

Bonjour,

Je vous transmets ici deux annexes à mon mémoire intitulé *Une colère radieuse*.

Lors de l'audition du 12 novembre, j'ai mentionné aux commissaires le guide *Enjeux et défis de la prise en charge du bruit ferroviaire en aménagement et en urbanisme : un guide d'orientation*, produit par des chercheurs de l'Université de Montréal, de l'Université Laval et du Groupe de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal Métropolitain.

Au cours de la discussion avec les commissaires, j'ai cité deux passages, tirés des pages 40 et 41 du guide. Je les transcris ici, mais je joins aussi le guide lui-même à ce document, à titre d'annexe à mon mémoire, dans la perspective d'appuyer mon argument selon lequel les documents produits par la firme Soft db pour prouver que les opérations de Ray-Mont ne seront pas dérangeantes ne sont pas suffisants puisqu'ils ne prennent pas en considération les autres facteurs psychosociologiques pourtant essentiels à la définition du bruit environnemental.

Merci,
Estelle Grandbois-Bernard

Extraits cités du guide lors de mon audition :

« [...] la mesure des différents paramètres acoustiques du bruit ne permet pas, à elle seule, de dresser un portrait complet d'une situation d'exposition. Différentes analyses sont nécessaires pour apprécier et évaluer une situation d'exposition au bruit pour ensuite réfléchir à une stratégie de mitigation. Une analyse complète doit considérer à la fois la perception des personnes qui sont exposées à ce bruit de même que le contexte à savoir quelles sont les activités quotidiennes impliquées (repos, loisirs, repas, sommeil) et l'environnement bâti dans lequel elles se déroulent » (p. 40).

« Il est important de comprendre que le dérangement d'une population n'est pas seulement relié aux paramètres acoustiques du bruit (niveaux, nature, etc.) ; il est aussi intimement relié à un ensemble de facteurs psychosocio- logiques tels que le degré de contrôle qu'a la personne exposée sur le bruit, la possibilité d'y échapper, la crainte de dévaluation de sa propriété, la nécessité perçue de ce bruit (par exemple : utile au travail, nécessaire à la vitalité économique de la communauté), la perception de perte de contrôle sur les décisions affectant la qualité de vie, la confiance envers les décideurs

et la perception du bruit comme une menace à la santé (King & Davis, 2003). En fait, les mesures en dBA sont de faibles « prédictors » du dérangement lié à une source de bruit spécifique. Ces mesures n'expliquent rarement plus de 25 % du dérangement exprimé par une population exposée au bruit. Par contre, les facteurs psychosociologiques expliquent près de 70 % de ce dérangement, d'où l'importance de les évaluer » (p. 41).

ENJEUX ET DÉFIS

de la prise en charge du bruit ferroviaire
en aménagement et en urbanisme :
un guide d'orientation



Université 
de Montréal

 UNIVERSITÉ
LAVAL


Centre de recherche
interdisciplinaire
en réadaptation
du Montréal métropolitain

Rédaction

Direction

Tony Leroux^{1,4}, Ph. D., professeur titulaire, chercheur
Johanne Brochu², Ph. D., urbaniste, professeure titulaire

Auteurs

Annelies Bockstael³, Ph. D., professeure
Jean-Pierre Gagné¹, Ph. D., professeur émérite
Adriana Lacerda¹, Ph. D., professeure agrégée
Amaury Sainjon², M.ATDR, candidat au titre d'urbaniste

Coordination de la recherche

Équipe Université de Montréal et Ghent University:
Martine Gendron¹, M. Sc. A.
Équipe Université Laval:
Amaury Sainjon², M.ATDR, candidat au titre d'urbaniste

Auxiliaires de recherche

Université de Montréal:
Sébastien Brûlé, Karim Mejri, Sophie Moreau,
Marianne T.-Plamondon et William Soucy
Université Laval:
Ludovic Bouliane, Coralie Carbonneau,
Tanios El Hayek, Marie-Ève Lacroix et Amaury Sainjon

Révision et graphisme

Martine Gendron¹, réviseuse et correctrice
Isabelle Pelletier, designer graphique, Dual conception

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

ACFC: Association des chemins de fer du Canada
CPCS: Canadian Pacific Consulting Services
CM: Communauté métropolitaine
FCM: Fédération canadienne des municipalités
GEIBE: Groupe d'experts interministériel sur le bruit environnemental
INSPQ: Institut national de santé publique du Québec
LAU: Loi sur l'aménagement et l'urbanisme
LQE: Loi sur la qualité de l'environnement
MAMH: Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation
MELCC: Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (nom usuel)
MELCCFP: Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
MERN: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
MRC: Municipalité régionale de comté
MSSS: Ministère de la Santé et des Services sociaux
MTMD: Ministère des Transports et de la Mobilité durable
MTQ: Ministère des Transports du Québec (nom usuel)
OGAT: Orientation gouvernementale en matière d'aménagement du territoire
OMS: Organisation mondiale de la santé
PAE: Plan d'aménagement d'ensemble
PGPS: Politique gouvernementale de prévention en santé publique
PIIA: Plans d'implantation et d'intégration architecturale
PMAD: Plan métropolitain d'aménagement et de développement
PPCMOI: Projet particulier de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble
PPU: Programme particulier d'urbanisme
PU: Plan d'urbanisme
REM: Réseau express métropolitain
SAD: Schéma d'aménagement et de développement
WHO: World Health Organization

1. École d'orthophonie et d'audiologie, Faculté de médecine, Université de Montréal
2. École supérieure d'aménagement du territoire et de développement régional, Université Laval
3. Department of Information technology, Faculty of Engineering and Architecture, Ghent University
4. Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain (CRIR)

ENJEUX ET DÉFIS

de la prise en charge du bruit ferroviaire
en aménagement et en urbanisme :
un guide d'orientation

Remerciements

Plusieurs personnes ont contribué, à différents titres, à la conception de ce guide. Nous remercions plus particulièrement les participantes et les participants à l'enquête socioacoustique réalisée sur les territoires de Montréal, Québec, Repentigny, Saint-Lambert et Saint-Jean-sur-Richelieu.

Membres du Groupe d'experts interministériel en bruit environnemental

Lena Bolduc, Conseillère en aménagement du territoire et urbanisme, Direction des mandats stratégiques, Direction générale de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire, Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation

Mathieu Carrier, Urbaniste, Coordonnateur, Direction de la planification de la mobilité métropolitaine, Ministère des Transports et de la Mobilité durable

Mathieu Chabot-Morel, Urbaniste, Direction de l'environnement, Direction générale de la gestion des projets routiers et de l'encadrement en exploitation, Ministère des Transports et de la Mobilité durable

Michel Ducharme, Ingénieur, Direction de la qualité de l'atmosphère, Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Mathieu Gauthier, Conseiller scientifique et chargé de projet, Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie, Institut national de santé publique

Sophie Goudreau, Agente de planification, programmation et recherche, Secteur environnements urbains et santé, Direction de santé publique, CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal

Nicolas Grondin, Conseiller en environnement, Direction des affaires environnementales et du développement durable, Direction générale de la planification et de la performance organisationnelle, Ministère des Ressources naturelles et des Forêts

Geneviève Hamelin, Toxicologue, Agente de planification, programmation et recherche, Coordination, équipe Prévention et contrôle des risques environnementaux, Service Santé environnementale et parcours de vie en milieux urbains, Secteur Environnements urbains et santé des populations, Direction régionale de santé publique du CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal

Bernard Hétu, Ingénieur, Direction de l'environnement, Direction générale de la gestion des projets routiers et de l'encadrement en exploitation, Ministère des Transports et de la Mobilité durable

Julien Hotton, Ingénieur, Division du bruit environnemental, Direction de la qualité de l'atmosphère, Direction générale de la coordination scientifique et du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Ministère l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques de la Faune et des Parcs

Louise Lajoie, Médecin spécialiste en santé publique et médecine préventive, Équipe de santé environnementale, Protection en maladies infectieuses et santé environnementale, CISSS de Lanaudière

Richard Martin, Conseiller scientifique, Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie, Institut national de santé publique

Stéphanie Potvin, Conseillère scientifique, Équipe Évaluation environnementale et aménagement du territoire, Territoire, évaluation des impacts et adaptation au climat, Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

Alexandre Prudente, Conseiller en santé environnementale, Direction générale de santé publique, Ministère de la Santé et des Services sociaux

Louis-François Tétreault, Toxicologue, Agent de planification, programmation et recherche, Secteur environnements urbains et santé, Direction de santé publique, CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal

Soutien technique à la réalisation de l'enquête socioacoustique

Jean Bayard, Coprésident et associé, SOM

Miguel Chagnon, M. Sc., P.Stat, Directeur des services de consultation statistique, Université de Montréal

TABLE DES MATIÈRES

Liste des figures	6
Listes des tableaux	7
Introduction	8
1. Définitions et concepts de base	10
1.1 Appréhender, mesurer et apprécier les sons	11
1.2 Les sources de bruit ferroviaire	17
1.3 Des indicateurs pour décrire l'exposition au bruit ferroviaire	22
2. La propagation du bruit dans l'environnement	26
2.1 L'effet de la distance	27
2.2 L'effet des obstacles	29
2.3 L'effet des conditions météorologiques	30
3. Les effets du bruit ferroviaire sur la santé et la qualité de vie	31
3.1 Les effets reconnus du bruit ferroviaire sur la santé et la qualité de vie	34
3.2 Le bruit dérangeant des activités ferroviaires au Québec	34
3.3 Est-ce que l'exposition au bruit ferroviaire entraîne des effets sur la santé au Québec?	37
4. Les études et expertises pour apprécier et évaluer une situation d'exposition au bruit	40
4.1 Les enquêtes socioacoustiques	41
4.2 La morphologie urbaine	43
5. Grands principes de prise en charge du bruit ferroviaire	49
5.1 Intégration du sonore dans l'aménagement du territoire	50
5.2 Vocations, usages et localisation des activités	55
5.3 Qualité de la forme urbaine et design urbain	63
5.4 Infrastructure ferroviaire	75
Épilogue	81
Références bibliographiques et ressources	82
Annexes	88
Annexe A – Facteurs individuels modulant le dérangement dû au bruit environnemental	88
Annexe B – Extrait du chapitre <i>Le bruit dans l'aménagement du territoire au Québec</i> du document Recension de documents d'encadrement du bruit environnemental au Québec, au Canada et à l'international – Synthèse et recommandations par Laplace <i>et al.</i> , 2020	89
Annexe C – Études de cas	100

Liste des figures

Figure 1.1	Propagation des ondes sonores dans l'air.....	11
Figure 1.2	Addition de deux sources sonores identiques.....	15
Figure 1.3	Addition de dix sources sonores identiques.....	15
Figure 1.4	Addition d'une source sonore dix fois plus intense que l'autre.....	15
Figure 1.5	Sources dominantes de bruit ferroviaire en fonction de la vitesse du train.....	17
Figure 1.6	Différentes composantes d'une locomotive électrique (en haut) et diesel (en bas) qui contribuent au bruit.....	18
Figure 1.7	Portion de voie courbe pouvant induire des bruits de freinage et de grincement.....	19
Figure 1.8	Passage à niveau traversant une piste cyclable.....	19
Figure 1.9	Transmission des vibrations produites par le roulement des roues sur le rail, du sol vers un bâtiment situé à proximité de la voie ferrée.....	21
Figure 1.10	Rayonnement acoustique des structures métalliques des ponts.....	22
Figure 1.11	Gare de triage.....	22
Figure 1.12	Évolution dans le temps du niveau de bruit généré par le passage d'un convoi ferroviaire typique et les indicateurs décrivant le bruit.....	24
Figure 1.13	Émergence relative au passage d'un train de marchandises (3 locomotives diesel et 33 wagons) à Saint-Jean-sur-Richelieu, en période de nuit.....	25
Figure 2.1	Voies de propagation du bruit ferroviaire.....	27
Figure 2.2	Diminution du niveau de bruit en fonction de l'éloignement de la source de bruit.....	27
Figure 2.3	Atténuation de différentes fréquences sonores par l'atmosphère.....	28
Figure 2.4	Effets des obstacles sur la propagation du bruit.....	29
Figure 2.5	Effets de la température et du vent sur la propagation sonore dans l'environnement.....	30
Figure 3.1	Synthèse des effets de l'exposition au bruit environnemental sur la santé et la qualité de vie.....	33
Figure 3.2	Niveaux de bruit (carrés bleus) et niveaux d'émergence (triangles rouges) moyennés associés à des passages de convois de marchandises dans cinq municipalités québécoises.....	35
Figure 3.3	Niveaux de bruit (carrés bleus) et niveaux d'émergence (triangles rouges) moyennés associés à des passages de convois de passagers dans cinq municipalités québécoises.....	36
Figure 3.4	Proportion de répondants fortement dérangés par le bruit ferroviaire (tous types confondus) en fonction de la distance à l'infrastructure ferroviaire la plus proche dans cinq municipalités québécoises.....	37
Figure 3.5	Proportion de répondants dont le sommeil est fortement perturbé par le bruit ferroviaire (tous types confondus) en fonction de la distance à l'infrastructure ferroviaire la plus proche dans cinq municipalités québécoises.....	38
Figure 3.6	Proportion de répondants fortement dérangés par les vibrations en fonction de la distance à l'infrastructure ferroviaire la plus proche dans cinq municipalités québécoises.....	39
Figure 4.1	Carte de localisation de Ville Mont-Royal.....	46
Figure 5.1	Actions contre le bruit.....	50
Figure 5.2	Panorama de prise en charge institutionnelle du bruit au Québec.....	51
Figure 5.3	La règle de conformité en aménagement du territoire au Québec.....	52

Figure 5.4	Schéma synthèse des actions préventives pour penser le bruit dès la phase de conception des nouveaux projets d'aménagement	56
Figure 5.5	Le principe de gradation des zones d'usage	57
Figure 5.6	Butte de terre et son aménagement paysager antibruit	58
Figure 5.7	Butte et mur antibruit à l'ouest du secteur Le Gardeur à Repentigny	59
Figure 5.8	Schéma d'implantation du mur antibruit dans le projet du REM à Ville Mont-Royal	59
Figure 5.9	Maquette virtuelle du mur antibruit à Repentigny	60
Figure 5.10	Schéma synthèse des propositions pour réduire les nuisances sonores liées aux transports	60
Figure 5.11	Exemples de murs antibruit soignés	61
Figure 5.12	Exemples de murs-écrans végétaux combinés avec d'autres solutions pour réduire le bruit.....	62
Figure 5.13	Les composantes du tissu urbain.....	63
Figure 5.14	Passage à niveau à St-Albert (Alberta).....	64
Figure 5.15	Projet de recouvrement de la voie ferrée à Ville Mont-Royal.....	65
Figure 5.16	Schéma synthèse des propositions pour réduire les nuisances sonores au moment de la conception...66	
Figure 5.17	Piste cyclable à Le Gardeur (Repentigny).....	66
Figure 5.18	Exemple d'utilisation d'édifices-écrans	68
Figure 5.19	Conditions pour optimiser la disposition des bâtiments.....	69
Figure 5.20	Forme et orientation des bâtiments dans les zones à usages sensibles situées à proximité de voies bruyantes	69
Figure 5.21	Modélisation des niveaux de bruit résultant de la mise en œuvre des aménagements projetés.....	70
Figure 5.22	Schéma synthèse des propositions pour réduire les nuisances sonores au moment de la conception ..	71
Figure 5.23	Exemple de bâtiments autoprotégés.....	71
Figure 5.24	Utilisation de balcons fermés faisant face à un corridor ferroviaire comme mesure de protection contre le bruit.....	72
Figure 5.25	Aménagement des pièces sensibles au bruit loin du bruit ferroviaire dans des habitations à plusieurs unités.....	72
Figure 5.26	Organisation spatiale à l'intérieur des unités apte à protéger du bruit les activités sensibles.....	73
Figure 5.27	Mur végétalisé	74

Liste des tableaux

Tableau 1.1	Perception des différences de force du son chez l'humain.....	16
Tableau 3.1	Sommaire des effets reconnus de l'exposition au bruit ferroviaire sur la santé et la qualité de vie et valeurs seuils émises par l'OMS	34
Tableau 5.1	Lois et outils d'aménagement pouvant être mobilisés dans la prise en charge du bruit ferroviaire	53
Tableau 5.2	Trois mesures pour limiter le bruit ferroviaire à la source	76
Tableau 7.1	Les facteurs individuels de modulation du dérangement	88

INTRODUCTION

La qualité de l'environnement sonore apparaît désormais comme un facteur important de la qualité de vie tant pour les citoyens que pour les experts en santé publique. Cependant, son évaluation et sa prise en charge sont particulièrement complexes, a fortiori dans les stratégies d'aménagement du territoire, et ce, en raison de son caractère dynamique et fluctuant selon le contexte et la nature même du son. Alors que tout son n'est pas bruit, l'environnement sonore – si ce n'est le paysage sonore – suscite des perceptions qui peuvent varier selon celui qui le perçoit et le moment même de cette expérience. Ainsi, certains sons contribuent positivement à la qualité d'un lieu. Le ruissellement de l'eau d'une fontaine ou d'une cascade peut même nous donner la sensation d'être rafraîchis. D'autres sons, en revanche, sont jugés dérangeants et sont perçus comme une nuisance : le bruit incessant d'une autoroute urbaine, les fréquents passages d'avions ou les longs convois ferroviaires peuvent nuire à la qualité de vie transformant ainsi le son en bruit. Le bruit généré par les transports (routier, aérien et ferroviaire) occupe le premier rang des sources sonores considérées dérangeantes au Québec (INSPQ, 2015) et ailleurs dans le monde (WHO, 2011). Il constitue un enjeu majeur de santé publique et influence le jugement des citoyens sur l'attrait d'un quartier ou d'une municipalité. Dès lors, la qualité de l'environnement sonore sollicite de plus en plus les décideurs et professionnels de l'aménagement et de l'urbanisme.

Cela est d'autant plus vrai qu'au cours des prochaines années, le transport ferroviaire connaîtra une augmentation notable de ses activités. La croissance annuelle prévue entre 2010 et 2026 est de 2,1% (CPCS, 2013). Parmi les secteurs en croissance, le transport de produits pétroliers par train au Canada s'est déjà accru d'un peu plus de 19% entre 2016 et 2017 (Gouvernement du Québec, 2019). On anticipe également un accroissement du transport de passagers, que ce soit, par exemple, avec l'implantation du Réseau express métropolitain (REM) dans la grande région de Montréal ou l'amélioration des dessertes prévues par la compagnie VIA Rail (Ministère des Transports du Québec, 2019). Cette intensification des activités ferroviaires entraînera une augmentation prévisible des niveaux sonores exposant les populations

riveraines. Dès lors, une question se pose avec acuité : comment faire face à cette transformation ? Quels sont les moyens et les outils à la disposition des intervenants en aménagement au Québec pour gérer une telle situation ?

Cet ouvrage vise à sensibiliser les divers intervenants quant aux tenants et aboutissants de l'environnement sonore et aux enjeux de sa prise en charge en aménagement. Empruntant la forme d'un guide, il est conçu de sorte à permettre aux intervenants de mieux s'orienter parmi les multiples aspects à prendre en compte pour cerner les problématiques et penser des stratégies d'intervention adaptées à la spécificité des contextes physico spatiaux, administratifs et institutionnels. En effet, l'association de l'environnement sonore et de l'aménagement *sensu lato* amène un niveau de complexité considérable. Alors que l'acoustique renvoie à un phénomène dynamique et fluctuant, l'aménagement pour sa part doit composer avec des objectifs souvent contradictoires. Par exemple, si le transport ferroviaire contribue au développement économique et présente un avantage en ce qui a trait à l'émission de gaz à effet de serre, il peut aussi nuire à la qualité des milieux de vie. De même, la prise en compte de l'environnement sonore dans les projets d'aménagement amène son lot de défis, selon qu'il s'agisse de constructions neuves ou d'interventions sur des milieux déjà construits. Les études de cas présentées en annexe sont éloquentes à cet effet.

Il n'y a pas diagnostics simples, ni de solutions faciles. Cela est d'autant plus vrai que ces deux univers disciplinaires appellent chacun leurs cadres conceptuels et méthodologiques dont la mise en dialogue en est, à toutes fins pratiques, à ses débuts.

Afin d'accompagner les intervenants en aménagement dans la mise à profit de leur expertise et de leur jugement professionnel, ce guide d'orientation présente et discute des bonnes pratiques définies par des organismes reconnus. Ces bonnes pratiques sont regroupées selon des grands thèmes propres à l'élaboration de stratégies d'aménagement, et une attention particulière est portée aux exigences et implications de leur mise en œuvre.

Ainsi la **première partie** du guide (chapitres 1 à 3) présente d'abord certains principes de base en acoustique. Elle aborde les facteurs qui favorisent ou atténuent la propagation du bruit. Les impacts du bruit ferroviaire sur la santé sont par la suite expliqués. Enfin, la notion des valeurs-seuils recommandées pour réduire ses nuisances est traitée. L'utilisation des distances séparatrices y est aussi discutée.

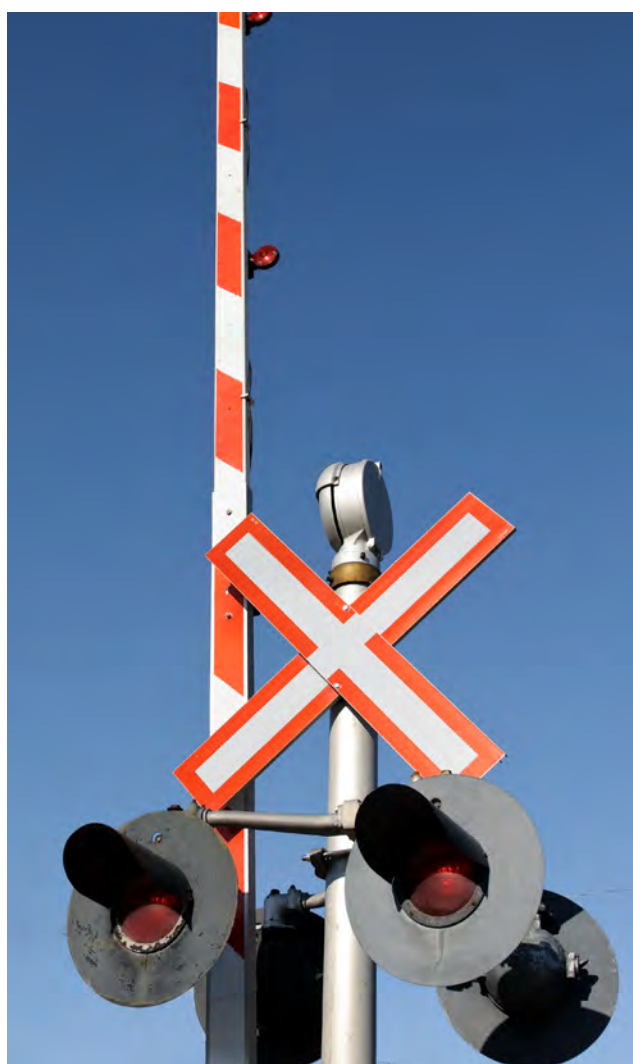
La **deuxième partie** du guide (chapitres 4 et 5) présente les études et les expertises qui permettent d'évaluer et d'apprécier une situation de cohabitation avec des installations ferroviaires. Les façons d'intégrer cette cohabitation dans les processus d'aménagement ou plus précisément dans l'élaboration des projets d'aménagement et d'urbanisme sont explorées. Elles le sont tant sous l'angle des formes urbaines que sous celui des processus (les outils de planification disponibles, ce qu'offre la LAU, etc.). Des cas québécois illustrent, lorsque cela est possible, des éléments de prise en charge et mettent en évidence certains enjeux liés à la cohabitation avec des installations ferroviaires. Cet exercice permet de mieux cerner les enjeux et les défis de l'intégration du sonore, ici générés par des activités ferroviaires, comme dimension constitutive de l'aménagement, puis de dégager des pistes vers les modalités opératoires d'une prise en charge qui, au demeurant, reste à construire au Québec.

Dans la foulée, un recueil d'études de cas accompagne cet ouvrage¹. Il reprend en tout point le modèle d'un premier recueil² réalisé en 2021 (Sainjon *et al.*, 2021). Les cas ont été choisis pour leur capacité à représenter des cas de figures forts d'ensembles, en milieu métropolitain et en région, traversés par des voies ferrées aux effets structurants différents, en raison notamment des approches d'aménagement qui ont présidé à l'urbanisation. Cela permet d'apprécier les effets des modalités de prises en charge en amont, visant la cohabitation et celles visant la coexistence où les voisinages occultent la voie ferrée.

Ces cas font l'objet d'encadrés dans le guide. Ils facilitent la compréhension du lecteur et l'invitent à mobiliser des cas plus près de sa pratique, à mettre ainsi à profit son expertise et sa connaissance fine de son contexte d'action. Le recueil de cas constitue un outil

pour nourrir le dialogue entre professionnels et chercheurs, dialogue nécessaire à l'avancement de la connaissance relative à une prise en charge du sonore en aménagement ancrée dans le contexte québécois.

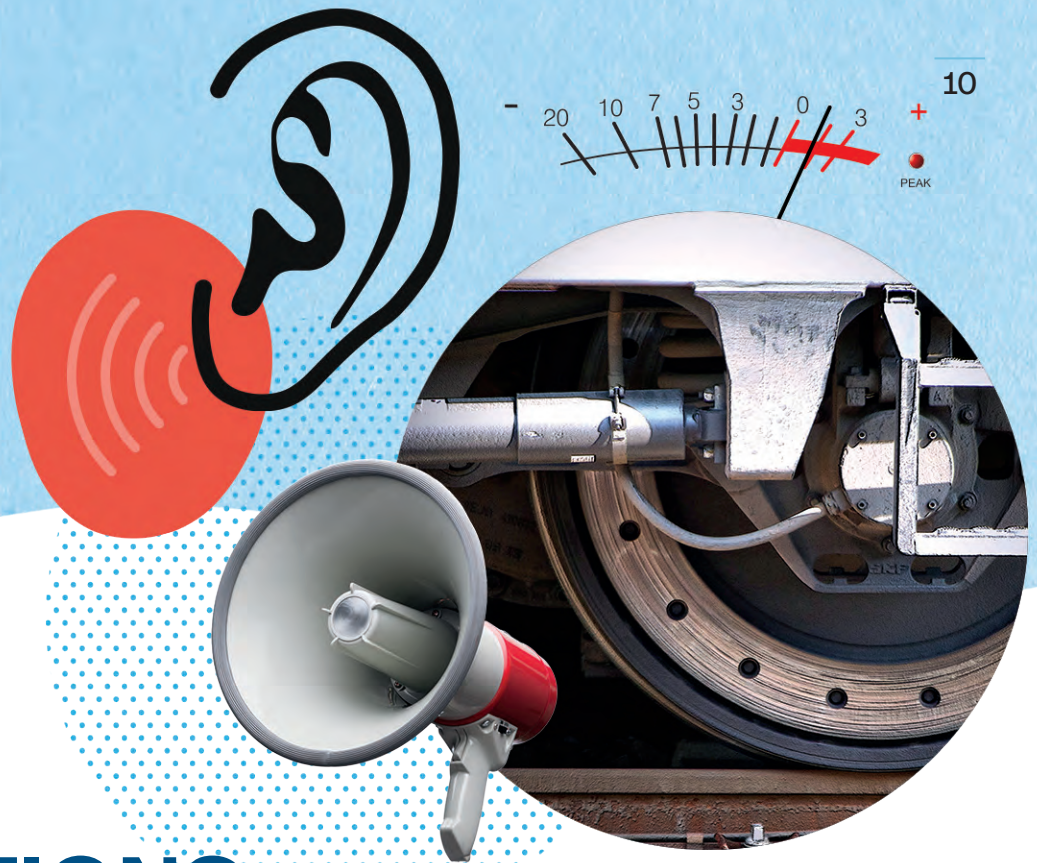
Note : La réalisation de ce guide a précédé l'adoption du projet de loi n° 16 (2023, chapitre 12), Loi modifiant la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme et d'autres dispositions ainsi que la publication du document de consultation en vue de la publication des nouvelles orientations gouvernementales en aménagement du territoire (MAMH, 2023).



1 Ce recueil contribue à la constitution d'une banque de données qualitatives initiée lors de la recherche des valeurs guides «Encadrement réglementaire et administratif du bruit environnemental dans le domaine de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme».

2 Sainjon, A., Cyr, A., Nadeau, L., Bild, E., & Laplace, J. (2021). *Études de cas | Encadrement réglementaire et administratif du bruit environnemental dans le domaine de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme* (Phase 2 - Livrable 6; Projet Valeurs Guides - MSSS). McGill et Université Laval.

1



DÉFINITIONS ET CONCEPTS DE BASE

Chez l'humain, le premier contact avec les sons se produit au cours du sixième mois de développement pendant la grossesse. L'enfant à naître est alors en contact avec les battements du cœur de sa mère et même avec certains sons forts de l'environnement extérieur. Le monde sonore, fait de sons faibles ou forts, de sons qui grondent ou sifflent, de sons qui plaisent ou déplaisent, peut être décrit avec des mots dont la teneur varie selon nos sensibilités et nos expériences personnelles. Les mélodies musicales, par exemple, selon les notes qui s'enchaînent, peuvent susciter de la joie, de la tristesse et toute une gamme d'émotions diverses. Les sons et les bruits peuvent aussi être décrits selon des caractéristiques physiques mesurables.

Dans ce chapitre, nous verrons comment mesurer les sons et les bruits, comment ils sont perçus par les humains et nous aborderons quelques notions spécifiques du bruit ferroviaire ; il sera question de ses sources, de ses mesures et de sa description.

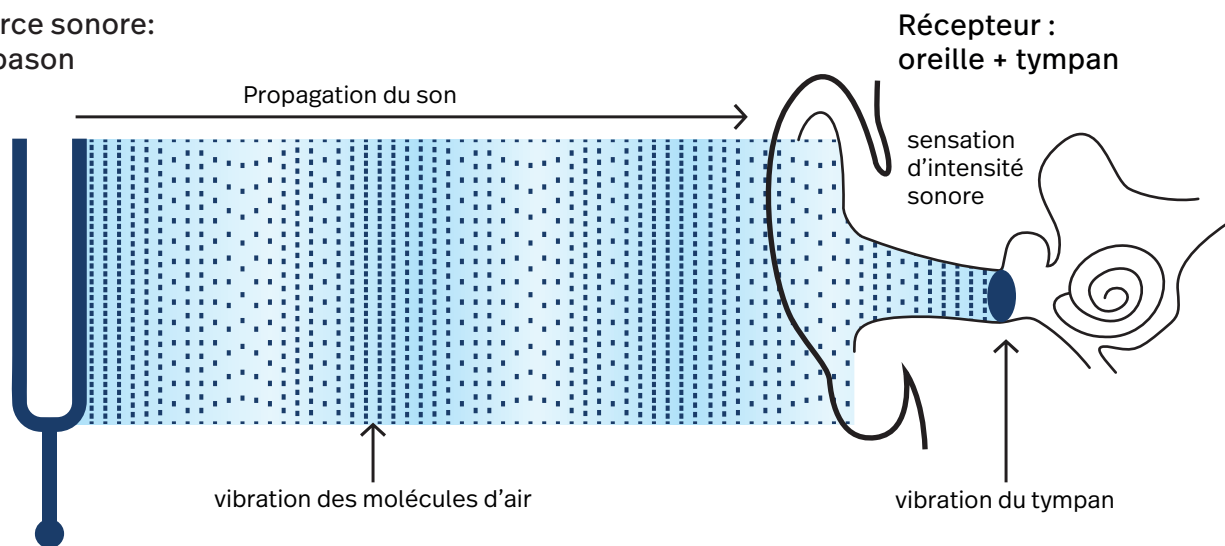
1.1 Appréhender, mesurer et apprécier les sons

Comprendre les sons exige le recours à plusieurs expertises. Certaines sont plus techniques comme l'ingénierie acoustique, alors que d'autres, comme la psychoacoustique, prennent en compte la dimension perceptuelle des sons propre aux humains. Le recours à toutes ces expertises est nécessaire pour comprendre la propagation du bruit dans l'environnement et saisir ses effets sur la santé.



Figure 1.1 – Propagation des ondes sonores dans l'air.

Source sonore:
Diapason



Gabriel, 2021.

DU SON AU BRUIT

Le son est une vibration qui a besoin d'un milieu pour se propager. Pour l'humain, le son est le plus souvent une vibration des molécules d'air autour de lui (figure 1.1). Cette vibration est captée par l'oreille qui la transforme en une information nerveuse transmise au cerveau. Ce dernier l'interprète et reconnaît qu'il s'agit d'une sensation sonore, c'est-à-dire un son. La vibration sonore peut également se propager dans l'eau et dans n'importe quel milieu solide, notamment sous forme de vibrations dans le sol.

Le bruit est généralement associé à un son jugé indésirable, en raison de sa force ou de sa tonalité, de son caractère répétitif, intermittent ou imprévisible et qui peut être nocif pour la santé (Communauté européenne, 2002). La notion de bruit fait appel à l'interprétation qu'on donne aux sons entendus. S'il n'y a pas de différence physique entre le son et le bruit, le contexte des uns, par exemple une fête, et des autres, par exemple le désir de sommeil, influence le jugement porté sur un même paysage sonore.

Qu'il s'agisse de son ou de bruit, il est possible de les décrire à l'aide de trois paramètres : **la force** (intensité, niveau sonore), **la tonalité** (fréquence) et **la durée**.

Tout son n'est pas bruit !

Lorsqu'on pense au son des villes, c'est le plus souvent la pollution sonore qui nous vient à l'esprit (Guastavino, 2021). Toutefois, le paysage sonore urbain n'est pas seulement composé de sons déplaisants ou nuisibles.

Les sons contribuent à nous renseigner sur l'ambiance et à nous orienter. Comme le souligne Guastavino (2021), les klaxons d'un cortège nuptial peuvent être festifs au contraire de ceux d'un embouteillage!

Un événement sonore peut être en même temps désirable et indésirable. La musique dans la cour des voisins a fait danser des invités pendant une partie de la nuit. D'autres personnes, empêchées de dormir par le bruit, ont appelé la police pour se plaindre.

De même, le silence, s'il est valorisé par certains, peut être perçu négativement par d'autres: un lieu trop silencieux peut rendre mal à l'aise et avoir un effet anxiogène, notamment dans un espace public où la vie humaine serait absente.

Le paysage sonore, comme concept

Le paysage sonore est un concept défini par le compositeur canadien R. Murray Schafer, en 1977. Cette notion capte « ce qui façonne ou compose un paysage d'un point de vue sonore, tant esthétiquement, historiquement et géographiquement que culturellement » (Geisler, 2013, p. 1).

Le paysage sonore, comme dimension constitutive de l'urbanisme

Vouloir intervenir sur le paysage sonore d'une ville ne signifie donc pas de partir à la chasse aux moindres bruits ! Il s'agit plutôt de trouver des équilibres entre sons agréables et désagréables. Par exemple, le clapotis d'une fontaine dans une place de marché masquera le brouhaha des conversations sans pour autant faire disparaître le dynamisme du lieu et du moment.

Le parc, au cœur d'un quartier résidentiel, accueille une école primaire et des infrastructures de loisirs. Un jeu de reliefs (bleu) au centre du parc et de la végétation (vert) permettent de cloisonner visuellement et acoustiquement les différentes activités. Ainsi les joueurs de tennis ne sont pas dérangés par les enfants jouant dans l'espace conçu pour eux; cet espace inclut des jeux d'eau pouvant couvrir leurs rires ou cris. À ces égards, le paysage sonore semble avoir été considéré dans la conception de ce parc.



Parc Mohawk à Ville Mont-Royal



Source: Tanios El Hayek à partir de Google Maps, 2022.

LA FORCE OU NIVEAU SONORE

La force ou l'intensité d'un son, le niveau sonore, s'exprime en décibels (dB). La quantité de décibels indique qu'un son est faible ou fort. L'échelle des décibels a été créée vers le milieu des années 1920 par les ingénieurs des Laboratoires Bell aux États-Unis. Le mot décibel est une contraction des mots dixième et bel. Le décibel est en

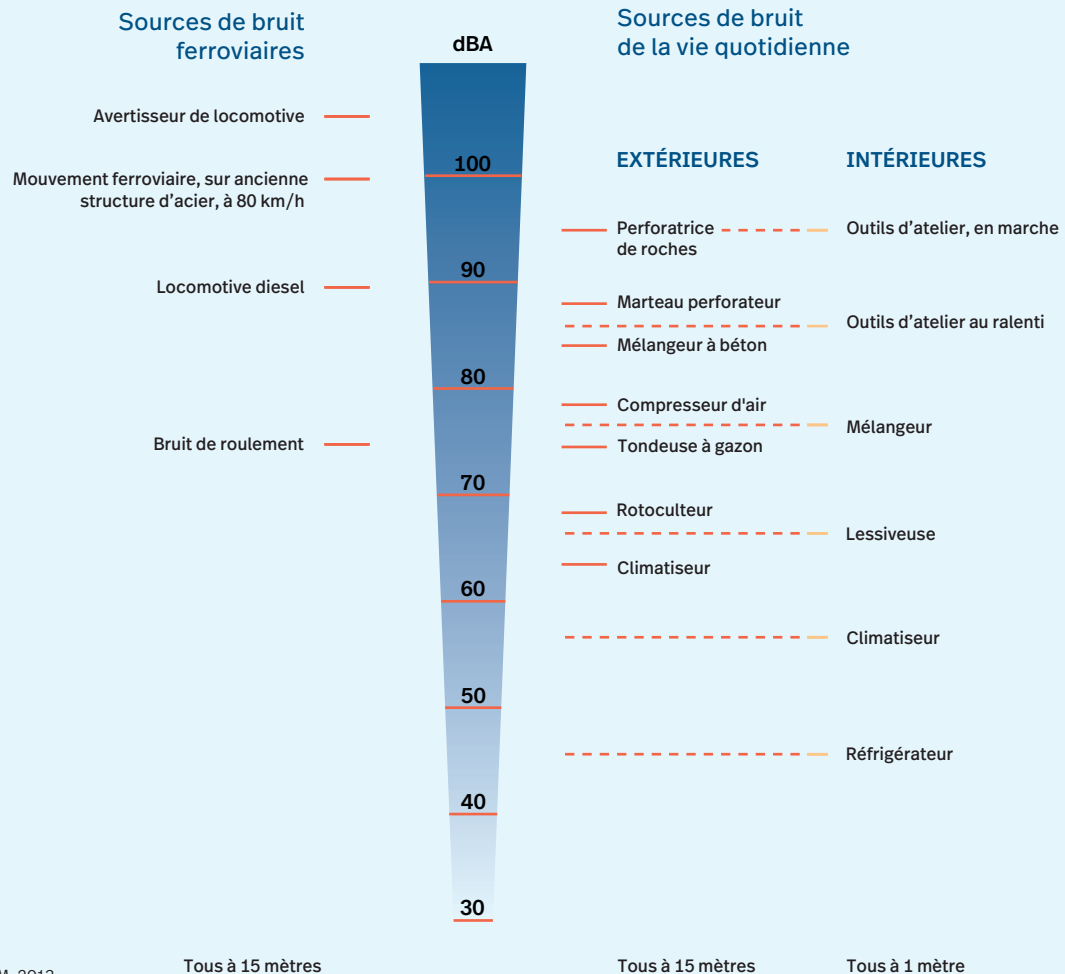
fait un dixième de bel. L'unité de force sonore, le bel, a été nommée ainsi en l'honneur d'Alexander Graham Bell, l'inventeur du téléphone. Le décibel est aujourd'hui la mesure la plus couramment utilisée pour décrire la force des sons. La section « Échelle des décibels » précise la nature de cette mesure.

Bruits ferroviaires et bruits de la vie quotidienne : pareils ou pas pareils ?

Est-ce que l'avertisseur d'un train fait plus de bruit que votre brassée ? « Oui, évidemment », direz-vous. Mais sauriez-vous dire combien de fois plus ?

Une comparaison du niveau sonore en dBA des sources sonores ferroviaires avec celles des sons de la vie quotidienne aide à se représenter la force des différents bruits :

Exemples de niveaux sonores de sources.



La tonalité ou fréquence

La tonalité d'un son ou sa fréquence résulte du nombre de vibrations par seconde, exprimé en Hertz (Hz). Les sons sont de basse ou de haute fréquence ou – dans le langage courant – on dit qu'il s'agit d'un son grave ou aigu. L'humain peut détecter les sons dont la fréquence se situe entre 20 et 20 000 Hz. Toutefois, la sensibilité de l'oreille humaine n'est pas la même pour toutes les fréquences audibles. À même intensité, l'oreille humaine détecte plus facilement des sons aigus (hautes fréquences) que des sons graves (basses fréquences). Autrement dit, les sons de basses fréquences doivent être plus forts que les sons aigus pour être détectés. C'est pour prendre en compte ce phénomène que les appareils de mesure du bruit, appelés sonomètres utilisent les dBA – décibels (A) – qui reflètent plus fidèlement la sensibilité de l'oreille humaine.

La durée

La durée du son décrit sa présence dans le temps. Elle peut être très brève (p. ex. les chocs entre des wagons dans une gare de triage) et se mesure en millième de seconde ou être, au contraire, très longue et se mesure en heures (p. ex. le moteur en marche d'une locomotive immobilisée sur une voie pendant toute une nuit).

MESURER LE SON

L'échelle des décibels

Comme décrit auparavant, les sons sont des vibrations des molécules gazeuses qui composent l'air. Le rapprochement ou l'éloignement de ces molécules les unes des autres provoque un changement dans la pression de l'air. Ce changement de pression est appelé pression sonore.

À mesure que l'intensité (la force) du son augmente, la pression sonore devient de plus en plus grande pour l'oreille. Le son le plus faible perçu par un humain correspond à une pression sonore de 20 micropascals (μPa). Cette pression sonore minimale est considérée le seuil auditif normal chez l'humain. On lui attribue la valeur de zéro sur l'échelle des décibels.

À l'autre bout de l'échelle, une pression sonore un million de fois plus grande (20 Pa) provoque de la douleur chez l'humain. Représentée en décibels, cette forte pression sonore correspond à 120 dB (ou 12 Bels). Le recours à l'échelle des décibels, qui est logarithmique, permet de comprimer une échelle linéaire dont les valeurs relatives varient de un à un million de Pa (étendue des pressions sonores audibles chez l'humain) en une échelle, plus facile à utiliser, de 120 dB.

Comment lire une échelle logarithmique

Utilisées régulièrement dans plusieurs domaines : électronique, sismologie, musique, informatique, chimie, ... les échelles logarithmiques servent peu dans notre quotidien.

Alors que nous manipulons aisément les échelles de température pour cuire à point nos aliments ou savoir comment s'habiller le matin, manipuler les décibels n'est pas aussi simple.

La grande différence entre ces échelles est le rapport entre les unités : il faut par exemple **additionner** dans l'une et **multiplier** dans l'autre.

Entre 15 °C et 25 °C, on ajoute/**additionne** 10 °C de chaleur alors que passer de 60 dB à 70 dB signifie qu'on **multiplie** par 10 l'intensité sonore

Tout ceci peut sembler inutilement compliqué, mais nous évite en fait de manipuler une très grande quantité de valeurs.

Comprendre et manipuler l'échelle logarithmique des décibels

La manipulation d'une échelle logarithmique peut sembler déroutante au premier abord. Toutefois, quelques règles simples permettent d'en comprendre le fonctionnement.



Que représente + 3 dB ?

→ Chaque pas de 3 dans l'échelle des décibels indique que la pression sonore a été doublée ou divisée de moitié.

Prenons une locomotive qui produit une pression sonore de 60 dBA. L'ajout d'une seconde locomotive identique fera en sorte que la pression sonore globale doublera et atteindra 63 dBA (figure 1.2). Le fait de doubler la quantité de locomotives augmente le nombre de décibels de 3. Inversement, une diminution de moitié du nombre de locomotives entraîne une réduction de 3 dBA. Une variation de 3 dB du niveau sonore représente donc un changement significatif de la pression sonore !



Que représente + 10 dB ?

→ Chaque pas de 10 dans l'échelle des décibels indique que la pression sonore a été augmentée ou diminuée 10 fois.

Le fait de passer d'une locomotive à dix locomotives identiques fait en sorte de multiplier la pression sonore par dix. La mesure en décibel passe alors de 60 dBA, pour un seul engin à un niveau sonore global de 70 dBA pour les dix engins (figure 1.3). Inversement, le fait de réduire le nombre de locomotives par un facteur de 10 entraîne une réduction du niveau sonore global de 10 dBA. Une variation de 10 dB du niveau sonore représente donc un très grand changement de la pression sonore !

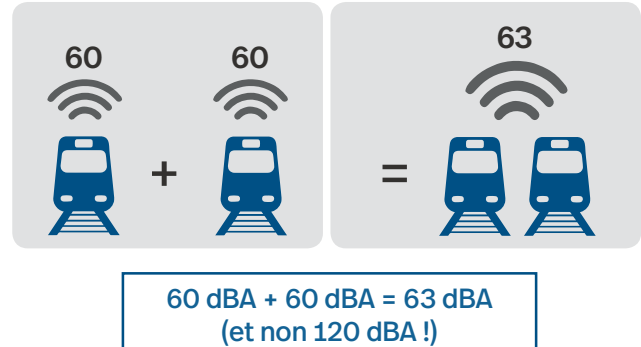


Peut-on cumuler des sources sonores présentant de grands écarts ?

→ Une différence d'au moins 10 dB entre deux sons fait en sorte que la pression sonore totale des deux sons correspondra pratiquement à la pression sonore du son le plus fort.

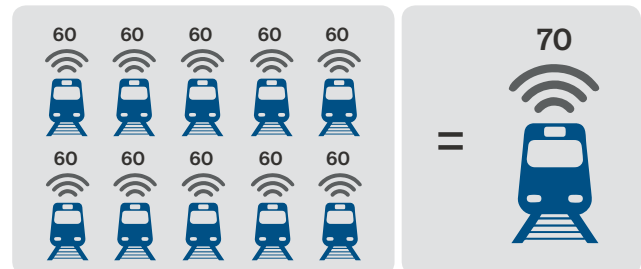
Prenons deux locomotives : une produisant une pression sonore de 60 dBA et la seconde générant une pression sonore de 70 dBA. Puisqu'une des deux locomotives présente une pression sonore 10 fois plus forte (70 dBA) que l'autre (60 dBA), le niveau global correspond à celui de la locomotive la plus forte, soit 70 dBA (figure 1.4).

Figure 1.2 – Addition de deux sources sonores identiques.



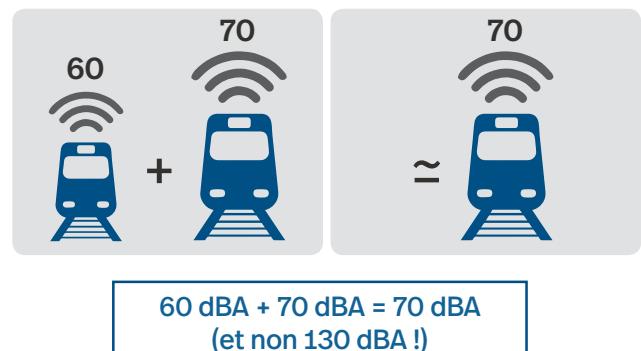
FNE & SNCF-Réseau, 2018.

Figure 1.3 – Addition de dix sources sonores identiques.



FNE & SNCF-Réseau, 2018.

Figure 1.4 – Addition d'une source sonore dix fois plus intense que l'autre.







FNE & SNCF-Réseau, 2018.

LA PERCEPTION DE LA PRESSION SONORE PAR L'HUMAIN

En hiver, la météo nous informe parfois qu'une température de -4 °C sera ressentie comme une température de -20 °C , en raison du vent. En été, on précise qu'une température de 28 °C sera ressentie comme une température de 38 °C , en raison de l'humidité. Il existe un écart entre la mesure physique de la température et le ressenti de froidure ou de chaleur rapporté par l'humain. Cet écart existe aussi entre la mesure physique de la pression sonore en décibels et la force du son ressentie par l'humain. Ainsi, bien qu'un doublement

de la pression sonore sur l'échelle des décibels corresponde à une augmentation de 3 dBA, l'humain ressent que la force du son double uniquement à partir d'une hausse d'au moins 10 dBA. Quand cette augmentation atteint 20 dBA, l'humain a l'impression que le son est 4 fois plus fort, même s'il contient en réalité 100 fois plus de pression sonore. L'humain peut détecter une différence de pression sonore de 3 dBA alors qu'une différence de 1 dBA est à peine perceptible (tableau 1.1).

Tableau 1.1 – Perception des différences de force du son chez l'humain.

LES NIVEAUX DE BRUIT NE S'ADDITIONNENT PAS DE FAÇON ARITHMÉTIQUE			
Nombre de sources identiques	Multiplier l'énergie sonore (les sources de bruit) par	c'est augmenter le niveau sonore de	c'est faire varier la sensation sonore
	2	3 dB	Très légèrement: On fait difficilement la différence entre deux lieux où le niveau diffère de 3 dB.
	4	6 dB	Nettement: On constate clairement une aggravation ou une amélioration lorsque le bruit augmente ou diminue de 6 dB.
	10	10 dB	De manière flagrante: On a l'impression que le bruit est 2 fois plus fort.
	100	20 dB	Comme si le bruit était 4 fois plus fort: Une variation brutale de 20 dB peut réveiller ou distraire l'attention.

Adapté du Département du Loiret, 2018.

1.2 Les sources de bruit ferroviaire

Après avoir abordé les différentes caractéristiques physiques du son et du bruit puis décrit comment l'humain les perçoit en général, voyons plus particulièrement ce qui génère le bruit ferroviaire. Celui-ci correspond à un amalgame complexe de différents sons qui émanent de plusieurs sources, dont trois sont liées à la locomotive et à ses wagons :

- le bruit de traction ;
- le bruit de roulement et
- le bruit aérodynamique pour les trains à grande vitesse.

Hormis ces sources, d'autres éléments des infrastructures ferroviaires contribuent au bruit :

- les signaux avertisseurs : sonneries, sifflets et cloches ;
- le rayonnement acoustique par les structures solides (traverses, pont) et
- les activités de triage.

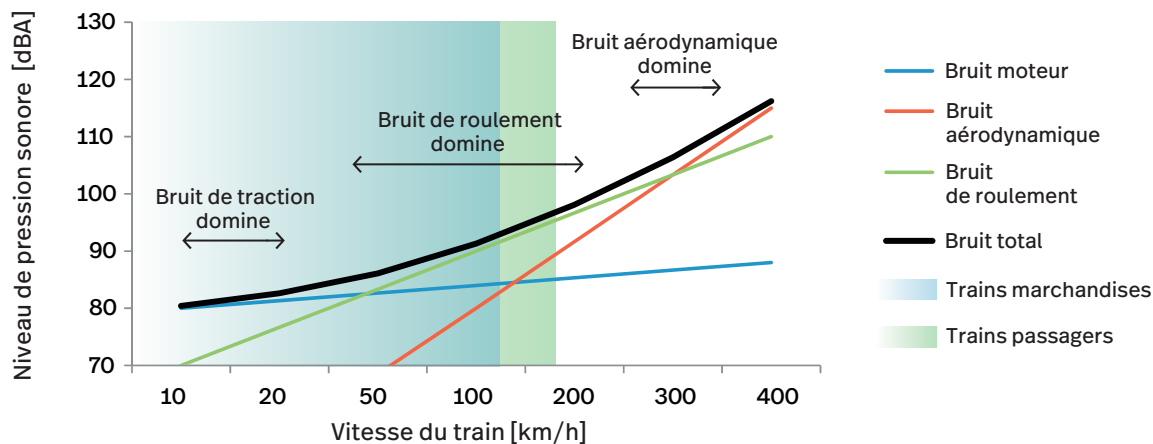
BRUIT DE L'ÉQUIPEMENT ROULANT

La contribution du matériel roulant au bruit ferroviaire global varie en fonction de la vitesse du convoi (figure 1.5). À l'arrêt ou à basse vitesse (moins de 40 km/h), c'est le bruit des moteurs de la locomotive (bruit de traction) qui domine. À vitesse moyenne (entre 40 et 250 km/h), le bruit du roulement sur la voie ferrée devient la composante prépondérante du bruit global. Au-delà de 250 km/h, c'est le bruit aérodynamique engendré par la turbulence de l'air provoquée par le passage du train à grande vitesse qui dépasse les autres sources de bruit.



Arrivée d'un train. Repéré à <https://www.flickr.com/photos/flowizm/191969302/in/album-823622/>

Figure 1.5 – Sources dominantes de bruit ferroviaire en fonction de la vitesse du train.



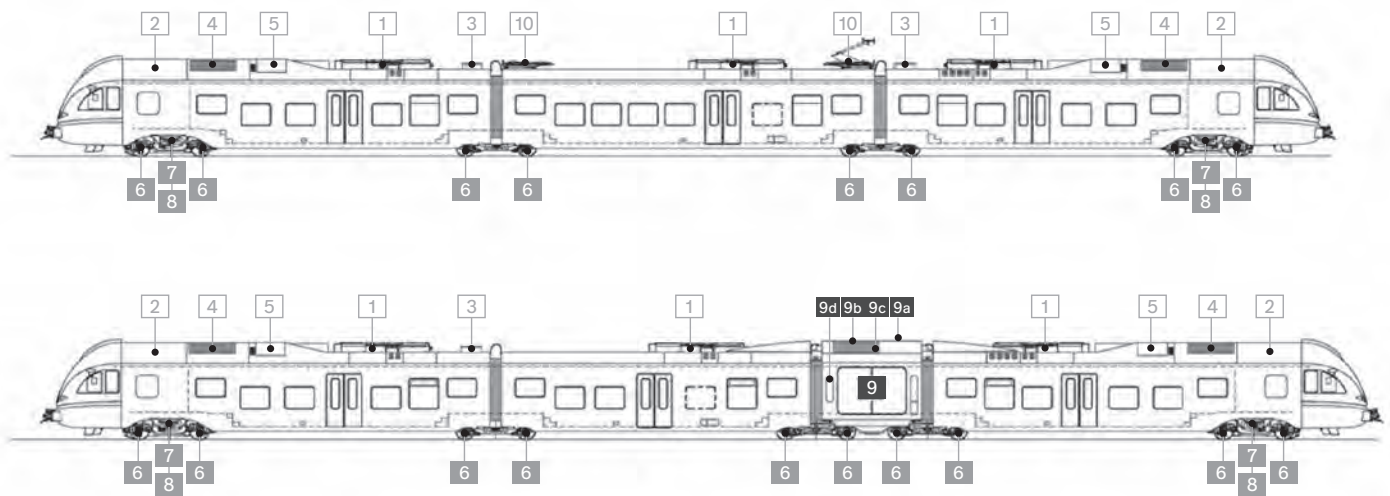
Traduit et adapté de Murphy et King, 2014.

Bruit de traction des locomotives

Le bruit des moteurs de locomotive résulte lui aussi d'un amalgame de différentes sources sonores : le moteur lui-même, la transmission, les systèmes d'échappement et les systèmes de refroidissement et de ventilation (figure 1.6). Pour les locomotives diesel, ces sources de bruit sont généralement situées en hauteur. Ces sources de bruit génèrent des sons riches en basses fréquences

(sons graves) qui se propagent dans l'environnement sur de plus longues distances, à partir du point d'émission, que les autres fréquences (voir aussi la section 2.1 L'effet de la distance). Les locomotives alimentées à l'électricité dont le fonctionnement requiert moins de composantes (p. ex. il n'y a pas de système d'échappement) sont généralement moins bruyantes que les locomotives diesel.

