

ÉVALUATION D'IMPACT SUR LA SANTÉ - PROJET ESPACE D'INNOVATION CHAUCVEAU



Auteurs

Thierno Diallo, Centre de recherche en aménagement et développement, Université Laval
David Demers-Bouffard, Développement Santé
Bonaventure Mukinzi, Développement Santé
Thomas Pilote, Développement Santé

Direction

Alexandre Lebel, Centre de recherche en aménagement et développement, Université Laval;
Plateforme d'évaluation en prévention de l'obésité du Centre de recherche de
l'Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec

Groupe d'accompagnement

Alexandre Armstrong, Ville de Québec
Sébastien Girard, Ville de Québec
Pierre Lavoie, Ville de Québec
Marianne Corneau, Direction de santé publique de la Capitale-Nationale
Gwendaline Kervran, Direction de santé publique de la Capitale-Nationale
Maude Béliveau, CIUSSS de la Capitale-Nationale
Pierre-Yves Chopin, Vivre en Ville
Alexandre Lebel, Université Laval

Graphisme

Thomas Pilote, Développement Santé
David Demers-Bouffard, Développement Santé
Bonaventure Mukinzi, Développement Santé

TABLES DES MATIÈRES

TABLEAU SYNTHÈSE	1
INTRODUCTION	5
MOBILITÉ & ACCESSIBILITÉ	10
COHABITATION INDUSTRIELLE.....	26
ESPACES PUBLICS ET VERTS &	30
ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS	
CONCLUSION	36
RÉFÉRENCES.....	37
ANNEXE A.....	46

TABLEAU SYNTHÈSE:

Synthèse de l'évaluation et impacts des recommandations sur les déterminants de la santé

Recommandations



Mobilité & accessibilité	Cohabitation industrielle	Espaces publics et verts & îlots de chaleur urbains
--------------------------	---------------------------	---

Mobilité & accessibilité



La volonté de la Ville d’ajouter des rues conviviales, des infrastructures piétonnes et une piste cyclable en site propre est favorable à la promotion de modes de transport actif et d’un milieu de vie à l’échelle humaine. En revanche, l’accessibilité et la proximité de dessertes de transport en commun seront particulièrement déterminantes pour diminuer les externalités liées à l’utilisation de la voiture. Il reste difficile d’évaluer les impacts potentiels du bruit et des polluants atmosphériques en provenance de l’autoroute Henri-IV puisque la configuration du site de planification n’est pas encore déterminée. Néanmoins, un usage résidentiel, commercial ou public à moins de 300-500 mètres pourrait subir un niveau de bruit dommageable à la santé tout dépendamment de la disposition et des mesures de mitigation adoptées. L’afflux important de véhicules lourds est un autre élément à considérer surtout avec le vent dominant d’ouest. L’École L’Eau-Vive et les Résidences Sainte-Geneviève seront particulièrement exposées aux externalités négatives des véhicules lourds (bruits, polluants atmosphériques, déversement de matières dangereuses, etc.) s’ils se retrouvent approximativement à moins de 150 mètres d’une circulation importante de ce type de véhicules.

La circulation induite par la densité accrue d’emploi pourra également avoir des impacts sur les écoles, les résidences et les autres lieux vulnérables environnants de même que les commerces. La sécurité des déplacements pour les piétons et les cyclistes semblent être problématiques dans le secteur avec près de six collisions annuellement sur les artères ceinturant le site de planification. Elle devra par conséquent susciter une attention particulière. De plus, l’autorisation projetée au zonage d’un service de garderie, d’un centre de la petite enfance et d’une clinique médicale dans la zone à proximité de l’autoroute Henri-IV serait, dans le cas de leur implantation, inconvenable à la santé des populations vulnérables fréquentant ces milieux. En somme, des distances tampons suffisantes, une disposition intelligente des usages et d’autres mesures de mitigation visant à réduire les conséquences associées au trafic routier devront être mises en œuvre si la Ville souhaite créer un milieu de vie favorable à la mobilité et à la santé de la population travaillante, résidente et passante de l’Espace d’innovation Chauveau et des secteurs immédiats.

- 1

Ne pas permettre l’implantation d’une garderie, d’un centre de la petite enfance ou d’une clinique dans la zone 64160lp planifiée

x

x
- 2

S’assurer que les nouveaux axes routiers de transit ou devant accueillir des véhicules lourds soient au moins à 150 mètres de distance des écoles, des résidences pour personnes âgées, des centres de réadaptation et de tous centres de la petite enfance, garderies ou cliniques planifiés.

x

x
- 3

Planter un lien autoroutier au centre du projet près des industries et des commerces de grande surface planifiés OU obliger un accès par l’avenue Chauveau pour les véhicules lourds afin de diminuer les externalités associées au trafic de véhicules lourds dans les rues environnantes

x

x
- 4

Offrir une protection contre le bruit et les polluants atmosphériques en priorité aux lieux vulnérables, tels que les résidences pour personnes âgées, les centres de réadaptation et les écoles avoisinantes, en végétalisant ou en utilisant des matériaux phonoabsorbants sur les abords des rues, les murs et les toits des bâtiments à moins de 150 mètres des artères routières d’importance.

x

x

x
- 5

Réduire le nombre de voies sur l’axe nord-sud planifié de quatre à trois en instaurant une voie commune de virage à gauche OU planter une médiane végétalisée avec un îlot refuge suffisamment grand pour accueillir un vélo où il est possible d’activer un feu pour piétons.

x

x

x
- 6

Éviter d’ajouter des voies exclusives de virage à droite sur tous les axes de circulation qui seront installés au sein du site.

x

x

x
- 7

Ajouter des dos-d’âne longs et ronds aux rues secondaires résidentielles liant le boulevard de l’Ormière au futur axe nord-sud projeté du projet et limiter la vitesse sur ces rues à 30 km/h.

x

x

TABLEAU SYNTHÈSE (suite):

Synthèse de l'évaluation et impacts des recommandations sur les déterminants de la santé

Recommandations



Mobilité & accessibilité	Cohabitation industrielle	Espaces publics et verts & îlots de chaleur urbains
--------------------------	---------------------------	---

- 8

Garantir une luminosité sécuritaire, confortable et répartie près des infrastructures routières, cyclables et piétonnières.
- 9

Informer le RTC du projet et du nombre d'emplois potentiels à pourvoir afin qu'il en tienne compte dans leur planification stratégique.
- 10

Repenser les trajets d'autobus présents afin que la majorité des industries, des commerces et des résidences du projet soient à moins de 400 mètres d'un parcours permettant minimalement de se rendre au Terminus Les Saules.
- 11

Construire le projet de façon à favoriser le caractère distinctif et la transparence du milieu en incitant l'implantation de fenêtres au rez-de-chaussée, d'usages actifs comme les parcs, les espaces publics et les terrasses tout en décourageant les usages inactifs tels que les lots vacants ou peu densifiés, les stationnements et les façades murales uniformes.
- 12

Éviter le stationnement sur rue particulièrement lorsque la densité de population ou d'emploi est faible ou moyenne.
- 13

Faire en sorte que le stationnement des commerces de moyennes et grandes dimensions de même que celui des industries soient payants et payables quotidiennement auprès d'un agent.
- 14

Réserver 10 % des places de stationnement au covoiturage et à l'autopartage peu importe l'utilisation du sol, les situer à moins de 60 mètres de l'entrée de l'édifice principal visé et, dans le cas d'un stationnement payant, exempter les covoitureurs et les utilisateurs d'autopartage des frais de stationnement.
- 15

Faire en sorte que les commerces, les services et les industries doivent offrir un nombre de rangements pour vélo équivalent à au moins 10 % du nombre prévu d'employés et que les entreprises grandes surfaces installent des douches dans leurs bâtiments.
- 16

Mettre en place des pistes cyclables unidirectionnelles en site propre de chaque côté de l'axe nord-sud plutôt qu'une piste cyclable bidirectionnelle.

Cohabitation industrielle



Ce déterminant de la santé s'attarde principalement à la luminosité, à la qualité de l'air, aux risques industriels et aux services de proximité.

Services de proximité

La majorité des services accessibles à 800 m des limites du site à l'étude se trouvent sur le boulevard de l'Ormière. On y trouve un grand nombre et une variété de services. Cet axe important se situant au nord-ouest du territoire visé, il est manifeste que l'accessibilité aux services à partir de la portion longeant l'autoroute Henri-IV est moindre que celle retrouvée au nord-ouest. Notons que malgré une grande variété du type de services alimentaires offert dans le secteur, la majorité des restaurants accessibles sont des restaurants-minute.

Cette prédominance pourrait avoir des répercussions sur la santé des individus du secteur. Effectivement, l'absence d'options alimentaires saines à pied peut inciter certains individus à opter pour une alimentation nuisible à leur santé. Notamment, Spence et al. (2009) ont évalué qu'une proportion plus élevée de restaurants-minute par rapport aux commerces alimentaires à moins de 800 mètres de distance du lieu de résidence augmente le risque d'obésité. Ce manque de services alimentaires à proximité est associé à une diminution de la probabilité d'adopter une alimentation saine chez certaines populations vulnérables telles que les personnes âgées et les enfants (Galvez et al., 2009; Liu et al., 2006; Powell et al., 2007).

Luminosité

Plusieurs critères très pertinents ont été établis à l'article 993.54 du règlement R.C.A.6V.Q. 231 relativement aux systèmes d'éclairage et à la pollution lumineuse, ce qui pourrait avoir un effet bénéfique sur la santé des habitants du quartier.

TABLEAU SYNTHÈSE (suite): Synthèse de l'évaluation et impacts des recommandations sur les déterminants de la santé

Recommandations



Mobilité & accessibilité	Cohabitation industrielle	Espaces publics et verts & îlots de chaleur urbains
--------------------------	---------------------------	---

Oltre les effets à court terme sur la vigilance, la récupération du métabolisme, la cognition et l'humeur, une luminosité trop forte la nuit peut perturber le cycle circadien des personnes et augmenter le risque de développer un cancer (Blask et al., 2011; Stevens, 2009), d'obésité et de cancer (Antunes et al., 2010, Buxton et al., 2012).

Qualité de l'air

Malgré une émission usuellement faible de polluants atmosphériques engendrée par les industries de type I1, il est important de s'assurer qu'elle n'aura pas d'effets significatifs sur la santé de la population qui cohabitera avec le secteur industriel. Même à de faibles concentrations, la pollution atmosphérique est associée à une augmentation du nombre de troubles cardiaques et respiratoires, à une augmentation du nombre d'hospitalisations et de visites à l'urgence ainsi qu'à des décès prématurés (OMS, 2014). Plus précisément, certaines études démontrent que les industries de haute technologie peuvent accroître les concentrations d'arsenic et de composés organiques volatils, et conséquemment, les risques de cancer (Chen et al., 2013, Peng et al., 2013).

Risques industriels

La présence d'industries à proximité de résidence peut accroître les facteurs de stress ambiants. Plusieurs études ont montré une association significative entre la proximité de sites industriels et l'augmentation du risque de maladies chroniques de même que des problèmes de grossesse et de santé mentale (Brender et al., 2011, Downey & Van Willigen, 2005, Evans & Kantrowitz, 2002), notamment un niveau élevé de détresse psychologique (Boardman et al., 2008).

17	Équilibrer la qualité de l'offre alimentaire sur le territoire en décourageant l'implantation additionnelle de restaurants-minute.			
18	Favoriser l'accès à des fruits et légumes frais en implantant des jardins communautaires dans les espaces verts à proximité des zones résidentielles existantes.		x	
19	Prévoir une luminosité sécuritaire, ajustée, dirigée et répartie également sur le territoire.		x	x
20	Limiter le nombre d'installations d'éclairage et leurs heures de fonctionnement, et contrôler la distance entre les lumières et les milieux de vie.	x	x	
		x	x	
21	Tenir compte des vents dominants lors de l'élaboration du concept d'aménagement afin de limiter la propagation de polluants atmosphériques vers les zones plus sensibles en évitant au minimum l'implantation de commerces, de services de garderie, de parcs de même que de cliniques à l'est des sources de pollution.		x	
22	Respecter une distance de 150 mètres entre les industries et les usages sensibles ou à découvert tels que les services de garderie, les écoles, les résidences pour personnes âgées, les parcs et les cliniques.		x	
23	Exiger une caractérisation des risques (contaminants émis, nuisances sonores, matières entreposées, etc.) permettant de contrôler et de limiter les impacts liés aux risques industriels. L'émission des permis nécessaires à l'installation de l'entreprise pourrait être conditionnelle à cette caractérisation.		x	
24	Demander aux entreprises s'implantant sur le site à l'étude de s'enregistrer au programme d'inventaire des matières dangereuses de la Ville de Québec (MIDI).		x	
25	Encourager les écoles, les résidences pour personnes âgées et les services de garderie (centre pour personnes âgées) à se munir d'un plan de mesure d'urgence en cas de déversement ou d'émissions importantes de matières dangereuses (plan d'évacuation, confinement, lieux d'évacuation, etc.) en partenariat avec les industries technologiques installées sur le site afin de faciliter les échanges d'information.		x	
26	Promouvoir l'Espace d'Innovation Chauveau de façon à mettre en valeur le caractère industriel du site ainsi que les avantages y étant associés tout en mettant l'accent sur les mesures de mitigation mises en place pour atténuer les inconvénients de ce type d'activités de façon à ce que les activités industrielles fassent partie intégrante du sentiment d'appartenance au milieu.		x	

TABLEAU SYNTHÈSE (suite):

Synthèse de l'évaluation et impacts des recommandations sur les déterminants de la santé

Recommandations



Mobilité & accessibilité	Cohabitation industrielle	Espaces publics et verts & îlots de chaleur urbains
--------------------------	---------------------------	---

Espaces publics et verts & îlots de chaleur urbains



Les activités liées à la présence d'un parc industriel léger auraient normalement des effets négatifs sur la santé en raison du bruit et du niveau de pollution généré par le transit de véhicules lourds. De plus, la construction d'usines et d'entrepôt viendra imperméabiliser les surfaces dans une zone qui est actuellement un îlot de fraîcheur pour le secteur. Toutefois, des normes strictes quant à la qualité des aménagements et des bâtiments à venir pourraient mitiger l'impact négatif du projet. Si l'on se fie à un projet similaire sur le territoire de la Ville de Québec, le Parc technologique du Québec métropolitain, on peut s'attendre au maintien de plusieurs "pochettes" de fraîcheur, mais un effet d'îlot de chaleur localisé près des bâtiments. Il est difficile d'établir avec certitude le sens et le niveau de l'impact du projet sur la santé.

- 27

Faire un suivi de la qualité de l'air extérieur et s'assurer de respecter les normes de l'OMS dans les espaces verts et publics.
- 28

Faire en sorte que les façades donnant sur un espace vert soient vitrées à 60% de la largeur du bâtiment et sur une hauteur entre 1 et 2,4 mètres (3 et 8 pieds) au-dessus du niveau du sol.

x

x

x
- 29

Faire en sorte que les nouvelles rues soient bordées de grands feuillus sur 60 % de celles-ci, de chaque côté, en conservant un espacement d'au plus 10 mètres entre chacun pour favoriser leur croissance.

x

x

x
- 30

Végétaliser les toits à 50% ou s'assurer que les toits aient un indice de réflectance solaire (IRS) supérieur à 78.

x

x
- 31

Connecter les espaces verts par des liens cyclopiétons ombragés.

x

x

x
- 32

Faire en sorte que tous les bâtiments à venir soient certifiés selon une norme favorisant le développement durable pour 75% de la superficie de plancher.

x

x

x
- 33

Encourager l'atteinte des objectifs de canopée de la Ville de Québec pour 2025 (35%).

x
- 34

Chercher à conserver au maximum l'état naturel de la zone au nord de la phase 1 du site du projet.

x

x
- 35

Intégrer des aménagements de ripisylves sur les berges à proximité des cours d'eau.

x

x
- 36

Faire en sorte que la majorité des places de stationnement soient souterraines et respecter la norme BNQ 3019-190 – Lutte aux îlots de chaleur urbains pour les stationnements extérieurs.

x
- 37

Utiliser des essences d'arbres indigènes, variées et non allergènes.

x
- 38

Faire en sorte que les nouveaux espaces publics contiennent des structures de jeux pour enfants présentant une certaine prise de risque.

x
- 39

Intégrer des monticules dans les nouveaux espaces verts afin d'offrir des points d'observations.

x

INTRODUCTION

Mise en contexte

La présente évaluation d’impact sur la santé (EIS) s’inscrit dans le cadre du projet de recherche MITACS-Élévation. Ce projet a comme objectifs principaux de réaliser des EIS sur des projets d’aménagement du territoire à différentes échelles sur le territoire de la Ville de Québec et de développer une communauté de pratique intersectorielle sur l’EIS. Un comité de suivi des EIS à Québec (CSEQ) a été mis sur pied afin d’identifier les projets qui devront faire l’objet d’une EIS et de désigner les membres des groupes d’accompagnement pour chacune..

Le CSEQ est composé de représentant-e-s de la Ville de Québec notamment du Service de la planification de l’aménagement et de l’environnement, de la Direction régionale de santé publique de la Capitale-Nationale (DSPublique), de l’organisme Vivre en Ville, du Centre de collaboration nationale sur les politiques publiques et la santé (CCNPPS), de l’Université Laval et de Développement Santé, services-conseils en promotion de la santé.

Le projet d’aménagement Espace d’innovation Chauveau a été choisi par le CSEQ, lors de sa rencontre du 26 janvier 2018, comme projet de développement pertinent pour la réalisation d’une EIS, sur la base des critères suivants :

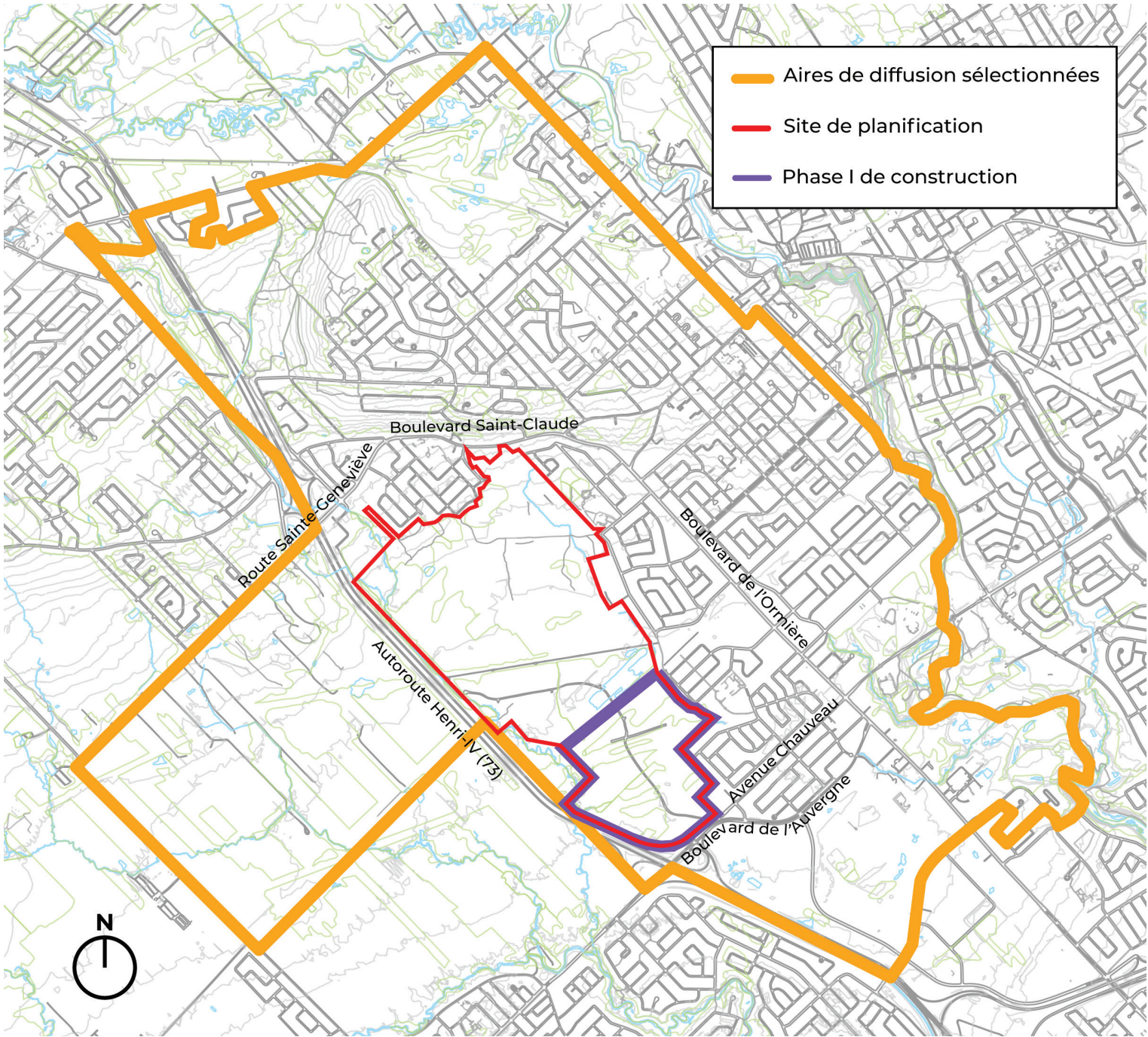
- La possibilité d’accompagner le projet de mesures favorables à la santé;
- Le projet est susceptible d’avoir des effets potentiels importants sur la santé;

- Le calendrier du projet permet de mener une EIS.

L’EIS est une démarche prospective d’aide à la décision qui a pour vocation d’évaluer les effets potentiels d’une politique ou d’un projet sur la santé d’une population. Ceci peut inclure un projet d’aménagement du territoire. La réalisation de l’EIS du projet d’aménagement de l’Espace d’innovation Chauveau répond au Programme national de santé publique 2015-2025, notamment l’axe d’intervention 2 sur l’adoption de modes de vie et la création d’environnements sains et sécuritaires (MSSS, 2015).

Ce processus s’inscrit également dans la lignée de la Politique gouvernementale de prévention en santé (MSSS, 2016) dont l’un des buts est d’« outiller le milieu municipal afin qu’une analyse des effets potentiels sur la santé soit intégrée de façon plus systématique dans les démarches de planification territoriale ». Cette démarche est complémentaire à l’axe 5) « l’équité en santé » du Plan d’action régional de santé publique 2016-2020 du Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale (CIUSSS-CN). Une des actions de cet axe est de « réaliser, soutenir et collaborer à des évaluations d’impact sur la santé dans une perspective d’équité en santé » (CIUSSS-CN, 2017).

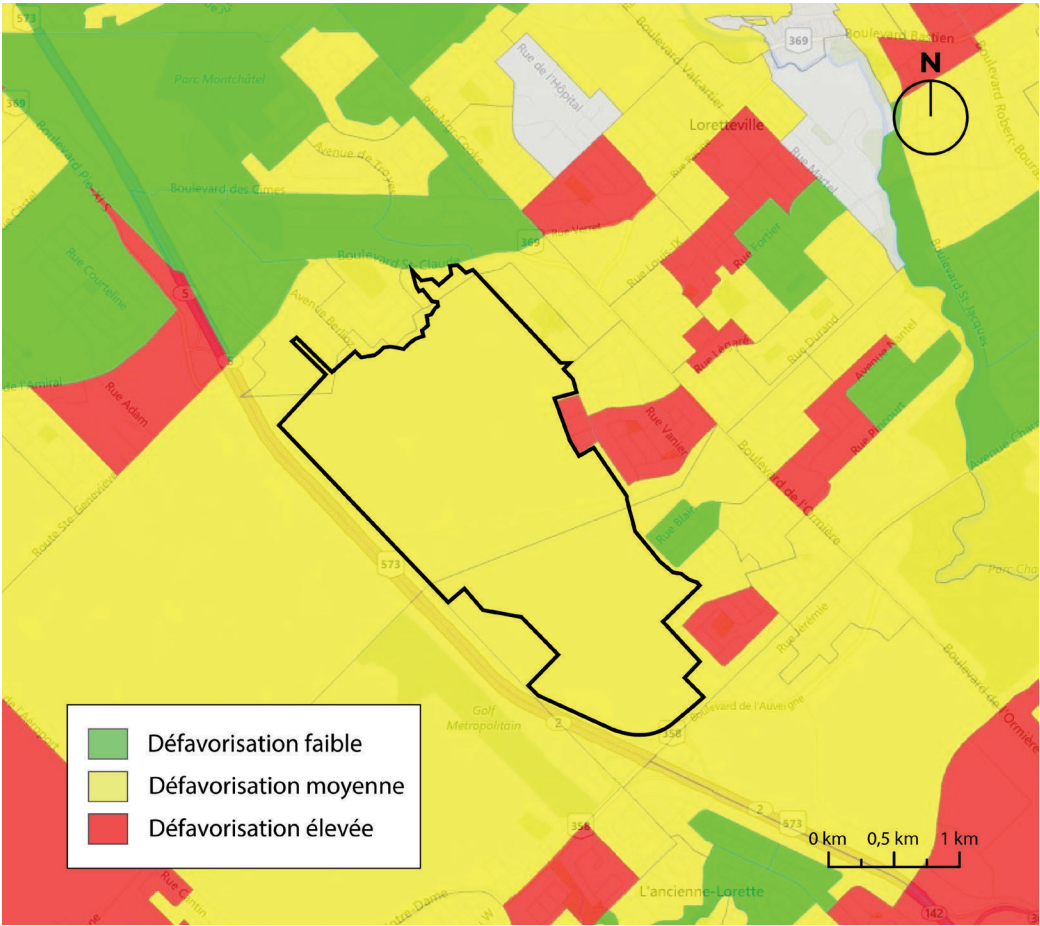
Carte I - Présentation du site de planification et des aires de diffusion sélectionnées pour les données populationnelles



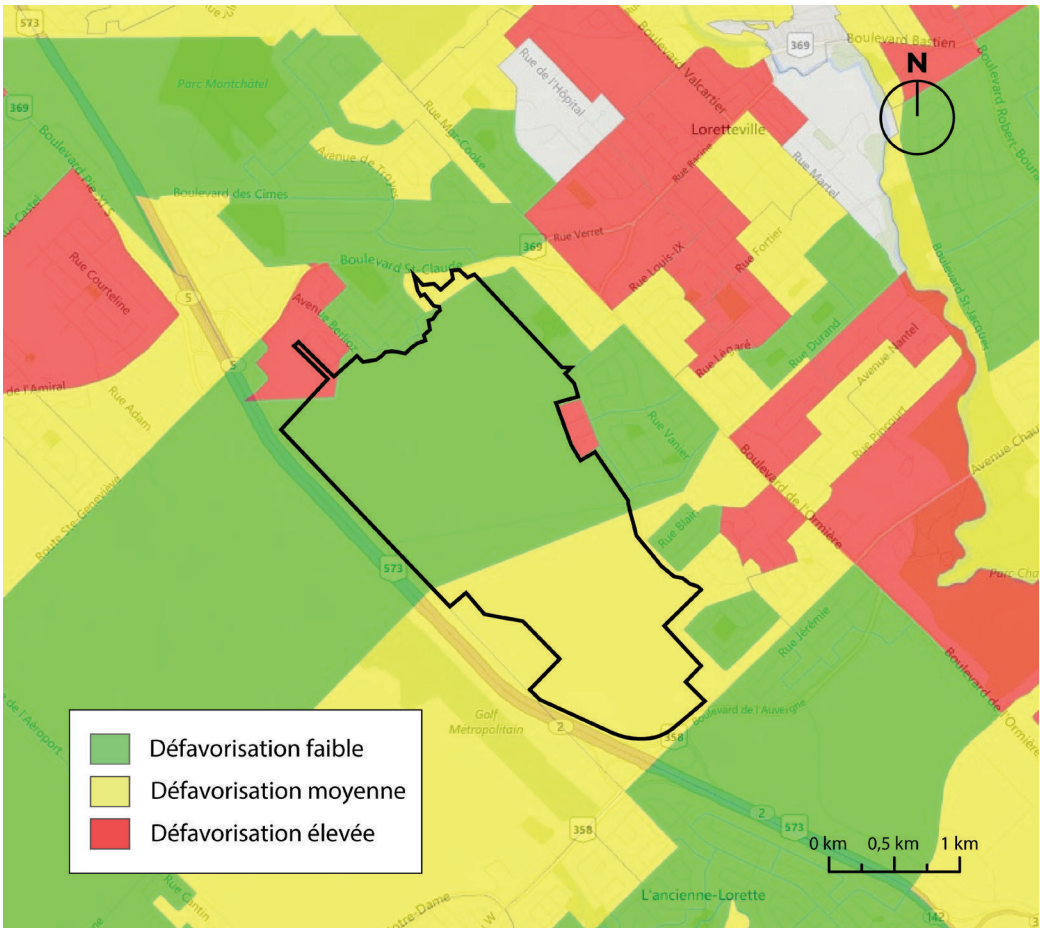
Liste des projets de règlements de zonage pour le site de planification :

- Règlement R.C.A.6V.Q. 226 modifiant le règlement de l’arrondissement de la Haute-Saint-Charles sur l’urbanisme relativement aux zones 64139CC et 64142HA
- Règlement R.C.A.6V.Q. 230 modifiant le règlement de l’arrondissement de la Haute-Saint-Charles sur l’urbanisme relativement aux zones 64134HA, 64139CC, 64142HA et 64160IP
- Règlement R.C.A.6V.Q. 231 modifiant le règlement de l’arrondissement de la Haute-Saint-Charles sur l’urbanisme relativement aux zones 64160IP, 64161IP, 64162IP et 64163MB à l’approbation des plans relatifs à l’implantation et à l’intégration architecturale
- Règlement R.V.Q. 2628 sur la réalisation d’un projet relatif à un établissement commercial et industriel de plus de 25 000 mètres carrés sur le lot numéro 6 087 720 du cadastre du Québec

Carte 2 - Défavorisation matérielle locale du territoire du site à l'étude



Carte 3 - Défavorisation sociale locale du site à l'étude



Présentation du projet Espace d'innovation Chauveau et caractéristiques du territoire d'étude

L'Espace d'innovation Chauveau est un projet de parc industriel caractérisé par la présence d'entreprises innovatrices œuvrant principalement dans le domaine de la haute technologie et de la recherche. Pour le moment, la Maison Simons a confirmé l'installation de son centre de distribution et de commerce en ligne sur le site de planification. Le secteur d'intervention se situe sur des terrains vacants d'une superficie de 2,78 km² à l'est de l'autoroute Henri-IV, au nord de l'avenue Chauveau, à l'ouest du boulevard de l'Ormière et au sud de la route Sainte-Geneviève (Carte 1). La Ville de Québec permet également l'implantation de commerces de même que des services de proximité, des garderie(s), de centre(s) de la petite enfance, de clinique(s) médicale(s) et de rues conviviales à certains endroits sur le site de planification. La première phase de ce projet couvre la portion sud du secteur entre l'avenue Chauveau et le prolongement de la rue Maurice-Bellemare (Carte 1).

Une première séance d'information publique sur le projet a eu lieu le 31 mai 2017 où les citoyens ont exprimé leurs préoccupations. À partir des constats de cette séance, des orientations de discussion ont été formulées pour alimenter l'atelier participatif survenu le 25 janvier 2018. Une consultation publique a également eu lieu le 26 mars 2018. Des projets de règlement ont été rédigés par la Ville de Québec pour modifier le zonage et le cadastre afin d'orienter le développement du secteur. Les règlements ne sont pas présentés en détails, mais les grandes lignes ressortiront au cours de l'analyse. Puisque l'usage « Habitation » n'est pas permis dans les règlements, il est présumé que les secteurs mixtes planifiés au sein du projet combinent des usages commerciaux, récréatifs et industriels en excluant tous usages à des fins résidentielles.

Les informations présentées lors de l'atelier de discussion, les constats de même que les projets de règlement ont constitué les assises de l'évaluation des effets potentiels du projet.

La Carte 1 présente les aires de diffusion (AD) du projet, et celles qui sont contiguës, qui ont été utilisées pour dresser un profil général de la population et de l'environnement bâti à proximité. Une aire de diffusion est la plus petite unité géographique pour laquelle toutes les données de recensement de Statistique Canada sont publiquement accessibles et comprend généralement de 400 à 700 personnes. Les Cartes 2 et 3 présentent respectivement les indices locaux de défavorisation matérielle et sociale calculée par l'INSPQ à l'aide des données de recensement de 2011 (INSPQ et al., 2018).

Tableau 1 - Statistiques sociodémographiques et relatives à l'utilisation du sol dans les AD choisies

Pourcentage de population âgée de 65 ans et plus (2016)	18,8 %
Défavorisation matérielle pondérée selon la population (2011)	2,03
Défavorisation sociale pondérée selon la population (2011)	1,9
Nombre de logements (2016)	10 893 log.
Nombre de personnes par logement (2016)	2,3 pers./log.
Niveau de mixité des usages (2013)	Moyen (0,28)
Nombre total de population (2016)	25 050

Source : Institut national de santé publique du Québec, Observatoire cartographique des environnements liés aux habitudes de vie et à la petite enfance, consulté le 30 mars 2018.

L'indice de défavorisation matérielle est un indice composite comprenant le taux d'emploi, la proportion de personnes sans diplôme secondaire et le revenu moyen par personne alors que les variables employées pour l'indice de défavorisation sociale sont la proportion de personnes vivant seules dans leur ménage, la proportion de personnes séparées, divorcées ou veuves et la proportion de familles monoparentales. La municipalité de Québec constitue le territoire de référence pour diviser les indices en tiers. Les indices de défavorisation donnent une estimation du niveau de capital social et économique auquel un individu a accès.

