet de ne considérer que la végétation bordant les rues qu'il est possible de voir lorsque celles-ci sont empruntées par des passants. En effet, bien que certaines cours arrière ou que certains terrains situés à une distance supérieure à 20 mètres d'un segment de rue puissent être très végétalisés, les effets de cette végétation (esthétisme et fraîcheur notamment) ne peuvent être perçus par les utilisateurs de la rue au même titre que la végétation bordant directement la rue. De plus, la Ville ne peut pas effectuer d'aménagements sur des terrains privés, alors qu'elle peut le faire en bordure des rues sur les terrains qui lui appartiennent, ce qui explique également pourquoi la distance de 20 mètres maximum a été utilisée.

Une fois la jointure spatiale faite entre les points représentant la canopée sur le territoire et la zone tampon de 20 mètres autour de chaque segment de rue, le nombre de points (représentant chacun 1 mètre carré de canopée) présents dans chaque zone tampon a été divisé par la superficie totale de chaque zone tampon, donnant ainsi le pourcentage de surface occupée par la canopée pour chaque segment de rue.

3.2.6.4 Résultats

L'échelle d'attractivité développée pour ce critère par les professionnels de la ville est présentée à la figure 16. Le repère « neutre » pour ce critère se situe à 25% de canopée et le repère « bon » se situe à 20% de canopée. La carte présentée à la figure 17 illustre le résultat du pointage d'attractivité obtenu par chaque segment de rue (selon l'échelle de la figure 16) multiplié par la pondération du critère.

Figure 16 : Échelle d'attractivité pour le critère de l'indice canopée

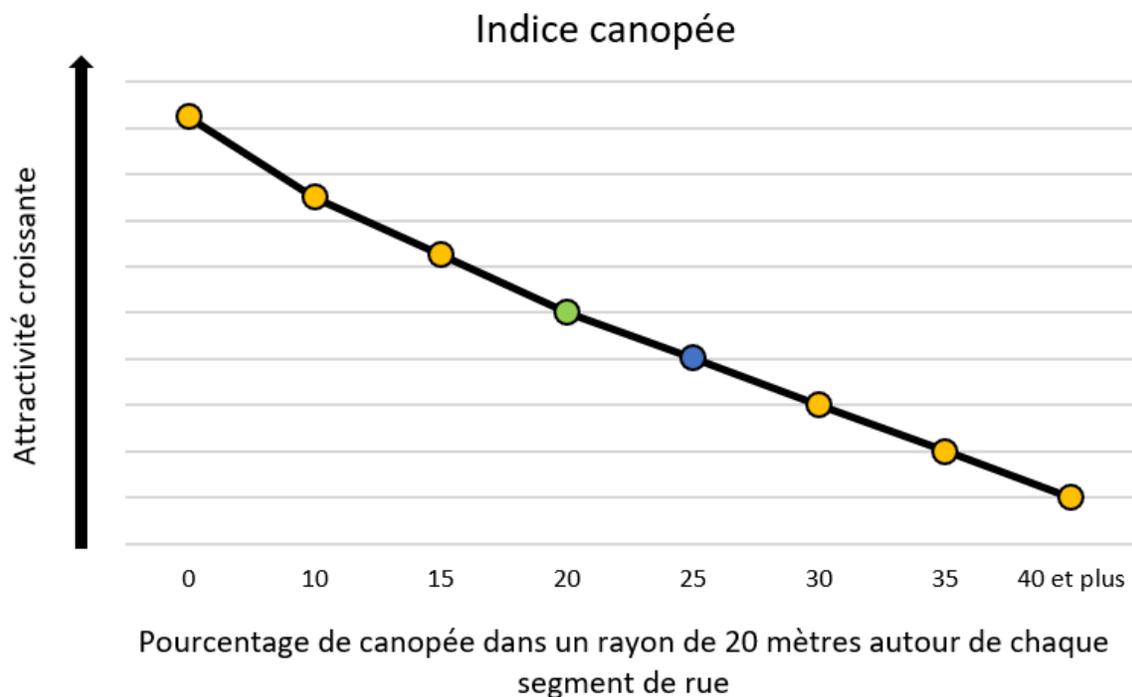
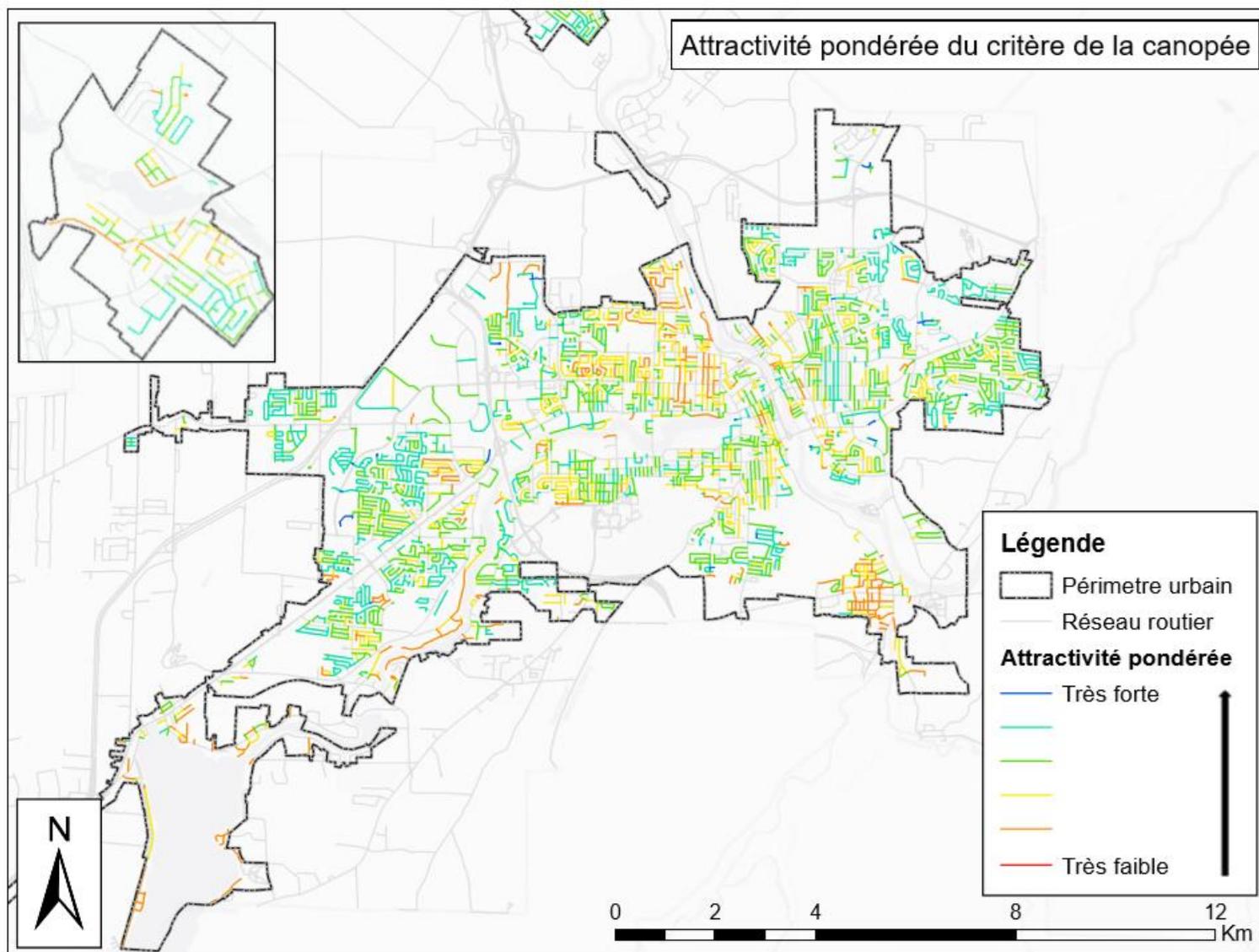


Figure 17 : Attractivité pondérée des segments de rue selon leur indice canopée



Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020) et Forêt Ouverte (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

3.2.7 Critère : Densité de logements (Dimension sociale)

3.2.7.1 Objectif

Prioriser l'aménagement de rues partagées sur les segments de rue où elles peuvent desservir le plus grand nombre de citoyens. Par exemple, sur la base unique de ce critère, une rue A affichant 30 logements aux 100 mètres linéaires serait préférée, pour un réaménagement en rue partagée, à une rue B affichant 15 logements aux 100 mètres linéaires.

3.2.7.2 Définition

Pour ce critère, la densité de logements caractérisant chaque segment de rue a été calculée en fonction du nombre de logements présents sur les terrains bordant directement chaque segment et selon la longueur respective de chaque segment. La densité de logements associée à un segment de rue est donc le résultat d'une analyse orientée à l'échelle de chaque segment, et non pas à l'échelle d'un secteur ou au kilomètre carré. Ces deux dernières formes d'analyse (à l'échelle d'un secteur ou au kilomètre carré) n'étaient en effet pas les plus adaptées, selon les professionnels, pour bien prendre en compte la densité de logements caractérisant chaque segment de rue.

L'adoption de ce critère s'avérait pertinent pour la ville, car il permet d'identifier les segments de rue où un réaménagement en rue partagée pourrait bénéficier au plus grand nombre de citoyens.

3.2.7.3 Données fournies et traitement effectués

Pour analyser la densité de logements propre à chaque segment de rue, la couche de données *ProprieteNombreLogArea* envoyée par la Ville a été utilisée. Une zone tampon de 20 mètres autour de chaque segment a d'abord été créée pour établir une relation spatiale avec les terrains bordant chaque segment de rue. Ces terrains ont ensuite été joints spatialement aux zones tampons, ce qui a permis de ramener au niveau des segments de rue toutes les informations relatives aux terrains contigus. Chaque terrain affichant un nombre X de logements, il a ainsi été possible de savoir, combien de logements il y a en bordure de chaque segment de rue. À titre d'exemple, un segment de rue bordé par 20 terrains comptant chacun 2 logements verrait son nombre total de logements établi à 40.

Finalement, pour pouvoir comparer la densité de logements associée aux différents segments de rue sur une même base, le nombre de logements enregistrés pour chaque segment a été divisé par la longueur respective (en mètre) de ces mêmes segments, puis ce résultat a été multiplié par 100. Cette opération a permis d'afficher la densité de logements par 100 mètres linéaires pour chaque segment de rue à l'étude.

3.2.7.4 Résultats

L'échelle d'attractivité développée pour ce critère par les professionnels de la ville est présentée à la figure 18. Le repère « neutre » pour ce critère se situe à 15 logements aux 100 mètres linéaires et le repère « bon » se situe à 20 logements aux 100 mètres linéaires. La carte présentée à la figure 19 illustre le résultat du pointage d'attractivité obtenu par chaque segment de rue (selon l'échelle de la figure 18) multiplié par la pondération du critère.

Figure 18 : Échelle d'attractivité pour le critère sur la densité de logements

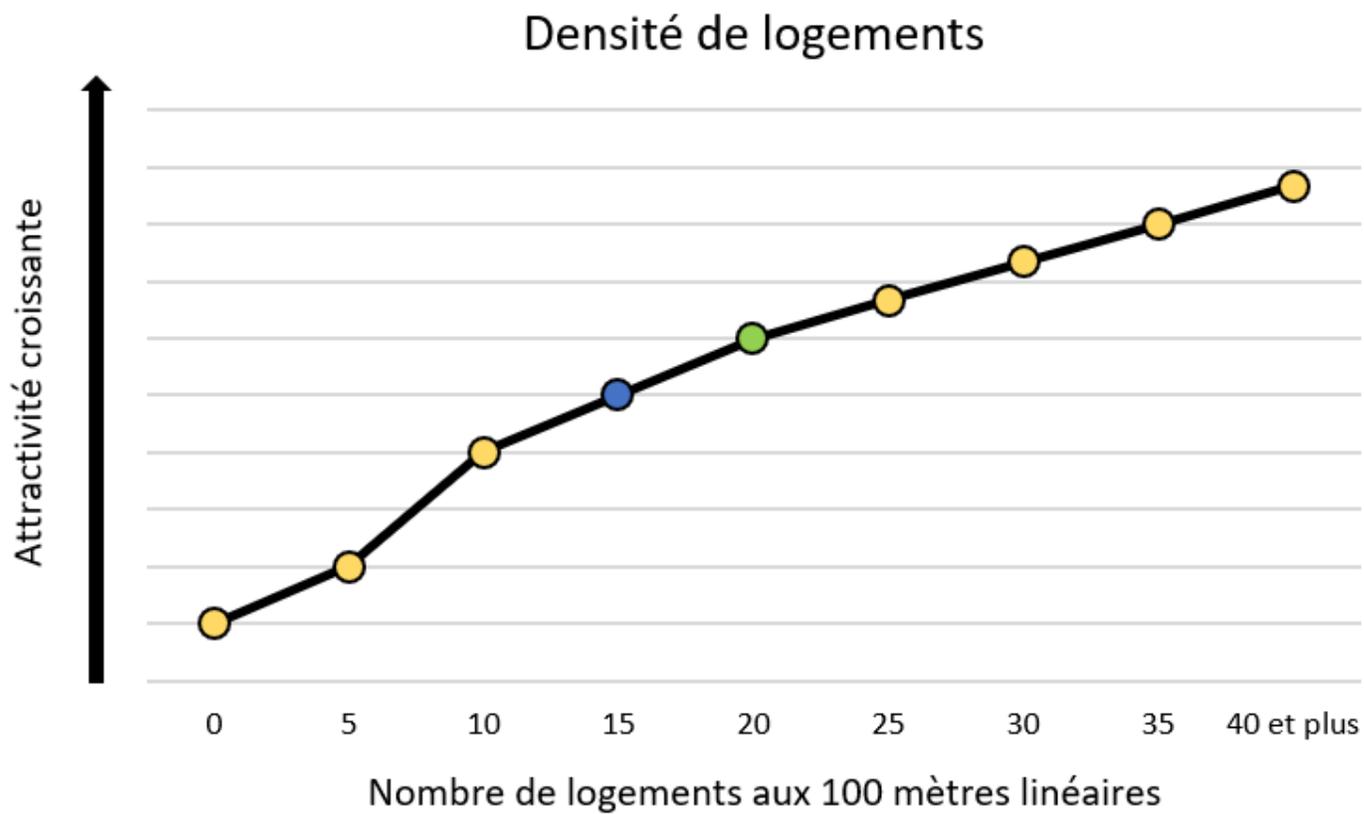
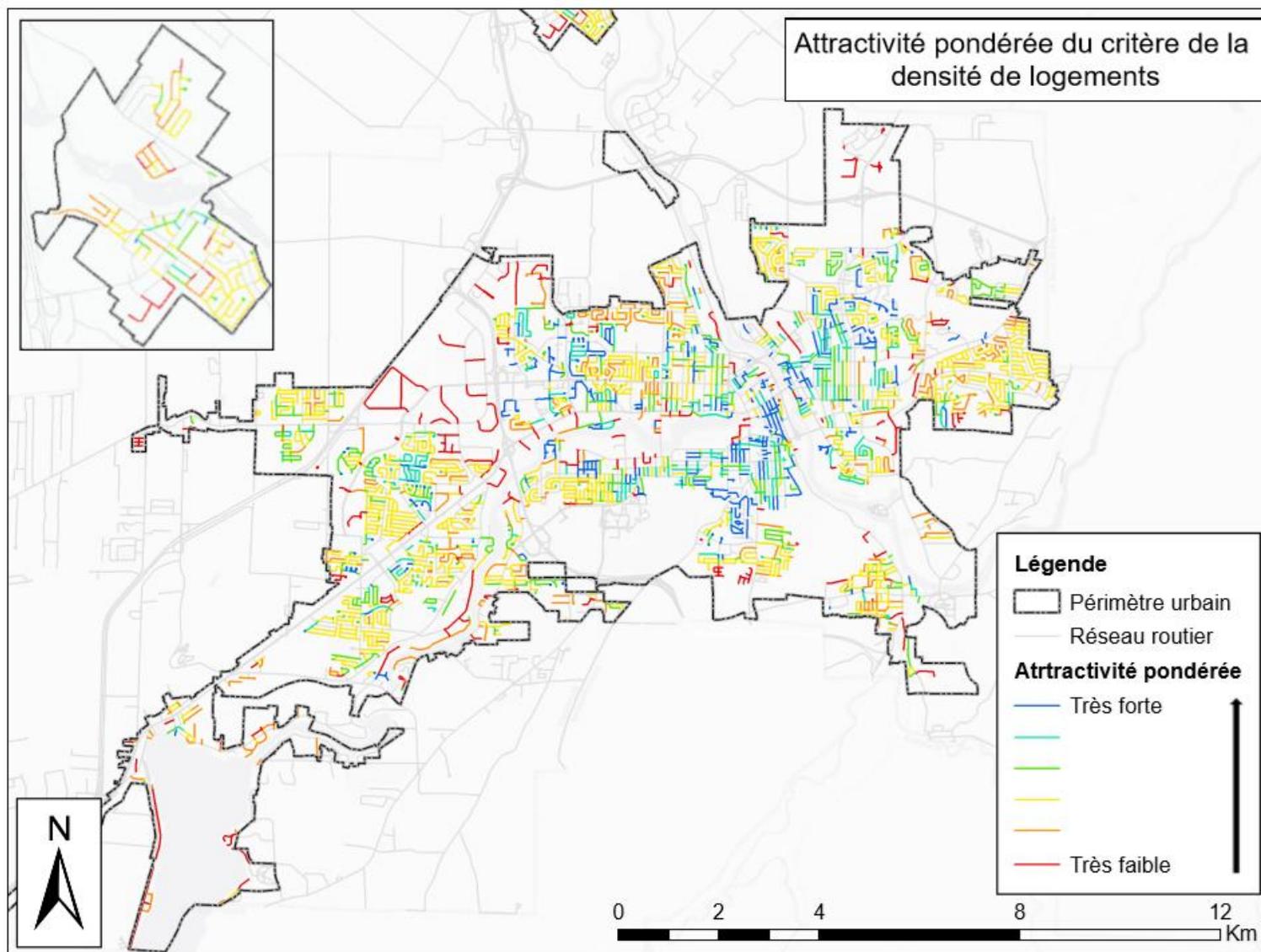


Figure 19 : Attractivité pondérée des segments de rue selon leur densité de logements



Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

3.2.8 Critère : Indice de défavorisation matérielle et sociale (Dimension sociale)

3.2.8.1 Objectif

Prioriser l'aménagement de rues partagées dans les secteurs les plus défavorisés de la ville. Par exemple, sur la base unique de ce critère, une rue A affichant un indice de défavorisation de T5 serait préférée pour un réaménagement en rue partagée à une rue B affichant un indice de défavorisation de T1 (voir tableau 6).

Tableau 6 : Définition des différents échelons d'indice de défavorisation selon l'INSPQ

Abréviation (quintile)	Définition
T5	Aire de diffusion matériellement et socialement très défavorisée
T4	Aire de diffusion avec tendance à la défavorisation
T3	Aire de diffusion favorisée sur une dimension mais défavorisée sur l'autre
T2	Aire de diffusion avec tendance à la favorisation
T1	Aire de diffusion matériellement et socialement très favorisée

Source : INSPQ, 2019c.

3.2.8.2 Définition

L'indice de défavorisation matérielle et sociale est un indicateur pour rendre compte des inégalités sociales de santé au sein de la population. Il se base sur les caractéristiques socioéconomiques du milieu de vie (INSPQ, 2020). Cet indice est constitué de deux volets : matériel et social. La défavorisation matérielle renvoie à la privation de biens et de commodités de la vie courante alors que la défavorisation sociale renvoie à la fragilité du réseau social, de la famille à la communauté.

Pour calculer l'indice de défavorisation d'un milieu, six indicateurs sont observés. Les trois premiers indicateurs sont relatifs à la défavorisation matérielle alors que les trois derniers sont relatifs à la défavorisation sociale (INSPQ, 2019a; INSPQ, 2019b) :

- 1- La proportion de personnes de 15 ans et plus sans certificat ou diplôme d'étude secondaire;
- 2- La proportion des personnes occupées (ayant un emploi) chez les 15 ans et plus;
- 3- Le revenu moyen des personnes de 15 ans et plus;
- 4- La proportion de personnes de 15 ans et plus vivant seules dans leur domicile;
- 5- La proportion de personnes de 15 ans et plus séparées, divorcées ou veuves;
- 6- La proportion de familles monoparentales.

Dépendamment de leur situation face à chacun de ces six indicateurs, chaque secteur se voit attribuer un indice illustrant sa position quant à son niveau de défavorisation matérielle et à son niveau de défavorisation sociale. Il est possible, par la suite, de combiner ces deux indices pour en faire un indice unique représentant l'indice de défavorisation global d'un secteur. L'INSPQ propose différents modes de combinaison à cet effet (INSPQ, 2019c).

L'adoption de ce critère s'avérerait pertinent pour la ville, car l'aménagement de rues partagées peut permettre à certaines personnes plus défavorisées n'ayant pas, par exemple, de terrains privés, d'avoir accès à un espace sécuritaire leur permettant de socialiser, de se détendre ou d'entreprendre des activités qu'ils ne pourraient autrement peut-être pas réaliser. La considération de la défavorisation dans les analyses a ainsi permis aux professionnels de cibler les segments de rue habités par des gens pour qui les

bénéfices de l'aménagement de rues partagées pourraient être plus marqués que pour d'autres citoyens issus de milieux plus favorisés (bien que l'aménagement de rues partagées pourrait toujours être bénéfique même pour les populations plus aisées).

3.2.8.3 Données fournies et traitements effectués

Pour analyser l'indice de défavorisation propre à chaque segment de rue, la couche de données *AD_2016_IndDef* disponible sur le portail de *Données Québec* a été utilisée. Les aires de diffusion de cette couche contenant les informations relatives aux indices de défavorisation combinés selon le regroupement 2 (version locale CLSC) présenté dans le document de référence *Indice de défavorisation matérielle et sociale de 2016 – Description des variables* de l'INSPQ (INSPQ, 2019c) ont été jointes spatialement aux segments de rue à l'étude. Ainsi, chaque segment de rue s'est vu attribuer l'indice de défavorisation combiné selon le regroupement 2 de l'aire de diffusion dans laquelle il se situe. Si un segment de rue chevauche deux aires de diffusion, ce sont les données de l'aire de diffusion dans laquelle le segment de rue a son point milieu qui lui ont été attribuées.

À noter qu'au sein des données utilisées, 17 aires de diffusion ne possédaient aucune information relative à l'indice de défavorisation. Ces 17 aires de diffusion ont ainsi été identifiées, puis il a été demandé aux professionnels de la ville de les trier, au meilleur de leur connaissance du territoire, dans l'échelon d'indice de défavorisation s'appliquant le mieux à leur situation (selon le tableau 6).

3.2.8.4 Résultats

L'échelle d'attractivité développée pour ce critère par les professionnels de la ville est présentée à la figure 20. Le repère « neutre » pour ce critère est un segment de rue situé dans une aire de diffusion favorisée sur une dimension mais défavorisée sur l'autre et le repère « bon » est un segment de rue situé dans une aire de diffusion avec une tendance à la défavorisation. La carte présentée à la figure 21 illustre le résultat du pointage d'attractivité obtenu par chaque segment de rue (selon l'échelle de la figure 20) multiplié par la pondération du critère.

Figure 20 : Échelle de préférence pour le critère de l'indice de défavorisation

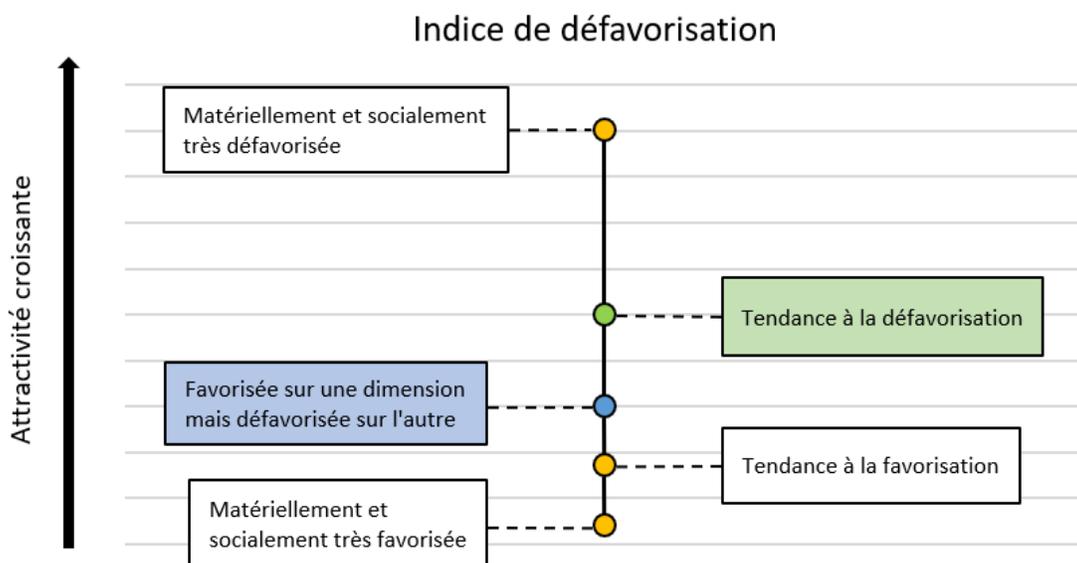
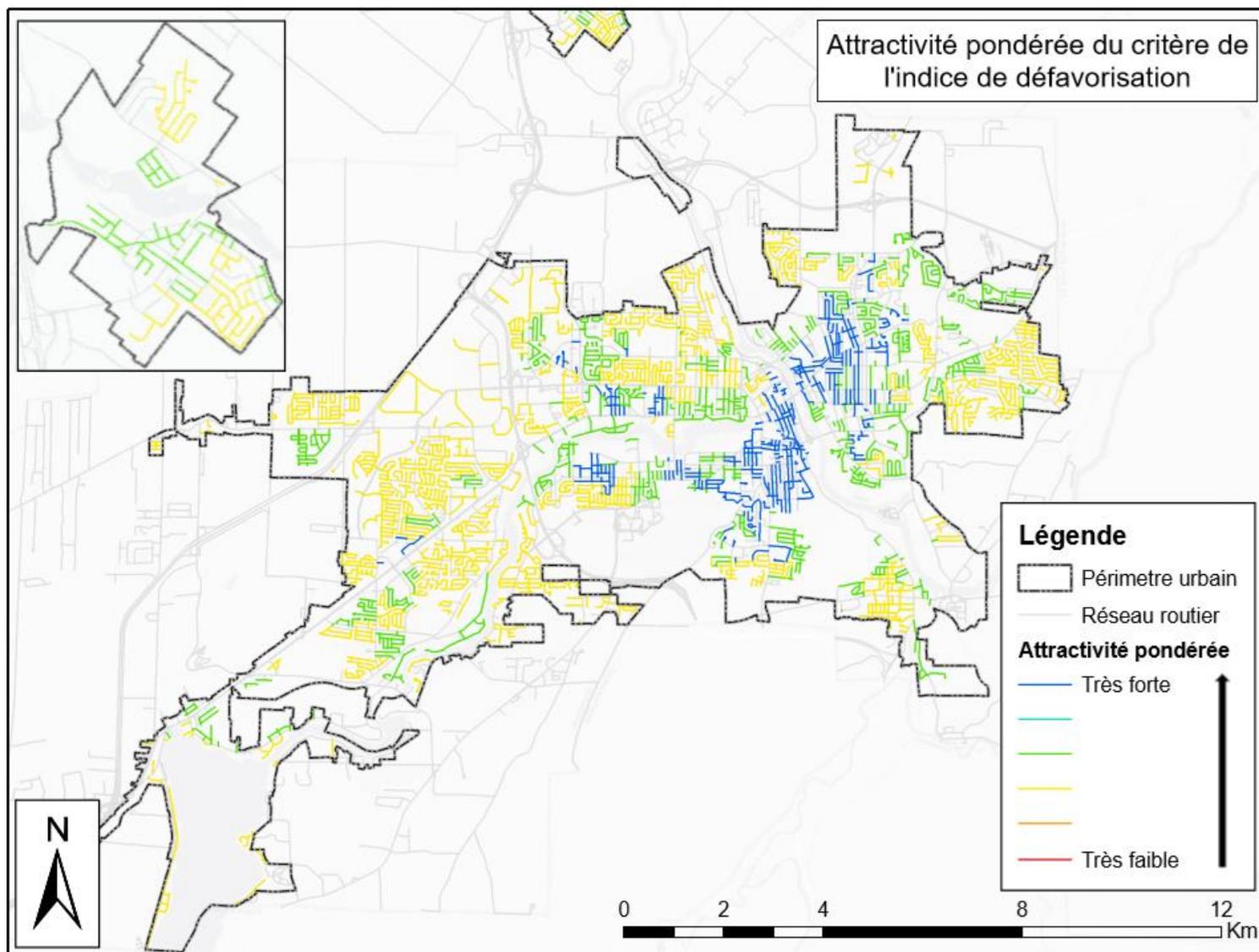


Figure 21 : Attractivité pondérée des segments de rue selon leur indice de défavorisation



Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

3.2.9 Critère : Engagement citoyen (Dimension sociale)

3.2.9.1 Objectif

Prioriser l'aménagement de rues partagées sur les segments de rue présentant un fort engagement citoyen. Par exemple, sur la base unique de ce critère, une rue A ayant accueilli une fête de voisinage en 2019 et accueillant un organisme de loisirs et de vie communautaire (fort engagement citoyen) serait préférée, pour un réaménagement en rue partagée, à une rue B n'ayant accueilli aucune fête de voisinage en 2019 et n'accueillant aucun organisme de loisirs ou de vie communautaire (faible engagement citoyen).

3.2.9.2 Définition

Pour ce critère, l'engagement citoyen est défini par la tenue ou non de fêtes de voisinage en 2019 dans les rues de la ville et par la présence ou l'absence d'organismes de loisirs et de vie communautaire sur ces mêmes segments de rue.

Dépendamment de la situation de chaque segment face à ces deux aspects, quatre échelons sur ce critère étaient possibles : (1) un segment de rue n'ayant eu aucune fête de voisinage enregistrée et n'accueillant aucun organisme favorisant la vie sociale, (2) un segment de rue n'ayant eu aucune fête de voisinage enregistrée mais accueillant un ou des organisme(s) favorisant la vie sociale, (3) un segment de rue ayant eu une ou des fête(s) de voisinage enregistrée(s) mais n'accueillant aucun organisme favorisant la vie sociale et (4) un segment de rue ayant eu une ou des fête(s) de voisinage enregistrée(s) et accueillant un ou des organisme(s) favorisant la vie sociale.

L'adoption de ce critère s'avérait pertinent pour la ville, car l'implantation d'une rue partagée implique une prise en compte de l'aspect social d'un milieu. En effet, des événements publics peuvent par exemple être organisés dans des rues partagées, et les citoyens sont encouragés à s'approprier ces rues. Ainsi, les rues ayant déjà fait preuve d'une mobilisation citoyenne auparavant (par les fêtes de voisinage) et accueillant des organismes de loisirs et de vie communautaire représentaient de bons indicateurs quant aux endroits où l'engagement social des citoyens est plus manifeste, et donc plus intéressant pour y implanter de nouvelles rues partagées.

3.2.9.3 Données fournies et traitements effectués

Pour analyser l'engagement citoyen propre à chaque segment de rue, les documents Excel *Données* (contenant les informations sur les fêtes de voisinage) et *Organismes_admis SSCVC-ARR* (contenant les informations sur l'emplacement des organismes de loisirs et de vie communautaire) envoyés par la Ville ont été utilisés. Tel que recommandé par la Ville, seules les fêtes de voisinage s'étant déroulées en 2019 ont été considérées pour les analyses. De même, seuls les organismes catégorisés comme faisant partie de la division *Loisirs et vie communautaire* du document *Organismes_admis SSCVC-ARR* ont été retenus pour les analyses, toujours selon les recommandations formulées par la Ville à cet égard.

Pour identifier les rues ayant accueilli une ou des fête(s) de voisinage au cours de l'année 2019, un localisateur d'adresses, construit en ayant pour données de référence la couche *SegmentRue*, a été créé dans ArcGIS. À l'aide de ce localisateur d'adresses élaboré à partir du réseau routier et des adresses civiques de la ville, les informations du document Excel *Données* identifiant où se sont déroulées les fêtes de voisinage en 2019 ont été géocodées. Une nouvelle couche d'entités ponctuelles a ainsi été créée suite à ce géocodage, chaque point étant situé sur une rue ayant accueilli une ou des fête(s) de voisinage selon les données contenues dans le document Excel *Données*. Une jointure spatiale entre ces points et les

segments de rue à l'étude a ensuite pu être effectuée pour permettre d'identifier les rues ayant accueilli une fête de voisinage en 2019 et celles n'en ayant eu aucune.

Pour identifier les rues où des organismes de loisirs et de vie communautaire sont présents, la même procédure utilisée pour les fêtes de voisinage a été employée. Un second localisateur d'adresses, construit en ayant pour données de référence la couche *SegmentRue*, a ainsi été créé. À l'aide de ce localisateur, les informations présentes dans la table *Organismes_admis SSCVC-ARR* ont pu être géocodées. Une nouvelle couche d'entités ponctuelles a été créée, chaque point étant situé sur un segment de rue accueillant un organisme selon les données contenues dans le document Excel *Organismes_admis SSCVC-ARR*. Une jointure spatiale entre ces points et les segments de rue à l'étude a ensuite été effectuée pour permettre d'identifier les rues accueillant un ou des organisme(s) de loisirs et de vie communautaire et celles n'en ayant aucun.

À l'aide de ces deux informations, une jointure a pu être effectuée pour que ces deux éléments (fêtes et organismes) se retrouvent dans une même couche pour chaque segment de rue. Un traitement visant à assigner une valeur entre 1 et 4 (tel que décrit à la section précédente *Définition*) à chaque segment de rue a finalement été effectué pour obtenir les valeurs finales de l'engagement citoyen.

3.2.9.4 Résultats

L'échelle d'attractivité développée pour ce critère par les professionnels de la ville est présentée à la figure 22. Le repère « neutre » pour ce critère est un segment n'ayant eu aucune fête de voisinage en 2019 et n'accueillant aucun organisme de loisirs et de vie communautaire alors que le repère « bon » est un segment de rue n'ayant eu aucune fête de voisinage en 2019 mais accueillant un (ou des) organisme(s) de loisirs et de vie communautaire. La carte présentée à la figure 23 illustre le résultat du pointage d'attractivité obtenu par chaque segment de rue (selon l'échelle de la figure 22) multiplié par la pondération du critère.

Figure 22 : Échelle d'attractivité pour le critère de l'engagement citoyen

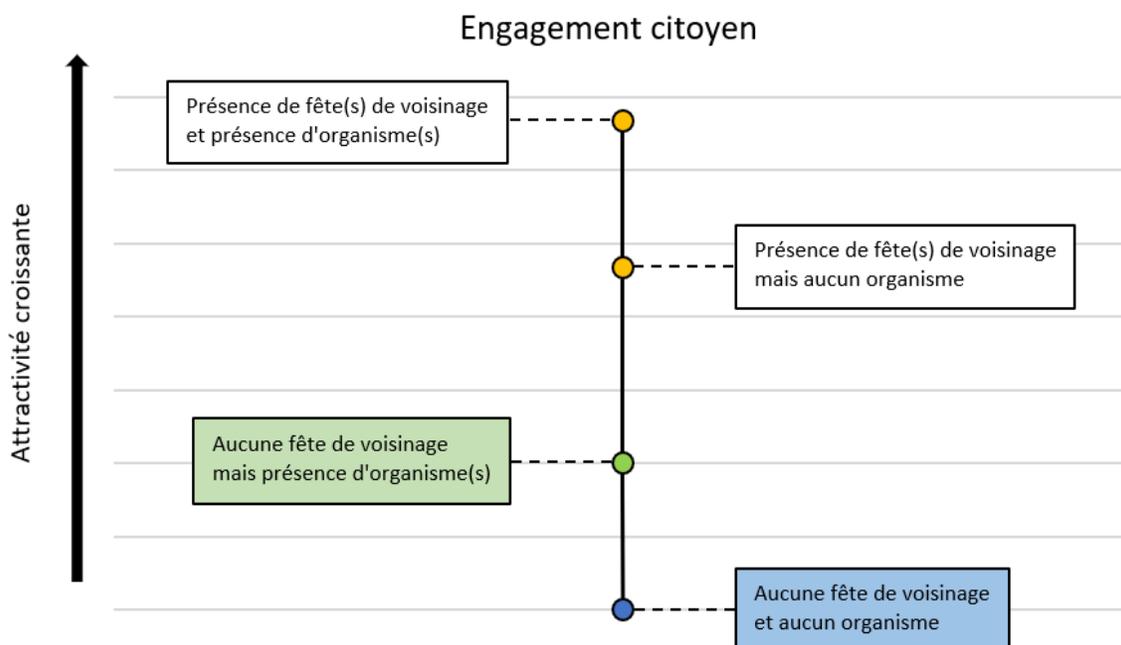
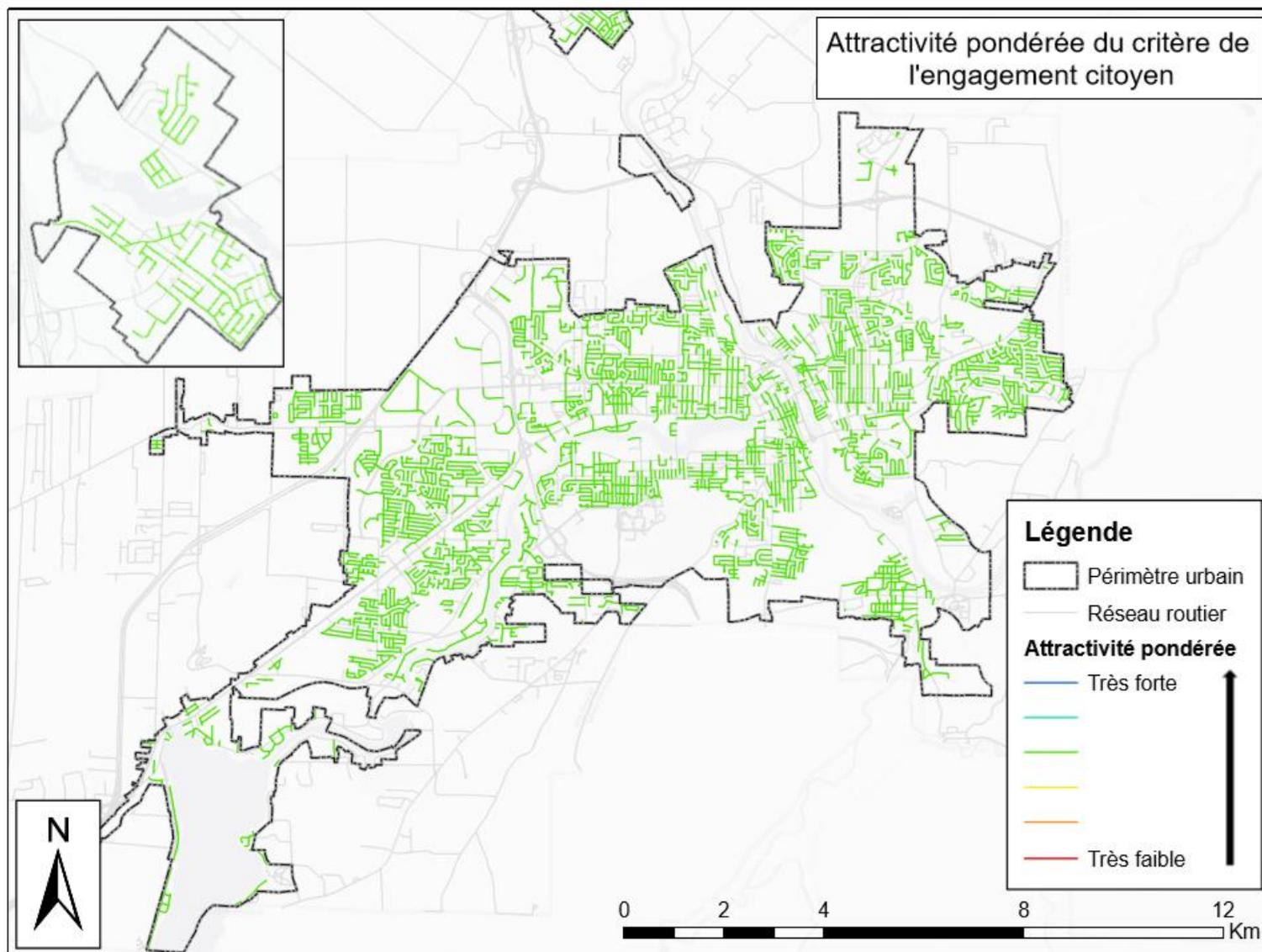


Figure 23 : Attractivité pondérée des segments de rue selon leur niveau d'engagement citoyen



Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

3.3 Résumé des données fournies et utilisées pour les critères retenus

Le tableau 7 résume les données qui ont été fournies par la Ville de Sherbrooke ainsi que les données utilisées qui étaient disponibles sur le portail de données ouvertes de la ville, sur *Données Québec* et sur *Forêt Ouverte*. Pour chaque fichier, la base de données ou le dossier parent est identifié, le format du fichier est spécifié, et la personne qui a fourni les données est indiquée.