Figure 1.6 – Différentes composantes d'une locomotive électrique (en haut) et diesel (en bas) qui contribuent au bruit.



- | | | |
|---|----------------------|---------------------------------------|
| 1 Ventilation climatisation passagers | 6 Contact roue-rail | 9 Moteur à combustion |
| 2 Ventilation climatisation conducteur | 7 Ventilation moteur | 9a Échappement |
| 3 Compresseur des freins | 8 Transmission | 9b Moteur de refroidissement |
| 4 Ventilation moteur | | 9c Refroidisseur d'air |
| 5 Transformateur et convertisseur refroidissement | | 9d Ventilateur du compartiment moteur |
| 10 Pantographe | | |

Traduit de UIC, 2021.

Bruit de roulement

Le bruit de roulement (contact roue-rail) est la principale source de bruit des convois ferroviaires circulant aux vitesses d'exploitation observées sur le territoire québécois (variant entre 10 et 110 km/h pour les trains de marchandises et jusqu'à 175 km/h pour les trains de passagers de VIA Rail). Cette importante source de bruit est attribuable à de microscopiques défauts, appelés rugosités, qui se trouvent à la fois sur la roue et le rail. Ces rugosités génèrent des vibrations lorsqu'elles entrent en contact les unes avec les autres. La roue et le rail deviennent ainsi des sources de bruit.

Le bruit de roulement inclut celui généré par le système de freinage des wagons et le grincement causé par leur déplacement sur une portion courbe de la voie ferrée (figure 1.7). Par ailleurs, des jonctions inégales entre des portions de rail causent des bruits d'impacts saccadés au passage des roues sur la jonction. Sur certains tronçons d'un trajet ferroviaire (par exemple, dans une courbe serrée munie de rails présentant des jonctions inégales), le niveau de bruit généré par ces sources peut dominer le bruit de roulement.

Figure 1.7 – Portion de voie courbe pouvant induire des bruits de freinage et de grincement.



Portion courbe d'une voie ferrée. Repéré à <https://pxhere.com/fr/photo/1338835>

Bruit aérodynamique

Cette source de bruit est propre aux trains à grande vitesse (TGV). Ce bruit résulte de la perturbation de l'air quand le train fonce sur la voie. Au-delà d'une vitesse de 250 km/h, l'écoulement de l'air autour du nez du train et les turbulences provoquées dans les espaces entre les wagons sont responsables de ce type de bruit. Le bruit aérodynamique augmente avec la vitesse du train. Cette source de bruit ferroviaire n'est pas une préoccupation sur le territoire québécois qui ne compte aucun TGV.

BRUIT PROVENANT DES INFRASTRUCTURES FERROVIAIRES

En plus des bruits générés par le matériel roulant, l'exploitation d'infrastructures ferroviaires implique d'autres bruits qui contribuent à la composition du paysage sonore.

Signaux avertisseurs : sonnerie, sifflets et cloche

Les passages à niveau où les convois ferroviaires croisent des routes et des rues sont dotés d'équipements qui visent à assurer la sécurité des piétons et des usagers de la route (figure 1.8). Parmi ces équipements, on trouve des avertisseurs sonores. Deux types de sonnerie sont décrits dans l'article 15 du Guide sur les passages à niveau de Transport Canada (2019) :

- une à forte tonalité devant produire un minimum de 85 dBA sans dépasser 105 dBA
- une à faible tonalité devant produire un minimum de 75 dBA sans dépasser 85 dBA

Dans les deux cas, la sonnerie doit émettre entre 100 et 325 coups par minute.

Figure 1.8 – Passage à niveau traversant une piste cyclable.



INSPQ, 2015.

Comment couper le sifflet : stratégies pour le faire taire

Le sifflet est une des nuisances sonores entourant les activités ferroviaires. Particulièrement puissant, son activation est une règle de sécurité. En l'absence d'installations adéquates pour assurer la sécurité autour de l'emprise du chemin de fer, l'activation du sifflet est obligatoire en milieu urbain et est répétée à plusieurs reprises à chaque passage à niveau. Pour être déclarées adéquates, les installations doivent être conformes à l'article 104 du Règlement sur les passages à niveau de même qu'à l'annexe D des Normes sur les passages à niveau (Transports Canada, 2022).

Deux stratégies existent pour les éviter : l'une au moment de la planification, l'autre à des fins de correction.

1) Limiter le nombre d'intersections rail/route

Ville Mont-Royal a été construite en même temps que le chemin de fer et l'intégration de ce dernier a fait l'objet d'une attention particulière lors de la conception de son plan directeur. Notamment, aucun passage à niveau pour voiture n'a été construit. L'ensemble des traversées se font via des ponts d'étagement situés au centre de l'ensemble. Cet exemple témoigne de la possibilité d'intervenir dès la conception ou la planification de la construction d'un ensemble aux abords d'une ligne de chemin de fer pour éviter ou réduire le nombre de passages à niveau.

Le cœur de Ville Mont-Royal



Source: Google Earth, 2022

2) Adapter les aménagements pour corriger une situation

Dans la situation, la plus commune, d'ensembles urbains où des passages à niveau sont déjà en place une stratégie de correction est possible.

À Magog, la ville a entamé des démarches (cf. chapitre 5) pour réduire l'activation des sifflets des convois ferroviaires qui traversent consécutivement six passages à niveau. Après un dialogue avec la compagnie propriétaire de ce chemin de fer, il en résulte qu'il est nécessaire – dans ce cas – d'installer des clôtures 400 m de part et d'autre des passages à niveau pour limiter les intrusions sur la voie. Un projet que la ville juge trop coûteux pour le concrétiser dans l'immédiat (Girard, 2019).

Toutefois, cet exemple démontre qu'il est possible, par l'aménagement des pourtours des voies de chemin de fer, d'intervenir sur l'activation des sifflets de sécurité des trains.

À l'est du quartier des Tisserands, les activités industrielles ont laissé place à un quartier résidentiel modeste coupé en deux par un chemin de fer. Plusieurs passages à niveau (deux en photo) assurent la perméabilité du secteur.



La voie de chemin de fer dans l'est de la ville de Magog



Source: Google Earth, 2022

Parmi les autres signaux avertisseurs sonores utilisés dans l'univers ferroviaire, on retrouve le sifflet et la cloche. À l'approche d'un passage à niveau, les locomotives doivent les actionner. L'article 11 du Règlement relatif à l'inspection et à la sécurité des locomotives de chemin de fer (Transport Canada, 2015) détermine les niveaux sonores requis pour ces signaux avertisseurs selon le type de convoi :

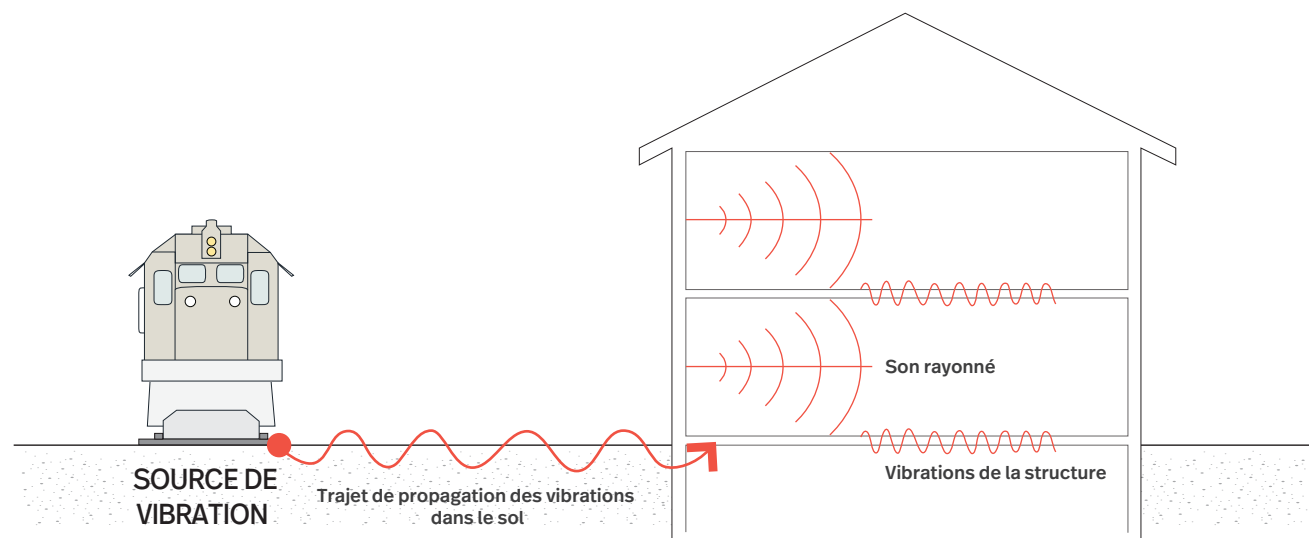
- pour un train de passagers¹ : un sifflet émettant un niveau minimal de 143 dBA à 1 m de distance devant la locomotive
- pour un train de marchandises : un sifflet émettant un niveau minimal de 96 dBA mesuré sur un arc de 30 m devant la locomotive. De plus, les locomotives de ces convois doivent être munies d'une cloche générant un niveau minimal de 60 dBA mesuré sur un arc de 15 m devant la locomotive.

Selon le Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada (Transport Canada, 2022), tous les trains doivent siffler ou actionner la cloche depuis une distance d'au moins 400 m avant leur entrée sur un passage à niveau et maintenir ces signaux jusqu'à ce que la locomotive occupe complètement le passage à niveau.

Le rayonnement acoustique

En plus du bruit aérien, le déplacement du train engendre des vibrations qui vont se transmettre au sol via les traverses sur lesquelles reposent les rails. Ces vibrations peuvent se propager à leur tour aux bâtiments jouxtant la voie ferrée. En vibrant, les structures du bâtiment mettent en mouvement les molécules d'air à l'intérieur et produisent un bruit qui semble alors émaner de la surface des murs (figure 1.9). Ce phénomène est appelé le rayonnement acoustique. C'est le même phénomène qui se produit lorsqu'un téléphone cellulaire en mode vibration, déposé sur la surface solide d'un meuble (une table de chevet ou une table de salon), se met à vibrer. La vibration du téléphone, la véritable source, est rayonnée et amplifiée par la surface plus grande du meuble. Le son semble alors venir de la surface du meuble.

Figure 1.9 – Transmission des vibrations produites par le roulement des roues sur le rail, du sol vers un bâtiment situé à proximité de la voie ferrée.



ACFC et FCM, 2013.

1. S'applique aux locomotives commandées après le 1^{er} janvier 2007 et livrées après le 1^{er} janvier 2008 et aux locomotives en position de commande ou de tête dans les trains en service voyageurs roulant à 105 km/h.

Figure 1.10 – Rayonnement acoustique des structures métalliques des ponts.



Pont du chemin de fer à Trois-Rivières. Repéré à https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pont_du_chemin_de_fer_à_Trois-Rivières.JPG

Figure 1.11 – Gare de triage.



INSPQ, 2015.

1.3 Des indicateurs pour décrire l'exposition au bruit ferroviaire

Comme on l'a vu, le bruit ferroviaire tire ses sources du matériel roulant sur les voies ferrées, des signaux d'alarme, du rayonnement acoustique des structures bâties sur ou en bordure des voies ferrées ou encore des activités dans les cours de triage. Cette section s'attarde sur les indicateurs les plus fréquemment utilisés pour mesurer et décrire le bruit ferroviaire.

Rayonnement acoustique par les structures rattachées aux rails

Le phénomène de rayonnement acoustique est également observé sur des structures qui accueillent des rails. Par exemple, lorsqu'un convoi ferroviaire traverse un pont, les vibrations des rails se transmettent à l'ensemble de la structure du pont et induisent le phénomène de rayonnement acoustique. La figure 1.10 montre un pont ferroviaire métallique à poutres latérales hautes. La grande superficie de ces poutres latérales est propice au rayonnement acoustique dont le niveau sonore peut surpasser le bruit émis par le moteur ou le roulement.

Les gares de triage

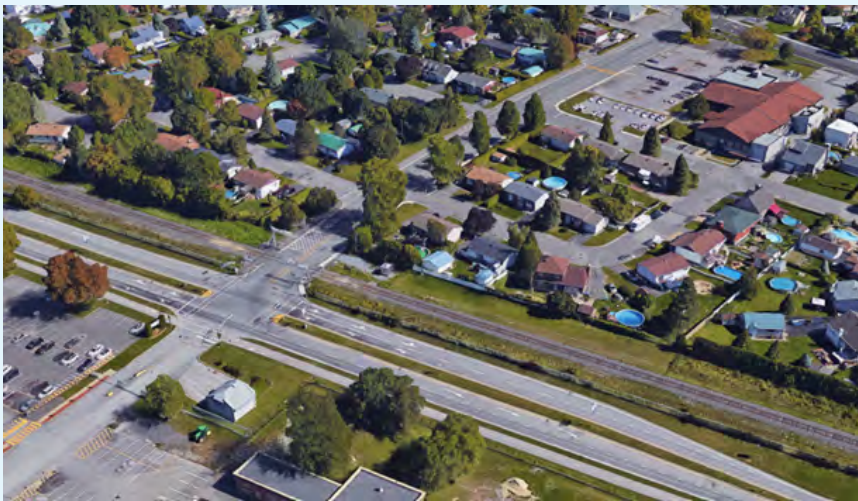
Les gares de triage servent à séparer et à assembler des wagons pour former des convois ferroviaires (figure 1.11). Généralement, ces installations occupent une superficie de plusieurs kilomètres carrés prenant la forme d'un ensemble de voies de garage parallèles. Certaines voies servent à recevoir les trains en attente de séparation, d'autres à trier les wagons pour les assembler et les placer sur des voies de départ. Les manœuvres de séparation et d'assemblage des wagons représentent plusieurs accélérations des moteurs des locomotives et des procédures répétées de freinage. Ces dernières impliquent parfois le relâchement brusque d'air comprimé, provoquant un bruit bref et intense (caractéristiques d'un bruit d'impact). Le couplage des wagons provoque également des bruits d'impact.

La mesure d'une exposition au bruit des activités ferroviaires consiste à documenter les niveaux de bruit de l'ensemble des sources sonores, à une ou plusieurs distances précises d'une voie ferrée. Tel que mentionné, certains de ces bruits sont très brefs comme les chocs entre les wagons dans une cour de triage alors que le passage d'un convoi peut durer quelques minutes. Ces sources sonores intermittentes s'ajoutent au bruit ambiant, lui même généré par d'autres sources. Le niveau de bruit ambiant fait aussi l'objet de mesures. La durée des mesures peut varier de quelques minutes (pour un seul passage de train), à une journée complète ou pour des portions de journée correspondant à la période du jour, du soir ou de la nuit.

Les indicateurs : l'union fait la force !

Aujourd'hui, les résidents de ce secteur de Repentigny se disent peu dérangés par le bruit ferroviaire (Leroux *et al.*, 2021); quatre trains de marchandises passent chaque jour de la semaine et deux fois par jour, la fin de semaine. Toutefois, dans un avenir proche, il est possible que ce rail accueille un train de banlieue qui pourrait circuler plusieurs dizaines de fois par jour en semaine. Afin de caractériser correctement le bruit auquel sont ou seront exposés les résidents et d'évaluer les éventuels dérangements qu'il occasionne, il est nécessaire d'avoir recours à un ensemble d'indicateurs sonores.

Quartier résidentiel à Repentigny



Source: Google Earth, 2022.

Puisque le bruit ambiant du secteur est dominé par la circulation routière sur le boulevard permettant de rejoindre l'autoroute A40, il faut mesurer sa contribution à l'environnement sonore séparément des activités ferroviaires. On mesure ce bruit ambiant par période: de jour (7 h à 19 h), de soir (19 h à 23 h) et de nuit (23 h à 7 h). On constatera que les niveaux sonores seront plus élevés pendant les périodes de pointe de la circulation routière, tôt le matin et en fin de journée. Les niveaux sonores en soirée et pendant la nuit seront beaucoup plus

faibles parce que la circulation routière devient plus rare. Les mesures continues de bruit captent les quatre passages quotidiens de trains de marchandises. Ceux-ci vont faire augmenter, pendant quelques minutes seulement, le bruit ambiant du quartier en s'ajoutant au bruit de la circulation routière. Dans cet exemple, le recours à un indicateur comme l'émergence, permet de quantifier la pression (intensité) sonore que chaque passage de train ajoute au bruit ambiant dominé la plupart du temps par la circulation routière.

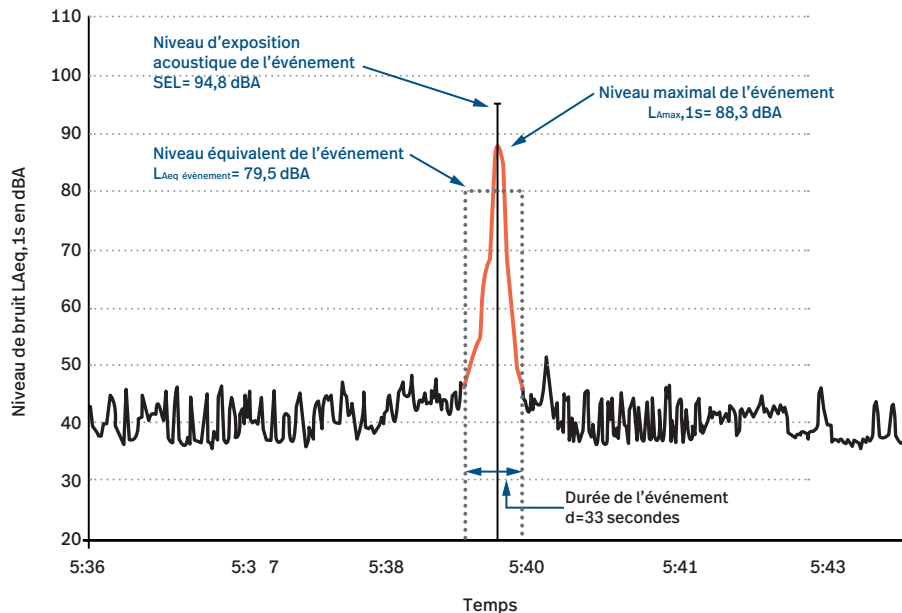


À l'ouest du secteur Le Gardeur, un ensemble résidentiel borde la voie de chemin de fer et l'intersection du boulevard Pierre-le-Gardeur avec la rue St-Paul, deux axes importants de la ville de Repentigny.

Les mesures réalisées prennent en compte le changement des niveaux de bruit dans le temps (figure 1.12). On y voit l'évolution des niveaux de bruit mesurés à proximité d'une voie ferrée, seconde par seconde. Ces données permettent d'extraire quatre indicateurs

pour décrire le bruit : le niveau maximal (L_{Amax}), le niveau cumulé lié à la durée d'un événement ($L_{Aeq \text{ événement}}$), le niveau d'exposition acoustique (SEL : *Sound Exposure Level*) et l'émergence (illustrée à la figure 1.13).

Figure 1.12 – Évolution dans le temps du niveau de bruit généré par le passage d'un convoi ferroviaire typique et les indicateurs décrivant le bruit.



FNE et SNCF-Réseau, 2018.

NIVEAU MAXIMAL (L_{Amax})

Dans cet exemple, on constate que le niveau de bruit ambiant avant et après le passage du convoi se situe en moyenne autour de 40 dBA. Le passage du convoi fait s'élever le niveau de bruit jusqu'à atteindre un niveau maximal de 88,3 dBA qui correspond au L_{Amax} .

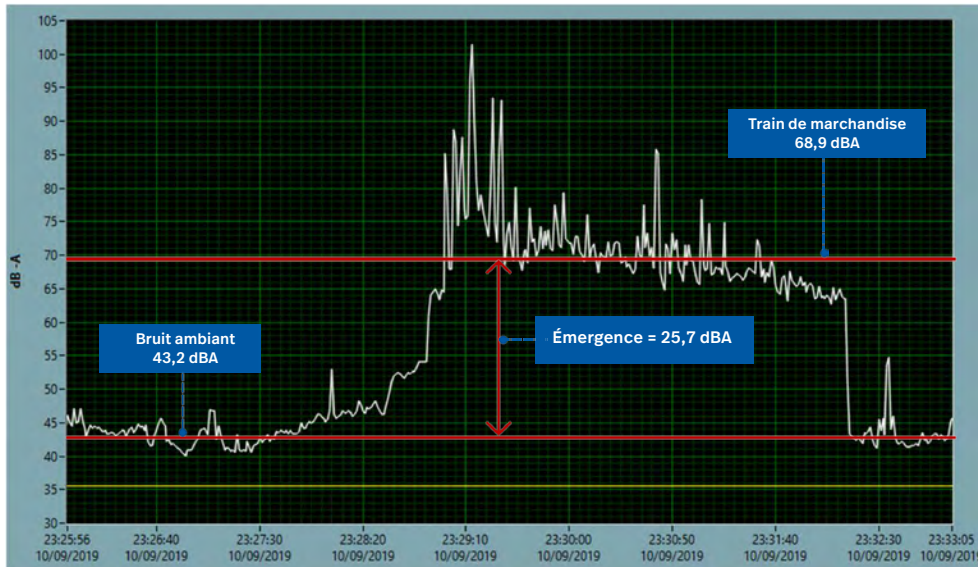
NIVEAU CUMULÉ LIÉ À LA DURÉE D'UN ÉVÉNEMENT ($L_{Aeq \text{ événement}}$)

Il s'agit du bruit total cumulé pendant les 33 secondes que dure le passage du convoi. Dans l'exemple, ce niveau de bruit cumulé s'élève à 79,5 dBA et correspond à la valeur $L_{Aeq \text{ événement}}$.

NIVEAU D'EXPOSITION ACOUSTIQUE (SEL : SOUND EXPOSURE LEVEL)

Quand on souhaite comparer les niveaux de bruit de différents convois ferroviaires, il faut prendre en compte la vitesse du train au moment de la mesure ainsi que le nombre de wagons qui composent le convoi. Or, ces caractéristiques sont variables d'un convoi à l'autre. Afin de pouvoir faire des comparaisons, il est possible de ramener toute l'énergie sonore mesurée pendant le passage du train sur une durée commune. Par convention, cette valeur s'appelle le niveau d'exposition acoustique souvent abrégé en SEL (pour *Sound Exposure Level* en anglais). Le SEL ramène toute l'énergie sonore d'un événement, peu importe sa durée réelle, à une durée d'une seconde. Dans l'exemple, la valeur du SEL est de 94,8 dBA.

Figure 1.13 – Émergence relative au passage d'un train de marchandises (3 locomotives diesel et 33 wagons) à Saint-Jean-sur-Richelieu, en période de nuit.



Leroux et al., 2021.

NOTION D'ÉMERGENCE

L'émergence est un indicateur qui permet de considérer l'impact d'événements sonores particuliers, comme le passage d'avions ou de trains, qui se superposent au bruit ambiant. L'émergence est calculée à partir de la différence arithmétique entre le niveau de bruit d'une source particulière (ici le passage d'un convoi ferroviaire) et le niveau de bruit résiduel (défini comme étant le niveau de bruit ambiant sans le bruit d'une source particulière). À partir des résultats obtenus lors de mesures de bruit en bordure d'une voie ferrée à Saint-Jean-sur-Richelieu, pendant la nuit (figure 1.13), on enregistre une émergence de 25,7 dBA. L'émergence correspond à la différence entre le niveau de bruit lié à la durée de l'événement $L_{Aeq\text{ événement}}$, soit 68,9 dBA, attribuable au passage du convoi ferroviaire et le niveau de bruit ambiant de 43,2 dBA mesuré sans le convoi ferroviaire.

L'émergence est un indicateur particulièrement intéressant à utiliser dans le contexte québécois du transport ferroviaire, vu la faible densité de son trafic. Les passages de convois étant relativement espacés les uns des autres dans le temps (souvent à moins d'un passage par heure en moyenne), il est utile de considérer séparément l'effet de chaque événement sur l'environnement sonore ambiant plutôt que de tenter d'estimer l'effet de tous les passages sur l'exposition quotidienne. Cette dernière pratique aurait pour effet de noyer la source ferroviaire intermittente dans l'ensemble des autres sources de bruit beaucoup plus fréquentes.

L'émergence permet aussi de prendre en compte l'ambiance sonore propre à un milieu, qu'il soit plus calme en milieu rural ou plus bruyant en zone urbaine. Le dérangement relié au bruit, tel que rapporté par une proportion importante de personnes est souvent en lien avec la notion d'émergence. Quand un environnement est relativement calme, par exemple pendant la nuit, la survenue d'un convoi ferroviaire provoque une augmentation subite des niveaux de bruit. Cette hausse soudaine peut déclencher la réponse automatique et tout à fait normale, du corps au stress (p. ex. augmentation du rythme cardiaque, de la respiration, hausse du niveau d'alerte) face à un signal perçu de danger. Cette réponse au stress peut perturber la qualité du sommeil. Le système auditif reste constamment en alerte et ne dort jamais sur ses deux oreilles!

Ainsi, c'est l'ensemble des indicateurs qui doit être considéré pour décrire un environnement sonore. Pris isolément un indicateur est peu loquace; plusieurs indicateurs racontent mieux un phénomène complexe comme le bruit ferroviaire. D'autres aspects doivent encore être pris en considération comme la propagation du bruit qui dépend de plusieurs facteurs environnementaux. Il en est question au chapitre suivant.

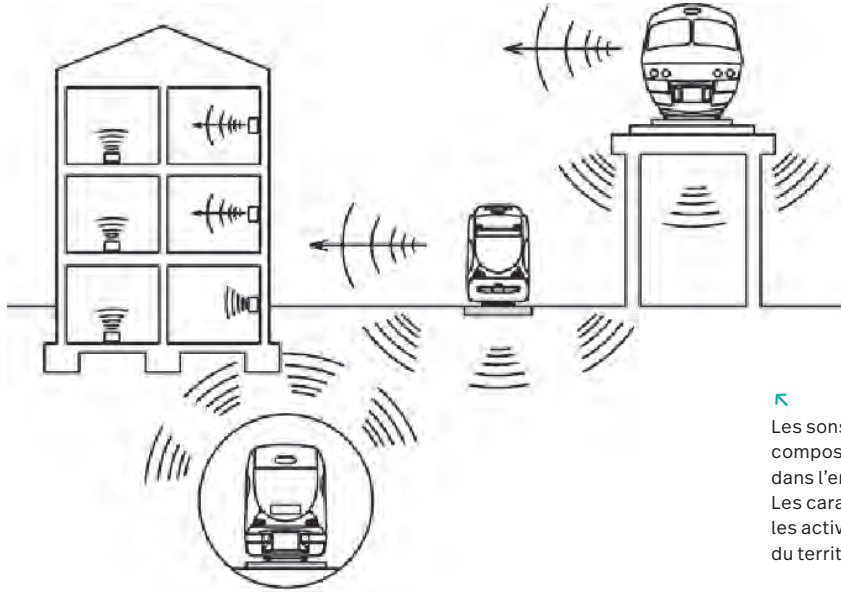


LA PROPAGATION DU BRUIT DANS L'ENVIRONNEMENT

Dans le chapitre précédent, il a été question de l'audition et nous avons décrit les équipements et les phénomènes à l'origine du bruit ferroviaire (moteurs, roulement sur les rails, signaux avertisseurs, activités de triage, etc.). Nous avons aussi utilisé des indicateurs pour décrire le bruit, en prenant en compte sa dimension temporelle (niveau maximal, niveau équivalent à l'événement, SEL, émergence).

Dans ce chapitre, il est question de la propagation du bruit dans l'environnement et comment la distance, les conditions atmosphériques, la nature du sol, les obstacles physiques et les conditions météorologiques réduisent ou amplifient le bruit, selon leurs particularités.

Figure 2.1 – Voies de propagation du bruit ferroviaire.



Les sons issus des différentes sources qui composent le bruit ferroviaire se propagent dans l'environnement, dans l'air et le sol. Les caractéristiques du milieu où se déroulent les activités ferroviaires influencent l'étendue du territoire atteint par le bruit.

Adapté et traduit de Lakušić & Ahac, 2012.

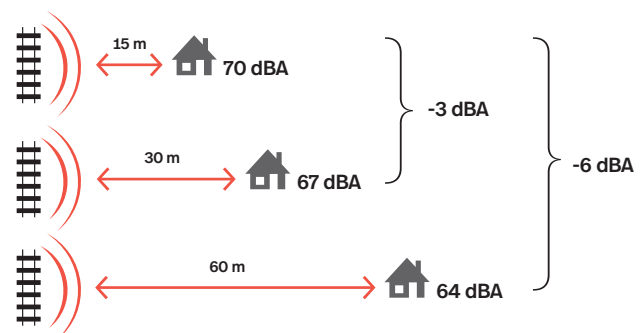
2.1 L'effet de la distance

Une fois généré, le son se propage – principalement dans l'air, mais aussi dans le sol – dans toutes les directions (voir figure 2.1). Plus il voyage, plus il change. Les transformations (atténuation, réflexion, distorsion) subies reposent sur trois phénomènes physiques principaux :

ATTÉNUATION PAR LA DISTANCE

Dans un espace dépourvu de tout obstacle, la force d'un son diminue avec la distance. Pour une source linéaire comme une voie ferrée, l'atténuation du son est de l'ordre de 3 dB à chaque fois que l'éloignement de la source émettrice est multiplié par deux. Par exemple, si un convoi ferroviaire circulant sur un tronçon d'une voie ferrée émet un bruit moyen de 70 dBA, mesuré à 15 m de la voie ferrée, le niveau sonore sera de 67 dBA à 30 m, de 64 dBA à 60 m et ainsi de suite (figure 2.2). Il s'agit toutefois d'une simplification théorique ; la réalité sur le terrain est beaucoup plus complexe faisant en sorte que l'atténuation avec la distance peut être plus grande que 3 dBA par doublement de la distance.

Figure 2.2 – Diminution du niveau de bruit en fonction de l'éloignement de la source de bruit.



Source linéaire : décroissance de 3 dB par doublement de distance

Source : Modifiée de BruitParif.fr (2022).

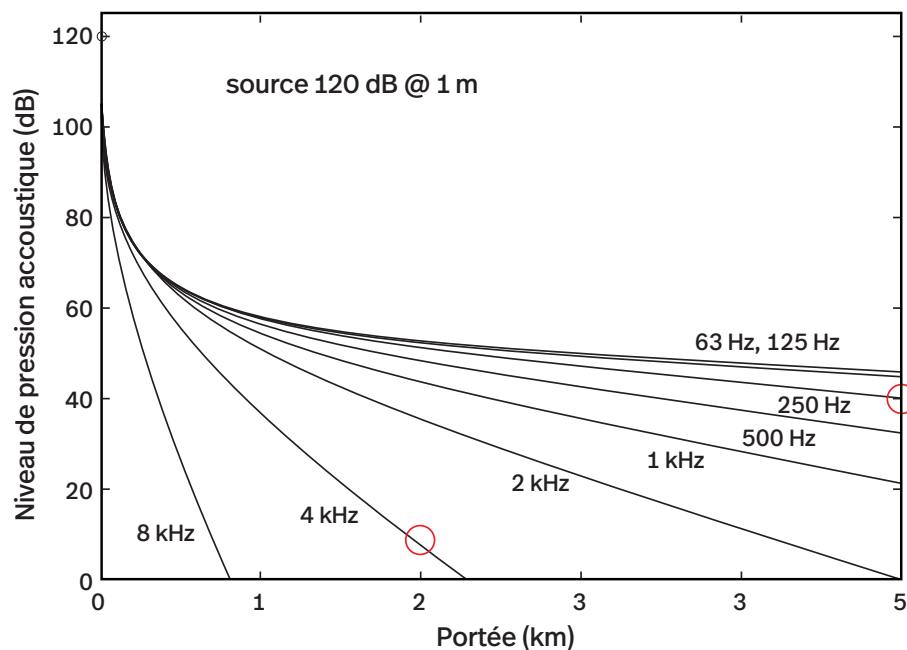
ABSORPTION ATMOSPHÉRIQUE SELON LA TONALITÉ DES SONS

Les molécules de gaz qui constituent l'atmosphère absorbent le son. L'atténuation qui en résulte est plus ou moins importante, selon qu'il s'agit d'un son grave ou d'un son aigu. Ainsi, un son grave de 250 Hz (basse fréquence) et de 120 dB, mesuré à 1 m de la source, sera encore audible 5 km plus loin, avec une force résiduelle d'environ 50 dB. Dans les mêmes conditions, un son aigu de 4000 Hz (haute fréquence) sera pratiquement inaudible avec une force résiduelle inférieure à 20 dB après un éloignement de la source de 2 km seulement (figure 2.3). Les composantes de basses fréquences (p.ex. moteurs de locomotives), se propagent donc sur une plus grande distance de la voie ferrée et affectent une plus vaste portion de territoire que les composantes de hautes fréquences (par exemple, le grincement des roues sur le rail).

ABSORPTION ET RÉFLEXION PAR LE SOL (INCLUANT COUVERTURE NEIGEUSE)

Selon la composition de sa surface, le sol peut contribuer à favoriser la propagation du bruit ou, au contraire, en atténuer une portion importante. Par exemple, une surface asphaltée (dure) fait rebondir le son et peut accroître la distance de propagation des basses fréquences inférieures à 1000 Hz. Au contraire, les surfaces plus molles comme le gazon peuvent absorber et réduire les basses fréquences d'une quinzaine de décibels. Une surface recouverte de neige fraîche a un pouvoir absorbant encore plus grand, jusqu'à 20 dB, ce qui explique la sensation familière d'apaisement du paysage sonore après une chute de neige importante. Toutefois, à mesure que la neige se tasse et devient dure, son pouvoir absorbant diminue considérablement. Une surface de neige recouverte d'une mince couche de glace se comporte pratiquement comme une surface asphaltée. La surface d'une étendue d'eau (lac, rivière) n'a pour ainsi dire aucun pouvoir absorbant et permet aux ondes sonores de se propager sur une grande distance.

Figure 2.3 – Atténuation de différentes fréquences sonores par l'atmosphère.



Adapté et traduit de Daigle, 2007.

2.2 L'effet des obstacles

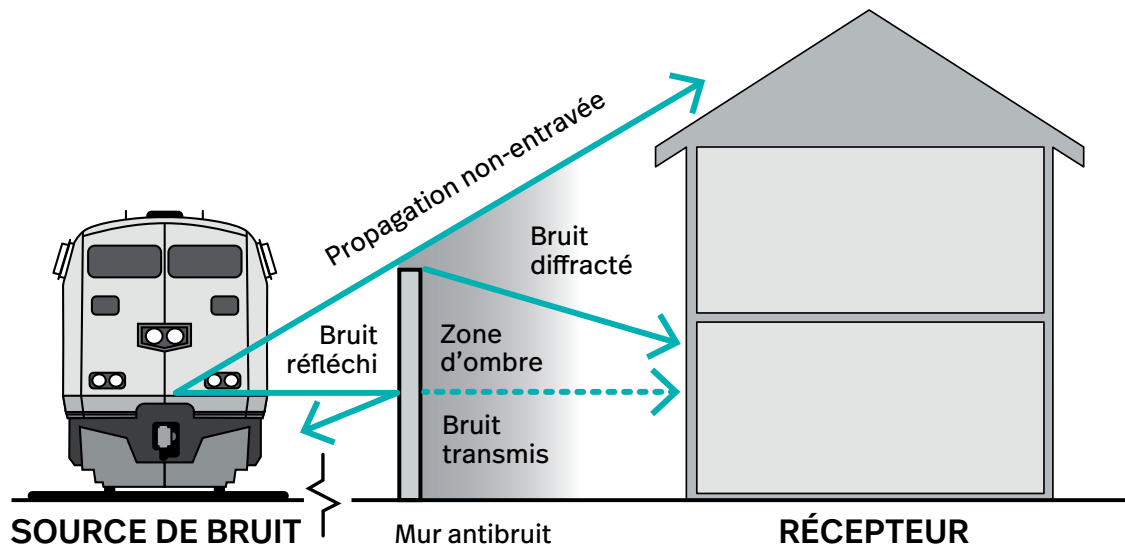
Les obstacles présents dans l'environnement influencent la propagation du bruit. Ils agissent de quatre façons :

- Une partie du bruit «rebondit» sur l'obstacle et est réfléchi;
- Une portion du bruit est absorbée par l'obstacle;
- Une partie du bruit est déviée de sa trajectoire initiale, on dit que le bruit est diffracté;
- Finalement, une partie du bruit, atténuée, est transmise à travers l'obstacle.

Prenons, par exemple, un mur antibruit. Sa présence crée, entre la source de bruit (un train) et le récepteur (une résidence), une zone « d'ombre acoustique » où le niveau sonore est atténué (figure 2.4). Selon la taille du mur, le bruit est plus ou moins réfléchi, absorbé, diffracté

et transmis. Les sons de basses fréquences contournent plus facilement les obstacles et sont plus difficiles à réduire. Les sons de hautes fréquences sont plus faciles à atténuer. Ainsi, les composantes de basses fréquences du bruit ferroviaire (p. ex. moteurs de locomotives) seront beaucoup moins atténuées par un obstacle que les composantes de hautes fréquences (p. ex. le grincement des roues sur le rail). Ces principes s'appliquent également aux obstacles plus imposants comme des buttes de terre, des bâtiments en bordure d'une infrastructure ferroviaire et ceux offerts par la topographie accidentée d'un territoire (présence de collines, de montagnes). Plus la taille de l'obstacle est grande plus ce dernier réussit à entraver la propagation des sons des fréquences les plus basses.

Figure 2.4 – Effets des obstacles sur la propagation du bruit.

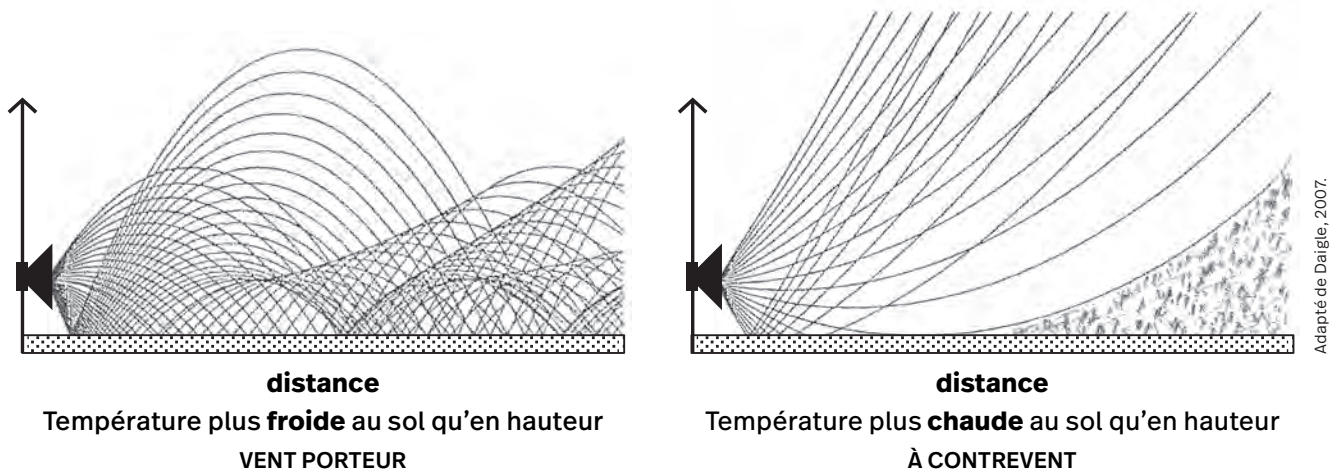


2.3 L'effet des conditions météorologiques

EFFET DE LA TEMPÉRATURE ET DU VENT

Pendant la journée, surtout l'été, la température au sol augmente comparativement à celle de l'air en hauteur. En soirée et pendant la nuit, la situation s'inverse : la température au sol diminue comparativement à celle de l'air en hauteur. Cette différence de température a un impact sur la propagation du bruit (figure 2.5).

Figure 2.5 – Effets de la température et du vent sur la propagation sonore dans l'environnement.



En soirée et pendant la nuit, le bruit est diffracté vers le sol, ce qui crée une zone complexe de réflexion dans laquelle le niveau de bruit **est amplifié**. La position de cette zone d'amplification (distance par rapport à la source) varie selon la source.

Pendant le jour, le bruit est diffracté vers le ciel, ce qui crée une zone d'ombre acoustique dans laquelle le niveau de bruit **est atténué**. La position de cette zone d'ombre varie, elle aussi, selon la source.

La direction du vent par rapport à la source émettrice a un effet sur le bruit. Lorsque le vent souffle de la voie ferrée vers des bâtiments riverains, le niveau de bruit **est amplifié** à une certaine distance de la source (vent porteur). Si le vent souffle en direction opposée, c'est à dire des bâtiments riverains vers la voie ferrée (à contrevent), le niveau de bruit **est atténué** dans la zone d'ombre. La différence entre les deux situations (vent porteur vs à contrevent) peut atteindre 20 à 30 dB sur des distances de 1 à 3 km (Harnapp & Noble, 1987; Hannah, 2006).

Ainsi, pour des raisons d'écart de température entre l'air au sol et l'air en hauteur, le bruit généré par les mêmes activités ferroviaires risque d'être plus élevé en soirée et au cours de la nuit, surtout en saison estivale. Selon l'environnement et la saison, les vents dominants peuvent aussi influencer la propagation du bruit produit par une même infrastructure ferroviaire selon son orientation par rapport aux habitations riveraines.

Par ailleurs, le vent, selon sa vitesse, crée à lui seul des turbulences au sein des molécules de gaz qui composent l'air. Agitées par le vent, elles s'entrechoquent et génèrent du bruit. Plus le vent est intense, plus les turbulences produisent un niveau de bruit élevé.

Les caractéristiques que nous venons de décrire sont importantes à considérer pour comprendre les conditions d'exposition au bruit d'une population vivant aux abords d'une infrastructure ferroviaire. Certaines de ces caractéristiques (température, force et direction des vents) varient localement d'une journée à l'autre et changent selon les saisons. Ces variations peuvent moduler, à court terme, les effets du bruit ferroviaire sur la santé et la qualité de vie qui seront abordés dans le chapitre suivant.

3



LES EFFETS DU BRUIT FERROVIAIRE SUR LA SANTÉ ET LA QUALITÉ DE VIE

Le paysage sonore se compose de l'ensemble des sons présents dans un environnement tel que perçus, vécus ou compris par les personnes qui s'y trouvent et ce, en fonction du contexte (International Organization for Standardization [ISO], 2014). Le paysage sonore, tout comme le paysage visuel, participe de la qualité d'un milieu de vie et, dans une certaine mesure, de son identité. Des études ont montré que l'appréciation des paysages sonores a un effet sur la santé des personnes qui les habitent (Aletta *et al.*, 2018). On associe, par exemple, les termes « calme », « reposant » et « dynamique » à des paysages sonores appréciés positivement (Davies *et al.*, 2013 ; Aletta *et al.*, 2018). Les paysages sonores ainsi appréciés peuvent avoir un impact positif sur la santé en accélérant, par exemple, la récupération chez des personnes stressées et améliorer la qualité subjective de l'état de santé des personnes qui y vivent (Aletta *et al.*, 2018). À l'inverse, le bruit incessant provenant des moyens de transport (aérien, routier et ferroviaire) contribue à une appréciation négative du paysage sonore et peut être associé à plusieurs effets sanitaires indésirables en plus de diminuer la qualité de vie des personnes exposées.

Évaluation du paysage sonore : mesures du bruit et de sa portée

L'évaluation du bruit et ultimement du paysage sonore exige de considérer simultanément trois dimensions : le niveau physique (pression sonore), la sensation par l'humain (sonie) et la réaction psychologique (dérangement).

Le **niveau physique du bruit** (la pression sonore) est mesuré en décibels, à l'aide d'un instrument de mesure appelé un **sonomètre** (l'encadré présenté à la page 13 liste différentes sources sonores et les niveaux qui y sont associés).

Le cerveau humain, quant à lui, perçoit la force physique du bruit à sa façon. Cette perception correspond à la **sensation qu'on appelle la sonie**. Plus l'intensité physique d'un son est élevée plus grande est la sonie perçue. Quand l'intensité physique du son avoisine 120 décibels, la sensation de sonie devient tellement intense qu'elle est

associée à la douleur (le tableau 1.1 à la page 16 décrit le ressenti humain résultant de différentes combinaisons de bruit).

Le **dérangement dû au bruit** n'est pas forcément prédit par le niveau physique en décibels et la sensation de sonie. Le « tic-tac » d'une horloge ou le « ploc-ploc-ploc » d'un robinet qui fuit, bien que discret sur le plan sonore, peut occasionner un immense dérangement chez une personne qui cherche le sommeil. Le dérangement dû au bruit environnemental réfère à la **réaction psychologique** d'une personne soumise à une situation acoustique qui interfère avec la réalisation d'une activité quotidienne (le repos, le sommeil, la jouissance de l'espace extérieur, la communication entre des personnes, l'écoute de la télévision et de la musique, la concentration, etc.).



Train de Via Rail. Repéré à https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Via_Rail_Montreal_2011.jpg

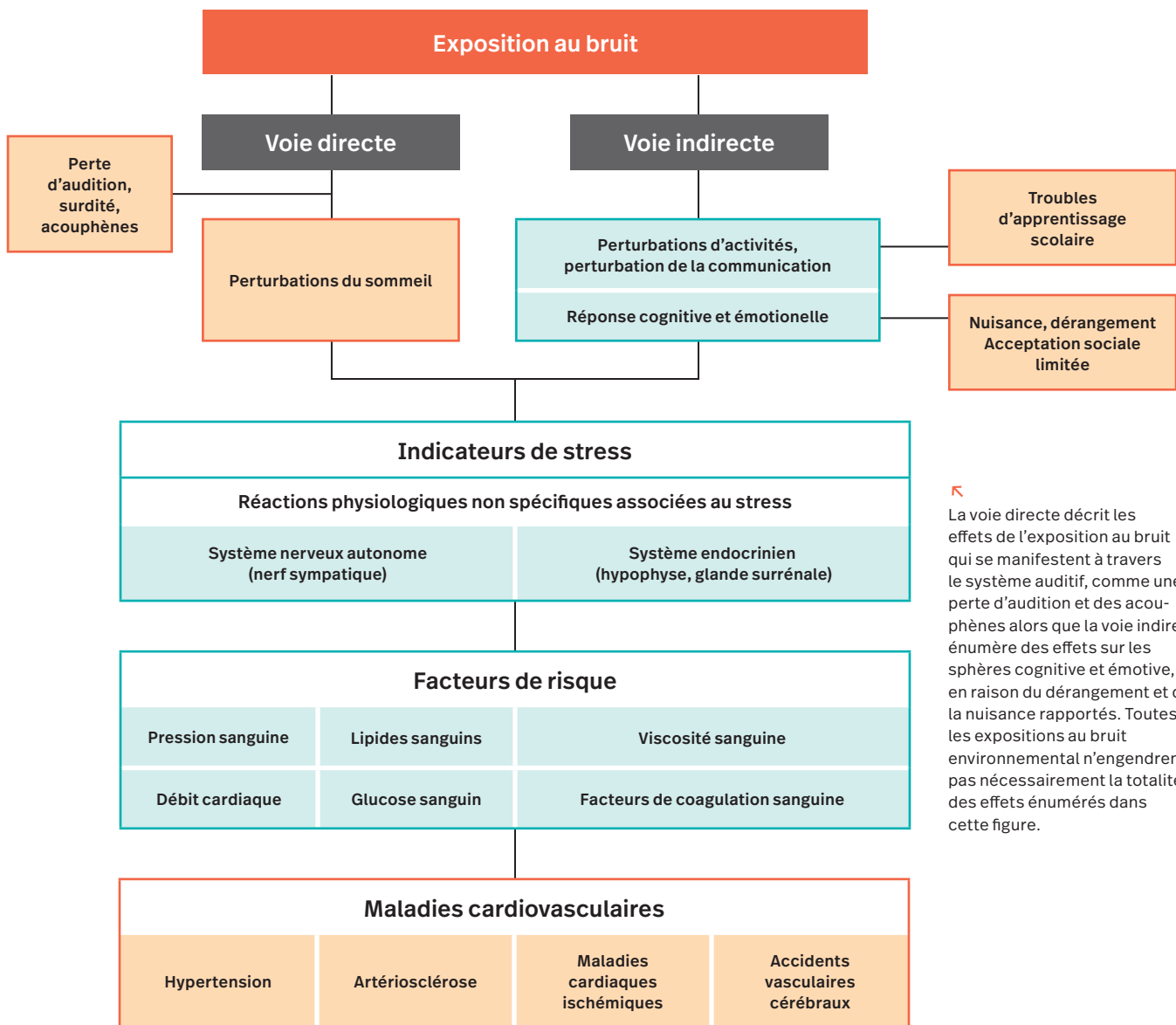
Parallèlement aux mesures des niveaux de bruit, une mesure de l'appréciation du paysage sonore est requise pour documenter les effets du bruit sur la santé des personnes exposées. Des techniques rigoureuses d'enquête et d'analyse de données, appartenant aux méthodes de recherche qualitative, permettent de mesurer le dérangement et de comprendre comment se vit une exposition au bruit. Ces méthodes sont utilisées pour tenter d'expliquer des phénomènes sociaux tels que la santé et la maladie. Le chapitre 4 décrit la démarche d'enquête socioacoustique qui est couramment utilisée pour mesurer le dérangement.

L'impact du bruit environnemental sur la santé est bien documenté (World Health Organization [WHO], 2018). Une exposition **chronique** à une source de bruit environnemental perçue comme dérangeante peut mener à des effets allant de la perturbation du sommeil, à des troubles cognitifs en passant par la surdité et des troubles cardio-vasculaires (figure 3.1).

L'apparition éventuelle de ces effets dépend de différents facteurs, notamment :

- le niveau et la durée d'exposition ;
- le moment d'exposition durant la journée ;
- la nature du bruit (intermittent ou continu) et
- d'autres facteurs sociodémographiques et d'attitude (voir chapitre 4 et annexe A).

Figure 3.1 – Synthèse des effets de l'exposition au bruit environnemental sur la santé et la qualité de vie.



La voie directe décrit les effets de l'exposition au bruit qui se manifestent à travers le système auditif, comme une perte d'audition et des acouphènes alors que la voie indirecte énumère des effets sur les sphères cognitive et émotionnelle, en raison du dérangement et de la nuisance rapportés. Toutes les expositions au bruit environnemental n'engendrent pas nécessairement la totalité des effets énumérés dans cette figure.

Traduit et adapté de: Münzel et al., 2014.

Source: Lebel et al., 2019.

3.1 Les effets reconnus du bruit ferroviaire sur la santé et la qualité de vie

Alors que l'exposition répétée au bruit environnemental est, en général, associée à des effets socio-sanitaires démontrés, qu'en est-il du bruit ferroviaire ? Une exposition au bruit ferroviaire a-t-il le même impact sur la santé et la qualité de vie qu'une exposition à d'autres bruits environnementaux ?

Outre les maladies cardiovasculaires, les effets sur l'apprentissage chez les enfants, les pertes auditives et les acouphènes, des recherches suggèrent d'autres effets dont la preuve reste toutefois à faire. Il est par exemple question d'impact sur les issues de la grossesse, sur la santé mentale, sur des réponses métaboliques comme l'obésité et le diabète. Ces effets sont encore insuffisamment étudiés ou présentent une qualité de preuve scientifique faible ou très faible.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a mené des évaluations systématiques des recherches portant sur cette question (WHO, 2018). En retenant les effets pour lesquels on a un niveau de preuve scientifique suffisamment fort, le dérangement et la diminution de la qualité subjective du sommeil ressortent comme deux effets significatifs du bruit ferroviaire.

Ces résultats ont incité l'OMS à émettre des valeurs-seuils de bruit à ne pas dépasser afin de prévenir ces effets indésirables sur la santé des populations exposées

ou encore de diminuer, autant que possible, le nombre de personnes affectées (tableau 3.1). Ainsi, en ce qui concerne le dérangement, le bruit ferroviaire risque de «fortement» déranger 10% des personnes exposées, à partir du moment où le niveau global, mesuré pendant 24 heures, excède 54 dBA. Ce niveau est mesuré à l'extérieur et à proximité des résidences de ces personnes. De même, 3% des résidents risquent de rapporter une forte perturbation de leur sommeil si le niveau de bruit, mesuré la nuit, à l'extérieur et à proximité de leur résidence, dépasse 44 dBA. Le bruit de la circulation routière engendre à peu près les mêmes proportions de dérangement pour des niveaux comparables de bruit (mesurés sur 24 heures et la nuit). Pour sa part, le bruit du trafic aérien engendre une proportion plus grande de forte perturbation du sommeil (11% des riverains) à des niveaux de bruit nocturnes plus faibles (40 dBA) et un fort dérangement pour 10% des personnes exposées dès que le niveau mesuré sur 24 heures dépasse 45 dBA.

3.2 Le bruit dérangeant des activités ferroviaires au Québec

En 2020, une étude réalisée sur le territoire de cinq municipalités¹ situées au Québec a permis de mesurer les niveaux de bruit à différentes distances de la voie ferrée pour des trains de marchandises et des trains de passagers (Leroux *et al.*, 2021). Les résultats de cette étude aident à concrétiser certaines notions présentées dans ce guide.

Tableau 3.1 – Sommaire des effets reconnus de l'exposition au bruit ferroviaire sur la santé et la qualité de vie et valeurs seuils émises par l'OMS.

EFFET SUR LA QUALITÉ DE LA VIE PROBLÈMES DE SANTÉ	RISQUE RELATIF
Fort dérangement - Nuisance chez 10 % des personnes exposées	Seuil de risque atteint > 54 dBA (L _{den}) extérieur
Forte diminution subjective de la qualité du sommeil chez 3% des personnes exposées	Seuil de risque atteint >44 dBA (L _n) extérieur



L'indicateur L_{den} est le niveau sonore continu équivalent pour une période de 24 heures où les niveaux de bruit enregistrés la soirée et la nuit sont pondérés respectivement de +5 et +10 dBA (d est pour *day*, e pour *evening* et n pour *night*).

L_n est l'indicateur de niveau de bruit durant la nuit (n pour *night*).

WHO, 2018.