Lieux vulnérables à proximité du site de planification

La Carte 4 présente les lieux vulnérables identifiés sur les axes routiers principaux ceinturant le territoire du projet. On y retrouve quatre écoles, deux résidences pour personnes âgées (Sainte-Geneviève et La Contemporaine) et un centre pour personnes avec traumatismes crâniens (Maison Martin-Matte). Ces endroits ont été sélectionnés en fonction des personnes vulnérables en bénéficiant, soit les enfants, les personnes âgées et les personnes à mobilité ou capacité réduite. La Maison Martin-Matte héberge dix personnes avec traumatismes crâniens et 20 personnes à mobilité réduite (communication personnelle : Véronique Poulin).

Le Tableau 2 présente les indices de défavorisation des quatre écoles à proximité. L'indice du seuil de faible revenu correspond à la proportion d'enfants dont le revenu du ménage est situé près ou sous le seuil de faible revenu alors que l'indice du milieu socioéconomique est un indice composite constitué de la proportion d'enfants dont la mère n'a pas de diplôme, certificat ou grade (deux tiers du poids de l'indice) et la proportion de ménages dont les parents n'étaient pas à l'emploi durant la semaine de référence du recensement. Les deux indices ont été développés par le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur du Québec et les déciles comparent les écoles à travers le Québec. Les données pour l'École l'Eau-Vive ne sont pas disponibles puisqu'il s'agit d'une école privée. En définitive, le tableau montre que les enfants des écoles affichent un niveau de défavorisation plutôt faible, quoique l'indice de seuil de faible revenu soit légèrement en dessous de la moyenne québécoise pour l'École de la Chaumière et l'École d'éducation internationale Notre-Dame-des-Neiges.

Carte 4 - Lieux vulnérables à proximité du site à l'étude

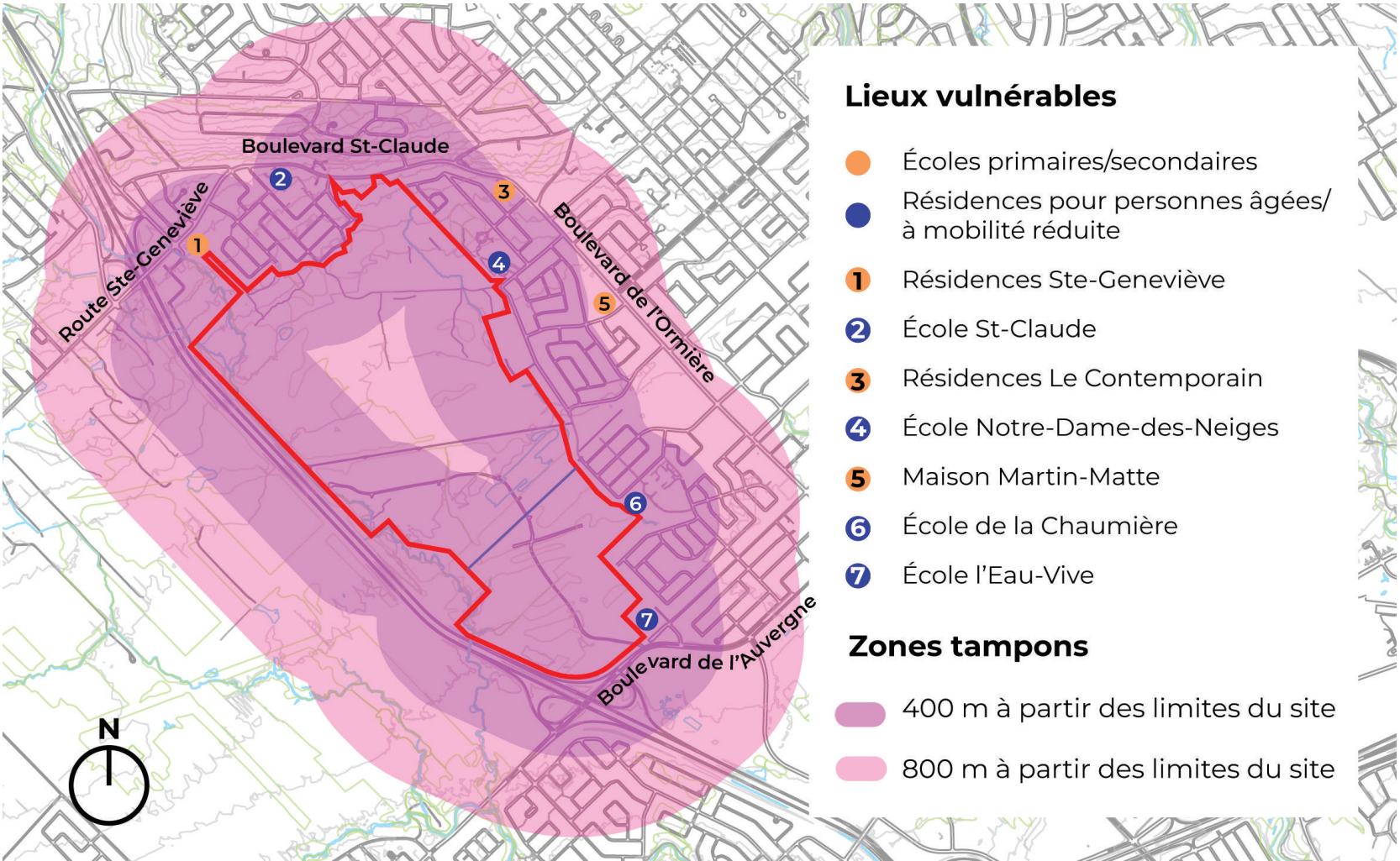


Tableau 2 - Niveau de défavorisation des écoles à proximité du secteur*

	ÉCOLE D'ÉDUC. INTERN. NOTRE-DAME-DES-NEIGES	ÉCOLE DE LA CHAUMIÈRE	ÉCOLE SAINT-CLAUDE
Indice de seuil de faible revenu (SFR)	12,84	13,26	9,68
Rang décile provincial SFR	6	6	4
Indice de milieu socio- économique (IMSE)	5,48	6,7	2,88
Rang décile provincial IMSE	2	3	1
Nombre d'élèves	248	283	327

*Données non disponibles pour l'École L'Eau-Vive
Source : Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur du Québec, Indices de défavorisation des écoles publiques 2016-2017 - Écoles primaires et secondaires, 2017.

L'EIS du projet d'aménagement Espace d'innovation Chauveau

Objectifs de l'EIS

- Améliorer les interventions projetées dans le projet Espace d'innovation Chauveau par rapport à leurs effets potentiels sur les déterminants de la santé et la santé;
- Formuler des recommandations visant à réduire les impacts potentiels négatifs et à renforcer les impacts potentiels positifs des interventions prévues, au niveau du secteur du projet ainsi que de son environnement immédiat sur la santé de la population ;
- Contribuer à l'amélioration du projet en termes de promotion de la santé.

La réalisation de cette EIS est un moyen de contribuer à l'atteinte de l'objectif 2.2 de la Politique gouvernementale de prévention en santé à savoir « réduire les risques pour la santé associés à l'environnement, au transport et à l'aménagement du territoire » (MSSS, 2016).

Approche méthodologique générale

L'EIS se déroule généralement en cinq étapes (Figure 1). L'étape de dépistage (étape 1) a déjà été effectuée par le CSEQ lors de sa séance de travail du 26 janvier 2018. En ce qui concerne le suivi de la mise en œuvre des recommandations, tout dépendra de la suite qui sera donnée à cette étude. L'évaluation du processus EIS entrepris sera réalisée en même temps que celles des autres EIS qui seront conduites ultérieurement, durant le second semestre 2018.

Le présent travail porte donc sur les étapes 2 à 4, avec la définition du champ d'investigation de l'EIS, notamment l'identification des déterminants de la santé affectés par le

projet, la méthodologie d'analyse de ceux-ci (cadrage), ainsi que l'estimation des impacts potentiels du projet sur la santé de la population (analyse) et la formulation de recommandations en vue d'apporter des améliorations sur le plan de la santé. Les résultats de l'analyse et des recommandations issues de l'EIS sont exposés dans le présent rapport. Il s'agit d'une EIS rapide d'une durée de quelques semaines, basée principalement sur une revue de la littérature et sur une consultation de personnes-ressources.

Dispositif organisationnel

Pour soutenir la réalisation de cette EIS, un groupe d'accompagnement a été créé. Il est composé de représentants de la Ville, du CIUSSS de la Capitale-Nationale (DSPublique et organisation communautaire), de Vivre en Ville, de l'Université Laval et de Développement Santé.

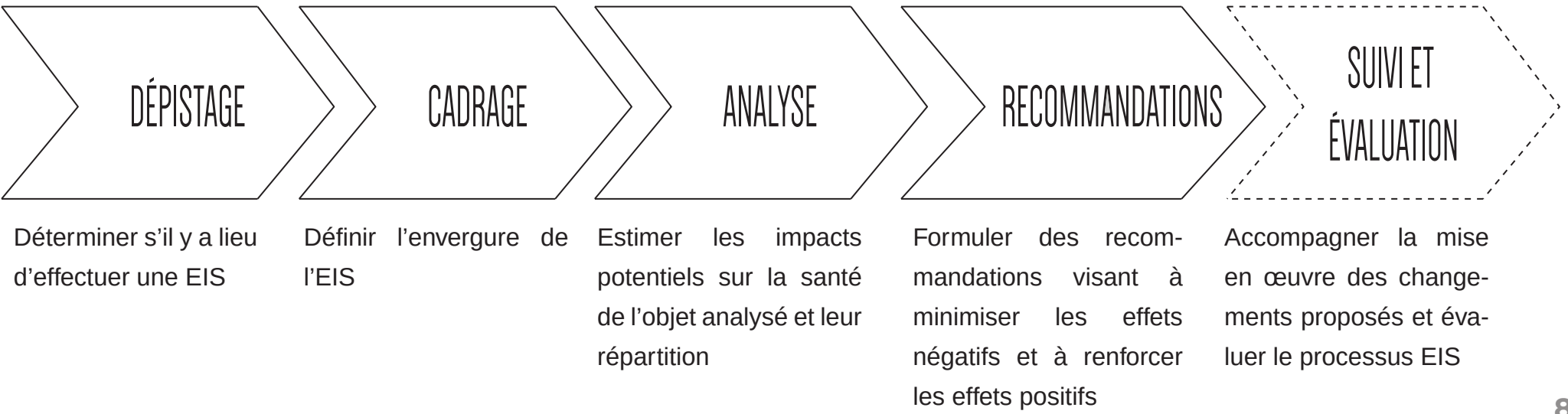
Le rôle de ce groupe a été d'aider aux choix des déterminants de la santé à traiter dans cette EIS et de contribuer à la collecte des données et informations jugées indispensables pour mener à bien l'évaluation. Il a aussi apporté un appui à la formulation des recommandations.

Cadrage de l'EIS

La phase du cadrage a été réalisée à travers les étapes suivantes :

- Analyse de la nouvelle documentation relative au projet en date du 15 février 2018 qui a permis de bien cerner les objectifs et les enjeux de celui-ci;
- Visite du site et de ses environs le 4 mars 2018 qui a permis un repérage des lieux et une récolte des informations sur le territoire;
- Utilisation de la boîte à outils de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et de la grille de cadrage du Centre de collaboration nationale sur les politiques publiques et la santé (CCNPPS) pour aider à définir et prioriser les déterminants de la santé, établir les données à récolter et déterminer les méthodes d'analyse à adopter pour ces déterminants ;
- Tenue de la rencontre de cadrage de l'EIS du projet Espace d'innovation Chauveau le 21 mars 2018 avec le groupe d'accompagnement.
- Réalisation d'entretiens individuels la semaine du 16 avril 2018 auprès de Mme Véronique Poulin du Pavillon Patrice Villeneuve/Maison Martin Matte, M. Jean-Guy Lévesque de la Corporation de loisirs - Sports Loisirs l'Ormière et de Mme Caroline Blanchet de l'École de l'Eau-Vive.

Figure 1 : Les étapes du processus EIS



Déterminants de la santé (DS) retenus

La rencontre de cadrage du 21 mars 2018 avec le groupe d'accompagnement de cette EIS a permis de dresser une liste de trois déterminants de la santé que l'on retrouve dans le modèle logique (Figure 2). Ce dernier décrit les liens qui existent entre le projet, les déterminants de la santé, la santé et la qualité de vie des citoyens affectés par les éléments du projet.

Méthodologie d'analyse des impacts potentiels du projet sur la santé

L'analyse des impacts potentiels du projet sur la santé se décline en trois étapes, soit (1) l'analyse de l'état initial, (2) les impacts potentiels du projet sur le déterminant de la santé et (3) les impacts potentiels sur la santé. Les recommandations (4) suivront les analyses des déterminants de la santé (Figure 3).

L'approche retenue pour estimer les impacts potentiels du projet sur la santé de la population se base sur :

- Une utilisation des données probantes existantes dans la littérature scientifique et la littérature grise;
- Une analyse de données de recensement et géographiques;
- Une consultation de quelques personnes-ressources pouvant fournir des informations sur le territoire d'étude ou par rapport à certains déterminants de la santé.

Figure 2 : Modèle logique : relations entre les caractéristiques du projet, les DS et la santé

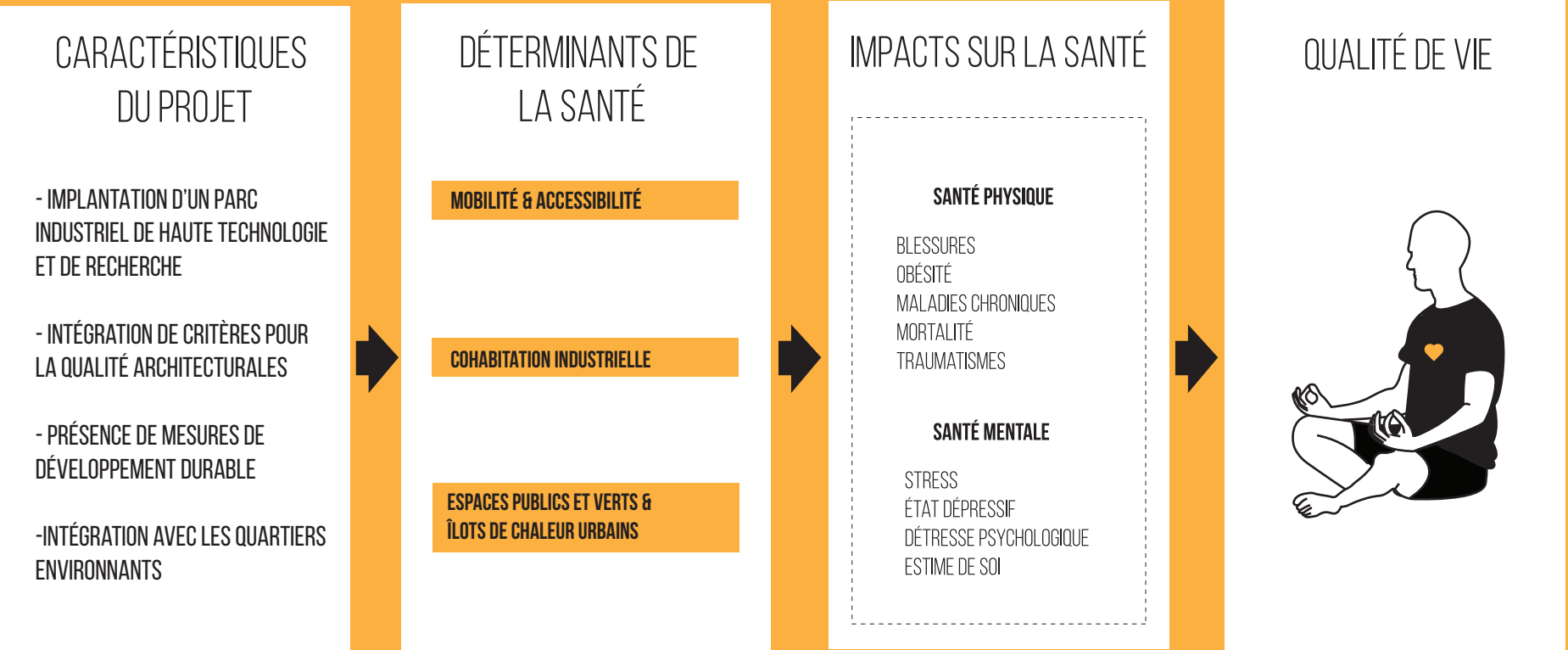
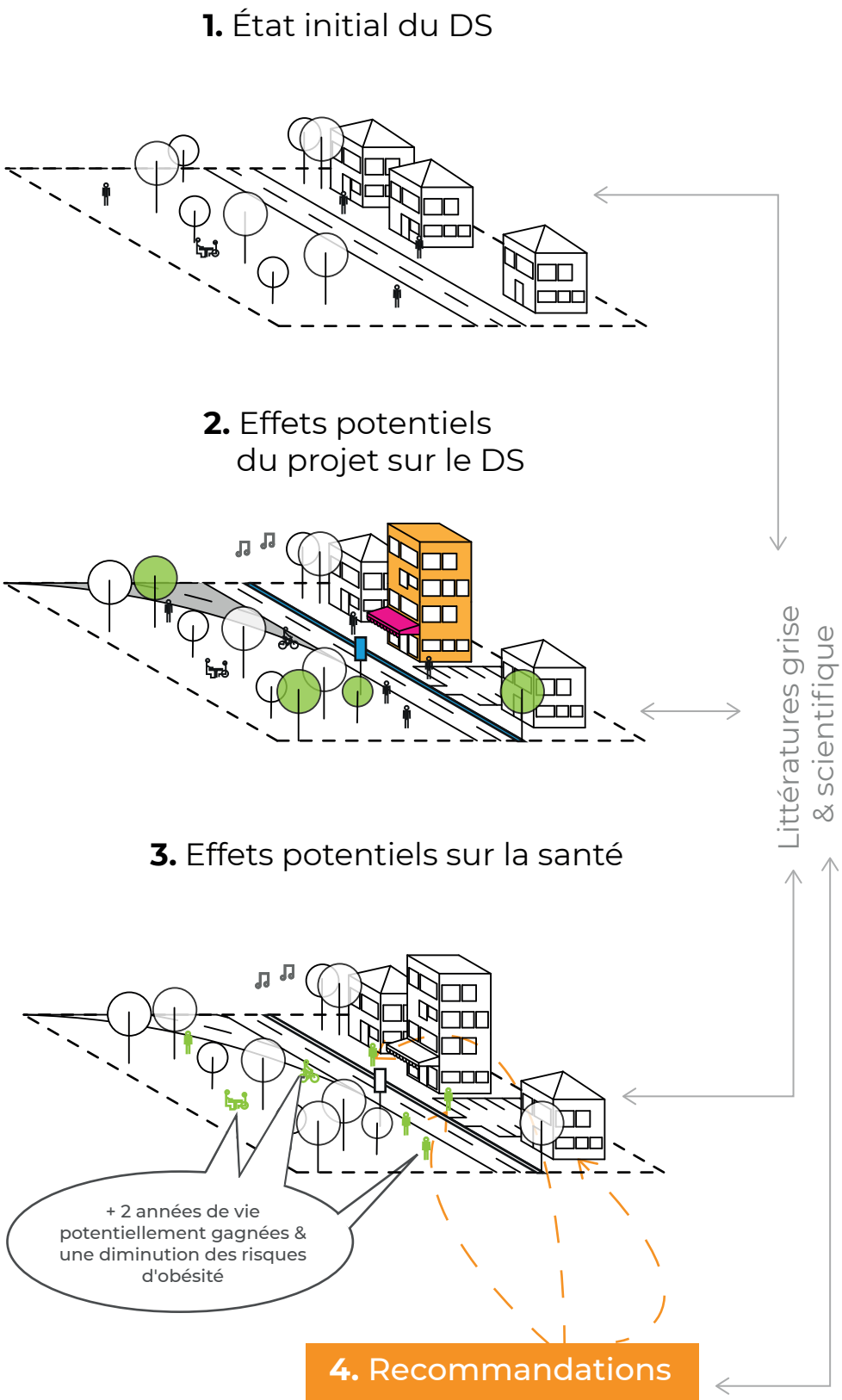


Figure 3: Méthodologie d'analyse des impacts potentiels du projet sur la santé

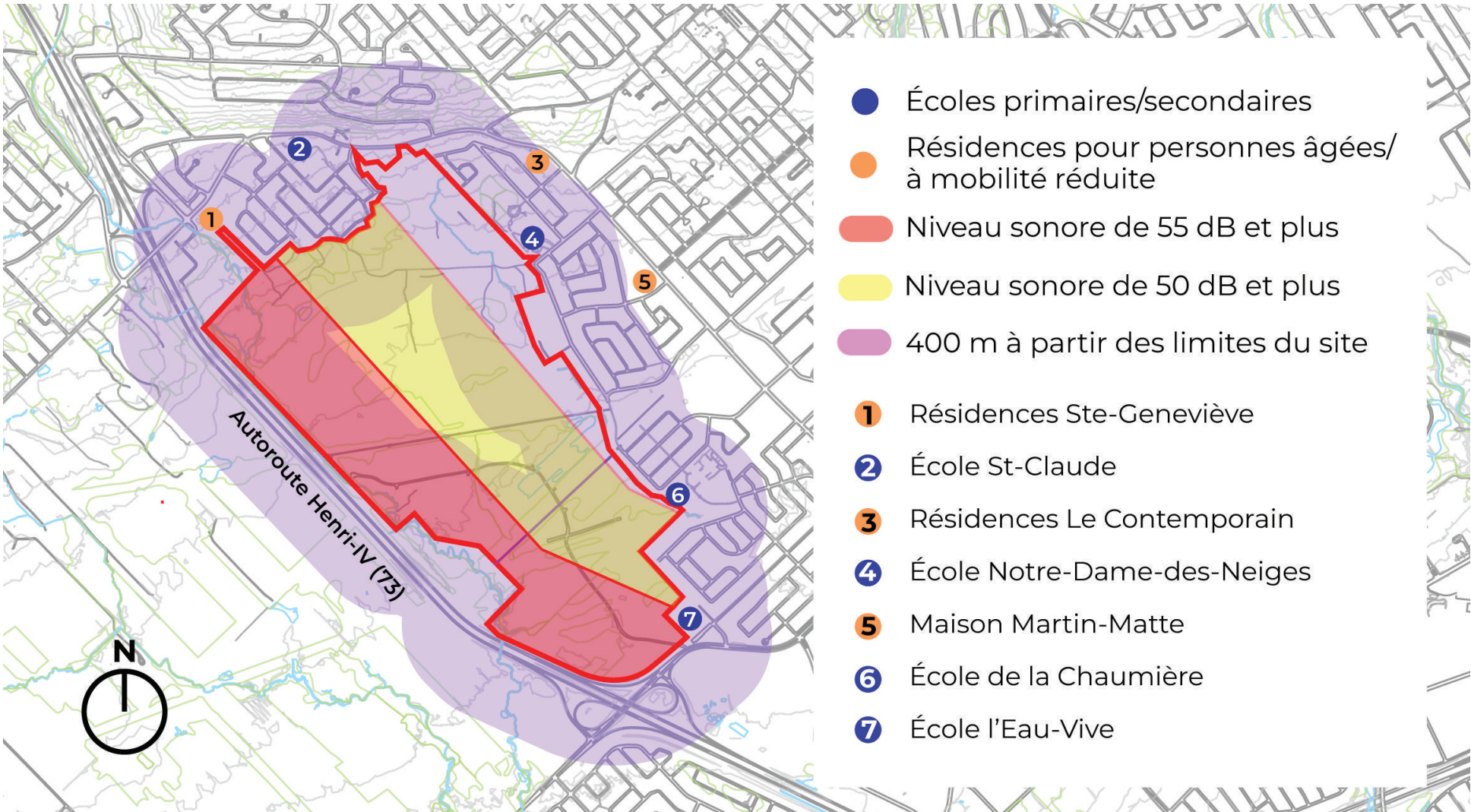


MOBILITÉ & ACCESSIBILITÉ

Les niveaux sonores ont été calculés en fonction de la méthode néerlandaise d'évaluation du bruit routier puisqu'un compteur automatique en ligne permet de faire rapidement ces estimations. Le Tableau 3 montre ces estimations du niveau sonore en décibels à différentes distances établies selon la médiane du débit journalier moyen annuel (DJMA) retrouvé sur l'autoroute Henri-IV (73) à la hauteur du secteur à l'étude. Celui-ci variant de 47 000 plus au sud à 59 000 plus au nord en date de 2014, un DJMA de 53 000 est employé (Ministère des Transports du Québec, 2018). Il faut tenir compte du fait que les décibels sont une échelle logarithmique. Une augmentation de trois décibels traduit un doublement de l'intensité sonore à la source. Habituellement, un individu percevra un niveau de bruyance deux fois plus élevé pour une augmentation de dix décibels environ (WHO, 2011).

Le DJMA utilisé pour le nombre nocturne de décibels est 40 % celui de la médiane, soit 21 200. Dix décibels sont artificiellement ajoutés pour tenir compte de la sensibilité accrue des individus au bruit pendant la nuit, ce qui est coutume dans ce type d'évaluation (WHO, 2011). La méthode de calcul utilisée est légèrement différente de celle proposée par le ministère des Transports du Québec, mais rend essentiellement des résultats similaires. Les hypothèses utilisées pour ces estimations se retrouvent à la droite du tableau. Une hauteur moyenne de quatre mètres de la source du son a été employée puisqu'il s'agit du dénivelé maximal sur la majorité du tronçon de l'autoroute par rapport au secteur à l'étude (Ville de Québec, 2018). Ces estimations tiennent compte de la bande boisée aux abords de l'autoroute et de l'absence de bâtiments sur le territoire, mais considèrent l'effet de la bande boisée comme étant uniforme pour simplifier l'analyse. Il est important de noter que ces approximations n'équivalent pas à des tests sur le terrain et sont présentées à titre indicatif seulement pour donner une idée générale du niveau sonore actuel.

Carte 5 - Estimations du niveau sonore en provenance de l'autoroute Henri-IV au sein du site de planification



Analyse de l'état initial

Bruit routier

Le principal élément problématique sur le plan du bruit généré par le trafic routier est l'autoroute Henri-IV (Carte 5). Puisque le niveau sonore de la circulation routière sur l'autoroute n'est pas disponible, des estimations sommaires ont été effectuées et peuvent être consultées au Tableau 3.

Le tableau nous indique que le nombre de décibels le jour dépasse le seuil de 55 décibels prescrit par la Politique sur le bruit routier du gouvernement du Québec jusqu'à un peu plus de 500 mètres. La nuit, on dépasse ce seuil jusqu'à

près de 250 mètres. En considérant que la bande boisée et les composantes du sol absorbent uniformément le bruit produit par le trafic de l'autoroute, la Carte 5 présente les zones affectées sur le territoire à l'étude.

On peut observer que la zone exposée à un niveau sonore de 55 décibels et plus occupe près de 40 % de la superficie du territoire à l'heure actuelle. Il faut noter que l'Organisation mondiale de la Santé considère que les impacts sur la santé du bruit se font sentir à partir de 45 décibels (WHO, 2011). Si on utilise ce seuil, on surpasse le kilomètre d'exposition potentiellement dommageable sur le territoire autant le jour que la nuit. La zone d'exposition représente alors la majeure partie du territoire.

Tableau 3 - Niveau sonore à l'extérieur estimé en provenance de l'autoroute Henri-IV

DISTANCE (M)	NIVEAU SONORE 7H-22H (Ldn)	NIVEAU SONORE NOCTURNE (LAeq)	DONNÉES ET HYPOTHÈSES
50	72 dB	63 dB	Débit journalier annuel moyen : 53 000
150	64 dB	57 dB	Véhicules lourds : 5 % du volume total
300	60 dB	53 dB	Vannes et bus : 2,5 % du volume total
500	56 dB	50 dB	Surface : pavé en béton ordinaire
750	53 dB	47 dB	Fraction des ondes absorbée : 75 %
1000	50 dB	44 dB	Vitesse des véhicules légers : 115 km/h
			Vitesse des autres véhicules : 105 km/h
			Hauteur moyenne de la route : 4 m

Source : Dutch calculation method, 2002

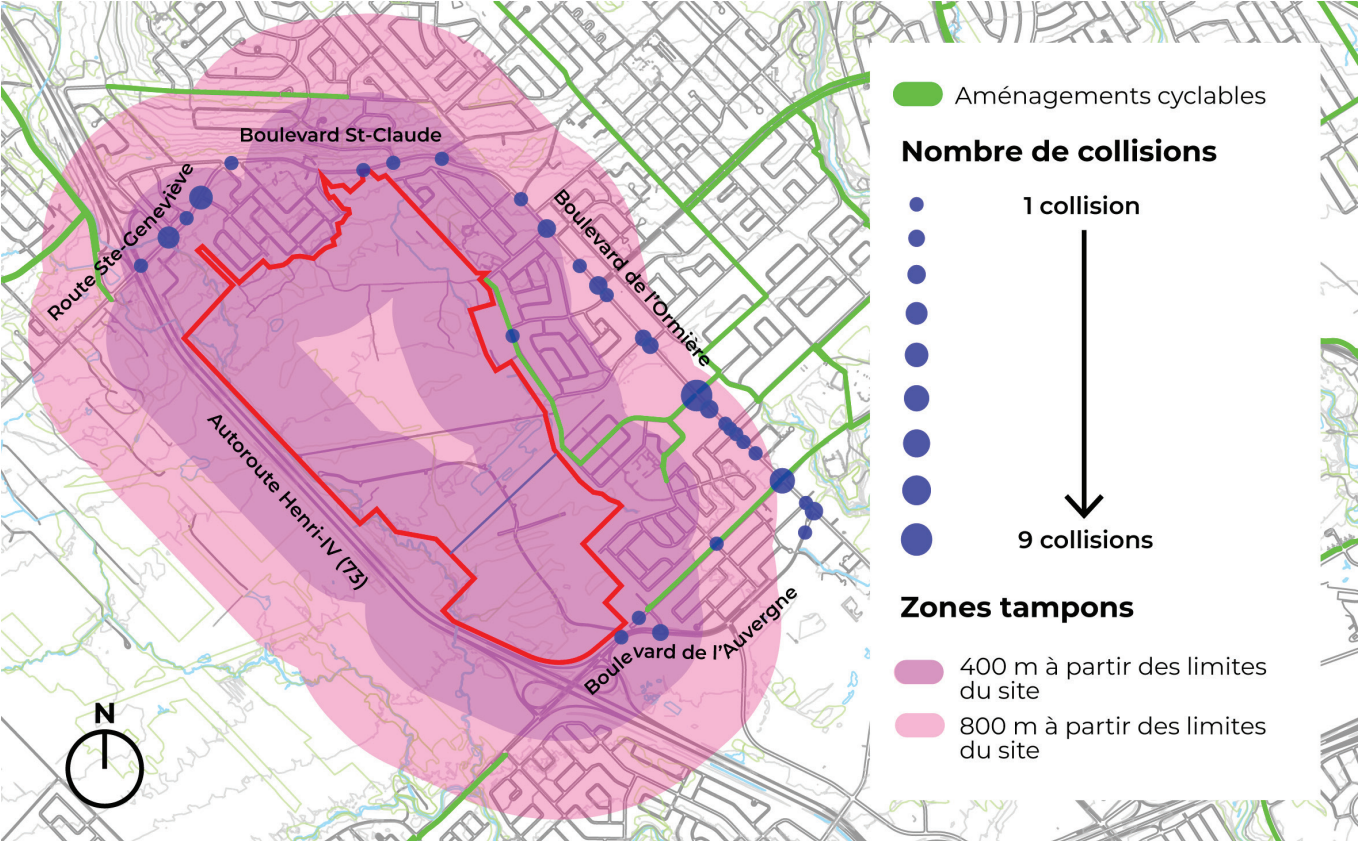
Sécurité routière

La Carte 6 présente la localisation des collisions impliquant un piéton ou un cycliste étant survenus entre 2005 et 2016 sur les axes routiers actuels ceinturant le territoire du futur parc industriel (Accès transports viables, 2018). Ces axes sont, du sud au nord, le boulevard de l'Auvergne, le boulevard de l'Ormière, le boulevard Saint-Claude et la route Sainte-Geneviève. Le Tableau 3 affiche quant à lui les statistiques quant aux groupes d'âge et la gravité des blessures des collisions impliquant un piéton et un cycliste. Ces statistiques ont été compilées à partir de rapports de police. Elles sous-estiment conséquemment le nombre réel d'accidents qui se sont produits dans le secteur. On observe tout de même qu'il y a eu 5,7 collisions en moyenne entre 2005 et 2016, dont deux accidents mortels. Deux fois plus de

collisions impliquant un piéton ont eu lieu comparativement aux collisions impliquant un cycliste. 16 % du nombre total de collisions ont touché une personne âgée de 65 ans et plus contrairement à 22 % pour les enfants âgées de 14 ans et moins.

La Carte 6 met en évidence trois lieux problématiques : (1) la route Sainte-Geneviève près des Résidences Sainte-Geneviève avec ses deux collisions mortelles dont une impliquant une personne âgée de 65 ans et plus, (2) l'intersection boulevard de l'Ormière/rue Blain avec ses neuf collisions et (3) l'intersection boulevard de l'Ormière/avenue Chauveau avec ses six collisions. Ces deux dernières intersections représentent près du quart du nombre total de collisions. Une piste cyclable croise ces intersections, ce qui a mené à six collisions avec un cycliste parmi les 15 collisions que l'on retrouve au total.