Tableau 7 : Résumé des données fournies et utilisées par l'équipe de l'Université Laval

Critère	Base de données ou dossier	Nom du fichier	Format	Responsable(s) des données	Date
Visibilité	Données ouvertes Sherbrooke	Courbes_de_niveau_et_modèle_numérique_d'élévation_MNE	Shapefile Feature Class	André Corriveau	07-03-2020
Connectivité	RuePartage.gdb	SegmentRue	Shapefile Feature Class	André Corriveau	01-04-2020
		Chausse_L			
		ReseauMultimodal			
Proximité à des bâtiments publics et/ou une aire aménagée	Document Excel	Copie de 2020_07_16_batiment_public	Excel (xlsx)	Jérémy Dépault	17-07-2020
	Données ouvertes Sherbrooke	Aires_aménagées	Shapefile Feature Class	André Corriveau	12-11-2020
Proximité aux arrêts de transport en commun	RuePartage.gdb	Arret_STS	File Geodatabase Feature Class	André Corriveau	01-04-2020
Réseau cyclable et réseau piétonnier	RuePartage.gdb	PisteCyclable	File Geodatabase Feature Class	André Corriveau	01-04-2020
		ReseauMultimodal			
Indice canopée	Données ouvertes Forêt Ouverte	ModeleHauteurCanope_31H08SE	Matricielle	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs	26-05-2020
		ModeleHauteurCanope_31H08NE			
		ModeleHauteurCanope_21E05SO			
		ModeleHauteurCanope_21E05NO			
Densité de logements	exportaion20200616.gdb	ProprieteNombreLogArea	File Geodatabase Feature Class	François Fournier	18-06-2020
Indice de défavorisation matérielle et sociale	Données ouvertes Données Québec	AD_2016_IndDef	Shapefile Feature Class	INSPQ	04-04-2020
Engagement citoyen	Document Excel	Données	Excel (xlsx)	Caroline Proulx	18-08-2020
		Organismes_admis SSCVC-ARR			

3.4 Pondération et agrégation des critères

Après avoir construit une échelle d'attractivité pour chaque critère, une pondération a dû être assignée à chacun de ceux-ci par les professionnels. Pour ce faire, des paires d'options fictives correspondant à une performance neutre sur tous les critères, sauf un qui présente une performance bonne, ont été mises en comparaison. Les professionnels ont ensuite été interrogés, dans chaque mise en situation leur ayant été présentée, sur leur préférence pour le réaménagement de l'une des deux options en rue partagée. Ensuite, ils devaient qualifier la différence d'attractivité entre les deux options selon la même échelle sémantique utilisée préalablement (nulle, très faible, faible, modéré, forte, très forte et extrême).

À titre d'exemple, il a été demandé aux professionnels d'indiquer quelle situation ils préféraient entre un segment de rue « bon » par rapport à l'indice de défavorisation mais « neutre » sur tous les autres critères et un segment de rue « bon » par rapport à la connectivité mais « neutre » sur tous les autres critères. Les professionnels ont déclaré préférer un segment de rue « bon » par rapport à l'indice de défavorisation et ce, de façon modérée (voir figure 24). Tout au long de ce processus, le logiciel d'aide à la décision M-MACBETH utilisé en support assurait que les jugements exprimés par les professionnels étaient consistants. Dans le cas contraire, le logiciel identifiait les jugements inconsistants formulés par les professionnels et proposait des modifications pour que ces jugements redeviennent consistants et compatibles avec l'ensemble des jugements exprimés préalablement.

Figure 24 : Mise en situation - comparaison entre deux options fictives

The screenshot shows a software interface for comparing two options, A and B, based on different criteria. The interface is titled "Sélectionnez l'option la plus attractive".

Option A:

- défavorisation** (Indexe de défavorisation): AD avec tendance à la défavorisation
- Connectivite** (Connectivité): cds ou 1
- Autres critères**: référence inférieure

Option B:

- défavorisation** (Indexe de défavorisation): AD favorisée sur une dimension mais défavorisée sur l'autre
- Connectivite** (Connectivité): 0.75
- Autres critères**: référence inférieure

At the bottom, a button indicates "A et B également attractives".

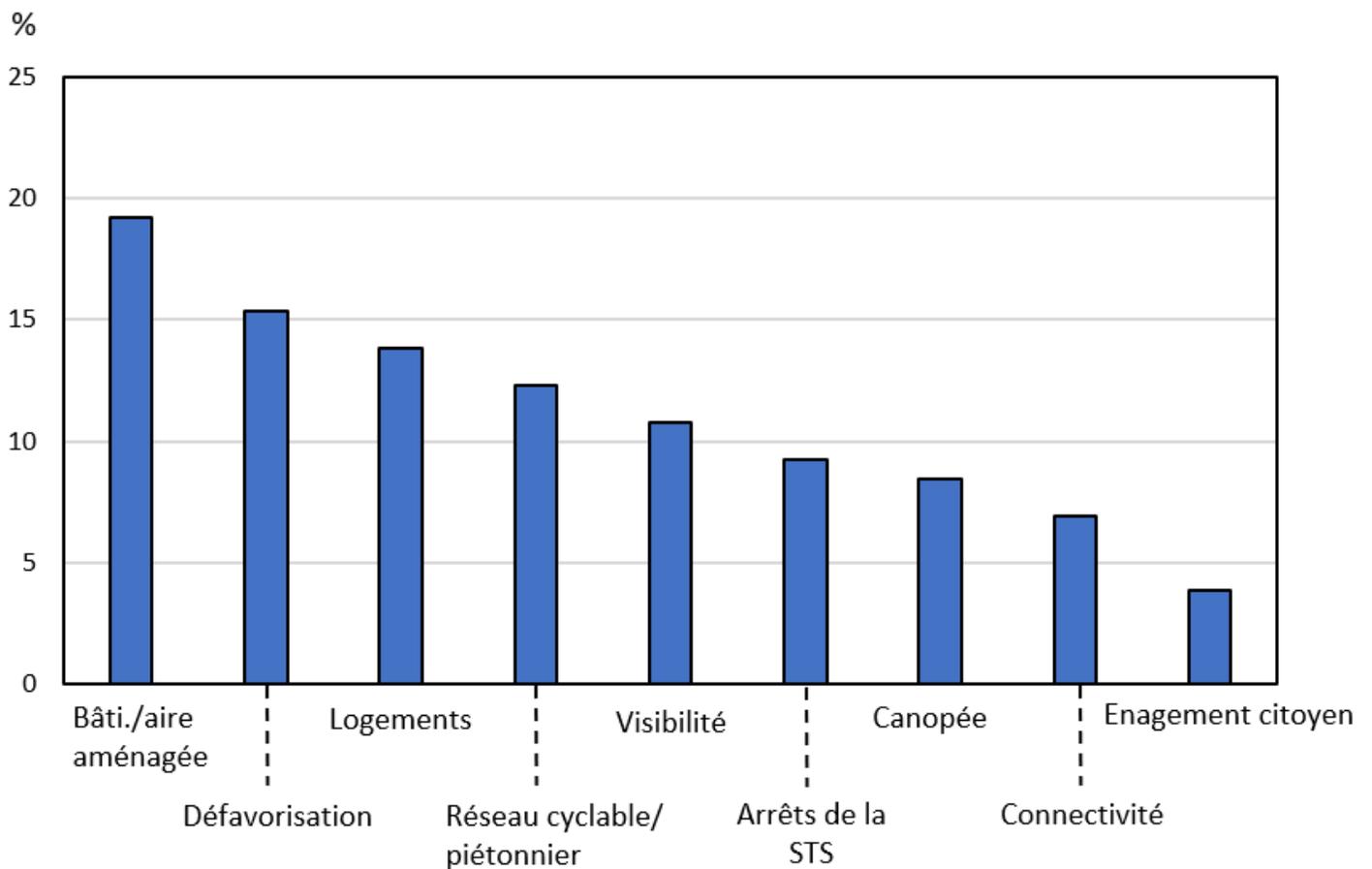
On the right side, there are buttons for "OK" and "Annuler", and a "Différence" scale with the following options:

- extrême
- tr. forte
- forte
- modérée
- faible
- tr. faible

Suite aux préférences exprimées par les professionnels quant à toutes les mises en situation fictives, la pondération de chaque critère a pu être calculée par le logiciel M-MACBETH et toutes les informations permettant d'appliquer le modèle multicritère aux options à l'étude étaient désormais disponibles. La figure 25 illustre la pondération en pourcentage obtenue par chaque critère.

Il est important de noter que la pondération obtenue par chaque critère ne représente pas leur niveau d'importance les uns par rapport aux autres. La pondération obtenue par chaque critère à l'issue de cet exercice représente plutôt l'importance relative non pas des critères, mais bien du passage, sur un critère, du point de référence « neutre » au point de référence « bon », par rapport au passage, sur un autre critère, du point de référence « neutre » au point de référence « bon ».

Figure 25 : Pondération des critères



4 Cartographie des résultats

Afin de traiter les données géospatiales nécessaires à l'analyse des différents critères et de représenter cartographiquement les résultats sur le territoire, le système d'information géographique ArcMap 10.7.1 (ArcGIS) a été utilisé. Un résumé des principales étapes effectuées dans ce logiciel est présenté aux lignes ci-dessous, mais il est possible de se référer au document complémentaire *Opérations réalisées dans ArcGIS pour l'analyse des critères de l'outil d'aide à la décision cartographique sur l'implantation de nouvelles rues partagées* (Cailhier et al., 2020) pour obtenir plus de détails sur les manipulations géomatiques effectuées pour le traitement de chaque critère.

Dans un premier temps, l'ensemble du réseau routier de la ville a été filtré dans le logiciel pour y exclure les segments de rue soumis aux contraintes exprimées par la Ville. Par la suite, divers traitements de données, propres à chaque critère, ont été effectués pour obtenir les différentes informations nécessaires à l'évaluation multicritère subséquente. Une fois ces différents traitements terminés et les données de chaque critère prêtes à être évaluées (ce que représentent les cartes de l'Annexe 1), une série d'outils développés par l'équipe de l'Université Laval pour faciliter l'application d'un modèle multicritère à des données géospatiales dans ArcGIS a été utilisée.

Tout d'abord, les valeurs d'attractivité des niveaux de performance de chaque critère ont été, avec la couche des segments de rue sur laquelle portait l'évaluation, enregistrées dans un outil personnalisé intégré manuellement dans le logiciel ArcGIS (Marleau Donais, Abi-Zeid et Lavoie, 2017). Cet outil spécifique de traitement de données a été développé à l'interne par des membres de l'équipe de l'Université Laval. L'utilisation de cet outil a permis d'associer automatiquement, pour chaque segment de rue à l'étude, son nombre de points d'attractivité pour chaque critère. Ce nombre de points d'attractivité obtenu par chaque segment de rue sur chaque critère a ensuite été multiplié, à l'aide d'un second outil maison intégré manuellement dans le logiciel ArcGIS, par la pondération respective de chaque critère. Les résultats pondérés des segments de rue pour chaque critère ont ensuite été additionnés pour obtenir le score d'attractivité global de chaque segment.

Une carte finale, affichant le pointage total de chaque segment de rue tous critères confondus, a ainsi été créée et constitue l'outil d'aide à la décision spatial. Cette procédure a permis de révéler, à l'échelle de la ville, quels segments de rue présentent les plus hauts potentiels pour un réaménagement en rue partagée et quels segments affichent, au contraire, les plus bas potentiels (voir carte 4.1). Les intervalles de scores finaux d'attractivité utilisés pour constituer le code de couleurs représenté sur la carte finale à l'échelle de la ville sont précisées au tableau 8.

Tableau 8 : Définition du code de couleur de la carte de résultats finaux à l'échelle de la ville

Couleur	Étendue du score final d'attractivité
Bleu	125 et plus
Vert	75 à 124,99
Jaune	0 à 74,99
Orange	-0,01 à -74,99
Rouge	-75 et moins

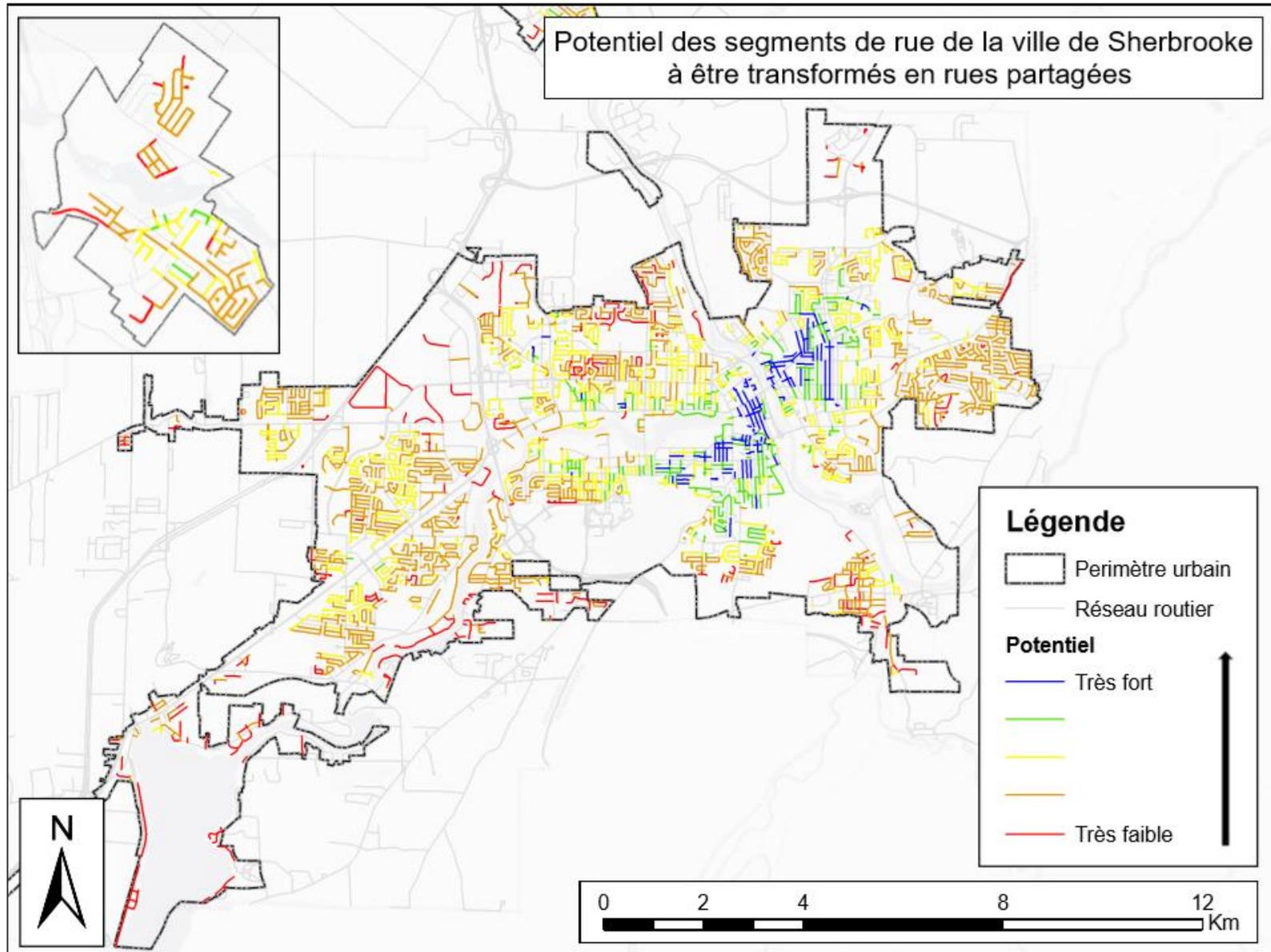
Sans surprise, un grand nombre de segments de rue situés dans les secteurs centraux présentent un haut potentiel alors que le potentiel des segments de rue situés en périphérie est plus faible. Toutefois, la comparaison de segments de rue à l'échelle de la ville ne semble pas être une approche à privilégier. En effet, les professionnels de la ville ont exprimé que chaque communauté locale possède ses dynamiques propres les rendant difficilement comparables et qu'il serait ainsi plus pertinent de présenter les résultats de l'analyse à l'échelle des communautés. Par conséquent, les résultats cartographiques ont été fractionnés au niveau des communautés (voir les sections 4.1.1 à 4.1.33) pour illustrer l'attractivité de réaménager les différents segments de rue en rues partagées non pas à l'échelle de la ville entière, mais plutôt à l'échelle de ses 33 communautés. L'utilisation d'une échelle de comparaison au niveau des communautés permet ainsi de cibler les segments de rues à haut potentiel dans chaque secteur de la ville, et d'ainsi favoriser une répartition plus équitable des ressources sur l'ensemble du territoire.

Le code de couleurs utilisé pour les cartes à l'échelle des communautés représente des quintiles (voir tableau 9). La couleur caractérisant chaque segment de rue illustre le quintile auquel il appartient considérant l'ensemble des résultats obtenus par les autres segments de rue de la même communauté.

Tableau 9 : Définition du code de couleur des cartes de résultats finaux à l'échelle des communautés

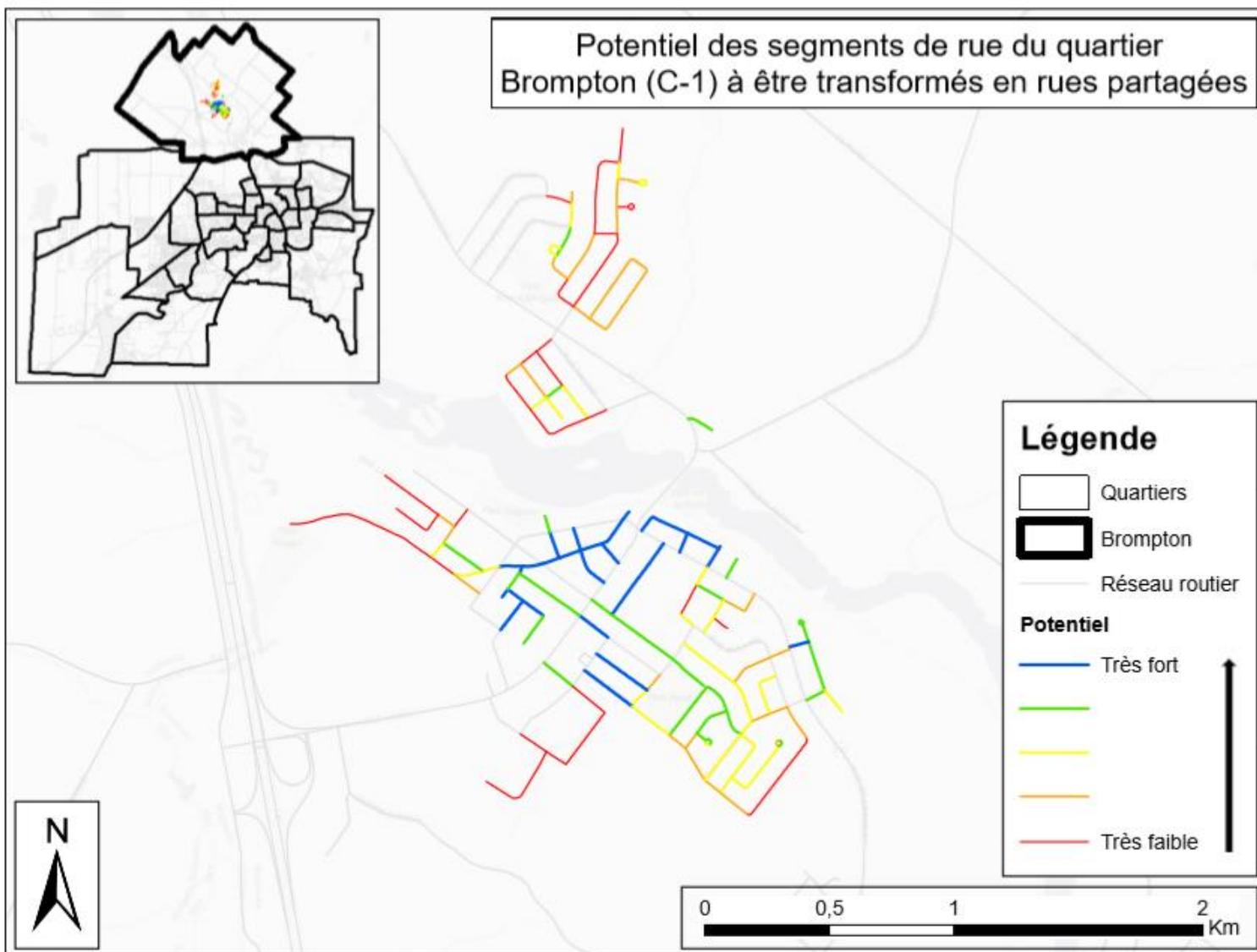
Couleur	Quintile correspondant
Bleu	1 ^{er} quintile
Vert	2 ^{ème} quintile
Jaune	3 ^{ème} quintile
Orange	4 ^{ème} quintile
Rouge	5 ^{ème} quintile

4.1 Carte finale représentant le potentiel des segments de rue à être transformés en rues partagées à l'échelle de la ville



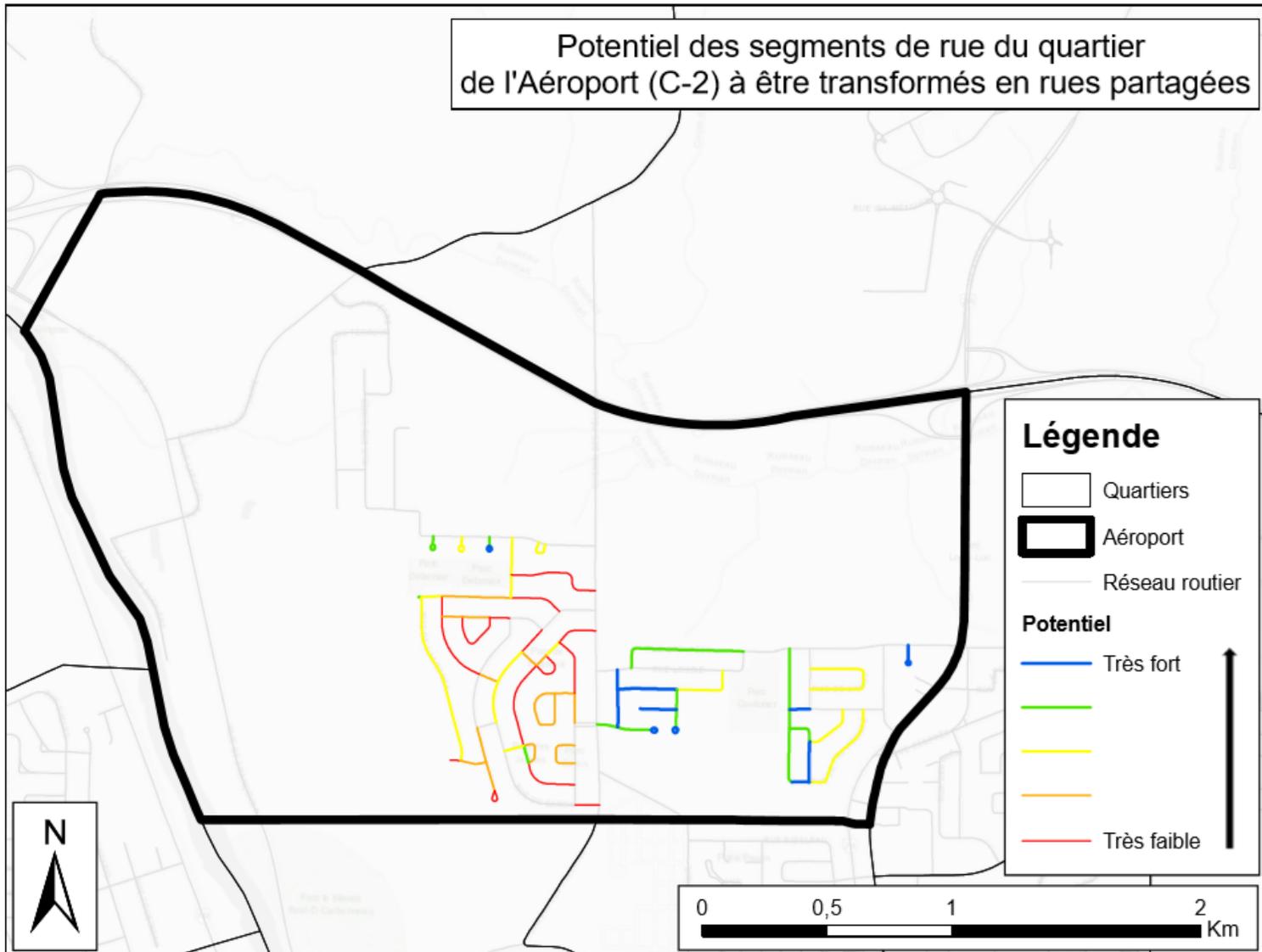
Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.1 Communauté de Brompton (C-1)



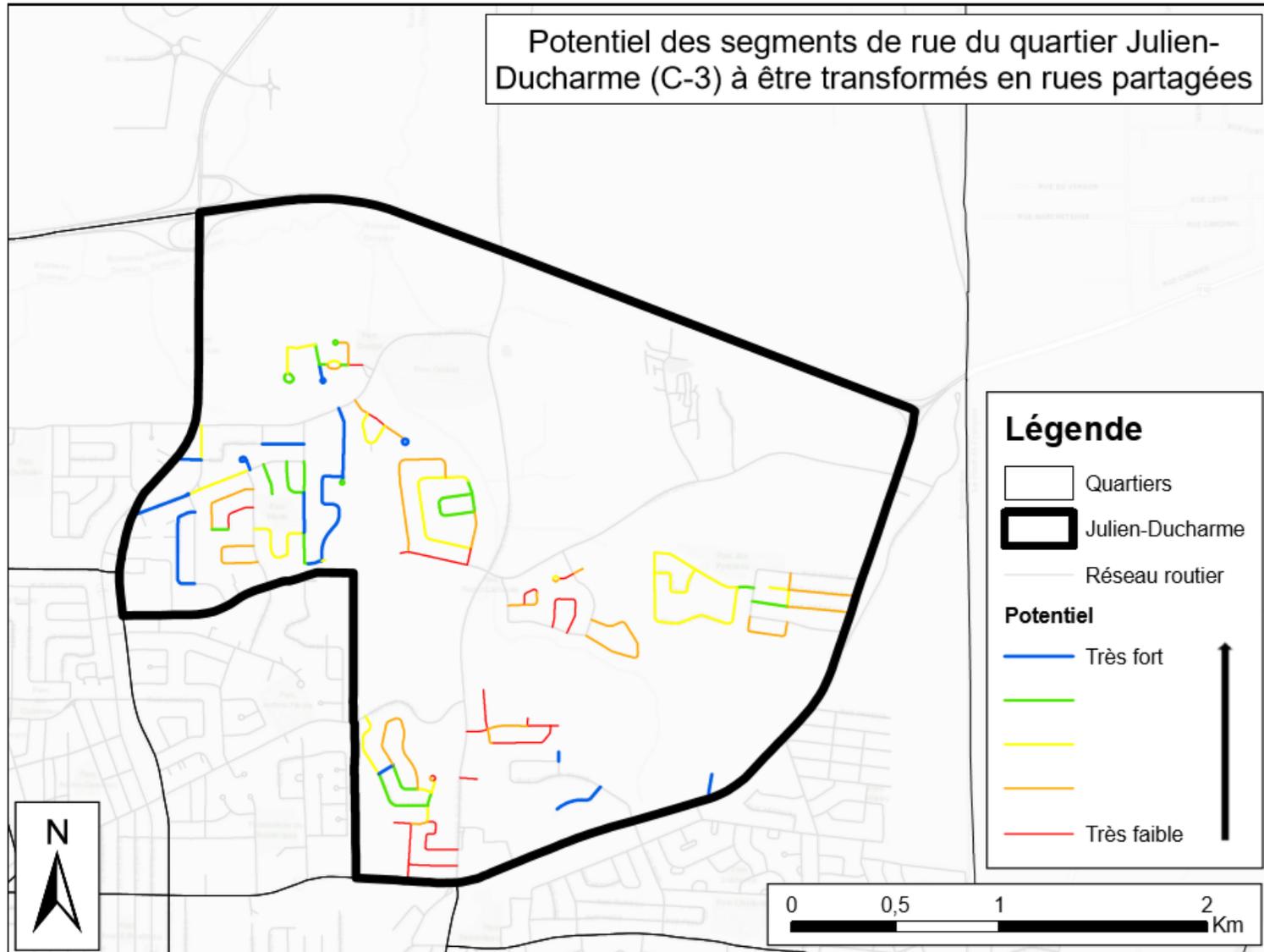
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.2 Communauté de l'Aéroport (C-2)



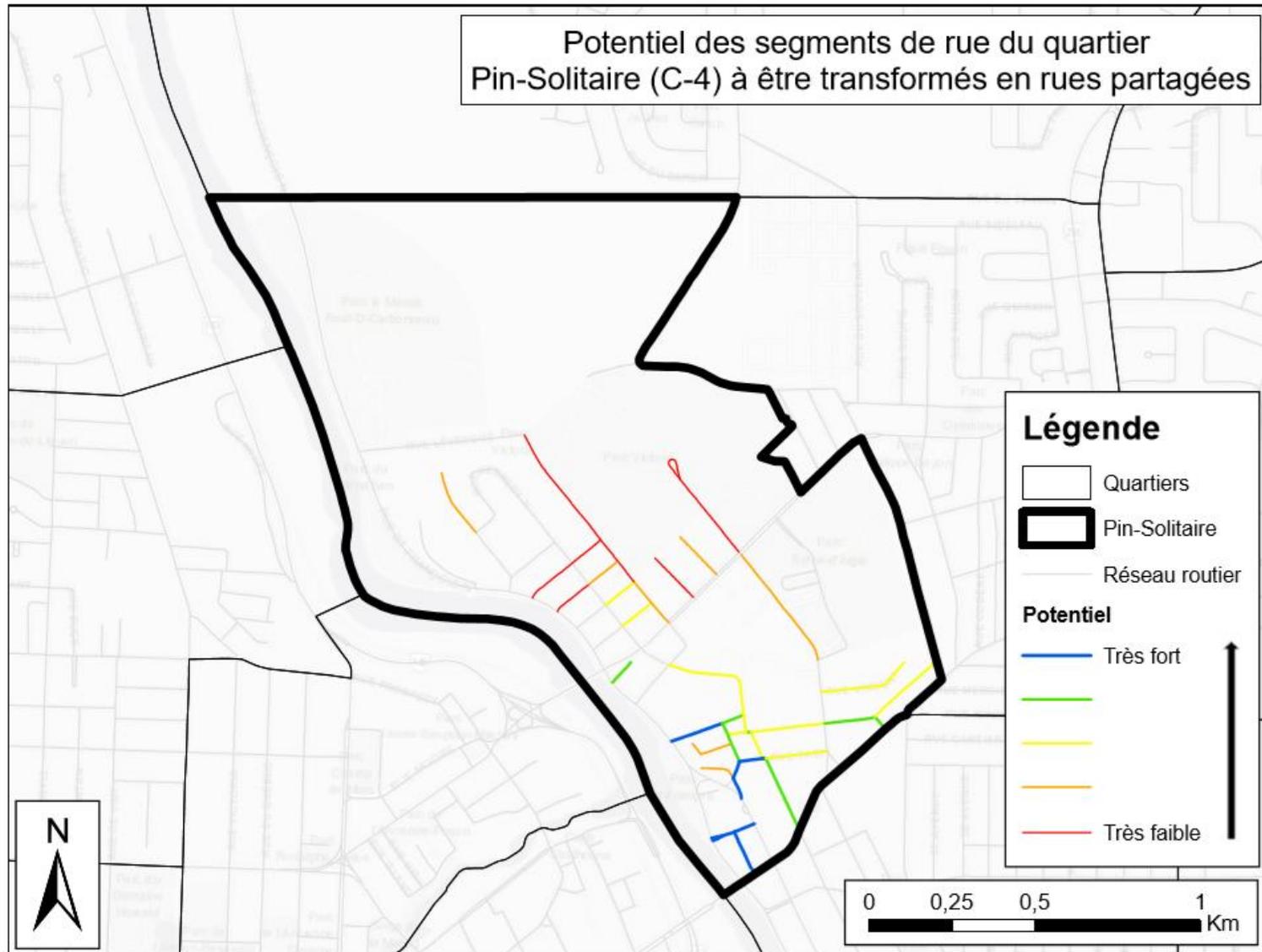
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.3 Communauté de Julien-Ducharme (C-3)



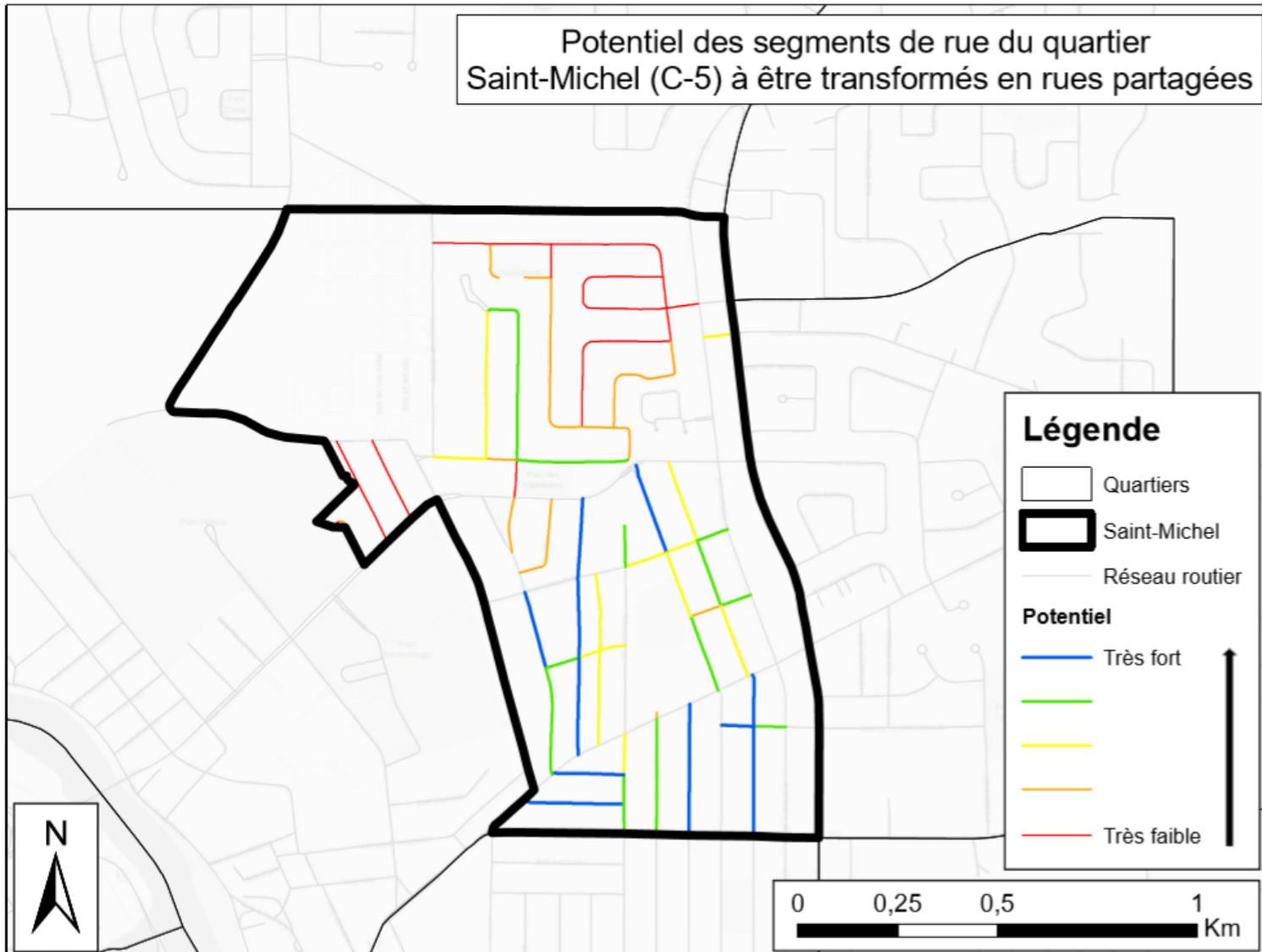
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.4 Communauté du Pin-Solitaire (C-4)