1. Montréal, Québec, Repentigny, Saint-Jean-sur-Richelieu, Saint-Lambert.

NIVEAUX DE BRUIT PRODUITS PAR LES TRAINS CIRCULANT AU QUÉBEC

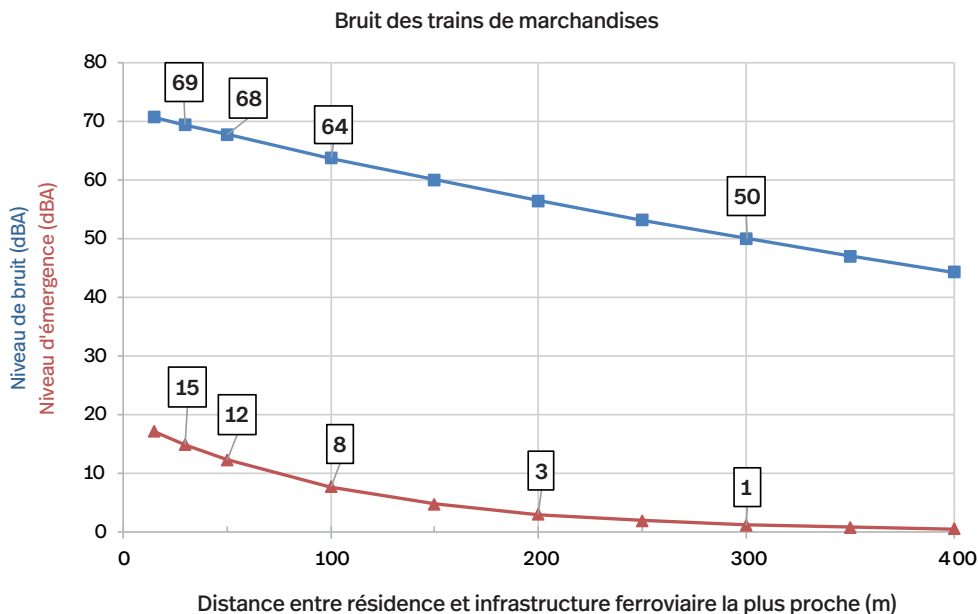
Une comparaison des niveaux de bruit obtenus² montre que ceux qui appartiennent aux passages de convois de marchandises sont plus élevés que ceux des trains de passagers (figures 3.2 et 3.3). Ce que les figures ne montrent pas c'est que les convois de marchandises comportent généralement un plus grand nombre de wagons et sont plus lourds comparativement aux convois de passagers. Le passage d'un train de marchandises dure par conséquent plus longtemps, ce qui accroît le risque de dérangement des riverains. Sans surprise, on note que les valeurs d'émergence (différence entre le niveau de bruit ambiant, sans passage du convoi et les niveaux de bruit mesurés lors du passage du convoi) sont aussi plus grandes pour les convois de marchandises que pour celles mesurées lors des passages des trains de passagers.

Les résultats montrent également que l'éloignement de la voie ferrée (distance) atténue les niveaux de bruit mesurés, quelle que soit la nature du convoi.



Trains de marchandises. Repéré à <https://www.flickr.com/photos/flowizm/3772163553/in/album-823622/>

Figure 3.2 – Niveaux de bruit (carrés bleus) et niveaux d'émergence (triangles rouges) moyennés associés à des passages de convois de marchandises dans cinq municipalités québécoises.

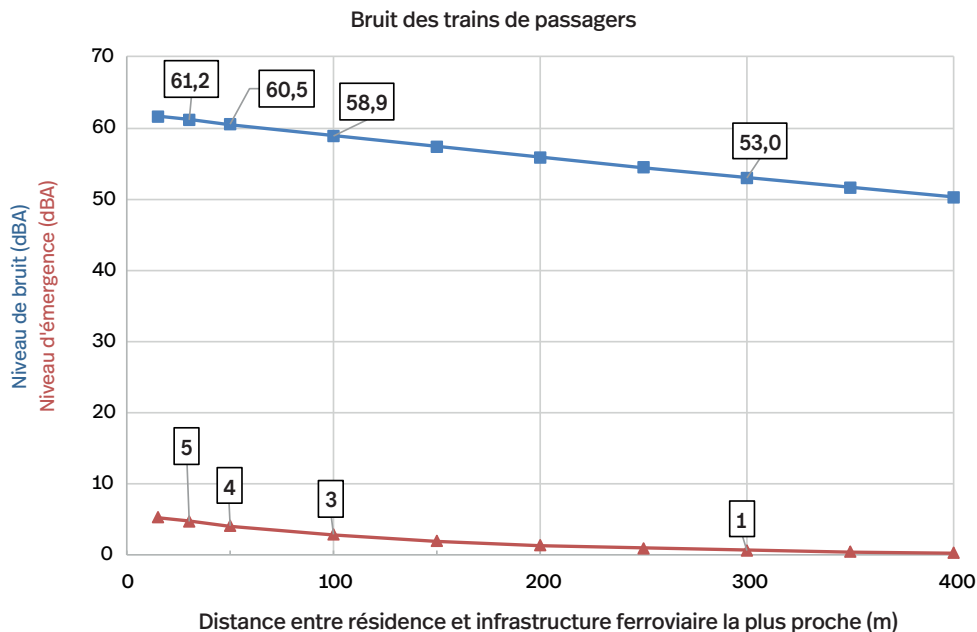


← Les niveaux sonores rapportés représentent des valeurs moyennées des niveaux de bruit et d'émergence de plusieurs passages de trains de marchandises mesurés dans cinq municipalités du Québec. Le niveau sonore moyen de 69 dBA a été mesuré à 30 m de la voie ferrée. Le niveau sonore du bruit ferroviaire diminue avec la distance. Il est de 64 dBA à 100 m de la voie ferrée et de 50 dBA à 300 m. La valeur moyenne de l'émergence diminue également avec la distance passant de 15 dBA à 30 m de la voie ferrée à tout juste 1 dBA à 300 m. À cette distance, il est probable que le bruit du passage du convoi ferroviaire de passagers soit difficile à distinguer du bruit ambiant de l'environnement.

Leroux et al., 2021.

2. Les niveaux sonores rapportés dans cette section ont été mesurés à l'aide de l'indicateur $L_{Aeq, évènement}$.

Figure 3.3 – Niveaux de bruit (carrés bleus) et niveaux d'émergence (triangles rouges) moyennés associés à des passages de convois de passagers dans cinq municipalités québécoises.



Les niveaux sonores rapportés représentent des valeurs moyennées des niveaux de bruit et d'émergence de plusieurs passages de trains de passagers mesurés dans cinq municipalités du Québec. Le niveau sonore moyen de 61 dBA a été mesuré à 30 m de la voie ferrée. Le niveau sonore du bruit ferroviaire diminue avec la distance. Il est de 59 dBA à 100 m de la voie ferrée et de 53 dBA à 300 m. La valeur moyenne de l'émergence diminue également avec la distance passant de 5 dBA à 30 m de la voie ferrée à tout juste 1 dBA à 300 m. À cette distance, il est probable que le bruit du passage du convoi ferroviaire de passagers soit difficile à distinguer du bruit ambiant de l'environnement.

Leroux et al., 2021.

Il est difficile de comparer la situation de l'exposition au bruit ferroviaire au Québec avec les valeurs-seuils proposées en 2018 par l'OMS. Ces valeurs-seuils sont basées sur des études conduites principalement en Europe et en Asie où la densité de la circulation ferroviaire est élevée et pour laquelle les indicateurs de longue durée sur une journée (L_{den}) ou une nuit (L_n) décrivent adéquatement le climat sonore.

Au Québec, comme nous l'avons rappelé plus tôt, la densité de la circulation ferroviaire est relativement faible avec une moyenne rarement supérieure à un convoi par heure. Cette réalité fait en sorte que les deux indicateurs (L_{den}) (L_n) sont peu influencés par le passage espacé et occasionnel des trains. Le bruit des passages de trains se trouve alors « noyé » dans le bruit ambiant. Dans ces conditions particulières, il est probablement plus pertinent d'examiner un autre indicateur, soit **l'émergence**. Cette dernière décrit le climat sonore propre au passage d'un convoi à travers le bruit ambiant qui prévaut avant et après sa survenue.

3.3 Est-ce que l'exposition au bruit ferroviaire entraîne des effets sur la santé au Québec ?

En plus de mesurer le bruit ferroviaire, l'étude québécoise a aussi interrogé 1506 riverains habitant à moins de 1000 m des voies ferroviaires (Leroux *et al.*, 2021). L'enquête a permis de mesurer, auprès de ces répondants, leur dérangement dû au bruit ferroviaire, la diminution de la qualité subjective de leur sommeil ainsi leur dérangement dû aux vibrations induites par la circulation ferroviaire.

LE BRUIT FERROVIAIRE AFFECTE LA SANTÉ ET LA QUALITÉ DE VIE D'ENVIRON 5 % DES RIVERAINS EXPOSÉS AU QUÉBEC

Les résultats sur le dérangement (figure 3.4) et la perturbation du sommeil (figure 3.5) dus au bruit ferroviaire montrent que la proportion des personnes dérangées diminue à mesure que leur lieu de résidence se situe plus loin de la voie ferrée. Toutefois, à l'intérieur d'une distance d'un kilomètre d'une voie ferrée, une proportion de 5,5% des 1506 répondants de l'enquête québécoise se disent fortement dérangés par le bruit ferroviaire alors que 4,9% d'entre eux rapportent un sommeil perturbé par les activités ferroviaires.

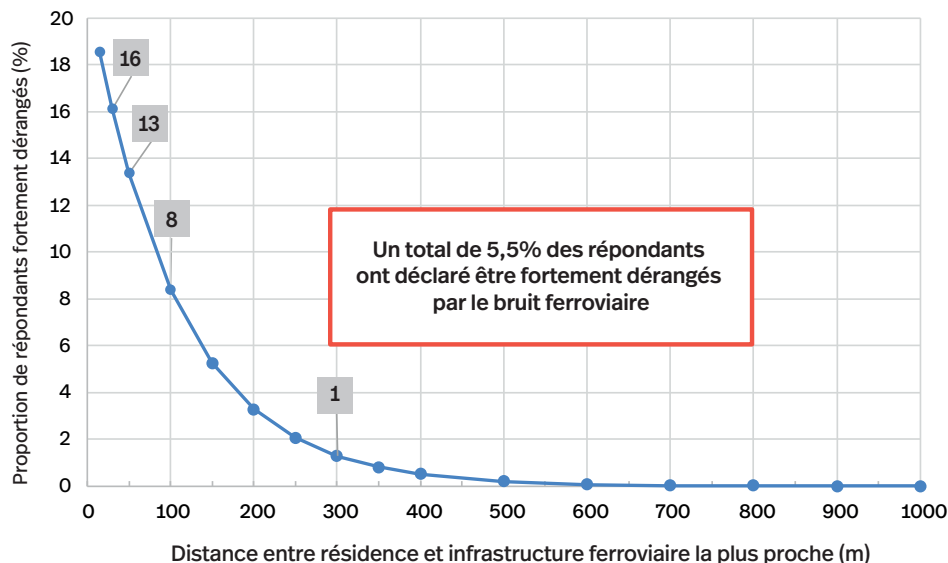
Les résultats montrent aussi qu'au moins 13% des riverains dont la résidence se situe près, c'est-à-dire à moins de 50 m d'une voie ferrée, se disent fortement dérangés par le bruit ferroviaire. À l'intérieur de cette distance, la proportion de riverains fortement dérangés par le bruit est supérieure à la proportion de 10% que l'OMS considère significative.

Pour ce qui est de la qualité du sommeil, au moins 3,6% des riverains, dont la résidence se situe à moins de 50 m d'une voie ferrée, rapportent un sommeil fortement perturbé par le bruit ferroviaire. À l'intérieur de cette distance, la proportion de riverains dont la qualité du sommeil est fortement perturbée par le bruit est supérieure à la proportion de 3% que l'OMS considère significative.



Combien de personnes sont fortement dérangées par le bruit ferroviaire ?

Figure 3.4 – Proportion de répondants fortement dérangés par le bruit ferroviaire (tous types confondus) en fonction de la distance à l'infrastructure ferroviaire la plus proche dans cinq municipalités québécoises.



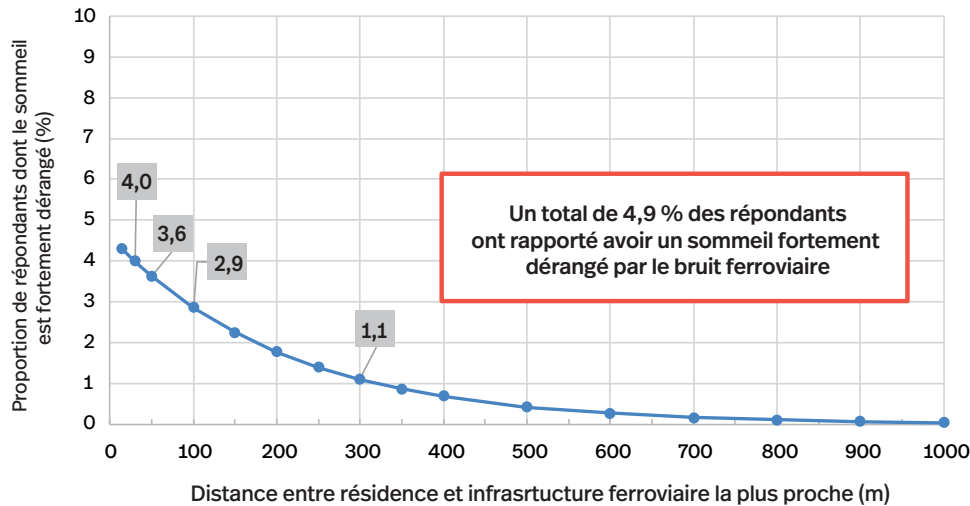
En parallèle avec la diminution du niveau sonore du bruit ferroviaire avec l'augmentation de la distance à la voie, la proportion des riverains fortement dérangés par le bruit ferroviaire diminue à mesure que leur résidence se trouve plus éloignée de la voie ferrée. À 30 m d'une voie, 16% des répondants se disent fortement dérangés par le bruit. Cette proportion est de 8% à 100 m et de 1% pour les riverains habitant à 300 m.

Leroux *et al.*, 2021.



Combien de personnes voient leur sommeil fortement perturbé par le bruit ferroviaire ?

Figure 3.5 – Proportion de répondants dont le sommeil est fortement perturbé par le bruit ferroviaire (tous types confondus) en fonction de la distance à l'infrastructure ferroviaire la plus proche dans cinq municipalités québécoises.



← La proportion des riverains rapportant que la qualité de leur sommeil est fortement perturbée par le bruit ferroviaire diminue à mesure que leur résidence se trouve plus éloignée de la voie ferrée. À 30 m d'une voie ferrée, 4 % des répondants disent que la qualité de leur sommeil est fortement perturbée par le bruit. Cette proportion est de 2,9 % à 100 m et de 1,1 % pour les riverains habitant à 300 m.

Leroux et al., 2021.



Arrivée d'une locomotive à un passage à niveau. Repéré à <https://www.flickr.com/photos/flowizm/4069626652/in/album-823622/>

LES VIBRATIONS ASSOCIÉES AU TRAFIC FERROVIAIRE DÉRANGENT 3,6% DES RIVERAINS EXPOSÉS AU QUÉBEC

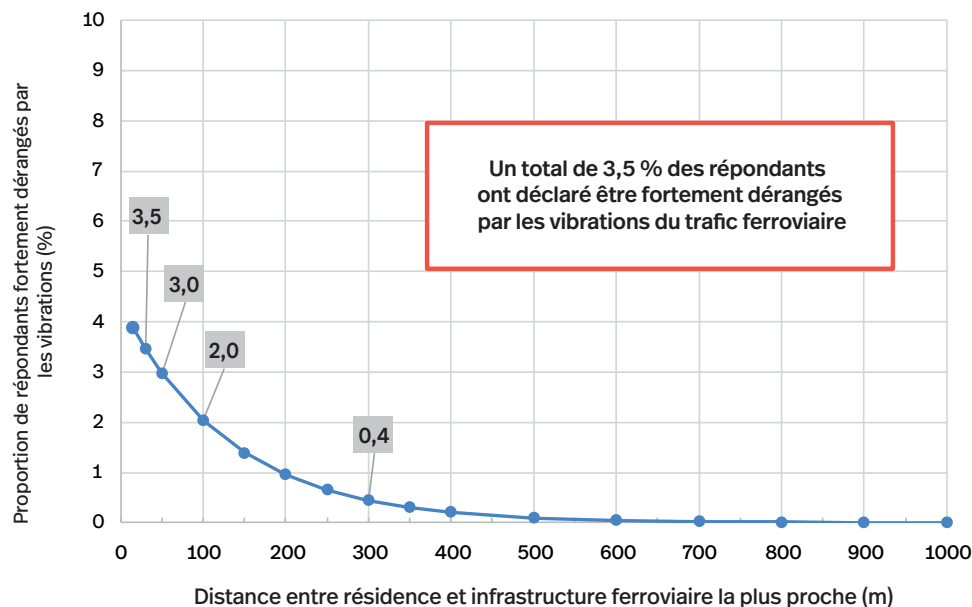
En plus du bruit qui perturbe les riverains des installations ferroviaires, les vibrations sont aussi sources de dérangement. Différentes études montrent que les vibrations peuvent être perçues à l'intérieur des bâtiments résidentiels jusqu'à 200 m des voies ferrées où circulent des trains de marchandises et jusqu'à 60 m pour des convois de trains de passagers (UIC, 2017).

Les résultats de l'étude québécoise montrent que la proportion des personnes dérangées par les vibrations associées au trafic ferroviaire (figure 3.6) diminue à mesure que leur lieu de résidence se situe plus loin de la voie ferrée (Leroux et al., 2021). À l'intérieur d'une distance d'un kilomètre d'une voie ferrée, une proportion de 3,6 % des 1506 répondants de l'enquête québécoise se disent fortement dérangés par les vibrations ferroviaires.



Combien de personnes sont fortement dérangées par les vibrations du trafic ferroviaire ?

Figure 3.6 – Proportion de répondants fortement dérangés par les vibrations en fonction de la distance à l'infrastructure ferroviaire la plus proche dans cinq municipalités québécoises.



La proportion des riverains fortement dérangés par les vibrations ferroviaires diminue à mesure que leur résidence se trouve plus éloignée de la voie ferrée. À 30 m d'une voie ferrée, 3,5% des répondants se disent fortement dérangés par les vibrations. Cette proportion est de 2% à 100 m et de 0,4% à 300 m.

Un total de 3,5 % des répondants ont déclaré être fortement dérangés par les vibrations du trafic ferroviaire

Leroux et al., 2021.

Dans ce chapitre, nous avons constaté que le bruit ferroviaire varie selon la nature des convois circulant sur les voies ferrées (marchandises ou passagers). Le bruit est plus intense pour des convois de marchandises qui produisent également des niveaux d'émergence plus élevés qui se propagent sur des distances plus grandes. Par ailleurs, plusieurs voies ferrées au Québec accueillent à la fois des trains de marchandises et de passagers dont la répartition change selon la voie. La proportion des personnes dérangées par le bruit ferroviaire varie selon les caractéristiques locales de ce trafic (nature, vitesse et poids du convoi, densité de la circulation ferroviaire selon le moment de la journée, etc.) et également en fonction de la distance d'éloignement de la voie ferrée.

Nous avons aussi vu que les valeurs-seuils basées sur des indicateurs de journée et de nuit proposées en 2018 par l'OMS sont difficiles à appliquer uniformément au Québec, en raison de la faible densité du trafic ferroviaire dans la plupart des situations. La valeur de l'émergence est un indicateur qui semble plus approprié pour prendre en compte les caractéristiques spécifiques d'un milieu et mieux comprendre les réactions de dérangement des populations riveraines.

Tous ces facteurs, de même que les variables socio-démographiques de la population exposée ainsi que les caractéristiques de la forme urbaine, interagissent de manière complexe. Le recours à plusieurs expertises spécialisées est nécessaire pour identifier et comprendre le contexte spécifique des activités ferroviaires qui risquent d'avoir des effets indésirables sur la santé d'une population. Les démarches d'expertise en enquête socioacoustique et en analyse de la forme urbaine sont présentées au chapitre suivant.

4



LES ÉTUDES ET EXPERTISES POUR APPRÉCIER ET ÉVALUER UNE SITUATION D'EXPOSITION AU BRUIT

Il y a plusieurs types d'études et d'expertises, et l'on pense tout de suite à l'acoustique issue de l'ingénierie avec ses mesures. Toutefois, la mesure des différents paramètres acoustiques du bruit ne permet pas, à elle seule, de dresser un portrait complet d'une situation d'exposition. Différentes analyses sont nécessaires pour apprécier et évaluer une situation d'exposition au bruit pour ensuite réfléchir à une stratégie de mitigation. Une analyse complète doit considérer à la fois la perception des personnes qui sont exposées à ce bruit de même que le contexte à savoir quelles sont les activités quotidiennes impliquées (repos, loisirs, repas, sommeil) et l'environnement bâti dans lequel elles se déroulent. Deux grands types d'expertises sont présentés sommairement ici : les enquêtes socioacoustiques et la caractérisation morphologique urbanistique.

4.1 Les enquêtes socioacoustiques

Le dérangement est l'effet du bruit environnemental le plus souvent rapporté par les populations exposées, celui qui fait l'objet de reportages dans les médias et de recours devant les tribunaux. Depuis les 40 dernières années, le dérangement dû au bruit a été l'objet d'un très grand nombre d'études scientifiques (Environmental Protection Agency [EPA], 1974). L'OMS (1980) le définit comme étant « une sensation de désagrément, de déplaisir provoquée par un facteur de l'environnement (le bruit) dont l'individu (ou le groupe) connaît ou anticipe le pouvoir d'affecter sa santé ».

En général, le dérangement dû au bruit pourrait induire un abaissement des niveaux de performance, un accroissement des comportements sociaux négatifs et une exacerbation des composantes de santé mentale (Job, 1993; Fields *et al.*, 1997, 1998). Les experts rapportent ainsi que le fait d'être dérangé par le bruit amènerait les gens à éprouver des émotions négatives lorsqu'il y a exposition, soit à exprimer de la colère, de la déception, du mécontentement, du repli, de l'abandon, de la dépression, de l'anxiété, de la distraction, de l'agitation ou de l'épuisement. Des effets sociaux et comportementaux pourraient aussi être observés chez les personnes vivant un dérangement dû au bruit (World Health Organization [WHO], 2000), tels que des changements dans les habitudes quotidiennes (ex. : fermeture des fenêtres, hausse du volume du téléviseur), de l'agressivité ou du désengagement envers autrui (Agence française de sécurité sanitaire environnementale [AFSSE], 2004).

Il est important de comprendre que le dérangement d'une population n'est pas seulement relié aux paramètres acoustiques du bruit (niveaux, nature, etc.); il est aussi intimement relié à un ensemble de facteurs psychosociologiques tels que le degré de contrôle qu'a la personne exposée sur le bruit, la possibilité d'y échapper, la crainte de dévaluation de sa propriété, la nécessité perçue de ce bruit (par exemple : utile au travail, nécessaire à la vitalité économique de la communauté), la perception de perte de contrôle sur les décisions affectant la qualité de vie, la confiance envers les décideurs et la perception du bruit comme une menace à la santé (King & Davis, 2003).

En fait, les mesures en dBA sont de faibles « prédicteurs » du dérangement lié à une source de bruit spécifique. Ces mesures n'expliquent rarement plus de 25 % du dérangement exprimé par une population exposée au bruit.

Par contre, les facteurs psychosociologiques expliquent près de 70 % de ce dérangement, d'où l'importance de les évaluer. Par exemple, dans une étude sur le dérangement provoqué par l'exposition au bruit des éoliennes, 11 % du dérangement était expliqué par les niveaux de bruit en dBA alors que 61 % de ce même dérangement était expliqué par le fait... de voir les éoliennes (Pedersen & Larsman, 2008). Dans une étude menée au Québec sur le dérangement provoqué par l'exposition au bruit des motoneiges, moins de 4 % du dérangement était expliqué par les niveaux de bruit alors que plus de 65 % de ce même dérangement était expliqué par d'autres facteurs dont la crainte que la proximité d'un sentier de motoneiges ne déprécie la valeur de la résidence située à proximité (Leroux, Gendron & André, 2010).

LES FACTEURS PSYCHOSOCIOLOGIQUES DE DÉRANGEMENT

Comme nous venons de le voir, il existe une grande quantité de facteurs qui influencent le dérangement lié au bruit environnemental. L'AFSSE (2004) propose de regrouper tous ces facteurs en trois catégories : individuels, contextuels et culturels ou sociaux.

Les facteurs individuels incluent les facteurs sociodémographiques (sexe, âge, formation, statut d'occupation du logement, lien vis-à-vis de la source de bruit, usage de la source, attentes par rapport à son milieu de vie) et les facteurs d'attitude (sensibilité au bruit, peur de la source, capacité à surmonter, à faire face au bruit, confiance dans l'action des pouvoirs publics).

Les facteurs contextuels portent davantage sur ce qui « entoure » le bruit. Est-il choisi ou subi, régulier ou imprévisible, est-il associé à un voisinage difficile ?

Enfin, les facteurs culturels et sociaux portent en grande partie sur la tolérance culturelle vis-à-vis des comportements et des activités bruyantes (Miedema & Vos, 1999).

Ces facteurs psychosociologiques de la perception du bruit impliquent que la recherche de solutions pour réduire le dérangement associé au bruit environnemental se fasse en collaboration avec les citoyens qui y sont soumis (Pinsonnault-Skvarenina *et al.*, 2022). Les solutions devront porter, bien sûr, sur la réduction des niveaux de bruit, mais aussi sur les facteurs d'attitudes, contextuels, culturels et sociaux.

L'ENQUÊTE SOCIOACOUSTIQUE

Les enquêtes socioacoustiques constituent une étape clé dans la cueillette et l'analyse des niveaux d'exposition au bruit et les facteurs psychosociologiques afin d'établir éventuellement une stratégie de mitigation. L'établissement d'une relation entre l'exposition au bruit environnemental et ses effets sociosanitaires requiert une mesure concomitante de ces deux éléments. L'enquête socioacoustique permet ainsi d'obtenir une évaluation globale de la qualité de l'environnement et de la qualité de vie aux abords d'une source de bruit environnemental. Les relations entre les niveaux de bruit, les facteurs individuels, contextuels et culturels et les problèmes rapportés par les riverains peuvent être ainsi documentées.

Comment se conduit ce type d'enquête ?

En général, ce genre d'enquête est confiée à des équipes de spécialistes composées d'acousticiens, d'ingénieurs en acoustique, d'audiologistes, de professionnels en santé environnementale ou en santé publique. La composition des équipes varie selon le milieu d'exercice (firmes de consultants, directions de santé publique, universités, etc.). Selon la norme de l'International Organization for Standardization ISO/TS 15666 (ISO, 2021) qui encadre la pratique à l'échelle internationale, l'enquête socioacoustique est une « enquête sociale destinée à l'évaluation de la gêne due au bruit¹, les valeurs mesurées ou calculées des niveaux de bruit étant attribuées à l'environnement résidentiel des personnes enquêtées. »

Mesure des niveaux de bruit

Dans une enquête socioacoustique, les mesures de bruit servent à déterminer l'exposition au bruit subie à la résidence (à la façade la plus exposée à la source de bruit) des riverains vivant à plus ou moins grande distance d'une infrastructure génératrice de bruit. Dans chaque enquête, une distance entre l'infrastructure et les résidences sera déterminée pour circonscrire la population visée. Par exemple, on peut spécifier que les personnes résidant à 1 km de part et d'autre d'une emprise ferroviaire seront visées par une enquête socioacoustique en particulier.



Mesure de bruit aux abords de la voie ferrée et de la piste cyclable jouxtant la rue Croteau à Repentigny. Source : Tony Leroux, 2019.

En général, les mesures de bruit servent à déterminer les niveaux de bruit pour une journée complète (24 heures), pour des périodes spécifiques de la journée (jour, soir, nuit), pour des jours de semaine et de fin de semaine, à différentes distances de l'infrastructure bruyante. En parallèle aux mesures, des grilles d'observation servent à identifier plus précisément les sources de bruit présentes dans l'environnement (il existe rarement une seule source de bruit dans un environnement donné), les événements bruyants particuliers (par exemple le recours aux sifflets sur les trains) et la contribution des différentes sources de bruit observées. Il existe une série de normes internationales (p. ex. : ISO-1996-1, ISO-1996-2, ISO-1996-3) qui précisent les méthodes et les instruments à utiliser pour obtenir des mesures fiables et représentatives de l'environnement sonore. Des logiciels spécialisés de modélisation acoustique permettent ensuite d'utiliser les données recueillies sur le terrain pour prédire les niveaux d'exposition à chacune des résidences de la zone visée par l'enquête.

1. En Europe francophone, l'expression « gêne due au bruit » est utilisée alors que la pratique en Amérique du Nord réfère au même concept avec « dérangement dû au bruit ».

Évaluation du dérangement et de certains effets du bruit sur la santé

L'évaluation du dérangement se fait généralement par le biais d'un questionnaire d'enquête. L'administration du questionnaire peut être réalisée en personne au domicile des riverains, par téléphone, par la poste ou encore en ligne sur Internet. La norme ISO/TS 15666 (2021) prescrit notamment la forme des questions de dérangement à poser et les échelles à utiliser pour mesurer le degré de dérangement.

Les guides de bonnes pratiques (notamment celui de Whittle *et al.*, 2015) suggèrent que ces questionnaires permettent minimalement de décrire et de connaître :

- la résidence du répondant ;
- les habitudes du répondant à sa résidence ;
- l'appréciation du répondant de son milieu de vie ;
- l'opinion du répondant quant à l'environnement sonore en général ;
- l'opinion du répondant en ce qui a trait au bruit de la source sonore visée par l'enquête (par exemple, une infrastructure ferroviaire) ;
- l'opinion du répondant sur d'autres dimensions de la source sonore visée par l'enquête (par exemple, vibrations, poussière) ;
- l'opinion du répondant quant à d'autres sources de bruit environnemental (par exemple, bruit routier, bruit aérien, bruit de voisinage, etc.) ;
- l'opinion du répondant en ce qui concerne la planification et la gestion de la source sonore visée par l'enquête et le profil socio-économique du répondant.

La réalisation d'une enquête socioacoustique exige des connaissances, des compétences, des équipements spécialisés qui ne sont pas accessibles en général à l'intérieur des organisations municipales. Il faut donc la plupart du temps recourir à des ressources professionnelles externes.

L'INSPQ (2018) propose qu'« en l'absence d'étude acoustique, une municipalité ou une MRC pourrait compter sur l'information provenant de la gestion (ou d'un système de gestion) des plaintes pour bruit (nuisances) intégrant à la fois les données des services d'inspection ou d'urbanisme et des corps policiers. Cela pourrait constituer la première étape pour analyser une situation et envisager des modifications à un aménagement ou des mesures d'atténuation » (p. 15).

Cependant, en aménagement, une situation qui fait problème ne se limite pas au périmètre d'un site. Cela est d'autant plus vrai pour l'intrusion et la propagation du son qui sont influencées par plusieurs facteurs, dont les caractéristiques de l'environnement bâti. L'aménagement et l'urbanisme sont directement concernés par l'environnement sonore et les nuisances qu'il peut générer. Parmi les outils dont ils disposent, la morphologie urbaine est fort utile. Elle permet de bien saisir le contexte, de cerner les incidences urbanistiques d'une situation, d'identifier des solutions et d'éclairer les choix possibles.

4.2 La morphologie urbaine

Prendre en charge le sonore renvoie à une multitude de possibilités de différentes envergures, avec leurs implications et leurs exigences. S'agit-il d'intervenir sur un bâtiment ou sur un équipement mécanique ? Devrait-on simplement végétaliser une bande de terrain ou en faire un parc linéaire ? Ou encore faudrait-il changer la vocation et le zonage d'un site ? Puis, quels leviers et outils sont disponibles pour agir ? Quelles sont les ressources nécessaires et surtout qui paie ? Voilà des questions auxquelles sont confrontés les différents intervenants en aménagement pour lesquels il n'y a pas de réponses simples, et ce, pour plusieurs raisons. D'une part, le caractère globalisant et contingent de l'aménagement toutes disciplines confondues (architecture, urbanisme, design urbain, etc.) fait en sorte que ce qui est bon ou faisable pour un aspect ne l'est pas nécessairement pour les autres. Par exemple, des sites jusque-là jugés inappropriés pour du résidentiel sont envisagés afin de répondre à des objectifs de densification. D'autre part, les multiples instances impliquées sont responsables chacune d'un aspect particulier qu'elles considèrent avec leurs propres indicateurs (Laplace, 2022). Dès lors, les parties prenantes sont appelées à délibérer à la lumière de perspectives différenciées et parfois opposées. C'est ici que la morphologie urbaine *sensu lato* peut aider.

La morphologie urbaine permet de saisir les tenants et aboutissants des milieux bâtis et des logiques à l'œuvre. Elle contribue ainsi à cerner les enjeux propres à un contexte pour mieux apprécier la portée et les limites des interventions possibles. Une présentation sommaire de la morphologie urbaine aidera à aborder avec un esprit critique la lecture du prochain chapitre portant sur les bonnes pratiques quant à la prise en charge du bruit environnemental et ferroviaire.

La morphologie urbaine est difficile à appréhender, car elle relève d'une façon inhabituelle de regarder les milieux bâtis.

C'est leur structure invisible qu'elle invite à lire pour saisir la façon dont l'immatériel (valeurs, perceptions, représentations) et le matériel s'articulent pour donner forme aux établissements humains et les transformer. C'est ainsi qu'en morphologie urbaine on emprunte à la linguistique pour aborder les formes qui sont vues comme des récits de l'histoire et de la culture humaine. On parle donc de vocabulaire (les éléments de la forme urbaine qui sont les mots), de grammaire et de syntaxe (les règles d'assemblage, de formation et de transformation des éléments et des ensembles [textes] qu'ils forment).

Ainsi, il faut souligner d'entrée de jeu le caractère théorique inhérent à la morphologie, qui rejoint l'esprit des sciences humaines et par moment celui de la philosophie de l'art. Bien que la morphologie urbaine se développe depuis une soixantaine d'années, les questions épistémologiques demeurent importantes et son opérationnalisation n'est pas systématique. Elle ne s'inscrit pas dans une approche de type *problem solving* : analyse – synthèse – solution ; il n'y a pas une solution spécifique pour un problème spécifique. Au contraire, à l'instar de l'écriture d'un texte quel qu'il soit, nous sommes dans l'univers de l'interprétation. Il n'y a pas de bonne forme architecturale ou urbaine, seulement différentes manières de percevoir un contexte et d'apprécier des propositions. Dès lors, la présentation qui suit offre quelques bases conceptuelles nécessaires pour appréhender la morphologie urbaine. On pardonnera le caractère plus académique qu'il n'eut été souhaité.

UN CHAMP D'ÉTUDE MULTIDISCIPLINAIRE

La morphologie urbaine constitue un « champ d'étude multidisciplinaire consacré à l'analyse des manifestations matérielles et spatiales de l'espace anthropique, entendu ici comme un espace façonné par une activité humaine délibérée » (Gauthier, 2022, p.5). Elle se décline en plusieurs approches qui partagent une perspective conceptuelle commune, bien qu'issues à divers degrés de la géographie, de l'architecture urbaine et de l'architecture de paysage. Ces approches articulent une remise en question musclée d'une conception euclidienne du territoire, soit un substrat neutre sur lequel appliquer des projets élaborés strictement en vertu de politiques et de données quantitatives. Aussi, elles développent plusieurs concepts novateurs aptes à prendre en charge les dimensions sensibles, à considérer le « pays réel » comme le formule Beaudet dans son ouvrage « Le pays réel sacrifié » (2000).

La morphologie urbaine est largement mobilisée depuis les années 1970 par ce qu'il convient d'appeler les disciplines du projet, soit le design (d'objet, de service et urbain), l'architecture et l'urbanisme. Ces disciplines partagent une pratique centrée sur le travail d'atelier, dans laquelle le dessein et le dessin se définissent mutuellement (Vial, 2014 ; Brochu, 2011). Ainsi, poser un problème passe par l'esquisse d'un projet.

Il y a une dimension critique marquée dans les analyses en morphologie urbaine. À ce titre, et contrairement aux approches technocratiques qui dominent la planification de l'après-guerre, les changements de vocation d'un lieu ne sont pas envisagés à partir des seules données sociodémographiques ou encore de la disponibilité des terrains, mais en tenant compte des termes d'une inscription cohérente dans la structure urbaine : qu'a-t-il été, que peut-il devenir ? À l'image des ronds que fait un caillou lancé dans l'eau, cette inscription a des incidences à plusieurs échelles auxquelles on réfère par rapports interscalaires. La morphologie urbaine guide l'interprétation qu'implique nécessairement tout projet d'aménagement. Toutefois, cette interprétation est conduite avec rigueur. Prenant appui sur une approche empirique, l'observation et le classement des caractéristiques (géographique, architecturale, urbanistique, etc.) sont effectués à la lumière de concepts et de notions éprouvés (Brochu, 2011 ; Gauthier, 2022 ; Poullaouec-Gonidec *et al.*, 2005). C'est ainsi que la taxonomie et la construction de typologies occupent une place prépondérante. Les notions de paysage et de tissu urbain sont fondamentales en morphologie urbaine.

Selon la notion de paysage, l'environnement bâti ou plus justement le territoire, résulte des interactions entre les formes concrètes, matérielles et l'action, au sens large, des humains (Mercier, 2001). La définition de Raveneau (1977) a le mérite de montrer l'association des regards nécessaires pour saisir et qualifier les paysages, culturels par définition : « Les formes des paysages (révélées par l'analyse morphologique) dans un espace donné sont la résultante de l'interaction entre les agents humains (révélés par l'analyse du peuplement) et le cadre physique qui les supporte, ceci à travers des systèmes de valeurs (révélés par l'analyse perceptuelle) conditionnant l'action des acteurs » (p. 137). La notion de tissu urbain montre l'interdépendance des composantes de la forme urbaine, dont la trame et les types bâtis, comme on le verra dans le chapitre 5.

En montrant, sous différents angles, les interactions entre les composantes matérielles (naturelles et artificielles) et immatérielles (valeurs, perceptions, représentations, etc.) dans le temps, ces notions permettent de comprendre en profondeur les milieux tant pour cerner le problème, concevoir et apprécier des « aménagements », des interventions. La qualité de ces interventions dépend de leur capacité à prendre en compte la spécificité des milieux. Il s'agit aussi de pouvoir faire la part des choses entre ce qui est souhaité (un idéal, un objectif ciblé), ce qui est souhaitable (pour le milieu dans son entièreté) et ce qui est possible compte tenu de l'ensemble des dimensions et des contingences. C'est ici que la réinterprétation rigoureuse promue par la morphologie urbaine prend tout son sens.

MORPHOLOGIE URBAINE ET URBANISME PHYSICOSPATIAL : LA PERTINENCE D'UNE APPROCHE ADAPTÉE

D'une façon générale, les études en morphologie urbaine visent à mieux comprendre les interactions entre les diverses composantes des milieux de vie : les humains, la société et le cadre physique (Gauthiez, 2004). Les approches peuvent être regroupées sous deux grandes perspectives, chacune ouvrant sur l'opérationnalisation d'un aspect et d'une échelle de l'aménagement.

Dans la première, on s'attache à saisir ce que les formes bâties révèlent des phénomènes culturels. Plus spécifiquement, on cherche à mieux cerner les répercussions politiques et sociales des interactions entre les individus, la société et les milieux physiques. La construction des représentations territoriales ainsi que les jeux

d'acteurs méritent une attention particulière. C'est ici le vaste registre des études en paysage portées notamment par la géographie. Ces études contribuent à la définition des grandes orientations et affectations des sols à l'échelle de l'aménagement du territoire ou *macro*.

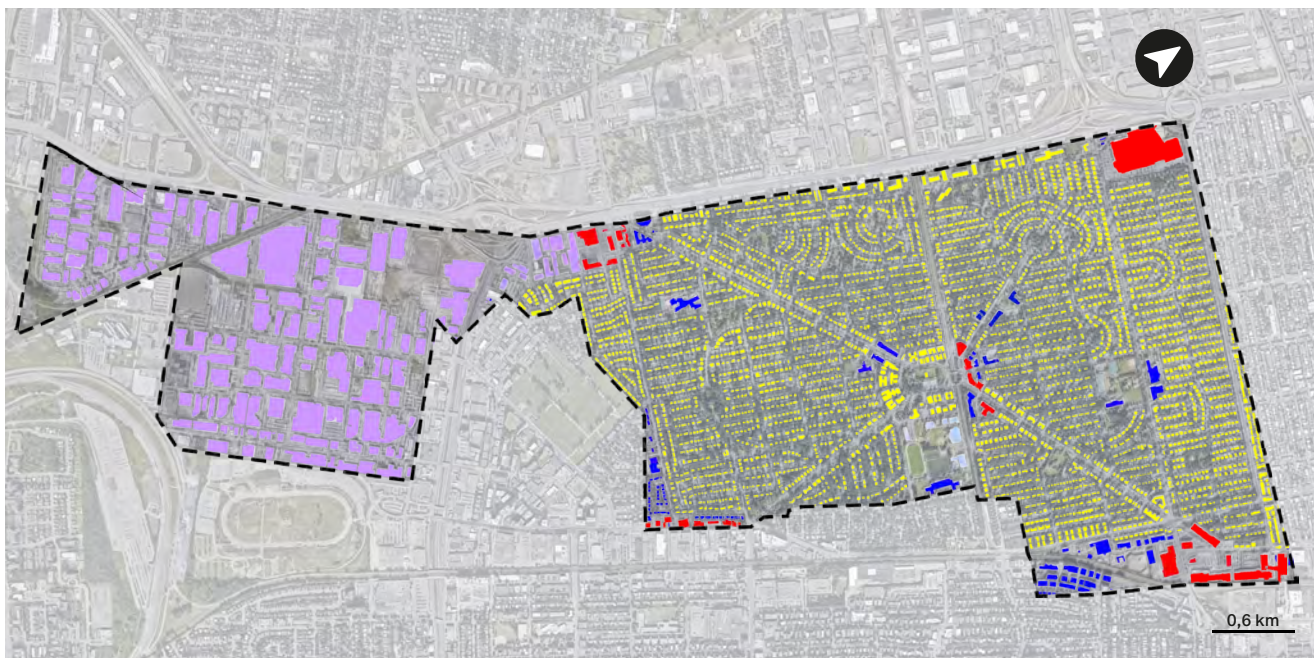
Dans la deuxième, on s'attache à cerner les tenants et aboutissants de l'organisation spatiale à travers la structure urbaine. Bien qu'il s'agisse d'un large champ d'étude, la typomorphologie domine. On cherche à identifier les règles qui régissent les formes architecturales et les figures urbaines qu'elles produisent. Le bâtiment, dit type bâti, constitue la plus petite unité discrète à partir de laquelle saisir les « faits urbains » (Rossi, 1966 [2001]). Pour reprendre l'analogie de l'établissement humain comme un texte à lire : le type bâti correspond aux mots dont la juxtaposition forme le texte. De la sorte, les ensembles urbains sont abordés par sites interposés et la ville ramenée au fragment urbain. La question des vocations est vue sous l'angle des qualités esthétiques, des potentialités architecturales des sites qu'il s'agit de mettre en valeur. Les analyses portent sur l'échelle du site ou *micro*.

Ces deux approches ont une portée limitée en ce qui a trait à l'urbanisme physicospatial. Situé à la jonction de l'aménagement du territoire et de l'architecture, l'urbanisme relève d'une pratique qui porte sur la mise en forme des milieux bâtis vus à l'échelle des établissements humains. Formés au fil du temps, ces derniers sont constitués de plusieurs « morceaux » ou sous-ensembles (voisinages, quartiers, secteurs, etc.), chacun présentant des qualités morphologiques et des logiques de fonctionnement qui leur sont propres. Dès lors, l'urbanisme en général et physicospatial en particulier, s'attache à penser des interventions aptes à améliorer l'articulation, la fluidité des rapports voire la cohésion entre ces morceaux. Les rapports interscalaires sont ainsi au cœur de la démarche de l'urbanisme. Elle prend appui sur une saisie des rapports dynamiques entre les logiques de fonctionnement produites par l'association des formes urbaines à la localisation des activités. L'échelle de l'urbanisme peut être qualifiée d'intermédiaire ou *méso* : la lecture des établissements humains comme milieux de vie bâtis emprunte des éléments associés à l'échelle de l'aménagement du territoire (par exemple les données sociodémographiques pour définir les grandes affectations) et de l'architecture (notamment les qualités fines de l'organisation spatiale).

C'est cette échelle intermédiaire que permet de saisir l'analyse morphologique urbanistique. Cette méthode, développée dans le cadre d'activités d'enseignement en urbanisme, permet de saisir les « rapports dans l'espace des activités urbaines à partir d'une élaboration [ou d'une saisie] de la forme urbaine » (Sokoloff, 1999, p. 107). Elle reprend les principaux concepts et outils de la typomorphologie, dont la notion de tissu urbain et la morphogénèse auxquelles est ajoutée la localisation des

activités. Les activités sont vues dans les bâtiments qui les accueillent (figure 4.1), et ce, contrairement aux plans des affectations des sols qui découpent le territoire en grandes zones d'usages établies principalement à partir d'outils normatifs et quantitatifs. Les cartes de localisation des activités permettent d'identifier les centralités urbaines, la personnalité et la physionomie des sous-ensembles puis leurs incidences sur les rapports qu'ils entretiennent entre eux, et le reste de l'ensemble.

Figure 4.1 – Carte de localisation de Ville Mont-Royal.



Source : Tanios El Hayek, 2022.



La carte de localisation des activités est un portrait de l'existant plutôt que du souhaité illustré par les plans d'affectations des sols. Les activités sont associées aux formes bâties, c'est-à-dire que les bâtiments, aux contours bien définis, sont colorés en fonction de l'activité qu'ils accueillent. La codification peut être plus ou moins détaillée.

Ce type de carte permet de dégager d'un coup d'œil les grandes caractéristiques de l'organisation spatiale de l'ensemble, d'identifier et de qualifier les centralités et les voisinages, d'apprécier la cohérence du positionnement des activités, dont celles à caractère public (écoles, commerces, etc.), relativement à l'importance de la rue sur laquelle elles se trouvent. Aussi, les modalités d'implantation et le gabarit des types bâtis sont observables et montrent la densité d'occupation, les rapports entre les pleins et les vides, entre l'espace libre et l'espace construit.

LÉGENDE

- Résidentiel
- Commercial
- Public/municipal
- Loisirs
- Industriel
- Institutionnel
- 9 Écoles
- 1 Église
- 1 CLSC

ANALYSE ET CARACTÉRISATION MORPHOLOGIQUES URBANISTIQUES

Les études morphologiques pour l'urbanisme physico-spatial peuvent prendre deux formes : l'analyse et la caractérisation. Elles présentent des différences fines tenant au degré d'explicitation. Ainsi, « l'analyse morphologique a comme objectif de décrire, et jusqu'à un certain point d'expliquer, les formes visibles des paysages, aussi bien d'après leurs caractéristiques "naturelles" qu'anthropiques » (Raveneau, 1977). L'analyse pose les bases d'une problématisation. Pour sa part, la caractérisation se concentre essentiellement à « décrire les caractères qui façonnent le cadre visuel des paysages : formes du relief, ampleur des dénivellations, pentes, végétation, réseau hydrographique, caractéristiques écologiques... » (Raveneau, 1977). En termes de formes urbaines, ajoutons les types bâtis, les espaces publics (rues, places, parcs), les activités, etc. D'ordre phénoménologique, la caractérisation permet justement de cerner des phénomènes nouveaux, de considérer des rapports jusque-là ignorés. Elle est donc particulièrement pertinente à cette étape d'une recherche explorant comment faire du sonore une dimension constitutive des environnements bâtis et d'explorer sa portée intégratrice en aménagement et en urbanisme.

La démarche de la caractérisation morphologique urbanistique

La caractérisation étant essentiellement descriptive peut être plus aisée à faire, selon le degré de détail souhaité, et ce, contrairement à l'analyse qui, visant à expliquer, implique un cadre théorique étroitement ciblé (gouvernance, mobilité, etc.). Elle repose sur plusieurs inventaires et relevés de différents aspects, plus ou moins nombreux selon le degré de précision choisi. Toutefois, la caractérisation s'articule autour de deux grandes parties dont le croisement permet de mieux cerner la situation ; à la façon d'un prisme les faces correspondent à un angle de vue à partir duquel voir l'ensemble des caractéristiques.

Le contexte urbanistique

Le physicospatial

- les qualités physiques (localisées sur l'ensemble du territoire d'étude)
 - géographiques : topographie, hydrographie, espaces « naturels » (boisés et forêts)
 - formes urbaines : types de tissus (trame et types bâtis), réseau viaire (hiérarchie des voies, maillage, traitement et aménagement), centralités et points de convergence
 - ambiances : style architectural, aménagement paysager, mobilier urbain, etc.
- la localisation des activités selon une codification fine,
 - résidentielle, commerciale, industrielle, etc., qualification selon les types de service, de marchandises, etc.
- les modes d'appropriation qui renvoient aux façons dont on use des lieux, à la nature et à l'intensité des pratiques qui s'y déroulent (ce que l'on y fait et comment), vues selon deux catégories d'usages, le séjour et le passage

Ces dimensions sont vues à différentes échelles : macro soit régionale, par exemple la MRC ; ou méso soit locale et la ville ; micro soit le voisinage. Les données recueillies font l'objet de fiches d'inventaire, de cartes et de tableaux. La morphogénèse est effectuée à partir de la caractérisation de l'existant et du milieu tel qu'il est lors de l'étude. Dans certains cas, elle sera remplacée par l'historique d'un projet.

Outils d'aménagement et d'urbanisme

- Portrait sociodémographique de la population (comparé avec l'ensemble de la région)
- Revue des documents de planification de différents paliers et des cadres réglementaires

Les données recueillies sont consignées dans des tableaux et des cartes ; les rapports dégagés peuvent faire l'objet de schémas, de chorèmes et de modélisations. Dans certains cas, des entrevues sont conduites relativement aux connaissances et expertises mobilisées.

Caractérisation de l'environnement sonore

Les études de cas réalisées dans le cadre de recherches sur la prise en charge du sonore en aménagement et en urbanisme incluent une caractérisation de l'environnement sonore. Bien que cette dernière reste à être développée plus avant, afin notamment de mieux articuler morphologie et acoustique au sens large, elle permet déjà d'établir des liens entre la morphologie et les outils d'aménagement et d'urbanisme comme le montrent les études de cas en annexe de ce guide (annexe C). Cette caractérisation aborde les éléments suivants :

- Cadre réglementaire spécifique au bruit
- Caractérisation acoustique
- Ambiance sonore

Les analyses socioacoustique et morphologique sont complémentaires. Elles contribuent à une meilleure compréhension des contextes afin de formuler finement les problématiques relatives à la prise en charge du sonore en général et ferroviaire en particulier. L'attention portée aux perceptions, surtout en socioacoustique, et aux représentations, particulièrement en morphologie, permet de saisir la spécificité des contextes afin de formuler des paramètres d'interventions aptes à corriger, ou à tout le moins à améliorer les situations.

Rappelons, comme il a été mentionné dans le chapitre 2, que les distances séparatrices ne peuvent être établies a priori, mais plutôt en fonction du contexte physique et socioacoustique. De même, la bonne forme urbaine n'existe pas en soi, mais dépend du contexte physico-spatial, social, politique, bref du contexte culturel au sens large (Lynch, 1981). La prise en charge du sonore en aménagement et en urbanisme est un problème vicieux, sur lequel les intervenants ne s'entendent pas sur la nature du problème, ni sur la meilleure solution (Morrison, 2013). Est-ce un problème lié à une réglementation molle, à une organisation spatiale mal planifiée, à un zonage incohérent, etc. ?

Le but de ces analyses produites n'est donc pas de prescrire ce qu'il faut faire et comment, cela relevant de choix plus larges qui interpellent plusieurs acteurs dont les citoyens. Cependant, elles posent un éclairage fécond sur l'environnement bâti et vécu. Participant à la réflexion collective, elles aident ainsi à se prémunir du danger des diagnostics faits en fonction d'un seul point de vue (normes, idéaux, etc.), ou d'objectifs sectoriels à atteindre.

GRANDS PRINCIPES DE PRISE EN CHARGE DU BRUIT FERROVIAIRE

Depuis plusieurs années, on remarque, tant au Québec qu'à l'international, une importante production de guides de bonnes pratiques visant à prendre en charge le bruit environnemental (Laplace *et al.*, 2020). Une étude récente sur les guides¹ s'adressant spécifiquement aux professionnels de l'aménagement montre que si l'on aborde des enjeux relatifs à différentes sources de bruit, peu se concentrent spécifiquement aux bruits générés par les infrastructures ferroviaires à proprement parler; ceux-ci étant inclus dans les bruits dit de sources mobiles (Brochu *et al.* 2020). Cependant, selon une étude plus pointue (Sainjon, 2022), trois de ces guides² montrent des propositions complémentaires permettant d'aborder de façon plus ciblée et opératoire le bruit ferroviaire. Ces propositions sont au cœur de ce chapitre.

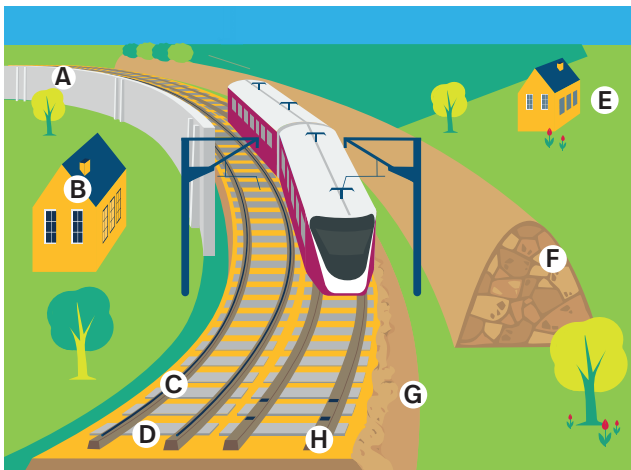
1. Cette étude portait sur 32 documents provenant d'institutions gouvernementales, de laboratoires de recherche ou d'associations.

2. Soit les guides suivants: 1) Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), *Meilleures pratiques d'aménagement pour prévenir les effets du bruit environnemental sur la santé et la qualité de vie*. Gouvernement du Québec. 2018. 2) L'Association des chemins de fer du Canada (ACFC) et Fédération canadienne des municipalités (FCM). *Lignes directrices applicables aux nouveaux aménagements à proximité des activités ferroviaires*. 2013. 3) Vivre en Ville. *Gestion intégrée du bruit environnemental: trousse d'outils pour un climat sonore agréable*. 2020.

Ces trois guides ont été sélectionnés pour les raisons suivantes : ils ont été publiés dans la dernière décennie, s'appliquent au Québec, n'évacuent pas le bruit ferroviaire et leurs propositions abordent les dimensions urbanistiques. Le guide de *Vivre en Ville*, qui se présente sous forme de fiches, vise avant tout à sensibiliser le lecteur à la prise en charge du sonore d'un point de vue urbanistique et l'accent est mis sur l'association de différentes mesures. Il donne un aperçu plus global des propositions qu'il réunit par thématique. Quant à lui, le guide de l'INSPQ regroupe les propositions par sources de bruit. Pour chacune, il évalue la réduction de la pression sonore en dBA qui en découlerait. Finalement, le guide de l'Association des chemins de fer du Canada (ACFC) et la Fédération canadienne des municipalités (FCM) propose un ensemble de bonnes pratiques issues de différents guides à l'international. Généralement très détaillées, les propositions ne visent pas seulement le bruit ferroviaire, mais sont concomitantes à la prise en charge des vibrations et de la sécurité des activités ferroviaires.

Bien que toutes pertinentes, les propositions de ces guides ne peuvent à elles seules régler les problèmes du bruit environnemental généré par les infrastructures ferroviaires. La prise en charge du bruit environnemental repose, on s'en doute bien, sur la combinaison de différentes actions (figure 5.1).

Figure 5.1 – Actions contre le bruit



Source : FNE & SNCF-Réseau, 2018.