Carte 6 - Collisions impliquant un cycliste ou un piéton et un véhicule entre 2005 et 2016 sur les axes routiers principaux ceinturant le projet



Source : Accès transport viables, Accidents routiers avec piéton(s) ou cycliste(s) sur le territoire des villes de Québec et de Lévis de 2005 à 2016, avril 2018.

Le Tableau 5 présente une liste non exhaustive de caractéristiques accidentogènes des artères routières au regard des collisions impliquant un piéton ou un cycliste. La Figure 4 présente l'axe en direction est de l'intersection boul. de l'Ormière/rue Blain avant qu'elle ne soit remodelée à l'été 2017. On y voit que la démarcation de la piste cyclable et du marquage au sol pour la traverse piétonne était presque absente. La situation a été améliorée avec le rafraichissement de la peinture et l'ajout de bollards pour favoriser la séparation entre la piste cyclable et l'axe routier (Figure 5). Néanmoins, la densité commerciale et d'arrêts d'autobus de même que le dégagement visuel latéral importants sur l'axe nord-sud de l'intersection contribuent au risque de collisions. De plus, on observe plusieurs voies exclusives de virage à droite aux intersections sur le boulevard l'Ormière comme il est présenté aux Figures 6 et 7 pour l'intersection boul. de l'Ormière/avenue Chauveau où elles sont présentes dans les quatre directions. Ces voies rajoutent à la distance de passage pour les piétons et incitent les conducteurs à être moins prudents lors du virage que dans une voie non exclusive (Schneider et al., 2010; Morency et al., 2015). Ces données sont importantes à prendre en considération puisqu'elle influencera la part modale dédiée au transport actif et au transport en commun

Tableau 4 - Collisions entre 2005 et 2016 impliquant un piéton ou un cycliste et un véhicule sur les axes routiers ceinturant le site du projet*

ACCIDENTS PIÉTONS	14 ANS ET -	15 À 64 ANS	65 ANS ET +	TOTAL
Accidents légers	8	22	8	38
Accidents graves	0	2	0	2
Accidents mortels	0	1	1	2
ACCIDENTS CYCLISTES				
Accidents légers	5	13	1	19
Accidents graves	1	1	0	2
Accidents mortels	0	0	0	0
TOTAL	14	39	10	63

*La ceinture est formée de la route Ste-Geneviève, du boulevard St-Claude, du boulevard de l'Ormière, de l'avenue Chauveau et de l'autoroute Henri-IV.
Source : Accès transports viables, Accidents routiers avec piéton(s) ou cycliste(s) sur le territoire des villes de Québec et de Lévis de 2005 à 2016, consulté le 17 avril 2018.

Tableau 5 - Caractéristiques accidentogènes d'un axe routier répertoriées dans la littérature scientifique

CARACTÉRISTIQUES ACCIDENTOGÈNES	
- Vitesse pratiquée	- Surface de roulement disponible
- Largeur/nombre de voies	- Stationnement sur rue peu utilisé
- Temps de traverse insuffisant	- Marquage au sol seul
- Voie de virage à droite	- Signalisation inappropriée
- Dégagement visuel latéral	- Densité commerciale
- Faible luminosité/visibilité	- Densité d'arrêts d'autobus

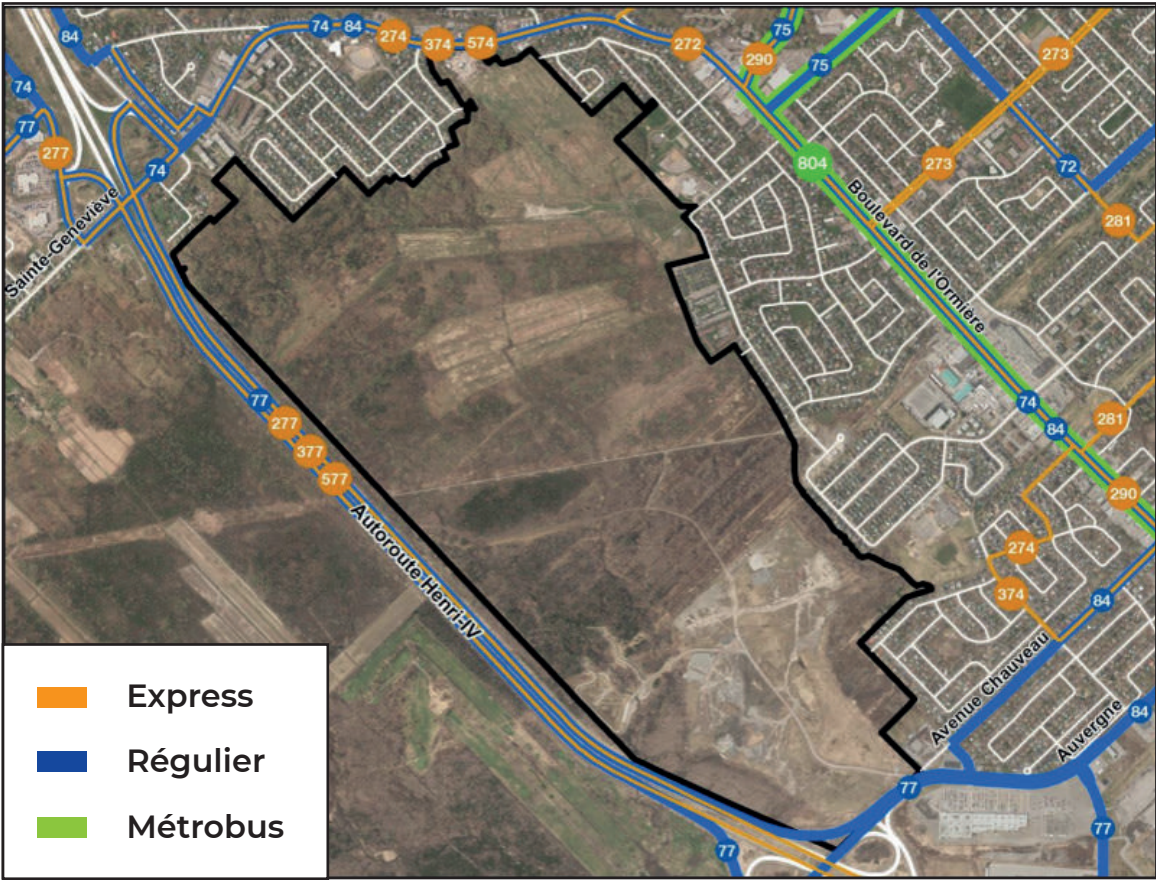
Sources : Koepsell et al., 2002; Mohammed et al., 2013; Morency et al., 2015; Pulugurtha & Sambhara, 2011; Schepers et al., 2011; Schneider et al., 2010; Stanton & Salmon, 2009; Stoker et al., 2015; Ukkusuri et al., 2012.



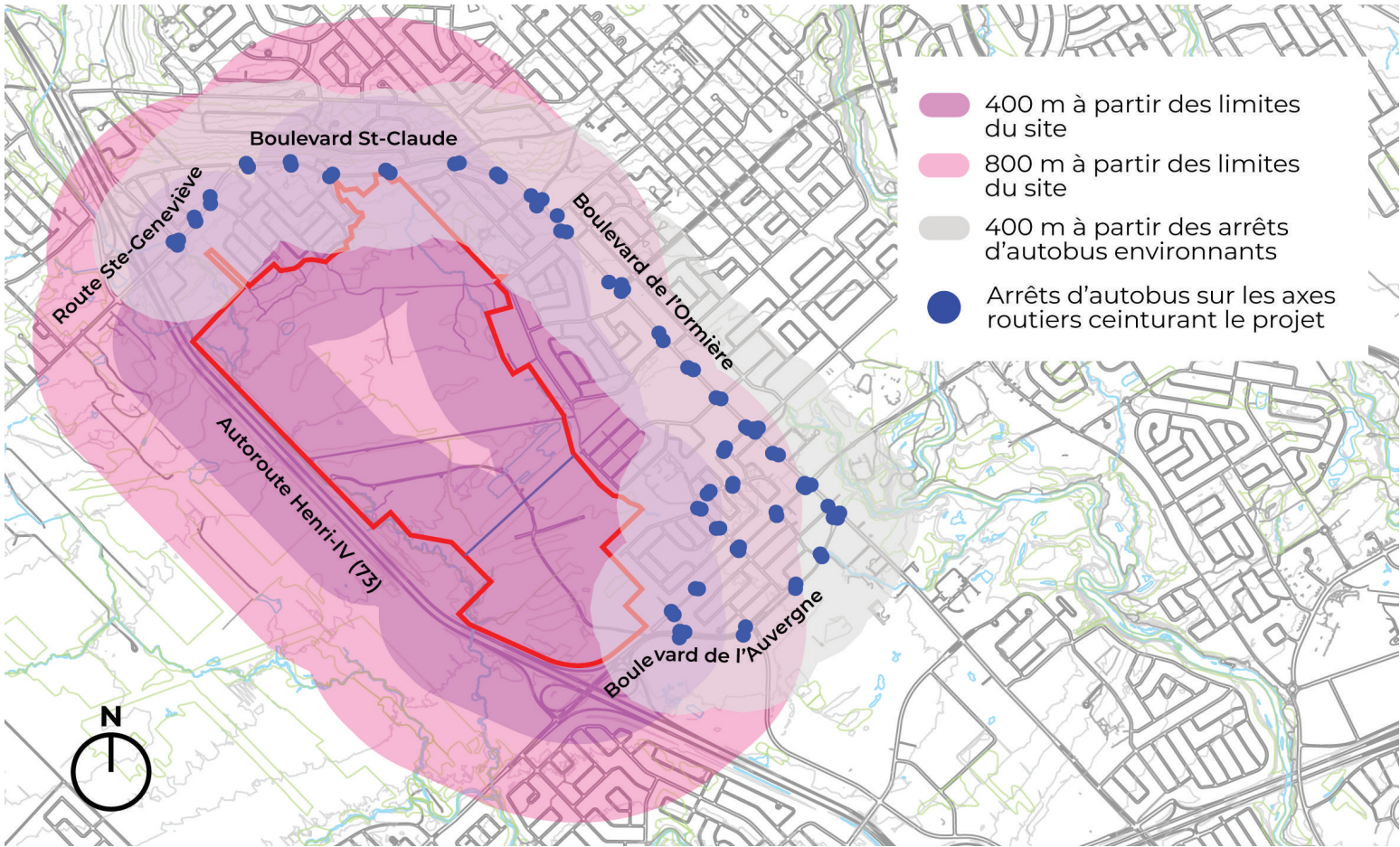
Source: Google Maps

sur le site de même que le sentiment de sécurité et le risque de blessures et de mortalité à pied et à vélo. Quand à la route Sainte-Geneviève (Figures 8 et 9), le dégagement visuel latéral, la surface de roulement de même que la largeur des voies incitent les automobilistes à circuler rapidement. En dépit des limites de vitesse affichées, ce sont principalement les caractéristiques environnantes qui expliquent la vitesse pratiquée des automobilistes. Le Tableau 6 présente les vitesses pratiquées sur les axes urbains en fonction des caractéristiques de la voie de circulation. Selon ce tableau, la vitesse pratiquée sur le boulevard de l'Ormière se situerait entre 50 et 60 km/h alors qu'elle serait plus près de 70 km/h sur la route Sainte-Geneviève, voire davantage. À 70 km/h, une personne de 65 ans et plus décèdera presque assurément alors que près du tiers de la population perdra la vie à cette vitesse (Figure 12)(Richards, 2010). À 50 km/h, le taux de mortalité diminue de moitié pour les personnes âgées et près de quatre fois pour tous les groupes d'âge confondus. D'ailleurs, une personne âgée de 65 ans et plus est décédée à la suite d'une collision avec un véhicule automobile sur la route Sainte-Geneviève devant les résidences pour personnes âgées du même nom. Mme Véronique Poulin de la Maison Martin-Matte a également indiqué que les personnes à mobilité réduite ne se sentaient pas en sécurité de circuler sur le boulevard de l'Ormière.

Carte 7 - Parcours d'autobus à proximité du site



Carte 8 - Arrêts d'autobus sur les axes routiers ceinturant le site et zones efficaces de service



Source : Données ouvertes du RTC, avril 2018.

Tableau 6 - Vitesses pratiquées par les automobilistes en fonction des caractéristiques urbaines

	40 KM/H	50 KM/H	60 KM/H	70 KM/H
Nombre de voies de circulation	1	2	3 ou 4	4 et +
Largeur du dégagement visuel latéral*	30 mètres et -	40 mètres	85 mètres	300 mètres
Surface homogène**	200 mètres	300 mètres	400 mètres	500 mètres
Largeur des voies	6 mètres	8 mètres	20 mètres	25 mètres
Stationnement sur rue (le cas échéant)	Continuellement occupé ou absent	Utilisé partiellement ou absent	Rarement utilisé ou absent	Rarement utilisé ou absent
Nombre d'établissements institutionnels	Moyen ou élevé	Moyen ou élevé	Faible	Faible
Nombre de commerces sur un segment	Moyen ou élevé	Faible ou moyen	Moyen ou élevé	Faible

Source : Bellalite, A Model for Setting Credible Speed Limits in Urban Areas, 2013.

*Distance moyenne entre les bâtiments de chaque côté de la route

**Distance le long de laquelle la rue présente des caractéristiques similaires

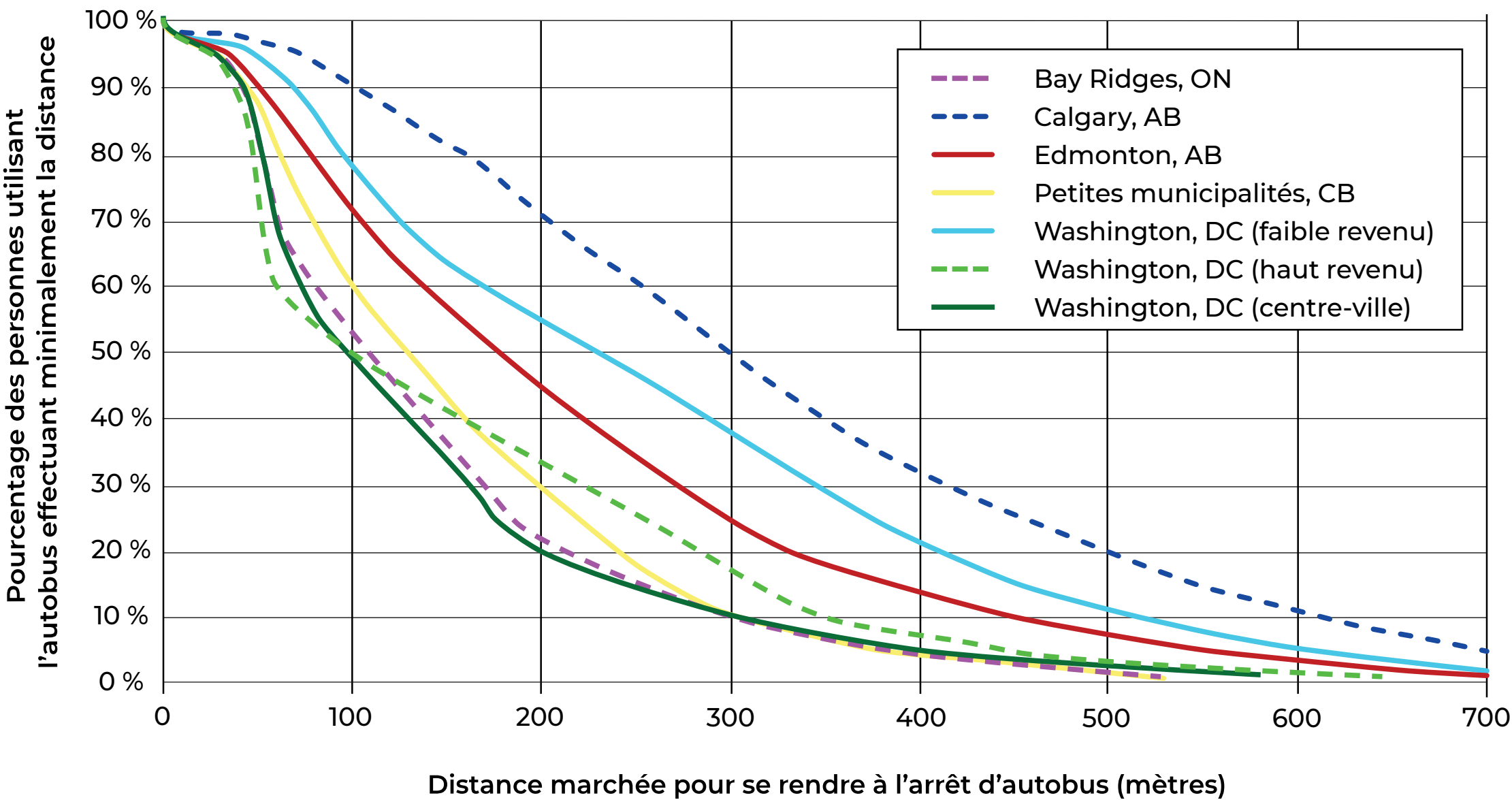
↑ Boulevard de l'Ormière ↑ Route Ste-Geneviève

Offre de transport en commun

La Carte 7 montre les différents parcours accessibles sur les axes routiers ceinturant le secteur à l'étude. On y retrouve cinq parcours réguliers, dix parcours express et un métrobus. Les parcours 74, 77 et 84 correspondent avec le Terminus Les Saules et donnent ainsi accès à plusieurs parcours réguliers de même que les métrobus 803 et 804. La Carte 8 présente également une zone tampon de 400 mètres à vol d'oiseau pour les arrêts à proximité du secteur. En plus du fait qu'elles sous-estiment les distances réelles à parcourir, les zones tampons couvrent au maximum 10 % du territoire. La distance de 400 mètres est importante puisqu'elle est largement utilisée par les sociétés de transport en commun pour optimiser l'équilibre entre le nombre d'arrêts et l'accessibilité au transport.

La Figure 8 présente également les distances parcourues par des utilisateurs du transport en commun selon plusieurs sondages réalisés dans quelques villes nord-américaines. Dans certaines villes, on se retrouve déjà sous une proportion de 10 % d'utilisateurs lorsqu'on atteint 400 mètres de distance. Même si la faiblesse de ces chiffres est expliquée en partie par le fait que plusieurs arrêts d'autobus vont se situer à moins de 400 mètres, plus de 35 % des citoyens dans la

Figure 8 - Proportion des usagers de l'autobus ayant marché minimalement la distance correspondante afin de se rendre à l'arrêt d'autobus généralement utilisé pour se rendre au travail selon des sondages effectués dans certaines villes nord-américaines



Source : Transit Capacity and Quality of Service Manual, Chapter 3, Appendix A, 2017.

Exemple de lecture de la Figure 8 : 45 % des personnes utilisant l'autobus dans la municipalité d'Edmonton effectue au moins 200 mètres de distance pour se rendre à l'arrêt d'autobus qu'elles utilisent généralement pour se rendre au travail alors que 72 % ont effectué 100 mètres ou plus pour s'y rendre.

Ville de Québec ne se situent pas à moins de 400 mètres d'un arrêt, et probablement plus de la moitié (Ville de Québec, 2018), en plus que les trajets offerts à ces arrêts ne correspondent pas toujours aux besoins de la clientèle à proximité. En fait, ces données démontrent soit que les gens vont utiliser l'autobus si un arrêt avec un trajet correspondant à leur besoin se retrouve à proximité, soit que les utilisateurs d'autobus souhaitent se situer à proximité d'arrêts bien desservis. Dans les deux cas, ceci nous indique qu'ils utiliseront presque assurément un autre mode s'ils résident au-delà d'une distance de plus de quelques centaines de mètres.

Impacts potentiels du projet sur le déterminant « Mobilité & accessibilité »

Nouveaux axes routiers et circulation induite

Le projet prévoit un axe routier nord-sud reliant le boulevard de l'Auvergne ou l'avenue Chauveau avec le boulevard Saint-Claude au nord. Cet axe routier produira du bruit qui pourrait affecter les commerces et les quartiers résidentiels à proximité. À l'aide de la méthode précédemment utilisée, le Tableau 7 présente des estimations du niveau sonore potentiel que pourrait générer le trafic en supposant une vitesse de 50 km/h, 10 % de camions lourds, de bus et de vannes, et d'autres hypothèses énumérées sous le tableau. Ces estimations sont valides pour une personne se situant à l'extérieur puisqu'il est difficile d'évaluer l'effet protecteur des bâtiments à cause de leurs diverses dispositions et matériaux de construction. Les propositions de DJMA équivalent de gauche à droite à 50, 100 et 150 véhicules à l'heure en moyenne. À cette intensité de trafic, on observe peu de variation entre les trois DJMA proposés, la différence ne dépassant pas quatre décibels entre un DJMA de 1 200 et un DJMA de 3 600. Selon les hypothèses mises de l'avant, on observe que le niveau sonore est au-dessus du seuil de l'OMS de 45 décibels jusqu'à 100 mètres environ. Par conséquent, le bruit routier de l'axe nord-sud ne se propagerait pas jusqu'aux quartiers résidentiels à l'est du territoire même en l'absence de bâtiments. Néanmoins, l'École l'Eau-Vive à l'entrée sud pourrait être davantage exposée par une augmentation de la circulation de transit et de destination, particulièrement en ce qui a trait aux camions lourds. Pareillement, l'augmentation du trafic routier au nord pourrait nuire au confort des élèves de l'École Saint-Claude et

Sainte-Geneviève. Il est également probable que les rues perpendiculaires reliant l'axe nord-sud au boulevard de l'Ormière voient une augmentation du débit de circulation à cause des nouveaux services et lieux d'emploi de l'Espace d'innovation Chauveau.

Afin de contrer cette éventualité, la possibilité de créer un axe est-ouest donnant sur l'autoroute a été évoquée pendant l'atelier de discussion de janvier 2018. La mise en place d'un tel lien en combinaison avec une interdiction de circulation de véhicules lourds dans les quartiers environnants permettrait d'éviter les lieux vulnérables précédemment énumérés aux entrées nord et sud du territoire. Elle diminuerait par conséquent le niveau sonore et de polluants atmosphériques auquel seraient exposées ces populations vulnérables. Par contre, tout dépendamment de la distribution des industries, le bruit produit par les véhicules lourds pourrait se concentrer au centre de la zone où l'axe nord-sud croiserait le lien vers l'autoroute. Les véhicules dont la destination est aux extrêmes nord ou sud du secteur auraient à effectuer un détour par le centre pour arriver à bon port. Arrivant d'une autoroute, les véhicules lourds pourraient également adopter des vitesses supérieures à celles qu'ils auraient pratiquées s'ils avaient eu à emprunter un autre chemin, d'autant plus que le caractère industriel du milieu n'incite pas à ralentir. Cette observation est également valide pour les automobilistes. En plus d'augmenter le niveau de pollution sonore et atmosphérique, la vitesse accroît la probabilité qu'une collision survienne de même que le taux de mortalité et de blessure associé (Bellefleur & Gagnon, 2011; Richards, 2010; Rosen & Sander, 2009). Les travailleurs à proximité, les cyclistes et autres usagers de la route verraient ainsi leur sécurité diminuer.

Comme il a été mentionné à l'analyse de l'état initial, plus de la moitié du territoire est actuellement exposé à un niveau sonore potentiellement dangereux. Assurément,

Tableau 7 - Niveau sonore à l'extérieur estimé en provenance de l'axe nord-sud projeté

DISTANCE (M)	DJMA = 1200	DJMA = 2 400	DJMA = 3 600	HYPOTHÈSES
10	58 dB	60 dB	61 dB	Véhicules lourds : 10 % du volume total
20	54 dB	57 dB	58 dB	Vannes et bus : 5 % du volume total
30	52 dB	55 dB	55 dB	Surface : pavé en béton ordinaire
40	51 dB	53 dB	53 dB	Fraction des ondes absorbée : 25 %
50	49 dB	52 dB	52 dB	Vitesse des véhicules légers : 55 km/h
100	44 dB	46 dB	47 dB	Vitesse des autres véhicules : 50 km/h
				Hauteur moyenne de la route : 0 mètres

Source : Dutch calculation method, 2002

l'ajout de bâtiments sur le site va contraindre la dispersion du bruit généré par le trafic de l'autoroute et des nouveaux axes routiers. Le niveau sonore à l'intérieur des industries devrait être supérieur à celui généré par le trafic environnant et ne devrait pas augmenter conséquemment le niveau sonore interne. Cependant, les polluants atmosphériques extérieurs viendront diminuer la qualité de l'air intérieur par pénétration. Les préoccupations à cet égard concernent davantage les normes de santé et sécurité au travail, le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RLRQ c. S-2.1, r. 13) prescrivant un niveau maximum de polluants atmosphériques dans les milieux de travail.

Par contre, les travailleurs et clients des commerces nouvellement installés pourraient être exposés à un niveau sonore dommageable tout dépendamment de la nature de l'activité commerciale. De plus, le bruit est négativement lié à la fréquentation d'espaces publics et à l'exercice de la marche, ce qui, en retour, pourrait nuire à la fréquentation des commerces du secteur (Ewing & Clemente, 2013). De plus, les surfaces asphaltées, la réflexion d'ondes sonores sur les bâtiments perpendiculaires et les canyons urbains (espace longiforme entre les bâtiments) peuvent concentrer le niveau de bruyance généré par la circulation autoroutière à certains endroits sur le territoire si la dispersion initiale du son n'est pas contrôlée.

Bâtiments en hauteur

Afin de mitiger le bruit généré par l'autoroute Henri-IV, l'ajout d'un bâtiment en hauteur près de l'autoroute avait été suggéré lors de l'atelier de discussion de janvier 2018. Il y a tout de même quelques éléments à prendre en considération relativement à cette mesure. Dans le cas où la source du bruit se situerait à une hauteur similaire de l'élément que l'on souhaite protéger, un bâtiment plus haut serait inefficace pour dévier les ondes de haute fréquence puisqu'elles tendent à se propager de façon rectiligne (Figure 9). À cause du dénivelé d'approximativement quatre mètres entre l'autoroute et une majeure partie du territoire, un bâtiment plus haut bloquerait une proportion légèrement plus élevée d'ondes sonores. D'un autre côté, rapprocher le bâtiment de l'autoroute permettrait de bloquer les angles de dispersion à la gauche et à la droite du bâtiment. Le cas échéant, il faut veiller à ne pas exposer davantage de personnes à ce type d'ondes en consacrant un usage commercial, résidentiel, voire même industriel léger, au bâtiment. Il faut rappeler que le niveau sonore à 300 mètres de l'autoroute est de 60 décibels. Par conséquent, de sérieuses mesures de mitigation du bruit devront être considérées dans la construction du bâtiment pour atténuer les impacts potentiels sur la santé.

La hauteur supplémentaire pourrait également « retourner à l’envoyeur » les ondes sonores des activités industrielles et de la circulation routière en provenance du nord ou du nord-est et créer un effet de chambre d’écho tout dépendamment de la largeur du bâtiment et de la proximité des sources de bruit. En revanche, un bâtiment en hauteur pourrait être utile pour disperser les ondes sonores de basse fréquence étant donné qu’elles adoptent une trajectoire tombante (Figure 10). Ces ondes ont toutefois tendance à bondir sur les surfaces dures et à atterrir plus loin. Réduire la profondeur du bâtiment ou mettre en place des matières phonoabsorbantes sur les toits diminuerait cet effet potentiel.

Concernant les effets sur la qualité de l’air, un bâtiment plus haut pourrait effectivement bloquer les polluants atmosphériques en provenance de l’autoroute étant donné le vent dominant d’ouest dans la région de Québec. Néanmoins, tout comme avec le bruit, il pourrait également favoriser la déposition de polluants atmosphériques en provenance des activités industrielles et des axes routiers au nord/nord-est. Tout dépendamment de la hauteur supplémentaire ajoutée, le bâtiment pourrait également générer un vortex de vent, augmenter les risques de chute ainsi que la dispersion au long des polluants atmosphériques (Kubota et al., 2008). La présence de canyons urbains à cet endroit aggraverait ces dangers à cause de l’accroissement de la vélocité du vent causée par l’effet de Venturi (Blocken et al., 2007).

Infrastructures de transport

Lors de l’atelier participatif de janvier 2018, la coupe de rue présentée à la Figure 11 a été proposée pour l’axe nord-sud. L’emprise proposée comporte quatre voies, une piste cyclable bidirectionnelle en site propre, une banquette arborescente et des trottoirs de chaque côté de la rue. La piste cyclable est particulièrement d’intérêt. Elle permettrait entre autres de rejoindre la piste cyclable sur l’avenue Chauveau. Le fait qu’une piste cyclable augmente de façon importante son attrait auprès des cyclistes étant donné le sentiment de sécurité qu’elle procure. Un individu est prêt à allonger jusqu’à 20 minutes son parcours

Figure 9 - Déplacements potentiels des ondes sonores de haute fréquence

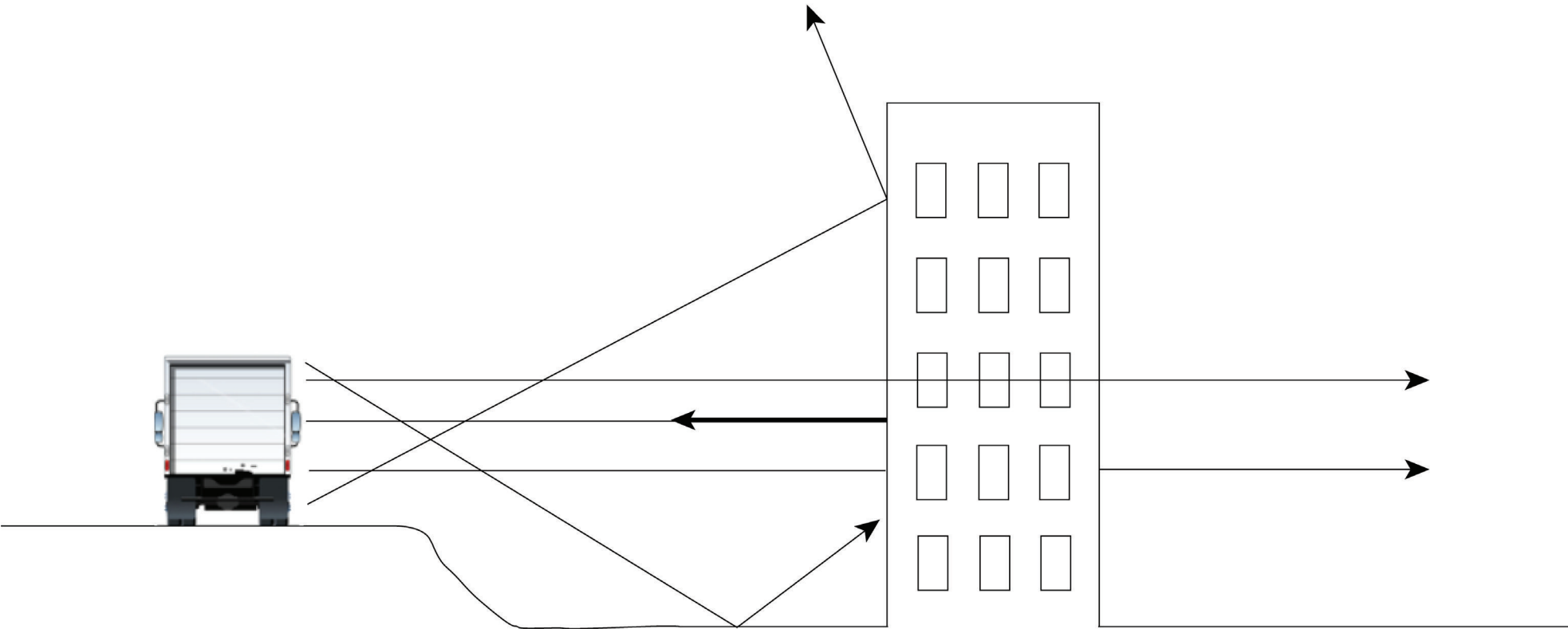


Figure 10 - Déplacements potentiels des ondes sonores de basse fréquence

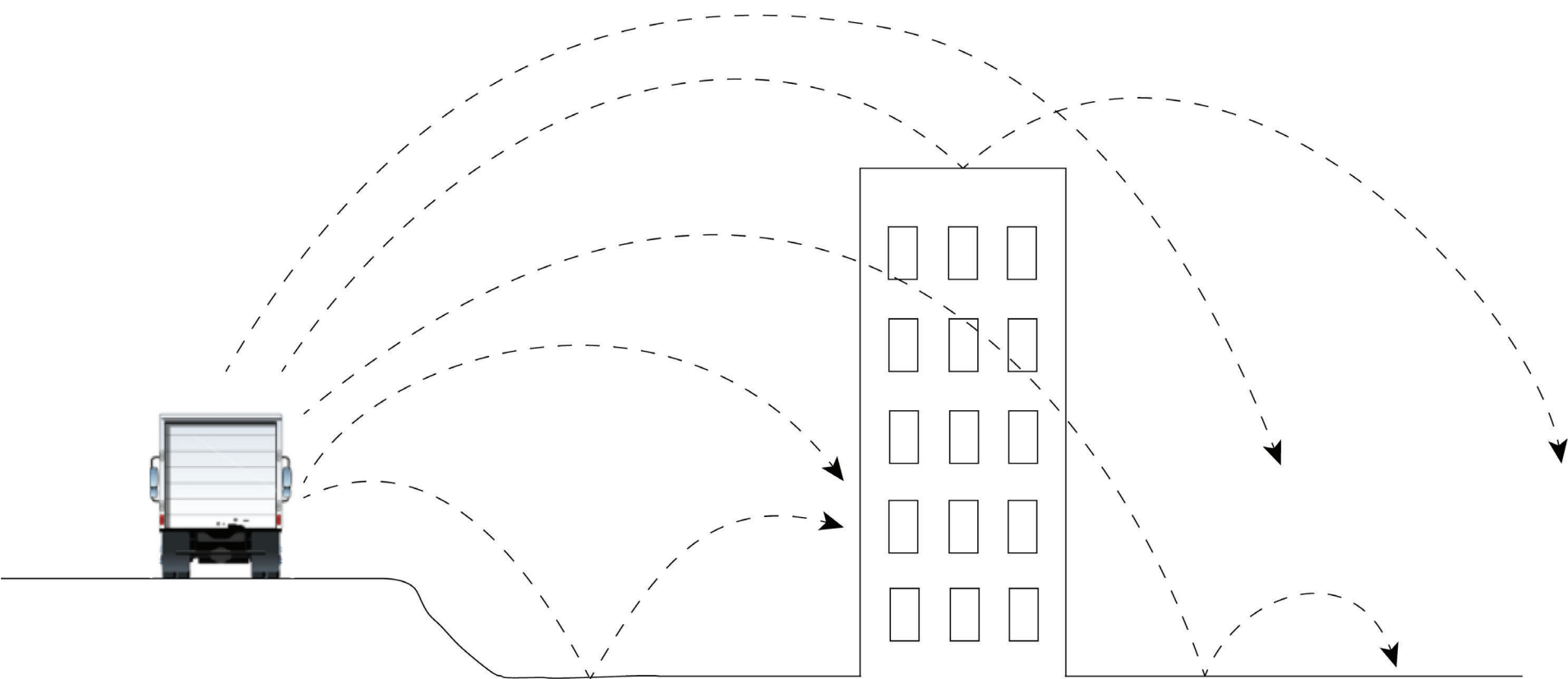
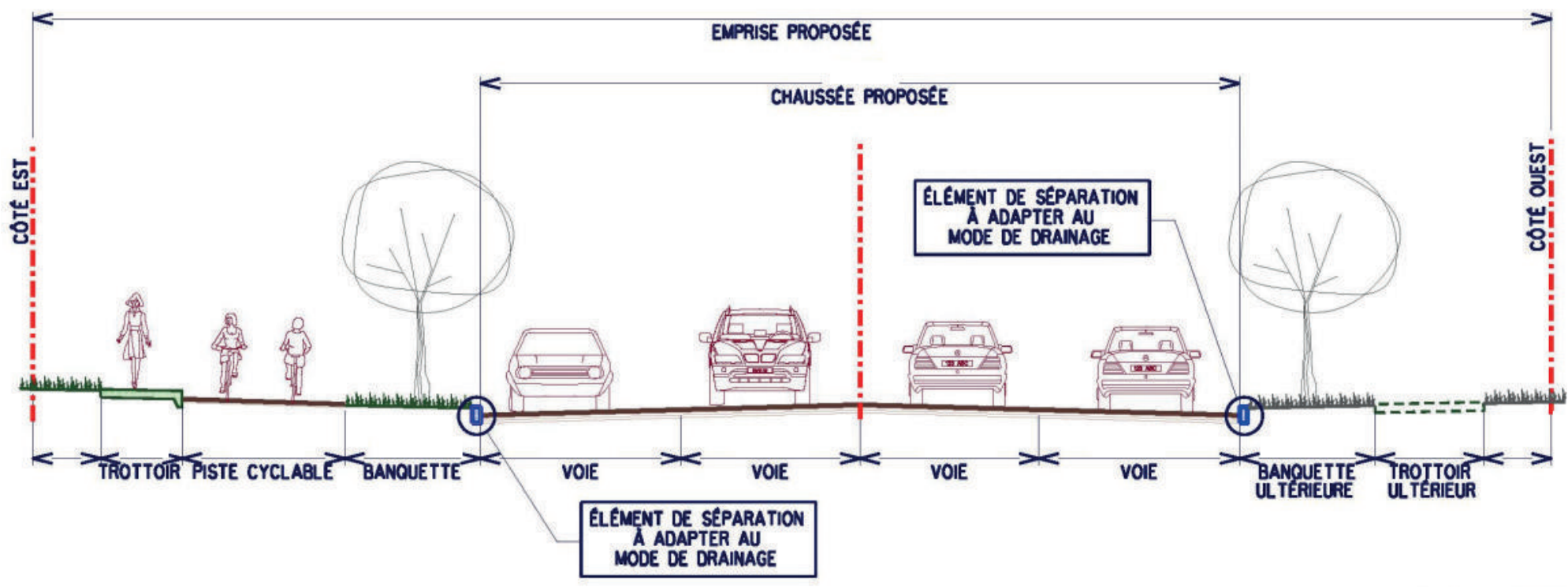