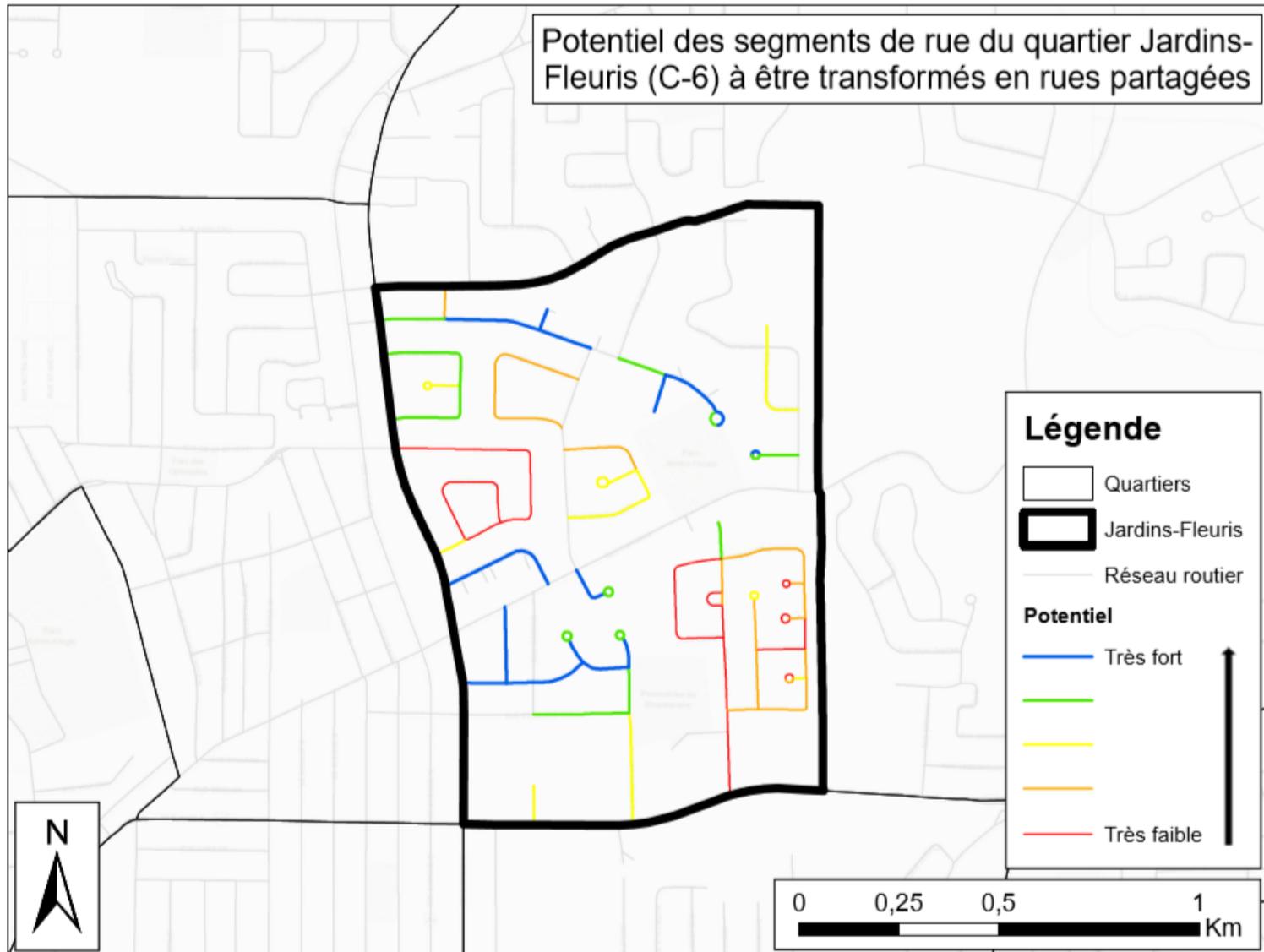
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.5 Communauté de Saint-Michel (C-5)



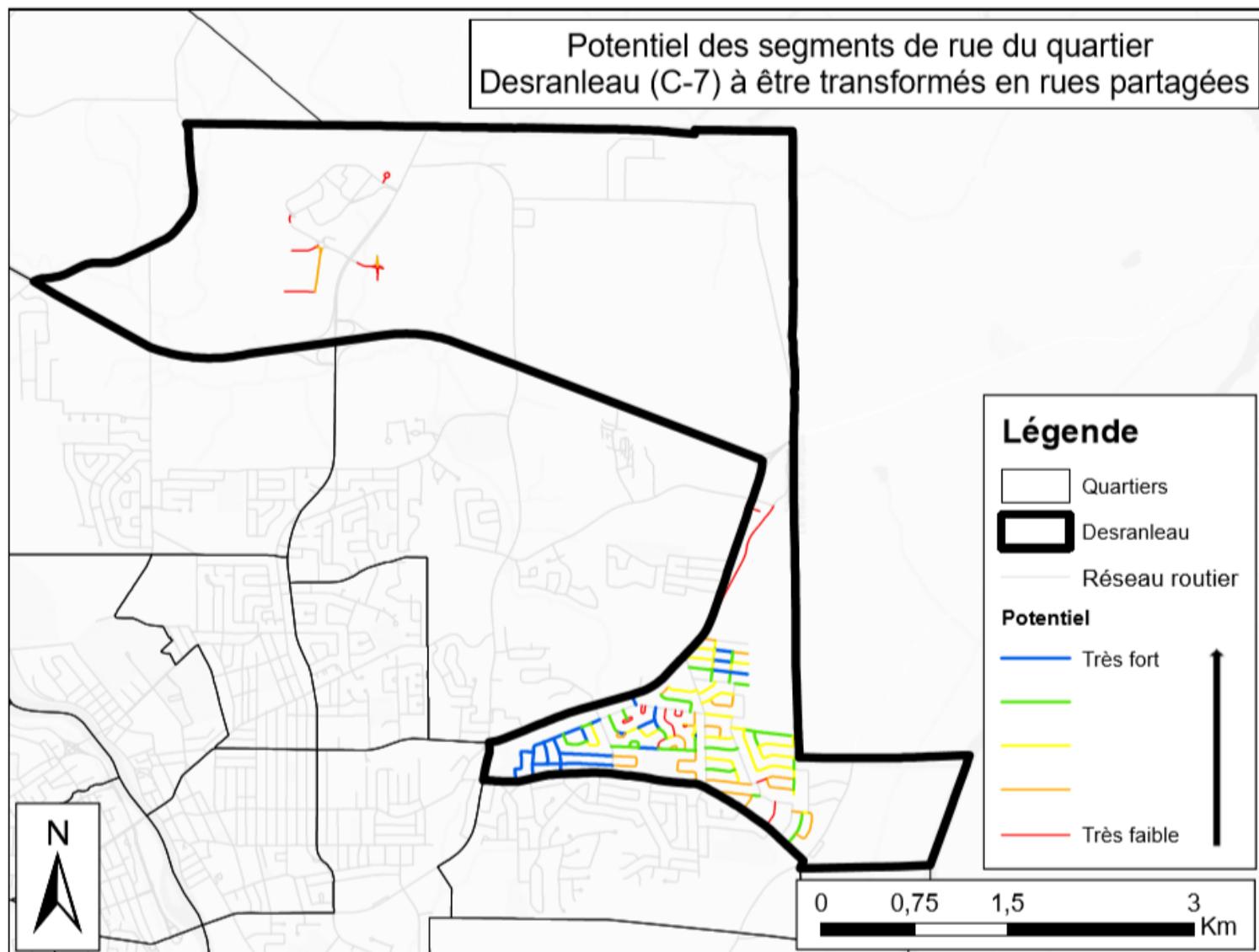
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.6 Communauté des Jardins-Fleuris (C-6)



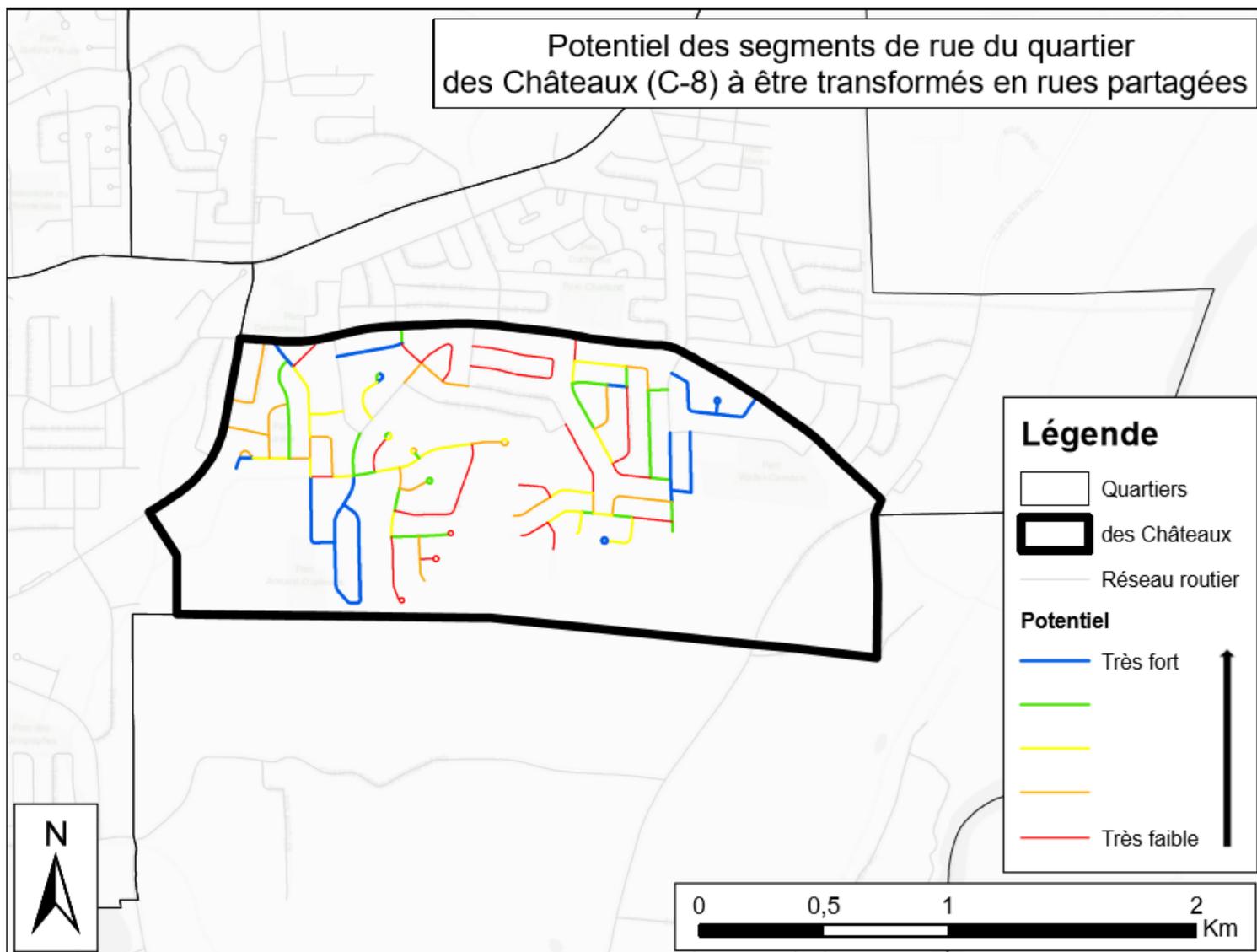
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.7 Communauté de Desranleau (C-7)



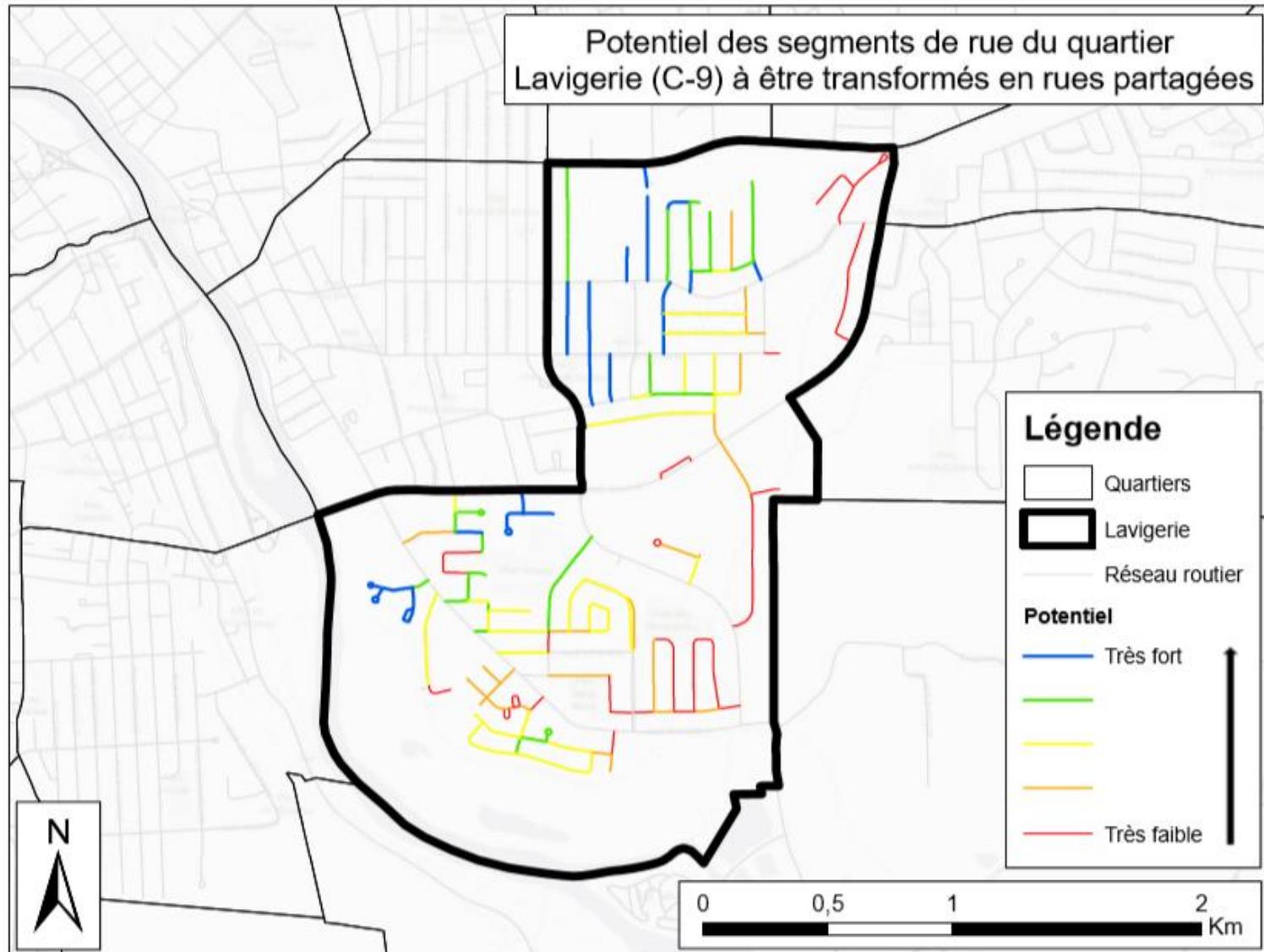
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.8 Communauté des Châteaux (C-8)



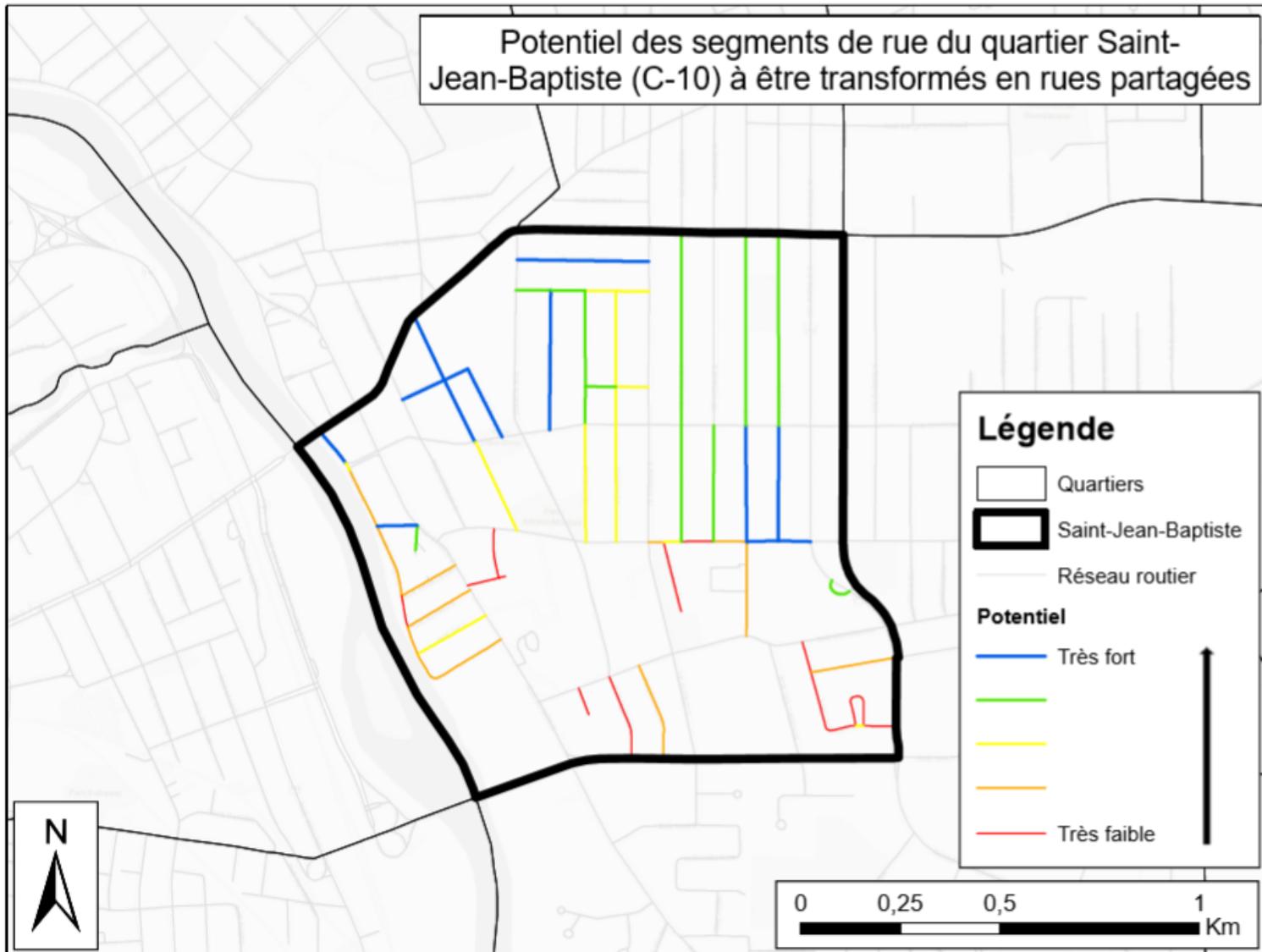
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.9 Communauté de Lavigerie (C-9)



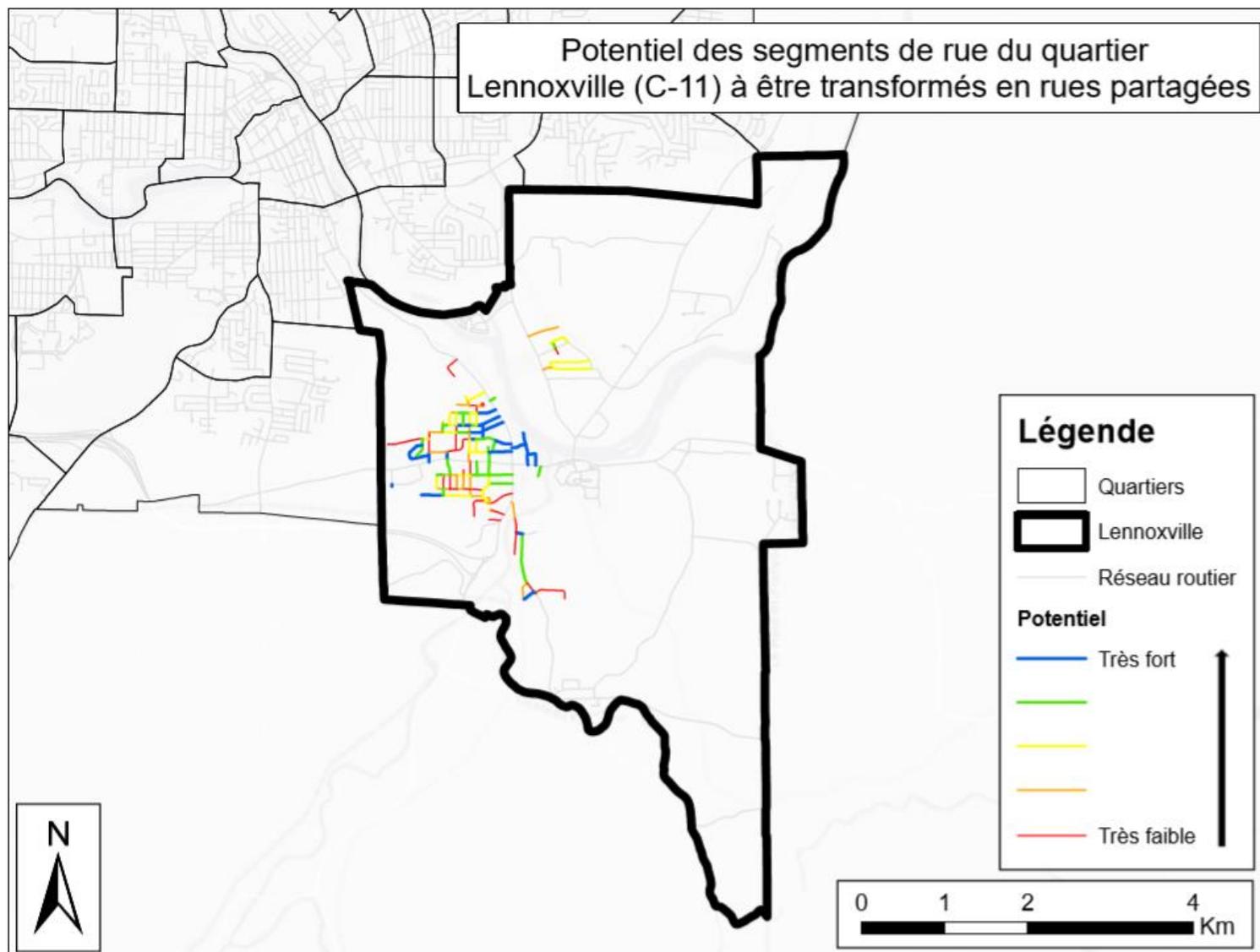
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.10 Communauté de Saint-Jean-Baptiste (C-10)



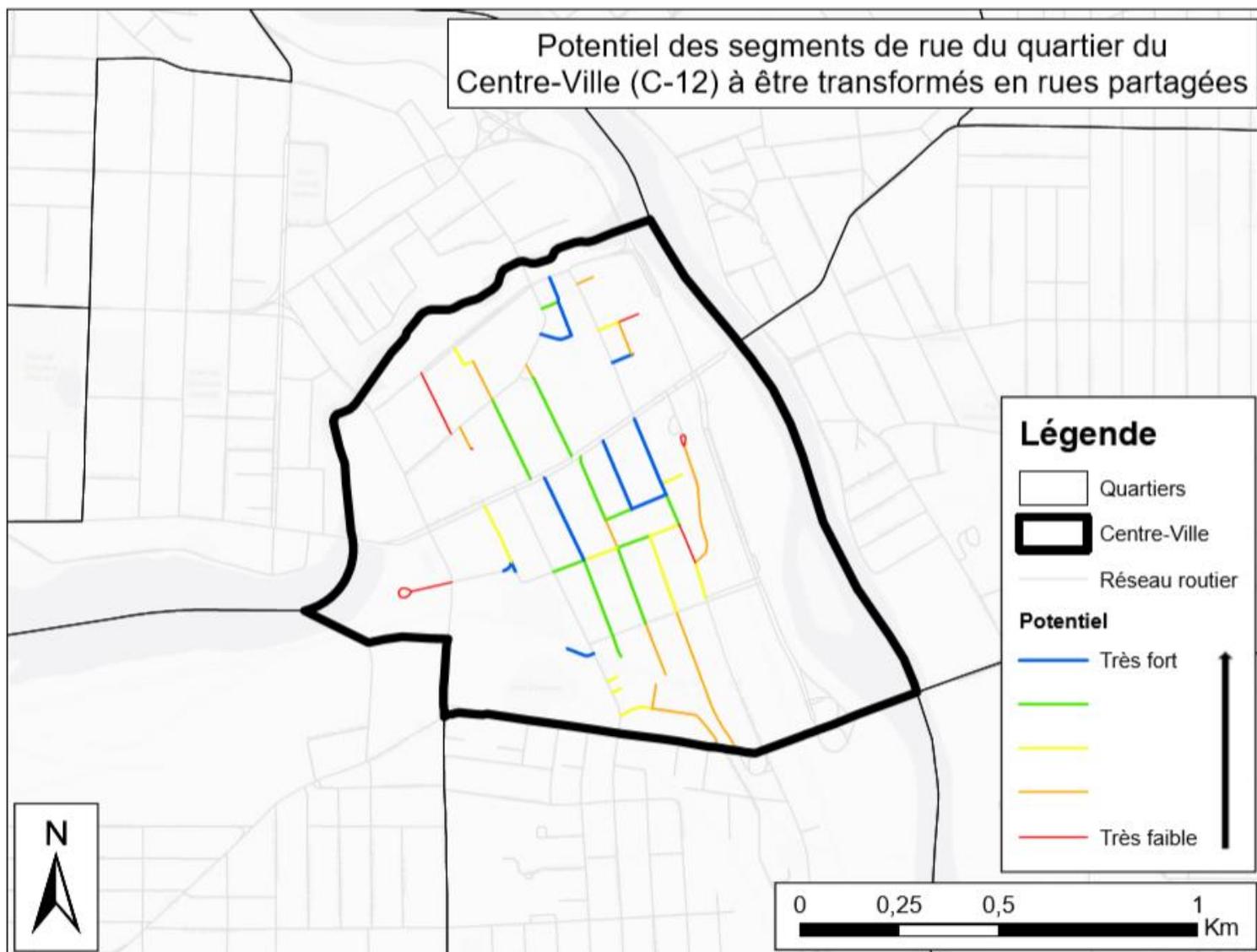
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.11 Communauté de Lennoxville (C-11)



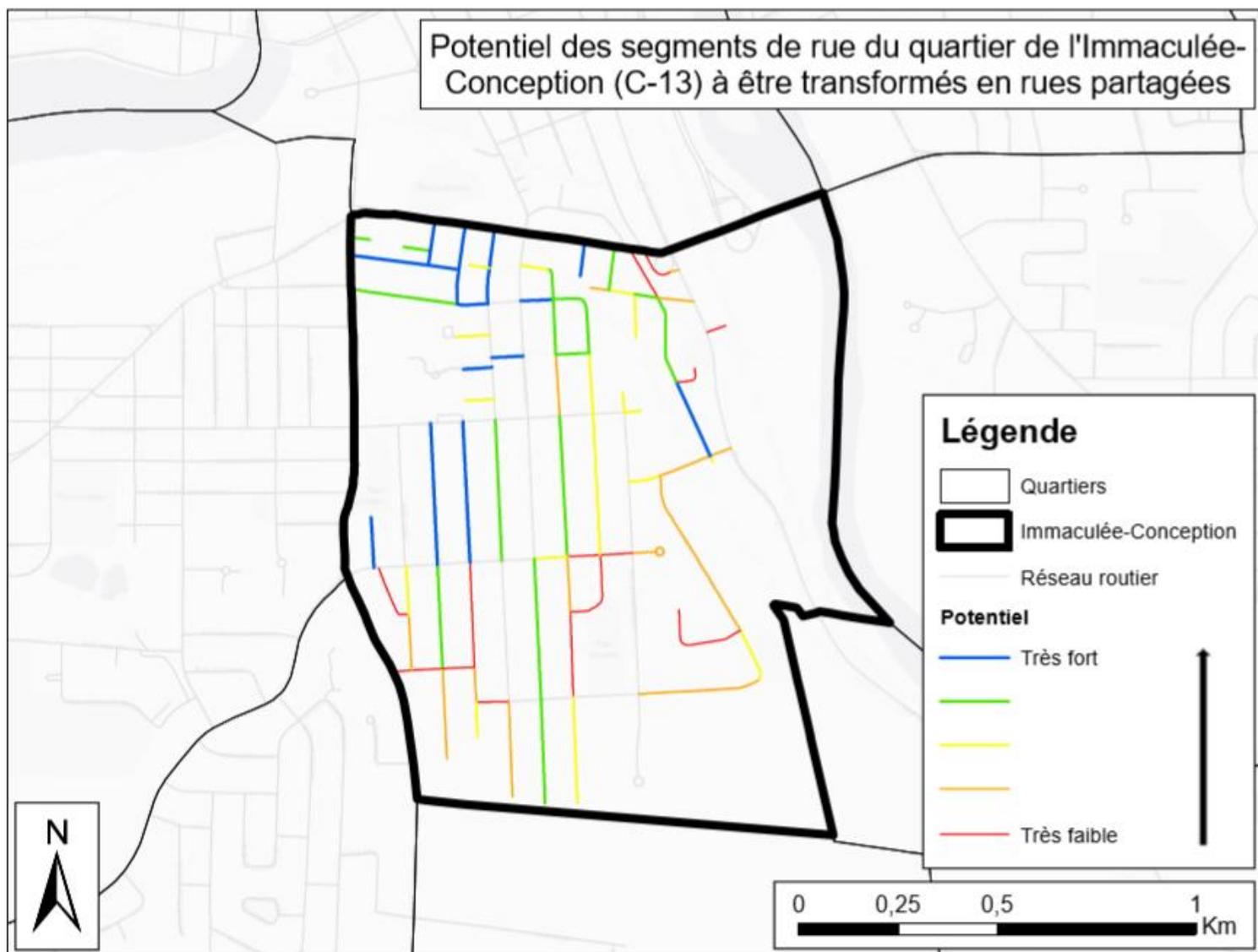
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.12 Communauté du Centre-Ville (C-12)



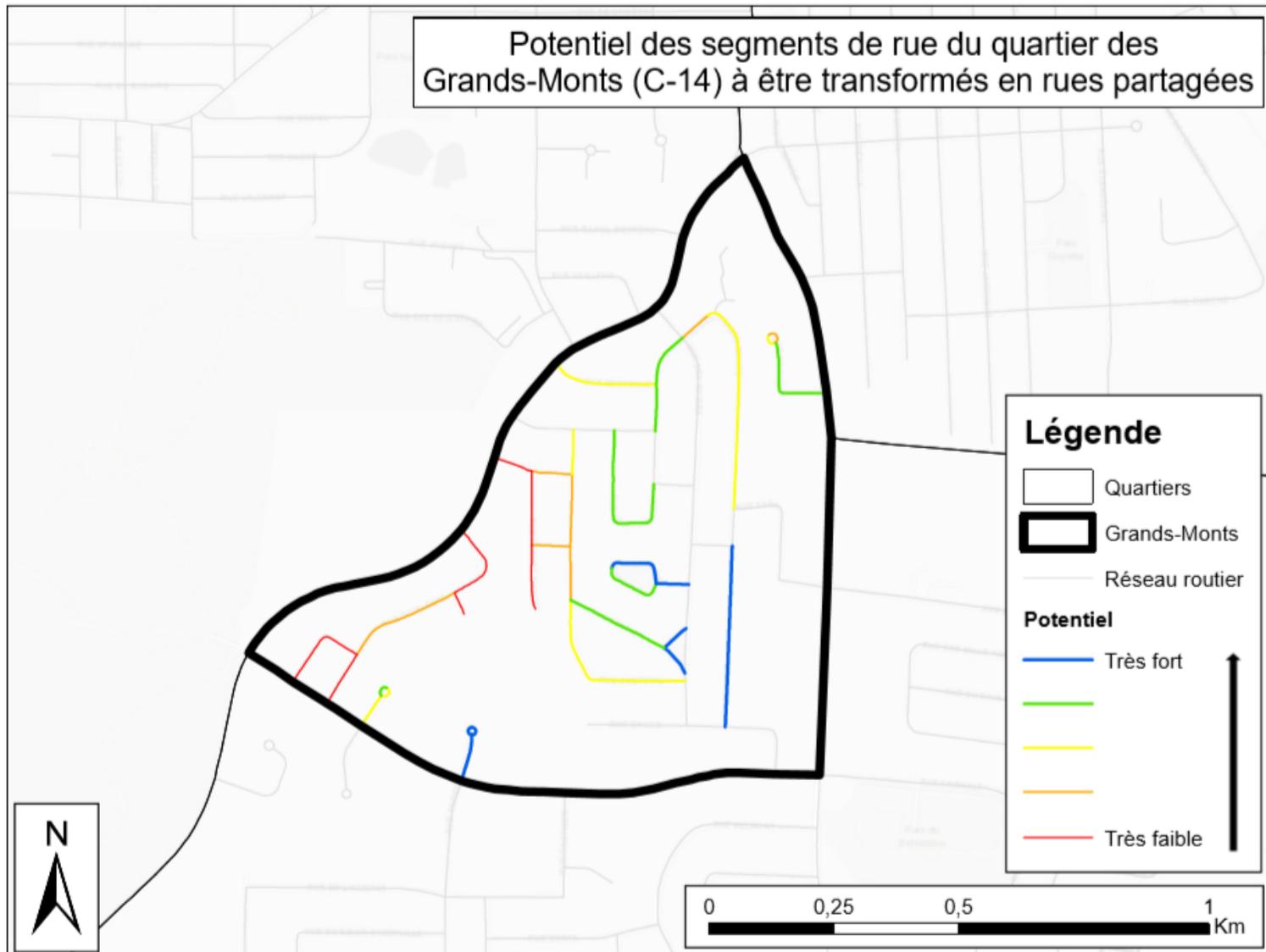
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.13 Communauté de l'Immaculée-Conception (C-13)



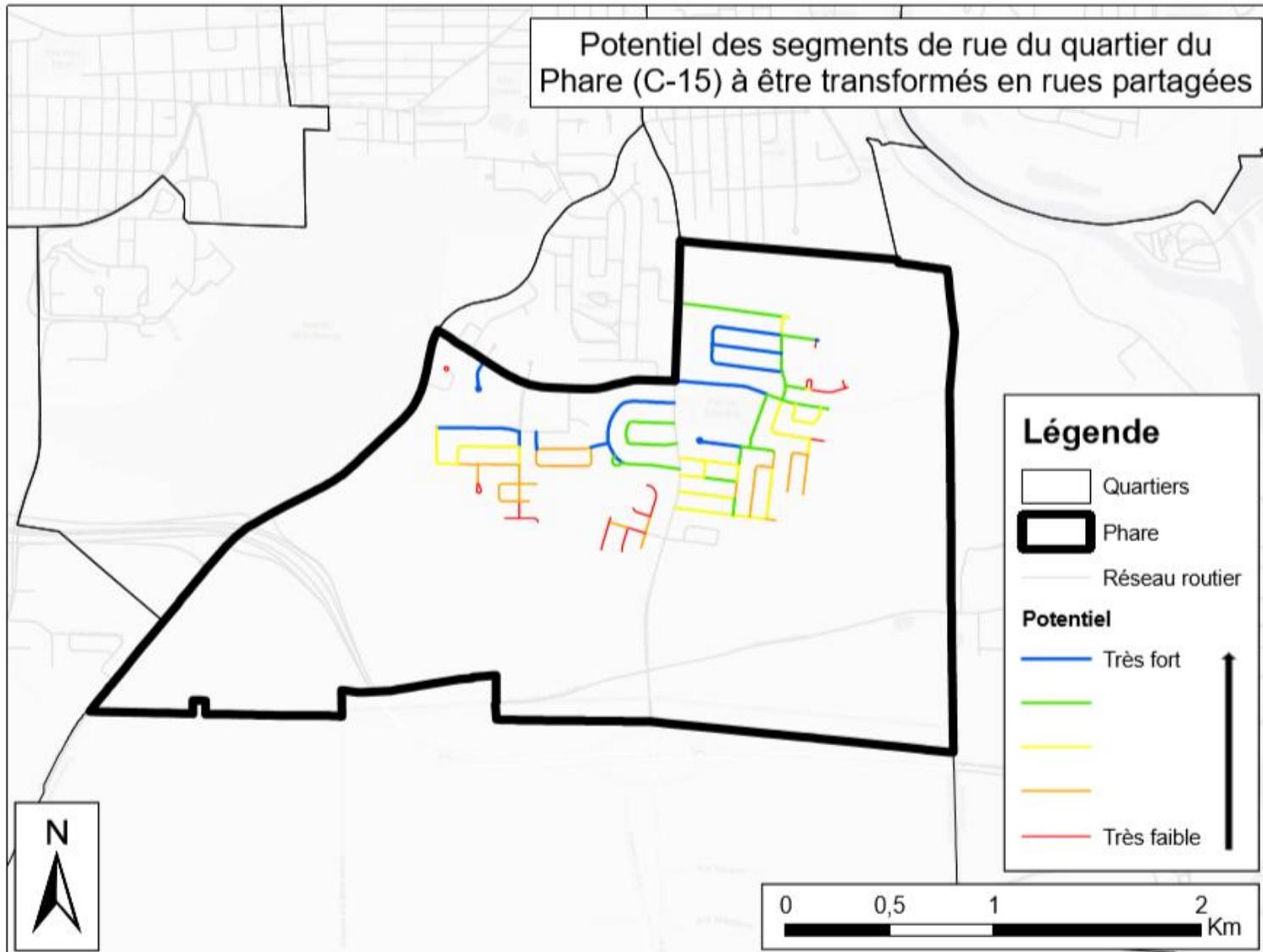
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.14 Communauté des Grands-Monts (C-14)