- A. Écran antibruit. **Gain**: 8 à 10 dB
- B. Isolation acoustique de façade. **Gain**: 30 à 40 dB à l'intérieur de la maison
- C. Remplacement des rails courts par des rails soudés. **Gain**: 3 dB
- D. Remplacement des traverses bois par des traverses béton. **Gain**: 3 dB
- E. Éloignement des habitations. **Gain**: 4 dB (par doublement de distance)
- F. Merlon anti-bruit. **Gain**: 6 à 8 dB
- G. Abaissement ou enterrement de la ligne. **Gain**: 4 dB
- H. Pose d'absorbants sur rail. **Gain**: 1 à 4 dB

Afin de mieux apprécier les grands principes et propositions des guides, une mise en contexte fait d'abord un bref retour sur les outils d'aménagement du territoire et leur contribution possible dans la prise en charge du sonore au Québec. Le contenu des guides est ensuite abordé. Ceux-ci sont regroupés dans trois catégories : **Vocations, usages et localisation des activités, Qualité de la forme et design urbain** et **Infrastructure ferroviaire**. Les deux premières se concentrent sur des interventions relevant de la mise en espace (organisation spatiale, design urbain, etc.) tandis que la dernière met de l'avant les possibilités qu'offrirait un dialogue avec les propriétaires d'infrastructures ferroviaires. Enfin, pour faciliter la mise en œuvre des propositions, les outils institutionnels pouvant être mobilisés et des références à d'autres ressources à consulter accompagnent chacune des catégories.

Avant d'aller plus loin, deux caractéristiques de ce chapitre méritent d'être soulignées. D'abord, compte tenu du caractère globalisant de l'aménagement et de l'urbanisme, où les dimensions et les interventions sont interdépendantes et souvent concomitantes, les chevauchements sont inévitables. En effet, il arrive que des propositions touchent deux catégories, mais selon des angles différents (par exemple les distances séparatrices rejoignent les questions de vocation et de design urbain). Ainsi, certaines illustrations ou schémas se retrouveront dans plusieurs sections, mais avec des indications et des commentaires différents. Ensuite, ce chapitre vise à indiquer des pistes de solutions, des liens à explorer pour trouver des idées, des sources d'inspiration quant aux bonnes pratiques de prise en charge du sonore en contexte ferroviaire. Enfin, certains éléments plus généraux de la prise en charge du sonore ne sont pas abordés comme tels, notamment comme les équipements mécaniques (thermopompe, ventilateurs, etc.) ou électriques (condensateurs, etc.).

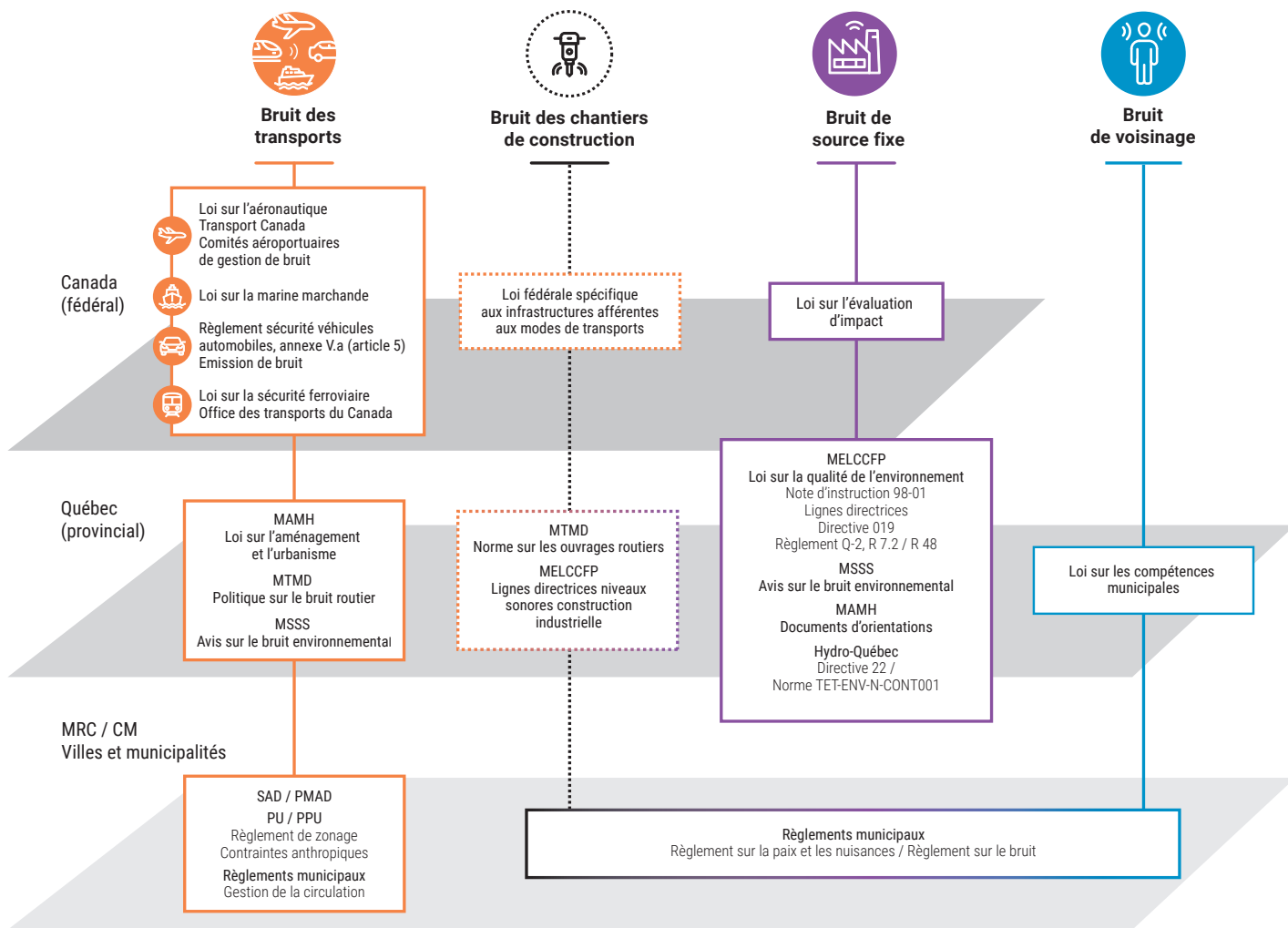
5.1 Intégration du sonore dans l'aménagement du territoire

Au Canada, la prise en charge du sonore relève de plusieurs instances, chacune étant responsable de certains aspects. Ces responsabilités se répartissent par paliers gouvernementaux (fédéral, provincial ou municipal), mais aussi par objets d'intervention (figure 5.2). Il en résulte une approche fragmentée de la prise en charge institutionnelle du sonore (Laplace *et al.*, 2022).

Cela se traduit, notamment, par l'utilisation d'une variété d'indicateurs pour caractériser le climat sonore et l'intégrer dans des outils institutionnels. Hormis l'usage de certains indicateurs largement reconnus, tels que le dBA et le $L_{Aeq, 24h}$, les différents documents citent et

proposent de multiples seuils d'exposition au bruit. On saisit d'emblée les difficultés que cela amène pour les professionnels de l'aménagement devant une prise en charge institutionnelle au demeurant fort complexe.

Figure 5.2 – Panorama de prise en charge institutionnelle du bruit au Québec.



Source : Bild et al., 2021.

- CM :** Communauté métropolitaine
- MAMH :** Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation
- MELCCFP :** Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
- MRC :** Municipalité régionale de comté
- MTMD :** Ministère des Transports et de la Mobilité durable
- MSSS :** Ministère de la Santé et des Services sociaux
- PMAD :** Plan métropolitain d'aménagement et de développement
- PPU :** Programme particulier d'urbanisme
- PU :** Plan d'urbanisme
- SAD :** Schéma d'aménagement et de développement

Plusieurs instances se répartissent les responsabilités en termes de bruit environnemental. Ces responsabilités sont liées aux juridictions des différents paliers et ministères. Comme on peut le constater, le bruit ferroviaire est principalement de compétence fédérale.

LES CADRES INSTITUTIONNELS DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE AU QUÉBEC³

Au Québec, d'une façon générale, toutes les démarches, actions et interventions visant à façonner nos milieux de vie prennent appui sur un ensemble de grandes politiques et d'orientations gouvernementales dont la mise en œuvre est assurée principalement par deux lois : la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) et surtout la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme du Québec (LAU). Ces deux lois encadrent directement l'aménagement du territoire au palier provincial.

La LQE vise à assurer la qualité de l'environnement et le respect des principes de développement durable, notamment dans la gestion des territoires et des milieux de vie. Le bruit y est vu comme une composante de la qualité de l'environnement et trois dispositifs spécifiques à sa prise en charge par l'adoption de règlements sont offerts. Il s'agit notamment de «prohiber ou limiter les bruits abusifs ou inutiles», de «déterminer les conditions et modalités d'utilisation de tout véhicule, moteur», etc., puis de «prescrire des normes relatives à l'intensité du bruit». Comme on peut le constater, la LQE est un moyen intéressant de prise en charge; cependant elle exige des expertises afin de constituer un dossier complet pour faire des représentations auprès des instances responsables.

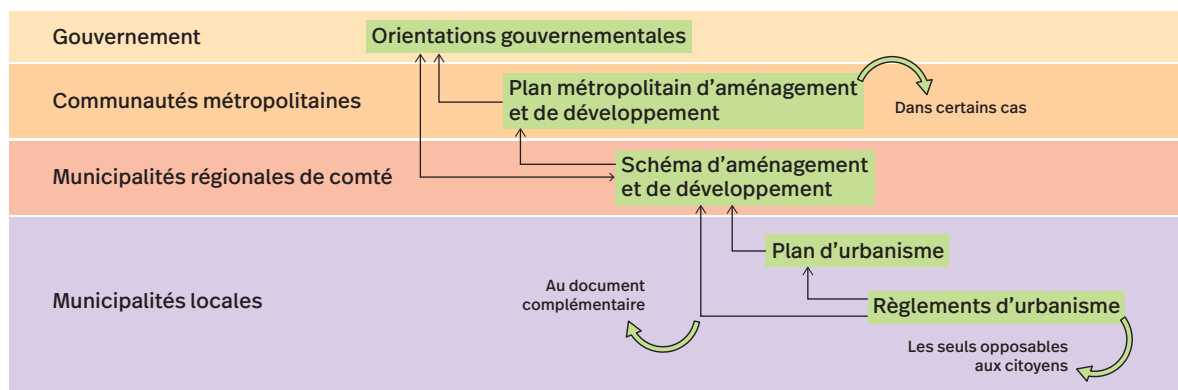
La LAU est une loi fondamentale pour l'aménagement. Elle balise clairement les processus d'élaboration et de mise en œuvre des stratégies de planification, d'aménagement et d'urbanisme sans toutefois définir les paramètres d'intervention spécifiques. La LAU définit les différents outils qui sont en fait les divers plans qui encadrent à la fois les processus d'aménagement et la mise en forme des espaces eux-mêmes. Suivant une logique d'emboîtement, ces différents outils montrent un niveau de détails et un caractère opératoire qui va s'accroissant des niveaux supérieurs à inférieurs, passant ainsi des grands principes à l'opérationnalisation, des énoncés aux interventions concrètes (figure 5.3). La règle de conformité est une caractéristique clé de la LAU : chaque document de rang inférieur doit se conformer au rang supérieur (figure 5.4).

Comme nous le verrons dans les sections suivantes, le cadre institutionnel québécois permet d'ores et déjà une prise en charge du sonore et peut être mobilisé afin d'en faciliter la mise en œuvre.

La règle de conformité peut agir comme levier de prise en charge du sonore en aménagement et en urbanisme. Lors de précédentes études, il a été constaté que l'introduction de seuils de niveaux de bruit dans des documents de planification a favorisé une prise en charge du sonore (Sainjon, 2022; Sainjon *et al.*, 2021). L'insertion de seuils permet de tirer profit de la règle de conformité : plus le seuil est inséré à un niveau supérieur, plus son influence est grande. Ainsi, au niveau régional, l'intégration de seuils dans un SAD ou un PMAD se répercute sur les municipalités qui doivent en tenir compte dans leur PU. À l'échelle provinciale, l'intégration de seuils pourrait faire l'objet d'une OGAT, première étape dans l'adoption d'une politique nationale comme c'est le cas pour l'Union européenne.



Figure 5.3 – La règle de conformité en aménagement du territoire au Québec.



Source: (Laplace *et al.*, 2020, Annexes)

3. Cette partie reprend essentiellement la présentation des cadres institutionnels de l'aménagement au Québec du chapitre 7 du rapport de recherche «Livraison 4 – Recension de documents d'encadrement du bruit environnemental au Québec, au Canada et à l'international – Synthèse et recommandations» réalisé dans le cadre du projet « Valeurs guides, limites d'exposition et méthodes d'évaluation appliquées aux sources de bruit environnemental » financé par le MSSS et le MELCCFP dans le cadre de la politique gouvernementale de prévention en santé publique (PGPS). On trouvera un extrait complet du chapitre en annexe B.

Tableau 5.1 – Lois et outils d'aménagement pouvant être mobilisés dans la prise en charge du bruit ferroviaire.

Instances	Lois / Outils	Contenus	Comment cet outil peut-il être mobilisé pour prendre en charge le bruit ferroviaire ?
PALIER PROVINCIAL			
Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH)	Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (LAU) Balise clairement les processus d'élaboration et de mise en œuvre des stratégies de planification, d'aménagement et d'urbanisme.	<ul style="list-style-type: none"> Liste des documents de planification et des règlements Énoncé de leurs contenus obligatoires ou facultatifs 	<ul style="list-style-type: none"> Peut ajouter de nouveaux contenus, comme il a pu être fait avec les îlots de chaleur urbains. Peut rendre obligatoires des contenus aujourd'hui facultatifs.
Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP)	Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) Vise à assurer la qualité de l'environnement et le respect des principes de développement durable dans les projets d'aménagement.	<ul style="list-style-type: none"> Critères d'évaluation des risques environnementaux de projets et d'activités Procédure d'autorisation des projets 	<p>Permet au gouvernement d'adopter des règlements pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> prohiber ou limiter les bruits abusifs ou inutiles. déterminer les conditions et modalités d'utilisation de tout véhicule, moteur, etc. prescrire des normes relatives à l'intensité du bruit.
Plusieurs ministères	Orientation gouvernementale en matière d'aménagement du territoire (OGAT) Circonscrivent les problématiques auxquelles les instances locales doivent faire face.	<ul style="list-style-type: none"> Orientations gouvernementales Lignes directrices 	<ul style="list-style-type: none"> Peut proposer des seuils de limite d'exposition au bruit. Peut proposer des lignes directrices (ex. pour l'établissement de distances séparatrices).
PALIER SUPRA-RÉGIONAL			
Communautés métropolitaines (CM)	Plan métropolitain d'aménagement et de développement (PMAD) Porte des éléments ainsi que des dimensions à prendre en compte et sur lesquels intervenir.	<p>Le PMAD porte sur huit objets, dont :</p> <ul style="list-style-type: none"> Transport terrestre Identification des zones de contraintes majeures 	<ul style="list-style-type: none"> Peut émettre des orientations et des objectifs sur la gestion du bruit. Peut identifier des zones de contraintes que devront inclure les MRC et les municipalités dans leur planification et réglementation.
PALIER RÉGIONAL			
Municipalité régionale de comté (MRC), villes-MRC et agglomérations	Schéma d'aménagement et de développement (SAD) et son document complémentaire Fait le pont entre les orientations gouvernementales, qui circonscrivent les enjeux territoriaux auxquels les organismes municipaux doivent faire face, et la planification et la réglementation locale.	<p>Le SAD porte sur huit objets dont :</p> <ul style="list-style-type: none"> Grandes orientations d'aménagement du territoire Grandes affectations du territoire Zones soumises à des contraintes particulières Organisation du transport terrestre Identification des voies de circulation qui imposent des contraintes anthropiques Identification des infrastructures et équipements importants <p>Le SAD comprend aussi un document complémentaire où il édicte des règles et des critères que les municipalités devront obligatoirement intégrer à leurs plans et règlements.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Doit identifier des voies de circulation (hors chemin de fer) qui créent des contraintes de santé publique ou de bien-être en général. Peut identifier toute zone où l'occupation du sol est soumise à des contraintes particulières (ex. chemin de fer, gare de triage, etc.). Peut, via son document complémentaire, établir des règles normatives minimales sur certains sujets, dont les opérations cadastrales et obliger toute municipalité à adopter des plans et règlements pour des zones de contraintes.

Sainjon, A. et Brochu, J., 2022. Source: Laplace, J. et al. (2020). Guide La prise de décision en urbanisme disponible sur le site Web du MAMH (consulté en novembre 2022).

Ce tableau ne se veut pas une revue exhaustive des contenus ou des moyens de les mobiliser, mais une manière de mettre en lumière leur potentiel. Note : La réalisation de ce guide a précédé l'adoption du projet de loi n°16 (2023, chapitre 12), Loi modifiant la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme et d'autres dispositions ainsi que la publication du document de consultation en vue de la publication des nouvelles orientations gouvernementales en aménagement du territoire (MAMH, 2023).

Instances	Lois / Outils	Contenus	Comment cet outil peut-il être mobilisé pour prendre en charge le bruit ferroviaire ?	
PALIER MUNICIPAL				
Municipalités	<p>Plan d'urbanisme (PU) Établit les lignes directrices de l'organisation spatiale et physique d'une municipalité tout en présentant une vision stratégique pour l'ensemble de son territoire. Il précise la vision du SAD.</p>	<p>Diagnostic du territoire</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grandes orientations d'aménagement du territoire • Affectations du sol • Règles d'aménagement, de contrôle et des moyens de mise en œuvre qui devront être traduits dans sa réglementation d'urbanisme 	<ul style="list-style-type: none"> • Peut contenir tout élément de contenu visant à favoriser un urbanisme durable (ex. cartographie des nuisances sonores). • Peut inclure un programme particulier d'urbanisme (PPU) afin de répondre à une problématique précise sur une partie du territoire. 	
	Bien que leur contenu soient dictés par la planification, seuls les règlements, présentés ci-dessous, sont opposables aux citoyens.			
	<p>Règlement de zonage Permet de diviser le territoire en zones, contrôler l'usage des terrains et des bâtiments, ainsi que l'implantation, la forme et l'apparence des constructions.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Classes d'affectation du sol • Usages autorisés • Distances séparatrices • Normes d'implantation • Aménagements paysagers • Occupation du sol 	<ul style="list-style-type: none"> • Peut fixer des distances séparatrices avec les infrastructures ferroviaires. • Peut définir une liste de revêtements extérieurs acoustiquement absorbants. • Peut faire appel à la mesure du degré des effets nocifs ou indésirables produits par la source de contraintes. • Etc. 	
	<p>Règlement de lotissement Sert à prévoir le lotissement en fonction des objectifs urbanistiques de la municipalité et des caractéristiques du secteur considéré.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Découpage des lots • Aménagement des voies de circulation • Opérations cadastrales et leurs conditions 	<ul style="list-style-type: none"> • Peut régir ou prohiber les opérations cadastrales à certains endroits, en raison notamment de la proximité d'une contrainte anthropique. • Peut limiter le morcellement de grands terrains par exemple des friches industrielles pour leur donner un usage potentiellement sensible. 	
	<p>Règlement de construction Permet à une municipalité de régir le domaine du bâtiment notamment avec des standards supérieurs au Code de construction du Québec.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Matériaux de construction utilisés • Modalités de leur assemblage 	<ul style="list-style-type: none"> • Peut définir des standards d'insonorisation supérieurs près de zones de contrainte. 	
	<p>Règlement sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA) Est un règlement discrétionnaire utile lorsque l'on souhaite régir des aménagements ou des constructions dans des milieux sensibles.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conception architecturale • Aménagement paysager • Circulation des véhicules • Aménagement du site 	<ul style="list-style-type: none"> • Peut inclure des critères sur une implantation des bâtiments favorables à la prise en charge du bruit (ex. pour limiter les logements exposés au bruit). • Peut inclure des critères sur le traitement des formes architecturales et le choix des revêtements pour limiter l'intrusion et la propagation du bruit. 	
	<p>Règlement sur les projets particuliers de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble (PPCMOI) Est typiquement utilisé dans un contexte de projets de grande envergure et lorsqu'un terrain est sur un emplacement stratégique ou présente des conditions difficiles.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Critères pour une évaluation discrétionnaire des projets. Ces critères doivent respecter les objectifs du plan d'urbanisme de la municipalité. 	<ul style="list-style-type: none"> • Peut inclure des critères favorisant la prise en charge du sonore pour un projet aux abords d'une infrastructure ferroviaire. 	
<p>Règlement sur les plans d'aménagement d'ensemble (PAE) Permet de définir, de façon générale, la nature et les caractéristiques souhaitées pour le développement de zones délimitées.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Critères • Objectifs • Usages souhaités • Etc. 			



Les outils de planification et les outils réglementaires constituent les deux grands types d'outils urbanistiques. Les outils de planification, soient les SAD, les PU, les PPU, servent à faciliter, guider et coordonner la prise de décision et la mise en œuvre d'une vision stratégique. Celle-ci, traduite dans un projet d'intervention, est d'abord portée et gérée par ces documents, pour ensuite être transposée dans les documents réglementaires. Ainsi, les plans (SAD, PU, etc.) deviennent des règlements dont la raison d'être est de dicter le contenu des plans et leur processus d'élaboration.

Par la suite, la mise en œuvre ou l'opérationnalisation de cette vision est intégrée dans des règlements spécifiques, plus ciblés, par exemple les règlements de zonage ou encore ceux sur les nuisances, etc. Ces règlements opposables aux citoyens sont, en principe, définis à partir des documents de planification dont ils sont la transposition.

5.2 Vocations, usages et localisation des activités

La définition d'une vocation, puis la répartition dans l'espace des usages et des activités qui en découlent jouent un rôle prépondérant dans la planification et l'aménagement, au Québec comme dans l'ensemble des pays industrialisés. Cette approche, issue du fonctionnalisme prend appui, comme son nom l'indique, sur l'attribution d'une fonction à chaque espace; fonction qui à son tour appelle des formes urbaines spécifiques.

Il existe plusieurs approches et méthodes d'analyses urbaines pour cerner quelles fonctions seraient les plus appropriées pour les lieux. Certaines approches estiment que le bon projet – dit projet structurant – suffit à implanter une fonction et les activités qui en découlent. D'autres à l'opposé considèrent que l'effet structurant d'un projet ne peut résulter d'une action extérieure, mais plutôt d'une adéquation entre le projet et le contexte; de la sorte, seule une lecture fine des caractéristiques de différents ordres du contexte permet de dégager les potentialités qu'un projet pourra déployer certes, mais sans pouvoir jamais les créer (Beaudet, 2000; Dubé *et al.*, 2023). Quoiqu'il en soit, le choix d'une vocation, des usages et de la localisation des activités demeure fondamental.

En lien avec la logique d'emboîtement à la base de la LAU abordée plus haut, à chaque échelle de planification (régionale, municipale) correspond un plan spécifique, dont les détails sont de plus en plus fins, le caractère opératoire de plus en plus affirmé à mesure que l'on passe à des échelles inférieures. Ainsi, à l'échelle régionale – macro, les MRC voient à définir les «grandes affectations du territoire»; aux échelles de l'agglomération – meso, les municipalités divisent leur «territoire en zones, en vue de contrôler l'usage des terrains et des bâtiments».

Quelle que soit l'échelle, cette répartition joue un rôle prépondérant: d'une part, associée aux caractéristiques géographiques, elle définit les contours de l'organisation spatiale des territoires et plus particulièrement des établissements humains; d'autre part, elle pose les bases de tous les éléments de contenu des divers outils ou plans par le truchement de la règle de conformité (MAMH, 2022a).

La question des usages et de la localisation des activités fait l'objet de plusieurs principes dans les guides de bonnes pratiques. Ces principes sont regroupés dans deux grandes catégories qui sont définies ici: **1)** l'organisation spatiale fait référence plus directement à la répartition des usages et activités dans l'espace, dans l'esprit d'une forme de zonage, et à l'ossature qui en découle; **2)** l'aménagement paysager renvoie à la mise en forme plus fine des lieux, à la disposition harmonieuse des divers éléments qui le composent (OQLF, 2017) (végétaux, mobilier urbain, murs, écrans, etc.) dans les formes qui les accueillent.

Il importe de garder en tête que ces catégories sont complémentaires et qu'elles s'influencent voire se définissent mutuellement. En effet, tant dans la pratique que dans les guides, la répartition des usages et l'aménagement paysager sont abordés conjointement.

ORGANISATION SPATIALE

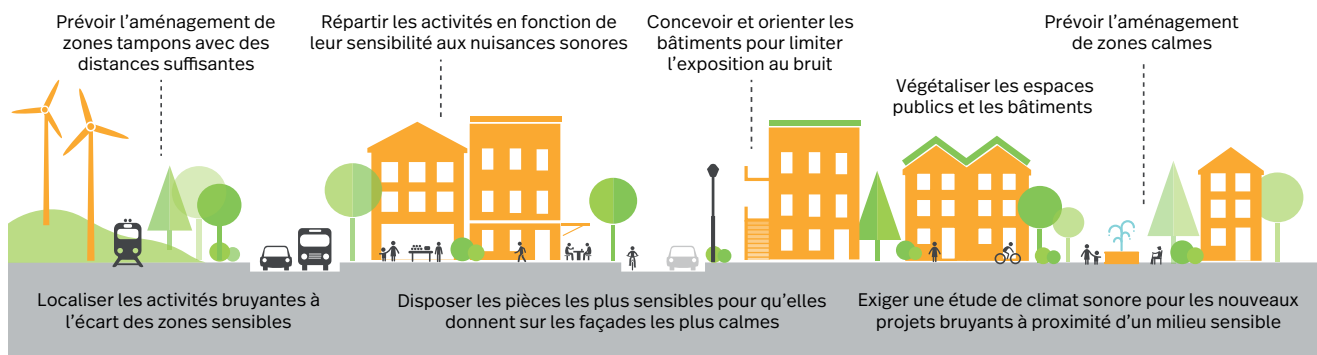
La prise en charge du bruit ferroviaire par l'organisation spatiale repose sur deux grands moyens à savoir le positionnement des activités et la définition de distances séparatrices. Interdépendants, ils sont abordés conjointement dans plusieurs guides. Toutefois plusieurs modalités d'opérationnalisation sont proposées.

Positionnement des activités

Ce moyen consiste à définir où seront positionnées les activités par rapport à l'emprise ferroviaire. Règle générale, les activités ou zones dites sensibles doivent être éloignées le plus possible de la source de bruit. Les zones sensibles sont définies comme les lieux permettant la réalisation d'activités quotidiennes essentielles au maintien de la santé et de la qualité de vie, dont le sommeil et l'apprentissage (WHO, 2009); outre les logements ou résidences en général, il s'agit notamment des centres de la petite enfance, des écoles, des établissements de santé ou encore des résidences pour personnes âgées.

Le guide de Vivre en Ville présente le positionnement des activités pour prévenir les problèmes liés au bruit dès la phase de conception des nouveaux projets d'aménagement urbain (figure 5.4). Selon Vivre en Ville, la prévention prend appui sur un ensemble d'actions qui doivent être utilisées conjointement. Ainsi, la localisation des activités bruyantes à l'écart des zones sensibles et la répartition des activités en fonction de leur sensibilité aux nuisances sonores sont accompagnées par des aménagements paysagers.

Figure 5.4 – Schéma synthèse des actions préventives pour penser le bruit dès la phase de conception des nouveaux projets d'aménagement.



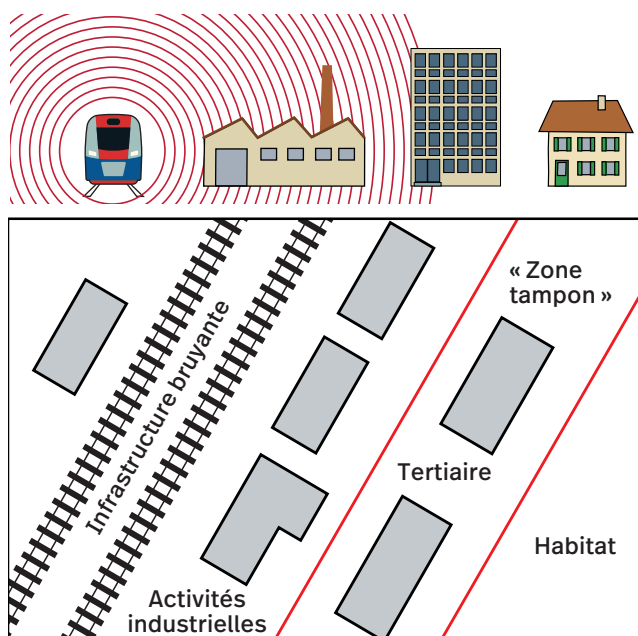
Source : Vivre en Ville, 2020.



L'association de plusieurs actions prédomine et témoigne du caractère globalisant de l'aménagement *sensu lato* : les diverses composantes étant interdépendantes. Ainsi, à la localisation des activités à l'écart des zones sensibles, s'ajoutent des propositions d'aménagements paysagers, notamment la végétalisation des espaces limitrophes aux sources de bruit, et d'autres liées à l'architecture, soit la disposition des pièces intérieures. La répartition des usages et activités se joue tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.

Il importe de souligner que les propositions relatives au positionnement des activités sont tirées des guides étudiés portant sur l'aménagement en général et qui s'intéressent donc à l'ensemble des sources de bruit. Par ailleurs, le guide de l'ACFC-FCM ne mentionne pas spécifiquement le positionnement, mais s'intéresse plutôt aux distances séparatrices. Puis, lorsque le positionnement des activités est abordé, cela se limite aux activités sensibles. La possibilité d'avoir d'autres types d'activités aux abords d'infrastructures ferroviaires est peu, sinon pas discutée. Or, dans bien des cas de réaménagement, *a fortiori* dans les projets de densification en réponse aux objectifs de développement durable, les terrains adjacents à une infrastructure ferroviaire peuvent parfaitement convenir à certaines activités commerciales. Par exemple, des guides européens suggèrent une gradation d'usage par rapport aux infrastructures ferroviaires. Cela permet d'éloigner les usages sensibles à une distance importante de l'emprise ferroviaire tout en positionnant des bâtiments industriels et/ou commerciaux comme écrans au bruit (figure 5.5). Accueillant des activités compatibles à une telle localisation, les terrains conservent ainsi leur valeur foncière et du coup assurent la pérennité de ce qui devient dans les faits une zone tampon. Une telle approche combine la localisation des usages et des activités avec l'utilisation de distances séparatrices.

Figure 5.5 – Le principe de gradation des zones d'usage.



Source : Adapté de Pôle de compétence Bruit de l'Isère, 2004.

Distances séparatrices

Moyen largement préconisé, les distances séparatrices visent à potentialiser la dispersion naturelle du son qu'amène la distance en éloignant la source du récepteur (voir chapitre 2). Généralement, ces distances définissent des zones où l'implantation d'activités sensibles sera prohibée ou encadrée par les règlements municipaux relatifs aux caractéristiques des bâtiments, tels que le vitrage, ou encore la disposition des pièces à l'intérieur.

Le guide de Vivre en Ville évoque les distances séparatrices comme une mesure parmi un éventail d'autres afin de prendre en charge le bruit dès la conception. Le guide de l'ACFC-FCM l'évoque sensiblement de la même manière, mais va toutefois plus loin en proposant des distances minimales dépendantes du type d'infrastructures ferroviaires. Le guide de l'INSPQ, quant à lui, ne propose pas de paramètres pour les distances séparatrices, mais rappelle l'impact de l'augmentation de la distance entre la source et le récepteur, à savoir que doubler cette distance fait diminuer de 3 dBA la pression sonore. Cependant, cela est vrai uniquement dans un environnement dénué d'obstacles.

La différence entre distances séparatrices et zones tampons n'est pas spécifiée explicitement dans les guides, notamment ceux de l'INSPQ et de l'ACFC-FCM. Cependant, les textes laissent penser que la distance séparatrice serait plus générique et pourrait s'appliquer ou même recevoir différents usages. Pour sa part, la « zone tampon aménagée » serait un espace plus qualitatif avec un statut d'espace public. Enfin, il convient de souligner que l'expression zone tampon est somme toute assez large et peut être définie ainsi : elle signifie tout espace qui divise deux entités, les protège ou favorise la fluidité du passage de l'un à l'autre. Il y a donc plusieurs moyens de les « créer », soit par l'implantation d'activités, l'aménagement paysager, etc.



Deux bandes de terrains forment une zone tampon qui éloignent les activités sensibles des infrastructures ferroviaires. La première, adjacente à l'emprise ferroviaire reçoit des activités industrielles alors que des activités commerciales occupent la deuxième bande. La proximité d'activités commerciales et de bureau amène une certaine mixité avantageuse pour le quartier d'habitation, notamment par une offre d'emplois et de services qui peut favoriser une meilleure desserte de transport collectif.



Implications et exigences de la mise en œuvre

La question des distances séparatrices est délicate. Il est difficile de normer de telles distances en raison des différences de contexte. Comme expliqué auparavant (chapitre 3), une approche descriptive des résultats montre qu'une distance séparatrice de 50 m n'est pas suffisante pour se situer en deçà des seuils de risque établis par l'OMS (WHO, 2018).

Toutefois, comme exposé aussi dans le chapitre 2, l'utilisation d'une distance séparatrice doit impérativement prendre en considération les caractéristiques du contexte telles que la nature du sol séparant les infrastructures ferroviaires et les bâtiments à usage sensible, la topographie des lieux (obstacles construits ou naturels, présence de cours d'eau, etc.) et la direction des vents dominants. Cela exige entre autres le recours à une expertise acoustique pour de là faire des recommandations adaptées au contexte.



Pour plus d'informations, on consultera le guide de l'ACFC-FCM (p.29) et de l'INSPQ (p.39, 46)



Les outils institutionnels pouvant être mobilisés

En vertu de la règle de conformité, le SAD peut poser les bases de la localisation des usages et des activités vis-à-vis des activités ferroviaires, qui devront ensuite être précisées dans les PU.

En effet, le SAD définit les grandes affectations du territoire de même que les contraintes anthropiques, notamment celles liées aux «voies de circulation». Bien que les chemins de fer ne soient pas reconnus comme des voies de circulation, il est possible de définir les zones où les infrastructures ferroviaires représentent une contrainte majeure. Ainsi, des modalités de prises en charge pourront être définies dans le document complémentaire qui doit accompagner le SAD (tableau 5.1). Ces modalités peuvent prendre la forme de règles normatives minimales visant :

- l'établissement de distances séparatrices pour prohiber ou contrôler l'implantation d'usages sensibles aux abords des installations ferroviaires;
- l'encadrement des opérations cadastrales afin d'éviter le morcellement de grands terrains, par exemple des friches industrielles, pour leur donner un usage potentiellement sensible;
- l'obligation pour les municipalités d'adopter des plans et règlements (PIIA, PAE, PPCMOI, règlement de construction ou de zonage, etc.) pour des zones de contraintes.

Enfin, à l'échelle municipale, l'ensemble de ces mesures, que ce soit pour le positionnement des activités ou l'implantation de distances séparatrices, peuvent être intégrées dans les règlements municipaux, tel que celui sur le zonage. De même, la nécessité d'inclure des études acoustiques aux demandes de permis pourrait y être précisée.

AMÉNAGEMENT PAYSAGER

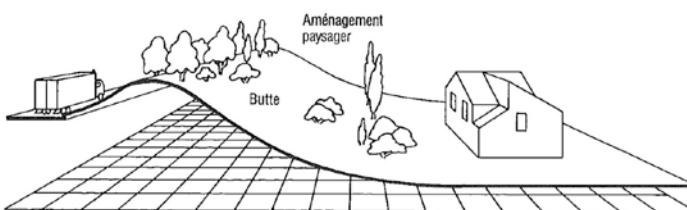
Dans la mesure où on agit sur un milieu déjà construit où il est difficile d'intervenir sur l'organisation spatiale, des aménagements paysagers peuvent constituer des moyens d'atténuation aux abords d'infrastructures ferroviaires. Ces moyens peuvent prendre plusieurs formes : buttes, murs antibruit, écrans végétaux, etc. La combinaison de ces différents moyens est d'ailleurs recommandée autant dans la recherche d'une efficacité acoustique que dans un souci esthétique d'intégration. Toutefois, il faut garder à l'esprit que ce principe est avant tout palliatif et qu'il protège difficilement les bâtiments à plusieurs étages.

Butte

La butte antibruit consiste en une modification de la topographie pour créer un obstacle entre la source et le récepteur. En plus d'être une mesure d'atténuation du bruit, elle offre aussi un rempart en cas d'accident ferroviaire et favorise l'absorption des vibrations qui transitent par le sol. C'est la pierre angulaire de la cohabitation des activités ferroviaires et des nouveaux aménagements, selon le guide de l'ACFC-FCM. Dans ce dernier, des lignes directrices et des paramètres sont proposés afin d'adapter les buttes aux contextes d'insertion.

La butte est aussi suggérée dans le guide de Vivre en Ville au même titre que les murs antibruit. Quant à celui de l'INSPQ, on y discute de son utilité ainsi que ses limites (figure 5.6). Les coûts moins élevés de ce moyen et la possibilité de la végétaliser sont soulignés.

Figure 5.6 – Butte de terre et son aménagement paysager antibruit.



Note: La réalisation de ce guide a précédé l'adoption du projet de loi n° 16 (2023, chapitre 12), Loi modifiant la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme et d'autres dispositions ainsi que la publication du document de consultation en vue de la publication des nouvelles orientations gouvernementales en aménagement du territoire (MAMH, 2023).

Murs antibruit

Le mur antibruit est la mesure que l'on retrouve dans l'ensemble des guides. Il s'agit d'un moyen fréquemment utilisé pour réduire le bruit et pour corriger des situations difficiles à résoudre (figures 5.7, 5.8 et 5.9). La performance d'un mur antibruit dépend des « matériaux utilisés, [de sa] disposition, [de sa] hauteur

et [du] profil de [son] sommet » (INSPQ, 2018). Ses coûts de réalisation peuvent être particulièrement élevés. Le guide de Vivre en Ville propose l'aménagement de murs et de buttes antibruit pour corriger une situation existante et réduire les nuisances sonores liées aux transports (figure 5.10).

Figure 5.7 – Butte et mur antibruit à l'ouest du secteur Le Gardeur à Repentigny.



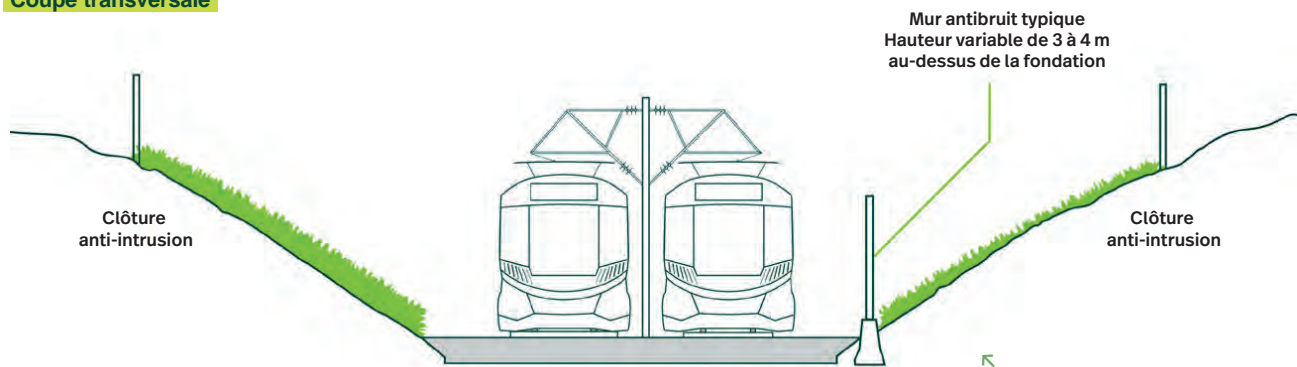
Source : Google Maps, 2021.



Un mur antibruit et une butte ont été implantés afin de protéger un secteur résidentiel du bruit engendré par la ligne de train de banlieue et l'avertisseur sonore. Il s'agit d'un endroit qui présente plusieurs contraintes : à l'intérieur de la boucle que forme le tracé de la voie ferrée on trouve un quartier résidentiel adjacent à un parc industriel, puis à l'extérieur s'y trouve une entreprise à caractère militaire. La structure que l'on voit en haut à gauche a pour but de protéger le train des risques d'explosions liés aux activités de production de munitions militaires.

Figure 5.8 – Schéma d'implantation du mur antibruit dans le projet du REM à Ville Mont-Royal.

Coupe transversale



Source : REM, 2020.



Afin de mitiger l'impact du bruit de ses rames, dans des zones ciblées par une étude acoustique, le projet du REM prévoit d'ajouter des murs antibruit aux abords de la voie. Il est à noter que la configuration en tranchée de l'infrastructure augmente la distance entre la source du bruit et les résidences en contre-haut.

Figure 5.9 – Maquette virtuelle du mur antibruit à Repentigny.

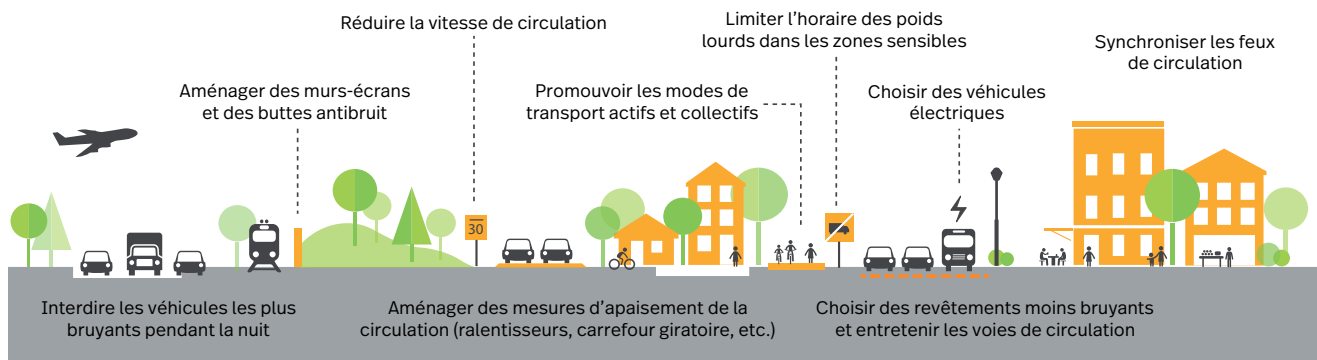


Source : Ville de Repentigny, 2022



Alors que le bruit ferroviaire ne semble pas être un enjeu à Repentigny, du moins pour les résidents qui n'auraient pas fait de plaintes (voir annexe C, p. 4), les nuisances dues à l'autoroute A40 ont justifié l'érection d'un mur antibruit en partenariat entre le MTQ et la Ville. Ce dernier se compose d'une base dense et d'une partie supérieure translucide.

Figure 5.10 – Schéma synthèse des propositions pour réduire les nuisances sonores liées aux transports.



Source : Vivre en Ville, 2020.

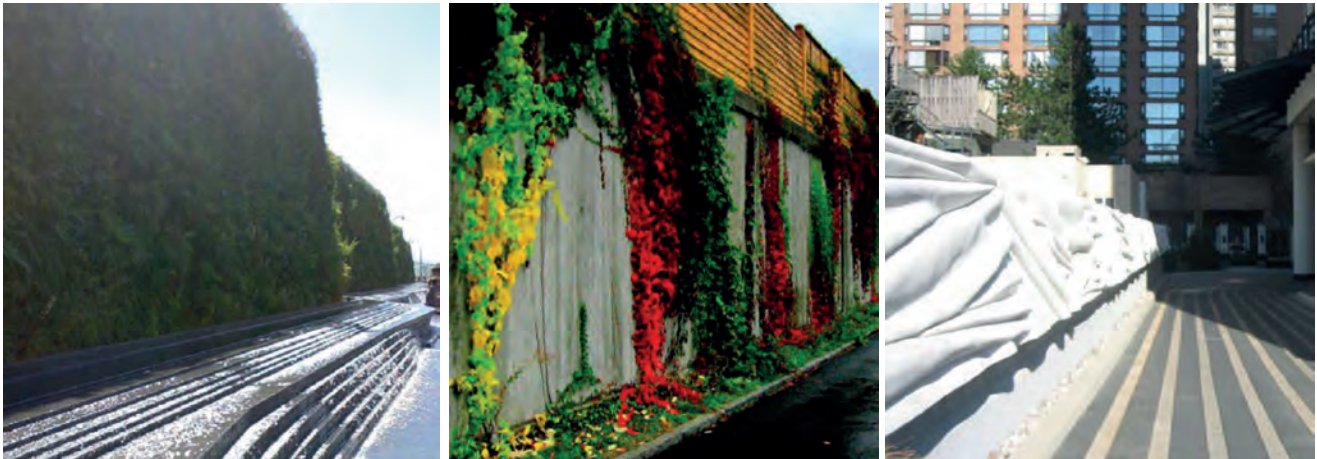


Ce schéma montre des propositions de différents ordres, de l'aménagement paysager à des ajustements logistiques comme la synchronisation des feux de circulation, en passant par le choix des revêtements de la chaussée. Bien que le guide de Vivre en Ville promeut l'association de plusieurs interventions, celles-ci peuvent être choisies selon les contextes et les ressources des municipalités. Par ailleurs, hormis les buttes et les murs, les moyens présentés ici peuvent aussi être mobilisés pour le ferroviaire.

A *contrario*, le guide de l'ACFC-FCM envisage le mur antibruit comme une solution d'atténuation à envisager là où les nuisances sonores sont marquées et où les buttes ne seraient pas possibles. Ces murs antibruit peuvent être prévus en amont du projet, lorsqu'un ensemble de raisons militent en faveur de l'implantation d'usages sensibles malgré des conditions environnementales difficiles. À cette fin, le guide propose des dimensions minimums pour ces murs en fonction du calibre de l'infrastructure ferroviaire et fait des recommandations quant aux matériaux à utiliser.

En raison de leurs impacts sur les percées visuelles, le guide de l'ACFC-FCM tout comme celui de l'INSPQ recommandent que la qualité visuelle ou l'esthétisme des murs antibruit soit considéré dès leur conception, et ce notamment, afin de favoriser leur acceptabilité sociale (figure 5.11).

Figure 5.11 – Exemples de murs antibruit soignés.



Source : ACFC-FCM, 2013.



Les murs antibruit peuvent devenir des éléments du design urbain qui participent de la qualité des espaces publics. La végétalisation, l'intégration d'œuvres d'art public figurent parmi les moyens pour penser la qualité visuelle des murs antibruit.

Le guide de l'INSPQ propose deux types de murs, qui ont des performances différentes :

- les murs bas de 0,5 à 1 m de haut, distants d'environ 1,7 m de la voie, ne sont efficaces qu'avec les murs (carénages) couvrant les roues des voitures ou des wagons (de 2 à 11 dBA) ;
- les murs plus hauts, de 1,5 à 4 m, habituellement positionnés à 4 m de la voie, peuvent atteindre une réduction de 5 à 15 dBA.



Pour plus d'informations, on consultera le guide de l'ACFC-FCM (p.28-30) et de l'INSPQ (p.34-38,47)

L'utilisation des végétaux

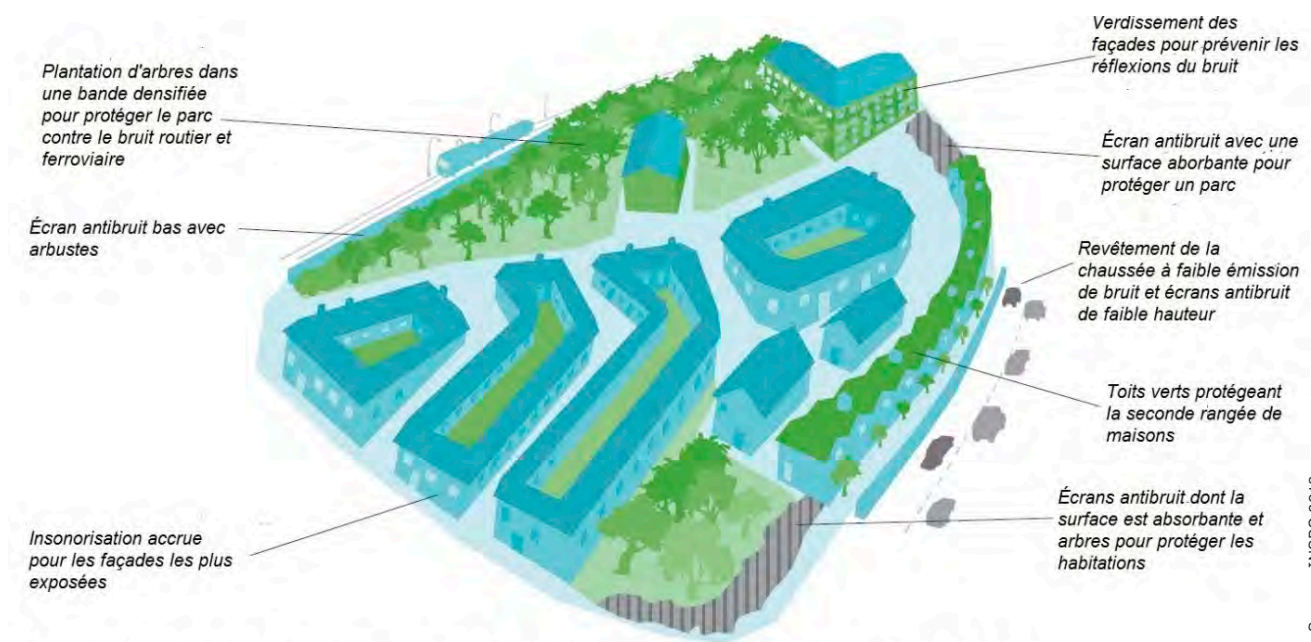
En complément des aménagements paysagers susmentionnés, le guide de l'INSPQ propose aussi l'intégration de «rangées multiples de végétaux». En se basant sur un rapport de recherche de la Chaire en paysage et environnement de l'Université de Montréal (Dagenais *et al.*, 2007), le guide propose une série de lignes directrices et de paramètres pour implanter cette mesure (figure 5.12).

Le guide met de l'avant l'effet positif de la végétalisation sur la perception des usagers sur le voisinage et la qualité de l'expérience qu'ils en tirent; ceci jouant en faveur de l'acceptabilité sociale des projets.



Pour plus d'informations, on consultera le guide de l'INSPQ (p.37-38)

Figure 5.12 – Exemples de murs-écrans végétaux combinés avec d'autres solutions pour réduire le bruit.



Source: INSPQ, 2018.

Note: Le design de la ceinture de végétation est important: espacement des troncs, diamètres des troncs, profondeur, schéma de plantation, densité d'arbustes (incluant buissons, haies, etc.). Une profondeur de végétation optimisée (15 m ou plus) équivaut à un mur de béton conventionnel de 1 à 1,5 m de haut, placé directement près de la route (réduction de 5 à 6dB). Il est important de noter que l'ampleur de la réduction rapportée ici dépend aussi d'autres facteurs comme la composition du trafic routier et la hauteur du point de réception.

Adaptée de: Zetterquist, p. 36 (31).



L'efficacité de l'utilisation des végétaux s'avère à deux conditions: d'abord, la combinaison de plusieurs interventions est essentielle; puis, l'étendue de la surface plantée et sa densité doivent être suffisantes voire relativement généreuses; quelques conifères dispersés ici et là n'auraient pratiquement aucun effet. L'adage «l'union fait la force» fait office ici de ligne directrice et devrait guider le recours à l'utilisation des végétaux.



Implications et exigences de la mise en œuvre

Tel que mentionné, l'ensemble des moyens liés à l'aménagement paysager, s'ils permettent d'intervenir sur des lieux déjà construits ne peuvent prendre en charge totalement le bruit ferroviaire. Ils offrent des solutions d'atténuation qui agissent à divers degrés et apportent des compensations certes, mais la nuisance demeure. À ce titre, l'efficacité des aménagements paysagers est bien moindre pour les immeubles de plusieurs étages qui représentent une part non négligeable des constructions neuves dans un contexte d'urbanisme durable. Ils exigent aussi des dimensions imposantes. D'autres moyens sont mieux adaptés pour les immeubles en hauteur comme on le verra plus loin.



Les outils institutionnels pouvant être mobilisés

La conception d'aménagements paysagers réduisant la propagation du bruit nécessite une étude acoustique qui précise les paramètres de leurs constructions (type, implantation, hauteur, densité, matériaux, etc.). Cette étude peut être exigée – par l'intermédiaire des règlements municipaux – lors de la demande de permis pour un projet aux abords d'une infrastructure ferroviaire. Cela nécessite toutefois qu'un seuil maximum d'exposition au bruit soit établi dans des documents d'aménagement et d'urbanisme (voir tableau 5.1).

5.3 Qualité de la forme urbaine et design urbain

On trouve plusieurs principes et propositions dans les guides qui portent sur la qualité de la forme urbaine et le design des espaces. Dans le présent guide, le design urbain est utilisé dans le sens de la composition urbaine, comme le résultat final de l'agencement de ses différentes composantes : rues, bâtiments, etc. Bien que le design renvoie à une approche qui aborde conjointement le dessein et le dessin (Barnett, 2006) et s'intéresse non seulement aux objets physiques, mais aussi aux objets « abstraits » comme les processus et les services (Vial, S. & Findeli, A. 2021), nous focalisons ici sur les formes

urbaines qu'il produit. Celles-ci sont analysées de manière plus détaillée au regard de leur influence sur la prise en charge du sonore dans un contexte ferroviaire.

Il importe de souligner que plusieurs des moyens proposés ne sont pas nécessairement nouveaux. Des ouvrages d'architecture et d'urbanisme depuis le début du XX^e proposaient, avant l'heure, de bonnes pratiques souvent implicites. En termes d'architecture, ces bonnes pratiques étaient liées à d'autres critères tels que l'ensoleillement, l'aération, etc. À l'échelle de l'ensemble ou du quartier, l'organisation spatiale, le positionnement des activités (et d'une forme de bâtiment adéquate) et des parcs, le traitement des espaces publics, etc., visaient à donner une structure urbaine claire, autant fonctionnelle qu'esthétique ; les deux étant indissociables. De même, plusieurs guides des années 1970 proposaient plusieurs moyens.

Dans cette section, les propositions de prise en charge du bruit sont regroupées dans deux grandes catégories, soit les espaces publics et l'architecture. Ces catégories sont définies à partir du concept clé de tissu urbain qui montre l'interdépendance des composantes de la forme urbaine, soit la trame et le type bâti qui se définissent mutuellement (figure 5.13).

Figure 5.13 – Les composantes du tissu urbain.



Source : Kostof, 1999, p.26.



La trame est formée par l'association des îlots et des voies qui se définissent mutuellement ; aussi, à une échelle plus fine, les parcelles influencent la forme et la taille des îlots comme l'illustre le dessin du centre. Ossature de la forme urbaine, la trame lui donne sa pérennité. Le type bâti pour sa part renvoie aux bâtiments qui donnent en quelque sorte l'épaisseur au tissu. Il est défini par son implantation sur la parcelle (par exemple en bordure de rue ou en fond de lot) ; son gabarit soit sa taille, l'espace qu'il occupe sur la parcelle et sa hauteur ; sa volumétrie soit la forme du bâtiment comme telle (par exemple les volumes en saillie ou en retrait, la forme du toit, etc.).

ESPACES PUBLICS

Les espaces publics renvoient à l'ensemble des espaces libres de bâtiments qui accueillent simultanément différents modes d'appropriation ou façon d'user de l'espace, soit : l'ensemble de voies (rues, ruelles, boulevards, sauf les autoroutes) et les parcs et places publiques.