Figure 11 - Coupe de rue proposée par la Ville de Québec pour l'axe nord-sud projeté



Source : Ville de Québec, Réflexion sur l'aménagement de l'Espace d'innovation Chauveau - Atelier participatif du 25 janvier 2018.

pour utiliser une piste cyclable en site propre plutôt qu'une piste sur rue (Tilahun et al., 2007). À Montréal, le débit de cyclistes est 2,5 fois plus élevé sur les pistes en site propre que sur les pistes sur rue (Lusk et al., 2011).

Tout comme avec le transport en commun, la proximité de la piste est un facteur à prendre en considération. La présence d'une piste cyclable à moins d'un kilomètre augmente la part modale du vélo après coup et peut même jusqu'à quadrupler celle-ci tout dépendamment de la connectivité (Teschke et al., 2017). La prédisposition à utiliser la piste s'accroît de façon quasi exponentielle plus le point de départ et la destination se retrouvent près d'une piste cyclable. Les pistes cyclables hors route accroissent également la sécurité objective des cyclistes puisque les seuls points de conflits avec les usagers de la route se retrouvent aux intersections. Toujours à Montréal, le risque de blessure est 28 % moins élevé sur ces pistes alors qu'une autre étude a estimé que le risque de subir une collision était neuf fois moins élevé sur une piste en site propre (Lusk et al., 2011). Plusieurs études démontrent également

qu'une augmentation du nombre de cyclistes diminue leur taux de blessure et de mortalité (Elvik, 2009; Geyer et al., 2006; Jacobsen, 2003). Entre autres, une étude en Australie a déterminé qu'un doublement de la part modale accordée au vélo réduisait de 34 % le risque de mortalité par kilomètre (Robinson, 2005). Bien que les causes de cet effet soient encore mal comprises, il est supposé que les automobilistes sont plus attentifs aux cyclistes lorsqu'ils sont plus nombreux (Bhatia & Wier, 2011; Jacobsen, 2003).

Par contre, une piste bidirectionnelle augmente le risque de collision aux intersections comparativement aux pistes unidirectionnelles (Schepers et al., 2011). Pour les pistes bidirectionnelles parallèles à l'automobiliste, le cycliste se déplaçant dans la même direction que l'automobiliste se retrouve dans son angle mort s'il tourne à gauche. Pour les pistes perpendiculaires, l'automobiliste se concentre davantage sur son côté gauche afin d'éviter les contacts avec d'autres véhicules automobiles, mais cette concentration a comme effet de diminuer la visibilité des cyclistes arrivant par la droite. De plus, on augmente les possibilités de conflits

Figure 12 - Taux de mortalité pour un piéton en fonction de la vitesse du véhicule automobile

	Tous les groupes d'âge confondus	Personnes âgées de 65 ans et plus
30 km/h	1 %	5 %
50 km/h	7 %	50 %
65 km/h	31 %	98 %

Source: Richards, Relationship between Speed and Risk of Fatal Injury: Pedestrians and Car Occupants, 2010.

cycliste à cycliste sur ce type de pistes. Bien qu'un espace suffisant consacré aux véhicules automobiles soit nécessaire, le nombre et la largeur des voies accroissent le risque de collision pour les piétons et les cyclistes même s'il ne s'agit que deux voies de chaque côté (Knapp & Giese, 2001; Mohammed et al., 2013; Ukkusuri et al., 2012). Le dégagement visuel latéral, la présence de stationnements sur rue de même que la surface homogène sont également des facteurs déterminants relativement à la vitesse pratiquée, mais qui ne peuvent être évalués ici par manque d'informations (Tableau 6)(Bellalite, 2013). Néanmoins, la largeur des voies devrait être importante étant donné le volume attendu de camions lourds, indiquant que la vitesse pratiquée pourrait se situer à plus de 50 km/h avec les taux de mortalité correspondants en cas de collisions (Figure 12).

En ce qui a trait au transport en commun, il n'y a aucune information relative aux arrêts d'autobus ou aux trajets qui pourraient desservir le secteur en son centre. Ce dernier élément est particulièrement important puisque l'état actuel de la desserte en transport en commun montre qu'une faible partie du territoire se retrouve à 400 mètres ou moins d'un arrêt d'autobus.

Tableau 8 - Impacts sur la santé du bruit routier selon des méta-analyses sur le sujet

	50 DB	55 DB	60 DB	65 DB	70 DB	75 DB
Augmentation du risque dans la population						
Maladies cardiovasculaires	-	-	1,2 %	6 %	14,9 %	28,5 %
Hypertension	5 %	10 %	22 %	34 %	72 %	110 %
Pourcentage de la population affectée						
Perturbations fortes du sommeil	5,5 %	8 %	11,3 %	15,3 %	20,1 %	25,6 %
Inconfort intense persistant	3,7 %	6,4 %	10,3 %	16,1 %	24,7 %	36,7 %

Source : World Health Organization, Burden of disease from environmental noise, 2011.

Impacts potentiels sur la santé

Le Tableau 8 résume les résultats des méta-analyses agrégées par l’Organisation mondiale de la Santé sur l’effet du bruit sur le risque de maladies cardiovasculaires et d’hypertension de même que sur la proportion de la population affectée par des perturbations fortes du sommeil ou une forte gêne persistante (WHO, 2011). Il est généralement attribué que le bruit commence à avoir des effets sur la santé à partir de 40 décibels la nuit, exception faite du risque de maladies cardiovasculaires pour lequel le seuil est de 55 décibels. Un niveau de bruyance de 40 équivaut approximativement au niveau sonore d’une bibliothèque alors que 45-50 correspond au niveau sonore d’une conversation. À 60 décibels, déjà plus de 10 % de la population voit son sommeil perturbé ou ses tâches quotidiennes gênées par le bruit.

Sauf pour l’hypertension, l’intensité marginale de l’impact sur la santé augmente avec chaque décibel. Les maladies cardiovasculaires étant la deuxième catégorie la plus importante de causes de décès au Québec (Institut de la statistique du Québec, 2017), l’augmentation du risque de développer ces conditions n’est pas à négliger même lorsqu’elles sont petites. Également, les personnes sensibles au

bruit, soit les personnes qui portent plus attention au bruit et qui sont moins susceptibles de s’y accoutumer, sont davantage affectées par les impacts du bruit (Fyhri & Klæboe, 2009). En Europe, le pourcentage de personnes hautement sensibles au bruit se situerait entre 12 et 17 % (Okokon et al., 2015; Pierrette et al., 2012). Une différence de 10 dB de perception de la bruyance peut être observée entre une personne sensible au son et une personne normale (Fyhri & Klæboe, 2009; Okokon et al., 2015; Shephard et al., 2010). Une personne sensible au bruit exposée à un niveau sonore de 50 décibels pourrait ainsi subir une augmentation du risque de maladies cardiovasculaires même si le nombre de décibels est en dessous du seuil d’impact dans la population. La perception du milieu ou du risque peut également influencer la gêne ressentie pour un niveau sonore donné. Voir la source du bruit ou la percevoir comme une menace à sa santé accroît la sensibilité au bruit (Okokon et al., 2015; Pierrette et al., 2012).

Étant donné le nombre important d’écoles autour du secteur à l’étude, les impacts sur les élèves du bruit et des polluants atmosphériques découlant du trafic routier existant et induit par le projet pourraient s’avérer problématiques. Les écoles près des artères ceinturant le projet (boulevard de l’Ormière, etc.) pourraient subir les effets du trafic induit. Comparés aux élèves

n’étant pas ou peu exposés à un niveau de pollution atmosphérique ou de bruit routier, les élèves démontrent des capacités cognitives inférieures sur le plan de la compréhension orale et écrite de même que sur le plan de la mémorisation et des résultats scolaires (Basner et al., 2014; Klatter et al., 2013; Sunyer et al., 2015). En moyenne, les élèves provenant de milieux défavorisés affichent déjà un recul en la matière. De plus, les enfants dont l’école ou le domicile se situe près du trafic sont plus susceptibles de développer de l’asthme et d’être hospitalisés pour cette raison (McConnell et al., 2010; Tétrault et al., 2016). Les impacts sur les enfants s’expliquent non seulement par leur état biologique vulnérable (moins mobile, peu résistant aux stress, etc.), mais également par le fait qu’ils n’ont pas encore développé le réflexe de s’adapter aux stress externes et sont dépendants des adultes pour ce faire.

Dans son projet de règlement, la Ville de Québec planifie de permettre l’implantation d’un centre de la petite enfance, d’une garderie et d’un centre médical dans une zone qui serait créée dans la partie la plus au sud du site près de la sortie de l’autoroute Henri-IV. S’ils venaient à être implantés, les enfants et les patients de ces centres pourraient être exposés à un niveau de pollution sonore et atmosphérique plus important encore que les écoles et les logements environnants avec les effets potentiels sur la santé énumérés précédemment, et ce, malgré la bande boisée aux abords de l’autoroute.

Avec les Résidences Sainte-Geneviève et les Résidences Le Contemporain, l’évaluation des impacts du trafic sur les personnes âgées est également d’intérêt. En outre, une étude a démontré que le risque de mourir d’un arrêt cardiaque pour les personnes âgées de plus de 65 ans s’accroît de 6,6 % par décibel (Tobias et al., 2015). Pour la qualité de l’air, il y a une relation négative entre les capacités cognitives, pulmonaires et cardiaques des personnes âgées et la qualité de l’air ambiant, l’exposition à des polluants atmosphériques augmentant entre autres le risque de démence (Chen et al., 2017; Power et al., 2011; Van Kempen & Babisch, 2011; To et al., 2016). Exception faite de la

démence, ces impacts sont valides pour l'ensemble de la population, mais sont de moindre intensité (Recio et al., 2016). Malgré leurs conditions physiques sous-optimales, les personnes âgées ne se considèrent pas toujours comme vulnérables et sont souvent moins prédisposées à adopter des comportements préventifs, particulièrement les hommes (Valois et al., 2018). Le même effet s'applique aux personnes à faible revenu.

Quant aux polluants atmosphériques, leurs impacts sur la santé sont bien documentés. Une plus grande exposition à l'ozone et aux oxydes d'azote est associée au développement de l'asthme et d'autres allergies respiratoires, à une diminution de la capacité pulmonaire ainsi qu'à une augmentation de l'inflammation des voies respiratoires et des hospitalisations pour maladies pulmonaires (WHO, 2011). Quant aux concentrations de PM10 et de PM2.5, elles élèvent le risque de mortalité pulmonaire et cardiovasculaire, ainsi que de développer de l'asthme, du diabète (Kim et al., 2015) et de l'hypertension (Chen et al., 2014). Une étude réalisée au Québec a aussi démontré un lien entre l'exposition aux particules fines et les maladies rhumatismales auto-immunes systémiques (Bernatsky et al., 2016). Il n'y aurait pas de seuil de concentration en dessous duquel les effets sanitaires des polluants atmosphériques seraient inoffensifs (WHO, 2011).

L'ajout de commerces, de rues conviviales et d'espaces verts augmentera la marchabilité du milieu pour les résidents à proximité et pourrait inciter les travailleurs à adopter des modes de transport actifs (Ameli et al., 2015; Bancroft et al., 2015; Frank et al., 2006; Grasser et al., 2012). Elle est associée au temps de marche (Hirsch et al., 2013), aux chances de se déplacer à pied à des fins récréatives et utilitaires (Hirsch et al., 2013 ; Manaugh & El-Geneidy, 2011) et à l'accessibilité au transport en

commun (Carr et al., 2010) dans la population. En favorisant les déplacements à pied, la marchabilité du milieu accroît l'activité physique pratiquée (Grasser et al., 2013; Van Holle et al., 2014). Par conséquent, elle est positivement associée à de multiples effets bénéfiques sur la santé, dont une diminution de l'indice de masse corporelle (Creatore et al., 2016; Frank et al., 2006; van Cauwenberg, 2016), de la pression artérielle et du risque d'hypertension (Laverty et al., 2013; Sarkar et al., 2018), du risque de diabète (Creatore et al., 2016; Glazier et al., 2014; Laverty et al., 2013) et de développer une maladie cardiovasculaire (Hamer & Chida, 2007; Paquet et al., 2014) de même qu'une perception positive de son environnement pour faire de l'activité physique (Carr et al., 2010).

La marchabilité d'un milieu est également associée à une part modale plus importante accordée au transport en commun (Ryan & Frank, 2009; Litman, 2016) qui, elle, a été documentée comme un facteur contribuant à réduire le risque de maladies cardiovasculaires et même de dépression (Hamer & Chida, 2008; Melis et al., 2015).

Comme il a été décrit dans l'analyse des impacts du projet de la présente section, la nouvelle piste cyclable en site propre pourrait également encourager l'utilisation du vélo comme mode de transport en comparaison à un scénario où elle ne serait pas ajoutée. Une utilisation fréquente du vélo est associée à une augmentation de l'espérance de vie et de l'activité physique pratiquée de même qu'à une diminution du taux d'obésité, des maladies cardiaques, du diabète, de la dépression, de la mortalité et de certains cancers (Celis-Morales et al., 2017; Oja et al., 2011). Les avantages liés au transport actif surpassent les inconvénients potentiels tels que le risque de blessure et l'exposition aux polluants atmosphériques (de Hartog et al., 2010).

Plusieurs études démontrent les impacts sanitaires du trafic routier jusqu'à une distance de 150 mètres autant dans la population générale que chez les populations plus vulnérables telles que les enfants et les personnes âgées (Chen et al., 2017; Host et al., 2012; McConnell et al., 2010; Zhang & Batterman, 2013, etc.). Il faut tout de même préciser que ces estimations sont valides principalement pour les axes routiers à haut débit (autoroutes, axes principaux), ce qui ne devrait pas être le cas pour les infrastructures routières planifiées à l'intérieur du site du projet. En revanche, le fort débit de véhicules lourds attendu accroîtra le potentiel délétère du trafic malgré son modeste volume. Les camions lourds émettent près de la moitié des externalités négatives associées au trafic lorsqu'ils composent 5 à 10 % du volume total (WHO, 2011). Pour le même débit journalier, la prévalence d'hyperactivité branchiale, de sensibilité allergique et de symptômes respiratoires chez les écoliers est plus importante à mesure que la proportion de véhicules lourds du trafic à proximité de l'école augmente (Janssen et al., 2003; Van Vliet et al., 1997). Une étude a également souligné que le débit de véhicules lourds était plus important que la distance pour déterminer la prévalence de symptômes asthmatiques chez les nouveau-nés (Ryan et al., 2005). Le volume de véhicules lourds, réel et perçu, est aussi fortement corrélé à la gêne et au stress causés par le bruit (Dratva et al., 2010 ; Seto et al., 2007).

Ces effets ne découlent pas seulement du fait que les personnes s'exposent à l'extérieur à ces types de pollution, mais s'expliquent également par le fait que la pollution externe a un effet considérable sur le niveau sonore et la qualité de l'air à l'intérieur. Les édifices ne sont pas une barrière absolue contre la venue de nuisances externes. En fait, plusieurs études soulignent que les polluants atmosphériques tels que les particules fines et les oxydes nitreux, mais exception faite de l'ozone, montrent généralement des concentrations à l'intérieur équivalant à plus de 50 % de leurs concentrations extérieures et parfois près de 100 % tout dépendamment des caractéristiques du bâtiment et de la ventilation (Blondeau et al., 2005; Chen & Zhao, 2011; Poupard et al., 2005). Les bâtiments peu étanches seront également peu propices à bloquer les ondes sonores puisque l'air en constitue le vecteur, les fenêtres étant des points d'entrée décisifs (Passchier-Vermeer & Passchier, 2000). L'étanchéité des édifices, la fenestration et la capacité du système de ventilation à filtrer les polluants externes sont ainsi d'autres éléments à prendre en considération dans les mesures de protection relatives au bruit et à la qualité de l'air.

Recommandations

1. Ne pas permettre l'implantation d'une garderie, d'un centre de la petite enfance ou d'une clinique dans la zone 64162Ip planifiée

La zone sera prise entre l'axe nord-sud et l'autoroute Henri-IV, ce qui limite fortement les possibilités de mettre en place les services autorisés mentionnés à une distance de moins de 150 mètres d'une ou l'autre des artères compte tenu de la petitesse de la zone (300 mètres et moins). Comme il a été décrit précédemment, la proximité à une artère routière majeure est associée à un risque plus élevé de développer des problèmes respiratoires, tels que l'asthme ou l'hypersensitivité branchiale (McConnell et al., 2010; Tétrault et al., 2016; Janssen et al., 2003; Van Vliet et al., 1997), et des problèmes d'apprentissage (Basner et al., 2014; Klatte et al., 2013; Sunyer et al., 2015) chez l'enfant. Une exposition précoce augmenterait également la probabilité que ces conditions surviennent (Brauer et al., 2002; Gehring et al., 2002; Ryan et al., 2005). La clientèle de la clinique peut également présenter des caractéristiques de vulnérabilité temporaire (infections, fractures, problèmes de santé mentale, etc.). En augmentant le niveau de stress des patients, le bruit et les polluants atmosphériques peuvent diminuer le temps, la qualité et la possibilité de guérison (Christian et al., 2006). Étant donné la grandeur du site à l'étude, il est tout à fait possible et justifiable de situer ces lieux vulnérables à des endroits moins propices à la pollution sonore et atmosphérique.

2. S'assurer que les nouveaux axes routiers de transit ou devant accueillir des véhicules lourds soient au moins à 150 mètres de distance des écoles, des résidences pour personnes âgées, des centres de réadaptation et de tous centres de la petite enfance, garderies ou cliniques planifiés.

Voir l'encadré et les explications de la recommandation 1 pour les justifications derrière la présente recommandation.

3. Planter un lien autoroutier au centre du projet près des industries et des commerces de grande surface planifiés OU obliger un accès par l'avenue Chauveau pour les véhicules lourds afin de diminuer les externalités associées au trafic de véhicules lourds dans les rues environnantes

Ce lien permettrait aux véhicules lourds d'éviter les quartiers résidentiels environnants et d'autres lieux vulnérables tels que les écoles et les résidences pour personnes âgées si une majorité des industries se retrouvent plus près de ce lien que des autres entrées et sorties routières du secteur. En plus de la réduction des effets sur le niveau sonore et la qualité de l'air, cette intervention diminuerait les impacts d'un éventuel déversement de matières dangereuses par un véhicule lourd. Dans le cas où une garderie, un centre de la petite enfance ou une clinique serait éventuellement implanté dans la zone au sud-ouest près de la sortie d'autoroute au sud, une diminution du trafic à cet endroit pourrait aussi diminuer quelque peu l'exposition aux ondes sonores et aux polluants atmosphériques, bien qu'elle pourrait accroître les émissions en provenance de l'autoroute.

Des mesures d'atténuation du trafic, telles qu'un arrêt obligé avec une réduction du dégagement visuel latéral, devraient être installées à la fin de la sortie autoroutière pour limiter les externalités négatives associées à la vitesse. Ce lien autoroutier pourrait également créer une percée pour les polluants atmosphériques et les ondes sonores en provenance du trafic autoroutier. Le vent dominant d'ouest diminuerait ces effets, mais il serait prudent de ne pas planter des commerces ou d'autres usages plus à risque (parcs, service de garde, etc.) que ceux industriels en dessous d'une certaine distance (au moins 150 mètres) de l'axe routier connectant l'autoroute.

Dans le cas où les véhicules lourds seraient obligés d'accéder le site par l'avenue Chauveau près de la sortie d'autoroute, une zone tampon de 150 mètres au minimum devrait être implantée entre l'axe routier connectant avec l'avenue

Chauveau et l'École L'Eau-Vive. À cette distance, ni le bruit ni les polluants atmosphériques émis par le trafic ne devraient être problématiques (Tableau 7). Dans la mesure où la mise en œuvre de cette recommandation serait impossible, d'autres mesures de mitigation telles qu'une barrière contre le bruit (voir recommandation 4) devront être mises en place pour limiter les impacts sur la santé des élèves. Modifier les périodes de forte ventilation dans l'école afin qu'elles ne correspondent pas aux heures de pointe a également été documenté comme une mesure permettant de réduire la quantité de polluants atmosphériques à l'intérieur de l'établissement scolaire (MacNeill et al., 2016).

4. Offrir une protection contre le bruit et les polluants atmosphériques en priorité aux lieux vulnérables tels que les résidences pour personnes âgées, les centres de réadaptation et les écoles avoisinantes en végétalisant ou en utilisant des matériaux phonoabsorbants sur les abords des rues, les murs et les toits des bâtiments à moins de 150 mètres des artères routières d'importance.

Les artères routières d'importance comprennent l'autoroute Henri-IV, la route Sainte-Geneviève, le boulevard Saint-Claude, le boulevard de l'Ormière, l'avenue Chauveau, le boulevard de l'Auvergne et les axes routiers principaux projetés de l'Espace d'innovation Chauveau. Il y a plusieurs mesures de protection possibles pour atténuer les externalités négatives associées au trafic routier. Entre autres, les murs végétalisés peuvent accroître la réduction du son de 4 décibels comparativement aux murs synthétiques traditionnels (Lacasta et al., 2016). Rappelons qu'une réduction de 3 décibels équivaut à une réduction de moitié de l'intensité du son et qu'elle dépend également des conditions climatiques. Combinés avec un toit vert, cette réduction peut aller jusqu'à 7,5 dB ou 4 dB de plus qu'un toit solide (Yang et al., 2012; Wang et al., 2014). Les toits verts absorbent les ondes de basse fréquence qui auraient tendance autrement à bondir sur un autre type de toit. La mise en place de toits verts sur les commerces se situant en-

-tre les activités industrielles et les quartiers résidentiels habités

La végétalisation a également l'avantage d'absorber les ondes sonores plutôt que de simplement les refléter comme le font les murs solides, ce qui diminue ainsi la possibilité de transférer ailleurs le risque associé au bruit. Bien qu'il soit difficilement envisageable de doter les résidences environnantes de murs végétalisés, il serait possible d'apposer des murs végétalisés modulaires aux bâtiments les plus vulnérables tels que les écoles et les résidences pour personnes âgées. L'ajout d'arbres près des artères routières peut diminuer la quantité de polluants dans l'air et la dispersion de ceux-ci. Les arbres près des artères routières devraient être le plus près possible de la route afin de maximiser les particules déposées ou absorbées et d'éviter d'accumuler sur les trottoirs et les pistes cyclables hors route (Beckett et al., 2000; Nowak et al., 2014; Tallis et al., 2011).

Les pistes cyclables sur rue aux abords d'une bande arborisée pourraient ainsi potentiellement exposer les cyclistes à une concentration plus élevée de polluants. Les feuillus à long tronc protègent très peu des polluants atmosphériques en provenance du trafic routier puisqu'ils sont éloignés de la surface, ce qui diminue fortement leur capacité à entraver les polluants atmosphériques (Tong et al., 2016). Les piétons et les cyclistes risquent ainsi d'être exposés à un niveau de polluants atmosphériques encore substantiels même en présence de feuillus. Ils peuvent néanmoins absorber et suspendre partiellement les polluants à la hauteur du feuillage si celui-ci est assez dense (Freer-Smith et al., 2004). Les conifères sont plus efficaces, mais sont également moins esthétiques et ainsi moins appréciés par la population (Beckett et al., 2000). La mise en place de buttes antibruit près de l'autoroute a également été évoquée pendant l'atelier participatif sur le projet. Ces buttes protégeraient mieux du bruit que les murs synthétiques, mais à certaines conditions. Elles doivent être peu inclinées (angle droit), constituées de matières

organiques et dotées d'un sommet plat (Renterghem & Botteldooren, 2012). Étant donné les limites quant à la hauteur que ces buttes peuvent atteindre, elles seraient inefficaces derrière de la végétation aux abords de l'autoroute puisque cette dernière est plutôt haute et bloque déjà en partie le bruit routier. De plus, les buttes de terre peuvent être source de poussières et réduire par conséquent la qualité de l'air, d'autant plus que le vent dominant dans le secteur se dirigerait des buttes vers les zones habitées. Ceci étant dit, elles pourraient être utiles aux abords de l'autoroute puisqu'elles permettraient de bloquer le bruit routier à sa source en réduisant l'angle de dispersion. L'utilisation d'asphalte poreux comme revêtement de la chaussée pourrait également absorber une partie du son émis par les véhicules, Une étude a d'ailleurs évalué que les chaussées en asphalte poreux réduisent de 4 à 8 dB le niveau sonore causé par la friction des pneus avec l'asphalte tout dépendamment du matériau de comparaison (Tian et al., 2014).

La réduction du bruit aurait également comme effet de conserver les valeurs foncières à proximité. Pour chaque décibel supplémentaire d'exposition, on observe une réduction de la valeur foncière se situant approximativement entre 0,2 et 0,6 % (Nelson et al., 2008). Cette externalité pourrait diminuer la valeur de revente des logements au pourtour de l'espace industriel et ainsi dégrader la sécurité financière des résidents en accroissant l'incertitude relative à l'investissement foncier.

5. Réduire le nombre de voies sur l'axe nord-sud planifié de quatre à trois en instaurant une voie commune de virage à gauche.

Bien qu'il soit tout à fait justifiable d'élargir les voies internes du projet étant donné le trafic important de véhicules lourds projeté, un agrandissement d'une artère routière augmente le risque de collision pour les piétons et les cyclistes en augmentant la distance de passage et en incitant les

automobilistes à élever leur vitesse. Pour compenser cet accroissement du risque, il serait possible de réduire l'axe nord-sud d'une voie en instaurant une voie commune de virage à gauche. Combinée à une amélioration des infrastructures de transport actif environnantes, cette diète routière permet de favoriser un transfert modal vers les transports actifs. Entre autres, Gudz et al. (2016) ont évalué qu'une diète routière du même type avait gonflé de 243 % le volume de cyclistes. Ils ont également démontré qu'une réduction des voies ne diminue pas significativement la fluidité du trafic et peut même l'améliorer en profitant aux autres moyens de transport si ces options sont existantes (Elias, 2011; Gudz et al., 2016). Certaines études démontrent que de réduire de quatre à trois voies peut diminuer le taux de collision de 19 à 47 % et augmenter le volume de cycliste par trois fois en comparaison aux routes à quatre voies (Thomas, 2013). À Montréal, chaque voie de circulation supplémentaire a été associée en moyenne à un accroissement de 75 % du nombre de piétons blessés à une intersection (Morency et al., 2015). Tant que les voies sont assez larges pour accueillir les types de véhicules attendus, aucun inconvénient ne semble être attaché à cette intervention.

OU

Implanter une médiane végétalisée avec un îlot refuge suffisamment grand pour accueillir un vélo où il est possible d'activer un feu pour piétons.

Étant donné la largeur et le nombre de voies projetés, une médiane avec un îlot refuge permettrait de traverser en deux temps l'axe nord-sud. Il a été démontré que les îlots refuges permettent de réduire le nombre de collisions et la sévérité de celles-ci (Bunn et al., 2003; Pollack et al., 2014; Retting et al., 2003). Les personnes se déplaçant plus lentement telles que les enfants, les personnes à mobilité réduite et les personnes âgées ont davantage de facilité à traverser les rues avec une médiane. Une route qui a subi une telle intervention peut voir

son nombre de collisions réduit de près de 20 % (Stout et al., 2006). De plus, la médiane créera un effet d'entonnoir, l'automobiliste réagissant à la réduction de son champ visuel en diminuant sa vitesse en conséquence et réduisant de ce fait la probabilité de mourir à la suite d'un impact (Bellefleur & Gagnon, 2011; Richards et al., 2010). Il est toutefois important que l'îlot refuge soit assez grand pour accueillir un vélo et qu'il y soit possible d'allumer un feu pour piéton afin d'observer les effets escomptés sur la réduction du nombre et de la gravité des collisions. Autrement, ces effets ne sont pas observés puisque les cyclistes ou les piétons sont moins prédisposés à traverser en deux temps et parce qu'ils sont davantage exposés au trafic (Morency et al., 2015). La médiane donne également l'opportunité d'augmenter la superficie végétalisée (voir recommandation 4) ou la luminosité avec les avantages qui y sont reliés (voir recommandation 8).

6. Éviter d'ajouter des voies exclusives de virage à droite dans le nouvel espace.

En plus d'ajouter à la distance de passage pour les piétons et les cyclistes, les voies exclusives de virage à droite incitent les automobilistes à être moins attentifs à leur environnement en donnant l'impression d'avoir une priorité absolue (Bellefleur & Gagnon, 2011). Les automobilistes ont tendance à rouler et à effectuer leur virage plus rapidement sur ces voies, augmentent de ce fait la probabilité et la gravité des collisions, surtout lorsque le virage est permis sur un feu rouge (Mohammed et al., 2013; Schneider et al., 2010). Ce type de voie réduit également le confort et le sentiment de sécurité ressentis par les piétons lors de la traversée (Petritsch et al., 2005). Le retrait des voies exclusives de virage à droite aux intersections serait pertinents aux intersections du boulevard de l'Ormière croisant une piste cyclable, entre autres, l'intersection boulevard de l'Ormière/avenue Chauveau avec ses six collisions impliquant un piéton ou un cycliste entre 2005 et 2016.