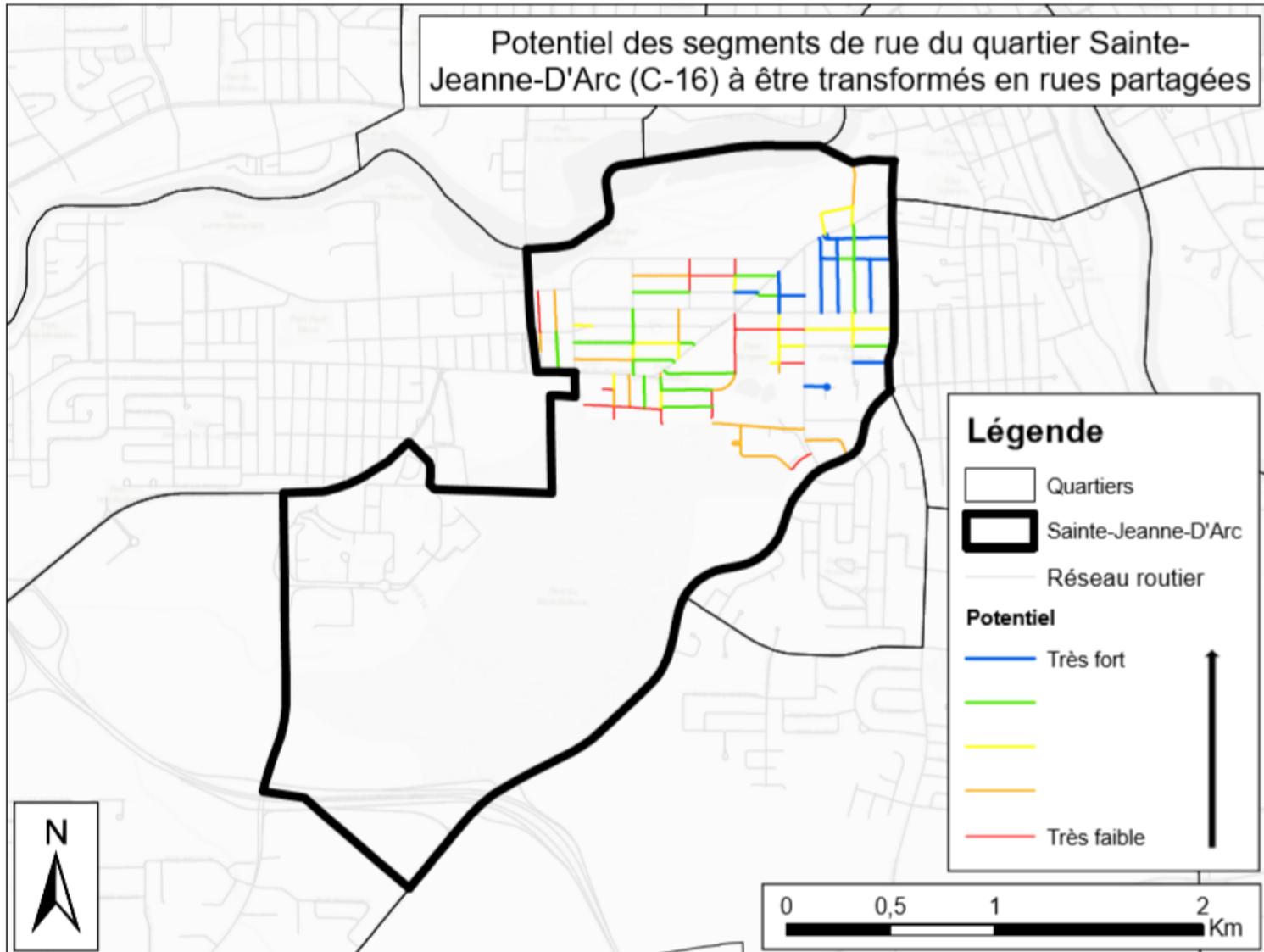
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.15 Communauté du Phare (C-15)



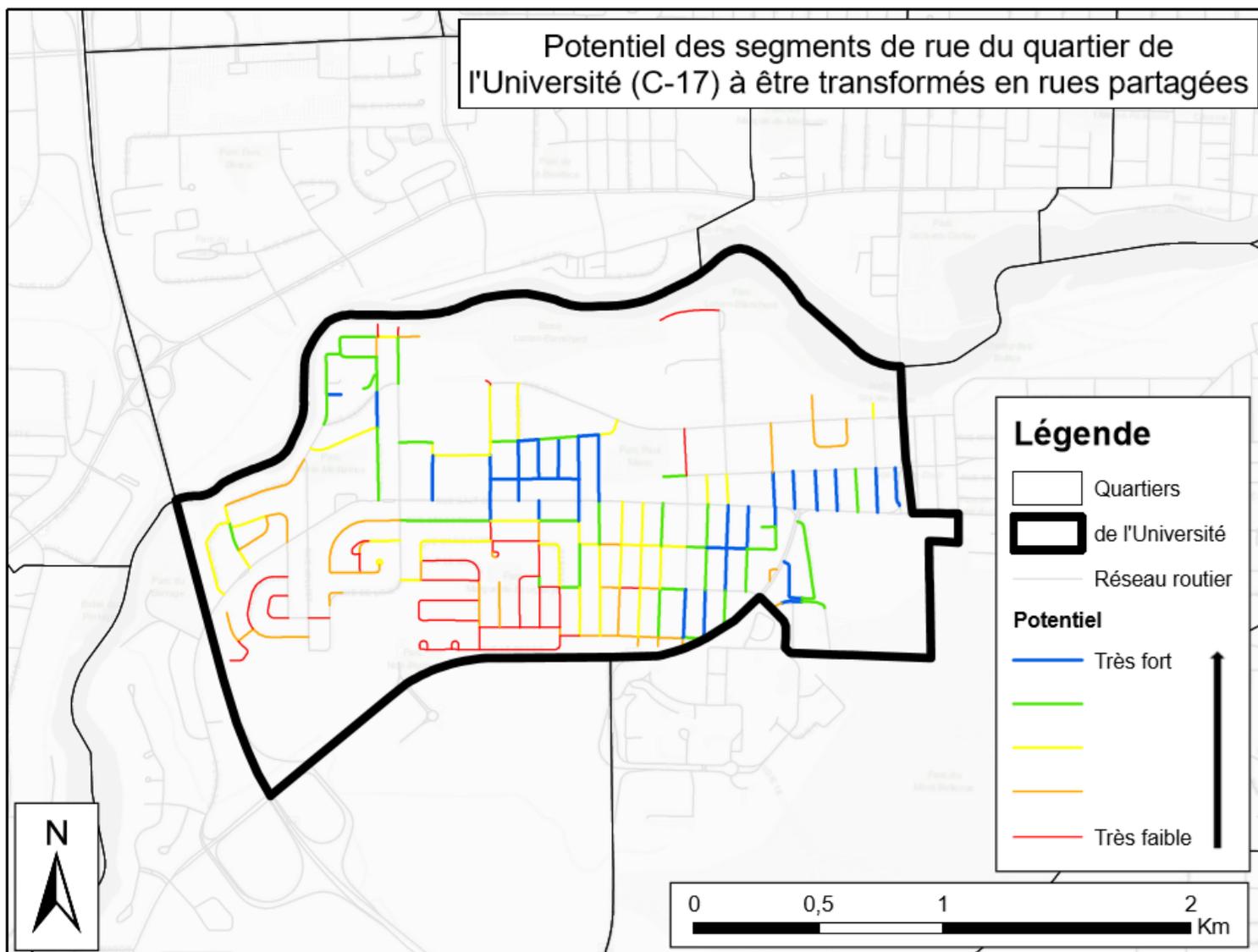
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.16 Communauté de Sainte-Jeanne-D'Arc (C-16)



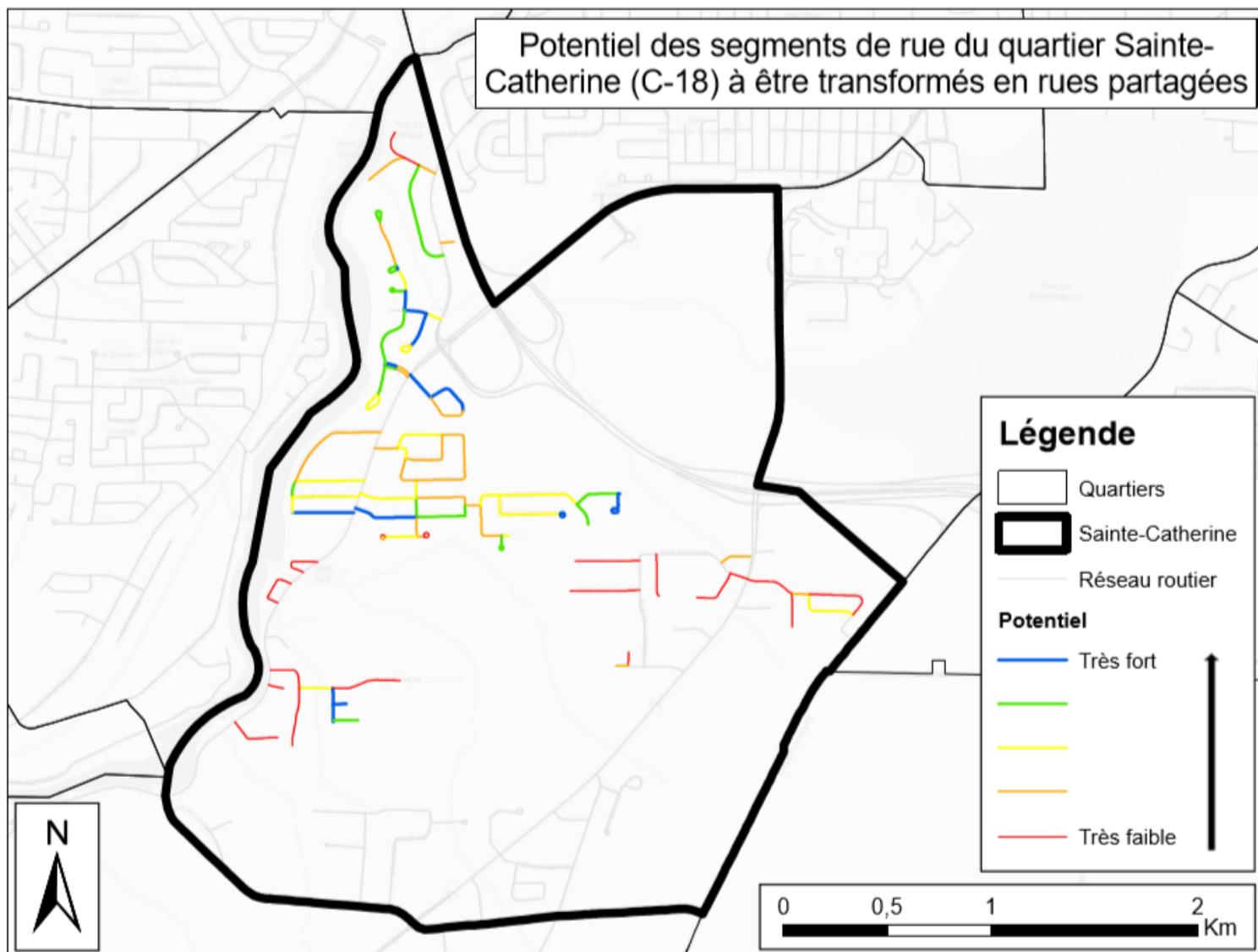
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.17 Communauté de l'Université (C-17)



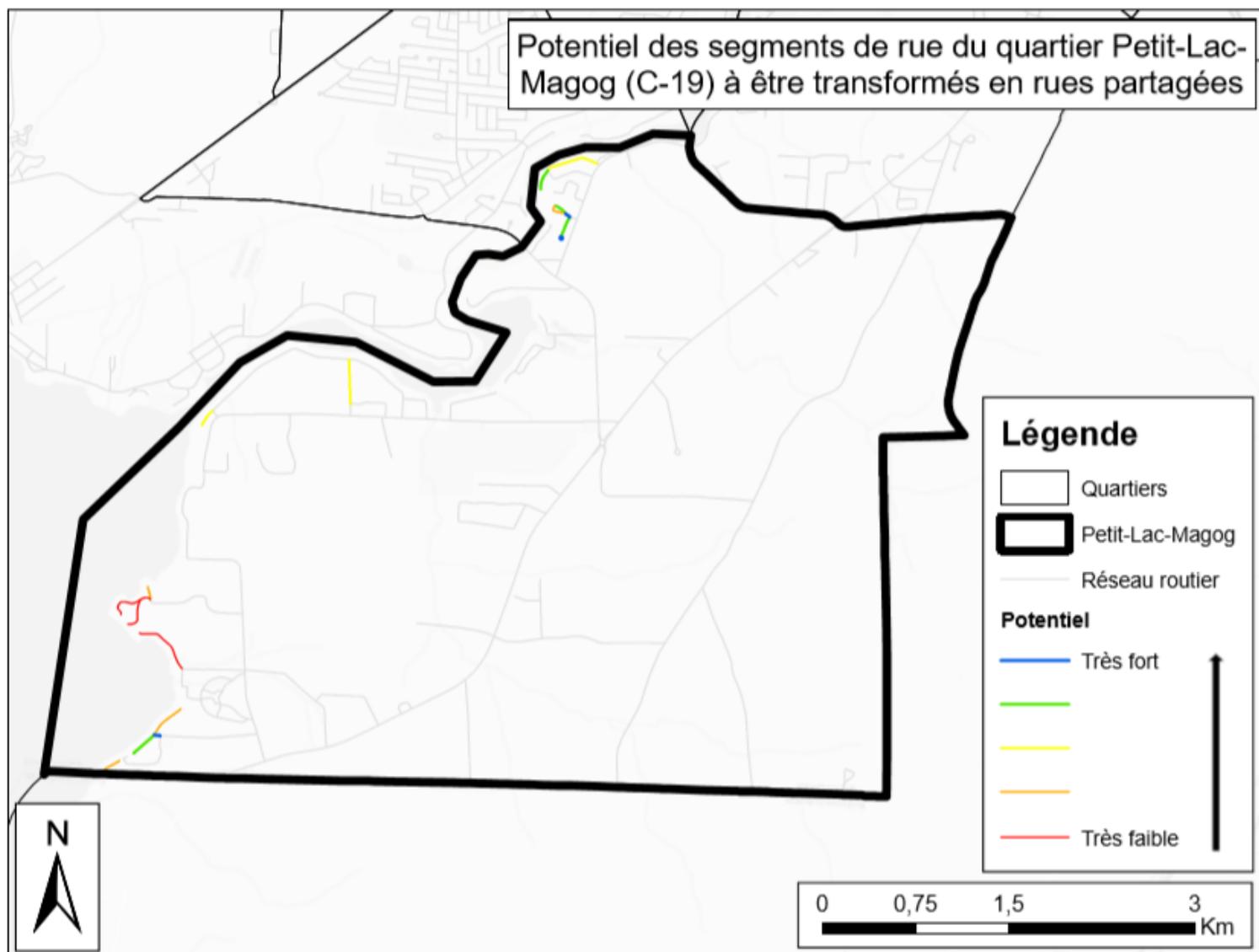
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.18 Communauté de Sainte-Catherine (C-18)



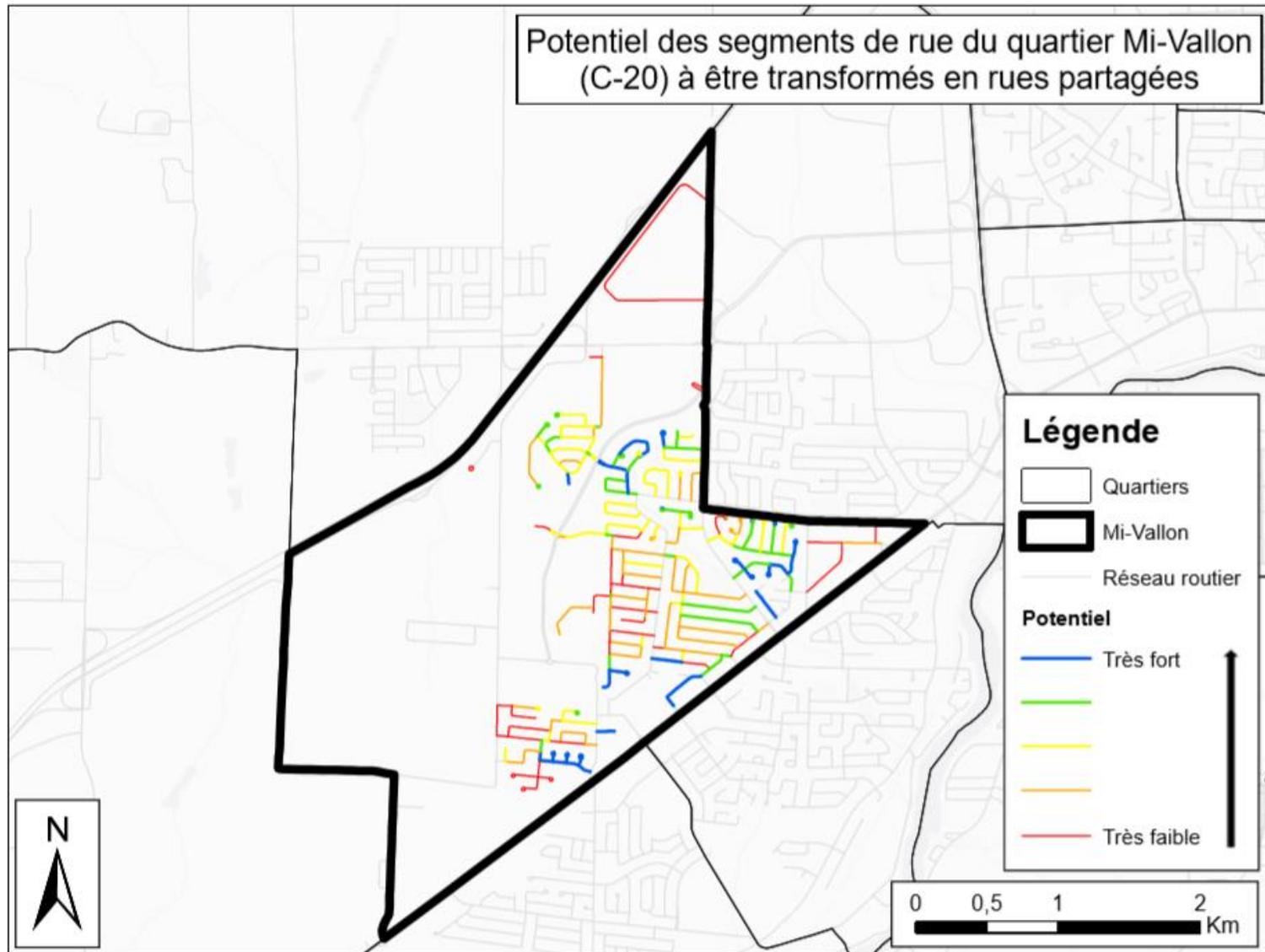
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.19 Communauté du Petit-Lac-Magog (C-19)



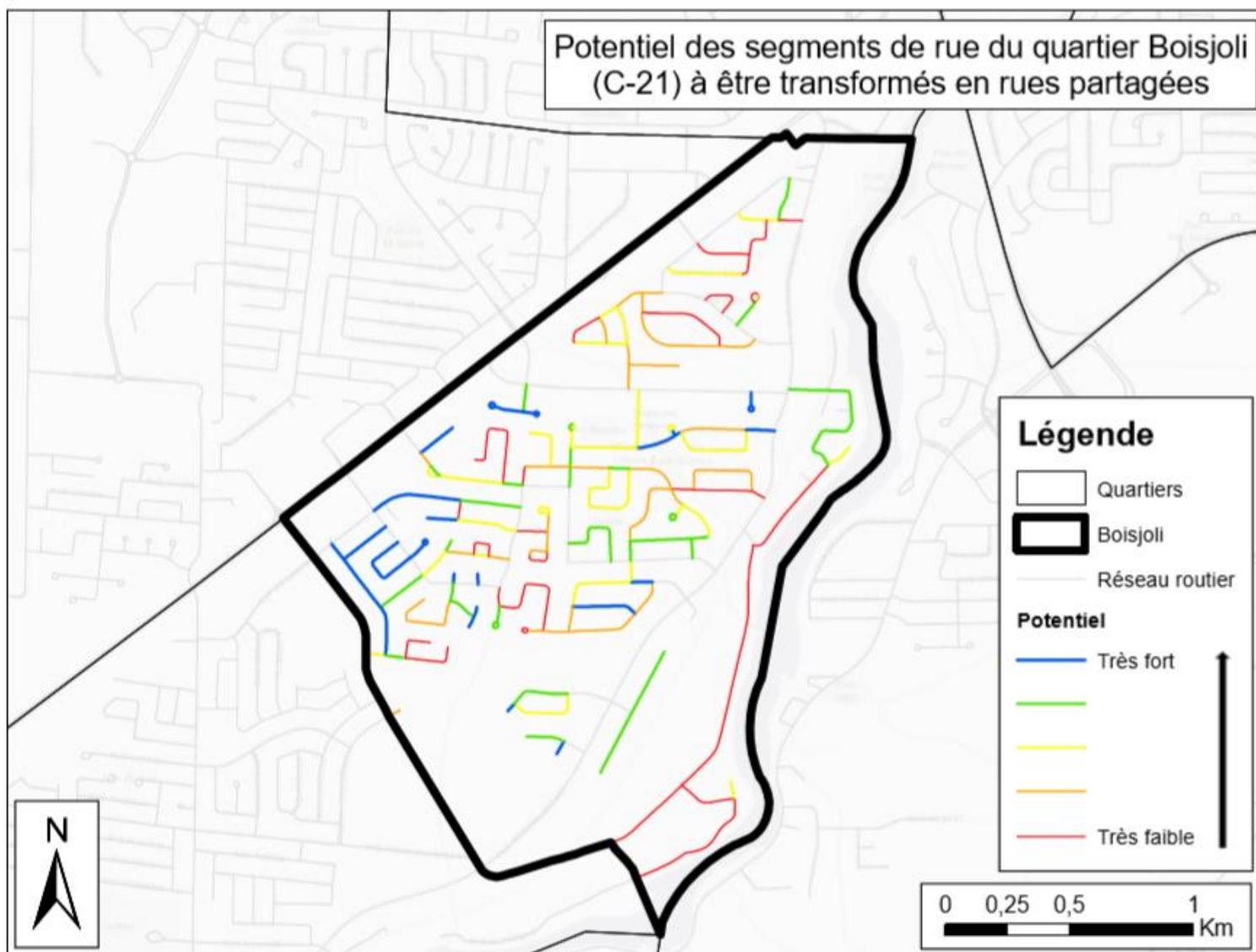
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.20 Communauté du Mi-Vallon (C-20)



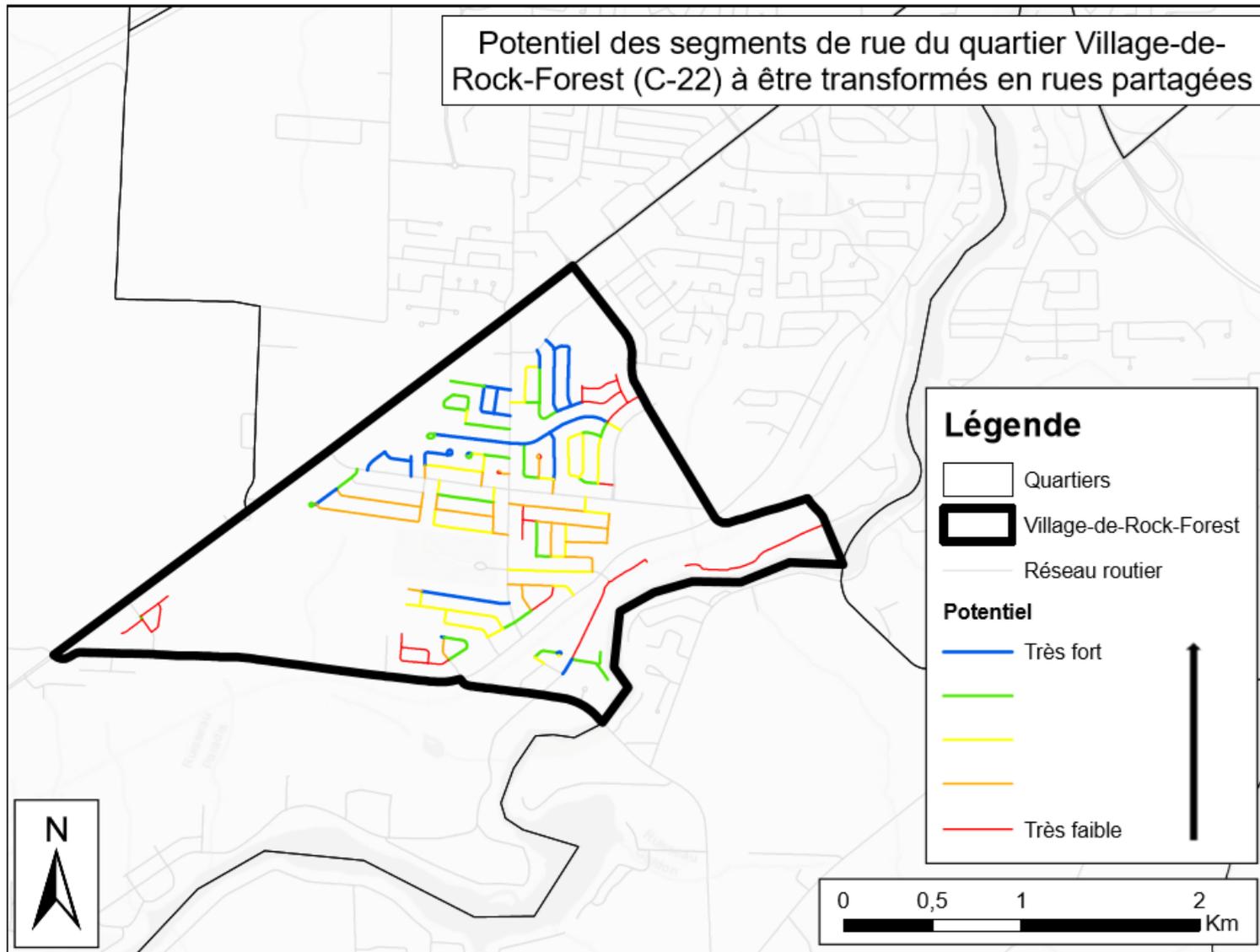
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.21 Communauté de Boisjoli (C-21)



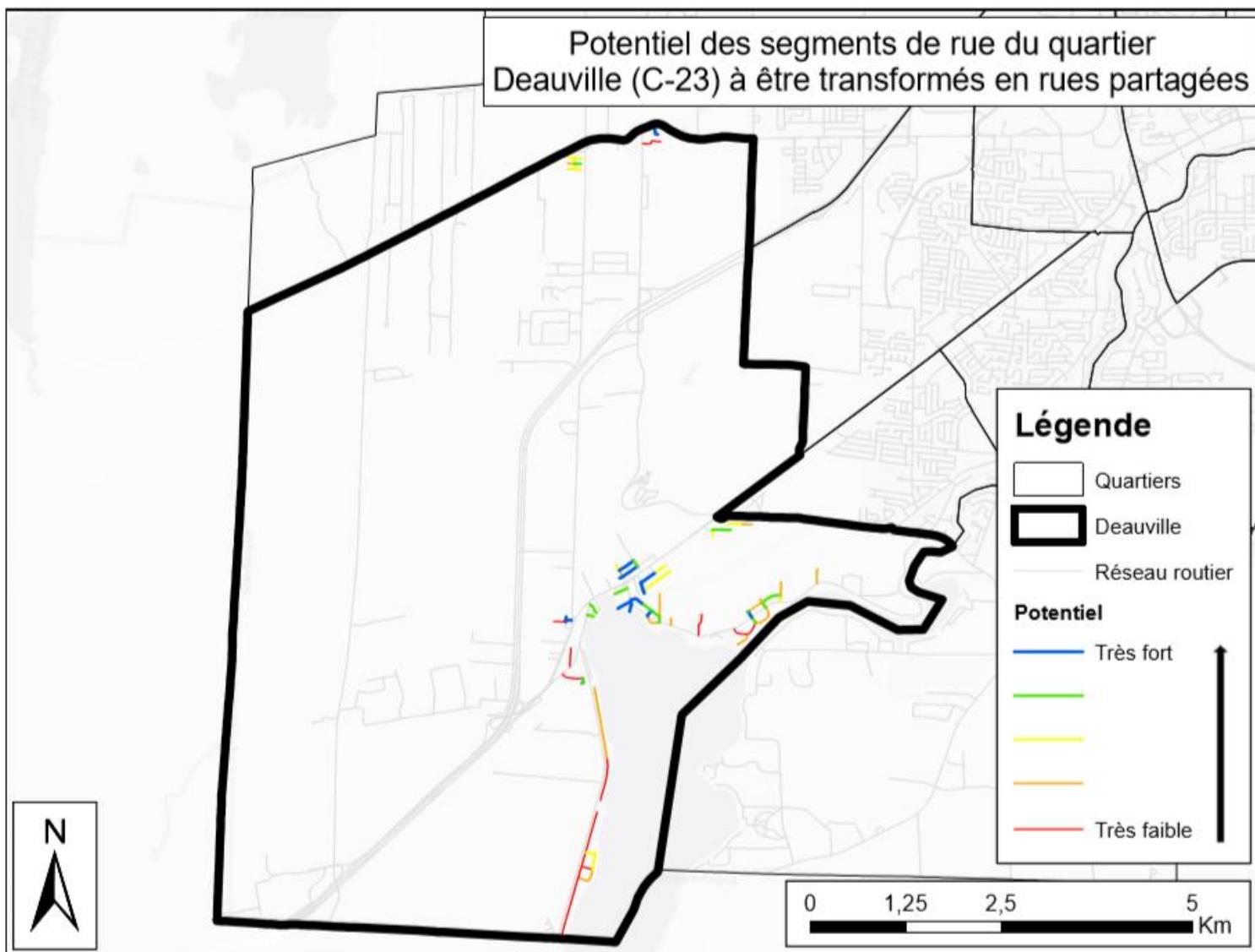
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Caillier, Université Laval

4.1.22 Communauté du Village-de-Rock-Forest (C-22)



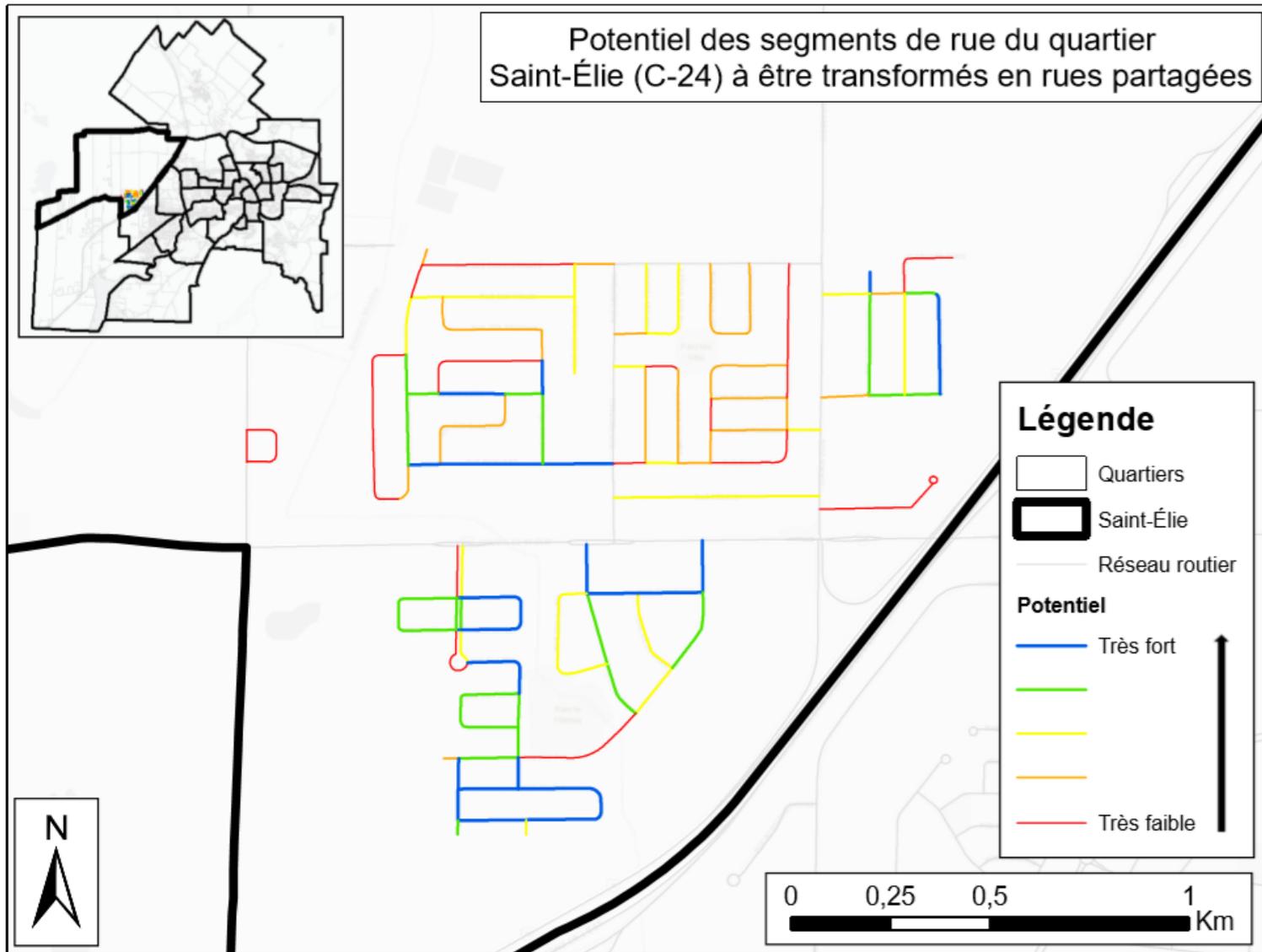
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.23 Communauté de Deauville (C-23)



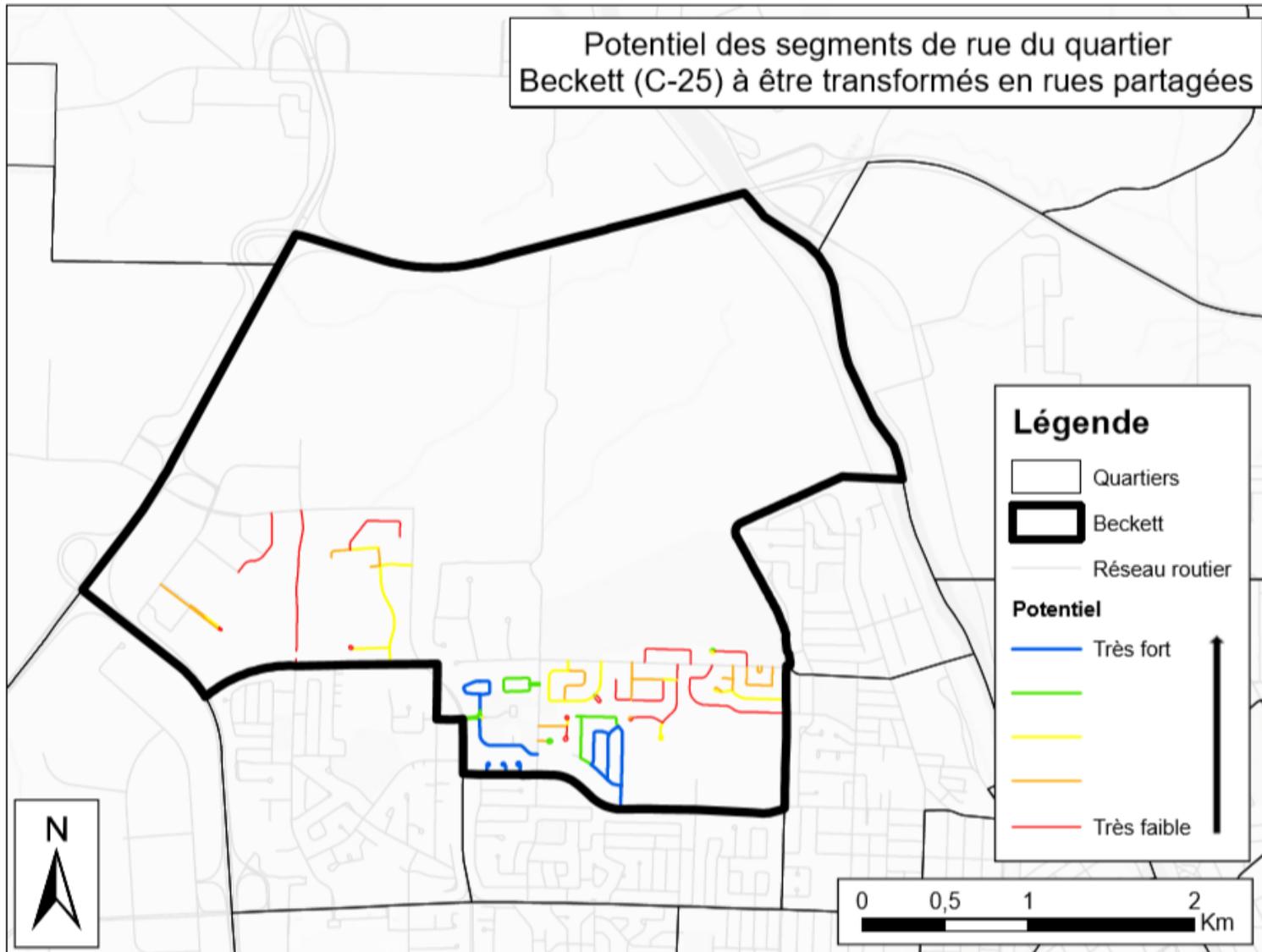
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.24 Communauté de Saint-Élie (C-24)