D'une façon générale, les espaces publics surtout les rues font l'objet de plusieurs propositions dans les guides. Toutefois, celles spécifiquement reliées au ferroviaire sont plus rares. En effet, l'infrastructure ferroviaire, à l'instar de l'autoroute, est essentiellement une voie de transport. Elle ne peut être considérée comme un espace public puisqu'elle n'accueille pas différentes modalités d'appropriation ou d'usages (voiture, piéton, etc.) comme les rues, grandes ou petites qui offrent la possibilité de circuler et de séjourner (s'asseoir sur un banc, flâner, etc.). L'infrastructure ferroviaire est malgré tout mise dans cette catégorie puisqu'elle influence l'ossature des établissements humains.

Aménager de sorte à cesser l'utilisation des sifflets aux croisements entre les voies ferrées et les rues

Le croisement entre une voie ferrée et les rues nécessite l'aménagement d'un passage à niveau et la mise en place de mesures de sécurité. Parmi ces dernières, on retrouve les avertisseurs sonores (sifflets et cloches) qui peuvent être une source de nuisance dans des zones habitées.

Le guide de l'INSPQ propose de mettre en place des aménagements qui permettent aux exploitants de cesser l'utilisation d'avertisseurs sonores (sifflets). Cette démarche doit être initiée par la municipalité en partenariat avec la compagnie de chemins de fer. Elle est détaillée par Transports Canada, qui peut d'ailleurs arbitrer un éventuel désaccord sur la nature des mesures de sécurité compensatoires. Ces mesures peuvent prendre la forme de barrières, feux clignotants, clôtures anti-intrusion, etc.

Cette proposition permet de corriger les nuisances engendrées par le croisement fréquent de voies ferrées avec les rues, particulièrement dans les ensembles plus anciens, déjà existants lors de l'arrivée du chemin de fer (figure 5.14).



Pour plus d'informations, on consulera le guide de l'INSPQ (p.48) et la procédure détaillée sur le site de Transports Canada (<https://tc.canada.ca/fr/transport-ferroviaire/passages-niveau/demandez-interdiction-sifflet-passage-niveau-public>)

Figure 5.14 – Passage à niveau à St-Albert (Alberta).



Source : Google Maps, 2021.



Entre 2017 et 2019 (Lawson, 2019), la Ville de St-Albert en Alberta a installé plus de 8 km de clôture autour d'emprises ferroviaires pour limiter les intrusions et ainsi permettre aux trains de passer aux passages à niveau sans activer leur sifflet.

Éviter les intersections avec les rues et mettre à profit le design urbain

Toutefois, il va sans dire, les intersections avec les rues devraient, autant que possible être évitées. Outre des viaducs, dont on trouve plusieurs exemples au Québec, notamment dans les quartiers construits au XX^e siècle, l'intégration de l'infrastructure ferroviaire à la trame urbaine est le fait d'ensembles neufs conçus pour profiter d'une desserte ferroviaire, par exemple les cités et banlieues jardin dont Ville Mont-Royal (Annexe C).

Cette intégration implique de profiter des caractéristiques du contexte physique, comme la topographie dès la phase de conception d'un nouvel ensemble aux abords d'une voie ferrée, et ce, pour éviter les intersections en utilisant différentes configurations de la trame ou différents niveaux. Le design urbain, notamment les

principes d'Unwin qui sont à la base de Ville de Mont-Royal (figure 5.15), ou encore les approches plus contemporaines, par exemple les travaux de Calthorpe sur les *Transit Oriented Development* (TOD) ouvrent sur des possibilités intéressantes d'intégration de l'infrastructure ferroviaire à la trame urbaine qui méritent d'être explorées. Bien que le ferroviaire n'y soit pas nécessairement spécifiquement abordé, le travail sur la forme urbaine, la prise en charge des dimensions sensibles et esthétiques de ces approches est fertile.



Pour plus d'informations, on consultera Calthorpe (1993), Unwin (1994) et Fishman (1987)

Figure 5.15 – Projet de recouvrement de la voie ferrée à Ville Mont-Royal



Source : Thibodeau Architecture + Design, 2018.

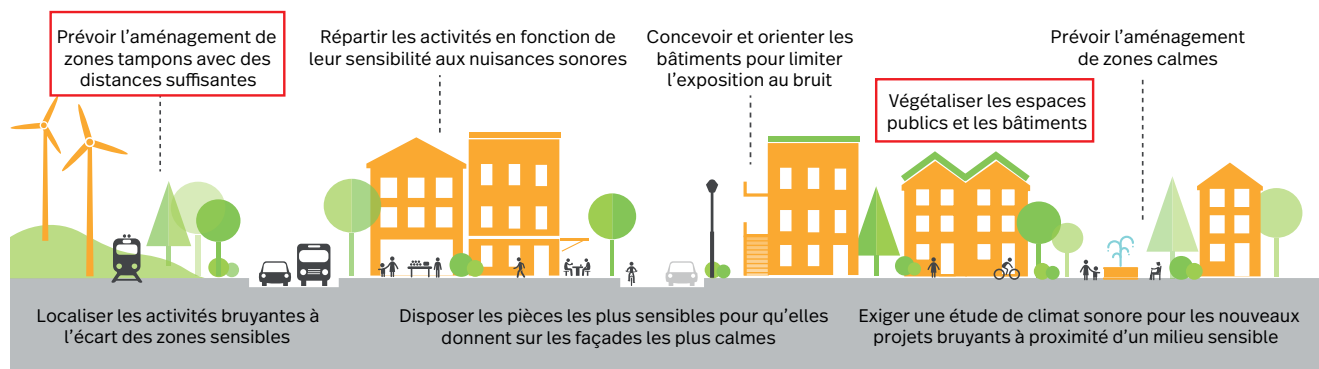
Note : La réalisation de ce guide a précédé l'adoption du projet de loi n° 16 (2023, chapitre 12), Loi modifiant la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme et d'autres dispositions ainsi que la publication du document de consultation en vue de la publication des nouvelles orientations gouvernementales en aménagement du territoire (MAMH, 2023).

Développer le potentiel de rôle structurant des zones tampons aménagées

Comme vu précédemment, l'instauration de distances séparatrices entre la source de bruit et le récepteur est l'un des principaux moyens de prise en charge du sonore. Alors que les distances séparatrices renvoient simplement à une distance entre l'infrastructure ferroviaire et les bâtiments, les « zones tampons aménagées » présentent un aménagement plus élaboré en lien avec le rôle d'espaces publics qu'elles revêtent.

L'importance de l'aménagement paysager de ces zones est soulignée dans la plupart des guides et particulièrement dans ceux qui ont été retenus pour le présent guide (INSPQ, ACFC-FCM et Vivre en Ville). Lorsque végétalisées, ces zones tampons réduisent le bruit ambiant de 0 à 6 dBA, et ont un impact positif sur les riverains. Le guide de Vivre en Ville insiste sur la nécessité de donner à ces zones des dimensions suffisantes et des plantations plutôt généreuses pour obtenir l'effet escompté (figure 5.16).

Figure 5.16 – Schéma synthèse des propositions pour réduire les nuisances sonores au moment de la conception.



Source : Vivre en Ville, 2020.

Outre les effets bénéfiques quant au bruit ferroviaire, les zones tampons aménagées présentent un potentiel structurant prometteur. En effet, elles peuvent devenir l'épine dorsale d'un réseau alternatif de déplacement (pistes cyclables, sentiers pédestres, etc.) à la condition toutefois de relier qualitativement des lieux à caractère public (équipements publics, écoles, etc.). Selon leur tracé, elles peuvent devenir des interfaces, c'est-à-dire contribuer à mieux arrimer des lieux, des zones d'usages conflictuels tout en bonifiant la qualité des espaces publics (figure 5.17). Aussi, elles peuvent contribuer à la valorisation de terrains et les rendre plus attractifs pour des usages résidentiels par exemple. Toutefois, cela exige de les inscrire dans une vision d'ensemble.



Pour plus d'informations, on consultera le guide de l'INSPQ, (p.37-38), de Vivre en Ville (p.11) et de l'ACFC-FCM (p.32)

Figure 5.17 – Piste cyclable à Le Gardeur (Repentigny).



Source : Tanios El Hayek



Dans les cas de Saint-Malo et de Repentigny (Annexe C), l'espace en bordure des infrastructures ferroviaires a été vu comme une opportunité pour y installer des parcs linéaires avec une piste cyclable. Bien que l'aménagement soit plus ou moins élaboré selon les cas, ces parcs linéaires s'inscrivent dans le réseau viaire en favorisant les déplacements actifs. Cela valorise ces espaces et les rend plus attractifs.



Implications et exigences de la mise en œuvre

Déployer le potentiel structurant des zones tampons aménagées exige de les inscrire dans une vision d'ensemble. Ces zones, qui peuvent prendre la forme de parcs linéaires avec une piste cyclable doivent être vues comme partie prenante de l'ensemble du réseau viaire. Ils sont plus que de simples composantes servant aux déplacements actifs, mais de véritables espaces publics accueillant plusieurs modalités d'appropriation.



Les outils institutionnels pouvant être mobilisés

Les municipalités peuvent agir sur les espaces publics de différentes manières afin de prendre en compte le bruit ferroviaire, notamment en utilisant les outils de planification et de réglementation mis à leur portée.

Premièrement, elles peuvent régir cette question dans leur plan d'urbanisme (PU), notamment en utilisant les programmes particuliers d'urbanisme (PPU) afin de préciser la planification aux abords des infrastructures ferroviaires. Leur aménagement pourrait y être détaillé, notamment quant à la question du tracé et du type des voies de circulation qui seraient acceptés ou encore quant à la nature des équipements et infrastructures qui pourraient s'y trouver.

Puis, la prise en charge du bruit ferroviaire peut être encadrée à l'aide de plusieurs règlements, parmi lesquels on compte le règlement de lotissement, le règlement sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA) et le règlement sur les plans d'aménagement d'ensemble (PAE). Bien qu'ils aient chacun leurs particularités (tableau 5.1), ces règlements permettraient de définir des normes spécifiques sur le découpage des lots, la planification des voies de circulation et l'organisation de zones sensibles favorisant ainsi un aménagement complet, cohérent et durable.

TYPE BÂTI

Cette seconde composante du tissu urbain, les types bâtis renvoient aux bâtiments qui sont vus selon leur implantation, leur gabarit et leur volumétrie plutôt qu'en termes de style architectural (figure 5.13). Le nombre et la diversité des propositions concordent avec les conditions sonores particulièrement difficiles trouvées aux abords des infrastructures ferroviaires. Ils font l'objet de plusieurs propositions dans les guides touchant différents aspects particulièrement le mode d'implantation et l'agencement des espaces intérieurs et extérieurs (Vivre en Ville, 2020). Cependant, ce sont les éléments de construction comme les matériaux, le vitrage, etc., qui font surtout l'objet de propositions. Ces dernières sont ici classées dans trois grandes catégories : l'implantation, l'agencement des espaces puis les éléments de construction. La prise en compte de ces propositions peut permettre de réduire l'intrusion du bruit ferroviaire dans les types bâtis.

Les types bâtis mettent en évidence les enjeux de la prise en charge du sonore dans les projets de requalification de friches urbaines en général et aux abords des infrastructures ferroviaires en particulier, et ce, afin d'atteindre les objectifs de densification appelés par le développement durable. La connexion de ces friches urbaines à un réseau de transport en fait des lieux parfaitement indiqués pour élaborer des quartiers de type TOD. Ces terrains sont très convoités en dépit du fait qu'ils présentent des conditions environnementales très difficiles, qu'il s'agisse de contamination des sols ou de nuisances sonores. Non seulement offrent-ils de grandes superficies répondant aux impératifs de rentabilité des projets d'envergure, mais en plus ils sont proches, voire adjacents aux centralités urbaines, par exemple le Plateau Mont-Royal à Montréal ou encore Limoilou à Québec. Ces quartiers dits centraux ont été urbanisés grâce au passage de la voie ferrée, moteur de la révolution industrielle. Généralement très en demande, les grands terrains disponibles y sont rares. Par ailleurs, cet attrait s'observe aussi dans les banlieues et les villes de régions; le passage de la voie ferrée et la superficie des terrains permet la construction d'ensembles urbains ici aussi de type TOD.

Implantation : disposition sur la parcelle, forme et orientation

Les propositions relatives à l'implantation des types bâtis renvoient à leur disposition tant sur la parcelle que sur l'ensemble du territoire d'une municipalité. Comme il a été vu, l'implantation renvoie à l'orientation d'un bâtiment ou d'un groupe de bâtiments. Dans les guides étudiés, l'implantation apte à atténuer le bruit se décline de deux façons : le recours à des édifices-écrans et la forme (au sol) des bâtiments.

Avant d'aller plus loin, soulignons que dans la pratique les modalités d'implantation sont souvent utilisées pour réduire le bruit, mais de façon implicite : le bruit en étant une raison parmi d'autres comme le montrent plusieurs études de cas (Sainjon *et al.*, 2021).

Lors du design d'un plan d'ensemble, la qualité des vues, l'ensoleillement et l'aération sont d'emblée pris en compte. La qualité de l'environnement sonore semble être surtout considérée lors de la préparation des plans d'affectations des sols contenus dans les SAD à l'échelle de la MRC et dans les règlements de zonage à l'échelle municipale. Cela s'explique d'une part, par l'obligation d'identifier les contraintes anthropiques dans l'élaboration des SAD puis de l'effet de la règle de conformité sur les règlements municipaux (tableau 5.1). On peut voir là l'effet du caractère globalisant de la démarche de la conception d'un plan d'ensemble qui implique tant l'architecture que le design urbain, les deux étant indissociables. De la sorte, les critères de qualité d'un projet ne sont pas indépendants et ne s'évaluent pas non plus à l'aide d'une pondération. Ils renvoient plutôt à diverses configurations répondant chacune à leur façon à une situation, le tout étant plus que la somme des parties.

Édifices-écrans

Les édifices-écrans sont tous les bâtiments situés entre une source de bruit (ferroviaire, dans ce cas) et des usages sensibles dont le résidentiel. Par exemple, il est possible d'imaginer la construction d'un bâtiment à usage commercial, près d'une infrastructure ferroviaire, qui viendrait protéger les bâtiments résidentiels des bruits provenant de celle-ci. Ce moyen est largement utilisé pour protéger contre les nuisance sonores, mais aussi pour des raisons de design urbain : dans certains cas, ces bâtiments viennent définir les limites d'un ensemble contribuant ainsi à la lisibilité de la ville (notamment le *wayfinding*). La délimitation claire est un principe de design urbain formulé par Unwin au tout début du XX^e siècle.

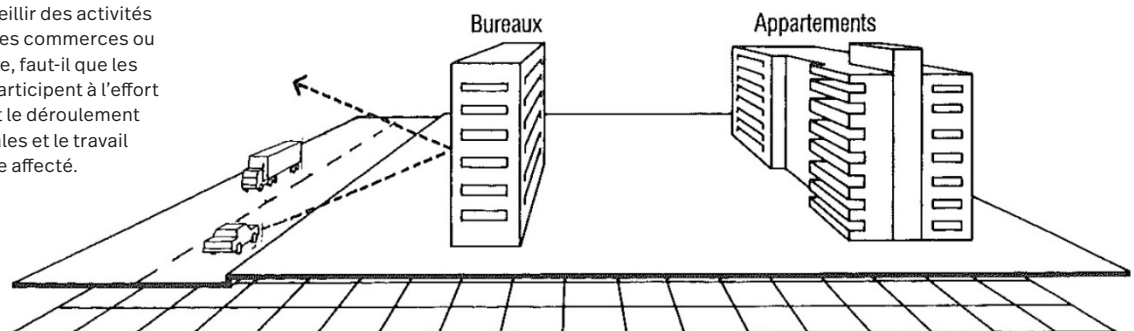
Présentée dans le guide de l'INSPQ, cette proposition permet une réduction de bruit allant jusqu'à 13 dBA pour la zone protégée (figure 5.18). Cependant, son efficacité varie selon plusieurs facteurs, dont la disposition et la hauteur de l'édifice-écran. Elle peut cependant être bonifiée lorsque combinée à d'autres mesures, par exemple des aménagements paysagers.



Pour plus d'informations, on consultera le guide de l'INSPQ (p.37)

Figure 5.18 – Exemple d'utilisation d'édifices-écrans.

Pour jouer pleinement son rôle l'édifice-écran doit accueillir des activités non sensibles, comme des commerces ou des bureaux. Mais encore, faut-il que les éléments constructifs participent à l'effort de mitigation, autrement le déroulement des activités commerciales et le travail de bureau risquent d'être affecté.



Source : MTQ, 1996.



Implications et exigences de la mise en œuvre

Ce moyen ne s'adapte pas à tous les contextes et à toutes les situations. En effet, il n'est pas toujours possible d'installer des bâtiments commerciaux à proximité de lieux sensibles à protéger, et ce, en raison de la disponibilité de terrains suffisamment grands, mais aussi de leur emplacement apte à assurer la vitalité économique. Si cette option convient plus difficilement aux milieux urbains denses, à moins qu'ils fassent l'objet de grands projets de reconstruction, elle peut être avantageuse pour les zones périurbaines où la densification et la mixité sont souhaitées. Dans ces cas, la prise en charge du sonore devient un des fils conducteurs d'une approche véritablement intégrée en articulant atténuation du bruit et structuration urbaine.

Forme et disposition des bâtiments

La forme et la disposition des bâtiments réfèrent à l'implantation, mais de façon plus nuancée. Ainsi, on fait référence à la forme lorsqu'il s'agit d'un seul bâtiment sur une parcelle, puis de la disposition lorsqu'il s'agit d'un ensemble de bâtiments sur une grande parcelle.

Selon le guide de l'INSPQ, la disposition des bâtiments peut optimiser l'effet d'écran en servant d'obstacle à la propagation du bruit et en minimisant la réverbération. Dans une telle situation, une réduction du bruit allant jusqu'à 20 dBA est envisageable. Il y a de multiples configurations possibles à partir du moment où certains paramètres acoustiques sont pris en compte, dont le pouvoir réverbérant ou absorbant des matériaux de l'enveloppe extérieure du bâtiment, l'atténuation permise par la taille (hauteur et longueur de façade) relative des bâtiments en première ligne de la source de bruit comparativement aux bâtiments plus éloignés et la réduction de l'amplification du bruit produit par des surfaces réverbérantes qui se font face. Ces moyens seront détaillés plus loin. À ce titre, le guide de l'INSPQ présente des conditions pour optimiser la disposition des bâtiments (figure 5.19) qui permettraient de réduire le bruit de 20 dBA.

Les exemples à gauche de la figure montrent des formes de bâtiments favorisant la propagation du bruit par réverbération, et ce, malgré un certain éloignement de la voie bruyante (ici une autoroute mais il pourrait s'agir d'une infrastructure ferroviaire). Dans les deux cas, la forme et la disposition des bâtiments non seulement augmentent le niveau sonore, mais génèrent aussi des échos. L'implantation en parallèle des barres d'habitations en bas à gauche, illustre ce qu'on appelle un effet « canyon » qui amplifie le bruit et génère également des échos. En contrepartie, les bâtiments qui se trouvent à droite de la figure permettent de créer des façades qui sont plus calmes. →

Figure 5.19 – Conditions pour optimiser la disposition des bâtiments.

- Mettre la plus grande distance possible entre la source et l'activité sensible;
- Placer les activités compatibles avec le bruit entre la source de bruit et les aires sensibles: stationnement, espaces ouverts, aires de magasinage ou commerciales;
- Développer en grappes plutôt qu'avec une forme linéaire qui tend à être davantage exposée au bruit, en plus de poser problème pour la sécurité routière avec la multiplication des entrées charretières;
- Orienter les bâtiments dans un angle d'environ 45 degrés par rapport à la source de bruit pour réduire les réflexions du bruit sur les parois et protéger les ouvertures;
- Utiliser l'espace naturel, la forme des édifices et des plantations en concentration suffisante et disposées pour faire écran (voir mesure 16).

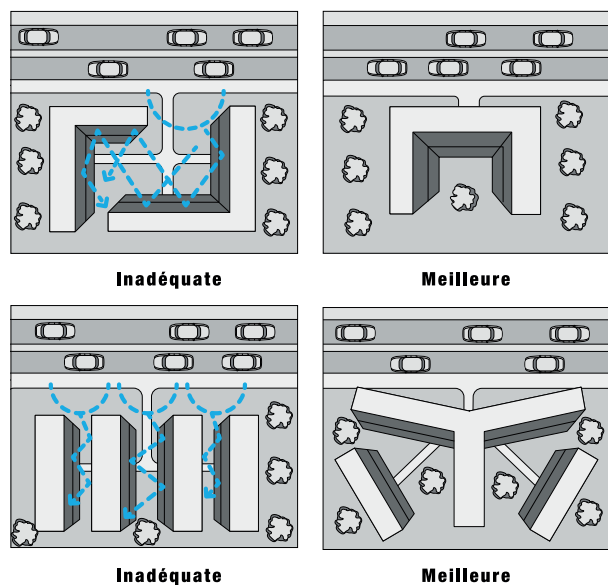
Source: INSPQ, 2018.

Le traitement des bâtiments accueillant des usages sensibles (résidences, écoles, hôpitaux, etc.) exige une attention particulière. Il va sans dire que la proximité de zones d'activités à niveaux sonores élevés est à éviter. Autrement, une importante zone tampon aménagée devrait être prévue. D'autre part, l'adoption de certaines formes plus aptes à protéger ces bâtiments des nuisances sonores doit être privilégiée (figure 5.20).



Pour plus d'informations, on consultera le guide de l'INSPQ (p.41-43)

Figure 5.20 – Forme et orientation des bâtiments dans les zones à usages sensibles situées à proximité de voies bruyantes.



Source: Western Australian Planning Commission, 2019.



Implications et exigences de la mise en œuvre

Les propositions relatives à la forme et à la disposition des bâtiments touchent essentiellement les premières phases de conception des projets. Autrement, il s'agit de recourir à des mesures d'atténuation comme l'aménagement de zones tampons, des aménagements paysagers généreusement plantés. Un changement de zonage demeure possible, mais son effet prendra un certain temps à se faire entendre, tant sur le plan de processus de décision que sur celui de la reconstruction.



Les outils institutionnels pouvant être mobilisés

D'une façon générale, les propositions liées aux édifices-écrans mobilisent plusieurs instances et outils dans leur mise en œuvre, allant des MRC jusqu'aux municipalités à divers moments des processus soit de la planification et de la conception jusqu'à la réalisation et la construction d'un projet.

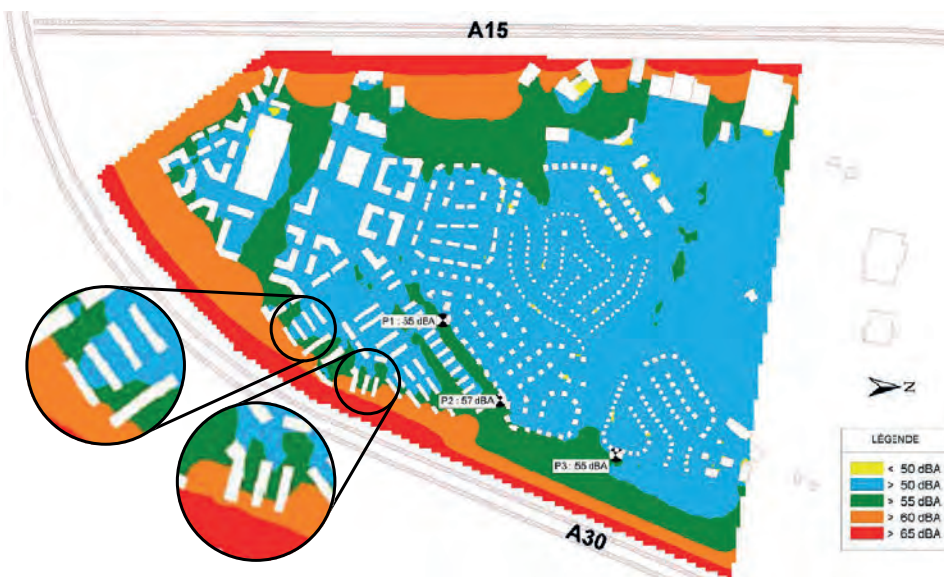
Les autorités municipales en aménagement peuvent agir dès les premières phases de la conception de projets aux abords d'infrastructures ferroviaires. Elles peuvent intégrer des critères relatifs au bruit ferroviaire dans des règlements d'urbanisme à caractère discrétionnaire (tableau 5.1) comme : les plans d'aménagement d'ensemble (PAE)

qui définissent les grandes lignes de l'organisation spatiale ou les plans d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA) qui portent sur la qualité architecturale notamment les matériaux. Ces outils favorisent un aménagement intégré dans ce sens où les particularités du site sont prises en compte, voire mises en valeur. Ainsi, l'élaboration de ces plans peut favoriser l'adoption de stratégies prenant en compte les contraintes acoustiques de l'infrastructure ferroviaire.

Enfin, il est aussi possible d'établir des seuils sonores et d'exiger la réalisation d'études acoustiques préalables à l'émission des permis de construction. Rappelons que de tels seuils peuvent être intégrés à la réglementation municipale tout comme dans les plans des paliers supérieurs (MRC, CM, etc.) de sorte à faire jouer la règle de conformité (tableau 5.1).

À titre d'exemple, le PPU de la gare de Candiac, un secteur possédant plusieurs contraintes, dont la présence de deux autoroutes, a ajouté la réalisation d'études acoustiques lors de la présentation de projet. C'est ainsi que la disposition des bâtiments d'un plan d'ensemble d'immeubles a pu être éprouvée avant sa réalisation (figure 5.21). (Sainjon *et al.* 2021)

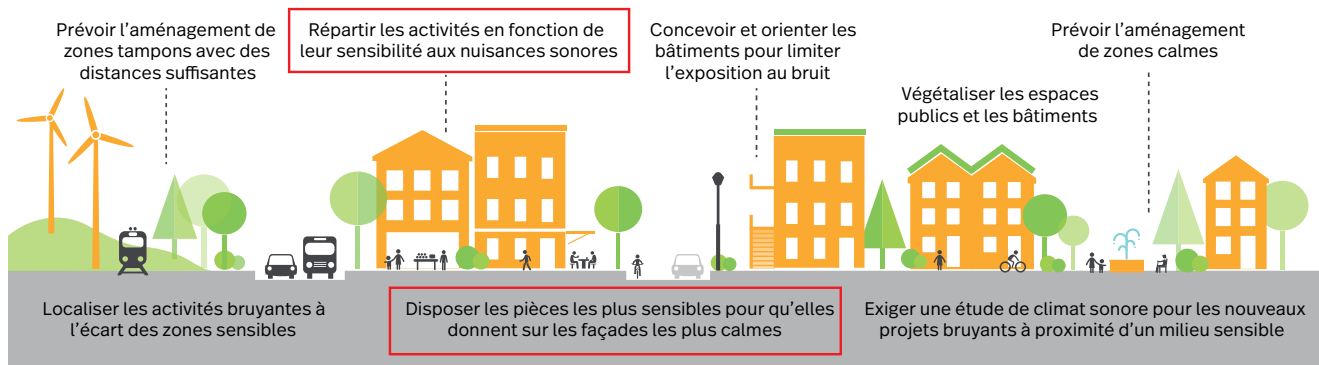
Figure 5.21 – Modélisation des niveaux de bruit résultant de la mise en œuvre des aménagements projetés.



Cette modélisation, réalisée avec un logiciel de prévision acoustique, « prend en compte les bâtiments, les débits de circulation, l'absorption due au sol ou aux végétaux, la topographie », etc. On remarque que l'implantation des bâtiments en écran et la conservation des arbres adjacents aux autoroutes 15 et 30 visent une atténuation du bruit routier. En bas, on peut voir des immeubles parallèles dont l'implantation produit des effets contraires. Ceux qui sont perpendiculaires à l'autoroute 30 provoqueront un effet canyon avec des niveaux sonores plus élevés, alors que ceux implantés en parallèle les réduiront de beaucoup.

Source : Adapté de Stantec, 2016.

Figure 5.22 – Schéma synthèse des propositions pour réduire les nuisances sonores au moment de la conception.



Source : Vivre en Ville, 2020.

Organisation spatiale et agencement des espaces intérieurs et extérieurs

L'organisation spatiale et l'agencement des espaces intérieurs et extérieurs font l'objet de plusieurs propositions d'atténuation des risques proposés dans les guides étudiés. Il importe de rappeler que les moyens de réduction, à l'instar des indicateurs pour évaluer une situation, tirent leur force de leur association (figure 5.22).

On peut définir l'organisation spatiale intérieure comme l'articulation et la disposition des pièces en fonction des activités auxquelles elles sont destinées ; en architecture on y réfère généralement par programmation fonctionnelle. Celle-ci s'intéresse à définir la superficie des espaces nécessaires (métrage), mais ne s'y limite pas ; la cohérence du maillage entre les activités, la fluidité des circulations et les rapports avec l'extérieur sont autant d'aspects qui servent à penser la forme architecturale. Pour faciliter la lecture des propositions, cette section mentionne spécifiquement l'agencement des espaces intérieurs et extérieurs.

D'une façon générale, les guides proposent d'éloigner les espaces accueillant des activités sensibles des sources de bruit. Ce principe de base se décline de différentes façons : autoprotection des bâtiments depuis leur conception, balcons fermés et espaces extérieurs privés puis le positionnement des activités sensibles dans les bâtiments.

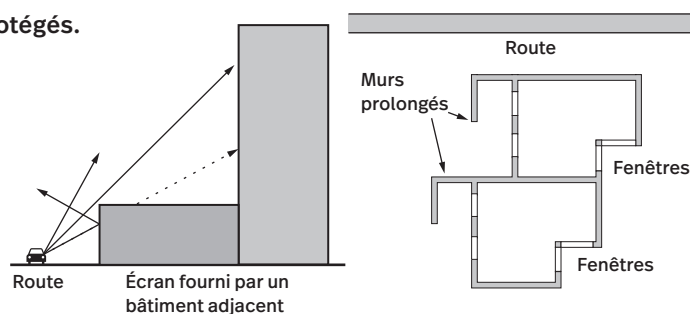
Autoprotection des bâtiments depuis leur conception

Le guide de l'INSPQ explique clairement le principe clé de l'auto-protection : « Auto-protéger un bâtiment, c'est utiliser une de ses parties en tant que barrière acoustique pour les pièces sensibles au bruit. »

L'auto-protection regroupe plusieurs moyens pouvant réduire le bruit jusqu'à 20 dB. Ces moyens bien qu'ils touchent à l'implantation et à la volumétrie du bâtiment (figures 5.23 et 5.24), reposent pour beaucoup sur les techniques et les matériaux de construction.

Figure 5.23 – Exemple de bâtiments autoprotégés.

Ce dessin montre l'association de plusieurs moyens, notamment l'orientation judicieuse des fenêtres afin qu'elles fassent dos à la rue – ou l'infrastructure ferroviaire, l'usage de murs aveugles, la prolongation de certains murs qui pourraient accueillir des escaliers ou encore fermer des balcons. Un autre moyen consiste à tirer parti, lorsque possible, des bâtiments adjacents.

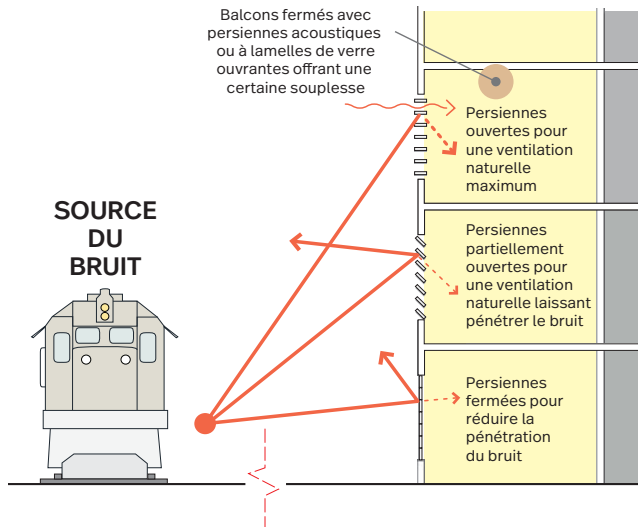


Source : INSPQ, 2018

Note : À gauche, il est possible d'intégrer des sections à même un bâtiment lors de sa conception afin qu'elles agissent comme barrières acoustiques pour les pièces sensibles au bruit, dans le but de réduire considérablement le bruit intérieur. À droite, des prolongations de murs (ailes) peuvent aussi réduire le bruit intérieur et peuvent limiter le bruit sur des balcons. De plus, il faut planifier la disposition des fenêtres ouvrantes loin des sources de bruit.

Source : European Commission Working Group 5' Noise Abatement, p.31 et Kloth.

Figure 5.24 – Utilisation de balcons fermés faisant face à un corridor ferroviaire comme mesure de protection contre le bruit.



Source : ACFC-FCM, 2013. Adapté de la figures 3.16 du document «Development near rail corridors and busy roads – interim guideline», New South Wales (2008).

↑
L'utilisation de balcons fermés ou loggias agit comme un espace supplémentaire éloignant la source du bruit des pièces intérieures et permet de réduire le bruit entrant dans le bâtiment.

Notons que ces balcons fermés doivent être assujettis aux normes de sécurité incendie au même titre que les pièces d'un logement.

Implications et exigences de la mise en œuvre

Ces mesures seront plus faciles à réaliser sur des constructions neuves. Ajouter des éléments architecturaux supplémentaires à un bâtiment déjà existant nécessitera très probablement des accords avec les voisins ou des dérogations au zonage quant au pourcentage de surface bâtie sur le lot. Aussi, ces mesures d'autoprotection du bâtiment devront prendre en compte et ne pas entraver la ventilation ou l'ensoleillement de l'intérieur du bâtiment.

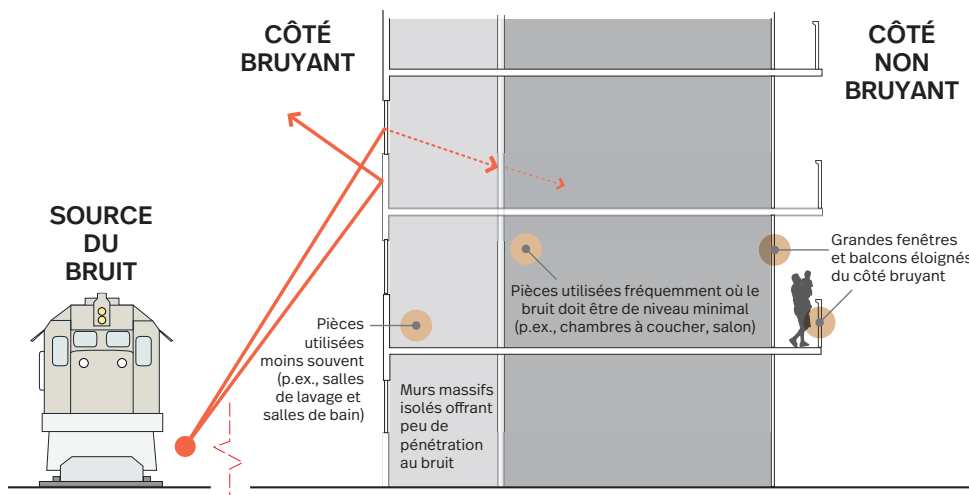
Les outils institutionnels pouvant être mobilisés

Ces mesures pourraient faire l'objet de modifications du règlement de zonage afin de rajouter des précisions sur l'autoprotection, notamment pour favoriser l'intégration d'éléments architecturaux aux façades exposées au bruit.

Positionnement des activités sensibles dans les bâtiments

Comme nous venons de le voir, l'organisation spatiale des bâtiments peut contribuer à réduire le bruit. Le positionnement des pièces à l'intérieur de ces bâtiments peut aussi contribuer à réduire l'interférence du bruit sur les activités de la vie quotidienne. Tel que mentionné dans les guides, les pièces accueillant des activités sensibles (sommeil, concentration, communication), tant dans les résidences que dans les bureaux et commerces, devraient être situées à l'opposé de la source de bruit (figure 5.25).

Figure 5.25 – Aménagement des pièces sensibles au bruit loin du bruit ferroviaire dans des habitations à plusieurs unités.



Source : ACFC-FCM, 2013. Adapté de la figures 3.16 du document «Development near rail corridors and busy roads – interim guideline», New South Wales (2008).

←
Une répartition des activités au sein d'un immeuble permet de protéger les pièces aux usages les plus sensibles. Les premiers niveaux pourraient être borgnes avec d'épais murs massifs et prévoir des stationnements ou des équipements techniques. Aussi, les pièces les plus proches de la source de bruit pourraient accueillir les corridors, les cages d'escaliers, les rangements, etc.

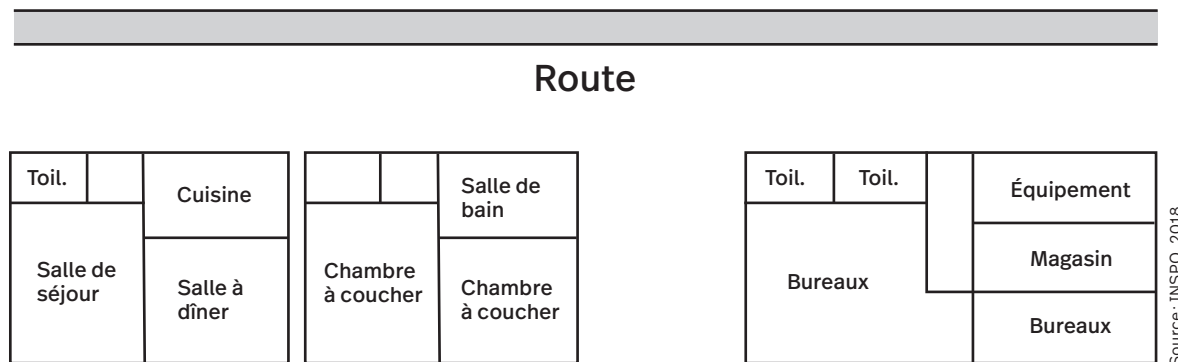
À l'échelle du bâtiment, il est suggéré d'éviter de placer des activités sensibles aux premiers niveaux du bâtiment. Ceux-ci conviennent très bien à des activités commerciales en prenant soin de prévoir d'épais murs aveugles pour isoler du bruit et des vibrations. Des stationnements constituent aussi une option intéressante. Dans les deux cas, particulièrement l'installation d'activités commerciales, contribue à la qualité urbaine par la mixité qu'elles amènent.

À l'échelle des unités à l'intérieur des bâtiments, le principe de base d'éloignement suggère de placer les pièces de services (cuisine, rangement, etc.), comme il arrive de les nommer en programmation, dans les portions les plus près de la source de bruit, cela protégeant, en les éloignant de la source, les pièces accueillant des activités sensibles (chambres, salons, etc.) (figure 5.26).



Pour plus d'informations, on consultera le guide de l'INSPQ (p.40-42), de Vivre en Ville (p.11) et de l'ACFC-FCM (p.32)

Figure 5.26 – Organisation spatiale à l'intérieur des unités apte à protéger du bruit les activités sensibles.



Note : Les espaces qui nécessitent une plus faible exposition au bruit, tels que les chambres à coucher ou les salles de séjour (à gauche) et les espaces de travail (à droite), doivent être situés à l'opposé des sources de bruit (p. ex., la route).

Adaptée de : European Commission Working Group 5 "Noise Abatement", p.31 et Kloth.



Implications et exigences de la mise en œuvre

La mise en œuvre de ces propositions est plus exigeante. D'une part, cela implique de remettre en question les plans d'appartements souvent standardisés, notamment pour les grands immeubles d'habitations (tours, barres, etc.) de pouvoir compter sur une collaboration marquée et la bonne volonté des propriétaires et des promoteurs. D'autre part, il est possible de mettre en place un *Form based code*, qui est un zonage qualitatif dont l'élaboration demande des études et caractérisations. Il s'agit d'une expertise plus pointue du fait notamment que son usage est nouveau au Québec. Cette approche prometteuse mérite une brève présentation :

« Cette approche qualitative du zonage, élaborée aux États-Unis, fait son chemin depuis quelques années dans le discours des professionnels de l'urbanisme au Québec [...]. Plutôt que de répartir les usages dans l'espace selon des superficies prédéfinies et

un certain ordre de localisation pour réduire les nuisances, le *form-based code* répartit les différentes zones en fonction des intensités urbaines et de leurs caractéristiques en termes de forme urbaines. [...] Ainsi, contrairement au zonage conventionnel, le *form-based code* permet de prendre en charge les dimensions sensibles par l'entremise de l'association des formes urbaines à la localisation des activités.

Cela contribue à une prise en charge implicite du bruit environnemental, notamment par une ségrégation des activités ou fonctions – bien qu'il y ait des zones de mixité – et une composition urbaine soignée. Les espaces publics tels que les parcs, les places publiques et les sentiers piétons servent aussi de zones tampons permettant de préserver la quiétude et le confort urbain des milieux. » (Sainjon et al., 2021)



Les outils institutionnels pouvant être mobilisés

À l'instar de l'implantation des bâtiments, l'organisation spatiale intérieure comme principe de prise en charge du bruit ferroviaire peut être induite par l'intégration de seuils sonores.

Aussi, en suivant l'exemple de la prise en charge de l'organisation des pièces à l'intérieur des bâtiments en fonction de l'orientation solaire, ce principe pourrait aussi être retenu pour prendre en charge le sonore dans des lignes directrices architecturales pour guider les concepteurs.

Éléments constructifs

Par éléments constructifs il est entendu ici l'ensemble des mesures qui concernent spécifiquement la construction des bâtiments, soit les matériaux, les techniques ou détails de construction qui contribuent à l'insonorisation. Celles-ci visent à protéger les individus du bruit lorsqu'ils sont à l'intérieur d'un bâtiment – fenêtres fermées – et doivent être vus comme un complément aux autres moyens. Rappelons qu'une prise en charge efficace repose sur l'association de différents moyens. De même, l'expertise d'un acousticien ou d'un technologue du bâtiment est essentielle ; non seulement il existe une grande variété de matériaux, mais leur choix doit encore reposer sur une multitude de facteurs dont les effets de leur association.

Insonorisation des façades exposées au bruit

Les façades des bâtiments les plus exposés au bruit ferroviaire devraient faire l'objet d'un traitement particulier afin de maintenir des niveaux sonores intérieurs propices à la conduite sereine des activités de la vie quotidienne (sommeil, repos, travail, communication, etc.). D'une façon générale, cette préoccupation implique :

- des revêtements et des parements extérieurs suffisamment denses et lourds pour réduire la pénétration du bruit ;
- une superficie limitée des ouvertures (portes et fenêtres) faisant face à la source de bruit si on ne peut pas l'éviter ;
- du vitrage isolant (double ou triple) performant pour les fenêtres ;
- des isolants aux qualités acoustiques supérieures pour les murs et les toits.

À cet effet, le guide de l'ACFC-FCM recommande l'utilisation de brique et de béton pour réduire la propagation du bruit dans un bâtiment. L'utilisation de tels matériaux y est aussi recommandée pour réduire les vibrations dues au transport ferroviaire. Quant à lui, le guide de l'INSPQ insiste sur la nécessité de rehausser les standards des constructions neuves et d'instaurer des programmes de rénovation pour les constructions existantes.



Pour plus d'informations, on consultera le guide de Vivre en Ville (p.11-12), de l'ACFC-FCM (p.32), de l'INSPQ (p.44,51) et le Guide de bonnes pratiques en matière d'insonorisation de l'habitation contre les bruits extérieurs produit par le MSSS (p.55-65, p. 117-136).

Utilisation de matériaux extérieurs moins réverbérants

Outre les moyens liés à l'insonorisation, les matériaux utilisés pour l'enveloppe extérieure des bâtiments jouent un rôle important pour limiter la propagation du son d'une façade à l'autre, une éventuelle amplification et les réverbérations qui peuvent être générées.

Le guide de l'ACFC-FCM recommande l'utilisation de matériaux poreux donc moins réverbérants, tels que la brique et le béton texturé (le béton lisse étant très réverbérant pourrait être catastrophique) pour réduire la propagation du bruit dans l'environnement. Par ailleurs, la végétalisation des espaces publics et des bâtiments, par exemple des toits et des murs verts (figure 5.27), est soulignée dans le guide de Vivre en Ville.



Pour plus d'informations, on consultera le guide de Vivre en Ville (p.11-12) et de l'ACFC-FCM (p.32)

Figure 5.27 – Mur végétalisé.



Installation de portes et fenêtres plus performantes

Les ouvertures – portes ou fenêtres – représentent les principaux points d'intrusion du bruit à l'intérieur des bâtiments en raison de leur capacité d'insonorisation plus faible. Selon le guide de l'INSPQ «le remplacement des fenêtres de la façade la plus exposée au bruit environnemental par des fenêtres plus performantes sur le plan acoustique peut réduire le bruit de 10 à 30 dBA».

Le guide ACFC-FCM insiste sur l'importance «de prendre en compte l'effet des fenêtres sur le rendement acoustique de la face extérieure d'un immeuble à proximité d'un corridor ferroviaire». Il énumère à cet égard plusieurs paramètres à envisager lors de la conception des fenêtres pour augmenter leur efficacité acoustique comme accroître l'épaisseur du verre et utiliser des matériaux absorbants dans les embrasures de fenêtres, afin d'améliorer l'insonorisation dans des situations non habituelles. De même, le guide énumère des recommandations en ce qui concerne les portes : matériaux épais et lourds, utilisation de joints étanches aux pourtours des portes, etc.



Pour plus d'informations, on consultera le guide de l'INSPQ (p.47), de l'ACFC-FCM (p.33) et du MSSS (p. 66-100).



Implications et exigences de la mise en œuvre

Bien que l'insonorisation des bâtiments ait un impact probant sur le niveau sonore intérieur, cette mesure ne réduit nullement les effets négatifs du bruit à l'extérieur du bâtiment (cour, parcs, etc.). De plus, l'insonorisation de bâtiments existants, en plus des coûts, demeure un défi de réalisation, particulièrement sur les bâtiments d'époque, souvent à proximité des infrastructures ferroviaires.



Les outils institutionnels pouvant être mobilisés

Comme le rappelle le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (2010), le règlement de construction permet à une municipalité «d'imposer certaines règles en matière d'insonorisation des constructions résidentielles situées à proximité d'une source majeure de bruit». Ce type de règlement peut introduire des caractéristiques de construction supérieures aux exigences du Code de construction du Québec en régissant la nature des matériaux autorisés et la façon de les assembler. Il représente donc une possibilité d'imposer l'isolation acoustique dans zones jugées sensibles.

5.4 Infrastructure ferroviaire

Bien que les municipalités locales aient peu de pouvoir sur les propriétaires de chemins de fer et leurs activités – de compétences majoritairement fédérales –, la Fédération canadienne des municipalités (FCM) et l'Association des chemins de fer du Canada (ACFC) recommandent dans leur guide de maintenir un dialogue, et ce, non seulement en cas de conflit, mais aussi, par exemple, lors de la révision des documents de planification. Cela est d'autant plus envisageable que «plusieurs compagnies de chemin de fer d'intérêt local (CFIL), certains chemins de fer d'entreprises et les infrastructures ferroviaires sur des sites industriels sont de compétence québécoise» (Transports Québec, 2022).

La prise en charge du bruit environnemental à la source s'avère être l'approche la plus efficace. Dans le cas de la cohabitation avec des installations ferroviaires, cela peut être fait en intervenant sur l'entretien des équipements, mais aussi sur l'organisation logistique de leurs activités.

LES INSTALLATIONS ET LEUR ENTRETIEN

Le guide de l'INSPQ évoque trois mesures qui permettent de réduire les nuisances sonores en intervenant directement sur les installations. Elles sont détaillées au tableau 5.2.

ORGANISATION LOGISTIQUE

Comme il l'est proposé pour le transport routier par l'INSPQ (2018), nous pouvons envisager d'agir sur le bruit ferroviaire en limitant le passage des trains de nuit, mais aussi en diminuant leur vitesse dans des zones de cohabitation.



Implications et exigences de la mise en œuvre

La concrétisation de ces mesures est fortement dépendante de l'exploitant de la voie de chemin de fer et de sa capacité à adapter ses infrastructures, sa flotte et ses activités. Toutefois, une entente pourrait être négociée pour un tronçon précis où subsiste un problème récurrent.

Tableau 5.2 – Trois mesures pour limiter le bruit ferroviaire à la source.

N°	MESURE	RÉDUCTION ATTENDUE
29.1	Mise en place d'un programme pour lubrifier (station de lubrification) et meuler les voies	10 à 12 dBA
29.2	Remplacer les semelles de freins en fonte par des semelles en composites (wagon)	8 à 10 dBA
29.3	Installer des amortisseurs-absorbeurs pour les roues et des amortisseurs pour les rails près des secteurs affectés	2 à 7 dBA

Source : INSPQ, 2018.

Le train, raison d'être à valoriser ou nuisance à occulter ?

Depuis quelques années, dans la foulée de l'urbanisme durable, le train reprend ses lettres de noblesse.

Alors que les cités-jardins du tournant du XX^e siècle voyaient d'un bon œil les voies ferrées et faisaient des gares, petites ou grandes, des lieux publics structurants, les banlieues pavillonnaires des années 1960 tendaient plutôt à les occulter. Mal nécessaire pour l'industrie, le train était source de nuisances à la tranquillité des ensembles résidentiels.

Aujourd'hui, alors que les villes doivent se reconstruire sur elles-mêmes, le train regagne en popularité. Moyen de transport efficace, plus vert et dont les infrastructures sont déjà en place, le train offre des avantages attirants pour la mobilité et la densification. Cependant, la question de son intégration dans les milieux déjà construits se pose avec acuité.

En effet, concevoir un ensemble neuf à partir et autour de la voie ferrée sur un terrain libre de constructions est bien différent d'une intervention sur un ensemble déjà construit.

Ville Mont-Royal, Repentigny, le quartier Saint-Malo à Québec et Magog exemplifient chacune à leur façon des enjeux liés à l'intégration des infrastructures ferroviaires dans l'aménagement des ensembles. Ces exemples montrent, au premier chef, l'importance d'associer plusieurs moyens pour tenir compte des infrastructures ferroviaires et de leurs impacts dans l'aménagement des ensembles urbains.

Place Connaugh, Mont-Royal.



Source : Google Maps, 2022

Menacer les acquis d'une planification soignée

Ville Mont-Royal est une véritable banlieue-jardin cossue planifiée autour du train. La gare constitue le point d'ancrage du centre-ville. Un vaste parc symbolisant le caractère civique du centre-ville, des commerces et des habitations de plus grande densité sont autant de caractéristiques du concept de cité-jardin. Aussi, l'aménagement paysager est particulièrement soigné de même que l'architecture. Les secteurs limitrophes à l'emprise ferroviaire, essentiellement résidentiels, sont certes plus modestes mais montrent des arrière-cours généreuses.

L'arrivée prochaine du Réseau express métropolitain (REM) et l'augmentation significative du transit ont suscité plusieurs inquiétudes. D'autant plus que le REM emprunte la voie ferroviaire existante. La Ville a mobilisé tous les moyens à sa disposition, elle a notamment commandé à ses frais des plans de design urbain.

Chemin Canora, Mont-Royal, le long de la voie ferrée.



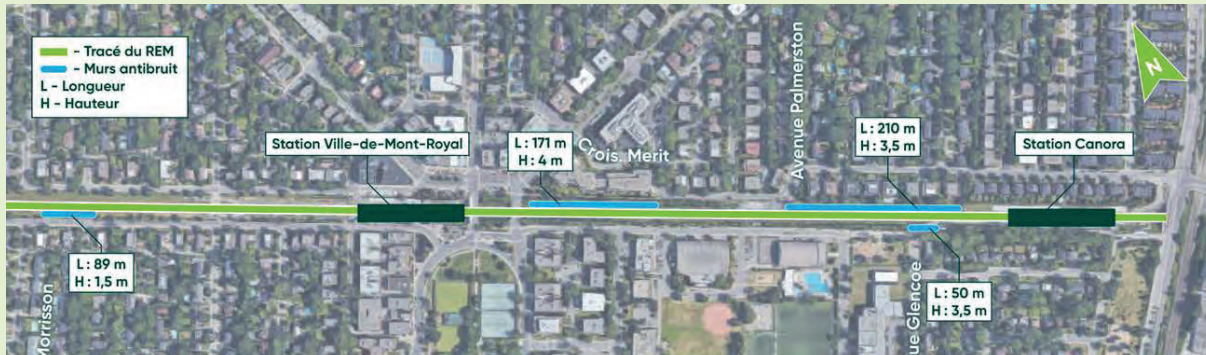
Source : Tamos El Hayek, 2022.

Il est vrai que Ville Mont-Royal dispose d'importantes ressources et bénéficie d'une population citoyenne sensibilisée et préoccupée par la conservation de la qualité du milieu, il importe de souligner la proactivité de la Ville. On peut reconnaître là l'effet d'une culture de la planification bien ancrée. Ici la voie ferrée joue un rôle structurant. Dans ce sens, elle contribue significativement à l'organisation spatiale : localisation des activités et création d'un « centre-ville » avec une mixité d'activités, répartition hiérarchisée des secteurs résidentiels – les plus modestes et les plus denses à proximité de la voie ferrée.

Chemin Dunkirk, Mont-Royal, vu depuis le chemin Canora.



Source : Tamos El Hayek, 2022.



Source : REM, 2022.

Emplacement des segments de mur antibruit le long du REM, Mont-Royal.

Cependant cette logique d’organisation spatiale est bouleversée par l’arrivée du REM. Le positionnement d’une gare dans un secteur résidentiel qui ne peut accueillir un achalandage important ni offrir l’espace suffisant pour aménager une petite centralité cohérente avec une telle infrastructure, témoigne d’une approche sectorielle antinomique à la bonne organisation spatiale. L’approche cosmétique du design urbain, notamment le recours à un mur antibruit segmenté, la forte augmentation du transit alors que la distance séparatrice avec les résidences est minime, sont autant d’éléments qui s’inscrivent en faux contre l’intégration soignée du ferroviaire qui a présidé à la conception de Ville Mont-Royal.

Un train peut en cacher un autre : anticiper les enjeux de demain

Le Gardeur est une banlieue pavillonnaire typique de l’après-guerre. Secteur de Repentigny, Le Gardeur s’est développé, sans contraintes d’espace, en marge d’activités industrielles qui profitaient du passage de la voie ferrée. Bien que la voie ferrée traverse de part en part le territoire de l’ensemble, elle ne joue aucun rôle structurant d’un point de vue urbanistique. Les terrains privés,

Projection au dessus du quartier Le Gardeur, Repentigny.



Source : Google Earth, 2022.

plutôt de bonne taille, s’abotent simplement d’un côté directement à la voie ferrée et de l’autre à une piste cyclable, qui est enserrée entre le chemin de fer et les cours arrière. À ce jour, la coexistence semble se faire sans heurts et la Ville n’a pas intégré dans sa réglementation des seuils de risque. Par ailleurs, cette voie est peu utilisée sauf pour quelques trains de marchandises et de passagers.

Piste cyclable à Le Gardeur, Repentigny.



Source : Tarios El Hayek, 2022.

Cependant, la proximité d'une ligne de train de banlieue et l'implantation d'une gare EXO pourrait changer la donne. La disponibilité de terrains, malgré leur zonage agricole, pourrait constituer un attrait pour l'implantation d'ensembles résidentiels de type TOD, qui à son tour pourrait amener une augmentation du transit et des nuisances.

Le Gardeur est un cas de figure typique de la banlieue pavillonnaire qui occulte le passage de la voie ferrée.

Plan d'ensemble du Domaine Scott.