7. Ajouter des dos-d'âne longs et ronds aux rues secondaires résidentielles liant le boulevard de l'Ormière au futur axe nord-sud projeté du projet et limiter la vitesse sur ces rues à 30 km/h.

Un des objectifs inscrits dans la vision de l'Espace d'innovation Chauveau est d'implanter des rues conviviales invitant les déplacements à pied et à vélo. La mise en place de ce concept avait été proposée pour certaines rues résidentielles parallèles au boulevard de l'Ormière qui connecteraient le futur axe nord-sud du projet. Puisque la vitesse et le volume sont des facteurs déterminants pour inciter les déplacements actifs (Petritsch et al., 2005), des mesures d'atténuation du trafic devraient être implantées afin de diminuer les vitesses pratiquées à un niveau de risque minimal de mortalité et de blessure, c'est-à-dire une vitesse d'environ 30 km/h. À cette vitesse, le risque de mortalité pour les piétons et les cyclistes est presque nul, peu importe l'âge (Richards, 2010).

Les déflexions verticales telles que les dos-d'âne sont les mesures les plus efficaces pour diminuer la vitesse des véhicules en dessous de 50 km/h (OMS, 2013). Une étude démontrait entre autres que ce type de déflexion réduit la vitesse d'un véhicule de 13,5 km/h en moyenne, ce qui en fait une mesure appropriée pour le passage d'une artère routière avec une limite de 50 km/h, telle que le boulevard de l'Ormière, à une rue résidentielle de 30 km/h (Garrard, 2008; Mountain et al., 2005). Même si les dos-d'âne peuvent augmenter le niveau sonore et les polluants atmosphériques émis par les véhicules lourds, ce type de véhicules n'est pas censé circuler régulièrement sur des rues résidentielles. Les dos-d'âne pourraient même décourager ces derniers à les utiliser. La forme longue et arrondie du dos-d'âne permet de réduire le bruit produit par le véhicule et la possibilité de l'endommager lors de son passage en comparaison aux versions plus étroites et abruptes. Le niveau de bruit ainsi émis est inférieur à celui qu'aurait produit le véhicule à une vitesse plus élevée, même dans le cas des véhicules lourds (Bellefleur & Gagnon, 2011).

8. Garantir une luminosité sécuritaire, confortable et répartie près des infrastructures routières, cyclables et piétonnières.

Une meilleure luminosité encourage les personnes à marcher après les heures de clarté en augmentant le sentiment de sécurité du milieu. Dans trois villes britanniques, la mise en place de luminaires de 5 à 10 lux sur une rue avec un coefficient de luminosité d'au moins 3:1 a été associée à une forte augmentation du nombre de piétons (44 à 101% du nombre avant la mise en place) et du sentiment de sécurité (Painter, 1996). En ce qui concerne les cyclistes, il serait 10 % plus probable pour un cycliste de subir une collision fatale sur une rue sans luminaires après la tombée de la nuit que dans la même situation avec des luminaires (Kim et al., 2007). En Europe, on conseille de 5 à 10 lux pour les pistes cyclables (Centre de recherches routières, 2009).

Même si une luminosité trop intense la nuit peut perturber le cycle circadien (Blask et al., 2011), une hausse du nombre de lux aux passages piétons pourrait être acceptable dans la mesure où la luminance augmente la visibilité des piétons et des cyclistes et réduit en conséquence le risque de collision (Reynolds et al., 2009; Schneider et al., 2010). Certains guides proposent même un éclairage moyen au niveau du sol allant jusqu'à 50 lux pour assurer la visibilité aux passages pour piétons (Énergie+, 2018). Les intersections avec les axes routiers ou piétonniers devraient par conséquent être priorisées.

L'uniformité de l'éclairage est également à considérer afin d'éviter les « trous noirs » de même que les variations de luminosité sur le territoire et l'effet d'éblouissement qu'elles provoquent. Vélo Québec propose un coefficient d'uniformité d'éclairage de 0,17, soit le rapport de l'éclairage minimal à l'éclairage moyen d'uniformité de la surface considérée, pour minimiser ces désagréments alors que l'on conseille 0,2 en Europe (Centre de recherches routières, 2009; Vélo Québec,

2018). Règle générale, un cycliste devrait pouvoir distinguer un obstacle à 30 ou 40 m devant lui.

9. Informer le RTC du projet et du nombre d’emplois potentiels à pourvoir afin qu’il en tienne compte dans leur planification stratégique.

Les modèles du RTC prennent en compte plusieurs variables rétrospectives telles que l’évolution démographique antérieure, la densité de population et les enquêtes origines-destinations pour l’organisation de leurs parcours (Communication personnelle : Annie Bélanger). En revanche, le RTC intègre également des variables prospectives dans leur modèle telles que les projections démographiques et les projets de développement planifiés. Le RTC est au point de réorganiser ses services et de mettre en œuvre sa nouvelle planification stratégique qui devra être remodelée avec l’annonce d’un réseau de transport structurant. L’augmentation projetée de la densité d’emploi pourrait inciter le RTC à reconsidérer et à bonifier son offre dans le secteur.

10. Repenser les trajets d’autobus présents afin que la majorité des industries, des commerces et des résidences du projet soient à moins de 400 mètres d’un parcours permettant minimalement de se rendre au Terminus Les Saules.

Comme il a été démontré dans l’analyse de l’état initial, peu d’utilisateurs du transport en commun marchent plus de 400 mètres pour se rendre à l’arrêt de leur parcours (Figure). Les parcours actuels du RTC ne permettent pas de desservir efficacement le territoire à l’étude étant donné sa superficie considérable. Également, il serait inutile de dévier les parcours express actuels puisqu’ils vont en sens inverse du besoin des travailleurs, c’est-à-dire qu’ils sortent en matinée et entrent en fin de journée. Compte tenu de la situation périphérique du secteur, il serait difficilement justifiable d’avoir un parcours en sens inverse. Cela dit, plusieurs parcours circulent sur le boulevard de l’Ormière et correspondent avec le Terminus Les Saules qui offre plusieurs parcours intéressants tels que le métrobus 803 (Carte 7). Les parcours 74 et 84 circulent en binôme sur le boulevard de l’Ormière jusqu’à la route Sainte-Geneviève. Détourner un de ces parcours afin qu’il traverse l’axe nord-sud planifié du projet permettrait ainsi de mieux répartir le territoire

Tableau 9 - Caractéristiques de la forme urbaine favorisant la marche*

	EFFETS POSITIFS	EFFETS NÉGATIFS
Distinctive	Nombre d’espaces verts ou publics Possibilité de manger à l’extérieur (été) Proportion de bâtiments historiques Nombre de bâtiments non rectangulaires Nombre d’éléments paysagers d’intérêt	Niveau sonore
Compacte	Densité de population	Proportion du ciel visible du sol Longueur de la ligne de vue Proportion de façades/murs pleins
À l’échelle humaine	Quantité de mobiliers/accessoires urbains Proportion de premiers étages fenestrés	Hauteur du milieu bâti Longueur de la ligne de vue
Transparente	Proportion d’usages actifs (parcs, com- merces, etc.) Proportion fenestrée de rez-de-chaussée	Proportion de façades/murs pleins
Complexe (diverse)	Densité de population Nombre/densité de bâtiments Nombre de couleurs dominantes du milieu bâti Possibilité de manger à l’extérieur (été)	

*Exclut les caractéristiques relatives aux infrastructures de transport.
Sources : Ameli et al., 2015; Ewing & Clemente, 2013.

desservi et d’augmenter l’accessibilité au transport en commun des futures installations en plus d’éviter les frais additionnels encourus par la mise en service d’un parcours supplémentaire. Le parcours 77 passant sur l’avenue Chauveau pourrait également utiliser le même axe plutôt que d’utiliser l’autoroute Henri-IV, bien que ce détour augmenterait le temps de parcours des autres passagers. Il s’agit ainsi de consulter le RTC afin d’explorer ces possibilités.

11. Construire le projet de façon à favoriser le caractère distinctif et la transparence du milieu en incitant

l’implantation de fenêtres au rez-de-chaussée, les usages actifs comme les parcs, les espaces publics et les terrasses tout en décourageant les usages inactifs tels que les lots vacants ou peu densifiés, les stationnements et les façades murales uniformes.

La Ville de Québec a affiché la volonté de mettre en place trois rues conviviales au sein du secteur et de son pourtour. Les rues conviviales cherchent à laisser plus de place aux piétons, aux cyclistes et au transport en commun et à offrir un milieu attrayant et propice au transport actif. À cette fin, le Tableau 9 présente les ré-

-sultats d'une revue de la littérature sur les caractéristiques urbaines incitant à la marche (Ameli et al., 2015; Ewing & Clemente, 2013). Elle exclut les caractéristiques des infrastructures routières en soi pour se concentrer sur les éléments d'architecture et de design urbains. Les éléments énoncés dans la recommandation représentent les facteurs les plus déterminants, soit la proportion d'usages actifs (parcs, espaces publics, restaurants, etc.), la proportion de rez-de-chaussée fenêtrés, le nombre d'éléments paysagers d'intérêt, la possibilité de manger sur une terrasse. La proportion de bâtiments historiques a été exclue puisqu'elle ne peut s'appliquer ici.

La fenestration au rez-de-chaussée est essentielle puisqu'elle suscite un sentiment de sécurité en procurant une surveillance informelle des axes de déplacements. En ayant les « yeux sur la rue », les résidents vont être davantage disposés à fréquenter les espaces verts et publics et à se déplacer. Jansson et al. (2013) indiquaient entre autres que les espaces verts et publics faisant face aux façades de bâtiments étaient plus fréquentés que ceux se situant à l'arrière. La norme LEED pour aménagement de quartier recommande d'ailleurs qu'au moins 60 % des rez-de-chaussée des bâtiments commerciaux soient pourvus de matériaux transparents (Congress for New Urbanism et al., 2011). Pour le moment, le projet de règlement de zonage n'en exige que 20 %. Le nombre d'usages actifs est également primordial pour faire en sorte que le corridor en question soit un axe de destinations plutôt que de passage. Une étude a démontré que chaque usage actif supplémentaire à moins de 400 mètres du lieu de résidence ou d'emploi augmente de 6 minutes le temps de marche du résident par semaine et de 43 % la chance qu'il se rende à destination à pied (McCormack et al., 2008). La marchabilité d'un milieu est également associée à une part modale plus importante accordée au transport en commun (Litman, 2016).

12. Éviter le stationnement sur rue particulièrement lorsque la densité de population ou d'emploi est faible ou moyenne.

Le stationnement sur rue est un facteur de risque de collision, entre autres parce qu'il augmente la vitesse pratiquée des automobilistes lorsqu'il est peu utilisé et qu'il diminue la visibilité des piétons et des cyclistes particulièrement aux intersections (Morency et al., 2015; Schneider et al., 2010). Le stationnement sur rue est un facteur de risque de collision, entre

pratiquée des automobilistes. Des avancées de trottoir idéalement de cinq mètres permettraient également d'éviter que les piétons et les cyclistes aux intersections soient cachés par les véhicules stationnés (Morency et al., 2015). En revanche, une voie réservée au stationnement sur rue augmentera le risque de collision en comparaison à une rue sans cette voie même si ces conditions sont satisfaites. En réduisant l'espace pour les déplacements actifs, les stationnements sur rue encouragent l'utilisation de l'automobile et son acquisition (Christiansen et al., 2017a). Par exemple, une étude a estimé que la disponibilité d'un stationnement sur rue gratuit augmente le taux de propriété automobile par personne de 9 % pour celles ayant déjà un stationnement réservé au domicile (Guo et al., 2013).

13. Faire en sorte que le stationnement des commerces de moyennes et grandes dimensions de même que celui des industries soient payants et payables quotidiennement auprès d'un agent.

Une étude a estimé l'effet que les frais de stationnements peuvent diminuer de 10 % à trois fois le nombre de voyages effectués pour se rendre au travail tout dépendamment du prix exigé et de l'accessibilité du stationnement (Christiansen et al., 2017b). Elle vient corroborer les résultats de plusieurs autres études sur l'impact de la gratuité du stationnement sur la surutilisation de la voiture aux dépens des autres modes de transport (Guo et al., 2013; Litman, 2016; Millard-Ball et al., 2014; Weinberger et al., 2008). Le fait de devoir payer quotidiennement pour son stationnement diminue les chances qu'un individu utilise un véhicule automobile pour aller au travail comparativement aux paiements mensuels, une étude ayant estimé cette réduction à 30 % (Christiansen et al., 2017b). L'acte de payer quotidiennement constitue une barrière mentale en rappelant à répétition la dépense

effectuée. Bien attendu, la limitation de l'espace consacré à la voiture est conditionnelle à la disponibilité et à l'efficacité d'autres options de transport alternatives à l'utilisation individuelle de l'automobile afin de ne pas limiter inutilement la mobilité sur le territoire.

14. Réserver 10 % des places de stationnement au covoiturage et à l'autopartage peu importe l'utilisation du sol, les situer à moins de 60 mètres de l'entrée de l'édifice principal visé et, dans le cas d'un stationnement payant, exempter les covoitureurs et les utilisateurs d'autopartage des frais de stationnement.

Le covoiturage serait probablement l'option de transport durable la plus viable pour une majorité des futurs travailleurs du secteur étant donné son caractère périphérique. Le covoiturage est également financièrement plus accessible que l'utilisation individuelle de la voiture et est plus flexible que le transport en commun. Une estimation réalisée aux États-Unis indique que les dépenses du covoitureur sont 50 % moindres que pour le conducteur automobile en solo tandis que le temps moyen de trajet est 70 % plus élevé pour le transport en commun si l'on compare au temps moyen pour le covoiturage (Teal, 1987), bien que ce dernier élément dépende fortement de la qualité de la desserte de transport en commun. De plus, le nombre moyen de véhicules par ménage et les temps de déplacements diminuent en fonction de l'accessibilité et de l'utilisation d'un service de covoiturage (Martin et al., 2010).

L'autopartage permet également de réduire le nombre de véhicules sur les routes et les externalités négatives y étant associées (bruit, polluants atmosphériques, congestion, etc.). Pour chaque véhicule d'autopartage supplémentaire, il y a potentiellement 9 à 13 véhicules

en moins sur le réseau routier (Martin et al., 2010). L'exemption des frais de stationnement et la proximité des places au commerce ou à l'industrie concèdent également un avantage comparatif supplémentaire à ces options relativement à l'utilisation solo de l'automobile et incitent par conséquent leur utilisation. La norme de 10 % provient de la certification LEED pour aménagement de quartier (Congress for New Urbanism et al., 2011).

15. Faire en sorte que les commerces, les services et les industries doivent offrir un nombre de rangements pour vélo équivalent à au moins 10 % du nombre prévu d'employés et que les entreprises grandes surfaces installent des douches dans leurs bâtiments.

Tout comme avec la voiture, la présence de stationnements pour vélo favorise son utilisation et constitue pour la plupart des gens une condition nécessaire à l'adoption du vélo comme mode de transport étant donné les risques de vol. Aux Pays-Bas, les villes ayant instauré des seuils minimaux de rangements intérieurs pour vélos ou à proximité des bâtiments résidentiels ou commerciaux ont vu une hausse de la part modale du vélo près des lieux où ils ont été installés (Martens, 2007). De plus, une étude de Hamre & Buehler (2014) a démontré que la présence de rangements pour vélo et de douches au lieu de travail double la part modale de personnes se rendant au travail à vélo si une piste cyclable se trouve à proximité. Cette recommandation gagnerait à être intégrée dans un règlement de zonage. Chriqui et al. (2016) démontraient que les habitants résidant dans les territoires où le zonage prescrivait un seuil minimal de rangements pour vélo attribuaient davantage de temps à l'exercice d'un transport actif.

Le seuil de 10 % provient de la certification LEED pour aménagement de quartier (Congress for New Urbanism et al., 2011). Vélo Québec propose plutôt de 2,5 à 10 % pour les lieux de travail, de 1 à 4 % pour le nombre moyen quotidien de

clients projeté et de 5 à 20 % du nombre d'élèves pour les écoles (Vélo Québec, 2018). Afin d'augmenter leur attrait, les rangements pour vélo devraient se situer à moins de 30 mètres des entrées des commerces ou des industries, être facilement identifiables par des personnes malvoyantes pour éviter les accidents, permettre d'avoir deux points de contact avec le vélo, laisser suffisamment d'espace entre les vélos pour les cadener, être suffisamment éclairés la nuit et être visibles des voies cyclables à proximité (Congress for New Urbanism et al., 2011; Vélo Québec, 2018). Idéalement, ils devraient aussi être abrités.

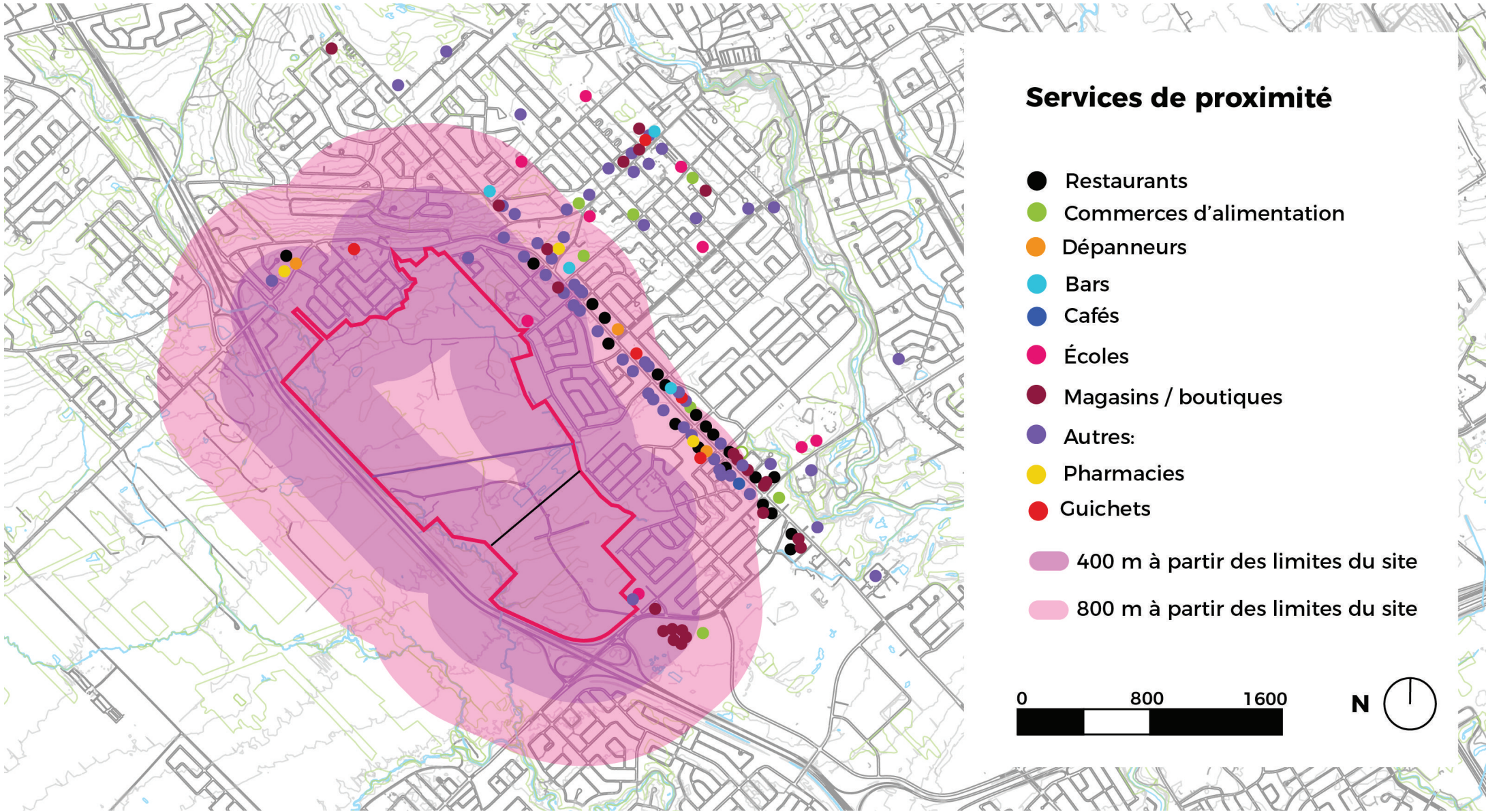
16. Mettre en place des pistes cyclables unidirectionnelles en site propre de chaque côté de l'axe nord-sud plutôt qu'une piste cyclable bidirectionnelle.

La coupe de rue présentée pendant l'atelier participatif de janvier 2018 suggérait une piste bidirectionnelle en site propre pour l'axe nord-sud du projet. Ce type de piste accroît le risque de collisions aux intersections comparativement aux pistes unidirectionnelles allant dans le sens du trafic (Schepers et al., 2011). Pour consulter les raisons expliquant ce phénomène, voir la page 16.

COHABITATION INDUSTRIELLE

La cohabitation industrielle implique l'intégration harmonieuse entre le projet industriel et le quartier résidentiel environnant. Plusieurs des thèmes abordant la question ont déjà été analysés précédemment, notamment au niveau des nuisances sonores et de fonctionnement (en rapport au transport industriel, par exemple). Ce déterminant de la santé s'attardera principalement à la luminosité, à la qualité de l'air, aux risques industriels et aux services de proximité. Il devient une occasion d'intégrer des recommandations et des aspects hétéroclites qui pourraient affecter la santé des habitants du secteur.

Carte 9 - Services de proximité se retrouvant à moins de 800 mètres de marche des limites du site de l'Espace d'innovation de Chauveau



Analyse de l'état initial

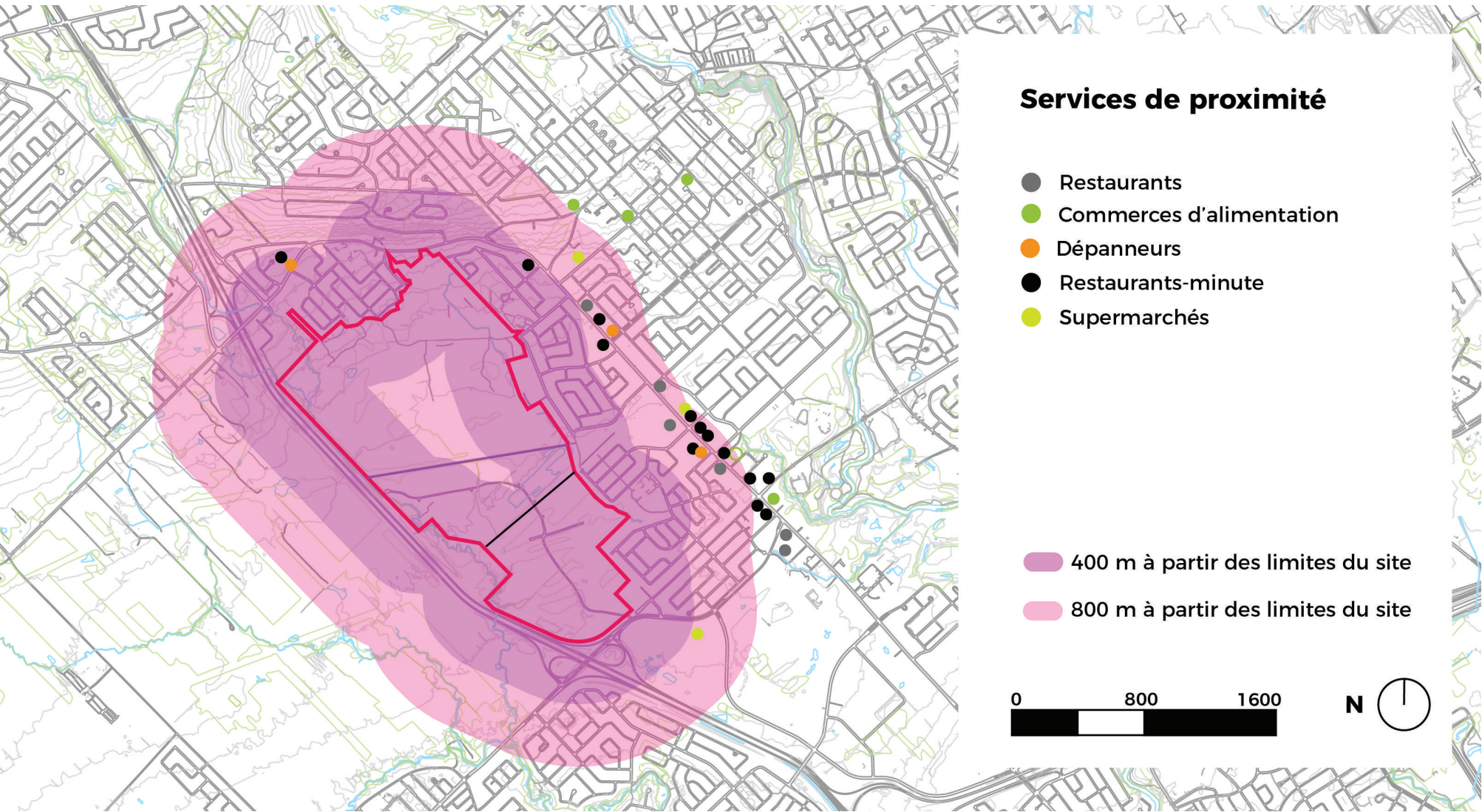
Services de proximité

Les services de proximité comprennent les commerces d'alimentation, les écoles, les pharmacies, les centres communautaires, les cafés et bien d'autres. Ils sont des points focaux pour marcher ou faire de la bicyclette dans le voisinage. Des services accessibles sous-entendent mixité fonctionnelle et densité, c'est entre autres ce qui permet aux différents établissements d'avoir une clientèle suffisante pour subsister. L'accessibilité aux services a été analysée selon la distance euclidienne (à vol d'oiseau)

de 800 mètres des limites du site à l'étude. La majorité des services accessibles depuis cette distance se trouvent sur le boulevard de l'Ormière.

On y trouve un grand nombre et une variété de services (voir Carte 9). Cet axe important se situant au nord-ouest du territoire visé, il est évident que l'accessibilité aux services à partir de la portion longeant l'autoroute Henri-IV est moindre que celle retrouvée au nord-ouest. Les futurs travailleurs seront à plusieurs centaines de mètres, même à plus d'un kilomètre dans certains cas, des services offerts sur le boulevard de l'Ormière, diminuant conséquemment la probabilité que ces travailleurs s'y rendent à pied.

Carte 10 - Services alimentaires se retrouvant à moins de 800 mètres de marche des limites du site de l'Espace d'innovation de Chauveau



Sur le plan alimentaire, notons que malgré une grande variété du type de services alimentaires offert dans le secteur (Carte 10), la majorité des restaurants accessibles sont des restaurants-minute (voir Tableau 10). À moins de dix minutes des limites du site à l'étude, onze restaurants-minute, trois dépanneurs et trois commerces d'alimentation sont accessibles. L'indice d'environnement alimentaire associé à ce dénombrement s'élève à 0,82, comparativement à 0,73 pour la moyenne québécoise. Plus celui-ci est élevé et plus la prédominance des restaurants-minute et des dépanneurs est grande par rapport au nombre total de commerces d'alimentation.

Impacts potentiels du projet

Évidemment, la description préliminaire du projet limite la caractérisation des impacts potentiels de celui-ci. Néanmoins, en analysant le zonage projeté dans les zones industrielles, la possibilité d'intégrer une garderie ou un centre de la petite enfance (usages associés) augmenterait le nombre de services dans la zone et permettrait autant aux futures familles résidentes dans le quartier qu'aux travailleurs d'avoir accès à pied ou à vélo à un service de garde pour leur enfant. Également, la planification de la zone au sud permet actuellement l'implantation de commerces de vente au détail

Tableau 10 – Offre alimentaire à moins de 800 mètres de marche à partir des limites du site

NOM DU SERVICE D'ALIMENTATION	TYPE
Harvey's	Restaurant-minute
Sushi shop	Restaurant
Pizza Welat	Restaurant-minute
Le Coin de la Patate	Restaurant-minute
Chez Ashton	Restaurant-minute
Tim Hortons x2	Restaurant-minute x2
McDonald's	Restaurant-minute
Topla !	Restaurant-minute
Cora	Restaurant
Mikes	Restaurant
La Cuisine Boulet	Restaurant
Pâtisserie à l'Européenne	Pâtisserie
Stratos Pizzeria	Restaurant-minute
Rotisserie Fusée	Restaurant-minute
Casa Grecque	Restaurant
PFK	Restaurant-minute
Super C	Superrmarché
IGA extra Convivio	Superrmarché
So-Cho saucissier	Saucissier
Provigo Supermarché	Supermarché

et de services, de restaurants, d'équipements culturels, patrimoniaux ou religieux, ainsi que des établissements et de formation en santé sans hébergement.

Le plan de zonage prévoit également des zones tampons entre les zones industrielles et les zones résidentielles actuelles dans lesquelles une distance de 40 mètres est respectée dans la partie sud et de 30 mètres dans la partie nord. Ces marges permettront d'atténuer les nuisances sonores et d'amoindrir les répercussions associées à un éventuel accident industriel, mais elles pourraient ne pas s'avérer suffisantes pour effacer les effets sur la santé du bruit et de la qualité de l'air. Finalement,

malgré l'apport économique que peut engendrer un secteur d'emplois spécialisés dans les environs, résider à moins d'un kilomètre d'un site industriel aurait généralement un effet négatif sur la valeur foncière des logements, et la santé financière des résidents, tout dépendamment de la concentration d'industries et de l'intensité des externalités négatives étant associées à ce type d'activités (De Vor & De Groot, 2009).

Impacts potentiels sur la santé

Comme il a été mentionné précédemment, les impacts potentiels du projet sur la santé seront à redéfinir lorsque des informations plus précises seront disponibles. Les impacts présentés dans cette section permettent donc d'aborder certains aspects importants à prendre en considération lors de l'élaboration approfondie du projet.

Services de proximité

Concernant les services de proximité, la prédominance des options alimentaires rapides telles que les dépanneurs et les restaurants-minute pourraient avoir des répercussions sur la santé des individus du secteur. Effectivement, l'absence d'options alimentaires saines à pied peut inciter certains individus à opter pour une alimentation nuisible à leur santé. Notamment, Spence et al. (2009) ont évalué qu'une proportion plus élevée de restaurants-minute par rapport aux commerces alimentaires à moins de 800 mètres de distance du lieu de résidence augmente le risque d'obésité. Ce manque de services alimentaires à proximité est associé à une diminution de la probabilité d'adopter une alimentation saine chez certaines populations vulnérables telles que les personnes âgées et les enfants (Galvez et al., 2009; Liu et al.,

2006; Powell et al., 2007). La prédominance des approvisionnements alimentaires rapides pourrait également avoir des répercussions sur les habitudes alimentaires et le risque d'obésité de potentiels futurs habitants (Mercille et al., 2012 ; Lebel et al., 2011). D'autre part, l'augmentation de la mixité des usages et de la densité du secteur pourrait avoir des effets bénéfiques sur l'état de santé de la population puisque ce sont deux facteurs associés avec une diminution de l'indice de masse corporelle (Mackenbach et al., 2014).