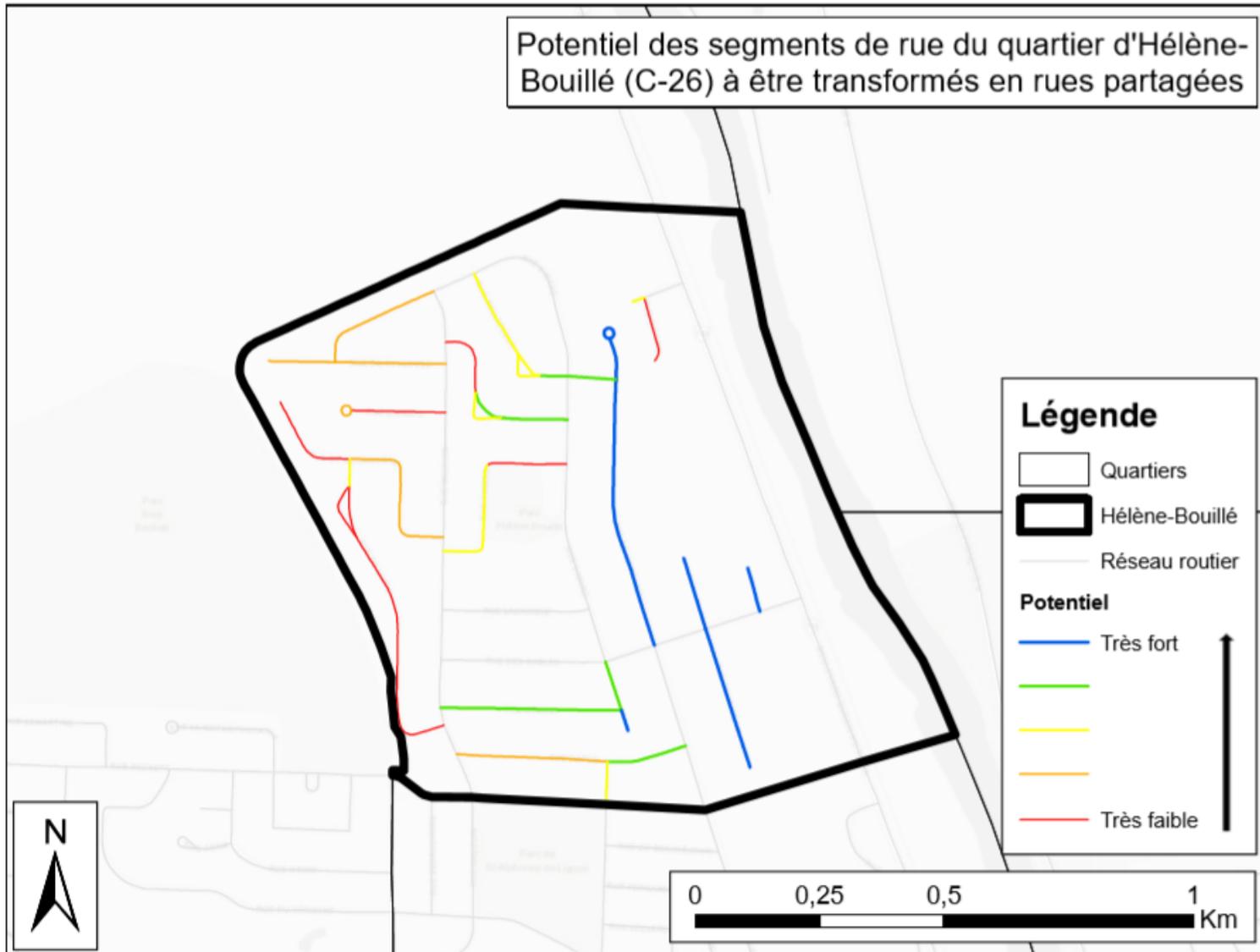
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.25 Communauté de Beckett (C-25)



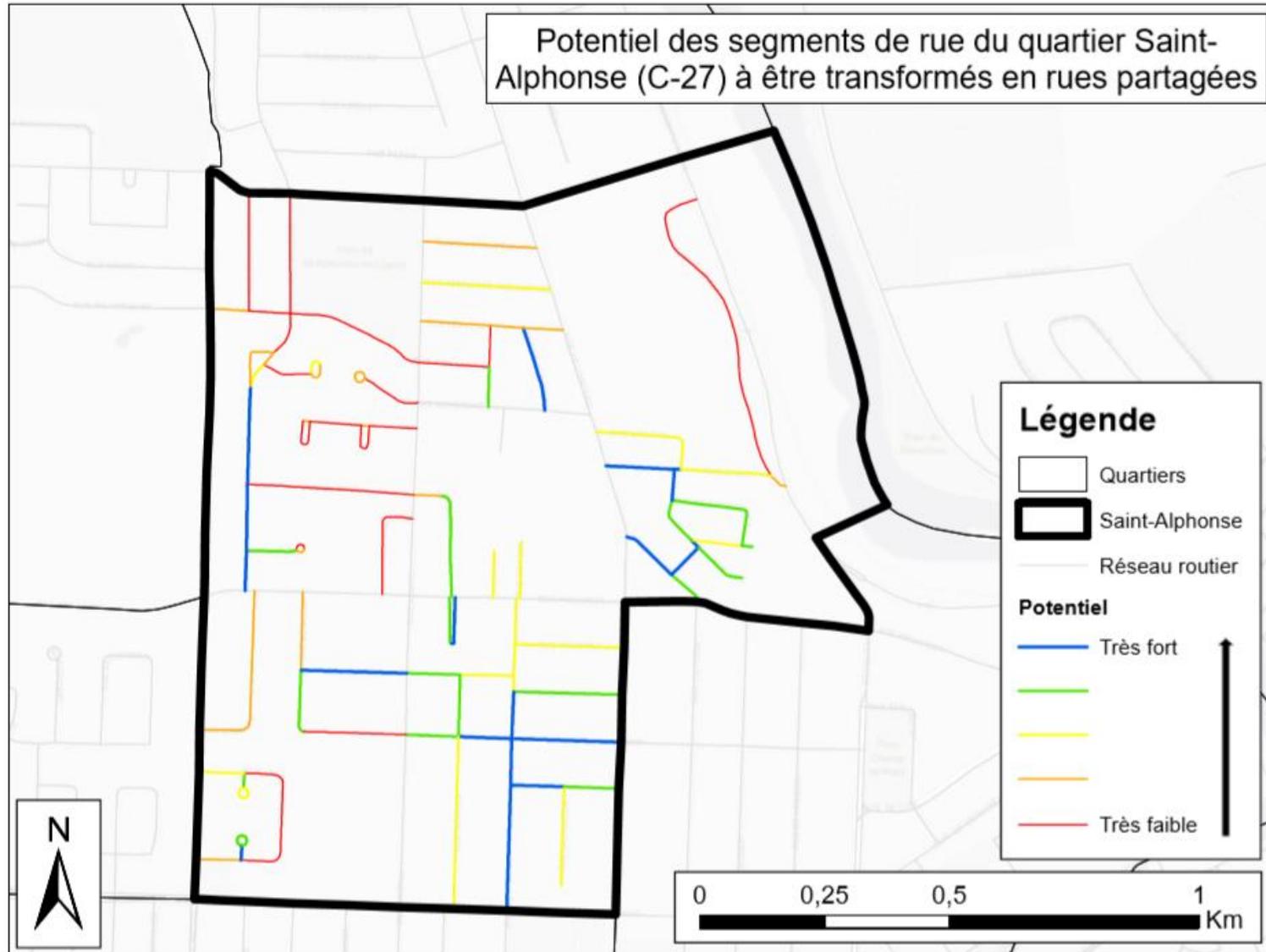
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.26 Communauté d'Hélène-Bouillé (C-26)



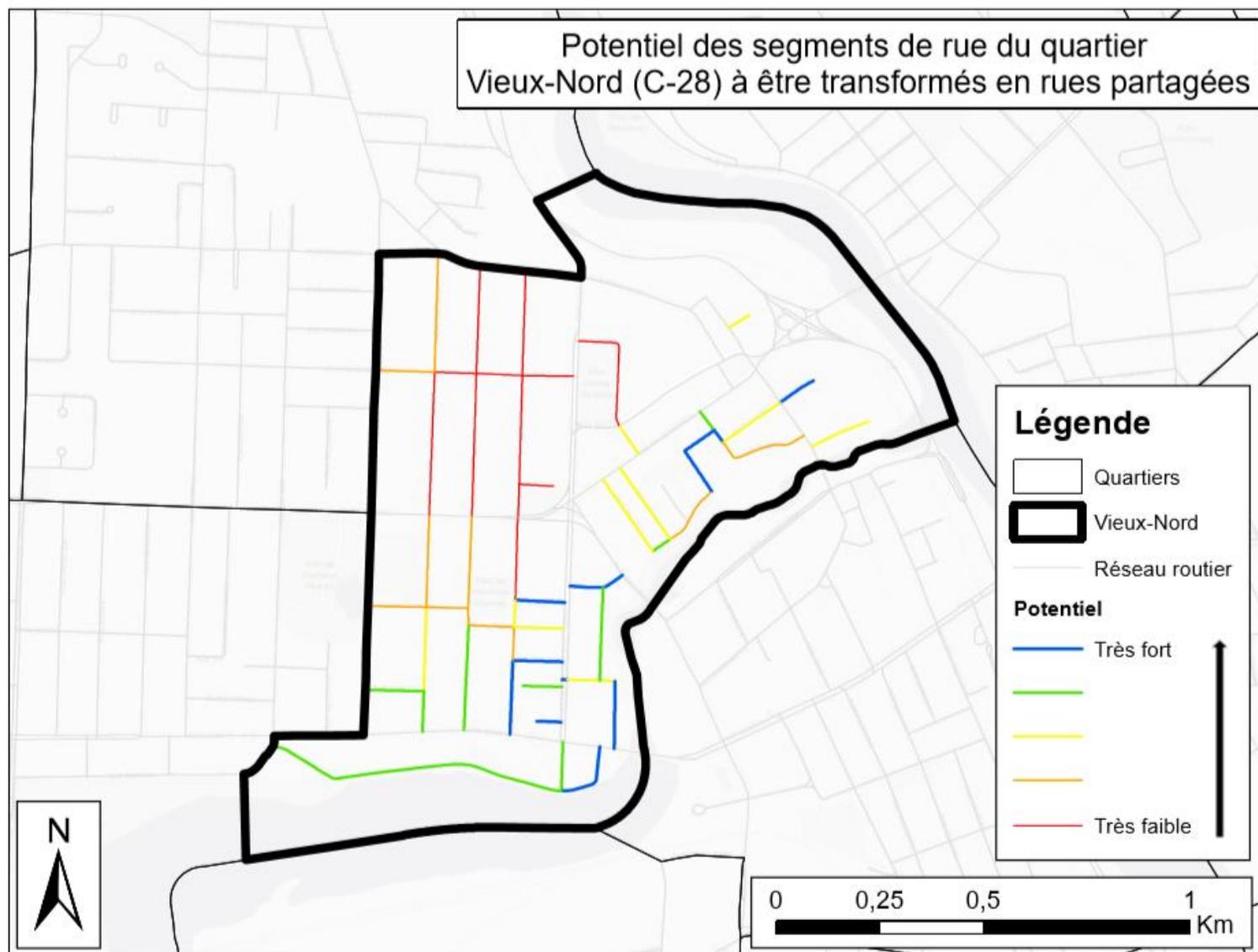
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.27 Communauté de Saint-Alphonse (C-27)



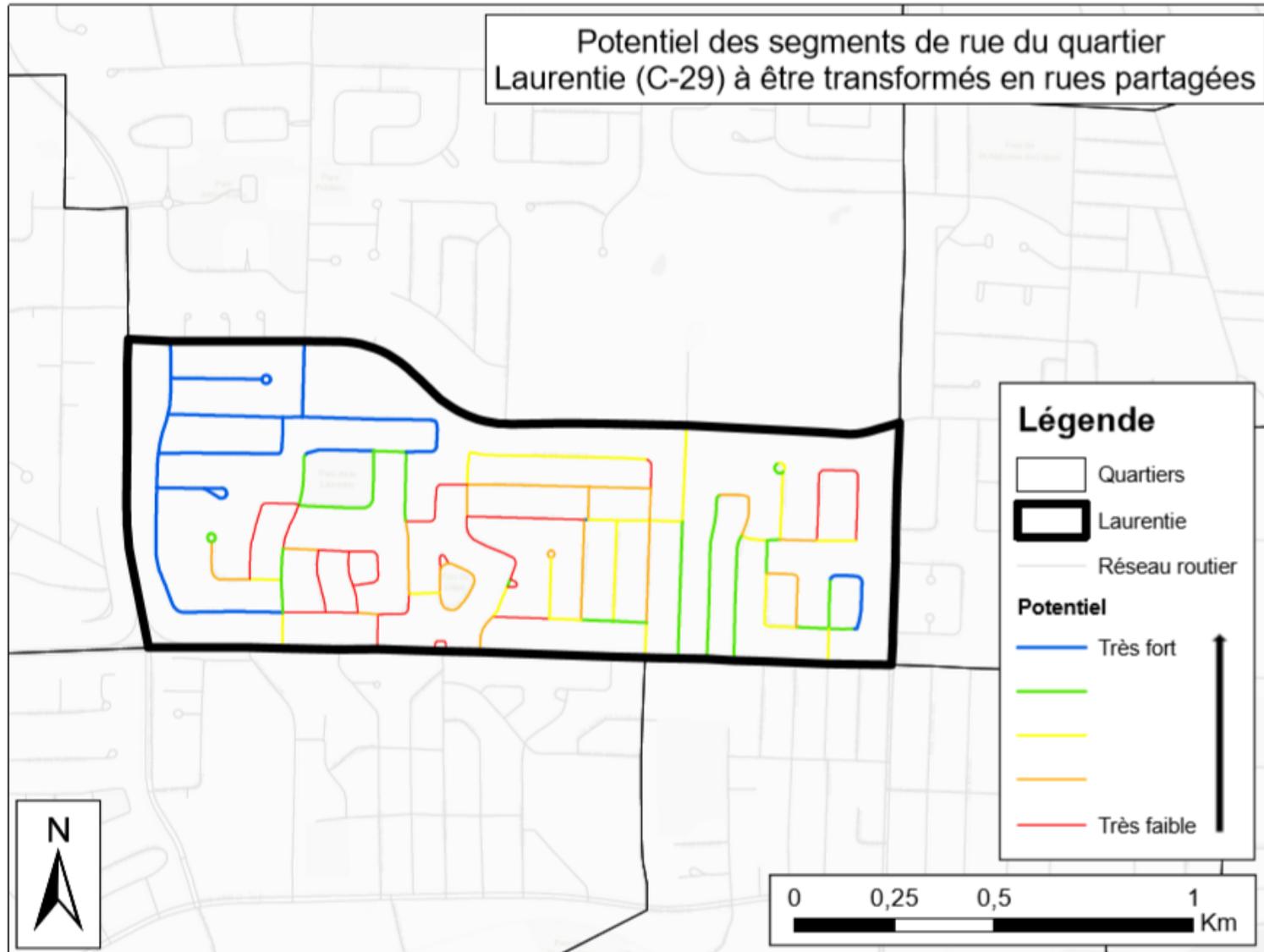
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.28 Communauté du Vieux-Nord (C-28)



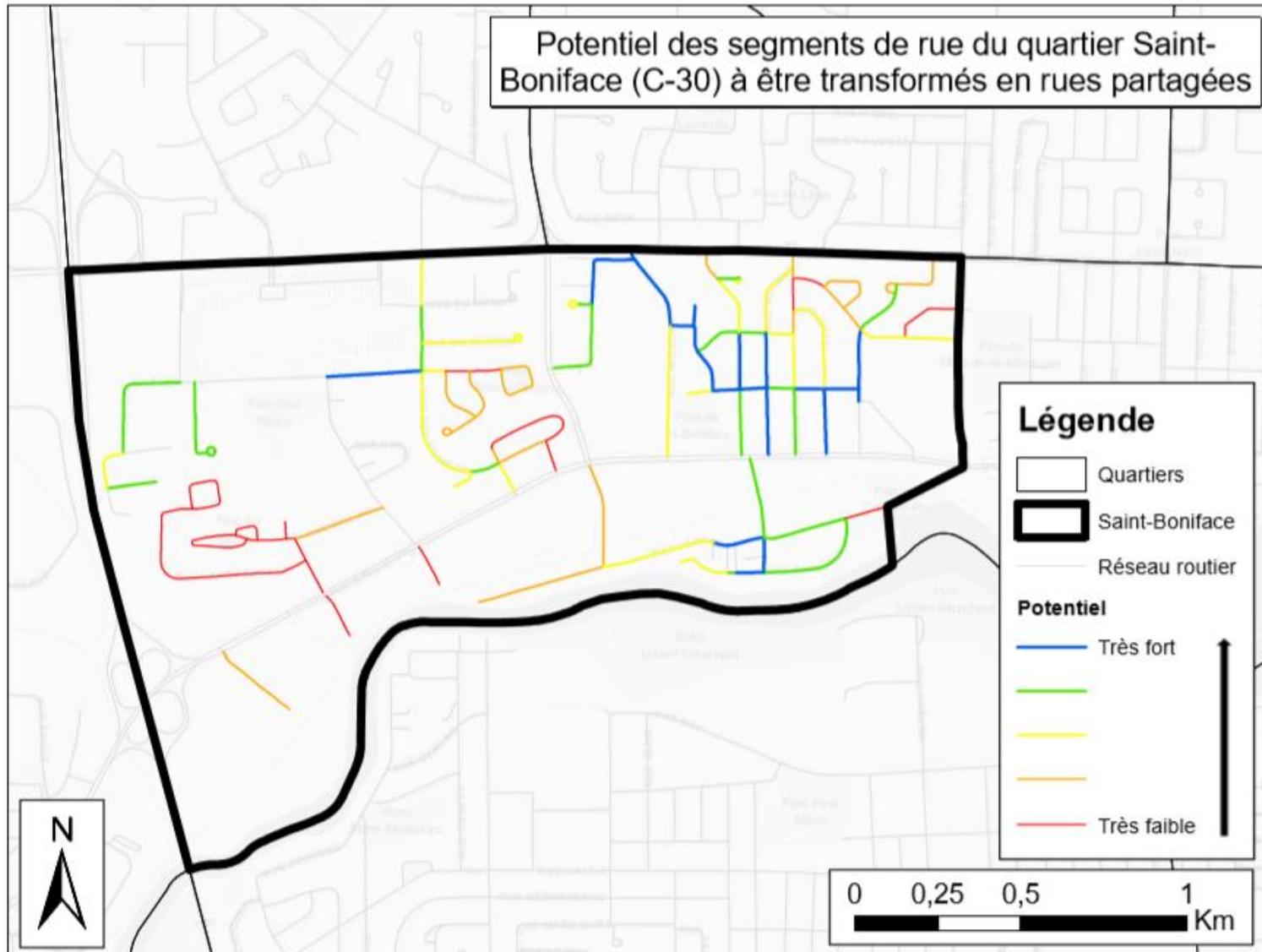
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.29 Communauté de Laurentie (C-29)



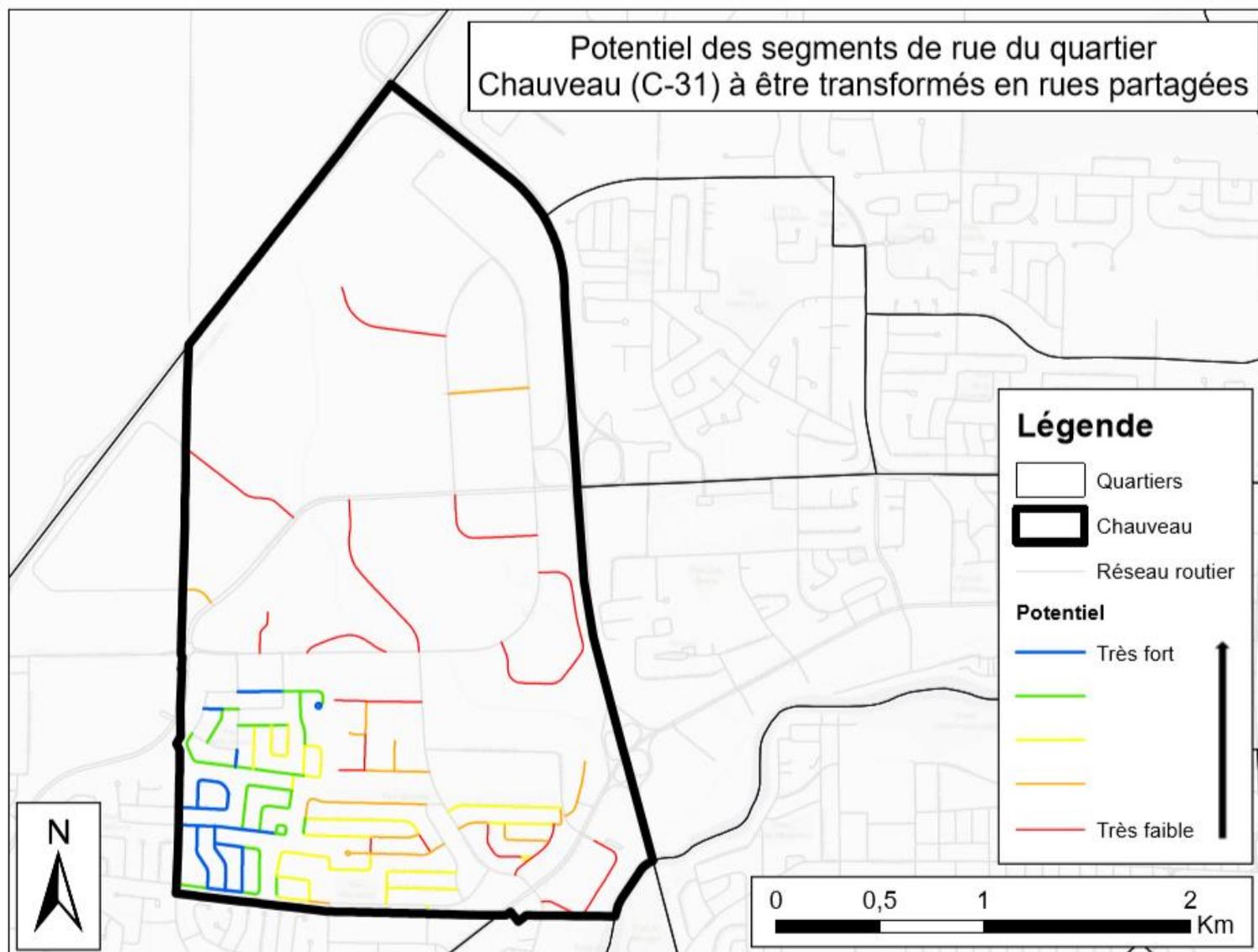
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.30 Communauté de Saint-Boniface (C-30)



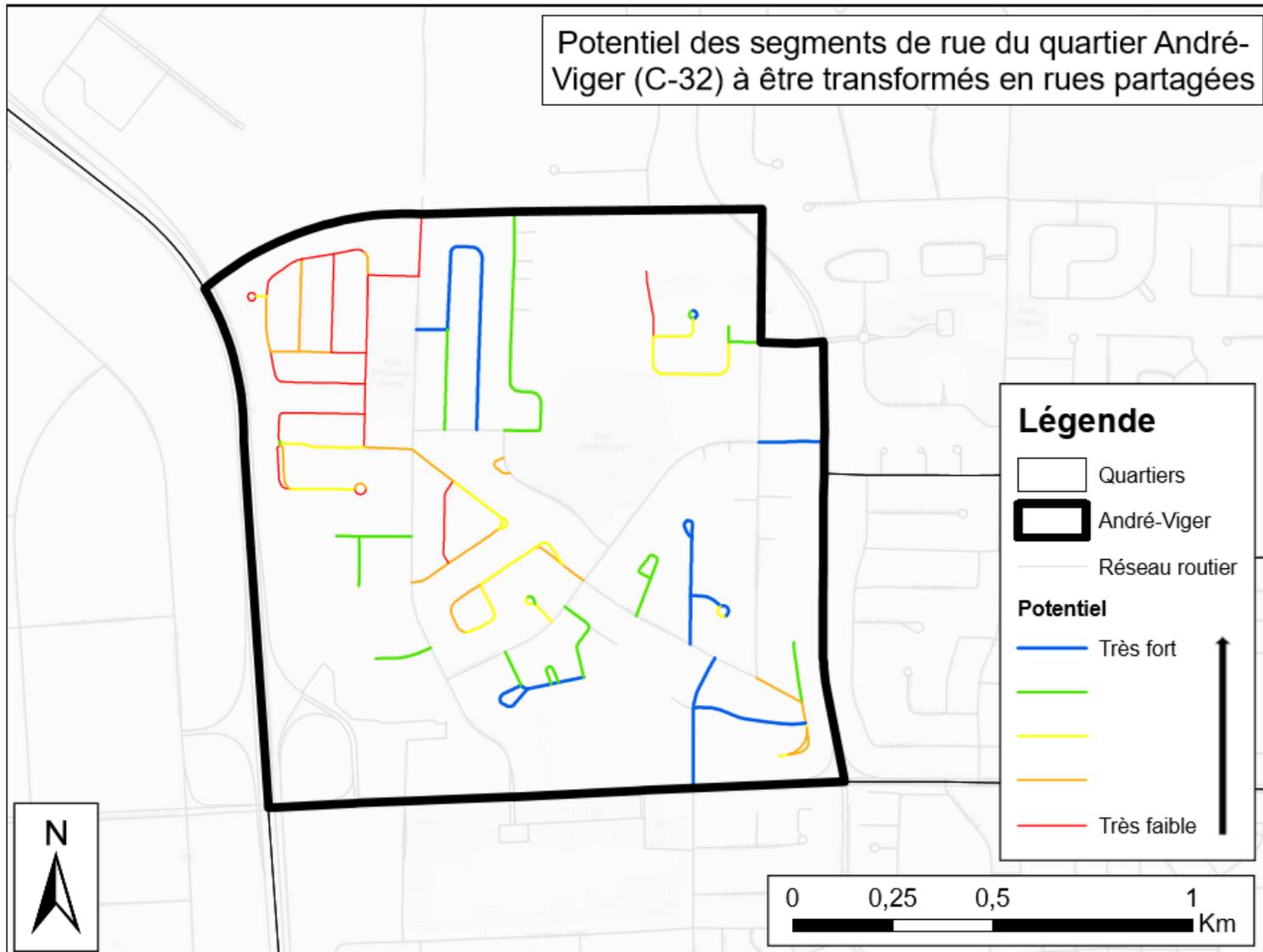
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.31 Communauté de Chauveau (C-31)



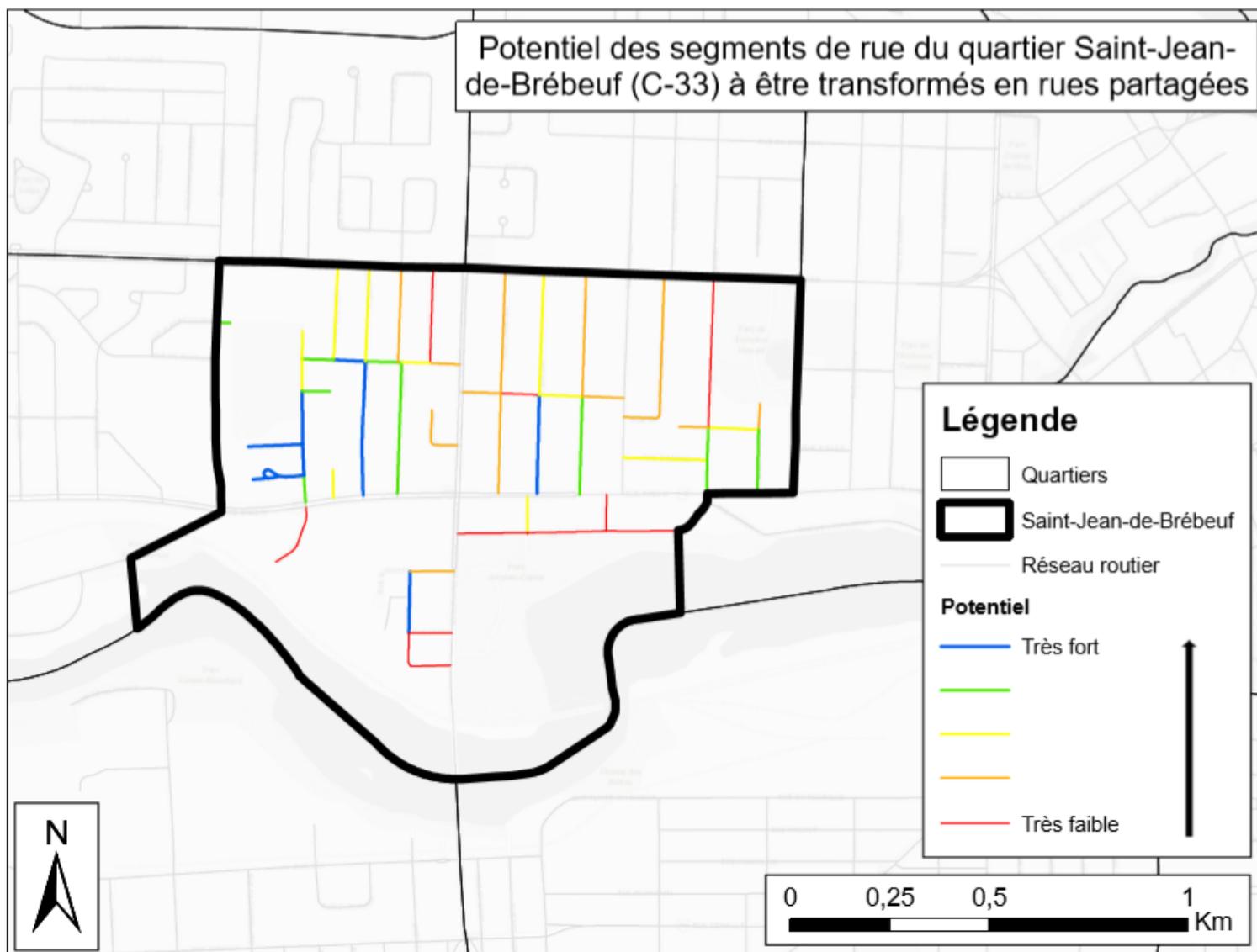
Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.32 Communauté d'André-Viger (C-32)



Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.1.33 Communauté de Saint-Jean-de-Brébeuf (C-33)



Sources: Données de la Ville de Sherbrooke (2020), Forêt Ouverte (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

4.2 Validation des résultats

Pour valider le modèle d'analyse développé et s'assurer que les résultats proposés sont cohérents, un échantillon de 20 segments de rue de la ville, tous situés dans des quartiers différents et ayant tous un score final différent, a été ciblé par l'équipe de l'Université Laval. Ces 20 segments de rue ont tous été intégrés dans le modèle d'analyse multicritère pour que celui-ci calcule, sur la base de leurs évaluations respectives pour chaque critère d'évaluation, leur score total d'attractivité et qu'il les ordonne selon leur potentiel à être réaménagés en rues partagées.

Parallèlement, ces mêmes 20 segments de rue ont été listés dans un document Excel puis envoyés aux professionnels de la ville. Les professionnels ont été invités à indiquer, selon leur connaissance du territoire et du réseau routier, le potentiel respectif de chacun de ces 20 segments de rue à être réaménagés en rues partagées selon 5 options possibles : très fort, fort, moyen, faible et très faible. Une fois l'assignation de l'une de ces catégories à chacun des 20 segments de rue complétée, les professionnels ont retourné le document à l'équipe de l'Université Laval, et celle-ci a pu comparer ces résultats à ceux présentés par le logiciel.

Cette première comparaison a montré que sur les 20 segments de rue catégorisés par la ville, 3 segments présentaient un contraste significatif avec l'ordonnancement proposé par le logiciel M-MACBETH, alors que 4 autres segments présentaient également un contraste, mais de façon moins significative. À titre d'exemple, un segment de rue avait été catégorisé comme ayant un faible potentiel pour être réaménagé en rue partagée par les professionnels, alors que, selon ses caractéristiques, le logiciel catégorisait ce même segment comme ayant un fort potentiel pour être réaménagé en rue partagée.

Face à ces quelques disparités, une rencontre a été organisée entre l'équipe de l'Université Laval et les professionnels de la ville de Sherbrooke pour que ceux-ci puissent expliquer les raisons ayant mené à la catégorisation des segments de rue présentant des différences avec le classement affiché par le logiciel M-MACBETH (voir la section 3.1.8 pour plus d'informations). Cette rencontre a, d'une part, permis aux professionnels de reconsidérer par eux-mêmes quelques classements qu'ils avaient effectués sur certains segments de rue. D'autre part, cette rencontre a également permis de constater qu'un aspect influençant positivement, aux yeux des professionnels, le potentiel d'un segment de rue à être réaménagé en rue partagée n'avait pas été considéré dans le modèle jusqu'à ce moment : la contiguïté des segments de rue aux aires aménagées du territoire. Face à ce constat, il a été décidé par les professionnels de modifier le critère de la *proximité aux bâtiments publics* pour y intégrer l'aspect des aires aménagées. Une rencontre subséquente a ainsi été planifiée entre l'équipe de l'Université Laval et les professionnels de la ville pour procéder à l'ajustement de l'échelle d'attractivité du critère de la *proximité aux bâtiments publics*. Les professionnels ont également dû refaire quelques exercices de comparaison par paires d'options fictives afin réévaluer la pondération de tous les critères (voir la section 3.1.9 pour plus d'informations).

Une fois les ajustements au modèle apportés, les 20 segments de rue constituant l'échantillon sélectionné initialement ont de nouveau été intégrés dans le logiciel M-MACBETH. Les résultats ont ensuite été comparés une seconde fois à la catégorisation des segments de rue qui avait été effectuée (puis modifiée lors de la 8^{ème} rencontre) par les professionnels de la ville.

Cette deuxième comparaison a démontré que, bien que trois segments de rue présentent toujours un contraste plus marqué que les autres, moins de segments affichent désormais des disparités significatives entre la classification effectuée par les professionnels et celle effectuée par le logiciel M-MACBETH, à la

différence de ce qui avait été observé lors de la première comparaison. La reconsidération de certains classements initiaux effectuée par les professionnels ainsi que l'ajustement du critère de la *proximité aux bâtiments publics* pour y intégrer l'aspect des aires aménagées a ainsi permis d'apporter des ajustements nécessaires au modèle pour que celui-ci soit mieux calibré. Au final, 85% des segments de rue issus de l'échantillon sont bien catégorisés.

5 Limites de l'étude

L'outil d'aide à la décision développé dans le cadre de ce projet permettra aux professionnels de prendre des décisions plus éclairées et plus transparentes quant au choix des segments de rues où implanter de nouvelles rues partagées. Or, le modèle comporte certaines limites qu'il convient de mentionner.

Premièrement, cet outil représente spécifiquement les valeurs et les préoccupations des professionnels de la ville ayant participé à son développement entre février 2020 et novembre 2020. Ainsi, si ces objectifs et ces préoccupations évoluent avec le temps, le modèle pourrait ne plus être tout à fait adéquat pour refléter le potentiel des rues à être transformées en rues partagées. Une mise à jour des critères ainsi que des échelles et des pondérations pourrait être nécessaire pour adapter le modèle aux nouvelles réalités qui pourraient émerger.

Deuxièmement, la crise sanitaire de Covid-19 a modifié le déroulement du projet en cours de route. Cela a eu principalement trois impacts : (1) poursuite des rencontres en mode virtuel, (2) fermeture du processus à un groupe plus restreint de professionnels et (3) espacement des rencontres. En effet, le passage en mode virtuel a fortement influencé l'environnement des rencontres. D'une part, il était plus difficile pour les facilitateurs de l'Université Laval d'observer la dynamique de groupe et d'adapter leur approche en conséquence. D'autre part, le nombre de représentants de la ville participant aux réunions est passé d'une dizaine d'individus à seulement quelques professionnels à partir de la troisième rencontre. Cette situation a assurément influencé les résultats de l'étude à certains égards, car les connaissances et les expertises des professionnels n'ayant pas assisté aux réunions jusqu'à la fin du projet n'ont pas pu être recueillies comme prévu. Cette situation a toutefois pu être compensée, dans une certaine mesure, par la polyvalence et la prise en considération, au meilleur de leur connaissance, des enjeux multiples pouvant être associés à l'aménagement de rues partagées par les quelques professionnels ayant participé aux réunions jusqu'à la fin du projet. La situation engendrée par la crise sanitaire a également affecté la durée du projet puisque celui-ci a été prolongé de 5 mois. Le délai entre certaines rencontres a parfois été important par moment, ce qui faisait en sorte qu'il pouvait parfois être difficile pour les professionnels de se remémorer les discussions et les avancements réalisés au cours des rencontres précédentes.

D'un point de vue géomatique, certaines données n'étaient pas disponibles pour faire les analyses souhaitées, et d'autres fournies à l'équipe de l'Université Laval, étant incomplètes ou imprécises, ont limité la portée d'analyse de certains critères. Par exemple, les données qui auraient permis d'analyser la surface minéralisée caractérisant chaque segment de rue n'étaient pas disponibles au moment du projet. Le critère des surfaces minéralisées, qui avait initialement été retenu par les professionnels, a ainsi dû être retiré du modèle. Les données liées aux DJMA étaient quant à elles disponibles, mais pas pour tous les segments de rue à l'étude. Ainsi, puisque plusieurs segments de rue n'avaient aucune information liée à leur DJMA, cet élément du critère initial *DJMA/connectivité* a aussi été retiré des analyses et remplacé par un critère de connectivité. Par ailleurs, des disparités entre les données géospatiales relatives aux réseaux cyclables et aux réseaux piétonniers fournies par la Ville (*PisteCyclable et RéseauMultimodal*) et les cartes en annexe au PDTA (Annexes 3 et 4) représentant ces réseaux ont été observées.