Source: MonSaintSauveur, 2017.

La requalification des abords des emprises ferroviaires, grandeurs et misères de la densification

Le Domaine Scott dans le quartier Saint-Malo à Québec est un exemple de requalification des abords des emprises ferroviaires qui s'inscrit dans les efforts de densification de la Ville de Québec. Accueillant une mixité sociale (logement social et régulier), l'ensemble montre une certaine intégration urbanistique par l'entremise d'une piste cyclable. Bien qu'elle soit plutôt courte, elle relie malgré tout un parc puis se branche au réseau cyclable déjà présent dans le secteur.

Toutefois, l'organisation spatiale intérieure et la disposition des ouvertures ne permettent pas de protéger du bruit ferroviaire. L'effet barrière que pouvait amener l'implantation d'une première rangée de bâtiments parallèlement à la voie ferrée est ainsi pratiquement inefficace.

Cela montre les limites des documents de la planification si les projets ne combinent pas un ensemble de moyens d'atténuation, notamment ceux ayant trait aux types bâtis.

Domaine Scott, tel qu'il a été construit.

Source: CCM2, 2017.



Source: Tarios El Hayek, 2022.

Ainsi, le PMAD de la communauté métropolitaine de Québec montre, certes, une volonté de prise en charge du sonore en général en mentionnant l'importance d'une planification particulière pour les usages sensibles afin de respecter des seuils de risque et la nécessité de réaliser des études acoustiques au cas par cas. Toutefois, sa prescription se cantonne au réseau routier et aux gares de triage, sans inclure les abords des emprises ferroviaires.

D'autant plus qu'aucune mention sur les enjeux sonores liés au réseau ferroviaire n'a été présentée dans le Plan directeur du quartier (2005); ce réseau n'étant pas considéré comme source de nuisance sonore.

S'adapter et négocier pour repenser les termes de la cohabitation

Magog est un cas particulièrement intéressant qui montre une adaptation progressive, au fil des transformations économique et vocationnelle, mais surtout l'importance de la négociation entre les parties prenantes, la Ville, les citoyens et les entreprises ferroviaires.

Ville au passé mono industriel centré sur le textile, Magog s'est développée autour du chemin de fer qui revêt toujours un caractère économique important pour la ville en soutenant plus récemment le développement du tourisme.

La voie ferrée a contribué à découper la ville en secteurs, non pas à partir d'une planification établie à priori mais au gré de l'implantation d'industries qui attireraient dans leur sillage de petits ensembles résidentiels. Elle côtoie ainsi les zones plus densément peuplées du centre-ville et ses anciens faubourgs ouvriers, puis des zones résidentielles et de villégiature de plus faible densité. Des conflits d'usage ayant trait à la qualité de l'environnement sonore des quartiers résidentiels et de villégiature ont fait l'objet de plaintes; particulièrement le sifflement nocturne du train aux passages à niveau et les activités de triage et d'entreposage réalisées hors gare.

Compte tenu des coûts exigés pour éliminer le recours au sifflet, la Ville a choisi, pour le moment, de résoudre le problème de stationnement des trains

Chemin de fer à l'arrière des magasins de la rue principale, Magog.



Source: Marie-Ève Lacroix, 2022.

Centre historique de Magog



Source: Google Earth, 2022.

Passage à niveau dans un quartier résidentiel de Magog.



Source: Marie-Ève Lacroix, 2022.

hors gare. Une fois stationnés sur les rails, les locomotives devaient laisser tourner le moteur pour des raisons de sécurité. La Ville, appuyée par les citoyens, a entrepris une importante négociation auprès de l'entreprise ferroviaire afin que ces engins soient parkés sur des terrains de « stationnement » éloignés des résidences. Des instances gouvernementales ont été interpellées afin de faire pression sur l'entreprise ferroviaire. Cette dernière a finalement investi pour aménager ses propres terrains situés en retrait des résidences, en espaces d'entreposage.

ÉPILOGUE

Le tour d'horizon offert par ce guide doit être vu comme une esquisse des multiples chemins possibles pour la prise en charge du bruit ferroviaire. Il présente les rudiments pour mieux comprendre le son en général, comment il est perçu, comment il peut être mesuré. Puis, il pointe des pistes à explorer quant aux outils disponibles, mais que seule la confrontation à la réalité du terrain, à la spécificité des situations permet d'évaluer. En articulant psychoacoustique, socioacoustique et morphologie urbanistique, ce guide amorce une réflexion sur la nécessité d'une approche intégrée de prise en charge du bruit ferroviaire, mais dont l'application peut s'étendre à l'environnement sonore en général.

Dimension immatérielle, dynamique et fluctuante selon les contextes physiques, les ambiances et les circonstances, le son mobilise plusieurs domaines de connaissances et d'expertises. Certains s'intéressent aux aspects psychoacoustiques, socioacoustiques et sanitaires, comme l'audiologie, la santé publique et les études en paysage sonore. D'autres, plus techniques comme l'ingénierie acoustique étudient notamment les rapports entre émetteurs et récepteurs afin de développer des moyens d'atténuation à la source. Enfin, les disciplines de l'aménagement se penchent sur des modalités de design urbain et architectural aptes à protéger du bruit environnemental. Conduites depuis le début du XX^e siècle, ces activités de recherches ont contribué à des avancées de la connaissance comme des pratiques. Cependant, jusqu'à tout récemment ces expertises, tant académiques que professionnelles, ont surtout évolué en vase clos, de façon sectorielle.

Plusieurs recherches interdisciplinaires¹ conduites sous l'égide du GEIBE, sur lesquelles ce guide prend appui, montrent qu'un arrimage étroit entre les expertises est crucial pour voir l'environnement sonore recevoir l'attention qu'il mérite.

Cela appelle à faire du sonore une dimension constitutive de l'aménagement plutôt qu'un simple aléa, pourtant susceptible d'entraîner des effets collatéraux de différents ordres, de la santé publique à l'économie immobilière et foncière. Ce programme de recherche – intervention à développer participe de l'évolution de nos façons de penser et de faire nos établissements humains, grands ou petits, ruraux ou urbains.

À la fin du XIX^e, les premières expressions du zonage ouvraient la voie à la notion d'usages incompatibles. L'hygiénisme, au cœur de l'urbanisme naissant, définissait la notion d'usages incompatibles en raison des nuisances qu'une activité générait. Dans la foulée du fonctionnalisme de l'après-guerre, la ségrégation radicale des fonctions trouvait son incarnation dans les banlieues rendues possibles grâce au transport automobile. L'élimination des nuisances sonores que partageaient ces approches ne saurait répondre aux réalités des établissements contemporains. Les exigences de la ville durable et de la santé urbaine, en particulier la densité et la mixité qu'implique la compacité souhaitée des ensembles, appellent des stratégies d'aménagement qui intègrent le sonore en amont, plutôt que de s'en remettre d'emblée aux moyens d'atténuation.

Le dialogue entre les savoirs disciplinaires, entre la théorie et la pratique, entre l'universitaire, l'aménagiste et l'utilisateur est la pierre angulaire de ce changement de perspective.

La mise sur pied d'une plate-forme d'échange conviant les parties prenantes afin qu'elles unissent leurs expertises pour identifier des solutions souhaitables et faisables, de même que l'élaboration de programmes de formation constituent assurément un premier pas dans la bonne direction.

1. Projet Valeurs guides, limites d'exposition et méthodes d'évaluation appliquées aux sources de bruit environnemental financé par le MSSS et le MELCCFP dans le cadre de la politique gouvernementale de prévention en santé publique (PGPS)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET RESSOURCES

Agence française de sécurité sanitaire environnementale (AFSSE). 2004. *Impacts sanitaires du bruit. État des lieux*, novembre, 304 p. Accessible en ligne : <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2003et1000Ra.pdf>

Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) (2013). *Évaluation des impacts sanitaires extra-auditifs du bruit environnemental*. Édition scientifique. Avis de l'ANSES, Saisine n° 2009-SA-0333, Maisons-Alfort (France), 211 p. et annexes. Accessible en ligne : <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2009sa0333Ra.pdf>

Aletta, F., Oberman, T., & Kang, J. (2018). Associations between positive health-related effects and soundscapes perceptual constructs: A systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 15(11), 2392. DOI: <https://soundscapedesign.info/read-more/3094/>

Association des chemins de fer du Canada (ACFC) et Fédération canadienne des municipalités (FCM) (2013). *Lignes directrices applicables aux nouveaux aménagements à proximité des activités ferroviaires*. Accessible en ligne : https://www.railcan.ca/wp-content/uploads/2017/03/2013_05_27_Guidelines_NewDevelopment_F.pdf

Barnett, J. (2006). *The Way We Were, the Way We Are. The Theory and Practice of Designing Cities since 1956*. *Harvard Design Magazine*, 24, 5971.

Beaudet, G. (2000). *Le pays réel sacrifié : La mise en tutelle de l'urbanisme au Québec*. Nota bene.

Bild, E., Sainjon, A., Cyr, A., Laplace, J., & Nadeau, L. (2021). *Encadrement réglementaire et administratif du bruit environnemental dans le domaine de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme* (Phase 2-Livrable 6; Projet Valeurs Guides - MSSS). McGill et Université Laval.

Brochu, J. (2011). *La conservation du patrimoine urbain, catalyseur du renouvellement des pratiques urbanistiques ? : Une réflexion théorique sur l'appropriation de la notion de patrimoine urbain par l'urbanisme* [Université de Montréal]. <http://hdl.handle.net/1866/5432>

Brochu, J., Laplace, J., & Guastavino, C. (2020). *Encadrement réglementaire et administratif du bruit environnemental dans le domaine de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme Phase 2 du projet « Valeurs Guides »* (Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec - MSSS) (Projet Valeurs Guides - MELCC/MSSS No 5). McGill et ULaval.

BruitParif. (2022). *Propagation*. BruitParif. <https://www.bruitparif.fr/propagation/>

build-green.fr. (2017, janvier 30). *Végétalisation | Build Green*. *build-green.fr*. <https://www.build-green.fr/vegetalisation-murs-toiture-vegetalisee>

Calthorpe, P. (1993). *The next American metropolis : Ecology, community, and the American dream*. Princeton Architectural Press.

- Canadian Pacific Consulting Services (CPCS), (2013). *Étude multimodale du transport des marchandises au Québec en appui aux plans territoriaux de mobilité durable. Bloc 3: Caractérisation du transport des marchandises au Québec*. Préparé pour le Ministère des Transports du Québec. 302 p.
- Communauté européenne (2002). *Directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement - Déclaration de la Commission au sein du comité de conciliation concernant la directive relative à l'évaluation et à la gestion du bruit ambiant*. Journal officiel n° L 189 du 18/07/2002 p. 0012 – 0026. Accessible en ligne : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0049&from=FR>
- Dagenais, D., Froment, J., Roberge, Y., & Koudachkina, I. (2007). *Conception d'un écran antibruit végétal adapté aux normes du ministère des Transports du Québec*.
- Daigle, G. (2007). Sound propagation: Review and tutorial. *Noise/News International*, 15(3), pp. 100-105.
- Davies, W. J., Adams, M. D., Bruce, N. S., Cain, R., Carlyle, A., Cusack, P., ... & Poxon, J. (2013). Perception of soundscapes: An interdisciplinary approach. *Applied acoustics*, 74(2), 224-231. Accessible en ligne: https://www.researchgate.net/publication/256658396_Perception_of_soundscapes_An_interdisciplinary_approach
- Département du Loiret (2018). *Plan de prévention du bruit dans l'environnement du réseau routier départemental*. 38 p. Accessible en ligne : <https://www.loiret.fr/sites/loiret/files/media/documents/2018/03/Guide%20Plan%20de%20Pr%C3%A9vention%20du%20Bruit%20dans%20l%20E%80%99Environnement%20MARS%202018.pdf>
- Dubé, J., Dieng, O., Lévesque, M., Racine, A., Roberge, O., & Trapé, T. (2023). *How public policies and other events can shape spatial distribution of local activities over time? An investigation based on spatial micro-data*. *Land Use Policy*, 125, 106498. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106498>
- Environmental Protection Agency (EPA). (1974). *Information on levels of environmental noise requisite to protect public health and welfare with an adequate margin of safety*. Document EPA 550/9-74-004, US Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- European Commission Working Group 5: Noise Abatement, Paikkala S-L, Talasch W, Kihlman T, Nikitara I, et al. "Inventory of noise mitigation methods". The European Commission (EC), Directorate General: Environment; 2002 dans INSPQ (2018). *Meilleures pratiques d'aménagement pour prévenir les effets du bruit environnemental sur la santé et la qualité de vie*. Gouvernement du Québec, 75 p.
- Fields, J.M., de Jong, R.G., Brown, A.L., Flindell, I.H., Gjestland, T., Job, R.F.S., Kurra, S., Lercher, P., Schuemer-Kors, A., Vallet, M., & Yano, M. (1997). Guidelines for reporting core information from community noise reaction surveys. *Journal of Sound and Vibration*, 206(5), 685-695. <https://doi.org/10.1006/jsvi.1997.1144>
- Fields, J.M., de Jong, R.G., Flindell, I.A., Gjestland, T., Job, R.S., Kurra, S., Schuemer-Kors, A., Lercher, P., Vallet, M., & Yano, M. (1998). *Recommendation for shared annoyance questions in noise annoyance surveys*. In N.L. Carter & R.F.S. Job (eds.) *Noise as a Public Health Problem (Noise Effects '98)*, 1, pp. 481-86. Sydney, Australia: Noise Effects '98 PTY Ltd.
- Fishman, R. (1987). *Bourgeois utopias : The rise and fall of suburbia*. Basic books.
- France Nature Environnement (FNE) & Société nationale des chemins de fer français -Réseau (SNCF-Réseau) (2018). *Le bruit ferroviaire en questions et réponses*. France Nature Environnement. Société nationale des chemins de fer - Réseau. 40 p. Accessible en ligne : <https://www.bruit.fr/images/stories/pdf/FNE-SNCF-bruit-ferroviaire-2019.pdf>
- Gabriel, C. (2021). *Cours d'acoustique (2020-2021) [notes de cours]*. Cours Technique de l'image. Première année du tronc commun et deuxième année en cinématographie. Chapitre 2 Notions d'acoustique physique. Haute École libre de Bruxelles.

- Gauthiez, B. (2004). *The history of urban morphology*. *Urban Morphology*, 8, 71-89. <https://doi.org/10.51347/jum.v8i2.3910>
- Geisler, É. (2013, 23 octobre). Du soundscape au paysage sonore, *Métropolitiques*. <https://metropolitiques.eu/Du-soundscape-au-paysage-sonore.html>
- Girard, P.O. (2019 mai 2). Magog: un million ? pour faire taire les trains. *Le Reflet du lac.com*. Accessible en ligne: <https://www.lerefletdulac.com/actualites/magog-un-million-pour-faire-taire-les-trains/>
- Gouvernement du Québec (2019). *En route vers le sommet sur le transport ferroviaire*. Mémoire présenté dans le cadre des Consultations régionales sur le Cadre d'intervention en transport ferroviaire par les directrices et directeurs régionaux de santé publique. Tome 2. La sécurité associée au transport de matières dangereuses, 9 pages.
- Guastavino, C. (2021, juin 2). Du bruit au sonore. Journées de l'environnement sonore.
- Hannah, L. (2007). The Effect of Environment on Sound Propagation. *Acoustical Society of New Zealand*, 20(2), pp. 22-29. Accessible en ligne: https://www.acoustics.org.nz/sites/www.acoustics.org.nz/files/journal/pdfs/Hannah_L_NZA2007_a.pdf
- Harnapp V.R. & Noble A.G. (1987). Noise pollution. *GeoJournal*, 14(2), pp. 217-226.
- Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) (2015). *Avis sur une politique québécoise de lutte au bruit environnemental : pour des environnements sonores sains*. Direction des risques biologiques et de la santé au travail. Gouvernement du Québec, 166 p. Accessible en ligne: https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/2048_politique_lutte_bruitenvironnemental.pdf
- Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) (2018). *Meilleures pratiques d'aménagement pour prévenir les effets du bruit environnemental sur la santé et la qualité de vie*. Direction de la santé environnementale et de la toxicologie. Gouvernement du Québec, 75 p. Accessible en ligne: https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2450_meilleures_pratiques_aménagement_effets_bruitenvironnemental.pdf
- International Organization for Standardization (ISO). (2014) ISO 12913-1:2014 - Acoustique – Paysage sonore – Partie 1: Définition et cadre conceptuel. Accessible en ligne: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:12913:-1:ed-1:v1:fr:ref:2>
- ISO 1996-1, *Acoustique – Caractérisation et mesurage du bruit de l'environnement – Partie 1: Grandeurs et méthodes fondamentales*
- ISO 1996-2, *Acoustique – Caractérisation et mesurage du bruit de l'environnement – Partie 2: Saisie des données pertinentes pour l'utilisation des sols*
- ISO 1996-3, *Acoustique – Caractérisation et mesurage du bruit de l'environnement – Partie 3: Application aux limites de bruit*
- ISO/TS 15666:2021 *Acoustique – Évaluation de la gêne causée par le bruit au moyen d'enquêtes sociales et d'enquêtes socio-acoustiques*
- Job, R.F. (1993). Psychological factors of community reaction to noise. In M. Vallet (ed.) *Noise as a Public Health Problem*, 3, pp. 48-59. Arcueil, France: INRETS - Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité.
- King, R. P. & Davis, J. R. (2003). Community noise: health effects and management. *International journal of hygiene and environmental health*, 206(2), 123-131. Accessible en ligne: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1438463904702023>
- Kloth M, Vancluysen K, Clement F, Ellebjerg L. "Practitioner Handbook for Local Noise Action Plans: recommendations from the SILENCE project". European Commission, DG Research; 2008 dans INSPQ (2018). *Meilleures pratiques d'aménagement pour prévenir les effets du bruit environnemental sur la santé et la qualité de vie*. Gouvernement du Québec, 75 p.

- Kostof, S. (Éd.). (1999). *The city shaped : Urban patterns and meanings through history* (1. paperback ed., 3. print). Bulfinch Press.
- Lakušić, S. & Ahac, M. (2012). Rail traffic noise and vibration mitigation measures in urban areas. *Tehnički vjesnik*, 19(2), pp. 427-435.
- Laplace, J., Bild, E., Trudeau, C., Perna, M., Dupont, T., & Guastavino, C. (2022). *Encadrement du bruit environnemental au Canada*. *Canadian Public Policy*, 48(1), 74-90. <https://doi.org/10.3138/cpp.2021-009>
- Laplace, J., Perna, M., Bild, E., Trudeau, C., Padois, T., Hardy, F., Migneron, J.-P., Hubert, F., Brochu, J., Dupont, T., Cornelissen, K., Fraisse, V., Fortier, V., Kamangan, M. T., Dubé, F., & Hangnon, H. (2020). *Livrable 4 – Recension de documents d’encadrement du bruit environnemental au Québec, au Canada et à l’international – Synthèse et recommandations* (p. 371).
- Lawson, H. (2019, août 12). Step closer to stopping train whistle. *St Albert Gazette*. <https://www.stalbertgazette.com/local-news/step-closer-to-stopping-train-whistle-1632306>
- Lebel, G., Martin, R., & Dubé, M. (2019). *La perturbation du sommeil et le dérangement associés au bruit environnemental dans la population québécoise en 2014-2015*. Rapport de surveillance. Institut national de santé publique du Québec. Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, 85 p. Accessible en ligne : https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2515_derangement_perturbation_sommeil_bruit_environnemental.pdf
- Leroux, T., Moreau, S., Gendron, M., Pinsonnault-Skvarenina, A., Lacerda, A., Bockstael, A. & Gagné, J.P. (2021, juin 14-17). *Rail noise annoyance in a context of low to moderate traffic density [communication orale]*. 13th International Commission on Biological Effects of Noise (ICBEN), Stockholm, Suède, 34039.
- Leroux, T., Gendron, M. & André, P. (2010). Enquête socioacoustique sur le bruit causé par la circulation de motoneiges. Université de Montréal. Préparé pour l’Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). 207 p.
- Lynch, K. (1984). *Good city form*. MIT Press.
- Mercier, G. (2001). The Useful Ambiguity of Urban Heritage. *Journal of the Society for the Study of Architecture in Canada*, 26(3-4). <https://DalSpace.library.dal.ca//handle/10222/70896>
- Miedema H.M.E. & Vos H. (1999). Demographic and attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 105(6): 336-344. Accessible en ligne : <https://asa.scitation.org/doi/abs/10.1121/1.424662?cookieSet=1>
- Ministère de la Santé et des Services sociaux (2023). *Insonorisation de l’habitation pour la protection contre les bruits extérieurs. Guide de bonnes pratiques*. Accessible en ligne : <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2023/23-214-02W.pdf>
- Ministère des Affaires municipales et de l’Habitation (2022). *Guide La prise de décision en urbanisme*. Accessible en ligne : <https://www.mamh.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/guide-la-prise-de-decision-en-urbanisme/avant-propos/>
- Ministère des Transports. (1996). *Combattre le bruit de la circulation routière : techniques d’aménagement et interventions municipales* (2^e éd). Gouvernement du Québec
- Monsaintsauveur. (2017, juillet 4). *Chantier: Domaine Scott* (3).
- Morrison, V., & Centre de collaboration nationale sur les politiques publiques et la santé. (2013). *Les problèmes vicieux et les politiques publiques*. <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/2399149>
- Münzel, T., Gori, T., Babisch, W., Basner, M. (2014, Apr). Cardiovascular effects of environmental noise exposure. *Eur Heart J*, 35(13): 829-36. Accessible en ligne : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24616334/>

- Murphy, E. & King, E.A. (2014). Transportation Noise. Dans: *Environmental Noise Pollution*, chapitre 5, pp. 123-171. Elsevier.
- New South Wales (2008). *Development near rail corridors and busy roads. Interim guide*. Department of Planning, Australie, 73 p. Accessible en ligne: <https://www.planning.nsw.gov.au/sites/default/files/2023-03/development-near-rail-corridors-and-busy-roads-interim-guideline.pdf>
- New South Wales (2013). *Rail Infrastructure Noise Guideline. Environment Protection Authority and State of New South Wales*. Sydney, Australie, 45 p. Accessible en ligne: <https://www.epa.nsw.gov.au/~media/EPA/Corporate%20Site/resources/noise/20130018eparimg.ashx>
- OQLF. (2017). *Aménagement paysager*. OQLF. https://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8869538
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (1980). *Le bruit. Critères d'hygiène de l'environnement*. OMS no 12. Genève, 118 p. Accessible en ligne: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/39513/9242540722?sequence=1>
- Pedersen, E., Larsman, P. (2008) The impact of visual factors on noise annoyance among people living in the vicinity of wind turbines. *Journal of Environmental Psychology*, 28(4), 379-389. Accessible en ligne: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272494408000224>
- Pinsonnault-Skvarenina, A., Carrier, M., Bockstael, A., Gagné, J. P., & Leroux, T. (2022). Perception of noise mitigation approaches along a major highway construction site. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 104, 103188.
- Pôle de compétence Bruit de l'Isère (2004). *Plan local d'urbanisme et bruit. La boîte à outil de l'aménageur*. 48 p. Accessible en ligne: <https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/plu06.pdf>
- Poullaouec-Gonidec, P., Domon, G., & Paquette, S. (2005). *Paysages en perspective*. Presses de l'Université de Montréal.
- PxHere (2022). https://pxhere.com/fr/photo/1338835?utm_content=shareClip&utm_medium=referral&utm_source=pxhere
- Racine, F., Gauthier, P. 1963-, & Lupien, P. (2022). *Lire et comprendre les environnements bâtis au Québec: La morphologie urbaine au service d'une démarche d'aménagement durable*. Presses de l'Université du Québec; WorldCat.org.
- Raveneau, J. (1977). *Analyse morphologique, classification et protection des paysages : le cas de Charlevoix*. *Cahiers de géographie du Québec*, 21(53-54), 135-186. <https://doi.org/10.7202/021361ar>
- REM. (2021, avril 12). *Position des murs antibruit : MONTRÉAL – CANORA ET MONT-ROYAL*. REM. <https://rem.info/fr/bruit-vibration-operation>
- Rossi, A. (2016). *L'architecture de la ville* (F. Brun, Trad.). Infolio.
- Sainjon, A. (2022). *Vers une prise en charge du sonore dans l'élaboration de projets urbains: Enjeux relatifs à l'utilisation des propositions des guides de bonnes pratiques*. Université Laval.
- Sainjon, A., Cyr, A., Nadeau, L., Bild, E., & Laplace, J. (2021). *Études de cas | Encadrement réglementaire et administratif du bruit environnemental dans le domaine de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme* (Phase 2-Livrable 6; Projet Valeurs Guides - MSSS). McGill et Université Laval.
- Schafer, R. M. (1977). *The tuning of the world*. New York: Knopf, eISBN 978-1-59477-668-7. ISBN 0-89281-455-1
- Sokoloff, B. (1999). *Barcelone ou comment refaire une ville*. Presses de l'Univ. de Montréal.
- Stantec. *Étude sonore. Secteur des S / Projet TOD de la gare*. 2016. [En ligne]. Disponible sur: https://candiac.ca/uploads/html_content/docs/Climat-sonore-secteur-S.pdf

- Transport Canada. (2015.) *Règlement relatif à l'inspection et à la sécurité des locomotives de chemin de fer* (Article 11). <https://tc.canada.ca/fr/transport-ferroviaire/regles/2022-2023/reglement-relatif-inspection-securite-locomotives-chemin-fer/partie-ii-exigences-relatives-conception-locomotives#11>
- Transport Canada. (2022). *Demandez l'interdiction du sifflet à un passage à niveau public*. <https://tc.canada.ca/fr/transport-ferroviaire/passages-niveau/demandez-interdiction-sifflet-passage-niveau-public>
- Transport Canada. (2022). *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada*. <https://tc.canada.ca/fr/transport-ferroviaire/regles/2021-2022/reglement-exploitation-ferroviaire-canada/signaux-dispositions-generales>
- Transports Québec. (2022). *Transport ferroviaire*. Transports Québec. <https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/modes-transport-utilises/transport-ferroviaire/Pages/transport-ferroviaire.aspx>
- UIC - Union Internationale des Chemins de fer (2017). *Railway Induced Vibration - State of the art report*. UIC Sustainable Development Department, Paris, France, 81 p. Accessible en ligne : <https://uic.org/IMG/pdf/uic-railway-induced-vibration-report-2017.pdf>
- UIC - Union Internationale des Chemins de fer (2021). *Railway noise in Europe State of the art report*. Sustainable Development Unit, International Union of Railways (UIC), Paris, 64 p. https://uic.org/IMG/pdf/railway_noise_in_europe_state_of_the_art_report.pdf
- Unwin, R. (1994). *Town planning in practice: An introduction to the art of designing cities and suburbs*. Princeton Architectural Press.
- Vial, S. (2014). De la spécificité du projet en design : Une démonstration. *Communication et organisation*. Revue scientifique francophone en Communication organisationnelle, 46, Art. 46. <https://doi.org/10.4000/communicationorganisation.4699>
- Vial, S., & Findeli, A. (2021). *Le Design* (3^e éd. mise à jour). Presses universitaires de France.
- Ville de Repentigny. (2022). *Mur antibruit aux abords de l'autoroute 40: Reprise et fin des travaux de construction | Ville de Repentigny*. <https://repentigny.ca/actualites-publications/mur-antibruit-aux-abords-de-lautoroute-40-reprise-et-fin-des-travaux-de>
- Ville de Québec. (2005). *Plan directeur–Quartier Saint-Sauveur*.
- Vivre en Ville. (2020). *Gestion intégrée du bruit environnemental – Vivre en Ville – La voie des collectivités viables*. <https://vivreenville.org/notre-travail/publications/collection-passer-a-l-action-/2020/gestion-integree-du-bruit-environnemental.aspx>
- Western Australian Planning Commission (2019). *Road and Rail Noise Guidelines*. Department of Planning, Lands and Heritage. State of Western Australia. 33 p. Accessible en ligne : <https://www.wa.gov.au/system/files/2021-09/Final-SPP-5.4-Guidelines.pdf>
- Whittle, N., Peris, E., Condie, J., Woodcock, J., Brown, P., Moorhouse, A. T., ... & Steele, A. (2015). Development of a social survey for the study of vibration annoyance in residential environments: Good practice guidance. *Applied Acoustics*, 87, 83-93.
- WHO (2000). *Guidelines for Community Noise*. Brigitta Berglund, Thomas Lindvall & Dietrich H Schwela, World Health Organization, Geneva, 94 p.
- World Health Organization (2009). *Night noise guidelines for Europe*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 162 p. Accessible en ligne : https://ec.europa.eu/health/ph_projects/2003/action3/docs/2003_08_frep_en.pdf
- World Health Organization. (2018). *Environmental noise guidelines for the European region*. The Regional Office for Europe of the World Health Organization. Copenhagen, Danemark, 160 p. Accessible en ligne : <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/279952/9789289053563-eng.pdf>

ANNEXES

Annexe A – Facteurs individuels modulant le dérangement dû au bruit environnemental

Tableau 7.1 – Les facteurs individuels de modulation du dérangement.

FACTEURS SOCIODÉMOGRAPHIQUES	FACTEURS D'ATTITUDE
Sexe, âge, niveau de formation, statut d'occupation du logement (propriétaire/locataire), dépendance professionnelle vis-à-vis de la source de bruits, usage de la source, histoire personnelle (parcours résidentiel), etc.	Sensibilité au bruit, représentation de la source (peur, utilité), capacité à surmonter le bruit, confiance dans l'action des pouvoirs publics, satisfaction par rapport au cadre de vie, activité en cours, etc.

Source: ANSES, 2013.

Annexe B – Extrait du chapitre *Le bruit dans l'aménagement du territoire au Québec* du document Recension de documents d'encadrement du bruit environnemental au Québec, au Canada et à l'international – Synthèse et recommandations par Laplace *et al.*, 2020

7.3 Le bruit dans l'aménagement du territoire au Québec

La partie qui suit présente d'abord l'organisation générale de la planification, de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme. De là, la gestion spécifique au bruit sera abordée pour enfin regarder de plus près la prise en charge du bruit en général, puis plus spécifiquement selon ses deux principales sources, soit fixes et mobiles. Dans tous les cas, la présentation se structure autour des échelles et des paliers de planification et d'aménagement qui les prennent en charge, soit l'échelle macro et les paliers national et provincial, particulièrement en ce qui a trait au Québec, puis mezzo palier régional et enfin micro ou palier local et municipal.

L'aménagement du territoire sensu lato, c'est-à-dire toutes actions, interventions visant à façonner nos milieux de vie prend appui, d'une façon générale au Québec, d'une part sur de grandes politiques et orientations gouvernementales, et d'autre part sur plusieurs cadres législatifs complémentaires[306]. Parmi ceux-ci, la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE) et surtout la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme du Québec (LAU) sont ceux qui encadrent directement l'aménagement du territoire au palier provincial.

La LQE vise à assurer la qualité de l'environnement et le respect des principes de développement durable, et que celle-ci soit prise en compte dans la gestion des territoires et des milieux de vie[307]. La LQE identifie des contaminants, soit des éléments qui altèrent la qualité de l'environnement, et des dispositifs permettant au ministre de faire adopter des règlements et des normes[307]. Elle indique précisément à propos du bruit que le ministre de l'Environnement a pour fonction de le surveiller et de le contrôler. Pour ce faire, le ministre peut « construire, ériger, installer et exploiter tout système ou tout équipement nécessaire sur le territoire de toute municipalité. Il peut également acquérir de gré à gré ou par expropriation tout immeuble requis et conclure toute entente avec toute personne ou municipalité[307]. »

Par ailleurs, la LQE inclut trois dispositifs[307] permettant au gouvernement d'adopter des règlements pour :

- « Prohiber ou limiter les bruits abusifs ou inutiles à l'intérieur ou à l'extérieur de tout édifice »;
- « Déterminer les conditions et modalités d'utilisation de tout véhicule, moteur, pièce de machinerie, instrument ou équipement générateur de bruit »;
- « Prescrire des normes relatives à l'intensité du bruit. »

La LAU donne un cadre juridique aux processus d'élaboration et de mise en œuvre des stratégies de planification, d'aménagement et d'urbanisme. Pour ce faire, la LAU met en place différents outils dont le niveau de détails et le caractère opératoire s'accroissent des niveaux supérieurs à ceux inférieurs, passant ainsi des grands principes à l'opérationnalisation et du procédural au substantif.

Au niveau régional, deux instances encadrent la planification et l'aménagement du territoire. Ces instances sont les municipalités régionales de comté (MRC) et les communautés métropolitaines (CM). Leurs actions se concentrent essentiellement autour de l'établissement de grandes orientations, d'objectifs et de critères propres à leur territoire, afin d'assurer une plus grande

cohérence dans la planification du territoire, et ce, à différentes échelles soit les échelle mezzo (régions, agglomérations métropolitaines) et micro (villes et municipalités)[306] (Tableau 36).

Plus spécifiquement, les CM s'occupent de la planification et la gestion du développement des régions qui comptent, voire dans certains cas sont, des villes de grande importance (MRC, agglomération, villes-MRC). Il est à souligner que des villes peuvent être à la fois assujetties à une CM et une MRC. Les CM visent au premier chef à en accroître l'attractivité et la compétitivité par l'entremise de la planification, et ce, en prenant appui sur des études et rapports portant sur des enjeux spécifiques¹⁹⁶[308] afin d'établir les priorités d'action et aider à la prise de décision. Leur principal outil de planification est le plan métropolitain d'aménagement et de développement (PMAD). Celui-ci porte sur le transport terrestre, la mise en valeur du territoire agricole et d'intérêt (paysage, patrimoine), les seuils de densité minimaux, l'urbanisation optimale de l'espace, les contraintes majeures et les grandes infrastructures. Ces dimensions ont une incidence certaine, bien qu'implicite, sur le bruit. Les PMAD ont préséance sur les documents de planification issus des MRC.

Les MRC s'occupent de la planification et la gestion régionale des municipalités locales qu'elles couvrent en prenant appui sur des études socio-économiques, de développement, de transport, etc. Leur principal outil de planification est le schéma d'aménagement et de développement (SAD). Celui-ci établit les lignes directrices de l'organisation physique du territoire d'une MRC et permet de coordonner les choix et décision touchant l'ensemble des municipalités concernées. Pour ce faire, il met de l'avant des grandes orientations d'aménagement du territoire, de grandes affectations du sol, l'identification des zones de contraintes, les territoires d'intérêts, l'organisation du transport terrestre et la nature des infrastructures et équipements importants. Ici aussi, ces dimensions ont une incidence sur le bruit.

Le palier municipal assure des responsabilités beaucoup plus ciblées et précises en matière d'aménagement et d'urbanisme, d'habitation, de voirie, de développement communautaire et culturel, de transport, etc. Elle prend appui sur des études sociodémographiques, économiques, sur le patrimoine architectural et diverses analyses physico-spatiales ainsi que sur des rapports provenant de leurs MRC respectives. Son principal outil de planification est le plan d'urbanisme qui établit de manière précise les lignes directrices de l'organisation spatiale et physique d'une municipalité tout en présentant une vision stratégique de l'aménagement du territoire[306]. Le SAD contient notamment un diagnostic de la municipalité, des orientations d'aménagement, des affectations du sol, des directions précises sectorielles, de grands moyens de mise en œuvre ainsi qu'un document complémentaire.

¹⁹⁶ Par exemple, une étude de comparaison de différents modèles de gouvernance et de financement pour le transport collectif, étude des biotopes urbains et périurbains de la CMM, etc.

Tableau 36 – Les outils respectifs à chaque instance des niveaux provincial, régional et municipal

Paliers	Instances	Outils
Provincial	Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMAH) Ministère de l'Environnement et de la lutte contre les Changements Climatiques (MELCC) Ministère des Transports (MTQ)	LAU LQE Orientations gouvernementales Politiques
Régional	Communautés métropolitaines (CM)	PMAD
Régional	Municipalité régionale de comté (MRC)	SAD et document complémentaire
Municipal	Municipalités	PU et règlements d'urbanisme

Comme il a été mentionné, la LAU n'intègre pas de paramètres d'intervention précis, mais propose un encadrement des processus d'élaboration de stratégies et de formulation de grands principes. Les outils, qui sont en fait divers plans, défini par la LAU sont élaborés à l'échelle des régions et des municipalités. Plus l'échelle d'intervention est localisée, plus le degré de précision s'intensifie.

La gestion et la prise en charge du bruit se font essentiellement à une échelle régionale et municipale. Nous reprendrons donc un à un les outils mis à la disposition des instances. Ainsi, une brève présentation de ceux-ci fera ressortir où et comment il est fait mention du bruit, puis le type de prise en charge du bruit que les outils permettent. Cela permettra de dégager les possibilités offertes, et dans les parties suivantes, comment on s'en saisit d'une façon générale puis spécifique aux sources de bruits mobiles et immobiles.

7.3.1 Les principaux outils de planification au Québec

A. Le plan métropolitain d'aménagement et de développement (PMAD)

Les communautés métropolitaines doivent obligatoirement avoir un PMAD selon la LAU.

Le PMAD porte sur huit objets¹⁹⁷, soit des éléments ainsi que des dimensions à prendre en compte et sur lesquels intervenir. Les gestes posés sur ces objets peuvent avoir des impacts directs et indirects. De la sorte, le transport a des impacts directs alors que le redéveloppement de secteurs, selon la vocation et les usages planifiés, a des impacts indirects sur le bruit. Ainsi, lorsque la CM planifie ses réseaux de transport terrestre, elle considère le développement de ses infrastructures

¹⁹⁷ La planification du transport terrestre; l'identification et mise en valeur des territoires d'intérêt; l'identification des territoires qui doit faire l'objet d'une planification intégrée de l'aménagement et du transport; définition de seuils minimaux de densité selon les caractéristiques du milieu; mise en valeur des activités agricoles; définition des territoires voués à l'urbanisation optimal de l'espace; identification des zones de contraintes majeures; identification des installations d'intérêt métropolitain. Pour plus de détail, voir annexe E. Ministère des Affaires Municipales et de l'Habitation, op.cit.

selon la présence ou non de milieux sensibles au bruit. Pour les zones à redévelopper, par exemple d'anciennes parcelles industrielles reconverties en ensemble résidentiel, le contexte d'insertion, le voisinage immédiat peut être source de bruit sans que cet aspect soit pris en charge directement.

Un seul objet du PMAD permettrait toutefois de gérer directement et spécifiquement le bruit :

- L'identification de toute partie de territoire de la communauté qui, chevauchant le territoire de plusieurs MRC, est soumise à des contraintes majeures pour des raisons de sécurité publique, de santé publique ou de bien-être en général[309].

Le PMAD peut émettre des orientations et des objectifs sur la gestion du bruit ainsi qu'identifier des zones de contraintes que devront prévoir les MRC et municipalités dans leur planification et réglementation.

B. Le schéma d'aménagement et de développement (SAD)

Élaboré et adopté par les MRC, ce document de planification obligatoire est au cœur de la planification territoriale : il fait le pont entre les orientations gouvernementales, qui circonscrivent les enjeux territoriaux auxquels les organismes municipaux doivent faire face, et la planification et la réglementation locale, laquelle est la seule opposable aux citoyens. Il est à noter que ce document ne crée aucune obligation quant à l'échéance et aux modalités de réalisation des équipements et infrastructures qui y sont prévus. Le SAD est constitué d'un contenu obligatoire, de manière subsidiaire d'un contenu facultatif, ainsi que d'un document complémentaire[306].

De façon générale, le SAD définit les principes et grands paramètres d'organisation spatiale. À l'instar du PMAD, son contenu obligatoire porte sur huit objets¹⁹⁸. Les gestes posés sur ces objets peuvent avoir des impacts directs et indirects sur le bruit. Par exemple, comme pour le PMAD, la planification du transport terrestre aura un impact direct sur le bruit, tandis que l'identification de zones spécifiques à certains usages aura un impact indirect. Aussi, comme pour le PMAD, l'affectation des sols est le moyen opératoire principal de la MRC.

Cependant, malgré les similarités, deux objets du SAD permettraient de gérer directement et spécifiquement le bruit, soit :

- L'identification de toute zone où l'occupation du sol est soumise à des contraintes particulières pour des raisons de sécurité publique ou pour des raisons de protection environnementale.
- L'identification des voies de circulation dont la présence, actuelle ou projetée, dans un lieu fait en sorte que l'occupation du sol à proximité de ce lieu est soumise à des contraintes

¹⁹⁸ Grandes orientations d'aménagement du territoire; grandes affectations du territoire; le périmètre d'urbanisation; zones soumises à des contraintes particulière pour des raisons de sécurité publique ou de protection de l'environnement; identification des parties de territoire d'intérêt historique, culturel, esthétique ou écologique; l'organisation du transport terrestre; identification des voies de circulation qui imposent des contraintes anthropiques; identification des infrastructures et équipements importants. Pour plus de détail, voir annexe E. LAU art.5

majeures pour des raisons de sécurité publique, de santé publique ou de bien-être en général[309].

Ainsi, l'identification des zones de contraintes anthropiques est à la base des principes et moyens de mise en œuvre pour la gestion du bruit. Elle permet une prise en charge directe du bruit et joue également un rôle clé dans l'affectation des sols. Essentiellement, ces deux objets sont des moyens opératoires complémentaires qui permettent de cibler les actions sur les zones spécifiques de contrainte. La gestion des contraintes sonores peut également être incluse à titre d'orientations et d'objectifs par la MRC.

Par ailleurs, le SAD peut intégrer, de manière facultative, neuf autres objets qui permettent des interventions plus ciblées sur le territoire puisqu'ils abordent des thèmes plus précis dans lesquels il est possible notamment d'intégrer le bruit. À ce titre, il faut souligner que le contenu facultatif permet une identification plus fine des immeubles et activités dont la présence, actuelle ou projetée, dans un lieu fait en sorte que l'occupation du sol à proximité de ce lieu est sujette à des contraintes majeures, notamment du bruit[309]. Cet objet touche plus spécifiquement au bruit de sources fixes.

Aussi, le contenu facultatif du SAD permet une certaine malléabilité, et ce faisant, une plus grande prise en compte de la spécificité d'un territoire. En effet, une MRC peut ajouter de manière générale tous les éléments relatifs à la planification et à l'aménagement qu'elle considère comme d'intérêt pour le territoire¹⁹⁹. Il est alors possible par exemple d'identifier des zones selon leur niveau de bruit et d'établir des mesures d'aménagement pour réduire le niveau de bruit selon son importance.

a) Document complémentaire

Le SAD doit obligatoirement contenir un document complémentaire en annexe²⁰⁰ qui permet d'établir des règles normatives minimales sur certains sujets, dont les opérations cadastrales dans les secteurs soumis à des contraintes anthropiques[309]. Ces règles doivent obliger les municipalités locales à intégrer dans leurs réglementations d'urbanisme des dispositions au moins aussi contraignantes. Deux éléments portent directement sur la gestion du bruit notamment pour prohiber les usages du sol pour des raisons de sécurité publique et de la présence actuelle ou projetée de voie de circulation qui impose des contraintes majeures pour des raisons de santé, sécurité et bien-être[306].

Le document complémentaire peut également, de manière facultative, obliger toute municipalité à adopter, notamment un règlement sur les plans d'aménagement d'ensemble (PAE), les plans d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA), les projets particuliers de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble (PPCMOI) et le règlement sur les conditions préalables à la délivrance d'un permis dans une zone où l'occupation du sol est soumise à des contraintes particulières[309], etc. Il permet également d'établir des règles et des critères dont

¹⁹⁹ Le schéma peut « déterminer tout autre élément de contenu relatif à la planification de l'aménagement et du développement durables du territoire » LAU art.6 9°

²⁰⁰ Le document complémentaire fait partie des quatre documents qui doivent obligatoirement accompagner un SAD.

doivent tenir compte les municipalités dans tout règlement de zonage, de lotissement ou de construction ou dans tout règlement sur les permis et certificats, PAE, etc.

C. Le plan d'urbanisme (PU)

Le PU établit les lignes directrices de l'organisation spatiale et physique d'une municipalité tout en présentant une vision stratégique pour l'ensemble de son territoire. C'est le principal document de planification territoriale de la municipalité locale qui vient préciser, compléter et transposer à l'échelle locale le SAD[306].

On retrouve à l'intérieur du PU des grandes orientations d'aménagement du territoire de la municipalité qui indiquent vers où elle veut aller et le rôle qu'elle entend jouer en la matière. Parmi son contenu obligatoire²⁰¹, les affectations du sol permettent de définir les usages au sol qui seront permis dans la réglementation.

On retrouve également un diagnostic du territoire, basé sur des études, qui permet de connaître le contexte de planification et des grandes tendances de développement de la municipalité[306].

Le PU prévoit aussi des règles d'aménagement, de contrôle et des moyens de mise en œuvre qui devront être traduits dans sa réglementation d'urbanisme, notamment le zonage, le lotissement, les règles de construction, etc. Le PU « permet de mieux comprendre la logique derrière les moyens réglementaires, les interventions et les mesures fiscales, financières et promotionnelles privilégiées pour faciliter sa mise en œuvre[306]. »

Le PU peut également inclure dans son contenu facultatif²⁰² tout élément de contenu visant à favoriser un urbanisme durable. Par exemple, une cartographie des nuisances sonores afin de permettre à la municipalité d'identifier les secteurs de son territoire soumis à des niveaux élevés de bruit et y prévoir des règles d'urbanisme conséquentes.

Dans son contenu facultatif, le PU peut intégrer un programme particulier d'urbanisme (PPU) qui consiste en un plan détaillé pour répondre à une problématique précise sur une partie du territoire de la municipalité²⁰³[309].

²⁰¹ Les grandes orientations d'aménagement du territoire; les grandes affectations du sol; les densités d'occupation du sol; le tracé projeté et le type des principales voies de circulation et des réseaux de transport. Voir l'annexe E pour plus d'information. LAU art.83

²⁰² Les zones à rénovier, restaurer ou protéger; nature, localisation et type d'équipements et infrastructures destinés à l'usage communautaire; coût approximatif afférents à la réalisation des éléments du plan; nature et emplacement projeté des réseaux et terminaux d'aqueduc, égouts, gaz, etc.; délimitation aires d'aménagement pour un programme particulier d'urbanisme; délimitation d'aires pour tout autre règlement discrétionnaire; tout autre élément favorisant un urbanisme durable. LAU art.84

²⁰³ Voir l'annexe E pour plus de détails sur le PPU.

D. Les règlements d'urbanisme

Ces règlements sont des instruments opératoires de mise en œuvre largement utilisés pour la gestion du bruit au niveau municipal, comme le montrent les cas recensés. On peut distinguer deux types de règlements : normatifs, basés sur des normes, et discrétionnaires, basés sur des critères.

a) Le règlement de zonage

Ce règlement permet de diviser le territoire en zones, contrôler l'usage des terrains et des bâtiments, ainsi que l'implantation, la forme et l'apparence des constructions[309]. Il s'agit du principal outil réglementaire de contrôle de l'urbanisme de la municipalité locale. Ce règlement à caractère normatif comprend des règles, soit des normes à respecter qui s'appliquent uniformément par zones ou secteurs de zones. Ces normes s'expriment notamment en usages, en mètres, en étages, en matériaux[306], etc.

Le règlement de zonage comprend six éléments normatifs de mise en œuvre qui peuvent avoir un impact sur la gestion du bruit à un niveau de détail précis.

Les classes d'affectation du sol

Le règlement de zonage comprend une classification des usages et des constructions. Les municipalités peuvent alors regrouper les différents usages en classes d'affectation dominante telles que le résidentielle, commerciale, industrielle, agricole, institutionnelle, etc. Ces classes sont ensuite divisées en catégories d'usages, selon l'intensité des activités visées[309].

Les usages autorisés

Le texte du règlement de zonage décrit les usages autorisés dans chacune des classes et dans chacune des zones. Pour faire le lien entre les normes définies et chaque zone prévue au plan de zonage, une grille de spécifications est incluse dans le règlement[309].

Les distances séparatrices

Le règlement de zonage peut inclure des distances séparatrices devant être laissées libres entre les constructions et les usages différents. Par exemple entre les industries et les résidences[309].

Les normes d'implantation

Des normes d'implantation et des caractéristiques architecturales peuvent être indiquées dans le règlement. Ces normes peuvent notamment inclure des marges de recul (avant, arrière, latérale), des dimensions, le volume, la symétrie, l'architecture, l'apparence et les matériaux de revêtement des constructions[309], etc.

Les aménagements paysagers

Concernant l'aménagement des terrains, le règlement de zonage peut obliger, entre autres, l'implantation de clôtures, murets, haies, arbustes, arbres[309], etc.

L'occupation du sol

Une municipalité peut régir l'occupation du sol en présence de contraintes selon toutes les parties de territoire qu'elle détermine. Elle peut, à cette fin, faire appel à la mesure du degré des effets nocifs ou indésirables produits par la source de contraintes[309].

Le règlement de zonage peut régir ou prohiber les usages, les constructions ou les ouvrages pour des raisons de sécurité publique, de la proximité d'un immeuble ou d'une activité posant des contraintes majeures en matière de sécurité, de santé et de bien-être[309].

Enfin, ces outils associés au règlement de zonage permettent une prise en charge précise du bruit, mais qui peut être directe ou indirecte. Par exemple, la prohibition d'un usage résidentiel près d'un usage industriel peut être une manière indirecte de prendre en charge le bruit, tandis que l'obligation de planter une haie afin de diminuer le bruit routier est une prise en charge directe.

b) Le règlement de lotissement

Ce règlement sert à prévoir le lotissement en fonction des objectifs urbanistiques de la municipalité et des caractéristiques du secteur considéré. Il permet de régir le découpage des lots, l'aménagement des voies de circulation, les opérations cadastrales et les conditions à respecter pour l'approbation d'un plan relatif à une opération cadastrale[309].

Le règlement peut régir ou prohiber les opérations cadastrales à certains endroits, en raison notamment de la proximité d'une contrainte anthropique telle qu'une autoroute.

c) Le règlement de construction

Le règlement²⁰⁴ permet à une municipalité de régir le domaine du bâtiment notamment avec des standards de qualité dans la construction en régissant les matériaux à employer et leur assemblage ainsi que des règles en matière d'insonorisation des constructions résidentielles situées à proximité d'une source majeure de bruit[309].

E. Les règlements discrétionnaires

Ceux-ci permettent des interventions plus ciblées, souvent plus qualitatives qui touchent la localisation des activités dans un ensemble donné en fonction de ce qui se trouve autour, la composition urbaine, l'architecture et la qualité de construction. Ces différents outils doivent être cohérents avec le PU, mais peuvent dans certains cas (au choix de la municipalité), déroger à tous les règlements d'urbanisme (zonage, lotissement, PIIA, etc.) [306].

²⁰⁴ Ce règlement s'applique uniquement pour adopter des normes supérieures ou portant sur des bâtiments ou des éléments non visés par le Code de construction du Québec et le Code de sécurité du Québec.

a) Le règlement sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA)

Le règlement sur les PIIA est utile lorsque l'on souhaite régir des aménagements ou des constructions dans des milieux sensibles : secteurs patrimoniaux, secteurs denses, secteurs caractérisés par leur environnement naturel. Il est également utilisé lorsque l'on veut développer de nouveaux milieux de vie de qualité[306], [309].

Les critères d'évaluation d'un projet peuvent notamment porter sur la conception architecturale (murs extérieurs, revêtements, fenestration, emplacement des équipements de service, etc.), l'aménagement paysager (clôture et murs d'enceinte, etc.), la circulation des véhicules[306], etc. Le bruit ou la qualité du paysage sonore pourrait être considéré comme critère d'évaluation.

b) Le règlement sur les projets particuliers de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble (PPCMOI)

Ce règlement est typiquement utilisé dans un contexte de projets de grande envergure et lorsqu'un terrain est sur un emplacement stratégique ou présente des conditions difficiles. Il concerne une variété de projets tels que la construction d'un nouvel immeuble sur un terrain vague ou en redéveloppement, la modification d'un immeuble par un agrandissement notamment et un changement d'occupation pour accueillir de nouvelles activités[309].

Tout comme le règlement sur le PIIA, le règlement sur les PPCMOI fonctionne par critères d'évaluation pour accepter ou non un projet. Les critères peuvent aborder notamment l'implantation des constructions, l'apparence des bâtiments et la prise en compte des contraintes anthropiques en plus des normes relatives au bruit routier[306], etc.

c) Le règlement sur les plans d'aménagement d'ensemble (PAE)

Ce règlement permet, dans des zones délimitées, de définir, de façon générale, la nature et les caractéristiques souhaitées pour leur développement par des critères, des objectifs, des usages souhaités[309], etc.

F. Les autres documents de planification facultatifs

Il existe d'autres outils de planification qui n'ont aucune obligation légale au nom de la LAU, mais qui font partie des documents qui ont été utilisés pour la gestion du bruit en aménagement du territoire au Québec. Ces plans portent sur des enjeux auxquels font face les villes et municipalités, MRC et CM, notamment la qualité de l'environnement, le développement durable et la gestion du transport terrestre, et comprennent des moyens de mise en œuvre précis. Ainsi, une municipalité peut par exemple inclure un plan des transports durables à sa planification afin d'adopter une approche intégrée en cette matière et d'émettre des orientations et objectifs précis sur le sujet[306]. La gestion du bruit peut d'ailleurs être intégrée indirectement dans ce type de planification par l'entremise, par exemple, de la planification des modes de transport et des voies de circulation selon les niveaux de contraintes sonores. Elle pourrait également faire l'objet d'un plan unique.

* * *

Au final, deux lois encadrent les processus d'élaboration de stratégies d'aménagement qui posent les bases de la gestion du bruit, à savoir la LAU et la LQE. Toutefois, la LAU qui porte sur les aspects procéduraux domine et s'intéresse à définir les rôles et responsabilités. Pour faire image, la LAU propose un véhicule pour se rendre à une destination qui reste à être définie. En contrepartie la LQE ouvre sur des aspects substantifs via les dispositifs plus spécifiques au bruit.

Chaque échelle de planification et d'aménagement produit des documents en fonction de leur échelle respective, chacune passant du général au particulier. Ces documents balisent la prise en charge du bruit.

La prise en charge directe du bruit se fait essentiellement par l'identification des zones de contraintes. Il existe toutefois plusieurs moyens indirects pour cette prise en charge, notamment la localisation des activités.

Les règlements à caractère discrétionnaires permettent de spécifier des paramètres précis ciblés pour des zones identifiées par la municipalité. Ils impliquent une prise en compte intégrée des dimensions qualitatives, référant particulièrement à la mise en forme des lieux, à la composition et à l'intégration des formes urbaines et architecturales.

Dans les deux prochaines parties, nous aborderons de façon très ciblée et spécifique le bruit d'origine mobile et fixe dans les cas recensés. Rappelons que l'analyse est produite à partir des documents de planification et d'aménagement accessibles via le web et pour un nombre de cas spécifique. La synthèse des informations et le classement ont été réalisés à partir des grilles d'inventaire placées jointes au rapport où on retrouve les résultats plus détaillés²⁰⁵.

La synthèse s'articule autour des quatre catégories de classement et dans lesquelles chacun des paliers de planification est abordé.

La première catégorie regroupe les processus d'élaboration et de mise en œuvre, c'est-à-dire les travaux de planification diverse qui traduisent la vision de la municipalité ou de la région (PU, SAD, PMAD, plan de transport durable, etc.)

La deuxième catégorie comprend les études, expertises et données de référence mobilisées dans les travaux de planification et d'aménagement, soit ce sur quoi on s'appuie, ce que l'on invoque (cartes, mesurage de niveaux de décibels, délimitation des zones de bruit, etc.)