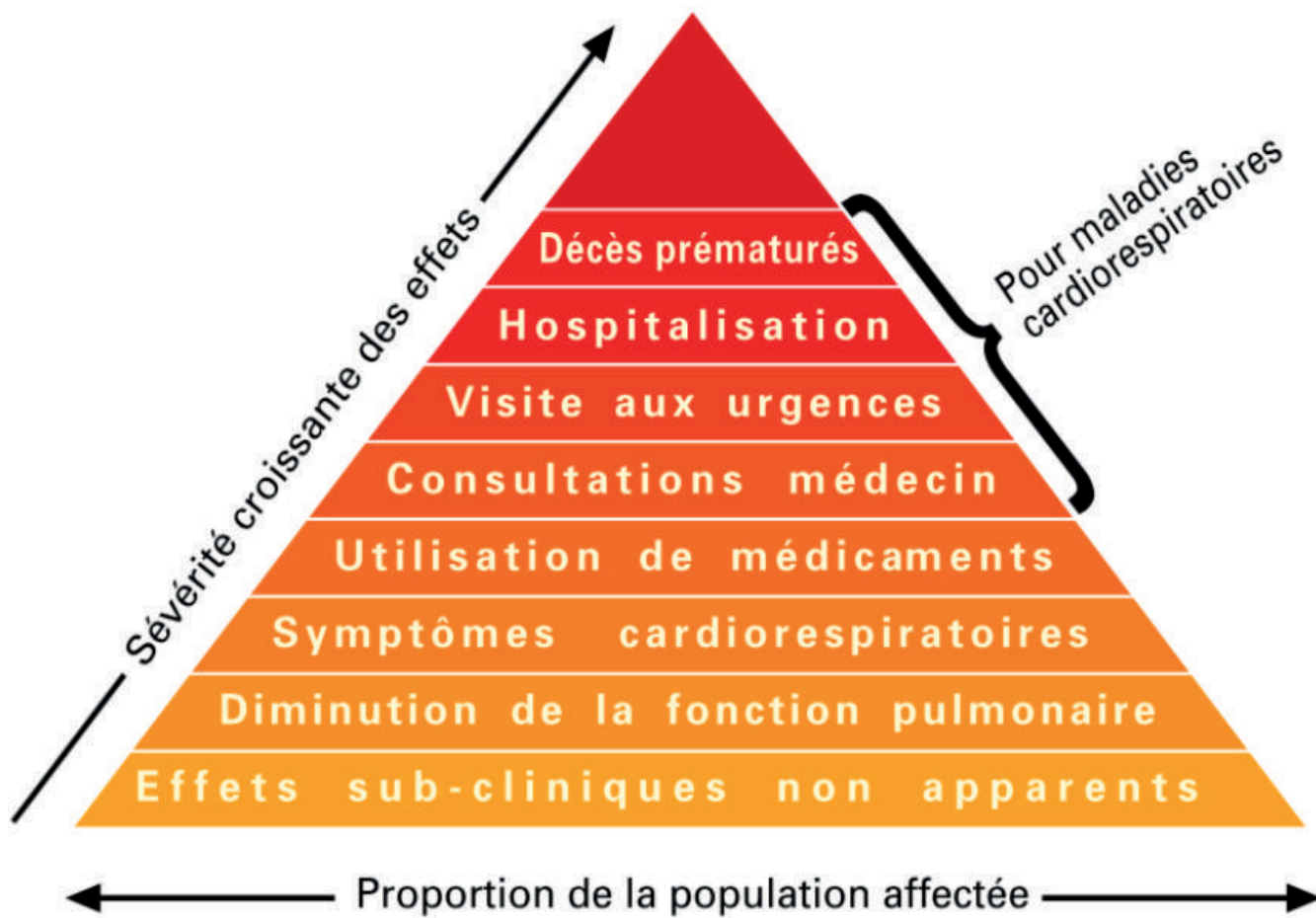
Luminosité

Outre les effets à court terme sur la vigilance, la récupération du métabolisme, la cognition et l'humeur, une luminosité trop forte la nuit peut perturber le cycle circadien des personnes et augmenter le risque de développer un cancer (Blask et al., 2011; Stevens, 2009). Également, selon plusieurs études, une longue perturbation du cycle éveil-sommeil augmente le risque d'obésité et de diabète (Antunes et al., 2010, Buxton et al., 2012). La forte luminosité des milieux urbains la nuit pourrait expliquer la plus grande prévalence de cancer du sein et de la prostate dans les pays industrialisés comparativement aux pays en voie de développement (Reiter et al., 2009). Ces effets sont d'autant plus importants lorsque la lumière émise est bleue. Une teinte plus orangée devrait conséquemment être préférée. De plus, une luminosité adéquate favorise la sécurité objective et subjective des déplacements, diminue le taux de criminalité et incite à la marche (voir déterminant de la santé « Mobilité & accessibilité »).

Qualité de l'air

Même à de faibles concentrations, la pollution

Figure 13 – Les effets de la pollution de l'air par rapport à la proportion de la population affectée



Source : Direction de la santé publique de Montréal, 2003.

du nombre de troubles cardiaques et respiratoires, à une augmentation du nombre d'hospitalisations et de visites à l'urgence ainsi qu'à des décès prématurés (OMS, 2014). Seulement au Canada, 14 000 à 15 000 décès évitables seraient causés annuellement par la mauvaise qualité de l'air (Santé Canada, 2018). Plus précisément, certaines études démontrent que les industries de haute technologie peuvent accroître les concentrations d'arsenic et de composés organiques volatils, et conséquemment, les risques de cancer (Chen et al., 2013, Peng et al., 2013). Les conclusions tirées d'une autre étude suggèrent une association entre l'exposition prénatale aux polluants émis dans l'air par certaines industries (arsenic, composés de mercure et de plomb) et la prévalence de l'autisme (Dickerson et al., 2015). À l'opposé, une bonne qualité de l'air réduit le nombre de crises cardiaques, de maladies cardiorespiratoires, comme les crises d'asthme chez les enfants, et diminue le nombre de visites à l'hôpital (CCME, 2014).

Recommandations

Services de proximité

17. Équilibrer la qualité de l’offre alimentaire sur le territoire en décourageant l’implantation additionnelle de restaurants-minute.

Entre autres, en ajoutant un usage particulier aux règlements de zonage permettant des usages commerciaux dans le zonage proposé ou joindre au zonage une mesure de contingentement limitant les restaurants-minute à un nombre inférieur à celui déjà présent sur le territoire, notamment près du boulevard de l’Ormière.

18. Favoriser l’accès à des fruits et légumes frais en implantant des jardins communautaires dans les espaces verts à proximité des zones résidentielles existantes :

a. La proximité à des résidences est nécessaire afin d’encourager l’implication communautaire. Le vent dominant d’ouest pourrait toutefois augmenter la concentration de polluants dans les plantes, bien que des aménagements protecteurs (voir recommandation 3) pourraient diminuer ou redirigier la pollution atmosphérique des véhicules lourds principalement.

b. Ces jardins peuvent faciliter la création de réseaux sociaux et de faire progresser les capacités des communautés à s’organiser, particulièrement dans les milieux défavorisés (Armstrong, 2000; Kingsley et al., 2009).

c. Une étude a estimé que les résidents s’impliquant dans un jardin communautaire avaient 3,5 fois plus de chances de consommer cinq portions de fruits et légumes par jour comparativement aux non-participants (Alaimo et al., 2008).

Luminosité

En complément aux critères pertinents établis dans le projet de règlement de zonage relativement aux systèmes d’éclairage et à la pollution lumineuse.

19. Prévoir une luminosité sécuritaire, ajustée, dirigée et répartie également sur le territoire.

Le « Guide technique et réglementaire sur l’éclairage extérieur » (2006) de l’ASTROLab du Mont-Mégantic propose une luminosité de 6 à 8 lux dans les zones résidentielles urbaines et de 9 lux pour les zones industrielles afin d’éviter l’effet d’éblouissement, la pollution lumineuse et la lumière intrusive tout en favorisant l’efficacité énergétique (Legris, 2006).

20. Limiter le nombre d’installations d’éclairage et leurs heures de fonctionnement, et contrôler la distance entre les lumières et les milieux de vie.

Qualité de l’air

Malgré une émission habituellement faible de polluants atmosphériques engendrée par les industries de type II, il s’assurer qu’elle n’aura pas d’effets importants sur la santé de la population qui cohabitera avec le secteur industriel.

21. Tenir compte des vents dominants lors de l’élaboration du concept d’aménagement afin de limiter la propagation de polluants atmosphériques vers les zones plus sensibles en évitant au minimum l’implantation de commerces, de services de garderie, de parcs de même que de cliniques à l’est des sources de pollution.

22. Respecter une distance de 150 mètres entre les industries et les usages sensibles ou à découvert tels que les services de garderie, les écoles, les résidences pour personnes âgées, les parcs et les cliniques.

Risques industriels

Outre le respect des instruments de planification, notamment du R.A.V.Q. 920 et le projet de règlement R.A.V.Q. 1124 :

23. Exiger une caractérisation des risques (contaminants émis, nuisances sonores, matières entreposées, etc.) permettant de contrôler et de limiter les impacts liés aux risques industriels. L’émission des permis nécessaires à l’installation de l’entreprise pourrait être conditionnelle à cette caractérisation.

24. Demander aux entreprises s’implantant sur le site à l’étude de s’enregistrer au programme d’inventaire des matières dangereuses de la Ville de Québec (MIDI).

25. Encourager les écoles, les résidences pour personnes âgées et les services de garderie (centre pour personnes âgées) à se munir d’un plan de mesure d’urgence en cas de déversement ou d’émissions importantes de matières dangereuses (plan d’évacuation, confinement, lieux d’évacuation, etc.) en partenariat avec les industries technologiques installées sur le site afin de faciliter les échanges d’information.

26. Promouvoir l’Espace d’Innovation Chauveau de façon à mettre en valeur le caractère industriel du site ainsi que les avantages y étant associés tout en mettant l’accent sur les mesures de mitigation mises en place pour atténuer les inconvénients de ce type d’activités de façon à ce que les activités industrielles fassent partie intégrante du sentiment d’appartenance au milieu.

ESPACES PUBLICS ET VERTS & ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS

La présence et l’accessibilité à des espaces publics et verts de qualité est associée à plusieurs effets positifs sur la santé physique et mentale des individus (Giles-Corti et al., 2009; Maas et al., 2009; Villanueva et al., 2015). Ces espaces peuvent servir de lieu de transit ou de destination et permettre de faire du sport ou de se relaxer (Long & Tonini, 2012). Pour certains, il s’agit de lieux de rencontres permettant de tisser un réseau social afin de diminuer l’isolement. Pour d’autres, ils servent de refuges permettant de diminuer le niveau de stress (Cattel et al., 2008; Velarde et al., 2007). L’impact positif des espaces publics ne se limitent pas aux usagers. Lorsque ces espaces publics sont des espaces verts (ex. : parcs, jardins), ils influenceraient positivement la santé des individus en favorisant de saines habitudes de vie, notamment en encourageant la pratique d’activités physiques à l’extérieur, en plus de rafraîchir la température ambiante et d’améliorer la qualité de l’air (Beaudoin & Levasseur, 2017; Coley et al., 1997; Hartig et al., 2014).

Plusieurs chercheurs se sont intéressés aux caractéristiques d’un espace public qui pourraient affecter positivement la santé d’une personne. Selon les travaux de recherche de Giles-Corti et al. (2005) et une revue de littérature scientifique de Beaudoin & Levasseur (2017), les trois principales caractéristiques qui influencent la qualité d’un espace public sont sa distance, ses attributs attrayants et sa taille. Les personnes ayant accès à de grands espaces publics de qualité auraient 50% plus de chance de marcher

est recommandé par l’OMS (OMS, 2010). Différentes études proposent des distances optimales variant entre 300 et 600 mètres (Beaudoin & Levasseur, 2017).

Pour ce qui de l’attractivité des espaces publics, la littérature scientifique propose encore une fois plusieurs caractéristiques qui influencent l’impact positif des espaces publics sur la santé. Elles ont été regroupées en quatre grands attributs attrayants :

- 1. Présence de milieux naturels (ex. : sentiers pédestres, cours d’eau, forêts, habitats naturels, etc.)
- 2. Présence d’infrastructures de services (ex. : Toilettes, tables des pic-nic, etc.)
- 3. Offre d’activités diversifiées pour personne seule ou un groupe.
- 4. Aspect sécuritaire des lieux et des infrastructures (ex. : propretés de lieux, apparence esthétique, etc.)

Sources : Beaudoin & Levasseur, 2017; Sugiyama et al., 2015; Long & Tonini, 2012; Giles-Corti et al., 2005

Finalement, les travaux Francis et al. (2012) mettent l’accent sur le fait qu’il est préférable de chercher à améliorer la qualité des espaces publics plutôt que simplement en augmenter le nombre. Sugiyama et al. (2015) arrivent à la même conclusion et leurs travaux précisent qu’il vaut mieux avoir un espace public de grande qualité plutôt que plusieurs d’une qualité faible ou moyenne. Ils favorisent la présence d’espaces publics de grande taille qui permettent l’intégration d’habitats naturels, de sentiers pédestres, de jardins, de jeux d’eau ou de cours d’eau. L’amélioration d’un espace public de moindre qualité par l’ajout d’attributs attrayants permettrait d’augmenter la qualité d’un espace public existant (Sugiyama et al., 2015). Il est à noter que, pour assurer un impact positif sur une plus grande proportion de la population, ces espaces doivent être accessibles et attrayants pour tous les groupes de population, c’est-à-dire pour tous les groupes socioéconomiques, tous les groupes d’âges, tous les niveaux de capacité physique et les personnes présentant des limitations physiques.

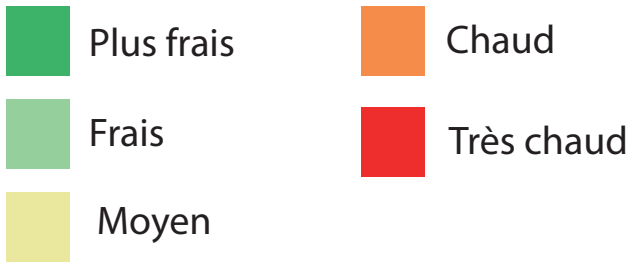
Analyse de l’état initial

Comme le montre les cartes 11 et 12, le site du projet est actuellement un îlot de fraîcheur (Carte 11) dans le secteur en raison de ses attributs naturels, notamment les ruisseaux Montchâtel & Sainte-Barbe et son important couvert végétal (Carte 12).

Carte 11 – Carte des îlots de chaleur urbains de Québec

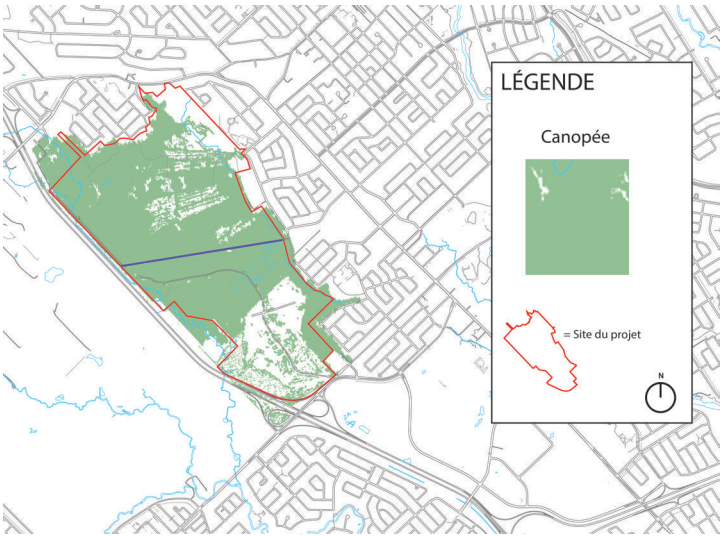


LÉGENDE



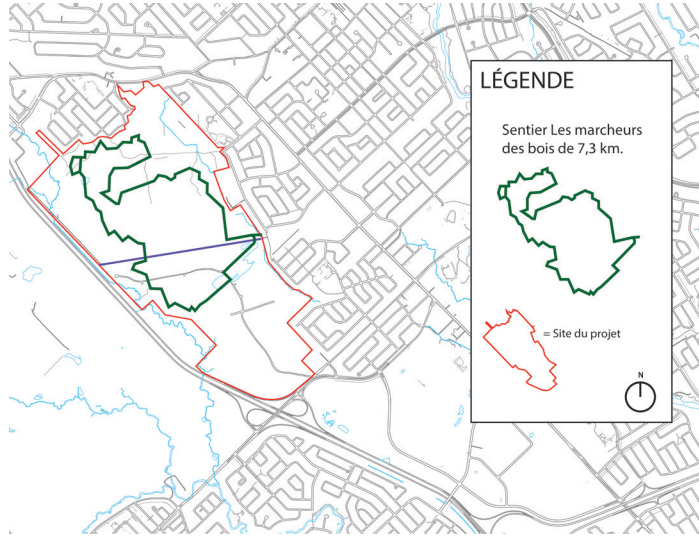
Source : Géosuite de la CMQ , 2017

Carte 12 - Canopée actuelle du site



Source : Données ouvertes de la Ville de Québec, 2018

Carte 13 - Tracé du sentier Les marcheurs des bois



Source : Plein air à la carte (Site web), 2018

Tableau 11 – Principales fonctions physique de l'arbre ayant un impact bénéfique pour la santé humaine

PRINCIPALES FONCTIONS PHYSIQUE DE L'ARBRE
Un arbre mature fournirait la quantité quotidienne d'oxygène nécessaire à 4 personnes et intercepter jusqu'à 20kq de poussière par an ;
Un arbre en santé peut capter jusqu'à 7 000 particules en suspension par litre d'air ;
Une augmentation de 10 % de la canopée à Montréal mènerait à près de 4 parties par milliard de réduction de la concentration d'ozone, soit à une diminution de 4,7 à 6,2 % ;
Un érable à sucre d'environ 30 cm de diamètre peut séquestrer 60 mg de cadmium, 140 mg de chrome, 820 mg de nickel et 5 200 mg de plomb pendant une saison de croissance ;
Dans la région métropolitaine de Montréal, les arbres séquestrent les émissions de dioxyde de carbone (CO ₂) de 100 320 voitures ;
Une différence de 4 à 8 °C peut être constatée entre un site ouvert et un site situé sous la cime des arbres ;
Un arbre près de la maison peut réduire les besoins en climatisation de 30 %;
Un arbre mature peut absorber jusqu'à 450 litres d'eau, pour ensuite les transpirer sous forme de vapeur d'eau, ce qui rafraîchit l'air ambiant ;
Un petit arbre de 8 à 15 cm de diamètre et qui pousse lentement peut séquestrer 16 kg de CO ₂ par an; ce nombre passe à 360 kg pour un grand arbre à son niveau maximal de croissance ;
En plus de réduire le taux de rayons infrarouges, les arbres peuvent réduire le taux de rayons ultraviolets et donc diminuer le risque de cancer de la peau.

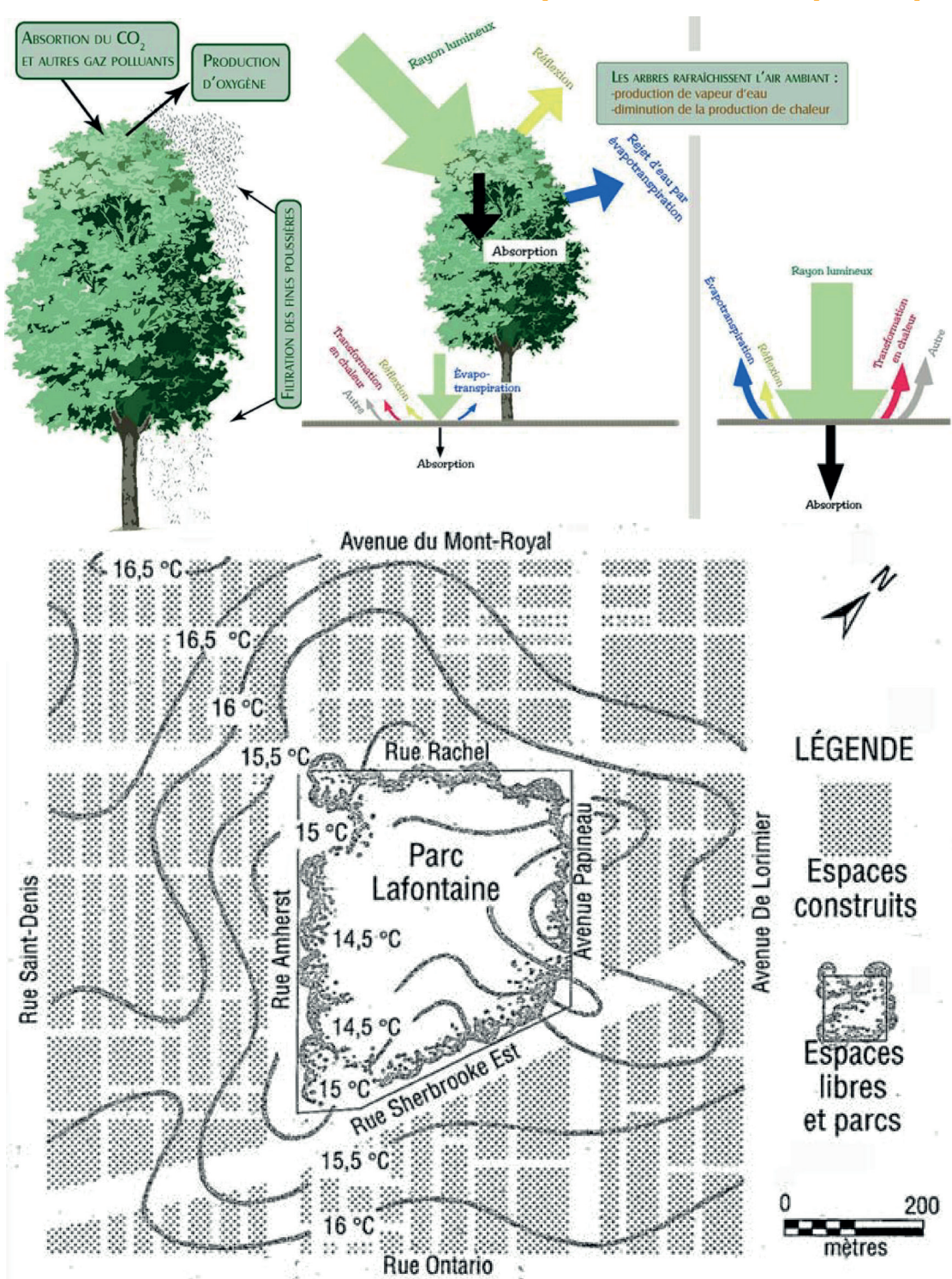
Source : Levasseur, 2017; Arbres Canada,2008; Vida, 2011; Ville de Montréal, 2008

Ces attributs naturels sont des éléments attrayants pour les habitants du secteur. À un point tel que des citoyens ont créé un site de randonnée pédestre non officiel de 7,3 km nommé le sentier **Les marcheurs des bois** qui est identifié sur la Carte 13. Ce groupe de citoyens assure l'entretien des différents parcours pédestres afin qu'il soit praticable tout au long de l'année, notamment en y aménageant des pistes de ski de fond en période hivernale. Le site encourage ainsi la pratique d'activités physiques.

La grande présence d'arbres crée une zone tampon entre l'autoroute Henri-IV et les résidences à l'est du site du projet. Le Tableau 11 et la Figure 14 démontrent que les caractéristiques physiques des arbres ont un rôle important dans la santé des populations. Le Tableau 11 présente une liste non- exhaustive des propriétés utiles à la santé humaines des arbres.

De plus, l'accès à des aires de repos en milieu naturel pour se reposer serait un facteur de résilience face à la gêne causée par les bruits urbains (Dzhambov & Dimitrova, 2014). Sans tenir compte du sentier pédestre, on retrouve neuf parcs et espaces verts à proximité du site (carte 14). La plupart sont isolés, enclavés au milieu d'îlots résidentiels. Malgré la présence d'une voie tertiaire perpendiculaire aux rues

Figure 14 - Capacité de la forêt urbaine à rafraîchir l'air et diminuer la concentration de polluants atmosphérique



Source : Lessard & Boulfroy, 2008

René-Chaloult, Maurice-Bellemare et Blain au nord-est du site (Figure 15), il n'y a pas de lien pour connecter ces parcs pour l'instant.

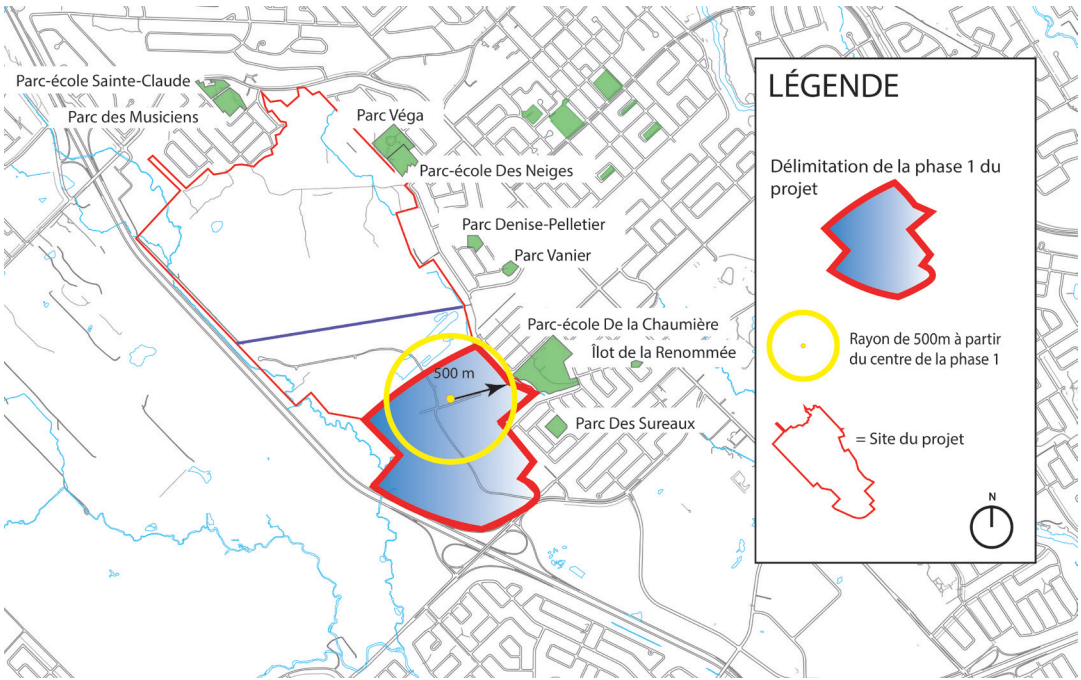
Le Tableau 12 illustre l'offre d'activités des différents parcs. Seul le parc Des Sureau offre une activité adaptée aux personnes ayant des limitations physiques ou des personnes âgées (terrain de pétanque). Le sentier pédestre et la patinoire extérieure du Parc-école de la Chaumière constituent l'offre d'activités extérieures hivernales à moins de 500 m du centre de la phase 1.

Les résidents actuels du secteur ont accès à plusieurs espaces verts offrant une multitude d'activités physique diversifiées à une distance de 500 m de leurs habitations. La taille de ces espaces publics respecte toutes la norme LEED-AQ (2011).

La situation pourrait être différente pour les travailleurs du futur quartier industriel. Comme on peut le voir sur la carte 14, si les nouveaux bâtiments ne prévoient pas de nouveaux parcs ou des accès au sentier pédestre au nord du site, le seul espace vert à une distance de 500 m (5 minutes de marche) à partir du centre de la phase 1 sera le Parc-école de la Chaumière et celui-ci n'est pas

disponible pendant les heures habituelles de travail. Toutefois, les chemins cyclables actuels se trouvent à proximité des autres espaces verts et publics du secteur, ce qui les rend aisément accessibles pour les employés se déplaçant à vélo.

Carte 14 - Espaces verts dans un rayon de 500 mètres du site de planification



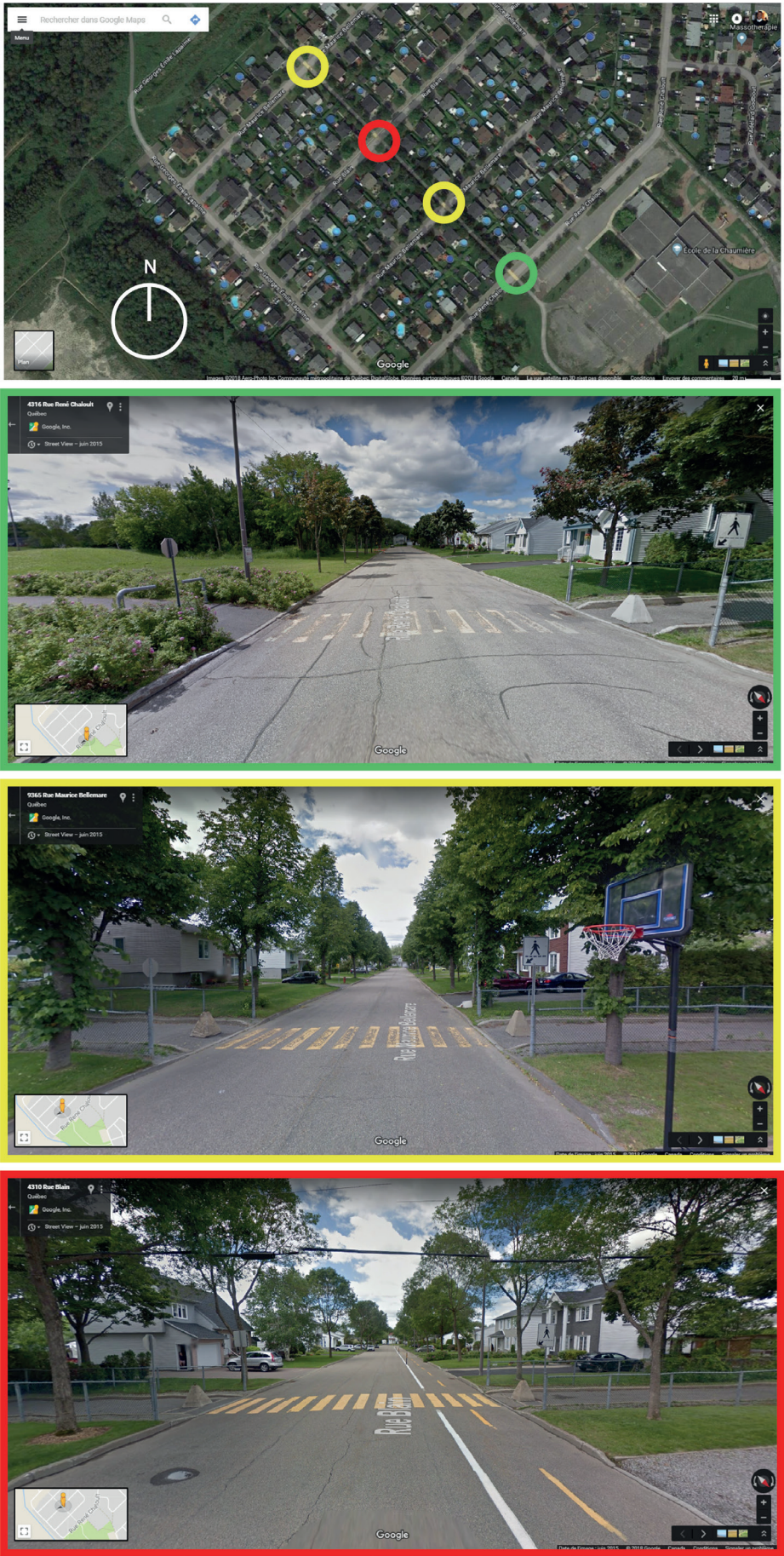
Source : Adapté du document de Réflexion sur l'aménagement de l'Espace d'innovation Chauveau

Tableau 12 – Espaces verts à 500m du site et leurs infrastructures sportives et leurs tailles

ESAPCES VERTS	INFRASTRUCTURES SPORTIVES	SUPERFICIE M²
Parc des Sureau	Structures de jeux pour enfants, terrains de pétanque et volleyball	8 540
Parc-école de la Chaumière	Patinoire extérieure, structures de jeux pour enfants, terrains de basketball et soccer	65 900
Parc Vanier	Structures de jeux pour enfants	4 213
Parc Véga	Patinoire extérieure, terrains de volleyball et soccer	24 630
Parc des Musiciens	Patinoire extérieure et terrain de baseball	18 400
Parc-école Saint-Claude	Aucune	8 480
Parc-école Des Neiges	Terrains de baseball et basketball	15 260
Parc Denise-Pelletier	Aucune	5 300
Îlot de la Renommée	Aucune	1 500

Source : Données ouvertes et Carte interactive de la Ville de Québec, 2018

Figure 15 - Voie tertiaire au nord-est du projet



Source : Google Maps, 2018

Impacts du projet sur le déterminant « Espaces verts et publics & îlots de chaleur urbains »

La Carte 14 présente aussi la zone touchée par la phase 1 de développement. Elle couvre une superficie approximative de 130 ha. La construction de nouveaux bâtiments et de nouvelles routes entrainera une diminution de la canopée, la perte de plusieurs espaces verts, d'arbres et possiblement de milieux humides. Ces nouvelles infrastructures entraineront une augmentation de la superficie de sol imperméabilisé, notamment pour la construction de nouveaux axes de circulation et possiblement pour les stationnements extérieurs. Si les revêtements extérieurs des bâtiments sont des matériaux absorbant la chaleur, il pourrait entrainer la création d'un îlot de chaleur sur le territoire. Ces nouvelles constructions entraineront aussi une diminution de la longueur du sentier pédestre et possiblement la superficie de certaines zones naturelles.

D'après les différents documents de planification pour le site du projet (annexes A et B), la Ville de Québec montre qu'elle souhaite minimiser l'empreinte écologique des entreprises qui s'implanteront afin que les nouvelles activités et les bâtiments cohabitent avec les anciens et les nouveaux espaces verts. Il est prévu que les nouveaux bâtiments sur le site et leurs espaces verts présentent plusieurs caractéristiques d'un espace public de qualité favorable à la santé. Ainsi, ces nouvelles constructions pourraient limiter la dégradation de la qualité de l'air causée par les nouvelles activités sur le site, notamment en compensant le pourcentage de sol imperméabilisé et le transit de camion par l'ajout de nombreuses infrastructures vertes et hydriques. Ces nouveaux espaces publics qui devraient être accessible au public pourraient minimiser les risques de création d'îlots de chaleur urbains et limiter la dégradation de la qualité de l'air. Le manque d'information sur leur taille, leur emplacement, leur orientation et les caractéristiques des aménagements extérieurs de ces nouveaux espaces limite le niveau d'analyse.

Impacts du projet sur la santé

Le principal enjeu par rapport au thème traité est la perte du couvert végétal et les activités liées à un site industriel léger, notamment l'émission de polluants atmosphériques. Il n'existe pas de seuil minimum pour lequel les particules en suspension n'ont aucun effet indésirable pour la santé (Cyrus et al., 2012; Eeftens et al., 2012; Foraster et al., 2011). De plus, le risque sur la santé augmenterait avec l'importance de l'exposition aux particules (INSPQ, 2012). Les personnes âgées et les enfants sont plus susceptibles de subir les effets nocifs de la pollution atmosphérique. Dans le cas des enfants, ils sont plus sensibles aux effets de ce type de pollution puisque leur appareil respiratoire est encore en développement et qu'ils ont un style de vie actif. Des adultes en santé respirent aussi moins bien les jours où l'air est plus pollué (Santé Canada, 2014).