Finalement, au niveau de ce rapport, la présentation des résultats sous forme cartographique a été faite via une logique visant à assurer une cohérence et une bonne compréhension des tendances observées. Or, lorsqu'il y a différents critères ayant des étendues variables et qu'on souhaite conserver une constance dans l'affichage, il est difficile d'avoir une représentation et un jeu de couleurs uniformes parfaitement

adaptés à la spécificité des résultats de chaque carte. Cette situation s'observe tout particulièrement à la figure 23 dans la section 3.2.9 du rapport, où la carte de l'attractivité pondérée du critère de l'engagement citoyen ne présente aucune variation apparente même si, dans les faits, les valeurs d'attractivité pondérées pour ce critère varient entre 0 et 12. Cette variation n'est toutefois pas assez significative pour s'afficher sur plus d'une couleur dans la carte, car elle s'intègre complètement au sein de la classe représentée par la couleur verte qui inclut tous les pointages pondérés se situant entre 0 et 20. De ce fait, même si les cartes de ce rapport dressent de bons portraits des données et des résultats, il demeure pertinent pour les professionnels d'explorer sur ArcGIS les données pour obtenir une image plus détaillée de la situation de chaque segment, critère et/ou score final.

Finalement, il est opportun de rappeler qu'il s'agit avant tout d'un outil d'aide à la décision, et non d'un outil de prise de décision. L'exercice d'analyse présenté dans ce rapport ne vise pas à remplacer l'habileté décisionnelle des professionnels ou des décideurs à l'égard des choix d'aménagements à faire, mais bien à supporter et à faciliter leur réflexion afin de les aider à prendre des décisions de qualité plus transparentes.

5.1 Recommandations

Pour faire suite à ces limites, et plus particulièrement celles liées aux données géospatiales, l'équipe de l'Université Laval fait les recommandations suivantes à la ville de Sherbrooke :

1. Mettre à jour les données sur les surfaces minéralisées/imperméables pour qu'elles soient disponibles à l'échelle de la ville. Le manque d'information à ce sujet n'a pas permis de considérer cet aspect dans les critères de l'outil d'aide à la décision développé, alors que ce critère avait été retenu et jugé intéressant par les professionnels en début de projet.
2. Fournir une estimation du débit journalier moyen annuel pour un plus grand nombre de segments de rue puisque cette information n'est actuellement pas disponible pour plusieurs d'entre eux.
3. Corriger et compléter les fichiers de données géospatiales des réseaux cyclables et des réseaux piétonniers afin qu'ils concordent avec les réseaux existants et projetés présentés dans les Annexes 3 et 4 du PDTA. En effet, il a été observé que de nouveaux liens projetés par le PDTA n'ont pas été intégrés dans les couches de données géospatiales relatives aux réseaux cyclables et aux réseaux piétonniers (les liens piétonniers projetés sur certains segments des rues Fabre, Dorval, Bachand et de Verdun en sont des exemples). Outre ces ajouts, quelques corrections semblent également être de mise. À titre d'exemple, dans la couche *ReseauMultimodal*, un réseau piéton est apparent en bordure du segment de rue Marcel-Marcotte (OBJECTID_C 1268) situé entre sa terminaison en cul-de-sac et le segment de rue Marcello alors que dans l'Annexe 3 du PDTA, aucun lien piétonnier n'est affiché pour ce segment.
4. Développer une base de données géolocalisée contenant des informations par rapport aux différents types d'activités citoyennes recensées sur le territoire de la ville : initiatives, mobilisation, rassemblements, comités de quartiers, fêtes de voisinage, etc. Une telle base de données permettrait d'accéder facilement à plusieurs informations illustrant la dynamique sociale dans la ville tout en indiquant spatialement les secteurs présentant une implication citoyenne plus marquée. Idéalement, la géolocalisation des différents éléments relatifs à l'implication citoyenne enregistrés dans cette base de données devrait être faite au niveau des segments de rue. En effet, si l'on prend en exemple les fêtes de voisinage, les informations actuellement détenues par la Ville pour ce type d'activité sont à l'échelle de la rue. Or, certaines rues peuvent être relativement longues. Il serait ainsi pertinent de préciser entre quelles intersections prennent place les fêtes de voisinage (ou tout autre type d'implications citoyennes) sur chaque rue pour pouvoir avoir des informations plus précises quant à leur localisation (sans nécessiter pour autant d'adresses spécifiques).
5. Développer une couche de données relatives à la canopée. En effet, la Ville possède certaines informations par rapport aux arbres et à la végétation sur son territoire, mais ces informations ne sont pas exhaustives. Dans le cadre du projet présenté dans ce rapport, la canopée a été calculée à l'aide de données tirées du site *Forêt Ouverte* qui ont permis de caractériser l'indice canopée de chaque segment de rue de façon fiable et cohérente en tenant compte des ressources disponibles. Or, il pourrait être pertinent pour la Ville de compléter leurs données internes pour représenter

plus fidèlement la couverture végétale sur son territoire, à l'image des données produites à cet effet par d'autres administrations municipales et/ou territoriales au Québec.

6. Bien que les résultats issus de l'étude soient présentés dans le rapport, il serait tout de même pertinent pour les professionnels de la ville d'explorer et de s'approprier les données géospatiales utilisées (et fournies avec ce rapport) dans ArcGIS ou un autre SIG. Cela permettrait d'approfondir la compréhension des résultats affichés.
7. Partager avec les citoyens le processus ayant mené au développement de l'outil d'aide à la décision présenté dans ce rapport. La compréhension de la démarche et des critères d'évaluation utilisés pour évaluer le potentiel des segments de rue à être réaménagés en rues partagées par les citoyens pourrait contribuer au sentiment de transparence perçu par ceux-ci et favoriser une meilleure adhésion aux décisions prises par la Ville. De plus, il pourrait également être intéressant d'impliquer des citoyens dans les discussions lorsque, tel que présenté à la figure 1, l'arbre décisionnel mène à une situation où il s'agit d'analyser l'intérêt de réaliser une rue partagée avec les élus et les représentants de l'arrondissement concerné.

6 Conclusion

L'objectif de ce projet était de construire un outil d'aide multicritère à la décision cartographique permettant d'évaluer et de prioriser les segments de rue de la ville de Sherbrooke selon leur potentiel à être converties en rues partagées, et ce, compte tenu des spécificités du territoire ainsi que des valeurs et des objectifs des professionnels de la ville.

Pour y arriver, une collaboration entre ces professionnels et des spécialistes en aide à la décision de l'Université Laval a été mise sur pied entre février 2020 et novembre 2020. Tout au long de cette collaboration, les membres de l'Université Laval ont animé et encadré les rencontres et ont agi à titre de facilitateurs auprès des professionnels de la ville pour les aider dans l'élaboration d'un modèle d'analyse multicritère permettant de constituer l'outil d'aide à la décision cartographique souhaité. Ils ont aidé les professionnels à construire un système de valeur commun et à structurer leurs préférences pour en arriver à un consensus. Les professionnels de la ville ont quant à eux exprimé leurs valeurs, leurs objectifs, leurs aspirations et leurs préoccupations à propos des rues partagées pour permettre de construire l'outil décisionnel. De ce fait, l'outil développé dans le cadre de ce projet ne représente pas les réflexions et/ou les opinions des membres de l'équipe de l'Université Laval, mais bien ceux des professionnels de la ville de Sherbrooke.

Il s'agissait d'une première expérience d'élaboration d'un outil multicritère d'aide à la décision pour les professionnels de Sherbrooke. La perception de ceux-ci à l'égard de la démarche ayant mené au développement de l'outil a été généralement positive. Les professionnels ont notamment mentionné avoir apprécié les rencontres ayant permis à de nombreux participants d'exprimer et d'échanger leurs visions pour permettre de prendre en considération un large éventail de points de vue. De plus, bien que la pandémie ait modifié cet aspect au cours du projet, la diversité des intervenants participant au processus de construction de l'outil d'aide à la décision (lors des deux premières rencontres) a également été appréciée par les professionnels. En effet, celle-ci favorisait, selon eux, des discussions plus riches et permettait d'aborder des aspects qui n'auraient peut-être pas été abordés sans la présence de plusieurs expertises autour de la table. Les échanges ouverts à tous ont également été un point fort du projet selon les représentants de la ville. Ils ont souligné l'intérêt de construire un outil d'aide à la décision reflétant spécifiquement leurs valeurs et leurs objectifs plutôt que de procéder via une démarche clé en main proposée par des experts externes. Cet élément a toutefois présenté, d'un autre côté, certains défis, en particulier la difficulté à conserver une ligne directrice dans les discussions par moment, le sentiment d'avancer parfois lentement et de passer trop de temps sur certains aspects ainsi que l'impression d'avoir parfois trop d'éléments sur la table pour bien orienter les réflexions. De plus, il ne faut pas négliger l'effort cognitif important demandé aux participants.

Par ailleurs, les avantages procurés par le développement de l'outil d'aide à la décision présenté dans ce rapport sont multiples, l'un des plus notables étant que la Ville pourra effectuer des choix plus éclairés face aux investissements et aux demandes citoyennes à l'égard de l'implantation de nouvelles rues partagées, et que ces décisions pourront être expliquées de façon plus transparente. De plus, cet outil permettra également à la ville d'agir de façon plus proactive face à l'aménagement de rues partagées, plutôt que d'agir en réaction aux demandes citoyennes de façon ad hoc.

En outre, cet outil offrira aux professionnels l'avantage d'avoir une approche décisionnelle plus structurée s'appliquant à l'ensemble des voies routières de la ville qui pourraient faire l'objet d'une demande

citoyenne pour une transformation en rue partagée dans le futur. En effet, ils sauront, d'entrée de jeu, quels segments de rue présentent les plus hauts potentiels pour un réaménagement en rues partagées, et ils pourront utiliser cette information pour orienter adéquatement leurs réflexions en suivant le processus décisionnel sur l'implantation de nouvelles rues partagées présenté à la figure 1. Étant désormais munis d'un processus décisionnel de référence clair et d'évaluations documentées sur le potentiel de réaménagement de tous les segments de rue admissibles du territoire, les professionnels pourront économiser temps et ressources lorsque des projets de rues partagées leur seront adressés. Ils pourront en effet évaluer plus rapidement les rues proposées sans nécessiter l'intervention constante de tous les départements concernés.

Ceci étant, il pourrait être intéressant de reprendre la méthodologie aide multicritère à la décision-système d'information géographique (AMCD-SIG) employée dans le cadre de cette étude pour l'appliquer à d'autres concepts urbains ou d'autres projets de nature similaire, tel que l'aménagement de parvis, de placettes publiques ou de rues conviviales comme cela a été fait à Québec. Plus concrètement, cette méthodologie pourrait être réutilisée pour le projet sur l'amaigrissement des surfaces asphaltées du réseau routier envisagé par la ville de Sherbrooke. L'utilisation de cette approche multidisciplinaire et consensuelle pourrait constituer un bon moyen pour s'assurer que les préoccupations des différentes parties prenantes touchées par divers projets mis de l'avant par la Ville soient bien entendues et intégrées au sein des processus décisionnels.

Bibliographie

- Al-Mashaykhi, B.A. et Hammam, R.A. (2020). «Shared Street as A Means of Liveable Urban Space». *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 409 (1): 1-11. DOI: [10.1088/1755-1315/409/1/012044](https://doi.org/10.1088/1755-1315/409/1/012044)
- Bana e Costa C.A., De Corte J.M., & Vansnick J.C. (2012). « MACBETH». *International Journal of Information Technology & Decision Making* 11 (2): 359-87.
- Belton, V., & Stewart, T. (2002). Multiple criteria decision analysis: an integrated approach. *Springer Science & Business Media*.
- Ben-Joseph, E. (1995). «Changing the residential street scene: Adapting the shared street (woonerf) concept to the suburban environment». *Journal of the American Planning Association* 61 (4): 504-515.
- Biddulph, M. (2010). «Evaluating the English Home Zone Initiatives ». *Journal of the American Planning Association* 72 (2): 199-218. DOI: [10.1080/01944361003622688](https://doi.org/10.1080/01944361003622688)
- Blythe, R., Naidoo, S., Abbott, C., Bryant, G., Dines, A. et Graves, N. (2019). «Development and pilot of a multicriteria decision analysis (MCDA) tool for health services administrators». *BMJ Open* 9 (4): 1-8. DOI: [10.1136/bmjopen-2018-025752](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-025752)
- Bruneau, J.F. et Morency, C. (2016). « Évaluation du potentiel d’application d’une démarche « Code de la rue » pour le Québec et identification des enjeux et stratégies liés à sa mise en œuvre ». *Rapport final*. Repéré à : <https://www.inspq.qc.ca/nouvelles/potentiel-d-application-d-une-demarche-code-de-la-rue-pour-le-quebec>
- Cailhier, A., Abi-Zeid, I., Lavoie, R., Marleau Donais, F. et Correia Sinézio Martins, E. (2020). *Opérations réalisées dans ArcGIS pour l’analyse des critères de l’outil d’aide à la décision cartographique sur l’implantation de nouvelles rues partagées*. Université Laval, Québec.
- Carnero, M.C. et Gomez, A. (2016). «A multicriteria decision making approach applied to improving maintenance policies in healthcare organizations». *BMC Medical Informatics and Decision Making* 16 (47): 1-22. DOI: [10.1186/s12911-016-0282-7](https://doi.org/10.1186/s12911-016-0282-7)
- Centre d’écologie urbaine de Montréal. (2018). « Des rues inspirantes – Un inventaire pour passer à l’action ». Repéré à : https://urbanismeparticipatif.ca/sites/default/files/upload/document/reflexion/com_rc_inventaire_vf.pdf
- Centre d’enseignement et de recherche en foresterie Sainte-Foy In. (2015). « Une méthode novatrice pour cartographier la canopée de la ville de Québec : la classification orientée-objet utilisant le proche infrarouge ». Repéré à : http://www.cerfo.qc.ca/fileadmin/mediatheque/foresterie_urbaine/Technote_CERFO_Canopee_2015-02.pdf

Chakhar, S. et Martel, J.-M. (2004). « Towards a Spatial Decision Support System: Multi-Criteria Evaluation Functions Inside Geographical Information Systems ». Repéré à : https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/55779/filename/AN2LAMSADE_97-123.pdf

Collectivités viables. (3 mars 2020 – date de consultation). « Rue partagée ». Repéré à : <http://collectivitesviables.org/articles/rue-partagee.aspx>

Della Bruna Jr, E., Ensslin, L. et Rolim Ensslin, S. (2014). «An MCDA-C application to evaluate supply chain performance». *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 44 (7) : 597-616. DOI : <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-05-2012-0157>

Desprez, S., Rennesson, C. et Vignon, E. (2010). « Zone de rencontre: quels dispositifs repérables et détectables par les personnes aveugles et malvoyantes? ». *Rapport de recherche. Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU)*. Repéré à : <https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-02163218/document>

Fathom. (3 mars 2020 – date de consultation). « Argyle and Grafton Shared Streets ». Repéré à : <https://fathomstudio.ca/our-work/argyle-and-grafton-street-shared-street>

Fontaine, N. (2012). « La rue complète, l'accessibilité universelle qui fait du chemin ». *Revue Urbanité – Milieux accessibles. Printemps 2012*. Repéré à : <https://ouq.qc.ca/revues/milieux-accessibles/>

Gürbüz, T., Alptekin, S.E. et Işıklar Alptekin, G. (2012). «A hybrid MCDM methodology for ERP selection problem with interacting criteria». *Decision Support Systems* 54 (1): 206–214. DOI: [10.1016/j.dss.2012.05.006](https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.05.006)

Hickman, R. et Dean, M. (2018). «Incomplete cost – incomplete benefit analysis in transport appraisal». *Transport Reviews* 38 (6) : 689-709. DOI : <https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1407377>

Hillier, B., Yang, T. et Turner, A. (2012). «Normalising least angle choice in Depthmap and how it opens up new perspectives on the global and local analysis of city space». *Journal of Space Syntax* 3 (2) : 155-193. Repéré à : <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1389938/>

Howard, S., Scott, I. A., Ju, H., McQueen, L. et Scuffham, P. A. (2018). «Multicriteria decision analysis (MCDA) for health technology assessment: The Queensland Health experience». *Australian Health Review* 43 (5): 591-599. DOI : <https://doi.org/10.1071/AH18042>

Institut national de santé publique du Québec. (2019a). « L'indice de défavorisation matérielle et sociale : en bref ». Repéré à : <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/santescope/indice-defavorisation/guidemethodologiquefr.pdf>

Institut national de santé publique du Québec. (2019b). « Indice de défavorisation matérielle et sociale ». Repéré à : <https://www.inspq.qc.ca/defavorisation/indice-de-defavorisation-materielle-et-sociale>

Institut national de santé publique du Québec. (2019c). « L'indice de défavorisation matérielle et sociale – Description des variables ». Repéré à : <https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/f19b0cda-8f52-44a1-9954-a1a606daa56e/resource/499ed117-2435-4031-92f9-eab4cad782a8/download/indicedefavmatsociale2016descvar20190828.pdf>

Institut national de santé publique du Québec. (2020). « Indice de défavorisation ». Repéré à : <https://www.inspq.qc.ca/santescope/indice-de-defavorisation>

Jayakodi, R. R. J. C., Keraminiyage, K., Alston, M. et Dias, N. (2018). « Design factors for a successful shared space street (SSS) design ». *International Journal of Strategic Property Management* 22 (4): 278-289. DOI: [10.3846/ijspm.2018.3685](https://doi.org/10.3846/ijspm.2018.3685)

Jiang, L., Massimiliano, M., Maffei, L., Meng, F. et Vorländer, M. (2018). «How do shared-street design and traffic restriction improve urban soundscape and human experience? —An online survey with virtual reality». *Building and Environment* 143: 318-328. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.07.005>

Kaparias, I., Bell, M.G.H., Dong, W., Sastrawinata, A., Singh, A., Wang, X. et Mount, B. (2013). «Analysis of Pedestrian–Vehicle Traffic Conflicts in Street Designs with Elements of Shared Space». *Transportation Research Record* 2393 (1): 21-30. DOI: <https://doi.org/10.3141/2393-03>

Karndacharuk, A., Wilson, D.J. et Dunn, R.C.M. (2013b). «Evaluating shared spaces: Methodological framework and performance index». *Road and Transport Research* 22 (2): 52-61. Repéré à : https://www.researchgate.net/publication/286178054_Evaluating_shared_spaces_Methodological_framework_and_performance_index

Karndacharuk, A., Wilson, D.J. et Dunn, R. (2014). «A Review of the Evolution of Shared (Street) Space Concepts in Urban Environments». *Transport Reviews* 34 (2): 190-220. DOI: [10.1080/01441647.2014.893038](https://doi.org/10.1080/01441647.2014.893038)

Kelemen R. D. (2015). *Lessons from Europe?: What Americans can Learn from European Public Policies*. Los Angeles : Sage/CQ Press.

Laouar, D. et Mazouz, S. (2017). «La carte axiale, un outil d'analyse de l'accessibilité spatiale : cas de la ville d'Annaba». *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie* 35 : 111-123. Repéré à : https://www.researchgate.net/publication/330753548_La_carte_axiale_un_outil_d'analyse_de_l'accessibilite_spatiale_cas_de_la_ville_d'Annaba_The_axial_map_as_an_analysis_tool_for_the_spatial_accessibility_Case_of_Annaba_City

Lavoie, R., Florent, J., Vansnick, J.C. et Rodriguez, M.J. (2015). «Integrating groundwater into land planning: A risk assessment methodology». *Journal of Environmental Management* 154: 358–371. DOI: [10.1016/j.jenvman.2015.02.020](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.02.020)

Malczewski, J. et Rinner, C. (2015). *Multicriteria Decision Analysis in Geographic Information Science*. New York, New York: Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-74757-4>

Marleau Donais, F., Abi-Zeid, I. et Lavoie, R. (2017). « A Loose-Coupling Integration of the MACBETH Approach in ArcGIS ». Dans *Proceedings of the 2017 International Conference on Decision Support System Technology*, édité par Isabelle Linden, Bertrand Mareschal, Shaofeng Liu, Jason Papathanasiou, et Christian Colot, 125-31. Namur, Belgique: EWG-DSS.

Marleau Donais, F., Abi-Zeid, I., Waygood, E. O. et Lavoie, R. (2019). «Assessing and ranking the potential of a street to be redesigned as a Complete Street: A multi-criteria decision aiding approach». *Transportation Research Part A : Policy and Practice* 124 : 1-19. DOI: [10.1016/j.tra.2019.02.006](https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.02.006)

Ministère des Transports du Québec. (2019). *Guide d'application - rues partagées. Sécurité en transport*. Ministère des Transports: Montréal.

National Association of City Transportation Officials. (éd. 2013). *Urban street design guide*. Washington: Island Press.

National Association of City Transportation Officials. (1 mars 2020 - date de consultation). «Commercial shared street». Repéré à : <https://nacto.org/publication/urban-street-design-guide/streets/commercial-shared-street/>

National Association of City Transportation Officials. (1 mars 2020 - date de consultation). «Downtown 1-Way Street». Repéré à : <https://nacto.org/publication/urban-street-design-guide/streets/downtown-1-way-street/>

National Association of City Transportation Officials. (1 mars 2020 - date de consultation). «Residential shared street». Repéré à : <https://nacto.org/publication/urban-street-design-guide/streets/residential-shared-street/>

Orsi, F. et Geneletti, D. (2010). «Identifying priority areas for Forest Landscape Restoration in Chiapas (Mexico) : An operational approach combining ecological and socioeconomic criteria». *Landscape and Urban Planning* 94 (1): 20-30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.07.014>

Read, S. (1999). «Space Syntax and the Dutch City». *Environment and Planning B: Planning and Design* 26 (2): 251-264. DOI: <https://doi.org/10.1068/b4425>

Steele, K., Carmel, Y., Cross, J. et Wilcox, C. (2009). «Uses and Misuses of Multicriteria Decision Analysis (MCDA) in Environmental Decision Making». *Risk Analysis* 29 (1) : 26-33. DOI : <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2008.01130.x>

Table Québécoise sur la sécurité routière. (2013). « Troisième rapport de recommandations - Pour des routes de plus en plus sécuritaires ». Repéré à : <https://securite-routiere.qc.ca/doc/rapport-tqsr.pdf>

Tammi, I. et Kalliola, R. (2014). «Spatial MCDA in marine planning: Experiences from the Mediterranean and Baltic Seas». *Marine Policy* 48: 73-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.03.015>

University College London. (2020a). «Overview». Repéré à : <https://www.spacesyntax.online/overview-2/>

University College London. (2020b). «Axial map». Repéré à : <https://www.spacesyntax.online/term/axial-map/>

Victoria Transport Policy Institute. (2017). «Roadway Connectivity - Creating More Connected Roadway and Pathway Networks». Repéré à : <https://www.vtpi.org/tdm/tdm116.htm>

Ville de Montréal. (2019.). Cadre de référence – Programme rues piétonnes et partagées, 5^{ème} édition.

Ville de Montréal. (15 avril 2020 – date de consultation). « La canopée et les îlots de chaleur ». Repéré à : http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=7377,91101652&_dad=portal&_schema=PORTAL

Ville de Sherbrooke. (2012). « *Plan de mobilité durable de Sherbrooke 2012-2021* ». Repéré à : <https://www.sherbrooke.ca/fr/vie-municipale/publications/plans-et-schemas>

Ville de Sherbrooke. (2016). « Plan directeur du transport actif de la Ville de Sherbrooke (PDTA) ». Repéré à : <https://www.sherbrooke.ca/fr/vie-municipale/publications/plans-et-schemas>

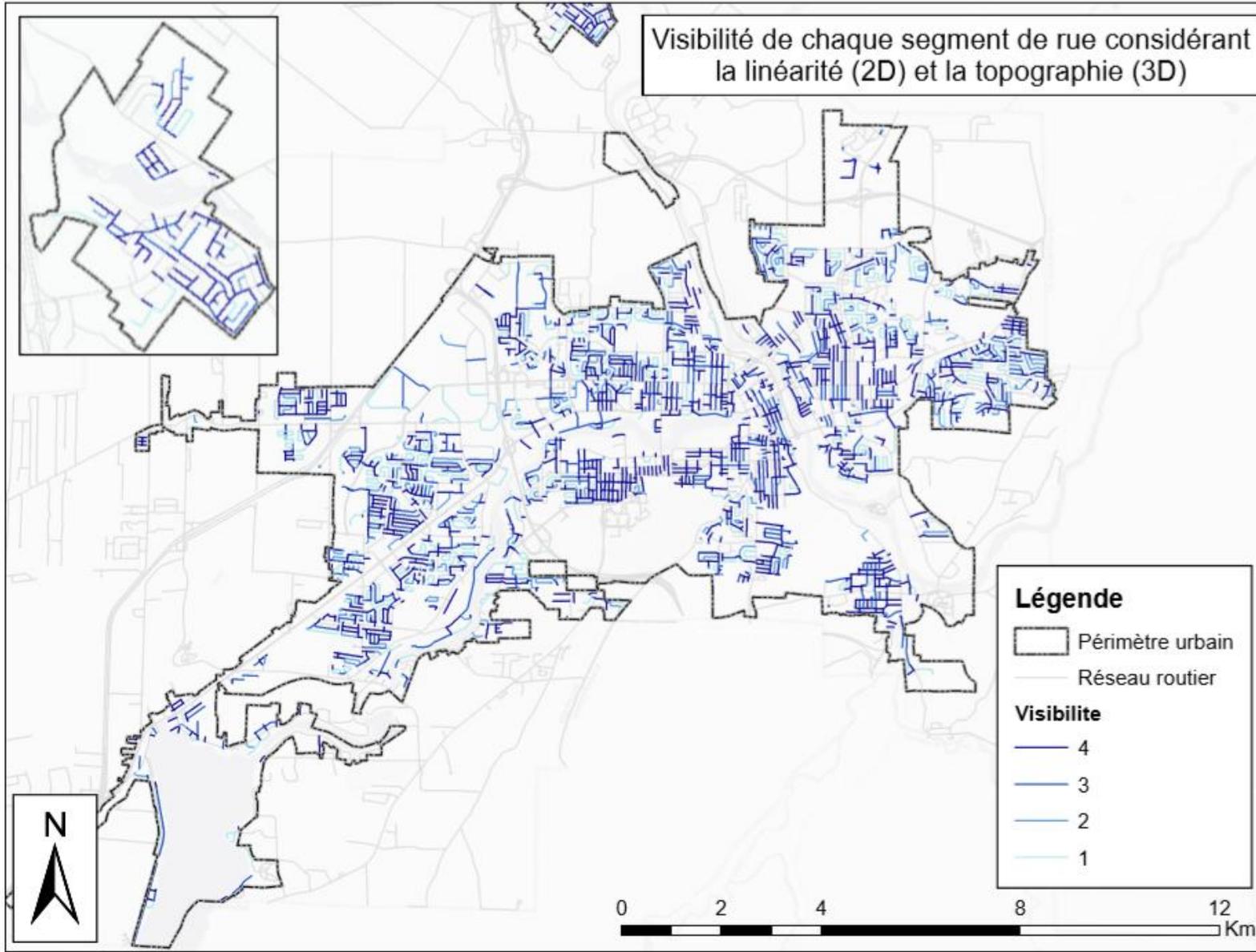
Ville de Toronto. (3 mars 2020 – date de consultation). « Complete Streets Overview ». Repéré à : <https://www.toronto.ca/services-payments/streets-parking-transportation/enhancing-our-streets-and-public-realm/complete-streets/overview/>

Annexe 1

Représentation cartographique du réseau routier de la ville selon les données brutes de chaque critère (utilisées ultérieurement pour le calcul des scores d'attractivité MACBETH)

Critère de la visibilité

Calculé en analysant la linéarité (2D) et la topographie (3D) de chaque segment de rue



Légende détaillée

4 = segment de rue ayant une topographie non accidentée et étant linéaire

3 = segment de rue ayant une topographie accidentée mais étant linéaire

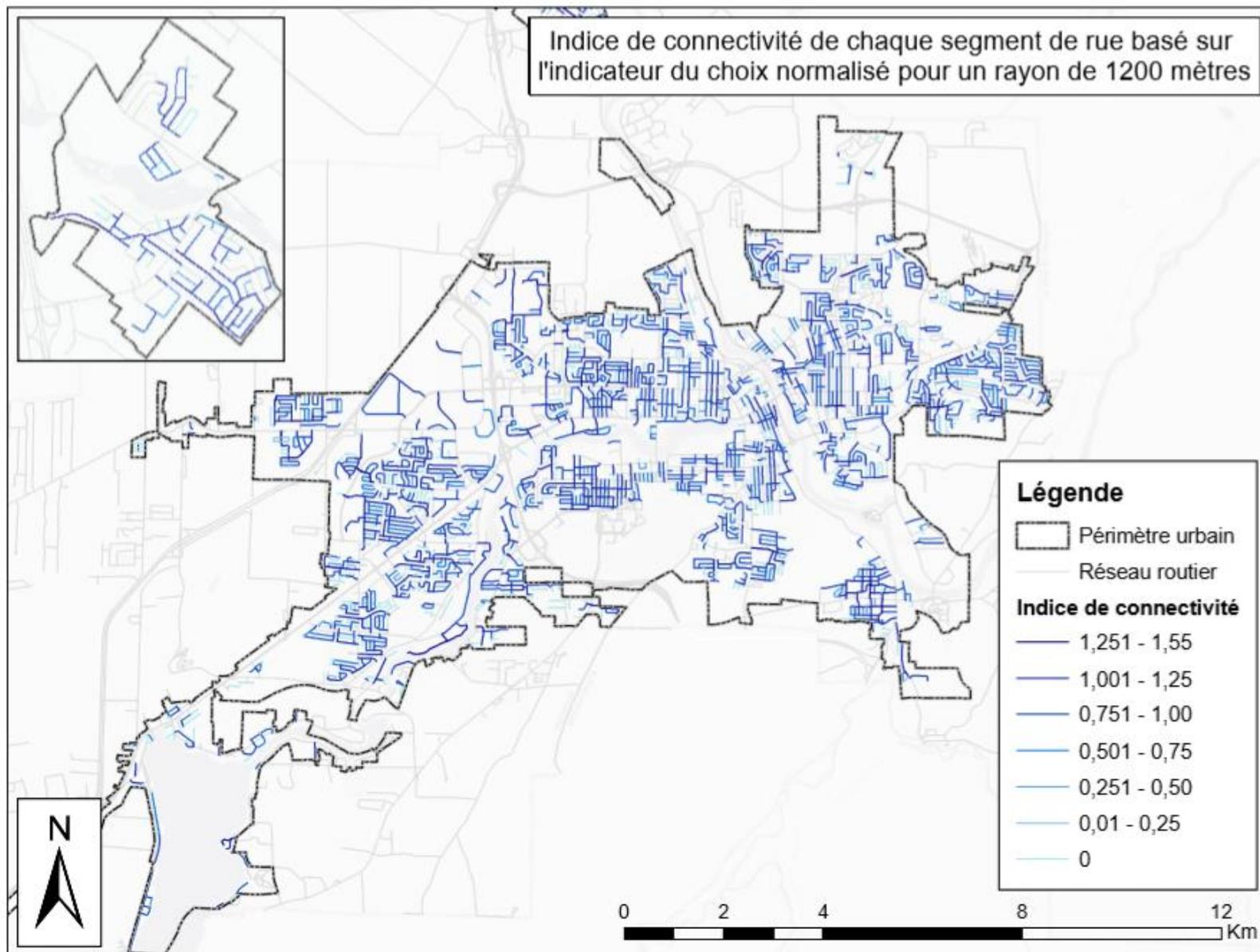
2 = segment de rue ayant une topographie non accidentée mais ayant une ou des courbes

1 = segment ayant une topographie accidentée et ayant une ou des courbes

Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

Critère de la connectivité

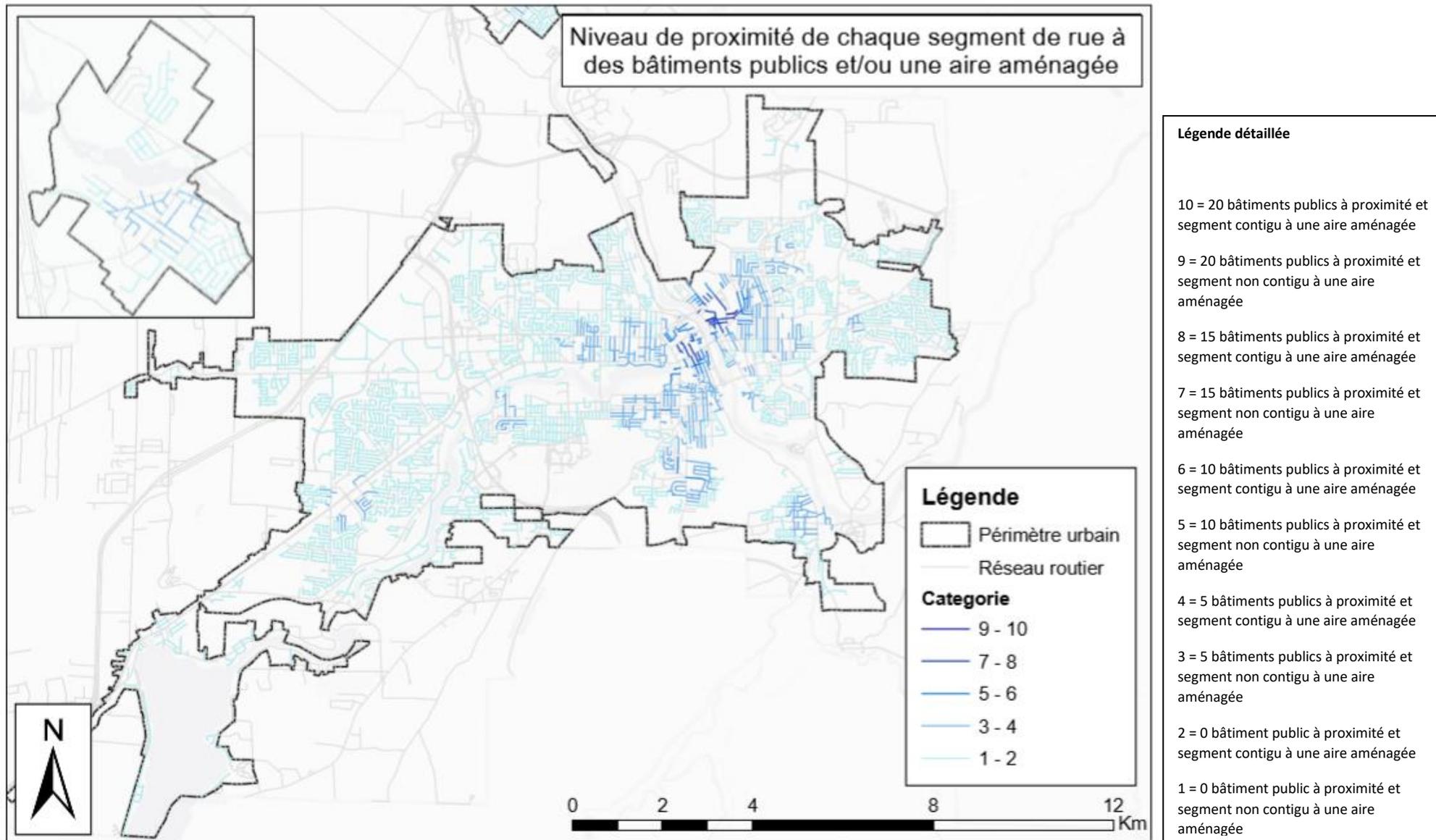
Calculé à partir de l'indicateur du choix normalisé pour un rayon de 1200 mètres



Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

Critère de la proximité à des bâtiments publics et/ou une aire aménagée

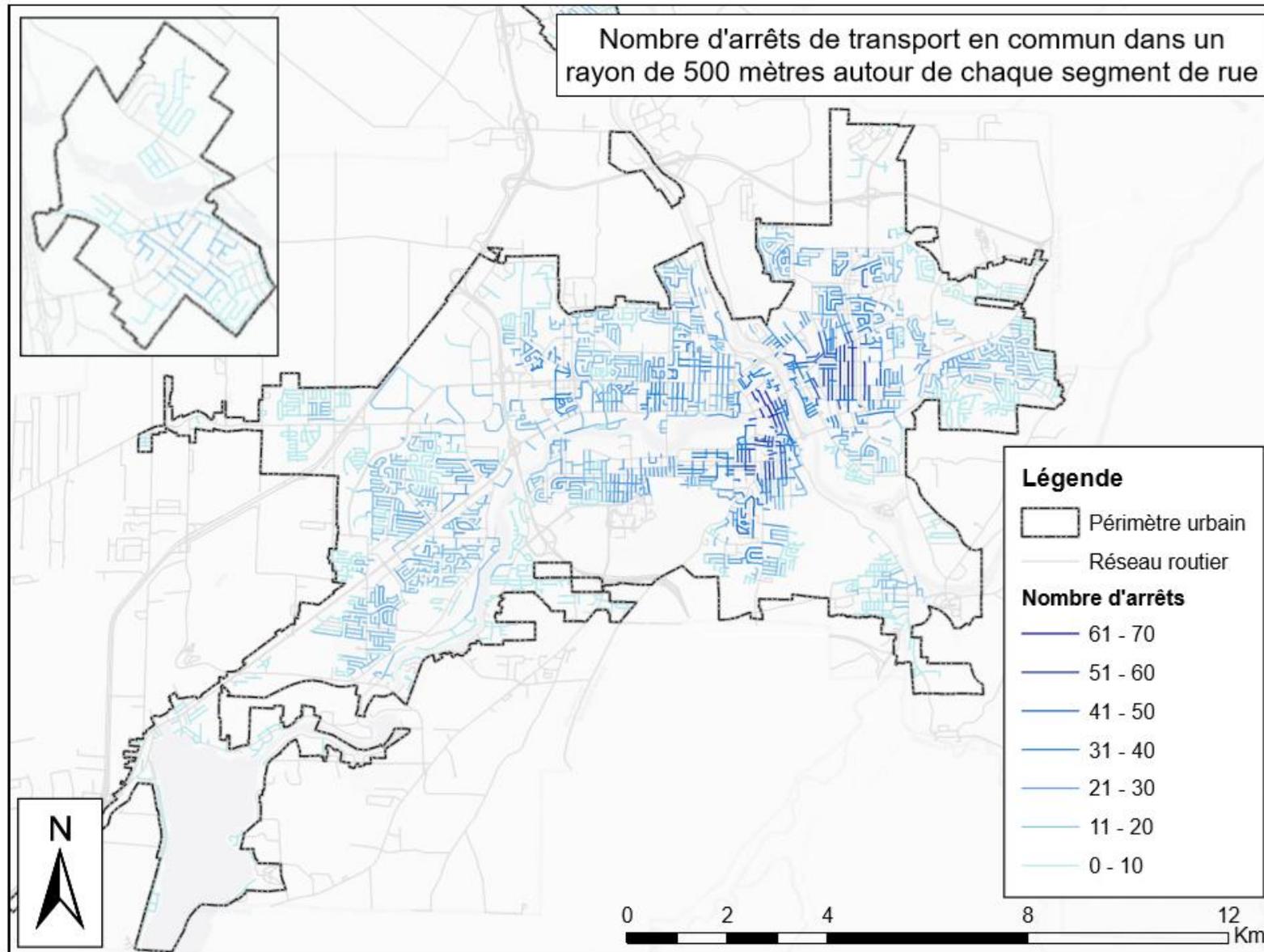
Calculé en analysant le nombre de bâtiments publics se situant dans un rayon de 500 mètres autour de chaque segment de rue et en analysant la contiguïté (ou non) de chaque segment de rue à une aire aménagée sur le territoire de la ville



Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

Critère de la proximité aux arrêts de la STS

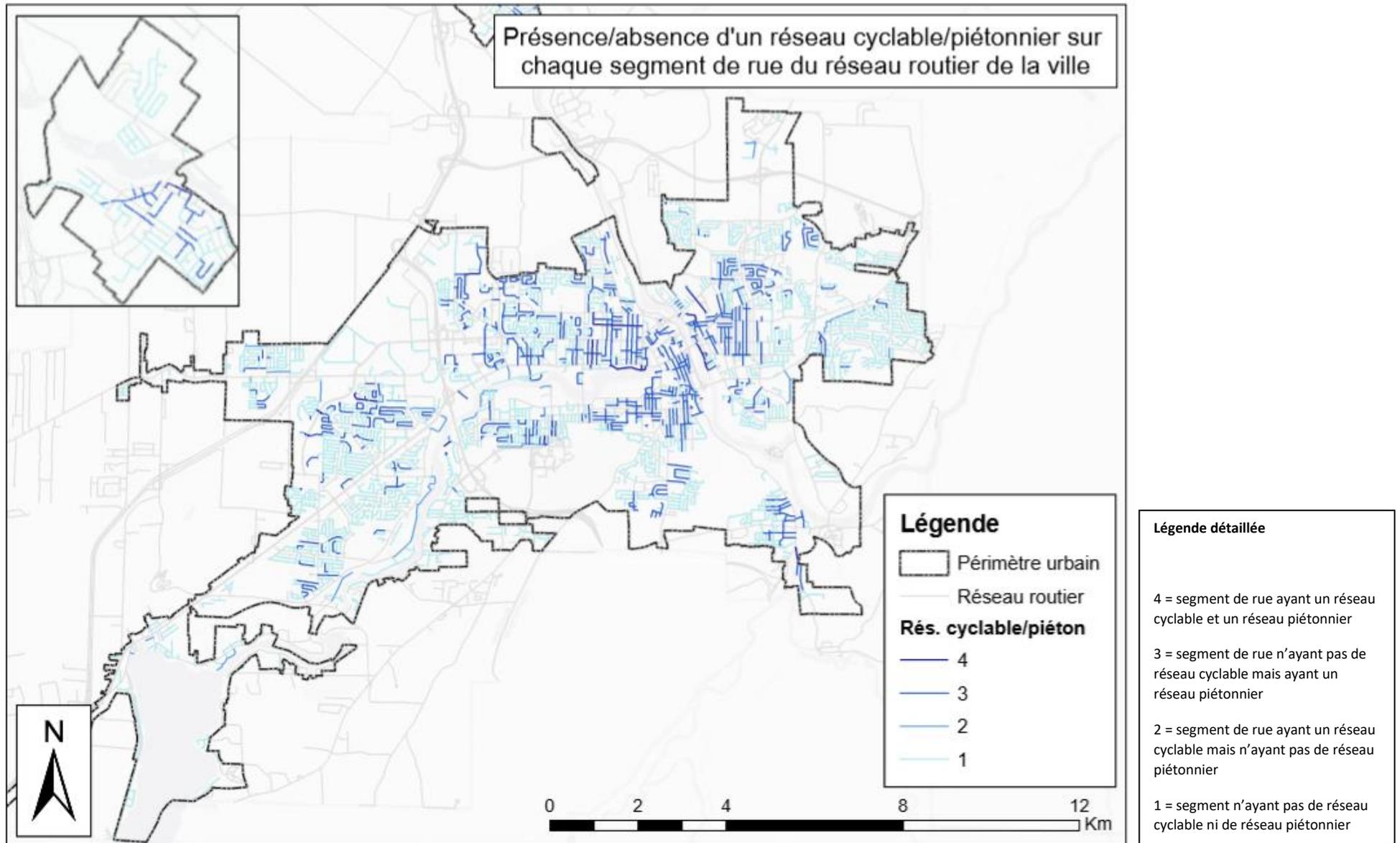
Calculé en analysant le nombre d'arrêts de la STS se situant dans un rayon de 500 mètres autour de chaque segment de rue



Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

Critère de la présence/absence de réseaux cyclables et/ou de réseaux piétonniers

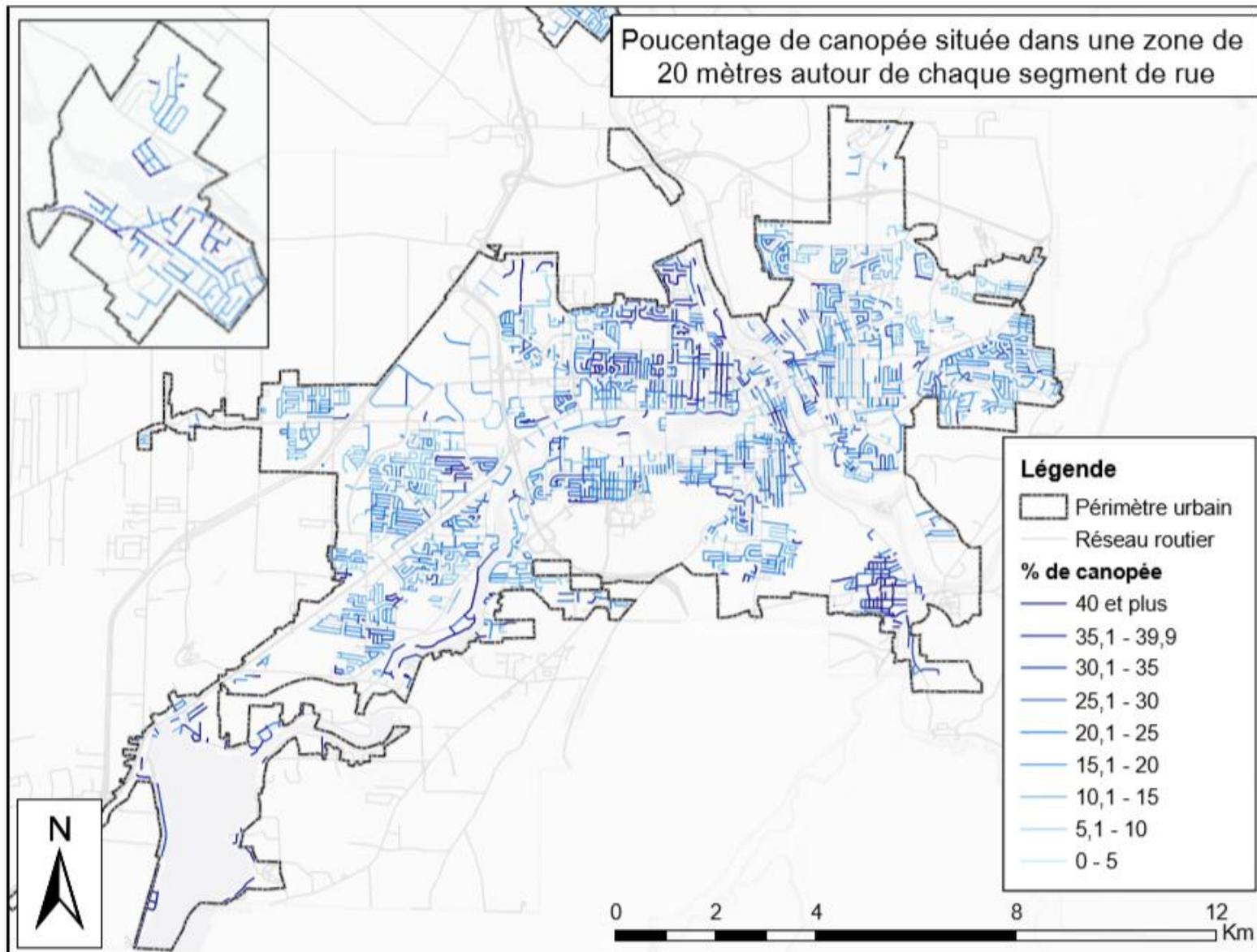
Calculé en analysant la présence ou l'absence de réseaux cyclables et de réseaux piétonniers existants ou projetés par le PDTA



Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

Critère de l'indice canopée

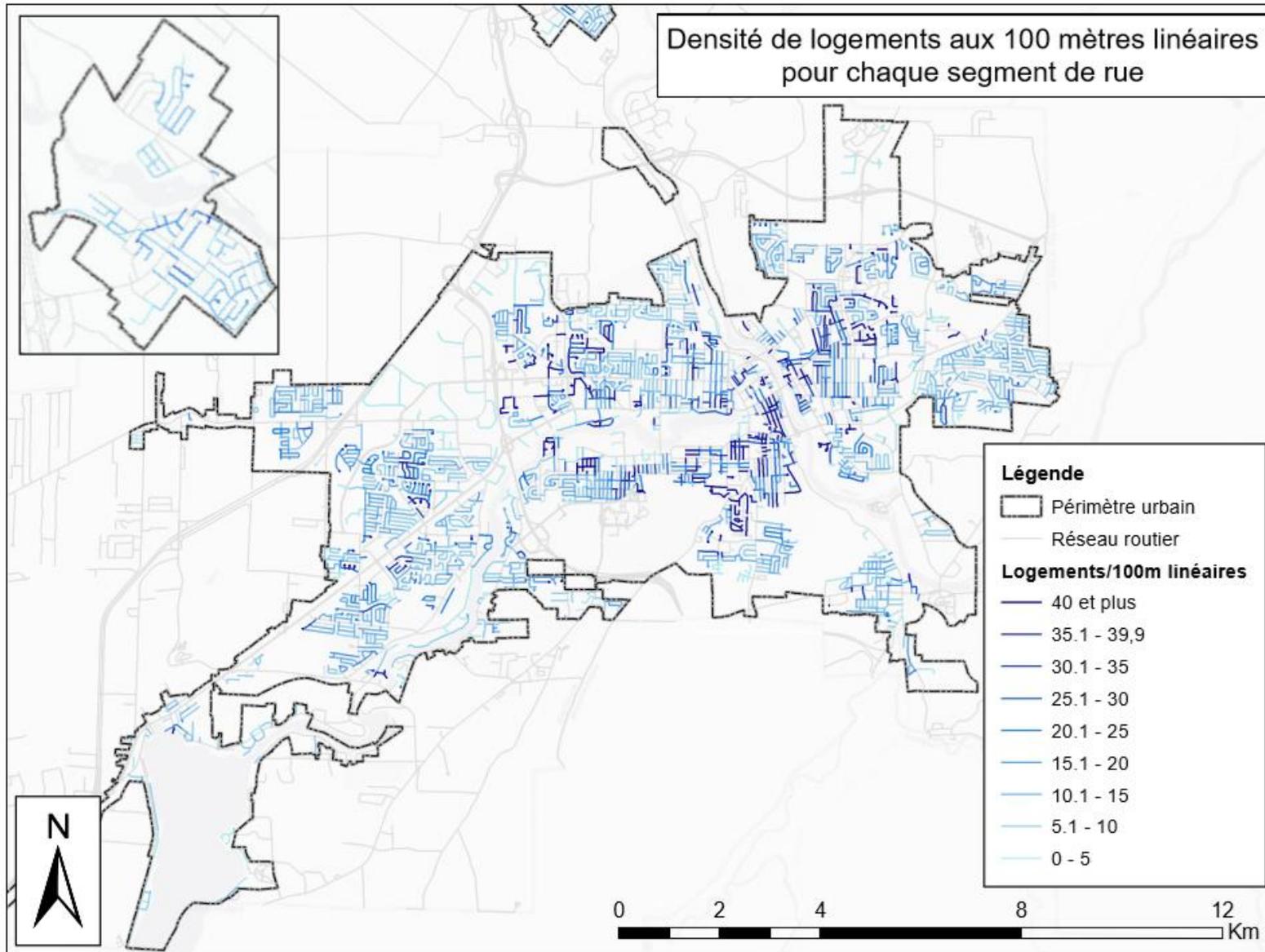
Calculé en analysant la végétation dans un rayon de 20 mètres autour de chaque segment de rue



Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020) et Forêt Ouverte (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

Critère de la densité de logements

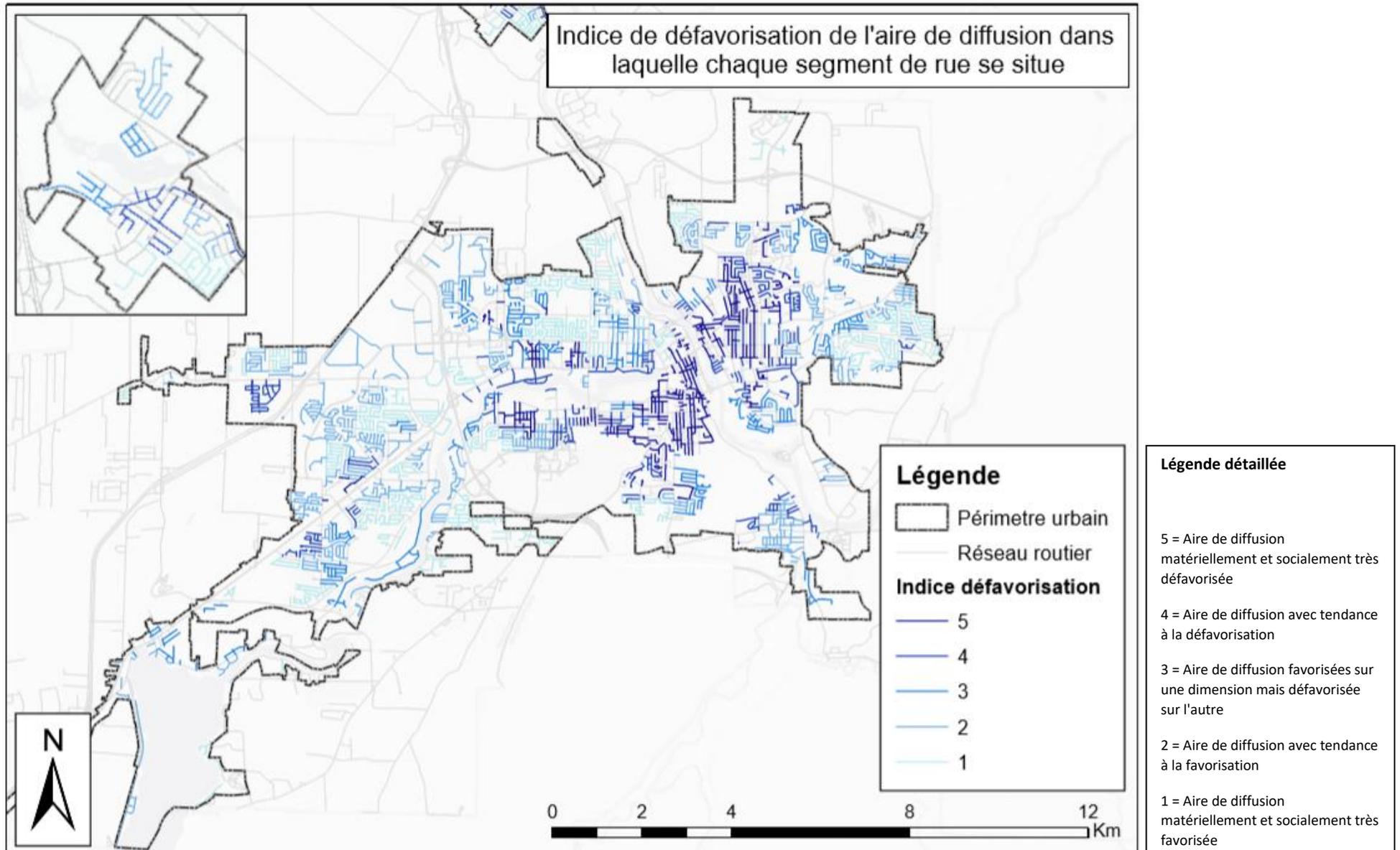
Calculé en additionnant le nombre de logements situés directement aux abords de chaque segment de rue, puis en divisant ce nombre par la longueur respective de chaque segment et en multipliant ce résultat par 100



Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

Critère de l'indice de défavorisation

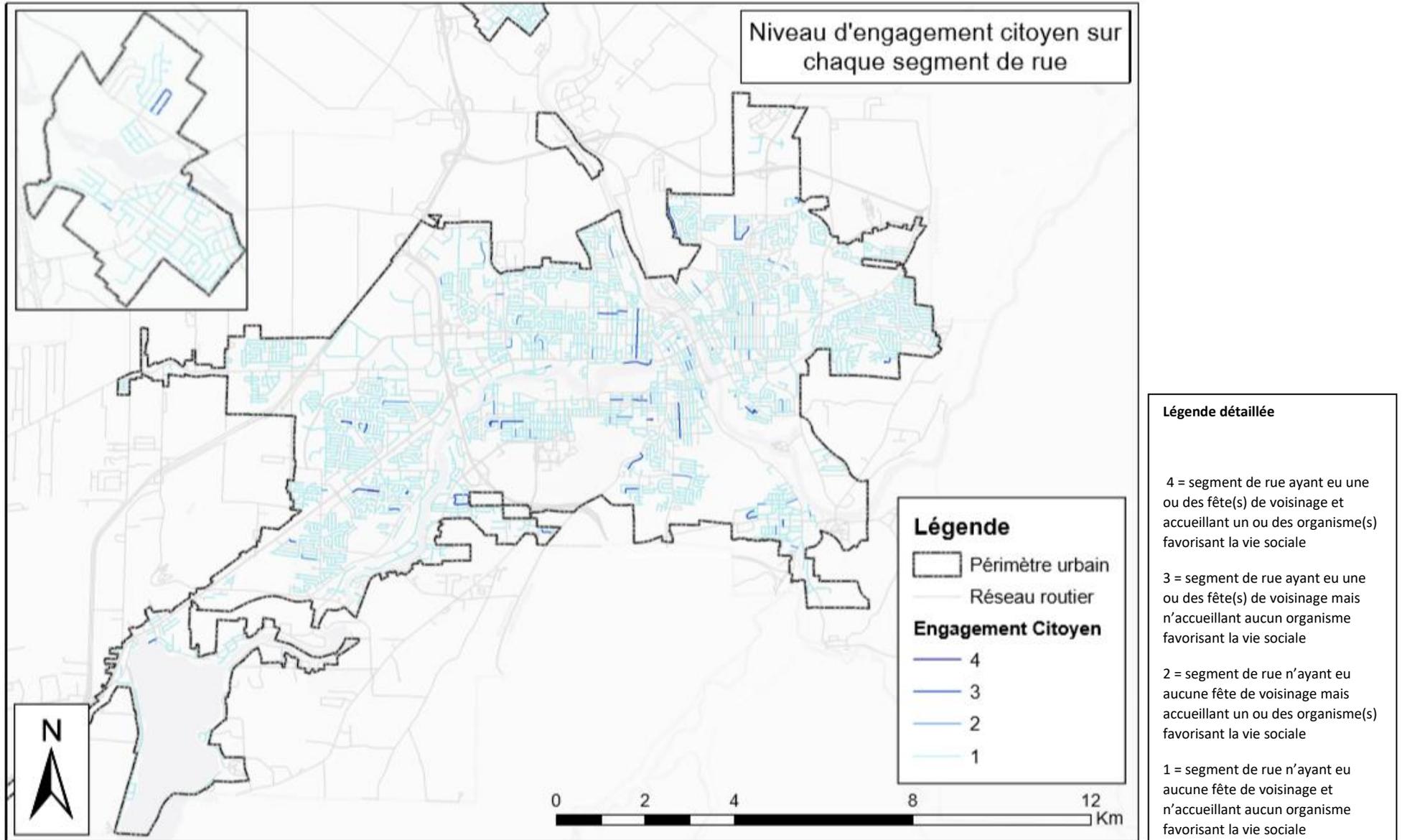
Calculé en utilisant les données de l'INSPQ disponibles sur le site *Données Québec*



Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020) et Données Québec (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

Critère de l'engagement citoyen

Calculé en analysant la présence ou l'absence sur chaque segment de rue de fête(s) de voisinage en 2019 et d'organisme(s) de loisirs et de vie communautaire



Source: Données de la Ville de Sherbrooke (2020)
Auteur: Alexandre Cailhier, Université Laval

Annexe 2

Distinction entre rues partagées et rues conviviales

	En fonction du contexte urbain, les éléments suivants peuvent être retrouvés au sein d'une rue partagée	En fonction du contexte urbain, les éléments suivants peuvent être retrouvés au sein d'une rue conviviale
Éléments physiques caractéristiques	Aucune ségrégation physique entre les modes de transport	Ségrégation physique entre les modes de transport
	Absence de trottoirs	Présence de trottoirs plus larges et de meilleure qualité
	Absence de bandes cyclables	Présence de bandes cyclables
	Absence de lignes ou de marquages au sol	Présence de lignes et de marquages au sol
	Absence de passages pour piétons	Présence de passages pour piétons et de refuges centraux dans les passages pour piétons
	Absence de voies d'autobus réservées	Présence de voies d'autobus réservées
	Des aménagements peuvent être faits pour l'accessibilité universelle	Présence d'équipements d'accessibilité universelle
	Largeur réduite de la rue pour éviter les vitesses excessives	Chaussée généralement d'une certaine largeur pour pouvoir y aménager l'espace propre à chaque mode de transport souhaité
	Peut contenir des espaces de stationnement bien disposés	Peut contenir des espaces de stationnement bien disposés
	Présence d'aménagements paysagers	Présence d'aménagements paysagers
	Présence de mobiliers urbains (bancs, supports à vélo, etc.)	Présence de mobiliers urbains (bancs, supports à vélo, etc.)
	Signalisation indiquant l'entrée en rue partagée clairement affichée aux extrémités de la rue	
Présence de zones de confort (zones permettant aux piétons de se reposer sans interférer avec les cyclistes et les automobilistes)		
Synthèse des éléments définissant généralement le concept	Rue à échelle humaine	Rue à échelle humaine
	Peut s'implanter en contexte résidentiel ou mixte	Peut s'implanter en contexte résidentiel, rural ou mixte
	Ne doit pas y avoir une trop grande circulation automobile à la base	Peut être aménagée sur des voies accueillant un volume de déplacement considérable
	Favorise le transport actif	Favorise le transport actif et collectif
	Aménagées sur des segments particuliers sans nécessairement être connectés à d'autres rues partagées	Rues idéalement mises en réseau avec d'autres rues conviviales
	Les piétons ont priorité (ils peuvent emprunter la chaussée et la traverser en dehors des intersections) et les cyclistes peuvent rouler au centre de la chaussée	Amène une équité entre les usagers de la route (accès facilité à des infrastructures de transport pour ceux n'utilisant pas l'automobile) là où implantée
	Les voitures sont autorisées, mais à une vitesse de 20km/h maximum	Limites de vitesse parfois abaissées
	L'aménagement de la rue permet aux usagers de percevoir de façon spontanée le partage particulier de la chaussée	
Favorise l'appropriation de l'espace public et permet la tenue d'événements publics		

Sources pour les rues partagées : Collectivités viables, 2020; Jayakodi et al., 2018; Jiang et al., 2018 et Ville de Montréal, 2019

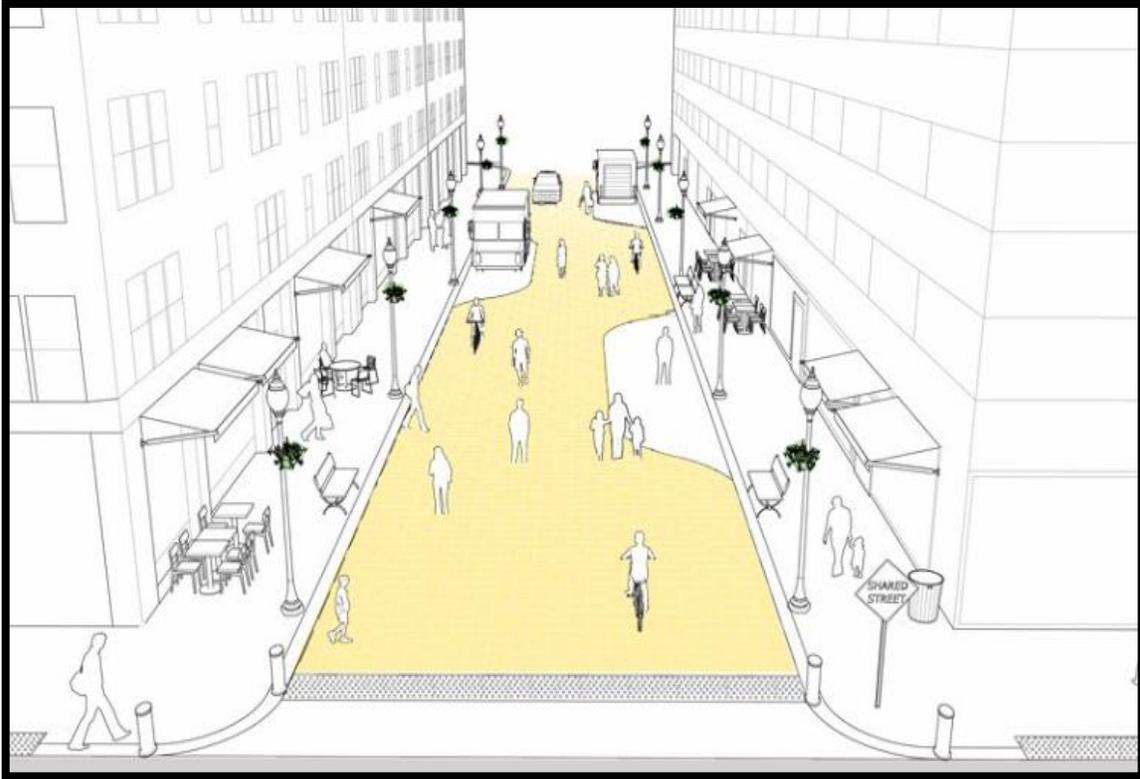
Sources pour les rues conviviales: Bruneau et Morency, 2016; Centre d'écologie urbaine de Montréal, 2018 et Fontaine, 2012



Source: National Association of City Transportation Officials, 1 mars 2020 (date de consultation)
Rue partagée en milieu résidentiel



Collectivités viables, 3 mars 2020 (date de consultation)
Rue partagée en milieu résidentiel



Source: National Association of City Transportation Officials, 1 mars 2020 (date de consultation)
Rue partagée en milieu mixte/commercial



Source: Fathom, 3 mars 2020 (date de consultation)
Rue partagée en milieu mixte/commercial



Source: National Association of City Transportation Officials, 1 mars 2020 (date de consultation)
Rue conviviale



Source: Ville de Toronto, 3 mars 2020 (date de consultation)
Rue conviviale

Annexe 3

Photos des sujets abordés lors du remue-méninges de la première rencontre (14 février 2020) entre l'équipe de l'Université Laval et la Ville de Sherbrooke

Objectifs

Mobilité
Technique/stratégique
Considérations GES (réduction)
Aspects réglementaires
Campagne de communication
Coordination avec des projets
~~déjà~~ autres
Rues partagées temporaires vs
permanentes

Revoir pôle centralité
Refermer le territoire urbain
Considérer les inégalités sociales
dans le choix des rues (indice de
défavorisation)
Vergère / îlot de chaleur
Santé publique
Demande citoyenne/mobilisation

Création de milieu de vie
Sentiment de sécurité
Rapprocher physiquement
et socialement les quartiers
Socialisation des secteurs
Segments de rues bien reçus
des citoyens
Impact qualité de vie des
citoyens
Dynamisme des lieux
Lieux d'échange
Sentiment
d'appartenance

→ criminalité: à déterminer

- Sécurité

- Débit journalier voitures
- us de sac
- Nombre d'accidents sur rue

- Densité

↳ Déplacements

- ↳ Piétons
- ↳ vélos
- ↳ Bus
- ↳ Auto
- ↳ camions

↳ Activités

- ↳ Parks
- ↳ Commerces
- ↳ emplois
- ↳ écoles

↳ Résidents

Nombre d'habitants sur la rue
ou dans le secteur.
Puis il y a, tout s'écrit

Objectif

Environnement

Vardac / lot de charlar

Caractéristiques physiques rue (largeur)

- rues ~~très~~ large serait ~~pas~~ ^{intéressant} (à valider)
- Pentes, topographie de terrain (graves pentes moins intéressantes)

Transport en commun

- Prés des points de transport commun

Proximité des écoles, hôpitaux Centres Commerciaux

Transit (à valider)

- rue avec peu de transit serait mieux?

Résidentiel

- Autour avec possibilité de mixer
- Rose voisine
- Appropriation citoyenne
- la ex (usage résidentiel) est autorisée

De Favorisation → améliorer les conditions

~~Valet touristique (qui ne se peut pas)~~

- Créer des liens entre les rues touristiques et commerciales avec d'autres emplacements intéressants (lacs des natins)

Aspect saisonnier

- Rue qui aurait un succès instantané?

Annexe 4

Résumé des critères non-retenus

Le tableau 10 résume les critères qui ont été abordés lors du processus de construction du modèle d'analyse, mais qui n'ont finalement pas été retenus par les professionnels pour différentes raisons. Ces raisons sont présentées pour chaque critère dans le tableau ci-bas.

Tableau 10 : Résumé des critères non-retenus et justification

Critère	Raison du rejet
Coût d'achat des terrains par la Ville pour transformer un segment de rue en rue partagée	Critère retiré car l'approche des rues partagées ne nécessite pas l'achat de terrains comme pour une approche de rues conviviales.
Segment de rue en cul-de-sac ou non	Critère retiré car cet élément est intégré dans le critère de la connectivité.
Géométrie du segment de rue (linéaire ou courbé)	Critère retiré car cet élément est intégré dans le critère de la visibilité.
Nombre d'accidents par rapport au débit piétonnier moyen sur le segment de rue	Critère retiré car la Ville ne détient aucune donnée sur les débits piétonniers.
Emprise du segment de rue	Critère retiré car il est remplacé par le critère de pourcentage de surface minéralisée (lui-même retiré par la suite par manque de données).
Longueur du segment de rue	Critère retiré car selon les professionnels de la ville, deux petits segments de rue transformés en rues partagées reviennent au même qu'un seul long segment de rue transformé en rue partagée.
Catégorisation des rues effectuée par la Ville (corridors de mobilité)	Critère retiré car les corridors de mobilité ne touchent que les artères et les collectrices. Ils ne touchent pas les rues locales telles qu'analysées dans le cadre de l'étude.
Désuétude du segment	Critère retiré car les professionnels ne veulent pas prendre l'initiative d'implanter une nouvelle rue partagée par eux-mêmes, même si un segment de rue est désuet. Il faut une demande citoyenne. Le niveau de désuétude d'un segment de rue ne pourrait influencer que le type d'aménagement de rue partagée qui y serait fait –temporaire ou permanent-. Voir la figure 1 pour plus de détail à cet effet.

Critère	Raison du rejet
Localisation des îlots de chaleur	Critère retiré car il est remplacé par le critère de pourcentage de surface minéralisée (lui-même retiré par la suite par manque de données).
Surfaces minéralisées	Critère retiré car les données pour permettre son analyse n'étaient pas disponibles au moment du projet.
Nombre d'accidents ayant eu lieu sur le segment de rue depuis X	Critère retiré car cet élément influencera plutôt le design d'une nouvelle rue partagée et sera analysé subséquemment, au cas par cas, par la Ville lorsqu'un segment de rue fera l'objet d'une demande de conversion en rue partagée.
Nature des accidents ayant eu lieu sur le segment de rue depuis X	Critère retiré car cet élément influencera plutôt le design d'une nouvelle rue partagée et sera analysé subséquemment, au cas par cas, par la Ville lorsqu'un segment de rue fera l'objet d'une demande de conversion en rue partagée.
Densité d'habitants de l'aire de diffusion dans laquelle le segment de rue se situe	Critère retiré car il est remplacé par le critère de la densité de logements.
Segment de rue ayant fait l'objet ou non d'une demande/intervention citoyenne pour l'implantation d'une rue partagée	Critère retiré car il est remplacé par le critère de l'engagement citoyen.
Profil démographique du quartier dans lequel le segment de rue se situe	Critère retiré car le profil démographique est trop variable dans le temps et une partie des informations sur la population est déjà couverte par le critère sur l'indice de défavorisation.
Relation entre la hauteur des bâtiments d'une rue et leur distance à cette même rue	Critère retiré car il n'y a pas de données permettant l'analyse de ce critère au niveau géomatique. Cet élément sera analysé subséquemment, au cas par cas, par la Ville lorsqu'un segment de rue fera l'objet d'une demande de conversion en rue partagée.

Annexe 5

Présentation de la méthode d'aide multicritère à la décision MACBETH

L'AIDE MULTICRITÈRE À LA DÉCISION avec la méthode MACBETH

UNE INTRODUCTION

Version Juillet 2020

Présentation pour les partenaires

Irène Abi-Zeid

Professeure, Département Opérations et systèmes de décision – FSA
Université Laval, irene.abi-zeid@osd.ulaval.ca

Jérôme Cerutti

Doctorant, École Supérieure d'Aménagement du Territoire et de Dév. Régio. - FAAAD
Université Laval

Francis Marleau Donais

Doctorant, École Supérieure d'Aménagement du Territoire et de Dév. Régio. - FAAAD
Université Laval

VERSION JUILLET 2020 Introduction à la méthode d'aide multicritère à la décision MACBETH

Qu'est-ce que l'approche MACBETH ?

Une méthode d'aide multicritère à la décision permettant de ranger par ordre de priorité des options sur la base de plusieurs critères



Qu'est-ce que l'approche MACBETH ?

Une méthode d'aide multicritère à la décision permettant de ranger par ordre de priorité des options sur la base de plusieurs critères

Les options peuvent être des rues, projets, territoires, candidats, actions, etc. Les critères peuvent être aussi bien quantitatifs que qualitatifs.

Les personnes désirant réaliser ce rangement sont les décideurs



designed by freepik.com

Qu'est-ce que l'approche MACBETH ?



Approche qui permet de construire des **échelles d'attractivité cardinales** et des **poids** sur des critères en vue d'obtenir le **score global** d'une option, calculé comme une **moyenne pondérée** et permettant ainsi de ranger des options

Qu'est-ce que l'approche MACBETH ?



Approche qui permet de construire des **échelles d'attractivité cardinales** et des **poids** sur des critères en vue d'obtenir le **score global** d'une option, calculé comme une **moyenne pondérée** et permettant ainsi de ranger des options

L'attractivité représente la valeur aux yeux des décideurs d'une performance sur un critère

(performance = la valeur que peut prendre une option sur un critère)

Qu'est-ce que l'approche MACBETH ?



Approche qui permet de construire des **échelles d'attractivité cardinales** et des **poids** sur des critères en vue d'obtenir le **score global** d'une option, calculé comme une **moyenne pondérée** et permettant ainsi de ranger des options

L'attractivité représente la valeur aux yeux des décideurs d'une performance sur un critère

(performance = la valeur que peut prendre une option sur un critère)

Dans l'optique de développer un score pour le rangement multicritère avec MACBETH, il est important de connaître les différentes échelles de mesure mathématique. Si cela vous intéresse, vous pourrez consulter à la fin les diapos 49 à 53

Une introduction aux concepts derrière l'analyse multicritère

Terminologie du multicritère



Qu'elles soient individuelles ou organisationnelles : « Ce qui est posé comme vrai, beau, bien, d'un point de vue personnel ou selon les critères d'une société et qui est donné comme un idéal à atteindre, comme quelque chose à défendre » Larousse

Terminologie du multicritère



Qu'elles soient individuelles ou organisationnelles : « Ce qui est posé comme vrai, beau, bien, d'un point de vue personnel ou selon les critères d'une société et qui est donné comme un idéal à atteindre, comme quelque chose à défendre » Larousse

Une valeur convertie en un énoncé formé d'un verbe et d'un objet. Le verbe indique le sens de préférence (maximiser ou minimiser)

Par exemple : **Maximiser** le confort

Terminologie du multicritère



Qu'elles soient individuelles ou organisationnelles : « Ce qui est posé comme vrai, beau, bien, d'un point de vue personnel ou selon les critères d'une société et qui est donné comme un idéal à atteindre, comme quelque chose à défendre » Larousse

Une valeur convertie en un énoncé formé d'un verbe et d'un objet. Le verbe indique le sens de préférence (maximiser ou minimiser)

Par exemple : **Maximiser** le confort

Expression qualitative ou quantitative d'un point de vue permettant de juger des personnes, objets ou événements. Le critère est porteur des préférences des participants

Les critères



Pour qu'on puisse considérer un critère, les décideurs doivent être capables d'**imaginer** au moins deux performances sur le critère pouvant être atteintes et de **ranger** ces performances par ordre d'attractivité décroissante.

Les critères



Pour qu'on puisse considérer un critère, les décideurs doivent être capables d'**imaginer** au moins deux performances sur le critère pouvant être atteintes et de **ranger** ces performances par ordre d'attractivité décroissante.

Par exemple, vous voyagez en avion entre l'Europe et le Québec et différentes options de compagnies aériennes s'offrent à vous. Un de vos critères est:

Critère 1 : La durée du voyage

9h

Performances

21h

Une durée de 9h est plus attractive qu'une durée de 21h

Attention les critères doivent être indépendants les uns des autres au sens des préférences

Pour plus de détail, vous pourrez consulter les diapos 54 à 59

Rangement multicritère: le logiciel M-MACBETH



Le logiciel M-MACBETH nous aide à construire l'échelle d'attractivité qui reflète la « valeur » à nos yeux d'un élément (performance) d'un critère

MACBETH

*Measuring Attractiveness by a
Categorical Based Evaluation
Technique*

Logiciel
M-MACBETH

Site
<http://m-macbeth.com>

Licence
Gratuit (limité à 5 critères) / payant



Rangement multicritère: le logiciel M-MACBETH



Le logiciel M-MACBETH nous aide à construire l'échelle d'attractivité qui reflète la « valeur » à nos yeux d'un élément (performance) d'un critère

MACBETH

*Measuring Attractiveness by a
Categorical Based Evaluation
Technique*

Logiciel
M-MACBETH

Site
<http://m-macbeth.com>

Licence
Gratuit (limité à 5 critères) / payant

Quand l'utiliser ?