La troisième catégorie inclut les instruments opératoires et moyens de mise en œuvre, c'est-à-dire les outils de réglementation tels que le zonage, le lotissement, etc.

La quatrième catégorie concerne la sensibilisation, le soutien et l'accompagnement à l'élaboration d'interventions, c'est-à-dire les guides, les manuels de bonnes pratiques, etc.

²⁰⁵ Les grilles d'analyse sont annexées séparément au rapport.

Annexe C – Études de cas



ENJEUX ET DÉFIS

de la prise en charge du bruit ferroviaire
en aménagement et en urbanisme :
un guide d'orientation



ÉTUDES DE CAS
Annexe C

Rédaction

Direction

Johanne Brochu, Ph. D., urbaniste, professeure titulaire

Auteurs

Amaury Sainjon, M.ATDR

Marie-Ève Lacroix, M.ATDR

Coralie Carbonneau, M.ATDR

Tanios El Hayek, M.ATDR

Auxiliaires de recherche

Adrienne Cyr, M.ATDR

Ludovic Bouliane, M.ATDR

Gabarit de mise en page

Adapté d'Isabelle Pelletier, designer graphique,
Dual conception

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

ACFC: Association des chemins de fer du Canada

CPCS: Canadian Pacific Consulting Services

CM: Communauté métropolitaine

FCM: Fédération canadienne des municipalités

GEIBE: Groupe d'experts interministériel sur le bruit
environnemental

INSPQ: Institut national de santé publique du Québec

LAU: Loi sur l'aménagement et l'urbanisme

LQE: Loi sur la qualité de l'environnement

MAMH: Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation

MELCC: Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre
les changements climatiques

MERN: Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

MRC: Municipalité régionale de comté

MSSS: Ministère de la Santé et des Services sociaux

MTQ: Ministère des Transports du Québec

OGAT: Orientation gouvernementale en matière
d'aménagement du territoire

OMS: Organisation mondiale de la santé

PAE: Plan d'aménagement d'ensemble

PGPS: Politique gouvernementale de prévention
en santé publique

PIIA: Plans d'implantation et d'intégration architecturale

PMAD: Plan métropolitain d'aménagement et de
développement

PPCMOI: Projet particulier de construction, de modification
ou d'occupation d'un immeuble

PPU: Programme particulier d'urbanisme

PU: Plan d'urbanisme

REM: Réseau express métropolitain

SAD: Schéma d'aménagement et de développement

VMR: Ville Mont-Royal

Études de cas

Le Gardeur à Repentigny

La voie ferrée comme épine dorsale d'une banlieue pavillonnaire

Ville Mont-Royal

Projet de REM : un renouveau du chemin de fer pour le meilleur et pour le pire

Le Domaine Scott à Québec

Un ensemble de logements sociaux pour requalifier une friche industrielle

Magog

La voie ferrée, catalyseur de développement industriel et de villégiature



LE GARDEUR à Repentigny

La voie ferrée comme épine dorsale d'une banlieue pavillonnaire

Table des matières

Pertinence du cas à l'étude	4
1. Évolution et principales parties prenantes.....	5
2. Contexte urbanistique	11
2.1 Caractérisation morphologique de Le Gardeur	12
2.2 Outils d'aménagement et d'urbanisme.....	16
3. Caractérisation de l'environnement sonore	20
3.1 Cadre réglementaire spécifique au bruit	20
3.2 Caractérisation acoustique	21
4. Références	22

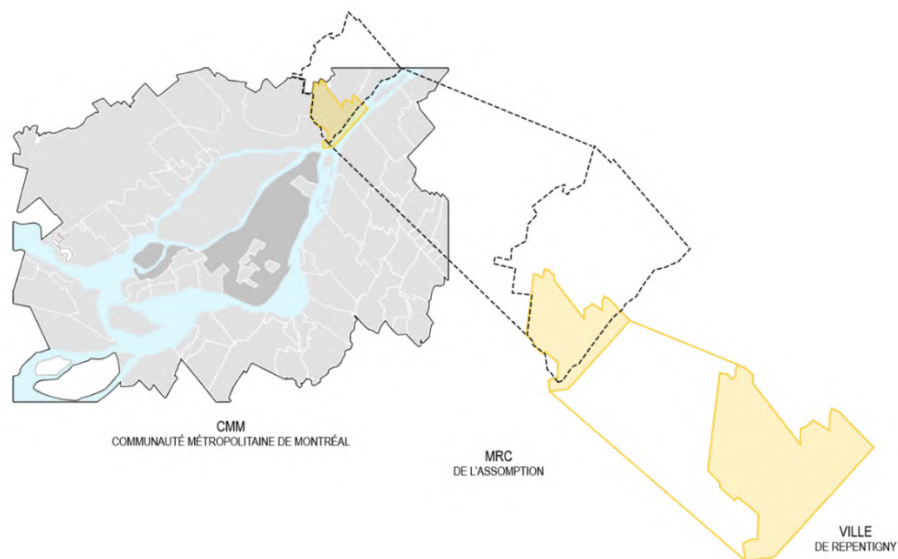


Figure 1 : Le Gardeur dans la Communauté métropolitaine de Montréal.

Source : Coralie Carboneau, 2022.

LE GARDEUR

La voie ferrée comme épine dorsale d'une banlieue pavillonnaire

Ancienne municipalité autonome, Le Gardeur fait aujourd'hui partie de Repentigny, municipalité de banlieue à l'est de Montréal. Traversée en son centre par l'autoroute 40 et située à la confluence de cours d'eau qui délimitent l'Île de Montréal, Repentigny jouit d'une situation géographique particulièrement favorable au développement suburbain : jouissant d'une bonne desserte autoroutière et ferroviaire, dont le train de banlieue (EXO), elle est à proximité de plusieurs centralités urbaines (Figure 2).



Figure 2 : Repentigny dans la MRC de L'Assomption et la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM).

Source : Google Maps, 2022 (fond) ; MTQ, 2022 (autoroutes) ; Ville de Repentigny, 2022 (bâtiments) ; MERN, 2022 (découpage administratif).

Outre Montréal, Repentigny est entourée de plusieurs centralités urbaines d'importance contribuant à une offre de services généreuse. En plus d'une importante concentration d'industries, on trouve aussi à L'Assomption un CÉGEP et un théâtre régional, alors que Terrebonne compte plusieurs commerces et établissements d'enseignement, et des activités récréatives dans son noyau ancien.

Bien que Repentigny montre les traits d'une banlieue tranquille où l'activité résidentielle prédomine, elle figure néanmoins comme une municipalité importante tant de la Communauté Métropolitaine de Montréal (CMM) que de la région de Lanaudière¹. En effet, Repentigny concentre la majorité des commerces, services publics et emplois de la MRC de L'Assomption tout en participant activement à l'économie de la grande région métropolitaine de Montréal

¹ Repentigny est la sixième municipalité la plus peuplée de la CMM, la deuxième ville en importance de la région de Lanaudière, et la première de la MRC de L'Assomption (Ministère de l'Économie et de l'Innovation, 2022).

(MRC de L'Assomption, 2012). En raison de sa proximité avec Montréal, qui a joué un rôle clé dans son développement au tournant des années 1970, c'est 49,3 % des Repentinois qui travaillent sur l'île de Montréal (Communauté Métropolitaine de Montréal, 2021).

Repentigny montre une grande homogénéité, tant en termes de forme urbaine que de profil sociodémographique. Les maisons pavillonnaires comptent pour plus de 60 % des habitations et les ménages sont généralement composés de 2 à 3 personnes. Avec un peu plus de 40 % des ménages qui accueillent des enfants, Repentigny a un caractère plutôt familial. L'âge moyen (41,9 ans) se compare à celui de la province, de même que la répartition des groupes d'âge : 23 % de la population a moins de 20 ans et 17,7 % est âgée de plus de 65 ans. Son homogénéité se traduit aussi par l'origine ethnique de sa population qui compte 64,5 % de Canadiens d'origine, et le français est la langue maternelle de près de 90 % des Repentinois. Une grande partie de la population travaille dans le secteur des ventes et services (23,4 %), suivi par les affaires, finances et administration (17,6 %) (Statistique Canada, 2016).

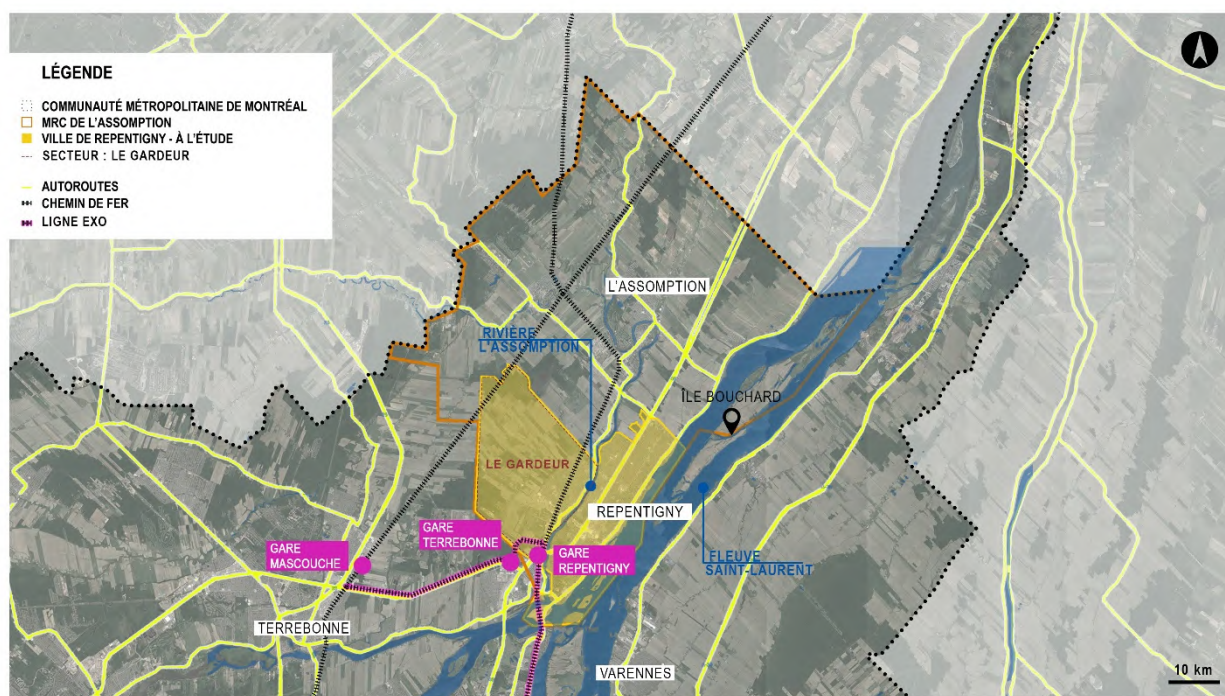


Figure 3 : Ligne Exo et la gare dans Le Gardeur, à Repentigny.

Source : Google Maps, 2022 (fond) ; MTQ, 2022 (réseau ferroviaire) ; MTQ, 2022 (autoroutes) ; Ville de Repentigny, 2022 (bâtiments) ; MERN, 2022 (découpage administratif).

Située à la confluence du Fleuve, de la Rivière-des-Prairies et de L'Assomption, Repentigny jouit d'une position avantageuse, en raison des qualités paysagères qu'amène la proximité des cours d'eau certes, mais aussi du fait qu'elle constitue en quelque sorte un seuil, une articulation entre la campagne et la ville profitant ainsi des services et des infrastructures de chacune. En effet, l'est de l'île de Montréal figure parmi les plus importantes concentrations d'industries de la grande région métropolitaine de Montréal. Cela en faisait un endroit recherché pour le lotissement d'une banlieue.

Le secteur Le Gardeur, situé au nord de la rivière L'Assomption, doit son urbanisation au passage de la voie ferrée reliant Montréal à Joliette, ville de région à fort caractère industriel. La voie ferrée traverse de part en part le territoire de Le Gardeur et attire l'installation d'une usine de munitions lors de la 2e Guerre mondiale et la construction d'ensembles résidentiels (Ville de Repentigny, 2022). Cette ligne ferroviaire est aujourd'hui peu utilisée, sauf pour quelques trains de marchandises.

En lien avec les principes fonctionnalistes qui prévalent lors de son urbanisation après la Seconde Guerre mondiale, Le Gardeur montre une organisation spatiale marquée par une nette ségrégation des activités (Figure 11). Le nord demeure agricole et les activités industrielles se concentrent à l'ouest, dans le prolongement des grandes concentrations de cet ordre de l'île de Montréal. À l'est, les voisinages résidentiels bordent l'infrastructure ferroviaire de part et d'autre. Les cours arrière des voisinages qui longent la rivière s'y aboutent directement alors que de l'autre côté, une piste cyclable, aménagée à la fin des années 1980, est intercalée entre la voie ferrée et les terrains privés.

Par ailleurs, l'implantation de la gare du train de banlieue EXO (Terrebonne – Montréal) en marge de Le Gardeur constitue un attrait pour le développement éventuel de quartier de type *Transit Oriented Development* (TOD). Cela est identifié comme tel dans les derniers documents de planification de la CMM et de la MRC (MRC de L'Assomption, 2012). Toutefois, le projet a été mis de côté en raison de la forte opposition des riverains (Institut du Nouveau Monde, 2021) qui craignent d'être expropriés ou de voir apparaître des immeubles hauts et très denses. Il est à souligner que ce site présente plusieurs contraintes sonores, en lien avec la proximité de l'autoroute 40 et le trafic ferroviaire.

PERTINENCE DU CAS À L'ÉTUDE

Contrairement aux autres études de cas, il n'y a dans celle-ci ni projets ni enjeux particuliers ayant été l'objet d'une démarche de prise en charge qui serait à analyser comme tel. Cependant, Le Gardeur constitue un cas de figure typique, si ce n'est un véritable archétype des ensembles standardisés résultant d'une opération de lotissement, un des principaux modèles d'urbanisation au 20^e. Le Gardeur est la contrepartie de Mont-Royal montrant l'apport d'une planification fine, et qui plus est, ayant fait école. Ces cas permettent d'étudier les modalités de cohabitation – ou de coexistence – avec des infrastructures ferroviaires, et ce, en vue d'une éventuelle généralisation quant à la prise en charge de l'environnement sonore en aménagement, particulièrement à l'apport du design urbain. D'ailleurs, la différence notable relativement à la quantité de documents, plans et études diverses, témoigne des approches de planification de ces deux cas ; la documentation est particulièrement riche pour Mont-Royal alors que pour Le Gardeur les documents requis par LAU en constituent l'essentiel.

Comme Le Gardeur montre plusieurs passages à niveau et deux modalités d'aboutement aux infrastructures ferroviaires, on se penchera sur l'apport de la piste cyclable, d'un point de vue d'atténuation du bruit. Également, on s'intéressera aux projets, envisagés ou discutés, de trains de banlieue. Une attention particulière sera portée à l'arrimage entre atténuation du bruit et portée structurante de l'aménagement des lieux. Cela permettra d'apprécier la considération des impacts sonores des activités ferroviaires sur les milieux résidentiels, et ce, non seulement en termes de gestion des nuisances, mais aussi en regard de la mobilisation du design urbain. Dès lors, la revue des documents d'aménagement et de presse en regard de la piste cyclable et du réseau de train de banlieue dans ce secteur constituera l'essentiel de la partie *Évolution et principales parties prenantes*.

Toutefois, il importe de souligner que cette étude de cas exigerait des recherches approfondies, notamment dans les archives (documents de planification, procès-verbaux, etc.), afin de bien cerner la façon dont les installations ferroviaires et leurs impacts sur l'environnement sonore ont été pris en considération. En effet, il y a très peu de recherches qui ont été menées sur l'histoire et en particulier sur les modalités de planification des banlieues au Québec. Ici, compte tenu des ressources disponibles dans le cadre de cette recherche, nous nous limitons à un survol, première exploration en vue de recherches futures.

1. Évolution et principales parties prenantes

Le chemin de fer est au cœur de l'évolution de Le Gardeur et la cohabitation avec les résidences ne pose pas de problème. Comme dans beaucoup de cas, lors de la révolution industrielle, le chemin de fer contribue au développement économique (Courville, 1990). C'est ainsi qu'il arrive en 1903 dans le paysage agricole de la rive-nord de la rivière L'Assomption, à proximité du petit noyau villageois fondé en 1857 sous le nom de Saint-Paul-l'Ermité. Le lien entre Joliette, nommée alors De L'industrie, et Montréal génère quelques retombées pour le secteur, ne serait-ce qu'un arrêt qui le positionne dans le circuit de l'activité industrielle. Puis, lors de la Deuxième Guerre mondiale, il amène dans son sillage l'installation d'un immense complexe industriel, l'usine de munitions *les Arsenaux Canadiens*, aujourd'hui la *General Dynamics* (Ville de Repentigny, 2022), qui deviendra une importante source d'emplois. La construction de l'autoroute 40 à la fin des années 1960, dans l'emprise notamment d'anciens chemins, la proximité de plusieurs zones industrielles, dont les raffineries de Montréal-Est, l'abondance et le faible coût des terrains font de Le Gardeur un endroit propice pour la suburbanisation. Ainsi, à l'instar de plusieurs municipalités de la périphérie montréalaise, la petite municipalité s'urbanise par lotissements interposés (Figure 4), sans grand plan d'ensemble et avec peu d'équipements afin de maintenir au minimum les taxes foncières (Beaudet, 2021).



Figure 4 : Le noyau villageois de Le Gardeur en 1964 avec en transparence la trame actuelle

Source : Collection générale, GéoIndex, Université Laval.

La ligne Montréal-Joliette inaugurée en 1903 passe en plein centre de Le Gardeur à travers les champs agricoles. L'usine de munition (surimprimé brun) prend place au nord-ouest de la voie ferrée, tandis que le village de Le Gardeur se déploie à l'est, le long de la rivière.

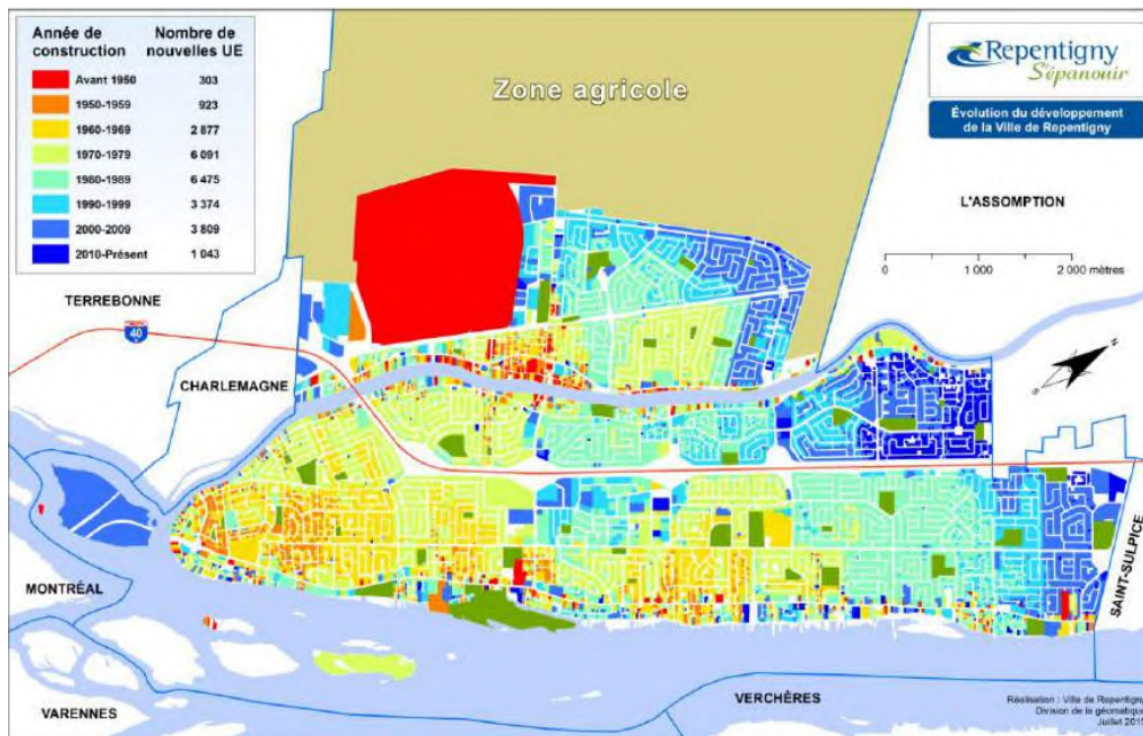


Figure 5 : Évolution du développement de la Ville de Repentigny.

Source : Ville de Repentigny, 2015.

L'urbanisation de Repentigny et du secteur Le Gardeur s'est déployée du sud vers le nord. La portion longeant la rivière L'Assomption a été la première à être développée avec son petit noyau villageois faisant face à celui de Repentigny. C'est à partir des années 1960 que la suburbanisation se fait, principalement autour du noyau ancien. Les abords de la voie ferrée, hormis le noyau ancien, se développent à partir des années 1970.

À ce jour, nos recherches montrent que seules les nuisances sonores associées au bruit routier de l'autoroute 40 soulèvent des préoccupations citoyennes tangibles. Un mur antibruit a d'ailleurs été construit en 2022 après plusieurs années de représentations citoyennes (Figure 5). La revue de presse effectuée à ce jour n'a pas révélé de conflits en lien avec l'infrastructure ferroviaire ou d'enjeux propres aux nuisances sonores. En effet, le passage des trains y est peu fréquent et principalement en journée.



Figure 6 : Des riverains de l'autoroute [40 à la hauteur de Repentigny] réclament un mur antibruit.

Source : L'Artisan, 1999.

Les nuisances sonores de l'autoroute 40 font l'objet de plainte à la fin des années 1990, et ce, en raison de l'augmentation du trafic. Tant la pollution de l'air que sonore est dénoncée. L'article fait référence à plusieurs études faisant état d'un dépassement du seuil de tolérance, soit 78 décibels contre les 60 dB admis. Un mur antibruit sera construit en 2022. On remarquera les propos de Guy Chevette, alors ministre des Transports du Québec, quant au financement des murs antibruit pour les ensembles développés à partir de 1998.

Bien que de prime abord, le bruit ferroviaire ne semble pas avoir fait l'objet de préoccupations tant dans la mise en espace du secteur que du côté des citoyens, le plan d'urbanisme de Le Gardeur (CONSAUR, 1989) met en lumière deux éléments. Premièrement, il révèle l'intérêt des pouvoirs publics pour requalifier la ligne de chemin de fer pour le transport en commun sur rail desservant l'est de Montréal. Deuxièmement, le document révèle la planification d'un réseau cyclable à travers Le Gardeur longeant la voie de chemin de fer sur son flanc nord. Ce choix laisse envisager une prise en charge implicite du sonore.

LE TRANSPORT EN COMMUN SUR RAIL, UN RÊVE DE LONGUE DATE

Afin de nourrir ses aspirations de transport en commun sur rail, la Ville de Le Gardeur réserve dès 1989 un terrain à l'est de son territoire pour une gare et son stationnement (Figure 7). Le site se trouve à l'intersection d'une collectrice qui devait initialement relier Repentigny et l'autoroute. Toutefois, ce projet ne se concrétisera pas.

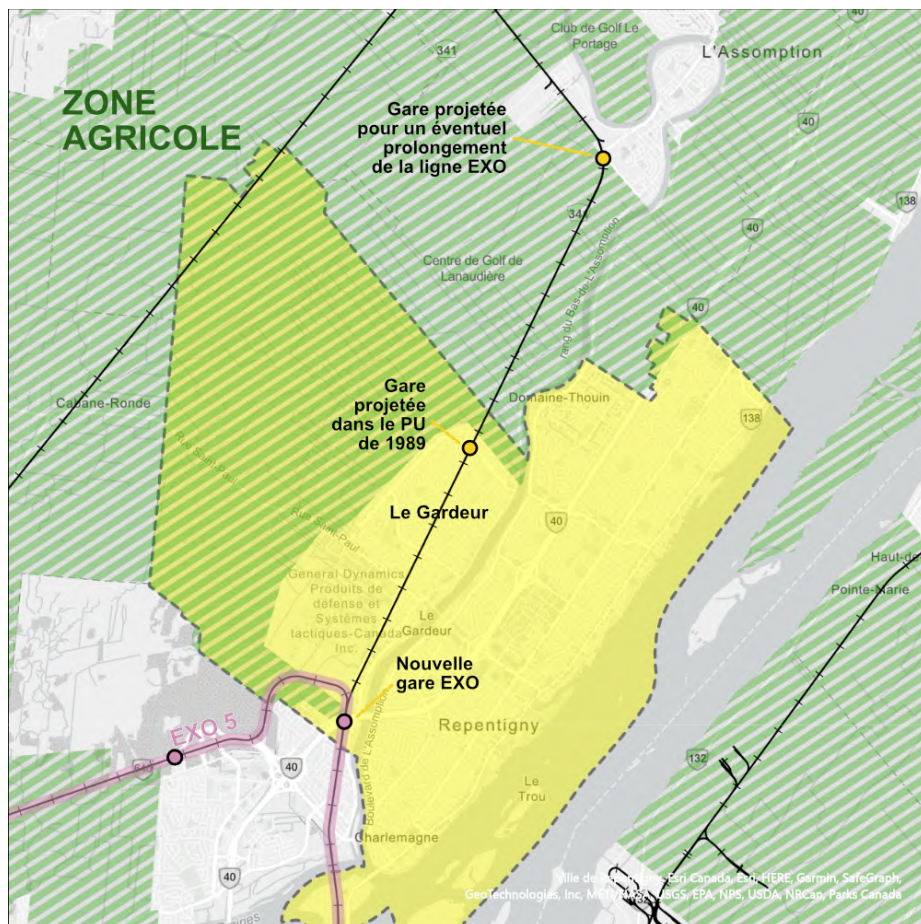


Figure 7 : Repentigny, sa zone agricole et son réseau ferroviaire.

Source : Fonds de carte ESRI, Données ouvertes Québec.

Le Gardeur est entouré de plusieurs lignes de train et à proximité de plusieurs pôles d'emplois ces qualités associées avec l'abondance de terrains libres de construction font de ce secteur un endroit convoité depuis longtemps.

La ligne EXO 5 – Mascouche, inaugurée en 2014 ne traversera finalement pas le secteur de Le Gardeur pour atteindre L'Assomption. Après l'analyse de plusieurs scénarios (Bureau d'audiences publiques sur l'environnement, 2009), une boucle à la porte ouest de Repentigny pour rejoindre Mascouche au nord sera préférée. Ainsi la gare de Repentigny sera construite à la frontière de Charlemagne, à l'intersection de l'autoroute (Figure 7).

Les pressions sociales pour obtenir un prolongement vers L'Assomption restent vives (Lapointe, 2020). Avec l'annonce récente par le gouvernement d'une possible prolongation du REM de l'Est dans le sud de Lanaudière, appuyée par les acteurs municipaux (Media, 2020 Ouellette-Vézina, 2022), l'intensification des activités du corridor ferroviaire de Le Gardeur demeure une possibilité. Cela ajoute à l'attrait certain qu'exerce Le Gardeur pour les promoteurs immobiliers.

Ces possibilités soulèvent plusieurs questions quant à leurs impacts sur la cohabitation/coexistence paisible avec les riverains, jusqu'à présent habitués à des passages sporadiques du train. Dans cette optique, il convient de se demander si la piste cyclable longeant la voie ferrée suffirait à atténuer l'effet de cette potentielle intensification.

LA GARE DE TRAIN DE BANLIEUE EXO

En fonction depuis 2014, le train de banlieue EXO permet de relier la couronne nord de Montréal au centre-ville. À partir de la gare de Repentigny, une ligne se rend à Terrebonne et l'autre va vers Montréal (Figure 8). Un lien reliant L'Assomption empruntant la voie ferrée du CN a été étudié par l'AMT (BAPE, SADr 2012) (Figure 7), mais mis de côté. Plus récemment, il a été avancé que le projet du REM de l'Est pourrait se rendre jusqu'au sud de Lanaudière (Quellette-Vézina, 2022).



Figure 8 : Gare Exo de Repentigny

Source : Google Maps. 2022.

Située à l'extrémité ouest de Le Gardeur, la gare de train de banlieue EXO profite de la proximité de l'autoroute 40 et de la zone industrielle. Tel que le stipule le PMAD, une aire TOD doit être aménagée dans un rayon de 1 km de la gare.

RÉSEAU DE PISTE CYCLABLE

Alors que l'urbanisation de la partie sud bat son plein entre 1970 et 1980 (Figure 9), le PU planifie le développement de la partie nord autour d'unités de voisinage. Une attention particulière est portée sur le transport régional, le transit vers sa voisine Repentigny, de même qu'aux déplacements au sein des quartiers, et ce, malgré l'identification de la voie ferrée comme un obstacle.



Figure 9 : Les grandes infrastructures de circulation.

Source : Plan d'urbanisme de Le Gardeur, 1989.

Le plan d'urbanisme de Le Gardeur de 1989 prévoyait un vaste réseau cyclable longeant notamment la voie ferrée et reliant plusieurs infrastructures urbaines (gare, écoles, installations sportives, etc.).

Le plan d'urbanisme de 1989 (CONSAUR, 1989) de l'ancienne ville de Le Gardeur planifie une importante urbanisation en réponse au boom démographique en cours depuis le début des années 1980. La portion au nord de la voie ferrée fait l'objet d'un vaste plan d'urbanisation, incluant la construction d'infrastructures, de services et d'équipements (figure 9). À ce titre, un réseau d'espaces verts comptant une piste cyclable longeant la voie ferrée est prévu. Cette piste cyclable est essentiellement présentée comme moyen de répondre aux besoins en espaces verts de récréation pour les citoyens ; l'atténuation du bruit n'est pas mentionnée.

Conséquemment, les lots du côté nord de la voie ferrée sont ainsi légèrement plus éloignés du chemin de fer que ceux du côté sud (Figure 9).

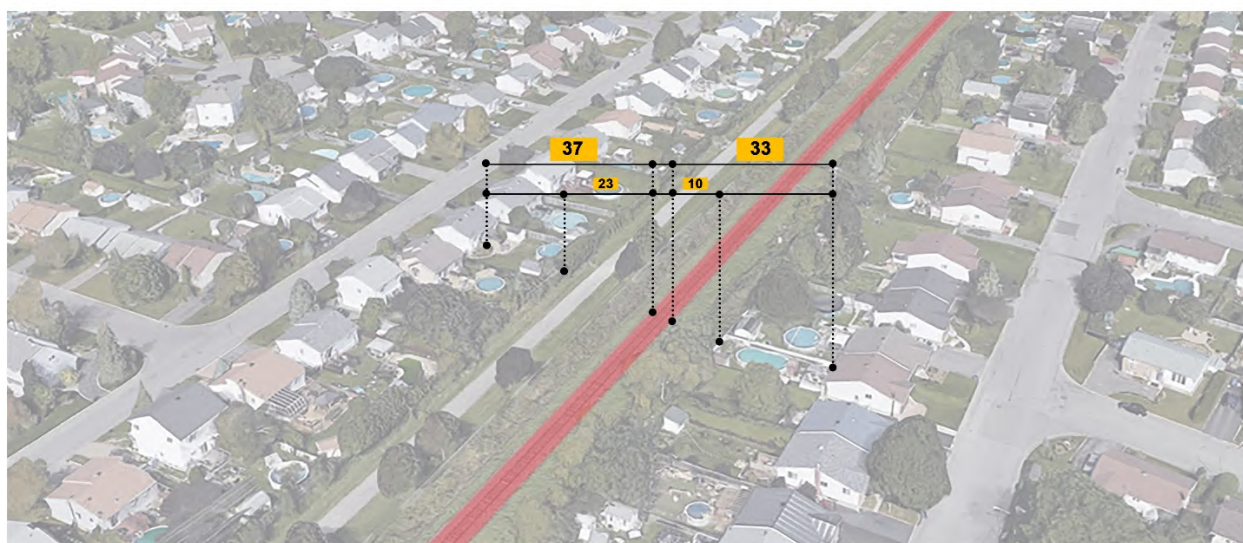
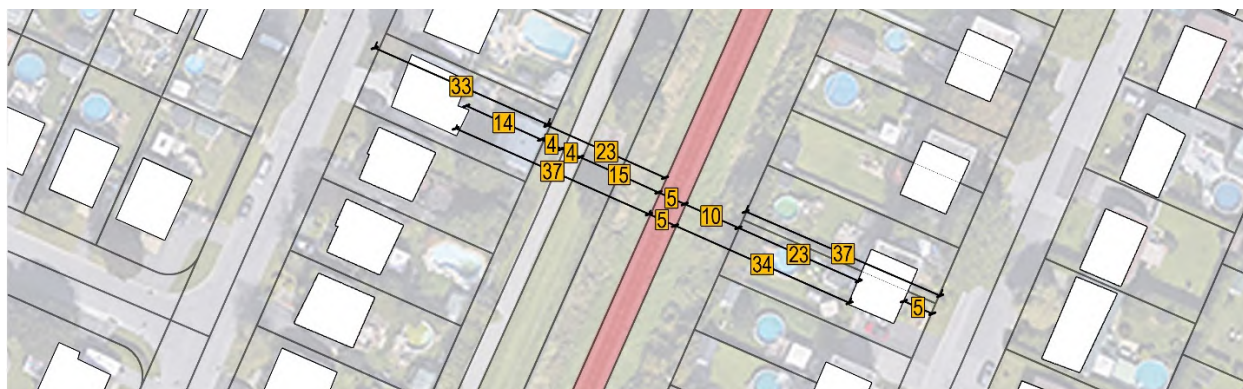


Figure 10 : Éloignement (en mètres) des résidences le long de l'infrastructure ferroviaire.

Source : Google Earth, 2022.

Les maisons au nord (à gauche) de l'infrastructure ferroviaire sont légèrement plus éloignées (environ 4 m) que celles au sud (à droite). Ce faisant, les lots sont moins profonds au nord. Toutefois, ce décalage laisse possible un éventuel dédoublement du chemin de fer.

2. Contexte urbanistique

Ce contexte s'articule autour de deux volets : une caractérisation morphologique et une présentation des principaux outils d'aménagement et d'urbanisme. Pour faciliter la lecture, rappelons que la caractérisation morphologique met en évidence, comme son nom l'indique, les grandes caractéristiques du paysage et de la forme urbaine qui le constituent. Les principaux outils de planification font référence à l'ensemble des plans visant à encadrer à la fois les processus d'aménagement et la mise en forme des espaces comme tels. Cette partie fait ressortir les orientations, les objectifs et les paramètres d'intervention.

Dans un premier temps, une courte présentation de la ville de Repentigny aidera à mieux cerner la spécificité du secteur Le Gardeur. Ce dernier fera l'objet d'une caractérisation morphologique suivie par une présentation des principaux outils d'urbanisme.

La ville de Repentigny se déploie de part et d'autre de la rivière L'Assomption : la rive nord compte le secteur Le Gardeur et un vaste territoire agricole tandis que la rive-sud, traversée par l'autoroute 40, est entièrement urbanisée. De façon générale, ce territoire montre encore les traits de la campagne : l'agriculture demeure très présente, et hormis les secteurs urbanisés, on trouve un paysage hérité du système seigneurial de côté et de rang qui a jeté les bases de l'organisation spatiale au Québec (Courville, 1990 St-Arnaud, 2015). On remarque tantôt des petits lotissements, tantôt de petites concentrations de maisons le long des rangs et montées (Figure 11).

Comme il a été mentionné, l'organisation spatiale de Repentigny comme du secteur Le Gardeur est typique des banlieues de l'après-guerre reprenant principes fonctionnalistes : ségrégation nette des fonctions, voies de grand transit comme ossature du territoire et homogénéité tant dans le traitement de la voirie que du tissu urbain. Accueillant une importante concentration de commerces de grande surface rayonnants l'échelle régionale, le boulevard Brien fait office de centre-ville (Figure 12). Les équipements publics sont majoritairement implantés sur les voies collectrices nord-sud des ensembles résidentiels. Outre une petite concentration commerciale près du noyau villageois de Le Gardeur, ce secteur est essentiellement résidentiel.

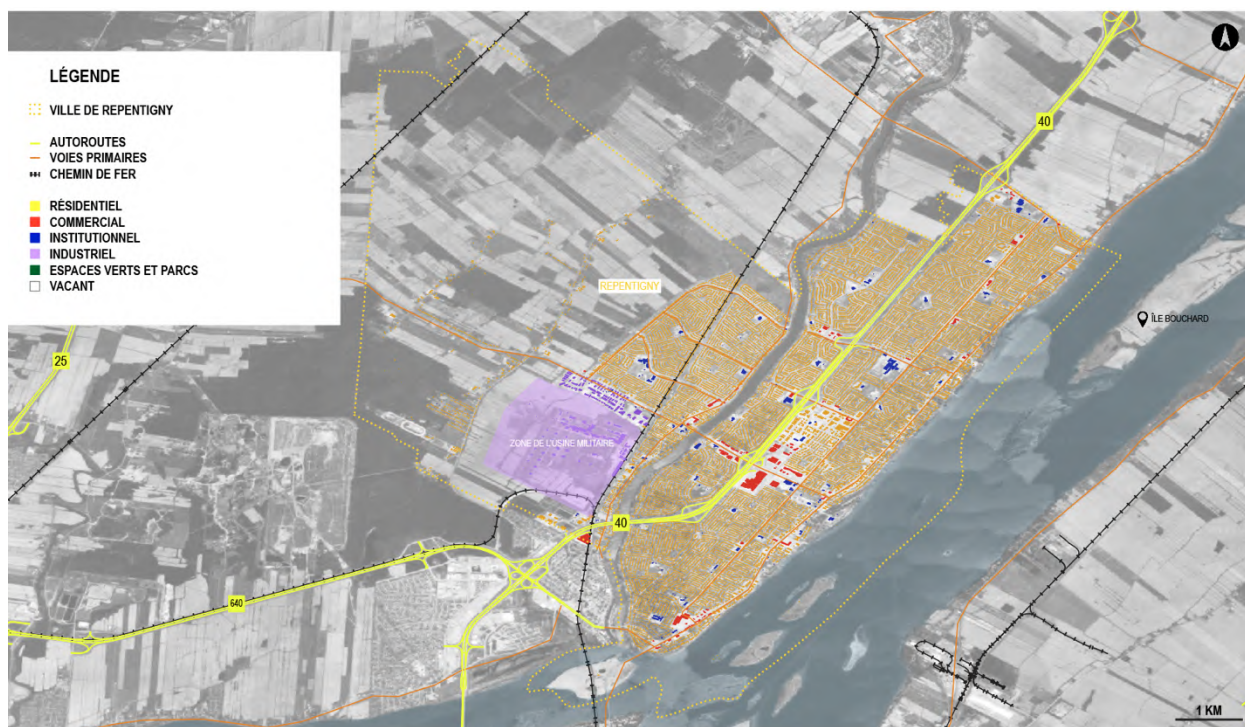


Figure 11 : Localisation des activités à Repentigny.

Source : Google Maps, 2022 (fond) ; MTQ, 2022 (réseau ferroviaire) ; MTQ, 2022 (autoroutes) ; Ville de Repentigny, 2022 (bâtiments) ; MERN, 2022 (découpage administratif).

2.1 CARACTÉRISATION MORPHOLOGIQUE DE LE GARDEUR

Le Gardeur a la particularité d'être traversé en son centre par une infrastructure ferroviaire ; ce n'est cependant qu'en vertu de sa localisation que celle-ci se présente comme l'épine dorsale du secteur. Son effet structurant se limite à définir deux grands voisinages et l'organisation de l'ensemble laisse penser à une volonté d'ignorer l'infrastructure ferroviaire. Cela s'explique notamment par une urbanisation par lotissements interposés comme il a été expliqué plus haut, qui rejoint le modèle Levittown, lotissement de banlieue étatsunienne célèbre pour sa standardisation (Teaford, 2008).

L'organisation spatiale, marquée par une ségrégation nette des activités, suit le concept d'unité de voisinage selon lequel la taille des ensembles résidentiels est définie en fonction de la capacité d'accueil des équipements publics, principalement des écoles primaires (Singhal, 2011). Ces équipements sont placés sur les voies dites collectrices pour en faciliter l'accessibilité. Cela contribue à une certaine hiérarchisation des voies, qui sans la présence d'équipements publics, ici des écoles et des terrains de jeu, se distingueraient à peine. Comme on peut le voir sur la carte (Figure 12), on trouve plusieurs de ces petites centralités composées d'équipements publics, chacune située sur une des collectrices reliant les secteurs de part de d'autres de l'infrastructure ferroviaire. De la sorte, ces voies sont ponctuées de passages à niveau.



Figure 12 : Localisation des activités du secteur Le Gardeur et infrastructures de transport d'importance.

Source : Google Maps, 2022 (fond) ; MTQ, 2022 (réseau ferroviaire) ; MTQ, 2022 (autoroutes) ; Ville de Repentigny, 2022 (bâtiments) ; MERN, 2022 (découpage administratif).

Les centralités de voisinage sont de moindre envergure. En lien avec une organisation spatiale basée sur les unités de voisinage, les centralités sont constituées d'équipements publics. La plus importante est à l'ouest, sur le boulevard Paré. La gare EXO est à l'extrémité de Le Gardeur, au croisement de l'autoroute. Le boulevard Le Bourg Neuf, à la façon d'une voie de contournement, encercle au nord les ensembles résidentiels et longe les terres agricoles, gardant possible une éventuelle urbanisation. Ses abords figurent parmi les zones les plus récemment urbanisées.



Figure 13 : Vue panoramique du passage à niveau de la rue Saint-Paul.

Source : Tanios El Hayek, 2022.

À proximité de la zone industrielle, ce passage à niveau est le plus imposant de Le Gardeur. On aperçoit, en haut à droite, une résidence et à gauche un terrain de jeu.

Ci-bas, les passages à niveau caractéristiques de Le Gardeur. Hormis le passage à niveau bordant le parc industriel (rue Saint-Paul), les passages à niveau sont généralement éloignés des petites centralités d'équipements publics. La sécurité de la traverse est assurée par des barrières et une signalisation sonore. Un trottoir, d'un seul côté, accommode la traverse des piétons.



Vue vers l'est du passage à niveau du boulevard J-A Paré.

Source : Tanios El Hayek, 2022.



Vue vers l'est du passage à niveau de la rue de la Paix.

Source : Tanios El Hayek, 2022.



Vue vers l'est du passage à niveau du boulevard Le Bourg Neuf.

Source : Tanios El Hayek, 2022.

Deux tunnels, un ferroviaire et un piéton, sont aménagés en dessous d'une voie routière passante (Figure 14). De plus, un passage couvert est présent en direction de Terrebonne. Ce dernier fait une courbe entre la station d'épuration des eaux et l'usine de munitions (Figure 12). Les deux tunnels et le passage couvert n'ont pas le bruit comme raison de construction. Les deux tunnels parallèles qui permettent le passage du train et des piétons respectivement sous l'autoroute ont semblablement un motif esthétique et structurel.

Le passage couvert du chemin de fer ne l'est qu'à l'extérieur de la courbe et au-dessus du train sur une longueur d'environ 1 km. Tronçon passant sur les terrains de General Dynamics, l'usine de munitions militaires, le mur est

présent pour protéger les passagers du train contre les risques d'explosion (Bureau d'audiences publiques sur l'environnement, 2009).

Dans la ville voisine de Charlemagne, il est possible d'observer sur la Figure 16 la présence d'un écran antibruit séparant l'infrastructure ferroviaire d'un quartier résidentiel. La présence de cet écran émane de la réglementation en vigueur et se veut une zone tampon entre l'usage désigné industriel de l'infrastructure ferroviaire située à Le Gardeur et une zone résidentielle de Charlemagne (Ville de Repentigny, 2015a).



Figure 14 : Tunnels de la gare EXO.

Source : Tanius El Hayek, 2022.



Figure 15 : L'autoroute 40 qui passe au-dessus de la gare EXO.

Source : Tanius El Hayek, 2022.



Figure 16 : Fin du chemin de fer couvert et écran antibruit entre Le Gardeur et Charlemagne.

Source : Tanius El Hayek, 2022.

2.2 OUTILS D'AMÉNAGEMENT ET D'URBANISME

L'aménagement du territoire de la Ville de Repentigny est régi par la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM), par l'entremise de son Plan métropolitain d'aménagement et de développement (PMAD), puis par la Municipalité régionale de comté (MRC) de L'Assomption et de son Schéma d'aménagement et de développement (SAD) (Figure 17). Ces outils d'aménagement et d'urbanisme offrent de grandes orientations à partir desquelles le plan d'urbanisme est élaboré selon le principe de conformité. Ainsi, l'échelle de la ville comme telle est traitée dans le Plan d'urbanisme (PU) de Repentigny.

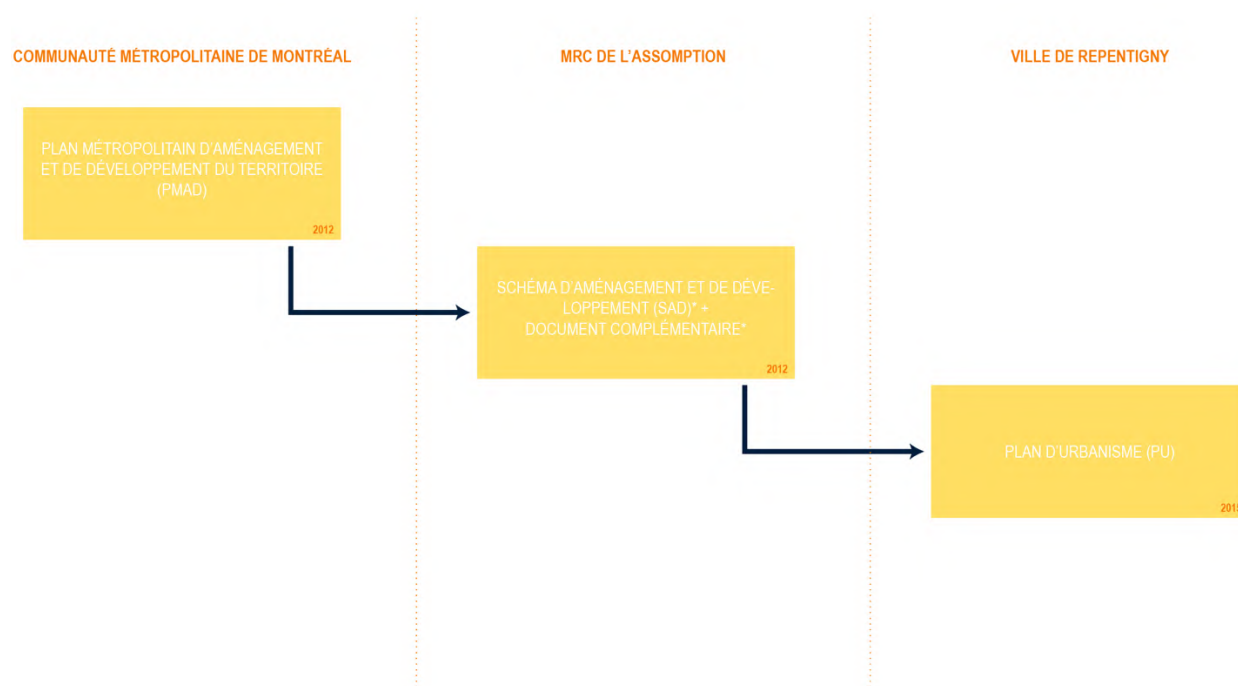


Figure 17 : Cadre institutionnel applicable à la Ville de Repentigny.

Source : Coralie Carboneau, 2022.

La planification du territoire de la Communauté Métropolitaine de Montréal (CMM)

Publié en avril 2012, le PMAD présente trois grandes orientations placées sous le signe du développement durable : aménager des milieux de vie durables et des réseaux de transport performants et structurants, protéger et mettre en valeur l'environnement. Plus particulièrement, les transports en commun et les milieux naturels sont des thèmes récurrents dans le PMAD (Communauté Métropolitaine de Montréal, 2012).

Afin d'augmenter la part modale du transport en commun et de la mobilité active, la CMM prévoit concentrer 40 % de son urbanisation dans un rayon d'un kilomètre des stations – actuelles et projetées – de métro, de train de banlieue et d'autobus à haute fréquence de passages. Ces quartiers de type *Transit-oriented development* (TOD) font l'objet de critères d'aménagement ciblés, principalement axés sur la densité, le transport collectif et actif, ainsi que sur la qualité et la diversité du cadre bâti.

Bien que la qualité de l'environnement sonore n'y soit pas explicitement traitée, les nuisances sonores, le bruit et les vibrations sont toutefois identifiés comme une des six contraintes majeures pouvant générer des risques dans le Grand Montréal. Plus précisément, les réseaux routier et ferroviaire sont considérés comme « sources possibles de risques à l'égard de la sécurité, de la santé et du bien-être général de la population ». Conséquemment, la CMM demande aux MRC de s'inspirer de la politique provinciale sur le bruit routier afin de mettre en place des normes,

dont des distances minimales et d'expliciter les conditions permettant de les réduire. En lien avec cette politique, la réduction de l'impact des nuisances sonores prend appui sur des mesures correctives (mesures d'atténuation telles des écrans antibruit) et de planification intégrée (identification des zones de contraintes, fixation de règles minimales en matière de zonage ou lotissement, prohibition d'usage sensible ou mise en place de mesures d'atténuation) (Ministère des Transports, 1998). À ce titre, les MRC sont invitées à aménager des zones tampons autour des pôles logistiques d'intermodalité de transport afin d'en réduire les impacts négatifs, notamment le bruit.

La planification du territoire de la MRC de L'Assomption

Le SAD de troisième génération est entré en vigueur en décembre 2012 (MRC de L'Assomption, 2012). À cette époque, le projet de train de banlieue était en cours de conception. Partie prenante à la fois de la dynamique métropolitaine de Montréal et régionale de Lanaudière, La MRC souhaite consolider cette double appartenance et assumer son « rôle de pôle social, culturel et économique ». Pour ce faire, elle vise notamment à être reliée « par un réseau de transport et de communication optimal à l'ensemble du territoire métropolitain et lanauois », ce qui inclut les infrastructures ferroviaires.

Le bruit, en tant que nuisance, est abordé dans le chapitre 11 concernant les éléments de contraintes d'origine anthropique. L'autoroute 40 y est identifiée comme source majeure de pollution sonore. La zone urbaine touchée est délimitée et fait l'objet de dispositions spéciales, dont la mise en place de mesures réduisant le niveau de bruit à 55 dBA $L_{eq, 24h}$. Le réseau ferroviaire ne fait pas, quant à lui, l'objet de mention particulière. Il est néanmoins souligné que ce réseau traverse un milieu particulièrement dense (Charlemagne et Repentigny). En raison du transport de produits dangereux, « une profondeur minimale accrue des lots résidentiels adjacents à un tel réseau » est requise dans le SAD comme dans le document complémentaire. Toutefois, des normes minimales ne sont pas spécifiées. Par ailleurs, la MRC exige les municipalités à « prévoir des mesures d'intégration des nuisances lors de la planification détaillée adjacente à une gare de train de banlieue » en référant aux contraintes à l'occupation du sol identifiées au chapitre 11.

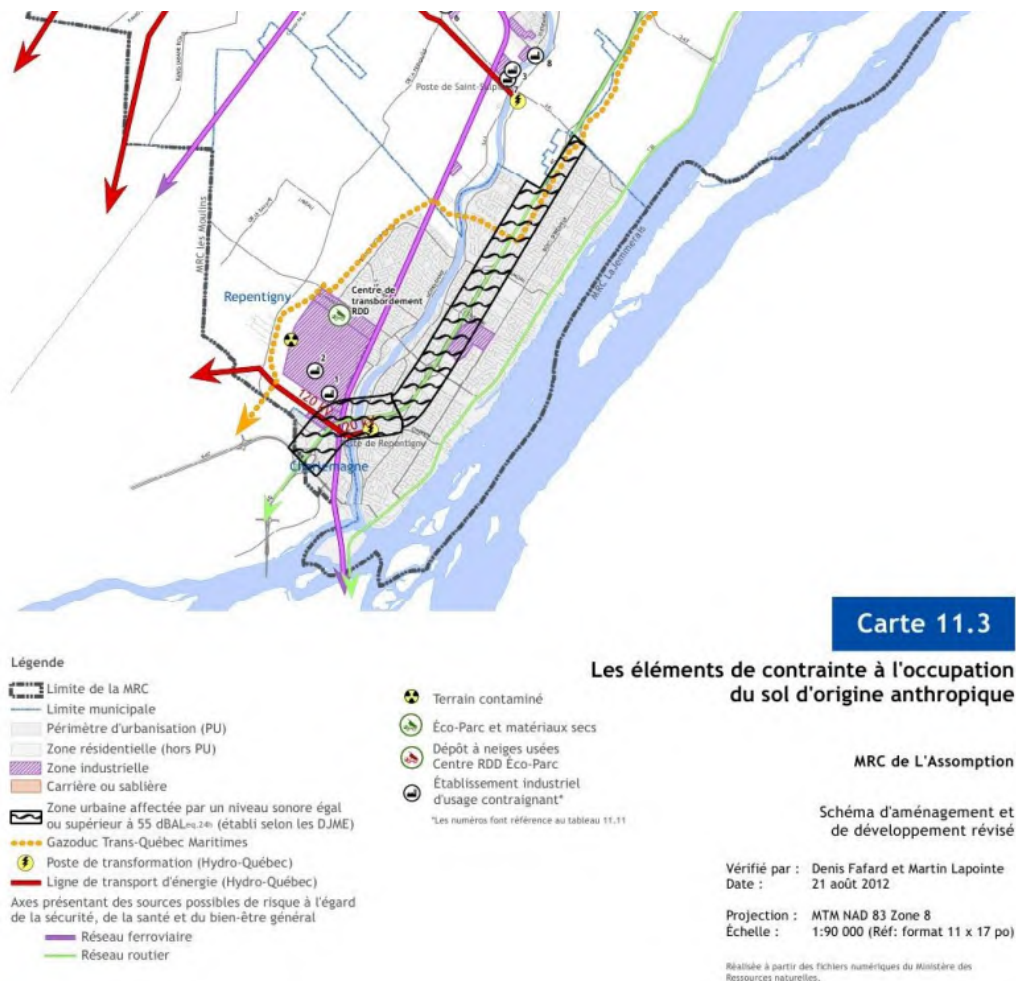


Figure 18 : Les éléments de contraintes à l'occupation du sol d'origine anthropique.

Source : SADD, 2012.

Cet extrait montre la zone de contrainte sonore engendrée par le bruit routier de l'autoroute 40 où le niveau sonore dépasse 55 dBA $L_{eq,24h}$.

La planification du territoire de la Ville de Repentigny

Dans le plus récent plan d'urbanisme (PU) de Repentigny datant de juillet 2015 (Ville de Repentigny, 2015a), l'autoroute 40 est mentionnée comme source de pollution sonore. La zone urbaine affectée par le bruit routier y est aussi délimitée. Des mesures d'atténuation doivent donc être mises en place afin d'amener le niveau sonore égal ou inférieur à 55 dB(A) $L_{eq,24h}$ pour les nouveaux usages sensibles. Le réseau ferroviaire y est seulement décrit comme un « axe présentant des sources possibles de risque à l'égard de la sécurité, de la santé et du bien-être général », tel que retrouvé dans le PMAD.