À court terme, une exposition aux particules fines en suspension, dont le diamètre est inférieur à 2.5 micromètres (PM_{2.5}), affecte négativement le système respiratoire (irritations, inflammations des bronches, etc.) et cardiovasculaire (arythmies, augmentation de la viscosité sanguine, etc.) Ces particules peuvent pénétrer les alvéoles pulmonaires et l'augmentation de l'exposition journalière aux PM_{2.5} est aussi associée à une hausse de la mortalité et de la morbidité quotidienne (visites à l'urgence, hospitalisations) pour des problèmes cardiorespiratoires (United States Environmental Protection Agency, 2014). Une exposition constante pourrait engendrer une diminution permanente des capacités pulmonaires en plus d'être associée à un accroissement de la mortalité cardiovasculaire, respiratoire et des cancers du poumon. Une revue de littérature réalisée par l'OMS (2006) a établi des associations entre l'exposition à long terme aux PM_{2.5} et la mortalité. Certaines études supposent que l'exposition à long terme aux particules en suspension peut accroître le risque de mortalité prématurée (INSPQ, 2012). Des études sur l'ozone troposphérique, indiquent qu'il continue à causer des dommages après avoir pénétré dans les poumons, même si la

personne affectée n'en est pas consciente (Santé Canada, 2014). Finalement, les personnes souffrant de maladie cardiovasculaires ou pulmonaires seront plus à risque, notamment les enfants et les survivants d'infarctus (Pène & Masse, 2009).

- Résumé non-exhaustive des effets négatifs potentiels :**
- Augmentation des cas d'irritation pulmonaire ;
 - Augmentation du stress ou des cas de chocs thermiques ;
 - Diminution des capacités pulmonaires chez des personnes vulnérables (lorsque l'exposition aux particules en suspension est importanteet régulière) ;
 - Accroissement du risque d'hospitalisation des survivants d'infarctus et des personnes souffrant de problème pulmonaire comme l'asthme ;
 - Accroissement du risque de mortalité prématurée.

Sources : Cyrus , 2012; Eeftens , 2012; Foraster , 2011; Pène & Masse, 2009; United States Environmental Protection Agency, 2014 & Santé Canada, 2014.

Tableau 13 : Usages des parcs urbains

USAGES ACTIFS	
MARCHE / PROMENADE	SEUL OU ACCOMPAGNÉ SPORTIVE OU CONTEMPLATIVE
SPORT	TRANSPORT ACTIF PÊCHE MULTISPORT
UTILITAIRE	DÉPLACEMENTS VERS : ÉCOLE TRAVAIL DOMICILE
USAGES PASSIFS	
AIRE DE REPOS	CONTEMPLATION DU PAYSAGE REPOS/SIESTE PIQUE-NIQUE

Source : Adapté de Long & Tonini, 2012

Le fait de visiter ou de voir un espace public et vert aurait des effets positifs sur le niveau de bien-être perçu par un individu. En effet, ce sentiment de bien-être influencerait les systèmes biologiques, notamment le rythme cardiaque et le niveau de cortisol, une hormone associée à plusieurs pathologies comme le diabète de type 2, l'hypertension, et l'obésité abdominale (Steptoe et al., 2005; Hartig et al., 2014). Les travaux de recherche de Cattell et al. (2008) soulignaient que l'accessibilité à une variété d'espaces publics ouverts permettant différents modes d'appropriation augmenteraient le sentiment de bien-être individuel. Le Tableau 13 présente différents modes d'appropriation des parcs répertoriés par Long & Tonini (2012).

Recommandations

27. Faire un suivi de la qualité de l'air extérieur et s'assurer de respecter les normes suivantes de l'OMS dans les espaces verts et publics :

- o Matières particulaires fines (PM2.5)
 - 10 µg/m3 moyenne annuelle
 - 25 µg/m3 moyenne sur 24 heures
- o Matières particulaires grossières (PM10)
 - 20 µg/m3 moyenne annuelle
 - 50 µg/m3 moyenne sur 24 heures
- o L'ozone troposphérique (O3)
 - 100 µg/m3 moyenne sur 8 heures
- o Dioxyde d'azote (NO2)
 - 40 µg/m3 moyenne annuelle
 - 200 µg/m3 moyenne horaire
- o Dioxyde de soufre (SO2)
 - 20 µg/m3 moyenne sur 24 heures
 - 500 µg/m3 moyenne sur 10 minutes

L'exposition à des concentrations élevées en particules (PM10 et PM2,5) est associée à un accroissement des taux de mortalité et de morbidité, au quotidien aussi bien qu'à plus long terme (OMS, 2018). L'OMS encourage les gouvernements à limiter au maximum les niveaux de concentration de particules en suspension.

À des concentrations trop élevées, l'ozone troposphérique peut entraîner des problèmes respiratoires, des crises d'asthme, une diminution de la fonction pulmonaire et l'apparition de maladies respiratoires. Les symptômes bronchitiques chez les enfants asthmatiques augmentent avec une exposition de longue durée au NO2. On associe également une diminution de la fonction pulmonaire aux concentrations observées dans les villes d'Europe et d'Amérique du Nord. Le SO2 affecte aussi le système respiratoire. De plus, il peut provoquer des irritations oculaires, des bronchites chroniques et une sensibilisation aux infections respiratoires. Le nombre d'hospitalisations pour des cardiopathies et de mortalité augmentent les jours de fortes concentrations en SO2 (OMS, 2018).

28. Faire en sorte que les façades donnant sur un espace vert soient vitrées sur 60% de la largeur et sur une hauteur entre 1 et 2,4 mètres (3 et 8 pieds) au-dessus du niveau du sol .

L'objectif est d'augmenter le sentiment de sécurité et la surveillance informelle des espaces verts et publics (Congress for New Urbanism et al., 2011). Cette recommandation pourrait faire en sorte d'augmenter l'achalandage dans les espaces verts et publics puisque la population s'y sentira davantage en sécurité en sachant que le voisinage conserve des « yeux sur la rue » via les fenêtres des commerces et des logements (Paquin, 2004; Jacobs, 1961). De plus, une revue de littérature effectuée par Velarde (2007) souligne que de nombreuses études ont montré une association entre l'accessibilité à un espace vert et une diminution du stress, du sentiment de colère et une augmentation du sentiment de bien-être. Le simple fait de voir un espace public verdi aurait ces effets bénéfiques sur la santé physique et mentale.

29. Faire en sorte que les nouvelles rues soient bordées de grands feuillus sur 60 % de celles-ci, de chaque côté, en conservant un espacement d'au plus 10 mètres entre chacun des arbres pour favoriser leur croissance.

Les types d'arbre de même leur hauteur et l'espacement entre eux sont inspirés du « Guide sur le verdissement - Pour les propriétaires institutionnels, commerciaux et industriels – Contrer les îlots de chaleur urbains » (Garant, 2010) du Conseil régional de l'environnement Montréal. L'ombrage que procurent les arbres est leur caractéristique la plus importante en ce qui a trait à la réduction de la température (Rowe, 2011; Shashua-Bar et Hoffman, 2000). Un ombrage arborescent couvrant 60% de la superficie d'une rue pourrait contrebalancer l'effet de chaleur provoqué par un trafic routier important (Shashua-Bar et Hoffman, 2000).

30. Végétaliser les toits à 50% ou s'assurer que les toits aient un indice de réflectance solaire supérieur à 78.

Cette recommandation permettrait d'augmenter la réflectivité solaire des toits (IRS ou albédo) ou la capacité d'évapotranspiration de ceux-ci. D'une hausse de 10 points de l'albédo peut découler une diminution de 0,2 °C de la température ambiante (Santamouris, 2014).

31. Connecter les espaces verts par des liens cyclopiétons ombragés.

La connectivité entre les espaces verts via des liens cyclopiétons augmenterait l'accessibilité aux espaces verts en plus d'encourager le déplacement en transport actif (Francis, 2012 ; Velarde, 2007). Ceux-ci permettent aux utilisateurs de la voie cyclable de visiter les différents espaces verts dans un environnement plus sécuritaire puisque le lien cyclopiéton sépare la voie cyclable des voies automobiles.

32. Faire en sorte que tous les bâtiments à venir soient certifiés selon une norme favorisant le développement durable pour 75% de la superficie de plancher.

33. Encourager l'atteinte des objectifs de canopée de la Ville de Québec pour 2025 sur le site, soit 35% de la superficie.

34. Conserver au maximum l'état naturel du site du projet et de la zone au nord de celui-ci en appliquant les principes du Design de conservation de lotissements (ou Design de collectivité durable).

Considérant l'efficacité et l'impact positif sur la santé du maintien des milieux naturels pour les usagers des espaces publics verts et des résidents des zones limitrophes, conserver un îlot de fraîcheur de taille importante devrait favoriser une meilleure qualité de l'air et des températures moyennes estivales moins élevées. La zone au nord pourrait être aménagée de façon à créer un parc de destination en milieu naturel de grande qualité.

35. Intégrer des aménagements de ripisylves sur les berges à proximité des cours d'eau.

Une ripisylve est l'aménagement des rives d'un cours d'eau avec des arbres et des arbustes. Elle crée une zone tampon entre une région déboisée et un cours d'eau. Elle sert de filtre

pour d'éventuelles matières toxiques provenant de la zone dénudée. De plus, elle diminue l'apport en sédiments de surface (ex. : sable utilisé l'hiver, roche pierre, etc.) pouvant causer la disparition d'un cours d'eau nécessaire au rafraichissement de l'air ambiant.

36. Faire en sorte que la majorité des places de stationnement soient souterraines et respecter la norme BNQ 3019-190 – Lutte aux îlots de chaleur urbains pour les stationnements extérieurs.

Le respect de la norme BNQ 3019-190 – Lutte aux îlots de chaleurs urbains permettra de mitiger l'impact négatif potentiel des cases de stationnements et de diminuer le risque de créer un îlot de chaleur urbain sur le site du projet. La norme propose des stratégies afin de diminuer l'impact des stationnements extérieurs sur la température ambiante et la qualité de l'air. Par exemple, il propose de réduire la taille des cases de stationnements, d'assurer la présence d'arbres dont l'ombrage rafraichira la température au sol et le recours à un pavé alvéolé pour les cases de stationnements.

37. Utiliser des essences d'arbres indigènes, variées et non allergènes.

Les essences indigènes sont mieux adaptées au climat du Québec. Le but de varier les essences est d'éviter la perte d'un grand nombre d'arbres dans le cas de l'apparition d'une maladie ou d'un parasite (ex. : cas de l'agrile du frêne). Cela accroîtra le niveau de résilience des arbres dans les espaces verts et favorisera leur pérennité.

38. Si un projet de développement résidentiel voit le jour au nord de la zone d'innovation, y intégrer un parc de destination de plus 2 020 m² qui contiendrait des structures de jeux pour enfants présentant une certaine prise de risque.

La taille de ce nouvel espace public respecterait la norme LEED pour l'aménagement de quartiers durables. Aussi, les structures de jeux pour enfants peuvent être un facteur aidant à leur développement. La proximité à une aire de jeux extérieure ou à des installations récréatives a été associée à une plus grande pratique d'activité physique et à une diminution de l'IMC chez les enfants (Giles-Corti et al., 2009). De plus, les résultats d'une revue de la littérature sur les activités extérieures caractérisées par une certaine prise de risque suggèrent que les bénéfices globaux sur la santé de ce type d'activité surpassent les effets positifs sur la santé d'une diminution des risques (Brussoni et al., 2015). Les activités extérieures caractérisées par une prise de risque influenceraient positivement une variété d'indicateurs de santé, soit le niveau d'activité physique, les compétences et le niveau d'interactions sociales tout en ne semblant pas augmenter significativement l'agressivité des enfants et les risques de blessure.

39. Intégrer des monticules dans les nouveaux espaces verts afin d'offrir des points d'observations.

En plus d'aider à la réduction du bruit, ces monticules pourraient servir pour de lieux d'activités hivernales ce qui augmenterait l'attractivité des espaces verts en toutes saisons.

CONCLUSION

À ce stade-ci de la planification du site, il est difficile de statuer sur les effets potentiels du projet sur la santé des résidents environnants et des futurs travailleurs étant donné l'état préliminaire du projet. Seules les informations relatives au zonage et à la coupe de rue de l'axe nord-sud ainsi que la vocation technologique, industrielle et commerciale du projet étaient connues. L'analyse du zonage peut s'avérer problématique puisqu'il faut alors parler de possibilités et de limites plutôt que de certitudes du fait que l'autorisation d'un usage ne se traduit pas nécessairement par son implantation et qu'un seuil minimal ou maximal ne permet pas d'estimer avec justesse la quantité qui pourrait se matérialiser. Surtout, l'absence d'information sur les industries technologiques qui pourraient potentiellement s'installer a été un frein majeur à la réalisation d'analyses plus précises quant à leurs impacts sur la santé et aux mesures d'adaptation conséquentes à adopter. Les industries technologiques ne forment pas un groupe homogène en ce qui a trait aux matériaux et aux procédés industriels utilisés et les mesures de mitigation peuvent diverger en fonction de ces différences. Même si les risques associés aux industries technologiques sont généralement moindres, ces risques ne sont pas absents, certaines industries utilisant des métaux lourds tels que l'arsenic ou le mercure dans leur processus de fabrication. Même dans le cas où peu d'émissions seraient produites par les industries mêmes, la circulation induite par l'avènement du projet à elle seule, particulièrement par l'intensification du trafic de véhicules lourds, affectera la qualité de vie des citoyens actuels et futurs.

Par conséquent, malgré la vigueur économique qu'un tel projet peut apporter, plusieurs éléments devraient être approfondis

avant d'aller de l'avant avec le projet. Des études de circulation, de bruit et de la qualité de l'air devraient être réalisées en amont du projet selon les industries projetées de s'installer sur le site. Les risques quant au transport des matières dangereuses devront aussi être analysés. Une attention particulière devra être portée à l'exposition des écoles et des résidences pour personnes âgées environnantes à ces nuisances. Ces études pourront mieux caractériser les risques et les mesures de mitigation correspondantes. D'autres considérations évoquées lors de la séance d'information et de l'atelier participatif, telles que la préservation des milieux humides et les refoulements d'égouts, devront également être examinées. Malgré tout, les recommandations préliminaires énoncées dans la présente évaluation constituent des assises solides pour diriger la planification du site en attendant l'acquisition d'informations plus précises.

Avec l'annonce officielle d'une aide financière de près de 51 millions à la Maison Simons pour la construction de son centre de commerce en ligne au sein de l'Espace d'innovation Chauveau, la réalisation du projet part du bon pied. Il y a fort à parier que d'autres entreprises majeures ou prometteuses viendront s'ajouter à cette grappe industrielle technologique afin de profiter des économies d'agglomération qu'un tel ensemble peut offrir. Néanmoins, malgré la volonté de mettre en place des rues conviviales, des services de proximité, des espaces de rencontre et des mesures de protection contre les nuisances, la quantité importante d'inconnus fait en sorte que la vigilance est de mise pour faire de l'Espace d'innovation Chauveau un milieu de vie florissant plutôt qu'un milieu industriel enclavé. De plus, les résidents à proximité devront également percevoir le milieu comme tel si les objectifs fixés par la Ville sont pour être atteints. Les barrières mentales tendant à se matérialiser en barrières physiques, il faudra encourager les interactions avec le territoire tout en tempérant les risques réels

et perçus associés aux usages industriels par des actions concrètes. Les ateliers participatifs sont un pas dans la bonne direction pour modeler cette perception et en tenir compte dans la mise en œuvre. Par la prise en compte des points de vigilance et des recommandations mis de l'avant dans le présent rapport, l'Espace d'innovation Chauveau pourrait servir de fondement à la conception des autres parcs industriels projetés par la Ville de Québec. Du chemin reste toutefois à parcourir avant d'atteindre cet idéal.

Tableau 14 - Évaluation globale des impacts sur la santé de l'Espace d'innovation Chauveau sur les déterminants de la santé choisis*

DÉTERMINANTS SOCIAUX DE LA SANTÉ TOUCHÉS PAR LE PROJET	IMPACTS SUR LA SANTÉ		
MOBILITÉ & ACCESSIBILITÉ			
COHABITATION INDUSTRIELLE			
ESPACES PUBLICS ET VERTS & ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS			
TOTAL:			

*Le fait qu'il n'y ait pas de pastilles colorées dans la colonne positive ne signifie pas que le projet n'a aucun effet positif. Un maximum de deux colonnes était sélectionné. Le tableau met en lumière les tendances dominantes par rapport à la santé, soit l'incertitude et la vigilance étant donné les nombreux inconnus, et ce, malgré les effets positifs potentiels du projet.

RÉFÉRENCES

Accès transports viables. (2017). Accidents avec piéton(s) ou cycliste(s) sur le territoire des villes de Québec et de Lévis de 2005 à 2016. Consulté le 10 avril 2018, à l'adresse <http://www.arcgis.com/apps/Viewer/index.html?appid=b1c725fbfe2544afb07a71c4ed85ddc8>

Alaimo, K., Packnett, E., Miles, R. A., & Kruger, D. J. (2008). Fruit and Vegetable Intake among Urban Community Gardeners. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 40(2), 94-101. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2006.12.003>

Ameli, S. H., Hamidi, S., Garfinkel-Castro, A., & Ewing, R. (2015). Do Better Urban Design Qualities Lead to More Walking in Salt Lake City, Utah? *Journal of Urban Design*, 20(3), 393-410. <https://doi.org/10.1080/13574809.2015.1041894>

Armstrong, D. (2000). A survey of community gardens in upstate New York: Implications for health promotion and community development. *Health & Place*, 6(4), 319-327. [https://doi.org/10.1016/S1353-8292\(00\)00013-7](https://doi.org/10.1016/S1353-8292(00)00013-7)
[Aucun auteur]. (2002). Road traffic noise calculator. Consulté le 7 juin 2018, à l'adresse <https://rigolett.home.xs4all.nl/ENGELS/vlgcalc.htm#geo>

Bancroft, C., Joshi, S., Rundle, A., Hutson, M., Chong, C., Weiss, C. C., ... Lovasi, G. (2015). Association of proximity and density of parks and objectively measured physical activity in the United States: A systematic review. *Social Science & Medicine*, 138, 22-30. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2015.05.034>

Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., & Stansfeld, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*, 383(9925), 1325-1332. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X)

Beaudoin, M., & Levasseur, M.-È. (2017). Verdir les villes pour la santé de la population. Institut national de santé publique du Québec.

Beckett, K. P., Freer Smith, P., & Taylor, G. (2000). Effective tree species for local air quality management. *Arboricultural Journal*, 26(1), 12-19.

Bedimo-Rung, A. L., Mowen, A. J., & Cohen, D. A. (2005). The significance of parks to physical activity and public health: A conceptual model. *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2), 159-168. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.10.024>

Bellalite, L. (2013). A Model for Setting Credible Speed Limits in Urban Areas. *ITE Journal*, 83(1), 40-43.

Bellefleur, O., & Gagnon, F. (2012). Urban traffic calming and health. National Collaborating Centre for Healthy Public Policy, Institut national de santé publique du Québec.

Bernatsky, S., Smargiassi, A., Barnabe, C., Svenson, L. W., Brand, A., Martin, R. V., ... Joseph, L. (2016). Fine particulate air pollution and systemic autoimmune rheumatic disease in two Canadian provinces. *Environmental Research*, 146, 85-91. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.12.021>

Bhatia, R., & Wier, M. (2011). "Safety in Numbers" re-examined: Can we make valid or practical inferences from available evidence? *Accident Analysis & Prevention*, 43(1), 235-240. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.08.015>

Blask, D. E., Hill, S. M., Dauchy, R. T., Xiang, S., Yuan, L., Duplessis, T., ... Sauer, L. A. (2011). Circadian regulation of molecular, dietary, and metabolic signaling mechanisms of human breast cancer growth by the nocturnal melatonin signal and the consequences of its disruption by light at night. *Journal of Pineal Research*, 51(3), 259-269.

Blondeau, P., Iordache, V., Poupard, O., Genin, D., & Allard, F. (2004). Relationship between outdoor and indoor air quality in eight French schools. *Indoor Air*, 15(1), 2-12.

Boardman, J. D., Downey, L., Jackson, J. S., Merrill, J. B., Saint Onge, J. M., & Williams, D. R. (2008). Proximate industrial activity and psychological distress. *Population and Environment*, 30(1-2), 3-25. <https://doi.org/10.1007/s11111-008-0075-8>

Brauer, M., Hoek, G., Van Vliet, P., Meliefste, K., Fischer, P. H., Wijga, A., ... Brunekreef, B. (2002). Air Pollution from Traffic and the Development of Respiratory Infections and Asthmatic and Allergic Symptoms in Children. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 166(8), 1092-1098.

Brender, J. D., Maantay, J. A., & Chakraborty, J. (2011). Residential Proximity to Environmental Hazards and Adverse Health Outcomes. *American Journal of Public Health*, 101(S1), S37-S52. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2011.300183>

Brussoni, M., Gibbons, R., Gray, C., Ishikawa, T., Sandseter, E. B. H., Bienenstock, A., ... Tremblay, M. S. (2015). What is the Relationship between Risky Outdoor Play and Health in Children? A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(6), 6423-6454. <https://doi.org/10.3390/ijerph120606423>

Bunn, F., Collier, T., Frost, C., Ker, K., Roberts, I., & Wentz, R. (2003). Traffic calming for the prevention of road traffic injuries: systematic review and meta-analysis. *Injury Prevention*, 9(3), 200-204. <https://doi.org/10.1136/ip.9.3.200>

Campbell, J. M. (1983). Ambient Stressors. *Environment and Behavior*, 15(3), 355-380. <https://doi.org/10.1177/0013916583153005>

Carr, L. J., Dunsiger, S. I., & Marcus, B. H. (2010). Walk Score™ As a Global Estimate of Neighborhood Walkability. *American Journal of Preventive Medicine*, 39(5), 460-463.

Cattell, V., Dines, N., Gesler, W., & Curtis, S. (2008). Mingling, observing, and lingering: Everyday public spaces and their implications for well-being and social relations. *Health & Place*, 14(3), 544-561. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2007.10.007>

Celis-Morales, C. A., Lyall, D. M., Welsh, P., Anderson, J., Steell, L., Guo, Y., ... Gill, J. M. R. (2017). Association between active commuting and incident cardiovascular disease, cancer, and mortality: prospective cohort study. *BMJ*, 357, j1456.

Centre de recherches routières. (2009). Marquages et éclairage des aménagements cyclables. Région de Bruxelles-Capitale: Centre de recherches routières.

Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale. (2017). Plan d’action régional de santé publique 2016-2020. Direction de santé publique de la Capitale-Nationale.

Chen, C., & Zhao, B. (2011). Review of relationship between indoor and outdoor particles: I/O ratio, infiltration factor and penetration factor. *Atmospheric Environment*, 45(2), 275-288.

Chen, H., Burnett, R. T., Kwong, J. C., Villeneuve, P. J., Goldberg, M. S., Brook, R. D., ... Copes, R. (2013). Spatial Association between Ambient Fine Particulate Matter and Incident Hypertension. *Circulation*, CIRCULATIONAHA.113.003532. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.003532>

Chen, H., Kwong, J. C., Copes, R., Tu, K., Villeneuve, P. J., van Donkelaar, A., ... Burnett, R. T. (2017). Living near major roads and the incidence of dementia, Parkinson’s disease, and multiple sclerosis: a population-based cohort study. *The Lancet*, 389(10070), 718-726.

Chriqui, J. F., Nicholson, L. M., Thrun, E., Leider, J., & Slater, S. J. (2016). More Active Living–Oriented County and Municipal Zoning Is Associated With Increased Adult Leisure Time

Physical Activity—United States, 2011. *Environment and Behavior*, 48(1), 111-130. <https://doi.org/10.1177/0013916515611175>

Christian, L. M., Graham, J. E., Padgett, D. A., Glaser, R., & Kiecolt-Glaser, J. K. (2006). Stress and Wound Healing. *Neuroimmunomodulation*, 13(5-6), 337-346.

Christiansen, P., Engebretsen, Ø., Fearnley, N., & Usterud Hanssen, J. (2017). Parking facilities and the built environment: Impacts on travel behaviour. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 95, 198-206.

Christiansen, P., Fearnley, N., Hanssen, J. U., & Skollerud, K. (2017). Household parking facilities: relationship to travel behaviour and car ownership. *Transportation Research Procedia*, 25, 4185-4195. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.366>

Coley, R. L., Kuo, F. E., & Sullivan, W. C. (1997). Where does community grow? The social context created by nature in urban public housing. *Environment and Behavior*, 29(4), 468-494. <https://doi.org/10.1177/001391659702900402>

Congress of New Urbanism, Natural Resources Defence Council, U.S. Green Building Council, & Conseil du bâtiment durable du Canada. (2011). LEED 2009 pour l’aménagement des quartiers avec les méthodes de conformité de rechange du Canada. U.S. Green Building Council & Conseil du bâtiment durable du Canada.

Conseil canadien des ministres de l’environnement. (2017). L’air au Canada. Consulté le 9 juin 2018, à l’adresse <http://airquality-qualitedelair.ccme.ca/fr/>

Creatore, M. I., Glazier, R. H., Moineddin, R., Fazli, G. S., Johns, A., Gozdyra, P., ... Booth, G. L. (2016). Association of Neighborhood Walkability With Change in Overweight, Obesity, and Diabetes. *JAMA*, 315(20), 2211-2220. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.5898>

Cyrus, J., Eeftens, M., Heinrich, J., Ampe, C., Armengaud, A., Beelen, R., ... Hoek, G. (2012). Variation of NO₂ and NO_x concentrations between and within 36 European study areas: Results from the ESCAPE study. *Atmospheric Environment*, 62, 374-390. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.07.080>

de Hartog, J. J., Boogaard, H., Nijland, H., & Hoek, G. (2010). Do the Health Benefits of Cycling Outweigh the Risks? *Environmental Health Perspectives*, 118(8), 1109-1116. <https://doi.org/10.1289/ehp.0901747>

Dickerson, A. S., Rahbar, M. H., Han, I., Bakian, A. V., Bilder, D. A., Harrington, R. A., ... Baio, J. (2015). Autism spectrum disorder prevalence and proximity to industrial facilities releasing arsenic, lead or mercury. *Science of The Total Environment*, 536, 245-251. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.024>

Downey, L., & Van Willigen, M. (2005). Environmental Stressors: The Mental Health Impacts of Living Near Industrial Activity. *Journal of Health and Social Behavior*, 46(3), 289-305. <https://doi.org/10.1177/002214650504600306>

Dratva, J., Zemp, E., Dietrich, D. F., Bridevaux, P.-O., Rochat, T., Schindler, C., & Gerbase, M. W. (2010). Impact of road traffic noise annoyance on health-related quality of life: Results from a population-based study. *Quality of life research*, 19(1), 37-46.

Dzhambov, A. M., & Dimitrova, D. D. (2014). Urban green spaces’ effectiveness as a psychological buffer for the negative health impact of noise pollution: A systematic review. *Noise and Health*, 16(70), 157. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.134916>

Eeftens, M., Tsai, M.-Y., Ampe, C., Anwander, B., Beelen, R., Bellander, T., ... Hoek, G. (2012). Spatial variation of PM_{2.5}, PM₁₀, PM_{2.5} absorbance and PM_{coarse} concentrations between and within 20 European study areas and the relationship with NO₂ – Results of the ESCAPE project. *Atmospheric Environment*, 62, 303-317. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.08.038>

Elias, A. (2011). Automobile-Oriented or Complete Street? Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2257, 80-86. <https://doi.org/10.3141/2257-09>

Elvik, R. (2009). The non-linearity of risk and the promotion of environmentally sustainable transport. Accident Analysis & Prevention, 41(4), 849-855.

Énergie+. (2018). La répartition lumineuse et l'uniformité. Consulté le 8 juin 2018, à l'adresse <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10723>

Energies Renouvelables et Environnement. (2018). Ripisylve et aménagement des berges. Consulté le 9 juin 2018, à l'adresse <http://hmf.enseeiht.fr/travaux/bei/beiere/content/ripisylve-et-a-menagement-des-berges>

Evans, G. W., & Kantrowitz, E. (2002). Socioeconomic Status and Health: The Potential Role of Environmental Risk Exposure. Annual Review of Public Health, 23(1), 303-331. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.23.112001.112349>

Ewing, R., & Clemente, O. (2013). Measuring Urban Design: Metrics for Livable Places. Island Press.

Foraster, M., Deltell, A., Basagaña, X., Medina-Ramón, M., Aguilera, I., Bouso, L., ... Künzli, N. (2011). Local determinants of road traffic noise levels versus determinants of air pollution levels in a Mediterranean city. Environmental Research, 111(1), 177-183. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2010.10.013>

Francis, J., Wood, L. J., Knuiman, M., & Giles-Corti, B. (2012). Quality or quantity? Exploring the relationship between Public Open Space attributes and mental health in Perth, Western Australia. Social Science & Medicine, 74(10), 1570-1577. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.01.032>

Frank, L. D., Sallis, J. F., Conway, T. L., Chapman, J. E., Saelens, B.

E., & Bachman, W. (2006). Many Pathways from Land Use to Health: Associations between Neighborhood Walkability and Active Transportation, Body Mass Index, and Air Quality. Journal of the American Planning Association, 72(1), 75-87. <https://doi.org/10.1080/01944360608976725>

Freer-Smith, P., El-Khatib, A., & Taylor, G. (2004). Capture of particulate pollution by trees: a comparison of species typical of semi-arid areas (*Ficus nitida* and *Eucalyptus globulus*) with European and North American species. Water, Air, and Soil Pollution, 155(1-4), 173-187.

Fyhri, A., & Klæboe, R. (2009). Road traffic noise, sensitivity, annoyance and self-reported health—A structural equation model exercise. Environment International, 35(1), 91-97. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2008.08.006>

Galvez, M. P., Hong, L., Choi, E., Liao, L., Godbold, J., & Brenner, B. (2009). Childhood Obesity and Neighborhood Food-Store Availability in an Inner-City Community. Academic Pediatrics, 9(5), 339-343. <https://doi.org/10.1016/j.acap.2009.05.003>

Garant, D. (2010). Guide sur le verdissement pour les propriétaires institutionnels, commerciaux et industriels - Contrer les îlots de chaleur urbains. Conseil régional de l'environnement de Montréal.

Garrard, J. (2008). Safe speed: promoting safe walking and cycling by reducing traffic speed. Melbourne: Safe Speed Interest Group.

Gehring, U., Cyrus, J., Sedlmeir, G., Brunekreef, B., Bellander, T., Fischer, P., ... Heinrich, J. (2002). Traffic-related air pollution and respiratory health during the first 2 yrs of life. European Respiratory Journal, 19(4), 690-698.

Getter, K. L., & Rowe, D. B. (2006). The role of extensive green roofs in sustainable development. HortScience, 41(5), 1276-1285.

Geyer, J., Raford, N., Ragland, D., & Pham, T. (2006). The Continuing Debate about Safety in Numbers—Data from Oakland, CA (p. 19). Berkeley: University of California, Berkeley. Consulté le à l'adresse <https://escholarship.org/uc/item/5498x882>

Giles-Corti, B., Broomhall, M. H., Knuiman, M., Collins, C., Douglas, K., Ng, K., ... Donovan, R. J. (2005). Increasing walking: How important is distance to, attractiveness, and size of public open space? American Journal of Preventive Medicine, 28(2), 169-176. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.10.018>

Giles-Corti, B., Kelty, S. F., Zubrick, S. R., & Villanueva, K. P. (2009). Encouraging walking for transport and physical activity in children and adolescents. Sports medicine, 39(12), 995-1009.

Glazier, R. H., Creatore, M. I., Weyman, J. T., Fazli, G., Matheson, F. I., Gozdyra, P., ... Booth, G. L. (2014). Density, Destinations or Both? A Comparison of Measures of Walkability in Relation to Transportation Behaviors, Obesity and Diabetes in Toronto, Canada. PLOS ONE, 9(1), e85295. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085295>

Grasser, G., Dyck, D. V., Titze, S., & Stronegger, W. (2013). Objectively measured walkability and active transport and weight-related outcomes in adults: a systematic review. International Journal of Public Health, 58(4), 615-625. <https://doi.org/10.1007/s00038-012-0435-0>

Gudz, E. M., Fang, K., & Handy, S. L. (2016). When a diet prompts a gain: impact of a road diet on bicycling in Davis, California. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2587, 61-67. <https://doi.org/10.3141/2587-08>

Guo, Z. (2013). Does residential parking supply affect household car ownership? The case of New York City. Journal of Transport Geography, 26, 18-28.

Hamer, M., & Chida, Y. (2007). Walking and Primary Prevention: A Meta-analysis of Prospective Cohort Studies. *British Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2007.039974>

Hamer, M., & Chida, Y. (2008). Active commuting and cardiovascular risk: A meta-analytic review. *Preventive Medicine*, 46(1), 9-13. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.03.006>

Hamre, A., & Buehler, R. (2014). Commuter Mode Choice and Free Car Parking, Public Transportation Benefits, Showers/Lockers, and Bike Parking at Work: Evidence from the Washington, DC Region. *Journal of Public Transportation*, 17(2), 67-91. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.17.2.4>

Hartig, T., Mitchell, R., de Vries, S., & Frumkin, H. (2014). Nature and Health. Dans J. E. Fielding (Éd.), *Annual Review of Public Health* (Vol. 35, p. 207). Annual Reviews.

Hess, N. C., Dieberg, G., McFarlane, J. R., & Smart, N. A. (2014). The effect of exercise intervention on cognitive performance in persons at risk of, or with, dementia: A systematic review and meta-analysis. *Healthy Aging Research*, 3, 1-10.