Lorsqu'on fait face à des problématiques de rangement



Rangement multicritère: le logiciel M-MACBETH



Le logiciel M-MACBETH nous aide à construire l'échelle d'attractivité qui reflète la « valeur » à nos yeux d'un élément (performance) d'un critère

MACBETH

*Measuring Attractiveness by a
Categorical Based Evaluation
Technique*

Logiciel
M-MACBETH

Site
<http://m-macbeth.com>

Licence
Gratuit (limité à 5 critères) / payant

Quand l'utiliser ?

Lorsqu'on fait face à des problématiques de rangement

Qu'est-ce que ça apporte ?

- 1) Facilite la structuration du problème (valeurs, objectifs, critères)
- 2) Facilite l'identification des préférences (pondération)
- 3) Permet la conception d'un modèle valide et cohérent avec les jugements des décideurs pour comparer des options (échelles cardinales)

Fonctionnement de la méthode MACBETH en 5 étapes

MACBETH : Les étapes

1

On demande à **J** (personne ou groupe de personnes)
de comparer des éléments d'un critère (niveaux de performance sur le critère)

MACBETH : Les étapes

1

On demande à **J** (personne ou groupe de personnes)
de comparer des éléments d'un critère (niveaux de performance sur le critère)

Poursuivons avec l'exemple du voyage en avion

Critère 1

La durée du voyage

Nos éléments (\mathcal{E})

21h
12h
18h
15h
9h

MACBETH : Les étapes

1

On demande à **J** (personne ou groupe de personnes)
de comparer des éléments d'un critère (niveaux de performance sur le critère)

Poursuivons avec l'exemple du voyage en avion

Critère 1

La durée du voyage

Nos éléments (\mathcal{E})

21h
12h
18h
15h
9h

!

On demande à **J** de ranger
les durées de voyage en
ordre d'attractivité
décroissante

MACBETH : Les étapes

1

On demande à **J** (personne ou groupe de personnes)
de comparer des éléments d'un critère (niveaux de performance sur le critère)

Poursuivons avec l'exemple du voyage en avion

Critère 1

La durée du voyage

Nos éléments (\mathcal{E})

21h
12h
18h
15h
9h

!

On demande à **J** de ranger
les durées de voyage en
ordre d'attractivité
décroissante

Nos éléments

9h
↓
12h
↓
15h
↓
18h
↓
21h

MACBETH : Les étapes

2

On demande ensuite à **J** de définir des **repères** afin de construire l'échelle d'attractivité

Pour ancrer les critères dans la réalité, il est nécessaire d'explicitier les besoins (ce que **J** aimerait minimalement, le **repère neutre**) et les aspirations (ce que **J** trouverait satisfaisant, le **repère bon**).

MACBETH : Les étapes

2

On demande ensuite à **J** de définir des **repères** afin de construire l'échelle d'attractivité

Nos éléments

9h
↓
12h
↓
15h
↓
18h
↓
21h

Pour ancrer les critères dans la réalité, il est nécessaire d'explicitier les besoins (ce que **J** aimerait minimalement, le **repère neutre**) et les aspirations (ce que **J** trouverait pleinement satisfaisant, le **repère bon**).



Poursuivons avec l'exemple du voyage en avion

Les repères (ici **12h** et **18h**) sont nécessaires pour définir une unité de mesure d'attractivité sur le critère. Ils nous permettent d'obtenir une échelle cardinale sur laquelle on pourra faire une somme pondérée

MACBETH : Les étapes

2

On demande ensuite à **J** de définir des **repères** afin de construire l'échelle d'attractivité

Nos éléments

9h
↓
12h
↓
15h
↓
18h
↓
21h

Pour ancrer les critères dans la réalité, il est nécessaire d'explicitier les besoins (ce que **J** aimerait minimalement, le **repère neutre**) et les aspirations (ce que **J** trouverait pleinement satisfaisant, le **repère bon**).



Poursuivons avec l'exemple du voyage en avion

Les repères (ici **12h** et **18h**) sont nécessaires pour définir une unité de mesure d'attractivité sur le critère. Ils nous permettent d'obtenir une échelle cardinale sur laquelle on pourra faire une somme pondérée.

Par convention, on donne la valeur d'attractivité **0** au repère **neutre (18h)** et **100** au repère **bon (12h)**. Une unité d'attractivité sur le critère est 1/100 de la différence d'attractivité entre la performance **bon** et la performance **neutre**

Les valeurs de l'attractivité peuvent être négatives ou dépasser 100

MACBETH : Les étapes

3

On demande ensuite à **J** de définir la **différence d'attractivité** qu'il ressent entre les éléments (niveaux de performance : 9h, 12h, 15h, 18h, 21h)

MACBETH : Les étapes

3

On demande ensuite à **J** de définir la **différence d'attractivité** qu'il ressent entre les éléments (niveaux de performance : 9h, 12h, 15h, 18h, 21h)

Poursuivons avec l'exemple du voyage en avion

Nos éléments

9h
↓
12h
↓
15h
↓
18h
↓
21h

On va aider **J** à qualifier cette **différence d'attractivité** à l'aide de 7 catégories sémantiques

extrême
tr. forte
forte
modérée
faible
tr. faible

J va choisir une seule catégorie, ou (en cas de conflit dans un groupe) plusieurs catégories successives

Il est possible que la différence soit nulle

MACBETH : Les étapes

3

On demande ensuite à **J** de définir la **différence d'attractivité** qu'il ressent entre les éléments (niveaux de performance : 9h, 12h, 15h, 18h, 21h)

Poursuivons avec l'exemple du voyage en avion

Nos éléments

9h
↓
12h
↓
15h
↓
18h
↓
21h

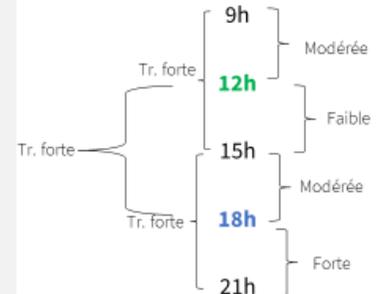
On va aider **J** à qualifier cette **différence d'attractivité** à l'aide de 7 catégories sémantiques

extrême
tr. forte
forte
modérée
faible
tr. faible

J va choisir une seule catégorie, ou (en cas de conflit dans un groupe) plusieurs catégories successives

Il est possible que la différence soit nulle

Différence d'attractivité entre nos éléments



MACBETH : Échelle d'attractivité

Poursuivons avec l'exemple du voyage en avion

Sur la base de l'information obtenue grâce aux étapes 1 à 3 (ordre d'attractivité, repères et différences d'attractivité des performances), nous sommes en mesure de **construire** une échelle d'attractivité pour le critère *durée*. Cette échelle sera quantitative cardinale.

MACBETH : Échelle d'attractivité

Poursuivons avec l'exemple du voyage en avion

Sur la base de l'information obtenue grâce aux étapes 1 à 3 (ordre d'attractivité, repères et différences d'attractivité des performances), nous sommes en mesure de **construire** une échelle d'attractivité pour le critère *durée*. Cette échelle sera quantitative cardinale

	9	12	15	18	21	Current scale	
9		no	moderate	v. strong	positive	positive	160
12			no	weak	v. strong	positive	100
15				no	moderate	v. strong	60
18					no	strong	0
21						no	-80

Consistent judgements

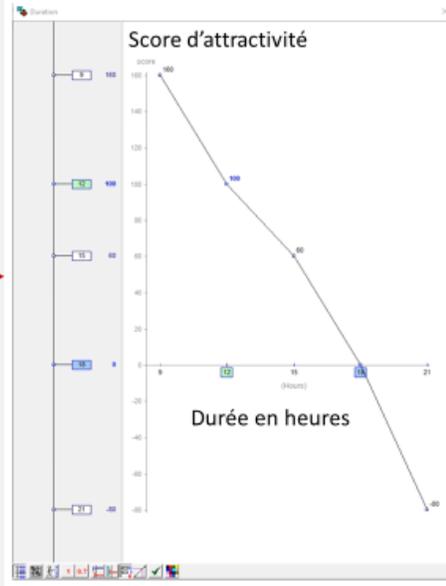
Voici un exemple du critère *durée* dans le logiciel M-MACBETH
 (« positive » exprime qu'on n'a pas fourni l'information)

MACBETH : Échelle d'attractivité

Poursuivons avec l'exemple du voyage en avion

Sur la base de l'information obtenue grâce aux étapes 1 à 3 (ordre d'attractivité, repères et différences d'attractivité des performances), nous sommes en mesure de produire une échelle d'attractivité sur le critère *durée*

	9	12	15	18	21	Current scale
9	no	moderate	v. strong	positive	positive	160
12		no	weak	v. strong	positive	100
15			no	moderate	v. strong	60
18				no	strong	0
21					no	-80



Voici un exemple du critère *durée* dans le logiciel M-MACBETH (« positive » exprime qu'on n'a pas fourni l'information)

Dans notre exemple de voyage, nous avons 4 billets d'avion et 5 critères

• Confort

- AF: Très bonne nourriture, bon divertissement, personnel très sympathique, espace jambes moyen
- LH: nourriture acceptable, bon divertissement, personnel pas très sympathique, espace jambes moyen
- UA: très mauvaise nourriture, pas de divertissement, personnel antipathique, espace jambes étroit
- AZ: bonne nourriture, divertissement acceptable, personnel sympathique, espace jambes moyen

Options	Critères				
	Prix (\$)	Durée (heures)	Confort	Heure Arrivée	Correspondances
			Voir description		Arrêts/mode
Air France (AF)	824	15		01:30 le lendemain	2 avions et 1 bus
United Airlines (UA)	895	18		21:50	2 avions
Lufthansa (LH)	875	13,25		14:29	3 avions
Alitalia (AZ)	880	14,5		23:15	3 avions

Dans notre exemple de voyage, nous avons 4 billets d'avion et 5 critères Il faut construire l'échelle d'attractivité (étapes 1 à 3) pour tous les critères (quantitatifs et qualitatifs)

• Confort

- AF: Très bonne nourriture, bon divertissement, personnel très sympathique, espace jambes moyen
- LH: nourriture acceptable, bon divertissement, personnel pas très sympathique, espace jambes moyen
- UA: très mauvaise nourriture, pas de divertissement, personnel antipathique, espace jambes étroit
- AZ: bonne nourriture, divertissement acceptable, personnel sympathique, espace jambes moyen

Options	Critères				
	Prix (\$)	Durée (heures)	Confort	Heure Arrivée	Correspondances
			Voir description		Arrêts/mode
Air France (AF)	824	15		01:30 le lendemain	2 avions et 1 bus
United Airlines (UA)	895	18		21:50	2 avions
Lufthansa (LH)	875	13,25		14:29	3 avions
Alitalia (AZ)	880	14,5		23:15	3 avions

MACBETH : Les poids de passage

4

Après avoir conçu les critères et leurs échelles d'attractivité, on va construire les poids des différents critères en demandant à J de comparer des options fictives, mais avant notons que...

Le poids dans MACBETH (et dans toute moyenne pondérée) n'exprime pas l'importance d'un critère, mais l'importance relative du **passage** du neutre au bon sur un critère A versus le passage du neutre au bon sur un critère B. On parlera du poids de passage.

Il dépend donc de l'échelle d'attractivité du critère et des repères

C'est-à-dire, que signifie une attractivité de 0 et que signifie une attractivité de 100

Si cela vous intéresse, vous pourrez avoir plus de détails mathématiques à la fin de la présentation, diapos 60 à 69

MACBETH : Les poids de passage

4

Après avoir conçu les critères et leurs échelles d'attractivité, on va demander à **J** de comparer des options fictives pour construire les poids de passage des critères

Les options fictives seront **neutres** sur tous les critères sauf sur un critère où elle seront **bonnes**. Nous aurons une option fictive par critère. De plus, on ajoute une option supplémentaire **neutre** sur tous les critères.

OPTIONS FICTIVES	Prix (\$CAD)	Durée (h)	Confort	Heure Arrivée	Correspondances Arrêts/mode
Gdurée	900	12	Bas	21:50	2 vols
Gprix	825	18	Bas	21:50	2 vols
Gconfort	900	18	Élevé	21:50	2 vols
Gheurearrivée	900	18	Bas	14:29	2 vols
Gcorrespondances	900	18	Bas	21:50	1 vol
Gneutre	900	18	Bas	21:50	2 vols

MACBETH : Les poids de passage

4

Après avoir conçu les critères et leurs échelles d'attractivité, on va demander à **J** de comparer des options fictives pour construire les poids de passage des critères

Considérons les deux options fictives ci-dessous afin de déterminer le rapport des poids de passage de la **durée** et du **prix**

OPTIONS FICTIVES	Prix (\$CAD)	Durée (h)	Confort	Heure Arrivée	Correspondances Arrêts/mode
Gdurée	900	12	Bas	21:50	2 vols
Gprix	825	18	Bas	21:50	2 vols

MACBETH : Les poids de passage

4

Après avoir conçu les critères et leurs échelles d'attractivité, on va demander à **J** de comparer des options fictives pour construire les poids de passage des critères

OPTIONS FICTIVES	Prix (\$CAD)	Durée (h)	Confort	Heure Arrivée	Correspondances Arrêts/mode
Gdurée	900	12	Bas	21:50	2 vols
Gprix	825	18	Bas	21:50	2 vols

OPTIONS	Prix (\$CAD)	Durée (h)	Confort	Heure Arrivée	Correspondances
Gdurée	900	12	Bas	21:50	2 vols
Gprix	825	18	Bas	21:50	2 vols

Comme les options fictives sont identiques sur les critères *Confort*, *H arrivée* et *Correspondances*, on peut exclure ces critères

MACBETH : Les poids de passage

4

Après avoir conçu les critères et leurs échelles d'attractivité, on va demander à **J** de comparer des options fictives pour construire les poids de passage des critères

OPTIONS FICTIVES	Prix (\$CAD)	Durée (h)
Gdurée	900	12
Gprix	825	18

On compare l'option fictive **Gdurée** qui est **bonne** sur le critère durée et **neutre** sur le critère prix à l'option **Gprix** qui est **bonne** sur le critère prix et **neutre** sur le critère durée

MACBETH : Les poids de passage

4

Après avoir conçu les critères et leurs échelles d'attractivité, on va demander à **J** de comparer des options fictives pour construire les poids de passage des critères

OPTIONS FICTIVES	Prix (\$CAD)	Durée (h)
Gdurée	900	12
Gprix	825	18

On compare l'option fictive **Gdurée** qui est **bonne** sur le critère durée et **neutre** sur le critère prix à l'option **Gprix** qui est **bonne** sur le critère prix et **neutre** sur le critère durée

Dans cette approche, **on ne compare pas les critères durée et prix**, mais **on compare la différence d'attractivité entre Gdurée et Gprix**

MACBETH : Les poids de passage

4

Après avoir conçu les critères et leurs échelles d'attractivité, on va demander à **J** de comparer des options fictives pour construire les poids de passage des critères

OPTIONS FICTIVES	Prix (\$CAD)	Durée (h)
Gdurée	900	12
Gprix	825	18

On compare l'option fictive **Gdurée** qui est **bonne** sur le critère durée et **neutre** sur le critère prix à l'option **Gprix** qui est **bonne** sur le critère prix et **neutre** sur le critère durée

Dans cette approche, **on ne compare pas les critères durée et prix**, mais **on compare la différence d'attractivité entre Gdurée et Gprix**

Il s'agit de déterminer si le fait de passer du **neutre** au **bon** sur le critère *Prix* est plus attractif que de passer du **neutre** au **bon** sur le critère *Durée*, ainsi que d'exprimer la différence d'attractivité selon les 7 catégories sémantiques de la [diapo 25](#)

MACBETH : Les poids de passage

4

Après avoir conçu les critères et leurs échelles d'attractivité, on va demander à **J** de comparer des options fictives pour construire les poids de passage des critères

OPTIONS FICTIVES	Prix (\$CAD)	Durée (h)
Gdurée	900	12
Gprix	825	18

Ex. **J** préfère l'option **Gdurée** à l'alternative **Gprix** et la différence d'attractivité est faible. Ainsi, il exprime qu'il préfère passer du **neutre** au **bon** sur le critère *durée* que de passer du **neutre** au **bon** sur le critère *prix* et cette préférence est faible.

MACBETH : Les poids de passage

4

Après avoir conçu les critères et leurs échelles d'attractivité, on va demander à **J** de comparer des options fictives pour construire les poids de passage des critères

OPTIONS FICTIVES	Prix (\$CAD)	Durée (h)
Gdurée	900	12
Gprix	825	18

Ex. **J** préfère l'option fictive **Gdurée** à l'option fictive **Gprix** et la différence d'attractivité est faible. Ainsi, il exprime qu'il préfère passer du **neutre** au **bon** sur le critère *durée* que de passer du **neutre** au **bon** sur le critère *prix* et cette préférence est faible

On n'exprimera jamais que la *durée* est plus importante que le *prix*. On dira plutôt que l'attractivité de passer de 18 heures à 12 heures est plus importante que l'attractivité de passer de 900\$ à 825\$. Les poids sont indissociables des échelles d'évaluation utilisées et des repères.

MACBETH : Les poids de passage

4

Après avoir conçu les critères et leurs échelles d'attractivité, on va demander à **J** de comparer des options fictives pour construire les poids de passage des critères

On va répéter le processus avec les paires d'options fictives pour compléter une grille dans le logiciel M-MACBETH

À NOTER

Il n'est pas absolument nécessaire d'effectuer toutes les paires de comparaison possibles, car le logiciel peut compléter la grille

	[Duration]	[Price]	[Corn]	[Arrival]	[Slope]	Neutral	Current scale
[Duration]	no 6	weak 5	weak 7	mod-strong 19	v. strong 29	positive 32	32
[Price]		no 0	very weak 2	strong 14	v. strong 24	positive 27	27
[Corn]			no 0	strg-very 16	v. strong 22	positive 25	25
[Arrival]				no 0	moderate 10	positive 13	13
[Slope]					no 0	very weak 8	8
Neutral						no 0	0

Voici la comparaison des différences d'attractivité entre les options fictives dans le logiciel M-MACBETH (« positive » exprime qu'on n'a pas fourni l'information)

MACBETH : Les poids de passage

4

Après avoir conçu les critères et leurs échelles d'attractivité, on va demander à **J** de comparer des options fictives pour construire les poids de passage des critères

En terminant cette étape 4, on obtient les poids de passage de tous les critères

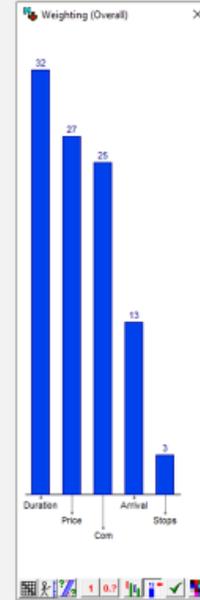
MACBETH : Les poids de passage

4

On constate que le poids de passage pour passer du repère **neutre** au **bon** sur le critère de la *durée* est de **32%**, alors que celui du *prix* est de **27%**

Ainsi, l'importance relative de passer de **18 heures** à **12 heures** est 32/27 fois l'importance relative de passer de **900\$** à **825\$**

Pour une explication plus détaillée, consultez les diapos à la fin de la présentation à partir de la diapo 60



MACBETH : Le score d'attractivité final

Après avoir obtenu l'information pour **construire les échelles d'attractivité cardinales** pour chacun des critères ainsi que pour **construire les poids de passage** des critères, nous sommes en mesure de produire le **score d'attractivité global** d'une option (un billet d'avion) calculé comme une **somme pondérée, par les poids des critères**, des scores d'attractivité du billet d'avion sur chacun des critères

MACBETH : Le score d'attractivité final

5

Nous avons 4 billets: Air France (AF), United Airlines (UA), Lufthansa (LH) et Alitalia (AZ)

Pour chacun des billets, l'attractivité sur chaque critère a été calculée, puis une attractivité globale a été calculée à l'aide d'une moyenne pondérée

Options	Overall	Com	Mode	Duration	Arrival	Price
AF	76.46	180.00	40.00	60.00	-125.02	101.14
UA	-19.69	-100.00	100.00	0.00	0.00	8.57
LH	64.44	60.00	-60.00	83.33	100.00	42.86
AZ	33.53	40.00	0.00	70.00	-62.51	34.29
Good	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Neutral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Weights :		0.2500	0.0300	0.3200	0.1300	0.2700



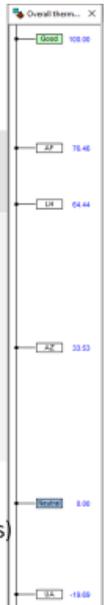
MACBETH : Le score d'attractivité final

5

Nous avons 4 billets: Air France (AF), United Airlines (UA), Lufthansa (LH) et Alitalia (AZ)

Pour chacun des billets, l'attractivité sur chaque critère a été calculée, puis une attractivité globale a été calculée à l'aide d'une moyenne pondérée

Options	Overall	Com	Mode	Duration	Arrival	Price
AF	76.46	180.00	40.00	60.00	-125.02	101.14
UA	-19.69	-100.00	100.00	0.00	0.00	8.57
LH	64.44	60.00	-60.00	83.33	100.00	42.86
AZ	33.53	40.00	0.00	70.00	-62.51	34.29
Good	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Neutral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Weights :		0.2500	0.0300	0.3200	0.1300	0.2700



$$\begin{aligned} \text{Score global de AF (moyenne pondérée des attractivités locales)} \\ = 180 \cdot 0,25 + 40 \cdot 0,03 + 60 \cdot 0,32 + (-125,02 \cdot 0,13) + 101,14 \cdot 0,27 \\ = 76,46 \end{aligned}$$

MACBETH : Le score d'attractivité final

5

Nous avons 4 billets: Air France (AF), United Airlines (UA), Lufthansa (LH) et Alitalia (AZ)

Pour chacun des billets, l'attractivité sur chaque critère a été calculée, puis une attractivité globale a été calculée à l'aide d'une moyenne pondérée

Options	Overall	Com	Mode	Duration	Arrival	Price
AF	76.46	180.00	40.00	60.00	-125.02	101.14
UA	-19.69	-100.00	100.00	0.00	0.00	8.57
LH	64.44	60.00	-60.00	83.33	100.00	42.86
AZ	33.53	40.00	0.00	70.00	-62.51	34.29
Good	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Neutral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Weights :		0.2500	0.0300	0.3200	0.1300	0.2700

Le billet d'Air France représente donc le choix ayant obtenu le plus grand score d'attractivité (76,46), en fonction de l'ensemble de nos jugements établis tout au long de la démarche.

Merci pour votre attention !



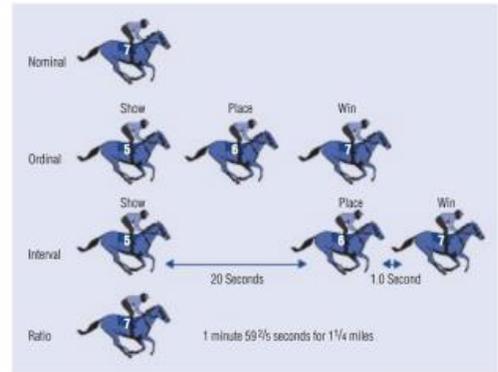
Les échelles de mesures en mathématiques

Les échelles de mesures

Niveau	Description	Exemples
Nominale	Les objets sont classés dans des catégories. Les nombres sont sans valeur numérique	Sexe, groupe sanguin
Ordinale	Les objets sont classés par ordre de grandeur. Les nombres indiquent des rangs et non des quantités. On ne peut pas faire d'opérations mathématiques telles que l'addition ou la multiplication	Niveau de douleur, stade d'une tumeur, degré d'accord avec une affirmation
Intervalle (Cardinale faible)	Les intervalles entre les nombres sont égaux. Les nombres peuvent être additionnés ou soustraits. Le zéro est arbitraire. Il faut un repère pour définir l'unité	Température mesurée à l'échelle Celsius ou Fahrenheit
Proportion ou ratio (Cardinale forte)	Les nombres représentent des quantités réelles sur lesquelles toutes les opérations mathématiques peuvent être exécutées. L'échelle possède un zéro absolu naturel	Température mesurée à l'échelle Kelvin, poids, taille, distance, revenu

Les échelles de mesures

Illustrons nos échelles avec cette course équestre



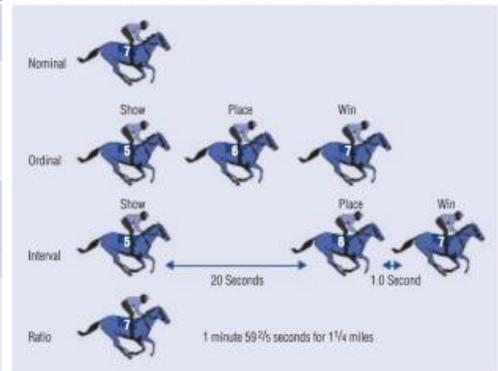
Références

Tiré de Zikmund, 2013
Thiétart, R.-A. (2014). *Méthodes de recherche en management*. Dunod.

Les échelles de mesures

Niveau	Exemples
Nominale	Numéro du cheval
Ordinale	L'ordre d'arrivée des chevaux
Intervalle (Cardinale faible)	La différence entre le temps d'arrivée des chevaux
Proportion ou ratio (Cardinale forte)	La durée de la course d'un cheval

Illustrons nos échelles avec cette course équestre



Références

Tiré de Zikmund, 2013

Les échelles de mesures

Illustrons nos échelles avec cette course équestre

Niveau	Exemples
Nominale	Sexe, groupe sanguin, Numéro du cheval

Nominal



À NOTER

les sommes pondérées ne fonctionnent qu'avec les échelles cardinales. Une somme pondérée sur une échelle ordinaire est mathématiquement incorrecte.

	d'arrivée des chevaux
Proportion ou ratio (Cardinale forte)	Température mesurée à l'échelle Kelvin, poids, taille, distance, revenu, la durée de la course d'un cheval

Ratio



20 Seconds

1.0 Second

1 minute 59 ²/₅ seconds for 1 1/4 miles

Références

Tiré de Zikmund, 2013

L'indépendance au sens des préférences des critères

Les critères : l'indépendance ordinaire au sens des préférences

PRINCIPE TRÈS IMPORTANT DU MULTICRITÈRE !

Ce qui est jugé plus attractif sur un critère doit être indépendant des valeurs des autres critères !

Les critères : l'indépendance ordinaire au sens des préférences

PRINCIPE TRÈS IMPORTANT DU MULTICRITÈRE !

Ce qui est jugé plus attractif sur un critère doit être indépendant des valeurs des autres critères !

Continuons de choisir notre compagnie aérienne en ajoutant un nouveau critère



Critère 1 : La durée du voyage
9h 21h



Critère 2 : Pays d'escale
USA Canada

Les critères : l'indépendance ordinale au sens des préférences

PRINCIPE TRÈS IMPORTANT DU MULTICRITÈRE !

Ce qui est jugé plus attractif sur un critère doit être indépendant des valeurs des autres critères !

Continuons de choisir notre compagnie aérienne en ajoutant un nouveau critère



Critère 1 : La durée du voyage
9h 21h



Critère 2 : Pays d'escale
USA Canada

- Vous devez être en mesure d'exprimer l'ordre de préférence en termes de durée de voyage sans considérer le critère du pays d'escale. Par exemple, vous préférez toujours une durée plus courte à une durée plus longue.

Les critères : l'indépendance ordinale au sens des préférences

PRINCIPE TRÈS IMPORTANT DU MULTICRITÈRE !

Ce qui est jugé plus attractif sur un critère doit être indépendant des valeurs des autres critères !

Continuons de choisir notre compagnie aérienne en ajoutant un nouveau critère



Critère 1 : La durée du voyage
9h 21h



Critère 2 : Pays d'escale
USA Canada

- Vous devez être en mesure d'exprimer l'ordre de préférence en termes de durée de voyage sans considérer le critère du pays d'escale. Par exemple, vous préférez toujours une durée plus courte à une durée plus longue.
- Cependant, si vous répondez que l'attractivité de la durée du voyage dépend du pays où vous ferez escale, c'est que les deux critères sont dépendants au sens des préférences. Nous ne pourrions pas les utiliser, il faudra formuler un nouveau critère.

Les critères : l'indépendance ordinaire au sens des préférences

PRINCIPE TRÈS IMPORTANT DU MULTICRITÈRE !

Ce qui est jugé plus attractif sur un critère doit être indépendant des valeurs des autres critères !

Continuons de choisir notre compagnie aérienne en ajoutant un nouveau critère



Critère 1 : La durée du voyage
9h 21h



Critère 2 : Pays d'escale
USA Canada

- Vous devez être en mesure d'exprimer l'ordre de préférence en termes de durée de voyage sans considérer le critère du pays d'escale. Par exemple, vous préférez toujours une durée plus courte à une durée plus longue.
- Cependant, si vous répondez que l'attractivité de la durée du voyage dépend du pays où vous ferez escale, c'est que les deux critères sont dépendants au sens des préférences. Nous ne pourrions pas les utiliser, il faudra formuler un nouveau critère.
- Par exemple si vous préférez un voyage de 9 heures avec une escale à Toronto à un voyage de 21 heures avec une escale à Toronto; et que vous préférez un voyage de 21 heures avec une escale à New York à un voyage de 9 heures avec une escale à New York, alors on a dépendance au sens des préférences.

Détails sur les poids de passage

MACBETH : Les poids de passage

4

Pour illustrer mathématiquement la signification des poids des critères dans une somme pondérée, considérons l'exemple qui suit :

Supposons qu'on ait deux billets, Billet 1 et Billet 2 différents sur seulement les critères Prix et Durée

OPTIONS	Prix (\$CAD)	Durée (h)	Confort	Heure Arrivée	Correspondances Arrêts mode
Billet 1	Prix1	Durée1	Confort	Heure Arrivée	Correspondances
Billet 2	Prix2	Durée2	Confort	Heure Arrivée	Correspondances

Le score du Billet 1 selon la moyenne pondérée est égal à :

$$\text{Poids}_{\text{prix}} * \text{Attractivité}_{\text{Prix1}} + \text{Poids}_{\text{Durée}} * \text{Attractivité}_{\text{Durée1}} + \text{Poids}_{\text{Confort}} * \text{Attractivité}_{\text{Confort}} + \text{Poids}_{\text{Heure arrivée}} * \text{Attractivité}_{\text{Heure arrivée}} + \text{Poids}_{\text{Correspondance}} * \text{Attractivité}_{\text{Correspondances}}$$

MACBETH : Les poids de passage

4

Pour illustrer mathématiquement la signification des poids des critères dans une somme pondérée, considérons l'exemple qui suit :

Supposons qu'on ait deux billets, Billet 1 et Billet 2 différents sur seulement les critères Prix et Durée

OPTIONS	Prix (\$CAD)	Durée (h)	Confort	Heure Arrivée	Correspondances Arrêts mode
Billet 1	Prix1	Durée1	Confort	Heure Arrivée	Correspondances
Billet 2	Prix 2	Durée 2	Confort	Heure Arrivée	Correspondances

Le score du Billet 2 selon la moyenne pondérée est :

$$\text{Poids}_{\text{prix}} * \text{Attractivité}_{\text{Prix2}} + \text{Poids}_{\text{Durée}} * \text{Attractivité}_{\text{Durée2}} + \text{Poids}_{\text{Confort}} * \text{Attractivité}_{\text{Confort2}} + \text{Poids}_{\text{Heure arrivée}} * \text{Attractivité}_{\text{Heure arrivée2}} + \text{Poids}_{\text{Correspondance}} * \text{Attractivité}_{\text{Correspondances2}}$$

On va chercher à comparer les critères à l'aide d'options fictives. Comme les options fictives sont identiques sur les critères Confort, H arrivée et Correspondances on peut les exclure

MACBETH : Les poids de passage

4

Pour illustrer mathématiquement la signification des poids des critères dans une somme pondérée, considérons l'exemple qui suit :

Supposons qu'on ait deux billets, Billet 1 et Billet 2 différents sur seulement les critères Prix et Durée

OPTIONS	Prix (\$CAD)	Durée (h)	Confort	Heure Arrivée	Correspondances Arrêts mode
Billet 1	Prix1	Durée1	Confort	Heure Arrivée	Correspondances
Billet 2	Prix2	Durée2	Confort	Heure Arrivée	Correspondances

Supposons maintenant que le score du Billet 1 est égal au score du Billet 2, alors :

$$\text{Poids}_{\text{prix}} * \text{Attractivité}_{\text{Prix1}} + \text{Poids}_{\text{Durée}} * \text{Attractivité}_{\text{Durée1}} = \text{Poids}_{\text{prix}} * \text{Attractivité}_{\text{Prix2}} + \text{Poids}_{\text{Durée}} * \text{Attractivité}_{\text{Durée2}}$$

Les autres valeurs s'annulent car égales

MACBETH : Les poids de passage

4

Pour illustrer mathématiquement la signification des poids des critères dans une somme pondérée, considérons l'exemple qui suit :

Supposons qu'on ait deux billets, Billet 1 et Billet 2 différents sur seulement les critères Prix et Durée

OPTIONS	Prix (\$CAD)	Durée (h)	Confort	Heure Arrivée	Correspondances Arrêts mode
Billet 1	Prix1	Durée1	Confort	Heure Arrivée	Correspondances
Billet 2	Prix2	Durée2	Confort	Heure Arrivée	Correspondances

Donc en isolant les poids :

$$\text{Poids}_{\text{prix}} / \text{Poids}_{\text{Durée}} = (\text{Attractivité}_{\text{Durée2}} - \text{Attractivité}_{\text{Durée1}}) / (\text{Attractivité}_{\text{Prix1}} - \text{Attractivité}_{\text{Prix2}})$$

MACBETH : Les poids de passage

4

Pour illustrer mathématiquement la signification des poids des critères dans une somme pondérée, considérons l'exemple qui suit :

Supposons qu'on ait deux billets, Billet 1 et Billet 2 différents sur seulement les critères Prix et Durée

OPTIONS	Prix (\$CAD)	Durée (h)	Confort	Heure Arrivée	Correspondances Arrêts mode
Billet 1	Prix1	Durée1	Confort	Heure Arrivée	Correspondances
Billet 2	Prix2	Durée2	Confort	Heure Arrivée	Correspondances

Donc en isolant les poids :

$$\text{Poids}_{\text{prix}} / \text{Poids}_{\text{Durée}} = (\text{Attractivité}_{\text{Durée2}} - \text{Attractivité}_{\text{Durée1}}) / (\text{Attractivité}_{\text{Prix1}} - \text{Attractivité}_{\text{Prix2}})$$

On voit que le rapport du poids du critère **prix** au poids du critère **durée** est égal au rapport des différences d'attractivités des performances sur chacun des critères.

MACBETH : Les poids de passage

4

Pour illustrer mathématiquement la signification des poids des critères dans une somme pondérée, considérons l'exemple qui suit :

Supposons qu'on ait deux billets, Billet 1 et Billet 2 différents sur seulement les critères Prix et Durée

OPTIONS	Prix (\$CAD)	Durée (h)	Confort	Heure Arrivée	Correspondances Arrêts mode
Billet 1	825	18	Confort	Heure Arrivée	Correspondances
Billet 2	900	12	Confort	Heure Arrivée	Correspondances

Si on met la valeur de Durée2 à 12h et de Durée1 à 18h, ainsi que Prix1 à 900\$ et Prix2 à 825\$, on obtient :

MACBETH : Les poids de passage

4

Pour illustrer mathématiquement la signification des poids des critères dans une somme pondérée, considérons l'exemple qui suit :

Supposons qu'on ait deux billets, Billet 1 et Billet 2 différents sur seulement les critères Prix et Durée

OPTIONS	Prix (\$CAD)	Durée (h)	Confort	Heure Arrivée	Correspondances Arrêts mode
Billet 1	825	18	Confort	Heure Arrivée	Correspondances
Billet 2	900	12	Confort	Heure Arrivée	Correspondances

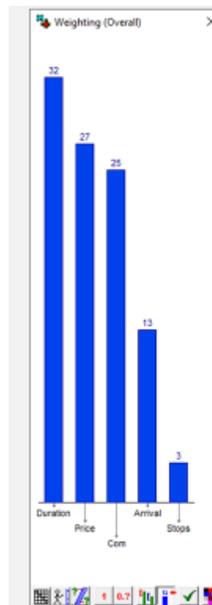
Si on met la valeur de Durée2 à 12h et de Durée1 à 18h, ainsi que Prix1 à 900\$ et Prix2 à 825\$, on obtient :

$$\text{Poids}_{\text{prix}} / \text{Poids}_{\text{durée}} = (\text{Attractivité}_{12} - \text{Attractivité}_{18}) / (\text{Attractivité}_{900} - \text{Attractivité}_{825})$$

On voit que le rapport du **poids** du critère **prix** sur le **poids** du critère **durée** est égal au rapport de la **différence d'attractivité** entre le **neutre** et le **bon** du critère **durée** sur la différence d'attractivité entre le **neutre** et le **bon** du critère **prix**.

MACBETH : Les poids de passage

En supposant que les performances sur les autres critères sont neutres (donc ayant un score de zéro sur Confort, heure d'arrivée et arrêts), le score d'attractivité d'un vol de 12 heures qui coûte 900\$ serait de 32 $(0,32*100+0,27*0)$ alors que celui d'un vol qui dure 18 heures et qui coûte 825\$ serait de 27 $(0,32*0+0,27*100)$



MACBETH : Les poids de passage

En supposant que les performances sur les autres critères sont neutres (donc ayant un score de zéro sur Confort, heure d'arrivée et arrêts), le score d'attractivité d'un vol de 12 heures qui coûte 900\$ serait de 32 ($0,32*100+0,27*0$) alors que celui d'un vol qui dure 18 heures et qui coûte 825\$ serait de 27 ($0,32*0+0,27*100$)

Choisir un vol qui dure 12 heures au lieu de 18 heures est donc **32/27** fois plus attractif que payer un billet 825\$ au lieu de payer 900\$