Hirsch, J. A., Moore, K. A., Evenson, K. R., Rodriguez, D. A., & Roux, A. V. D. (2013). Walk Score® and Transit Score® and Walking in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *American Journal of Preventive Medicine*, 45(2), 158-166. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2013.03.018>

Host, S., Chatignoux, E., & Saunal, A. (2012). Impacts sanitaires de la pollution atmosphérique urbaine et des expositions à proximité du trafic routier dans l'agglomération parisienne. *Observatoire régional de santé Île-de-France*.

Institut national de la statistique du Québec, F. F. (2017). L'évolution récente des causes de décès au Québec: quel effet sur l'espérance de vie? *Coup d'oeil sociodémographique*, (51), 1-17.

Institut national de santé publique, Avenir d'enfants, & Québec en forme. (2017). *Observatoire cartographique des environnements liés aux habitudes de vie et à la petite enfance*. Consulté le 2 décembre 2017, à l'adresse http://atlas.quebecenforme.org/geoclip_v3/index.php?#l=fr;z=-8205220,6184706,560185,340190;v=map1

Jacobs, J. (2011). *The Death and Life of Great American Cities* (50th Anniversary ed. edition). New York: Modern Library.

Jacobsen, P. L. (2003). Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. *Injury Prevention*, 9(3), 205-209. <https://doi.org/10.1136/ip.9.3.205>

Janssen, N. A. H., Brunekreef, B., van Vliet, P., Aarts, F., Meliefste, K., Harssema, H., & Fischer, P. (2003). The relationship between air pollution from heavy traffic and allergic sensitization, bronchial hyperresponsiveness, and respiratory symptoms in Dutch schoolchildren. *Environmental Health Perspectives*, 111(12), 1512-1518.

Jansson, M., Fors, H., Lindgren, T., & Wiström, B. (2013). Perceived personal safety in relation to urban woodland vegetation – A review. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12(2), 127-133. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2013.01.005>

Kim, J.-K., Kim, S., Ulfarsson, G. F., & Porrello, L. A. (2007). Bicyclist injury severities in bicycle–motor vehicle accidents. *Accident Analysis & Prevention*, 39(2), 238-251. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.07.002>

Kim, K.-H., Kabir, E., & Kabir, S. (2015). A review on the human health impact of airborne particulate matter. *Environment International*, 74, 136-143.

Kingsley, J. 'Yotti', Townsend, M., & Henderson-Wilson, C. (2009). Cultivating health and wellbeing: members' perceptions of the health benefits of a Port Melbourne community garden. *Leisure Studies*, 28(2), 207-219.

Klatte, M., Bergstroem, K., & Lachmann, T. (2013). Does noise affect learning? A short review on noise effects on cognitive performance in children. *Frontiers in Psychology*, 4. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00578>

Knapp, K. K., & Giese, K. (2001). Guidelines for the conversion of urban four-lane undivided roadways to three-lane two-way left-turn lane facilities (p. 102). Iowa State University: Center for Transportation Research and Education.

Koepsell, T., McCloskey, L., Wolf, M., Moudon, A. V., Buchner, D., Kraus, J., & Patterson, M. (2002). Crosswalk Markings and the Risk of Pedestrian–Motor Vehicle Collisions in Older Pedestrians. *JAMA*, 288(17), 2136-2143.

Kubota, T., Miura, M., Tominaga, Y., & Mochida, A. (2008). Wind tunnel tests on the relationship between building density and pedestrian-level wind velocity: Development of guidelines for realizing acceptable wind environment in residential neighborhoods. *Building and Environment*, 43(10), 1699-1708. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.10.015>

Lacasta, A. M., Penaranda, A., Cantalapiedra, I. R., Auguet, C., Bures, S., & Urrestarazu, M. (2016). Acoustic evaluation of modular greenery noise barriers. *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, 172-179. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.08.010>

Laverty, A. A., Mindell, J. S., Webb, E. A., & Millett, C. (2013). Active Travel to Work and Cardiovascular Risk Factors in the United Kingdom. *American Journal of Preventive Medicine*, 45(3), 282-288. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2013.04.012>

Lebel, A., Kestens, Y., Pampalon, R., Thériault, M., Daniel, M., & Subramanian, S. (2011). Local context influence, activity space, and foodscape exposure in two Canadian metropolitan settings: is daily mobility exposure associated with overweight? *Journal of Obesity*, 2012, 1-9.

Lebel, G., Busque, D., Therrien, M., Walsh, P., Paradis, J., Brault, M.-P., & Canuel, M. (2012). Bilan de la qualité de L'air au Québec en lien avec la santé, 1975-2009. Institut national de santé publique du Québec.

Legris, C. (2006). Guide règlementaire sur l'éclairage extérieur - Projet contre la pollution lumineuse. ASTROLab du Lac-Mégantic.

Lessard, G., & Boulfroy, E. (2008). Les rôles de l'arbre en ville. Centre collégial de transfert de technologie en foresterie de Sainte-Foy.

Litman, T. (2016). Evaluating public transportation health benefits. Victoria Transport Policy Institute.

Liu, G. C., Wilson, J. S., Qi, R., & Ying, J. (2007). Green Neighborhoods, Food Retail and Childhood Overweight: Differences by Population Density. *American Journal of Health Promotion*, 21(4_suppl), 317-325.

Long, N., & Tonini, B. (2012). Les espaces verts urbains: étude exploratoire des pratiques et du ressenti des usagers. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 12(2), 119.

Lusk, A. C., Furth, P. G., Morency, P., Miranda-Moreno, L. F., Willett, W. C., & Dennerlein, J. T. (2011). Risk of injury for bicycling on cycle tracks versus in the street. *Injury Prevention*, 17(2), 131-135. <https://doi.org/10.1136/ip.2010.028696>

Maas, J., Verheij, R. A., Vries, S. de, Spreeuwenberg, P., Schellevis, F. G., & Groenewegen, P. P. (2009). Morbidity is related to a green living environment. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 63(12), 967-973.

Mackenbach, J. D., Rutter, H., Compernelle, S., Glonti, K., Oppert,

J.-M., Charreire, H., ... Lakerveld, J. (2014). Obesogenic environments: a systematic review of the association between the physical environment and adult weight status, the SPOTLIGHT project. *BMC Public Health*, 14(1), 233.

MacNeill, M., Dobbin, N., St-Jean, M., Wallace, L., Marro, L., Shin, T., ... Wheeler, A. J. (s. d.). Can changing the timing of outdoor air intake reduce indoor concentrations of traffic-related pollutants in schools? *Indoor Air*, 26(5), 687-701. <https://doi.org/10.1111/ina.12252>

Managh, K., & El-Geneidy, A. (2011). Validating walkability indices: How do different households respond to the walkability of their neighborhood? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 16(4), 309-315. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2011.01.009>

Marques, S., & Lima, M. L. (2011). Living in grey areas: Industrial activity and psychological health. *Journal of Environmental Psychology*, 31(4), 314-322.

Martens, K. (2007). Promoting bike-and-ride: The Dutch experience. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(4), 326-338. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2006.09.010>

Martin, E., Shaheen, S., & Lidicker, J. (2010). Impact of Carsharing on Household Vehicle Holdings. *Journal of the Transportation Research Board*, 2143, 150-158. <https://doi.org/10.3141/2143-19>

McConnell, R., Islam, T., Shankardass, K., Jerrett, M., Lurmann, F., Gilliland, F., ... Berhane, K. (2010). Childhood Incident Asthma and Traffic-Related Air Pollution at Home and School. *Environmental Health Perspectives*, 118(7), 1021-1026. <https://doi.org/10.1289/ehp.0901232>

McCormack, G. R., Giles-Corti, B., & Bulsara, M. (2008). The relationship between destination proximity, destination mix and physical activity behaviors. *Preventive Medicine*, 46(1), 33

40. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.01.013>

Melis, G., Gelormino, E., Marra, G., Ferracin, E., & Costa, G. (2015). The Effects of the Urban Built Environment on Mental Health: A Cohort Study in a Large Northern Italian City. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(11), 14898-14915. <https://doi.org/10.3390/ijerph12114898>

Mercille, G., Richard, L., Gauvin, L., Kestens, Y., Shatenstein, B., Daniel, M., & Payette, H. (2012). Associations between residential food environment and dietary patterns in urban-dwelling older adults: results from the VoisiNuAge study. *Public Health Nutrition*, 15(11), 2026-2039.

Millard-Ball, A., Weinberger, R. R., & Hampshire, R. C. (2014). Is the curb 80% full or 20% empty? Assessing the impacts of San Francisco's parking pricing experiment. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 63, 76-92. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.02.016>

Ministère de la Santé et des Services sociaux. (2015). Programme national de santé publique 2015-2025. Gouvernement du Québec.

Ministère de la Santé et des Services sociaux. (2016). Politique gouvernementale de prévention en santé. Gouvernement du Québec.

Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur du Québec. (2017). Indices de défavorisation des écoles publiques, 2016-2017 - Écoles primaires et secondaires. Gouvernement du Québec.

Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports. (2018). Atlas des transports : Débits de circulation. Consulté le 4 octobre 2017, à l'adresse http://transports.atlas.gouv.qc.ca/NavFlash/SWFNavFlash.asp?input=SWFDebitCirculation_2012

Ministère des Transports du Québec. (1998). Politique sur le bruit routier. Gouvernement du Québec. Mohamed, M. G., Saunier, N., Miranda-Moreno, L. F., & Ukkusuri, S. V. (2013). A clustering regression approach: A comprehensive injury severity analysis of pedestrian–vehicle crashes in New York, US and Montreal, Canada. <i>Safety Science</i>, 54, 27–37. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2012.11.001 Morency, P., Archambault, J., Cloutier, M.-S., Tremblay, M., & Plante, C. (2015). Major urban road characteristics and injured pedestrians: A representative survey of intersections in Montréal, Quebec. <i>Canadian Journal of Public Health/Revue Canadienne de Santé Publique</i>, 106(6), e388–e394. Nelson, J. P. (2008). Hedonic property value studies of transportation noise: aircraft and road traffic. Dans <i>Hedonic methods in housing markets</i> (p. 57–82). Springer. Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Bodine, A., & Greenfield, E. (2014). Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. <i>Environmental Pollution</i>, 193, 119–129. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.028 Oja, P., Titze, S., Bauman, A., de Geus, B., Krenn, P., Reger-Nash, B., & Kohlberger, T. (2011). Health benefits of cycling: a systematic review. <i>Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports</i>, 21(4), 496–509. Okokon, E. O., Turunen, A. W., Ung-Lanki, S., Vartiainen, A.-K., Tiittanen, P., & Lanki, T. (2015). Road-Traffic Noise: Annoyance, Risk Perception, and Noise Sensitivity in the Finnish Adult Population. <i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i>, 12(6), 5712–5734. Organisation mondiale de la Santé. (2010). Recommandations mondiales sur l’activité physique pour la santé. Organisation mondiale de la Santé.	Organisation mondiale de la Santé. (2018). Qualité de l'air ambiant et santé. Consulté le 9 juin 2018, à l'adresse http://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health Painter, K. (1996). The influence of street lighting improvements on crime, fear and pedestrian street use, after dark. <i>Landscape and Urban Planning</i>, 35(2), 193–201. https://doi.org/10.1016/0169-2046(96)00311-8 Paquet, C., Coffee, N. T., Haren, M. T., Howard, N. J., Adams, R. J., Taylor, A. W., & Daniel, M. (2014). Food environment, walkability, and public open spaces are associated with incident development of cardio-metabolic risk factors in a biomedical cohort. <i>Health & Place</i>, 28, 173–176. https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2014.05.001 Paquin, S., & Marchand, J.-R. (2004). Guide des formatrices et formateurs - Pour un environnement urbain sécuritaire. Comité d'action femmes et sécurité urbaine. Passchier-Vermeer, W., & Passchier, W. F. (2000). Noise exposure and public health. <i>Environmental Health Perspectives</i>, 108(Suppl 1), 123–131. Pène, P., & Masse, R. (2009). Air extérieur, air intérieur et santé (Vol. 193). Académie nationale de médecine. Peng, C.-Y., Hsiao, S.-L., Lan, C.-H., & Huang, Y.-L. (2013). Application of passive sampling on assessment of concentration distribution and health risk of volatile organic compounds at a high-tech science park. <i>Environmental Monitoring and Assessment</i>, 185(1), 181–196. https://doi.org/10.1007/s10661-012-2542-z Petritsch, T., Landis, B., McLeod, P., Huang, H., Challa, S., & Guttenplan, M. (2005). Part 2: Pedestrians: Level-of-Service	Model for Pedestrians at Signalized Intersections. <i>Journal of the Transportation Research Board</i>, 1939, 53–62. https://doi.org/10.3141/1939-07 Pierrette, M., Marquis-Favre, C., Morel, J., Rioux, L., Vallet, M., Viollon, S., & Moch, A. (2012). Noise annoyance from industrial and road traffic combined noises: A survey and a total annoyance model comparison. <i>Journal of Environmental Psychology</i>, 32(2), 178–186. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2012.01.006 Plein air à la carte. (2018). Les Marcheurs des Bois - Tracé GPS. Consulté le 9 juin 2018, à l'adresse http://www.pleinairalacarte.com/gps/trace-randonnee-pedestre/13693/les-marcheurs-des-bois/ Pollack, K. M., Bailey, M. M., Gielen, A. C., Wolf, S., Auld, M. E., Sleet, D. A., & Lee, K. K. (2014). Building safety into active living initiatives. <i>Preventive Medicine</i>, 69, S102–S105. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.08.010 Poupard, O., Blondeau, P., Iordache, V., & Allard, F. (2005). Statistical analysis of parameters influencing the relationship between outdoor and indoor air quality in schools. <i>Atmospheric Environment</i>, 39(11), 2071–2080. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2004.12.016 Powell, L. M., Auld, M. C., Chaloupka, F. J., O'Malley, P. M., & Johnston, L. D. (2007). Associations Between Access to Food Stores and Adolescent Body Mass Index. <i>American Journal of Preventive Medicine</i>, 33(4), S301–S307. https://doi.org/10.1016/j.amepre.2007.07.007 Power, M. C., Weisskopf, M. G., Alexeeff, S. E., Coull, B. A., Spiro, A., & Schwartz, J. (2011). Traffic-Related Air Pollution and Cognitive Function in a Cohort of Older Men. <i>Environmental Health Perspectives</i>, 119(5), 682–687. https://doi.org/10.1289/ehp.1002767 Pulugurtha, S. S., & Sambhara, V. R. (2011). Pedestrian crash
---	---	--

Pulugurtha, S. S., & Sambhara, V. R. (2011). Pedestrian crash estimation models for signalized intersections. <i>Accident Analysis & Prevention</i>, 43(1), 439 446. https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.09.014 Recio, A., Linares, C., Banegas, J. R., & Díaz, J. (2016). Road traffic noise effects on cardiovascular, respiratory, and metabolic health: An integrative model of biological mechanisms. <i>Environmental Research</i>, 146, 359 370. https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.12.036 Reiter, R. J., Tan, D. X., Erren, T. C., Fuentes-Broto, L., & Paredes, S. D. (2009). Light-Mediated Perturbations of Circadian Timing and Cancer Risk: A Mechanistic Analysis. <i>Integrative Cancer Therapies</i>, 8(4), 354 360. https://doi.org/10.1177/1534735409352026 Retting, R. A., Ferguson, S. A., & McCartt, A. T. (2003). A Review of Evidence-Based Traffic Engineering Measures Designed to Reduce Pedestrian–Motor Vehicle Crashes. <i>American Journal of Public Health</i>, 93(9), 1456 1463. https://doi.org/10.2105/AJPH.93.9.1456 Reynolds, C. C., Harris, M. A., Teschke, K., Cripton, P. A., & Winters, M. (2009). The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature. <i>Environmental Health</i>, 8, 47. https://doi.org/10.1186/1476-069X-8-47 Richards, D. C. (2010). Relationship between speed and risk of fatal injury: pedestrians and car occupants. Department for Transport: London. Consulté le à l'adresse https://trid.trb.org/view/1151129 Robinson, D. L. (2005). Safety in numbers in Australia: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. <i>Health Promotion Journal of Australia</i>, 16(1), 47 51. https://doi.org/10.1071/he05047	Rosén, E., & Sander, U. (2009). Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed. <i>Accident Analysis & Prevention</i>, 41(3), 536 542. https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.02.002 Rowe, D. B. (2011). Green roofs as a means of pollution abatement. <i>Environmental Pollution</i>, 159(8), 2100 2110. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.10.029 Ryan, P. H., LeMasters, G., Biagini, J., Bernstein, D., Grinshpun, S. A., Shukla, R., ... Lockey, J. (2005). Is it traffic type, volume, or distance? Wheezing in infants living near truck and bus traffic. <i>Journal of Allergy and Clinical Immunology</i>, 116(2), 279 284. Ryan, S., & Frank, L. (2009). Pedestrian Environments and Transit Ridership. <i>Journal of Public Transportation</i>, 12(1), 39 57. https://doi.org/10.5038/2375-0901.12.1.3 Santamouris, M. (2014). Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. <i>Solar Energy</i>, 103, 682 703. https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003 Santé Canada. (2012). Le smog et votre santé. Consulté le 9 juin 2018, à l'adresse https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/qualite-air/smog-et-votre-sante.html Santé Canada. (2016, mars 23). Les effets de la pollution de l'air sur la santé [éducation et sensibilisation]. Consulté le 9 juin 2018, à l'adresse https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/qualite-air/effets-pollution-air-interieur-sante.html Santé Canada. (2017). Stratégie ministérielle de développement durable de 2017-2018. Santé Canada. Sarkar, C., Webster, C., & Gallacher, J. (2018). Neighbourhood walkability and incidence of hypertension: Findings from the	study of 429,334 UK Biobank participants. <i>International Journal of Hygiene and Environmental Health</i>. https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.01.009 Schepers, J. P., Kroeze, P. A., Sweers, W., & Wüst, J. C. (2011). Road factors and bicycle–motor vehicle crashes at unsignalized priority intersections. <i>Accident Analysis & Prevention</i>, 43(3), 853 861. https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.11.005 Schneider, R., Diogenes, M., Arnold, L., Attaset, V., Griswold, J., & Ragland, D. (2010). Association Between Roadway Intersection Characteristics and Pedestrian Crash Risk in Alameda County, California. <i>Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board</i>, 2198, 41 51. https://doi.org/10.3141/2198-06 Seto, E. Y. W., Holt, A., Rivard, T., & Bhatia, R. (2007). Spatial distribution of traffic induced noise exposures in a US city: an analytic tool for assessing the health impacts of urban planning decisions. <i>International journal of health geographics</i>, 6(1), 24. Shashua-Bar, L., & Hoffman, M. E. (2000). Vegetation as a climatic component in the design of an urban street: An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees. <i>Energy and Buildings</i>, 31(3), 221 235. https://doi.org/10.1016/S0378-7788(99)00018-3 Shepherd, D., Welch, D., Dirks, K. N., & Mathews, R. (2010). Exploring the Relationship between Noise Sensitivity, Annoyance and Health-Related Quality of Life in a Sample of Adults Exposed to Environmental Noise. <i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i>, 7(10), 3579 3594. https://doi.org/10.3390/ijerph7103580 Spence, J. C., Cutumisu, N., Edwards, J., Raine, K. D., & Smoyer-Tomic, K. (2009). Relation between local food environments and obesity among adults. <i>BMC Public Health</i>, 9, 192. https://doi.org/10.1186/1471-2458-9-192
---	---	--

Stanton, N. A., & Salmon, P. M. (2009). Human error taxonomies applied to driving: A generic driver error taxonomy and its implications for intelligent transport systems. *Safety Science*, 47(2), 227-237. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2008.03.006>

Steptoe, A., Wardle, J., & Marmot, M. (2005). Positive affect and health-related neuroendocrine, cardiovascular, and inflammatory processes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(18), 6508-6512. <https://doi.org/10.1073/pnas.0409174102>

Stevens, R. G. (2009). Light-at-night, circadian disruption and breast cancer: assessment of existing evidence. *International Journal of Epidemiology*, 38(4), 963-970. <https://doi.org/10.1093/ije/dyp178>

Stoker, P., Garfinkel-Castro, A., Khayesi, M., Odero, W., Mwangi, M. N., Peden, M., & Ewing, R. (2015). Pedestrian Safety and the Built Environment: A Review of the Risk Factors. *Journal of Planning Literature*, 30(4), 377-392. <https://doi.org/10.1177/0885412215595438>

Stout, T. B., Pawlovich, M. D., Souleyrette, R. R., & Carriquiry, A. (2006). Safety impacts of "road diets" in Iowa. *ITE Journal*, 76(12), 24.

Sunyer, J., Esnaola, M., Alvarez-Pedrerol, M., Forns, J., Rivas, I., López-Vicente, M., ... Querol, X. (2015). Association between Traffic-Related Air Pollution in Schools and Cognitive Development in Primary School Children: A Prospective Cohort Study. *PLOS Medicine*, 12(3), e1001792. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001792>

Tallis, M., Taylor, G., Sinnett, D., & Freer-Smith, P. (2011). Estimating the removal of atmospheric particulate pollution by the urban tree canopy of London, under current and future environments. *Landscape and Urban Planning*, 103(2), 129-138. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.07.003>

Teal, R. F. (1987). Carpooling: Who, how and why. *Transportation Research Part A: General*, 21(3), 203-214. [https://doi.org/10.1016/0191-2607\(87\)90014-8](https://doi.org/10.1016/0191-2607(87)90014-8)

Teschke, K., Chinn, A., & Brauer, M. (2017). Proximity to four bikeway types and neighborhood-level cycling mode share of male and female commuters. *Journal of Transport and Land Use*, 10(1), 695-713.

Tétreault, L.-F., Doucet, M., Gamache, P., Fournier, M., Brand, A., Kosatsky, T., & Smargiassi, A. (2016). Childhood Exposure to Ambient Air Pollutants and the Onset of Asthma: An Administrative Cohort Study in Québec. *Environmental Health Perspectives*, 124(8), 1276-1282.

Thomas, L. (2013). Road Diet Conversions: A Synthesis of Safety Research. Pedestrian and Bicycle Information Center, 17 pages.

Tian Bo, Liu Ying, Niu Kaimin, Li Sili, Xie Jinde, & Li Xinjun. (2014). Reduction of Tire-Pavement Noise by Porous Concrete Pavement. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 26(2), 233-239. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0000809](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000809)

Tilahun, N. Y., Levinson, D. M., & Krizek, K. J. (2007). Trails, lanes, or traffic: Valuing bicycle facilities with an adaptive stated preference survey. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(4), 287-301. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2006.09.007>

To, T., Zhu, J., Larsen, K., Simatovic, J., Feldman, L., Ryckman, K., ... Carlsten, C. (2016). Progression from Asthma to Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Is Air Pollution a Risk Factor? *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 194(4), 429-438. <https://doi.org/10.1164/rccm.201510-1932OC>

Tobías, A., Recio, A., Díaz, J., & Linares, C. (2015). Noise levels and cardiovascular mortality: a case-crossover analysis. *European Journal of Preventive Cardiology*, 22(4), 496-502. <https://doi.org/10.1177/2047487314528108>

Tong, Z., Baldauf, R. W., Isakov, V., Deshmukh, P., & Max Zhang, K. (2016). Roadside vegetation barrier designs to mitigate near-road air pollution impacts. *Science of The Total Environment*, 541, 920-927.

Twiss, J., Dickinson, J., Duma, S., Kleinman, T., Paulsen, H., & Rilveria, L. (2003). Community gardens: Lessons learned from California healthy cities and communities. *American Journal of Public Health*, 93(9), 1435-1438.

Ukkusuri, S., Miranda-Moreno, L. F., Ramadurai, G., & Isa-Tavarez, J. (2012). The role of built environment on pedestrian crash frequency. *Safety Science*, 50(4), 1141-1151. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.09.012>

U.S. Environmental Protection Agency. (2014). A Guide to Air Quality and Your Health. U.S. Environmental Protection Agency.

Valois, P., Talbot, D., Renaud, J.-S., Caron, M., & Bouchard, D. (2018). Déterminants de l'adaptation à la chaleur l'été chez les personnes âgées (Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques). Québec: Université Laval.

Van Cauwenberg, J., Van Holle, V., De Bourdeaudhuij, I., Van Dyck, D., & Deforche, B. (2016). Neighborhood walkability and health outcomes among older adults: The mediating role of physical activity. *Health & Place*, 37, 16-25.

van Kempen, E., & Babisch, W. (2012). The quantitative relationship between road traffic noise and hypertension: a meta-analysis. *Journal of Hypertension*, 30(6), 1075. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e328352ac54>

Van Renterghem, T., & Botteldooren, D. (2012). On the choice between walls and berms for road traffic noise shielding including wind effects. *Landscape and Urban Planning*, 105(3), 199-210. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.12.017>

Van Vliet, P., Knape, M., de Hartog, J., Janssen, N., Harssema, H., & Brunekreef, B. (1997). Motor Vehicle Exhaust and Chronic Respiratory Symptoms in Children Living near Freeways. *Environmental Research*, 74(2), 122-132. <https://doi.org/10.1006/enrs.1997.3757>

Velarde, M. D., Fry, G., & Tveit, M. (2007). Health effects of viewing landscapes – Landscape types in environmental psychology. *Urban Forestry & Urban Greening*, 6(4), 199-212. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2007.07.001>

Vélo Québec. (2018). Aménager un stationnement pour vélos. Consulté le 9 juin 2018, à l'adresse <https://velosympathique.velo.qc.ca/ressources/stationnement-pour-velos/>

Villanueva, K., Badland, H., Hooper, P., Koohsari, M. J., Mavoa, S., Davern, M., ... Giles-Corti, B. (2015). Developing indicators of public open space to promote health and wellbeing in communities. *Applied Geography*, 57, 112-119. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.12.003>

Ville de Québec. (2018). Données ouvertes - Catalogue de données. Consulté le 6 septembre 2017, à l'adresse <http://donnees.ville.quebec.qc.ca/catalogue.aspx>

Vor, F. de, & Groot, H. L. F. de. (2011). The Impact of Industrial Sites on Residential Property Values: A Hedonic Pricing Analysis from the Netherlands. *Regional Studies*, 45(5), 609-623. <https://doi.org/10.1080/00343401003601925>

Wang, Y., Bakker, F., de Groot, R., & Wörtche, H. (2014). Effect of ecosystem services provided by urban green infrastructure on indoor environment: A literature review. *Building and Environment*, 77, 88-100. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.03.021>

Weinberger, R., Seaman, M., Johnson, C., & Kaehny, J. (2008).

Guaranteed parking–Guaranteed driving. New York: Transportation Alternatives.

World Health Organization. (2006). Air quality guidelines: global update 2005. World Health Organization.

World Health Organization. (2012). Burden of disease from Household Air Pollution for 2012. World Health Organization.

World Health Organization Regional Office for Europe. (2011). Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe. World Health Organization.

Yang, H. S., Kang, J., & Choi, M. S. (2012). Acoustic effects of green roof systems on a low-profiled structure at street level. *Building and Environment*, 50, 44-55. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.10.004>

Zhang, K., & Batterman, S. (2013). Air pollution and health risks due to vehicle traffic. *Science of The Total Environment*, 450-451, 307-316. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.01.074>

Annexe A : Ce que la réglementation municipale propose

Sources : RÈGLEMENTS R.C.A.6V.Q. 230 et R.C.A.6V.Q. 231, Ville de Québec, 2018

Un pourcentage d'aire verte minimale est de 20 % dans les projets de constructions. L'ajout de nouveaux espaces publics dans les zones commerciales.

L'ajout de rues conviviales vertes afin d'encourager le transport actif. Un espace de conservation naturel.

Façade 20% vitrée dans l'une des zones.

Un mur écran doit être aménagé autour d'une aire de chargement ou de déchargement. Ce mur doit être construit avec les mêmes matériaux de revêtement que ceux utilisés pour le bâtiment principal. Il peut également être constitué d'une rangée d'arbres à feuillage persistant, lesquels ont une hauteur minimale de 1,5 mètre à la plantation et sont distancés les uns des autres d'au plus cinq mètres calculés à partir du centre de chaque arbre.

Des zones tampon d'une profondeur minimale de 30 mètres doit être aménagée sur plusieurs lots entre l'autoroute et le site, puis entre le site et le secteur résidentiel. Elle est recouverte sur toute sa superficie d'un mélange d'arbres à feuillage persistant et d'arbres feuillus.

Un promoteur devra respecter un Plan d'implantation et d'intégration architecturale qui prévoit de :

- Privilégier le rapprochement d'un bâtiment principal vers la rue ;
 - D'intégrer des ouvertures à des emplacements qui offrent des vues sur les espaces qui ont fait l'objet d'aménagements paysagers, les espaces conservés à leur état naturel ou les aires d'agrément ;
 - Favoriser la protection de l'état naturel du site, de ses caractéristiques naturelles et de la végétation existante, plus particulièrement les massifs d'arbres et les arbustes matures et en santé ;
 - Éviter la formation d'espaces résiduels peu accessibles ou utilisables ;
 - Utiliser des matériaux qui ont un faible impact environnemental ;
 - Contribuer à réduire les effets des îlots de chaleur urbains ;
- Favoriser le respect de principes de développement durable ;
- De privilégier des surfaces vitrées pour certaines portions d'un rez-de-chaussée situées à proximité de passages piétonniers de façon à créer une animation visible de l'extérieur du bâtiment ;
 - Des toitures qui favorisent l'intégration de technologies écoénergétiques afin que la chaleur solaire soit réfléchi et/ou l'aménagement, partiel ou complet, de toitures vertes ou ayant un indice de réflectance élevé ;

Prohiber les matériaux suivants :

- o Enduit : stuc ou agrégat exposé
- o Clin de bois
- o Clin de fibre de bois
- o Vinyle

Lorsque le lot est adjacent à une zone où des usages résidentiels ou publics sont exercés il devra :

- Localiser le quai de chargement et de déchargement du côté du bâtiment le moins exposé à cette zone de manière à minimiser l'exposition au bruit et son impact visuel par rapport au voisinage et à la rue ;
- Harmoniser les matériaux et les caractéristiques d'une clôture ou d'un muret avec ceux du bâtiment principal et ceux des bâtiments accessoires et les intégrer à l'aménagement paysager ;
- Intégrer des aires d'agrément destinées à la détente composées d'arbres, d'arbustes ou d'autres plantes indigènes, durables et compatibles avec le milieu naturel ou l'intégration de treillis ou d'autres structures sur lesquelles des plantes peuvent grimper et qui procurent de l'ombrage aux usagers ;

- Faire en sorte, dans le cas d'un projet d'ensemble, la répartition des espaces verts sur l'ensemble du terrain afin d'éviter que ceux-ci ne soient confinés à une seule partie du terrain;
- Favoriser le développement d'un réseau d'espaces verts et naturels par les mesures suivantes :
 - a) prévoir des accès aux espaces verts et naturels préservés sur le terrain;
 - b) prévoir des liens piétonniers entre les espaces verts et naturels du terrain et les aménagements publics;
- Prévoir, afin d'assurer l'efficacité énergétique du bâtiment :
 - a) la plantation, autour du bâtiment principal, d'arbres qui doivent avoir, au moment de leur plantation, un diamètre minimal de 45 millimètres mesuré à un mètre au-dessus du niveau du sol;
 - b) la plantation, du côté sud du bâtiment principal, d'arbres à feuilles caduques et, le cas échéant, leur conservation;
- Favoriser l'utilisation de matériaux de revêtement de sol perméables dans les aires d'agrément afin de permettre une gestion écologique des eaux de pluie, de limiter le ruissellement de l'eau à la surface et de favoriser la réduction des effets des îlots de chaleur;
- Favoriser l'accessibilité universelle aux aménagements paysagers;
- Prévoir l'espace nécessaire pour l'entreposage de la neige de manière à ce que celle-ci ne soit pas entreposée dans les espaces naturels ou le cas échéant, qu'elle ne les perturbe.

Les plans des projets d'ensemble et de construction devront :

- Prévoir un aménagement des aires de stationnement et des voies de circulation qui minimise les impacts sonores sur le voisinage et qui contribue à diminuer la formation des îlots de chaleur urbains et des gaz à effet de serre ;
- Favoriser l'infiltration des eaux de pluies dans le sol, notamment par l'utilisation de matériaux de revêtement de sol perméables, tels que l'asphalte poreux, le béton poreux, les pavés en béton et les systèmes alvéolaires, par l'aménagement de fossés ou de baissières engazonnés ou comportant des végétaux ou par l'aménagement de tranchées, de jardins de pluie ou de zones de biorétention ;
- Prévoir la végétalisation d'une aire de stationnement et de ses abords par l'aménagement d'îlots de végétation, la conservation des espaces naturels existants et la plantation de végétaux et d'arbres à grand déploiement qui permettent le morcellement des surfaces minérales ainsi que la création d'ombrage ;
- Prévoir la plantation d'arbres entre une aire de stationnement et une rue.
- Prévoir un réseau de circulation piétonnière et cyclable convivial qui comporte des liens avec les espaces publics environnants ;
- Assurer que le bâtiment principal, les constructions accessoires et les aires d'agrément d'un même site soient reliés entre eux par un réseau de circulation piétonnière et cyclable ;
- Prévoir l'aménagement de liens piétonniers :
 - a) ouverts toute l'année;
 - b) suffisamment larges pour assurer la sécurité et le confort des usagers;
 - c) bordés d'arbres.
- Favoriser l'utilisation du réseau de circulation piétonnière et cyclable par des aménagements conviviaux et adaptés aux besoins des usagers.
- Identifier et réserver des axes de drainage des eaux pluviales vers les milieux humides;
- Favoriser l'assainissement des eaux pluviales rejetées vers les milieux humides en prévoyant notamment des aménagements qui contribuent à réduire les matières en suspension.