Il n'y a aucune mention de contraintes sonores dans le PU de 1989 de l'ancienne ville de Le Gardeur (CONSAUR, 1989). Cependant, un des objectifs tient à la planification d'un réseau intégré de parcs linéaires, passant notamment sur les rives de la rivière L'Assomption. Cela donnera lieu à l'aménagement de la piste cyclable longeant l'infrastructure ferroviaire. La construction d'une nouvelle voie rejoignant la General Dynamic est aussi prévue, mais l'impact sonore n'est pas mentionné.

La réglementation applicable à la Ville de Repentigny et à Le Gardeur

Règlement de zonage

En concordance avec les documents de planification précédents, le règlement de zonage (Ville de Repentigny, 2015b) émet des dispositions particulières pour la zone de pollution sonore identifiée en lien avec l'autoroute 40. Il est précisé qu'à défaut de mettre en place des mesures d'atténuation sonores ramenant le niveau sonore égal ou inférieur à 55 dBA $L_{eq, 24h}$, aucun nouvel « usage de nature habitation, institutionnel ou récréatif ne peut être établi à moins de 370 m de la ligne médiane (centre de l'autoroute) de la A-40 [...] lorsque le débit moyen estival de véhicules est évalué à 60 000 véhicules/jour et jusqu'à 450 mètres de la ligne médiane de la A-40, pour un débit moyen estival de 88 000 véhicules/jour ». De plus, les mesures d'atténuation doivent faire l'objet de document et plans supplémentaires démontrant leur efficacité à atteindre les niveaux sonores recherchés et doivent prendre appui sur des études préalablement réalisées par des professionnels qualifiés. De même, des plans et devis doivent être effectués par des professionnels qualifiés. Enfin, un engagement écrit de la part du requérant est exigé.

La frontière avec la ville de Charlemagne fait aussi l'objet d'une disposition particulière visant à réduire les nuisances, dont sonores, liées à la cohabitation des usages industriels, résidentiels et sensibles. Ainsi, « une bande paysagère ou une butte antibruit d'une largeur de 20 mètres, d'une hauteur minimale de 3 mètres et pourvue de deux rangées d'arbres d'une hauteur minimale de 3 mètres à raison d'un arbre aux 8 mètres linéaires » doit être installées en bordure de tout terrain industriel limitrophe à la Ville de Charlemagne. Cette disposition explique la présence d'une butte et d'un mur antibruit entre le chemin de fer (classé usage industriel) situé sur un terrain de Le Gardeur et un quartier résidentiel de Charlemagne (Figure 16). Un règlement similaire n'existe pas pour la Ville de Repentigny.

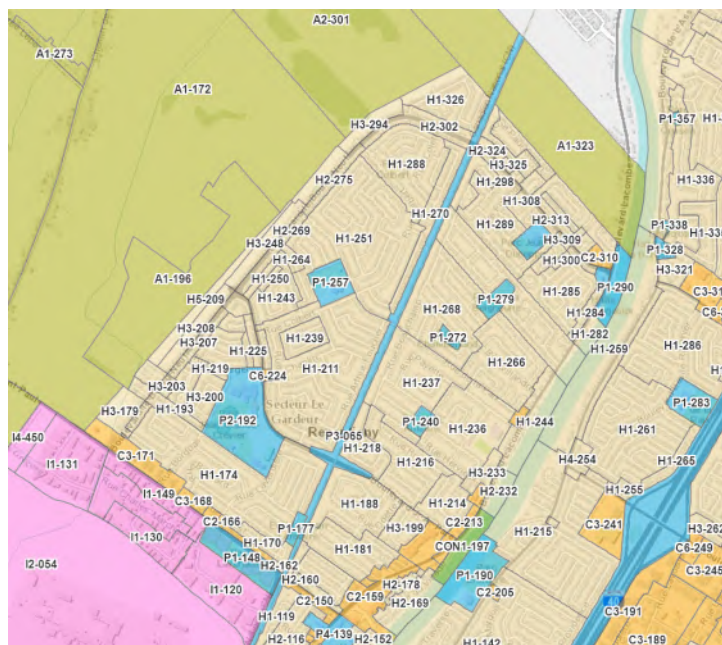


Figure 19 : Extrait du plan de zonage de Repentigny.

Source : Ville de Repentigny, 2015.

Les zones aux abords de la voie de chemin de fer ne font pas l'objet d'un traitement réglementaire spécifique (hormis la zone H1-270 qui introduit seulement la possibilité de construire des jumelés). Tous les lots sont régis par une marge arrière minimale de 8 m, qu'ils soient aboutés directement ou non à la voie de chemin de fer.

Règlement de lotissement

Le règlement de lotissement actuel a également été adopté le 14 juillet 2015 (Ville de Repentigny, 2015d). La recommandation du SADR révisée quant à une profondeur minimale accrue pour les terrains contigus à une voie ferrée ne semble pas avoir fait l'objet de disposition particulière au sein de ce règlement.

Règlement de construction

Le règlement de construction (Ville de Repentigny, 2015c) comprend une série de mesures particulières d'insonorisation concernant « les constructions, destinées aux usages de groupe Habitation, institution ou à un usage récréatif, de plus de deux étages situés dans une zone de pollution sonore routière, tel que défini à l'article 386 du Règlement de zonage ». Les fenêtres et les portes extérieures, de même que la composition des murs extérieurs et des toits, font ainsi l'objet de dispositions précises visant à réduire l'intensité sonore à l'intérieur des bâtiments du bruit routier provenant de l'autoroute 40.

Règlement relatif aux plans d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA)

Une zone commerciale située à l'intérieur de l'aire TOD désignée autour de la gare de Repentigny fait l'objet d'un règlement relatif aux PIIA (Ville de Repentigny, 2015e). Certains critères montrent de façon plus ou moins explicite une prise en charge du bruit. Afin de protéger la quiétude des futures habitations adjacentes à cette zone et à l'autoroute 40, le PIIA exige notamment la prise en compte de « l'effet d'écran acoustique que peut créer un ensemble de bâtiments de nature commerciale par rapport au quartier résidentiel (resserrement optimum des bâtiments entre eux, favorisez une bonne hauteur, etc.) ». De plus, les équipements mécaniques, comme les systèmes de ventilation, doivent être disposés de manière à ce qu'ils soient moins perceptibles des limites du terrain. De façon générale, l'ensemble des bâtiments commerciaux et industriels ne doivent pas constituer une nuisance pour les résidents des zones résidentielles.

Règlement relatif aux projets particuliers de construction, modification ou d'occupation d'un immeuble (PPCMOI)

Adopté en juillet 2015 puis mis à jour en novembre 2022, le règlement relatif au PPCMOI de Repentigny porte sur la construction, l'agrandissement ou la modification d'un bâtiment principal de tout type d'usages sur l'ensemble du territoire de la ville. Les impacts environnementaux, dont le bruit, font partie des critères d'évaluation applicables (Ville de Repentigny, 2015f).

3. Caractérisation de l'environnement sonore

Cette section reprend des éléments de l'Évolution et principales parties prenantes et du Contexte urbanistique afin de proposer une caractérisation de l'environnement sonore.

3.1 CADRE RÉGLEMENTAIRE SPÉCIFIQUE AU BRUIT

Le bruit ferroviaire n'est pas pris en charge par la réglementation en force à Le Gardeur. Quant à la planification, seule une injonction du SADR stipule que, dans l'emprise des infrastructures ferroviaires, seuls des bâtiments liés aux activités ferroviaires sont autorisés.

Communautés touchées et besoins acoustiques différents

Quant à la revue de presse, elle ne révèle pas d'irritants liés au bruit ferroviaire dans le secteur Le Gardeur. Toutefois, l'éventuel projet de transformer la ligne de transport de marchandises en transport en commun exposera de nombreuses résidences à une pression sonore supérieure. Les activités domestiques et récréatives pourraient s'en voir affectées, de même que le sommeil des riverains.

3.2 CARACTÉRISATION ACOUSTIQUE

Émission sonore

Tableau 40. Valeurs moyenne d'émergence – trains de passagers interurbains

Distance (m)	Niveaux de bruit (dBA)											
	St-Lambert		Repentigny		St-Jean (A)		Québec (24e)		Québec (Beaujeu)		Moyenne	
	L ₅₀	L ₉₀	L ₅₀	L ₉₀	L ₅₀	L ₉₀	L ₅₀	L ₉₀	L ₅₀	L ₉₀	L ₅₀	L ₉₀
15	7,7	1,7	7,4	7,6	4,0	1,7	1,8	1,6	6,7	2,8	5,5	3,9
50	5,3	1,5	6,1	4,4	3,4	1,6	1,2	1,4	4,6	2,5	4,1	3,0
100	3,2	1,2	4,6	2,0	2,7	1,4	0,7	1,2	2,7	2,0	2,8	2,3
300	0,4	0,6	1,5	0,1	1,0	0,8	0,1	0,7	0,3	0,9	0,7	1,1

Figure 20 : Valeurs moyenne d'émergence – trains de passagers interurbains

Source : Leroux et al. .2020

Dans le cadre d'une recherche précédente (Leroux et al., 2020), des mesures d'émergence ont été réalisées dans plusieurs localités. Si l'on compare les mesures de Repentigny (Figure 20) aux autres, nous constatons que l'émergence due au passage d'un train y est plus élevée. Cela signifie que le climat sonore autour de la voie de chemin de faire à Le Gardeur est plus calme que dans les autres cas et que chaque passage de train y entrainera plus de dérangement auprès des résidents.

Ambiance sonore

Le bruit routier domine dans tout le secteur de Le Gardeur. Celui-ci vient principalement de l'autoroute, mais aussi des voies importantes mentionnées plus haut. Le boulevard Brien et Lacombe, ainsi que la rue Saint-Paul sont les principaux émetteurs. Autrement, le train de banlieue émet aussi du bruit dans la zone plus à l'ouest du secteur. Durant la recherche, il a été impossible d'assister à un passage du train de la compagnie CN. Toutefois, il est possible d'imaginer que le passage du train produit du bruit, que ce soit à cause des passages à niveau ou simplement à cause du frottement des rails.

4. Références

Beaudet, G. (2021). *Banlieue, dites-vous? La suburbanisation dans la région métropolitaine de Montréal*. Presses de l'Université Laval.

Bureau d'audiences publiques sur l'environnement. (2009). *Projet train de l'Est : Lien Mascouche-Terrebonne-Repentigny : rapport d'enquête et d'audience publique*. Bureau d'audiences publiques sur l'environnement. <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/1902857>

Communauté Métropolitaine de Montréal. (2012). *Plan métropolitain d'aménagement et de développement : Un grand Montréal attractif, compétitif et durable*. http://epe.lac-bac.gc.ca/100/200/300/cmm/grand_montreal_2012_04-ef/20120530_PMad.pdf

Communauté Métropolitaine de Montréal. (2021). *Grand Montréal en statistiques*. Observatoire : Grand Montréal. <https://observatoire.cmm.qc.ca/grand-montreal-en-statistiques/>

CONSAUR. (1989). *Plan d'urbanisme—Le Gardeur 1989*.

Courville, S. (1990). *Entre ville et campagne : L'essor du village dans les seigneuries du Bas-Canada*. Presses de l'Université Laval.

Institut du Nouveau Monde. (2021). *Aire TOD, Gare de Repentigny* [Rapport de consultation].

Lapointe, M. (2020). *Projet de plan stratégique de développement du transport collectif de l'ARTM* [Mémoire]. MRC de L'Assomption.

Lebrun, L. (1999, juin 29). Des riverains de l'autoroute réclament un mur anti bruit. *L'Artisan*, 15.

Leroux, T., Gagné, J.-P., & Lacerda, A. (2020). *Livrable 5—Formuler des recommandations concernant l'exposition au bruit attribuable au transport ferroviaire au Québec, à l'intention des autorités compétentes*.

Media, A. (2020, septembre 2). Prolonger le REM dans Lanaudière? *Mon Joliette*. <https://monjoliette.com/prolonger-le-rem-dans-lanaudiere/>

Ministère de l'Économie et de l'Innovation. (2022). *Région Lanaudière : Occupation du territoire*. <https://www.economie.gouv.qc.ca/pages-regionales/lanaudiere/portrait-regional/occupation-du-territoire/>

Ministère des Transports. (1998). *Politique sur le bruit routier*.

MRC de L'Assomption. (2012). *Schéma s'aménagement et de développement (SADR de 3e génération)*. <https://www.mrclassomption.qc.ca/services/amenagement-du-territoire/schema-d-amenagement-et-de-developpement-revise-sadr/reglement-146>

Ouellette-Vézina, H. (2022, mai 4). Quel avenir pour le « train de l'Est » ? *La Presse*. <https://www.lapresse.ca/actualites/grand-montreal/2022-05-04/prolongement-du-rem-vers-lanaudiere/quel-avenir-pour-le-train-de-l-est.php>

Singhal, M. (2011). *Neighborhood Unit and its Conceptualization in the Contemporary Urban Context* (N° 8-3; p. 81-87). Institute of Town planners.

https://www.researchgate.net/publication/340887219_Neighborhood_Unit_and_its_Conceptualization_in_the_Temporary_Urban_Context

St-Arnaud, P. (2015). *Le rang, entité territoriale distincte de l'agglomération villageoise*. La Société historique de Bellechasse. https://shbellechasse.com/Paul/Le_rang_et%20le_village.html

Statistique Canada. (2016). *Profil du recensement, recensement de 2016 : Repentigny, Ville [Subdivision de recensement], Québec et Québec [Province]*. <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/details/page.cfm?Lang=F&Geo1=CSD&Code1=2460013&Geo2=PR&Code2=24&SearchText=Repentigny&SearchType=Begins&SearchPR=01&B1=All&GeoLevel=PR&GeoCode=2460013&TABID=1&type=0>

Ville de Repentigny. (2015a). *Plan d'urbanisme : Ville de Repentigny*. https://repentigny.ca/sites/default/files/2021-08/ville-repentigny_reglement_437_plan-urbanisme_2021-06.pdf

Ville de Repentigny. (2015b). *Règlement zonage*.

Ville de Repentigny. (2015c). *Règlement de construction*.

Ville de Repentigny. (2015d). *Règlement de lotissement*.

Ville de Repentigny. (2015e). *Règlement relatif aux plans d'implantation et d'intégration architecturale*.

Ville de Repentigny. (2015f). *Règlement relatif aux projets particuliers de construction, modification ou d'occupation d'un immeuble*.

Ville de Repentigny. (2022). *Les Usines Cherrier*. Repentigny. <https://patrimoine.repentigny.ca/la-vie-au-quotidien/les-usines-cherrier/>

VILLE MONT-ROYAL

Projet de REM : un renouveau du chemin de fer pour le meilleur et pour le pire

TABLE DES MATIÈRES

Le REM	5
Pertinence du cas à l'étude	6
1. Évolution et principales parties prenantes	6
1.1 La naissance de Ville Mont-Royal et de la ligne des Deux-Montagnes	6
1.2 Le Réseau express métropolitain.....	9
2. Contexte urbanistique.....	11
2.1 Caractérisation morphologique de la Ville Mont-Royal.....	12
2.2 Outils d'aménagement et d'urbanisme.....	18
2.3 La réglementation applicable aux secteurs à l'étude	21
3. Caractérisation de l'environnement sonore	23
3.1 Cadre réglementaire spécifique au bruit	23
3.2 Caractérisation acoustique.....	27
4. Références	32

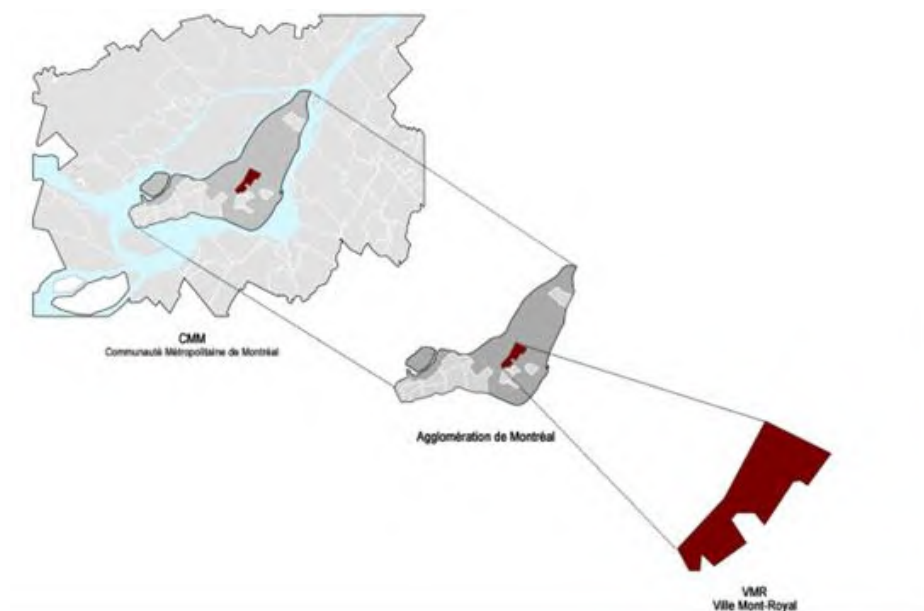


Figure 1 : Instances administratives impliquées pour le cas de Ville Mont-Royal.

Source : Tanios El Hayek, 2022.

VILLE MONT-ROYAL

Projet de REM : un renouveau du chemin de fer pour le meilleur et pour le pire

Située en plein cœur de l'île de Montréal, Ville Mont-Royal (VMR) reprend les attributs d'une cité-jardin. Conçue autour du chemin de fer, qui la traverse selon l'axe nord-sud, soigneusement planifiée et aménagée, VMR est une municipalité particulièrement privilégiée. Bien arrimée au réseau autoroutier et à proximité des grandes concentrations industrielles et commerciales, elle profite d'une bonne desserte de traversée par la ligne EXO (Deux-Montagnes) qui accueillera bientôt le REM (Figures 2 et 3).

VMR est partie prenante d'un vaste projet porté par la Canadian Northern Railway (CNR), dont la réalisation s'est échelonnée sur plusieurs décennies. En effet, l'ensemble résidentiel contribuait au financement des infrastructures ferroviaires, dont un tunnel sous le Mont-Royal, liées au premier train électrique. L'ensemble résidentiel a connu de nombreuses phases de développement respectant le plan d'ensemble élaboré en 1912 par Frederick Todd, architecte paysagiste de renom. Les premiers résidents s'y installent dès 1916 et l'ensemble est complété à la fin des années 1970. Bien que VMR soit considérée par certains comme une banlieue jardin et par d'autres comme cité-jardin, elle constitue une synthèse de différents courants prédominants en urbanisme aux XIXe et XXe siècle (Corboz & Morisset, 2009). Par ailleurs, l'aménagement de l'ensemble marqué par l'association étroite entre organisation spatiale et design urbain s'inscrit dans le droit fil des principes d'organisation spatiale d'Unwin (Unwin, 1994), qui mit en forme le concept de cité-jardin d'Howard (Paquot & Mangematin, 2010). Cela fait dire à l'administration municipale que VMR montre une cohérence en faisant un des grands ensembles urbains développés selon un plan intégré avant l'heure, à Montréal (Ville Mont-Royal, 2017).

Le profil sociodémographique de VMR se démarque significativement de la moyenne de la CMM et confirme l'aisance des ménages. Comptant 20 869 habitants, sa population est riche et éduquée : le revenu médian par ménage est de 109 540 \$ contre 61 790\$ (CMM) et 74 % de la population active détient un diplôme universitaire contre 37%. VMR montre un pourcentage élevé d'immigrants qui représentent 35% de la population contre 23% dans la CMM. 78.1 % de la population totale maîtrise l'anglais et le français. La taille moyenne des ménages est de 2,7 personnes, et 48.1% des ménages sont formés de plus de trois personnes.(Ville de Montréal, 2018)

L'automobile est le moyen de transport le plus adopté à la VMR, 59 % de la population utilise leur voiture pour se rendre au travail face à 25 % en transport en commun (train, autobus, métro) et 14 % en transport actif(Ville Mont-Royal, 2017) .

VMR accueillera très prochainement le *Réseau métropolitain express* (REM) (Figure 4). Bien qu'il emprunte le tracé ferroviaire initial, le REM amènera une intensification très importante du transit. En effet, il opérera 20 heures sur 24 avec une fréquence de passages variant entre 2,5 et 10 minutes aux heures de pointe, puis entre 5 et 15 minutes aux heures hors pointe. Sur la ligne Deux Montagnes traversant VMR, pas moins de 150 passages par jours sont estimés contre 49 auparavant. Il va sans dire que ces changements auront des impacts voire transformeront l'environnement sonore des ensembles qui seront traversés par le REM. À cet égard, de nombreuses inquiétudes ont été exprimées tant par l'administration municipale que par les citoyens de VMR quant aux impacts du REM sur la qualité de l'ambiance générale du milieu.

Engagée à préserver la qualité de vie que VMR offre à ses citoyens, la Ville s'implique avec vigueur et proactivité dans les discussions entourant ce projet. À ce titre, elle a commandé, de son propre chef, des études et proposé des alternatives détaillées en complément des travaux du bureau de projet du REM.

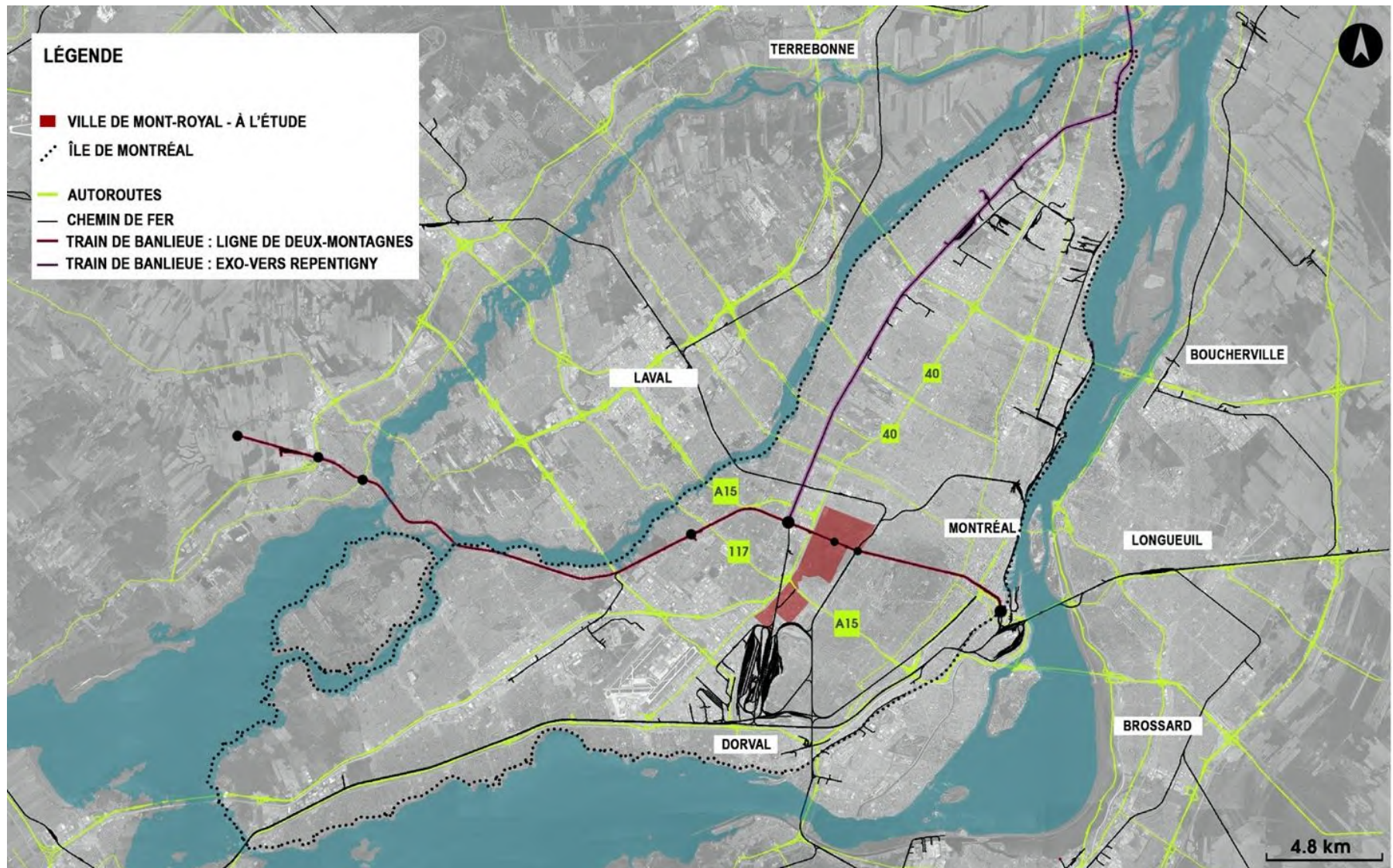


Figure 3: Ville Mont-Royal dans la région métropolitaine de Montréal.

Sources : Google Earth Pro, 2021 (fond); AD, 2022 (routes); AQ, 2022 (réseau ferroviaire).

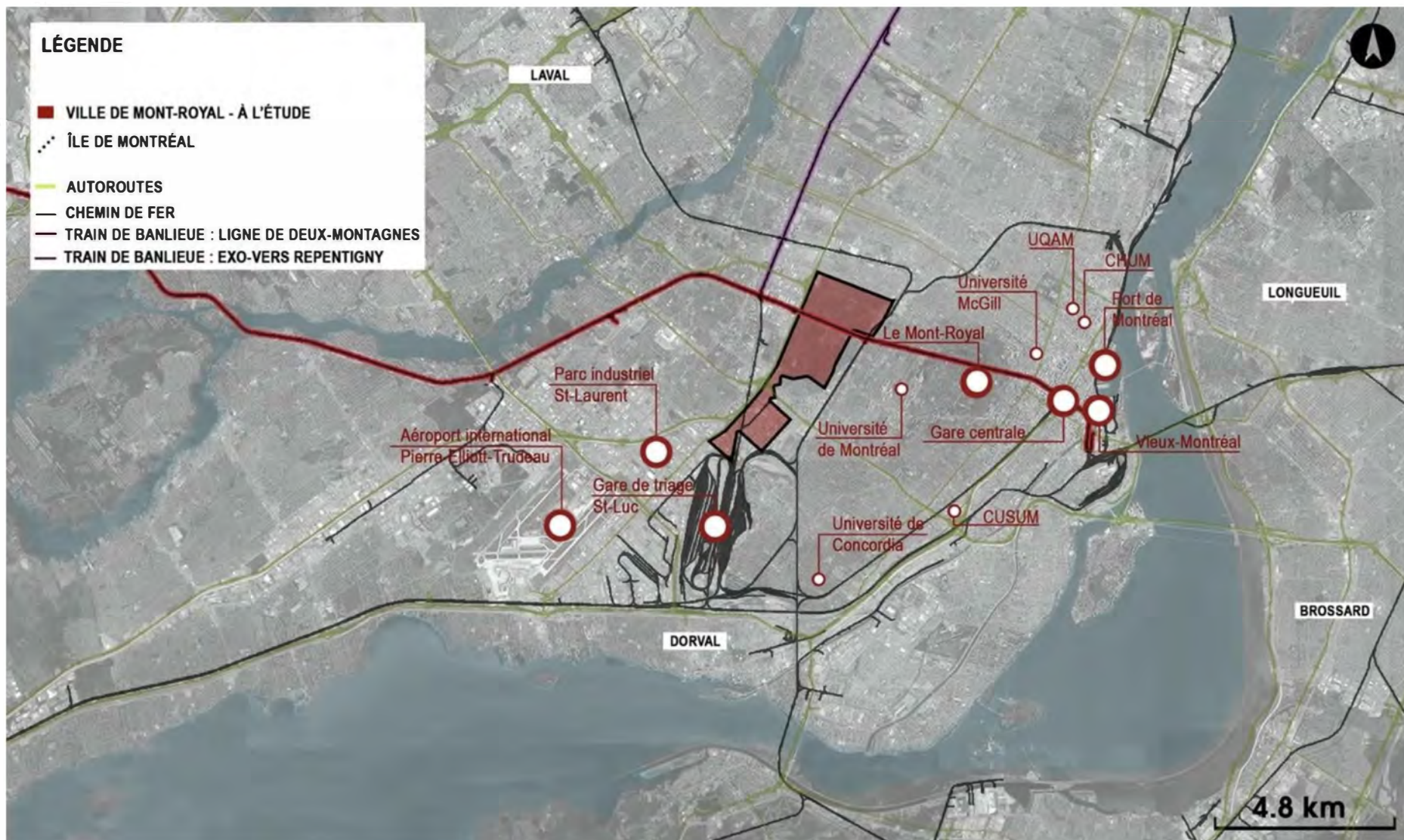


Figure 3 : Ville Mont-Royal dans l'agglomération de Montréal.

Sources : Google Earth Pro, 2021 (fond); AQ, 2022 (routes); AQ, 2022 (réseau ferroviaire).

VMR bénéficie d'une position stratégique, au centre de l'agglomération de Montréal. Traversée par la ligne de train de banlieue Deux-Montagnes qui lui donne naissance, elle est également bordée au sud par la voie du Canadien Pacifique et bien desservie par de grandes voies de transports, dont les autoroutes 15, 40 et 117. Elle est à proximité de plusieurs grands équipements qui rayonnent à l'échelle de la région, voire de la province, ce qui la positionne comme un point de convergence à l'échelle métropolitaine.

LE REM

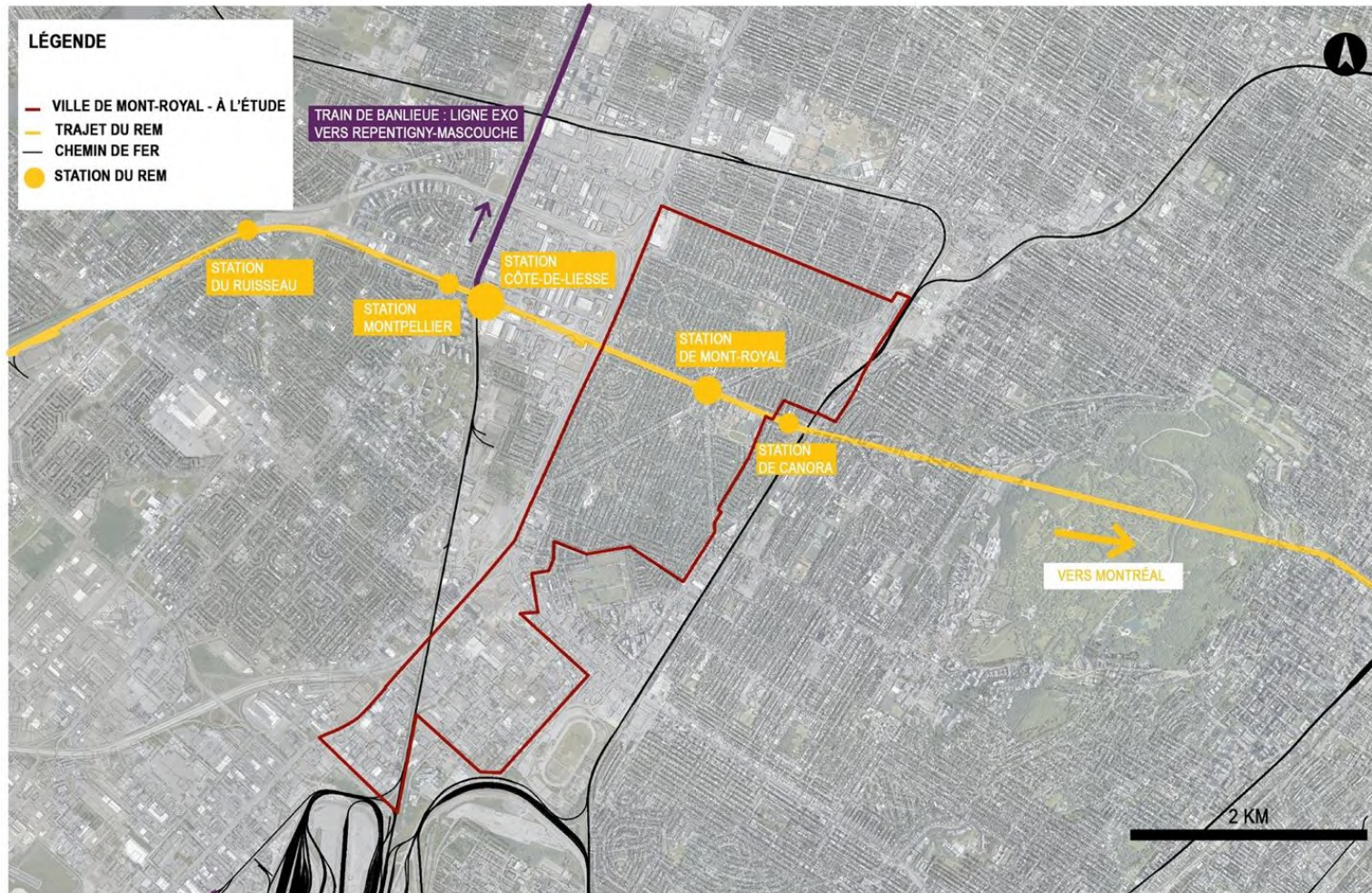


Figure 4 : Le REM dans Ville Mont-Royal.

Source : Google Earth Pro, 2021 (fond); AQ, 2022 (réseau ferroviaire).

Le REM est un métro léger sur rail, électrique et automatisé qui dessert la périphérie montréalaise d'est en ouest, du nord au sud. Il relie à la gare Centrale de Montréal des municipalités jouant un certain rôle de centralités ou de point d'intermodalité avec la présence de terminus d'autobus et de stationnements incitatifs. En cours de complétion, le REM reprend le tracé de la ligne Deux-Montagnes, qui fut à l'origine de VMR, et qu'il remplace. La mise en service du segment traversant VMR est prévue pour la fin 2024 (phase 2), tandis que le segment sur la rive-sud sera en fonction au printemps 2023 (phase 1) et celui vers l'aéroport en 2027.

PERTINENCE DU CAS À L'ÉTUDE

VMR est un exemple patent d'ensemble entièrement planifié à priori avec l'intention affirmée de concevoir un milieu de qualité misant sur le design urbain. Montrant les caractéristiques d'un milieu de vie complet¹, VMR constitue la contrepartie d'ensembles suburbains résultant d'opération de lotissements représentés notamment par Le Gardeur aussi étudié dans cette recherche. Cas de figure typiques, si ce n'est de véritables archétypes des modèles d'urbanisation du XXe, VMR comme Le Gardeur permettent d'étudier les modalités de cohabitation – ou de coexistence – avec des infrastructures ferroviaires, et ce, en vue d'une éventuelle généralisation quant à la prise en charge de l'environnement sonore en aménagement et à l'apport du design urbain. D'ailleurs, la différence notable relativement à la quantité de documents, plans et études diverses, témoigne des approches de planification de ces deux cas: la documentation est particulièrement riche pour VMR alors que pour Le Gardeur les documents requis par LAU en constituent l'essentiel.

La perspective conceptuelle et les principes de mise en forme seront abordés succinctement, en privilégiant les modalités d'intégration de la voie ferrée et surtout le rôle structurant donné à la gare dans le plan initial de VMR. Puis, de là on se penchera sur le REM et l'implication de la Ville, en ce qui a trait à l'arrimage entre les mesures d'atténuation du bruit, dont le mur antibruit, et les traitements proposés et ceux adoptés de la gare du noyau central (station Mont-Royal). Comme pour l'étude de Le Gardeur, il s'agit d'apprécier la considération des impacts sonores des activités ferroviaires sur les milieux résidentiels, et ce, non seulement en termes de gestion des nuisances, mais aussi en regard de la mobilisation du design urbain. Compte tenu des ressources disponibles dans le cadre de cette recherche, nous nous limitons à un survol, première exploration en vue de recherches futures.

1. Évolution et principales parties prenantes

Cette partie focalise sur le projet du REM. Une présentation succincte de l'évolution de VMR sera suivie d'une chronologie de la démarche de planification du REM et des interactions avec l'administration municipale et les citoyens. Les études, principes et lignes directrices ayant présidé à l'adoption des mesures d'atténuation du bruit, dont le mur antibruit seront abordés de façon plus détaillée dans la partie 3 – Caractérisation de l'environnement sonore.

1.1 LA NAISSANCE DE VILLE MONT-ROYAL ET DE LA LIGNE DES DEUX-MONTAGNES

Comme le souligne Daniella Rohan (Wolfe & Dufaux, 1992), la naissance de VMR et la construction du tunnel conditionnel à l'implantation d'une voie ferrée, qui deviendra la ligne Deux Montagnes, sont les deux faces d'un même projet. Comme il a été mentionné, le projet immobilier finançait les travaux de creusage du tunnel, d'une envergure inédite, et assurait une clientèle au train (Marsan, 1994). Une qualité élevée était souhaitée tant pour la cité-jardin que pour le service ferroviaire. Ce dernier assuré par le premier train électrique, plus propre et moins bruyant, relierait rapidement la future cité-jardin la rendant d'autant plus attractive. En 1912, la conception de

¹ Un milieu de vie complet est une notion formulée par l'organisation Collectivités Viables qui le définit comme suit : « Milieu où il est possible à la fois d'habiter et d'effectuer la majorité de ses activités quotidiennes (consommer, se récréer, aller à l'école primaire, voire secondaire) à distance de marche. Un milieu de vie complet est généralement caractérisé par une mixité d'activités et d'usages, ce qui lui permet d'assumer un rôle de centralité locale, voire régionale (auquel cas il concentrera souvent, en plus, de nombreux emplois) ». <https://collectivitesviables.org/articles/milieu-de-vie-complet.aspx> consulté le 30 janvier 2023. Cette notion est intégrée dans le discours de la PNAAT (MAMH & MCC, 2022).

l'ensemble fut confiée à Frédérick Todd, architecte paysagiste de renom. Promue en tant que « Model City », VMR proposait une ambiance champêtre avec des maisons à l'architecture soignée, inspirées du cottage anglais, et déposées dans des écrins de verdure. L'ensemble offrait les avantages de la ville – rapidement accessible grâce au train – et de la campagne – verdoyante et pittoresque. Les premiers lots, mis en vente en 1912, furent tous vendus en quatre jours et le train mis en service en octobre 1918 (Wolfe & Dufaux, 1992).

Reprenant les qualités de la cité-jardin conçue par Howard (Howard, 1898), VMR n'a pas, au début, d'industries comme telles, mais profitera de celles dans sa périphérie immédiate, notamment une petite concentration au sud-ouest en bordure de la voie ferrée (Canadien Pacifique) (Figure 5). Parmi celles-ci, figure la compagnie Marconi Canada, près de la gare Portal Heights (aujourd'hui la station Canora). Dans la foulée de l'ouverture de l'autoroute Métropolitaine (40), qui s'échelonna de 1959 à 1969, certains changements seront apportés sans toutefois transformer la trame urbaine (<https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1485644/autoroute-metropolitaine-montreal-voie-rapide-reseau-routier-archives>). Dès lors, VMR verra un accroissement des activités industrielles sur son territoire, dont la constitution d'un parc industriel sur des terrains annexés. Aussi, plusieurs centres d'achat seront construits, toujours aux extrémités de l'ensemble original bordées par les grandes voies de transport régional, et profitant ainsi d'un important rayonnement (Figure 16 et 21). À ce titre, le centre d'achat Rockland sera implanté sur un ancien terrain de golf municipal au coin nord-est, à l'intersection de la Métropolitaine et du boulevard L'Acadie. L'urbanisation de VMR sera complétée dans les années 1970 (Figure 18).



Figure 5 : Vue à vol d'oiseau de Mont-Royal. Rendu d'artiste. Circa 1929.

Source : Archives de Ville Mont-Royal, 2022. Pris dans <https://ville.montreal.qc.ca/memoiresdesmontrealais/files/ville-de-mont-royal>.

Située sur des terres agricoles réputées pour la culture du melon de Montréal, la topographie facilitait l'aménagement d'un ensemble urbain. On aperçoit en haut à gauche la fumée des industries concentrées au loin, aux abords du port et du canal Lachine. Dans le prolongement du tunnel, la voie ferrée traverse l'ensemble. Puis à partir de la gare de Mont-Royal, située en plein centre, elle est longée de part et d'autre par le chemin Canora (un acronyme formé des premières syllabes de Canadian Northern Railway) et le chemin de Dunkirk. Ces voies accueillait des résidences plus modestes et diverses activités à caractère public (commerces, institutions, etc.). La proximité de la voie ferrée était considérée comme un atout en raison de son potentiel structurant, de sa capacité à conférer un certain statut à ses abords. Évidemment, l'organisation spatiale, la répartition des usages et l'aménagement paysager soignés atténuait les nuisances. La remarquable précision des plans du tunnel atteste du soin apporté à la conception et à la construction. En effet, lors de la construction, seuls des décalages minuscules furent observés, soit $\frac{1}{4}$ ' entre la circonférence des deux principaux segments et $\frac{3}{4}$ ' quant à leur alignement.



Figure 6 : Plan cadastral de Mont-Royal. Circa 1930.

Source : BAnQ Vieux-Montréal.

La trame est restée la même, sauf pour les coins aux extrémités, notamment nord-est et sud-est qui accueillent aujourd'hui des centres d'achat. Au nord-est, il s'agit du Centre Rockland, un des premiers grands centres d'achat de Montréal, ouvert en 1959 dans la foulée de l'ouverture de l'autoroute métropolitaine. En bas à droite, les quatre îlots en bordure de la voie ferrée Canadien Pacifique, à l'intersection du boulevard Rockland et de l'avenue Beaumont, cèderont la place à un centre d'achat. Avec le démantèlement de la gare de triage Outremont (directement au sud de la voie ferrée) et l'installation du nouveau campus MIL de l'Université de Montréal, VMR entend densifier cette avenue (Turgeon, 2018).



Figure 7 : Le tunnel sous le Mont-Royal, vue vers le nord depuis les alentours de la rue de la Gauchetière.

Source : Wm. Notman & Son, 1918.

La compagnie de train Canadien Nord, contrairement aux compagnies Canadien Pacifique et Grand Trunk, n'avait pas de gare comme telle. La construction du tunnel et de l'ensemble urbain faisait partie d'un projet plus vaste incluant l'implantation d'une gare, elle-même nécessaire au déploiement de lignes desservant les ensembles au nord. On aperçoit à l'arrière-plan le profil du Mont-Royal.



Figure 8 : Locomotive électrique de la ligne Deux-Montagnes en service entre 1918 et 1995.

Source : Edmx (WikiMedia). 1995.

Au tournant des années 1960, les lignes des trains de banlieue commencent à disparaître au profit du transport automobile. En raison de son achalandage élevé, seule la ligne Deux-Montagnes restera en service jusqu'au 31 décembre 2020, et ce, pour permettre la construction de la nouvelle antenne du REM utilisant le même tracé.

1.2 LE RÉSEAU EXPRESS MÉTROPOLITAIN

Le projet du Réseau express métropolitain REM (Figure 4), élaboré par la Caisse de dépôt et placement de Québec (CDPQ infra), est dévoilé en 2016. Ce projet fusionne deux propositions faites en 2015, soit la création d'un moyen de transport électrifié passant sur le nouveau pont Champlain et un autre desservant l'ouest de l'île de Montréal et reliant l'aéroport Dorval. En 2017, une loi sera adoptée par l'Assemblée nationale du Québec permettant à la CDPQ de réaliser le REM. La mise en œuvre du projet débute en avril 2018.

En 2016, une étude d'impact, abordant le sonore, fut déposée auprès du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). Des études acoustiques ont été conduites afin d'identifier les zones sensibles pour mettre en place les dispositifs d'atténuation nécessaires, dont un mur antibruit (Figure 30), qui sera abordé de façon plus détaillée dans la section 3.

En octobre 2018, plus de 300 citoyens expriment leur inquiétude face au REM lors d'une séance de consultation publique organisée par la Ville. En effet, bien qu'en général le projet du REM soit accueilli favorablement, on craint l'impact négatif sur la qualité de vie avec l'augmentation du transit ferroviaire passant de 61 à 550 par jour. L'acceptabilité sociale du projet est remise en question avec force et les citoyens pointent plusieurs enjeux : la fréquence des trains, les vibrations induites dans le sol, la pollution sonore et visuelle, l'impact sur la qualité de l'air ainsi que l'aménagement de la future gare et de la passerelle piétonne. De plus, les propriétaires des maisons adjacentes à la voie ferrée craignent une chute de valeur en raison des nuisances sonores et les impacts – nommés désagréments par certains – relatifs à l'opération des trains. Une pétition demandant des mesures d'atténuation de

bruit pour le projet du REM avec notamment la construction d'un « tunnel-dôme » recueille quelques 500 signatures (Lacroix-Couture, 2018).

Rapidement, la Ville met sur pieds un comité sur l'acceptabilité sociale. Constitué par le conseil municipal et présidé par le maire d'alors Philippe Roy, il est composé de 14 membres venant des administrations municipales de Mont-Royal et de Montréal, de la CDPQ Infra et de monterois. Lors de la première rencontre tenue dès novembre, les citoyens expriment et expliquent leurs inquiétudes, alors que les représentants de la CDPQ Infra répondent à leurs questions, notamment eut égards aux engagements et responsabilités de la Caisse. À la suite de cette rencontre, le maire demande « aux décideurs publics concernés de faire preuve de vision, de respecter la politique québécoise du développement durable et d'enclencher rapidement un véritable processus de révision officielle du nouveau service du REM à Mont-Royal » (VRM, 2018).

En décembre 2018, la Ville commissionne l'architecte canadien Robert Thibodeau pour élaborer une proposition de recouvrement du REM (Figures 8, 9, 10), apte à faire face aux nuisances sonores aux enjeux de sécurité et de santé publique. Le maintien d'un environnement sain, à savoir paisible, est une préoccupation de premier plan (Caron, 2018). Mais aussi, la préservation du caractère structurant du noyau central est un enjeu de taille pour la Ville. La suppression des passages à niveau en compromet l'accès comme aux équipements publics à aux commerces (Figure 9 et 32). Il est impératif pour la Ville de conserver des accès non seulement faciles, mais de qualité, à savoir conviviaux et en harmonie avec le paysage monterois, et ce, pour les voisinages à l'est comme à l'ouest de la voie ferrée. En parallèle, le bureau du projet du REM entame de son côté une étude de faisabilité quant aux recouvrements de la voie ferrée sur le tronçon passant dans la VMR. Cette étude prend en compte les multiples critères nécessaires pour le bon fonctionnement du REM (CIMA+, 2018).

En août 2019, après plusieurs mois de négociation, 2019, CDPQ et VMR annoncent le projet de recouvrement des rails sur 150 mètres dans la partie centrale de VMR (Boutros, 2019), à proximité de la future station Mont-Royal et du grand parc central, le parc Connaught. La CDPQ Infra sera propriétaire de cette dalle-parc et en assurera l'entretien. La Ville verra à l'aménagement d'une vaste place publique, qui sera choisi parmi les propositions qu'elle fera élaborer. Des segments de murs antibruit borderont la voie ferrée là où elle traverse des voisinages résidentiels (Figure 12). Ces murs seront abordés plus en détail dans la partie 3.

Le recouvrement du REM

Le recouvrement proposé traverse la ville de part en part, de l'autoroute métropolitaine (au nord) jusqu'à la rue Jean Talon ouest (au sud). Dans le segment nord, des passages piétons le sillonnent afin d'assurer l'accès au parc et ses installations récréatives. Dans la partie sud, une densification commerciale et résidentielle est suggérée, avec des bâtiments à usages multiples (Thibodeau Architecture+Design, 2018).



Figure 9 : Zone de recouvrement proposée par VMR.
Source : Thibodeau Architecture + Design, 2018.

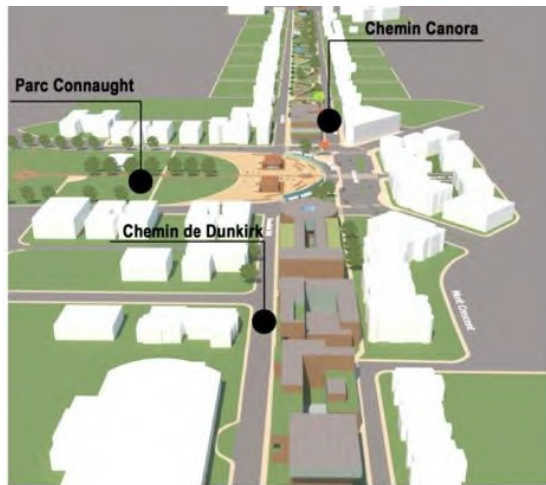


Figure 10 : Partie sud de la dalle de recouvrement du REM – densification commerciale et résidentielle.

Source : Thibodeau Architecture + Design, 2018.

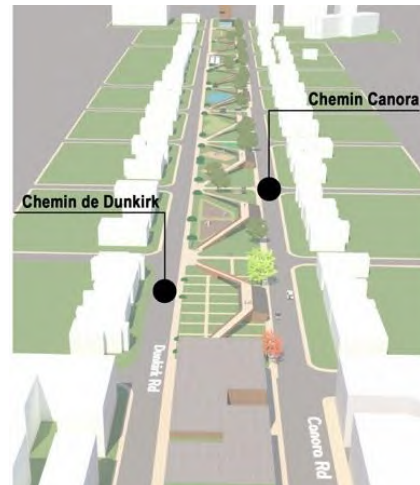


Figure 11 : Partie nord de la dalle de recouvrement du REM – le Parc linéaire.

Source : Thibodeau Architecture + Design, 2018.

Murs antibruit



Figure 12 : Emplacement des segments de murs antibruit.

Source : REM, 2020

Les deux plus grands segments sont entre les gares, là où le bruit sera le plus intense selon les moyennes ressorties des études et des simulations du bruit menées par le REM.

2. Contexte urbanistique

Ce contexte s'articule autour de deux volets : une caractérisation morphologique et une présentation des principaux outils d'aménagement et d'urbanisme. Pour faciliter la lecture, rappelons que la caractérisation morphologique met en évidence, comme son nom l'indique, les grandes caractéristiques du paysage et de la forme urbains qui le constituent. Les principaux outils de planification font référence à l'ensemble des plans visant à encadrer à la fois les processus d'aménagement et la mise en forme des espaces comme tels. Cette partie fait ressortir les orientations, les objectifs et les paramètres d'intervention.

2.1 CARACTÉRISATION MORPHOLOGIQUE DE LA VILLE MONT-ROYAL

Une cité-jardin en plein cœur de l'île de Montréal

Comme il a été mentionné, VMR montre plusieurs caractéristiques d'une cité-jardin (The International Garden Cities Institute, 2014) : articulée à la voie ferrée, elle montre une délimitation claire, une centralité forte marquée par la présence d'équipements publics, une architecture variée et des espaces publics, tant les rues que les nombreux parcs, soigneusement aménagés. La hiérarchie des voies est facilement lisible, et ce, par leur tracé, leur taille et leur aménagement paysager (Figure 13-15).

L'organisation spatiale suit un principe de ségrégation nette des activités, mais aussi de répartition des voisinages plus ou moins cossus selon leur emplacement (Figure 13-16). Ainsi, aux extrémités, bordées par de grandes voies de transport, la densité est plus élevée avec la prédominance de jumelés plus modestes. De même, au centre, des immeubles à appartements profitent de la proximité de la gare et des commerces (Figure 20). Malgré ces différenciations qui participent de la structuration de l'ensemble, VMR forme un tout particulièrement cohérent, voire une unité finie, une figure complète dont les parties sont indissociables. De la sorte, il est très difficile d'identifier clairement des sous-ensembles autrement que par une catégorisation basée sur des détails si fins qu'ils ne peuvent révéler la logique d'articulation des parties d'un tout. Dans le cas de VMR, cela n'est possible qu'à l'échelle de l'ensemble.



Figure 13 Le boulevard Laird, une des grandes diagonales

Source : Google Maps. 2022.

Figure 14 : Le chemin Ste-Clare, traversant des voisinages et ponctué de parc

Source : Google Maps. 2022.



Figure 15 Le chemin Kenilworth, à l'intérieur d'un voisinage

Source : Google Maps. 2022.

En lien avec les principes présidant à la conception du plan d'ensemble de VMR, les voies sont clairement hiérarchisées. Chaque type reçoit une mise en forme particulière, en lien avec l'importance du transit qu'il accueille. Il en va de même pour les types bâtis sur leurs abords.



Figure 16 : Localisation des activités dans Ville Mont-Royal.

Sources : Google Earth Pro, 2021 (fond) ; MERN, 2021 (bâtiments) ; AQ, 2022 (routes) ; AQ, 2022 (réseau ferroviaire) ; VMR, 2018 (usages).

L'organisation spatiale repose sur une trame de rue principalement orthogonale, traversée au centre par la voie ferrée, puis de part en part par deux grandes diagonales. Certaines parties, surtout celles construites dans les années 1950, montrent un tracé plus organique. Les voies sinueuses traversent plusieurs voisinages et relient généralement des parcs, et ce, en accord avec les principes culturalistes de mise en espace promus notamment par Olmsted, Unwin et Todd. En vertu de ces principes, la structuration de l'espace doit reposer sur une composition urbaine fine, résultant de l'association étroite entre la localisation des activités structurantes (voisinages résidentiels, parcs et lieux à caractère public) et leur mise en forme. D'une part, cela permet de rendre l'ensemble intelligible et de favoriser ainsi la capacité des usagers à se créer une carte mentale et mieux s'orienter (Lynch, 1992). En prenant appui sur les dimensions des voies certes, mais aussi sur leur mise en forme (trottoirs, terre-pleins, etc.) et ce qu'elles relient, la hiérarchisation des voies participe de l'intelligibilité de l'ensemble (Figures 13-15). D'autre part, cette association entre localisation des activités et mise en forme contribue à atténuer certaines nuisances. À ce titre, placés aux extrémités, les concentrations commerciales, institutionnelles et les grands immeubles d'habitation font écran face à des endroits bruyants.



Figure 17: Les principaux types bâtis dans VMR.

Source : Google Maps, Google Earth. 2023.

Les types bâtis sont bien différenciés, et ce, selon le voisinage qui les accueille. À cela s'ajoute l'époque de construction qui amène des différences fines. Ainsi, les voisinages plus anciens (à l'intérieur), présentent généralement des types bâtis à la volumétrie plus élaborée et une densité d'occupation du sol moindre plus près des principes originaux de mise en forme des cités-jardins. Les zones à la périphérie de l'ensemble, développée plus tardivement, montrent une plus grande densité d'occupation du sol; les îlots longeant les grandes voies de transport encadrant VMR, plus modestes en raison de leur positionnement, reçoivent dans les premières phases d'urbanisation des jumelées, dans les dernières de immeubles à appartement. Cela témoigne notamment de la transformation des approches urbanistiques et des styles architecturaux en vogue. À partir des années 1950, les grands bungalows auront la faveur populaire et s'implanteront le long des grands boulevards. Il faut souligner qu'à l'époque de leur construction, le transit automobile était beaucoup moins important et avec lui les nuisances sonores. Aujourd'hui, la rareté des terrains disponibles, rend attrayants des lieux marqués par les nuisances sonores. Les maisons rue Canora, de petite taille et adjacentes à la voie ferrée se détaillent autour de 1 560 000\$. C'est aussi le cas un ensemble résidentiel de la rue Brookfield, prolongement de la rue Jean-Talon -dernière photo en bas à droite- développé sur un ancien site industriel (Marconi Canada) à la fin des années 1990. Malgré la présence d'activités industrielles en face et les nuisances sonores générées par le trafic sur Jean-Talon (malgré le changement de nom à cette hauteur), les unités de type Town House en rangées a prix élevé (1 250 000\$ aujourd'hui), ont toutes trouvé preneurs rapidement les résidents.

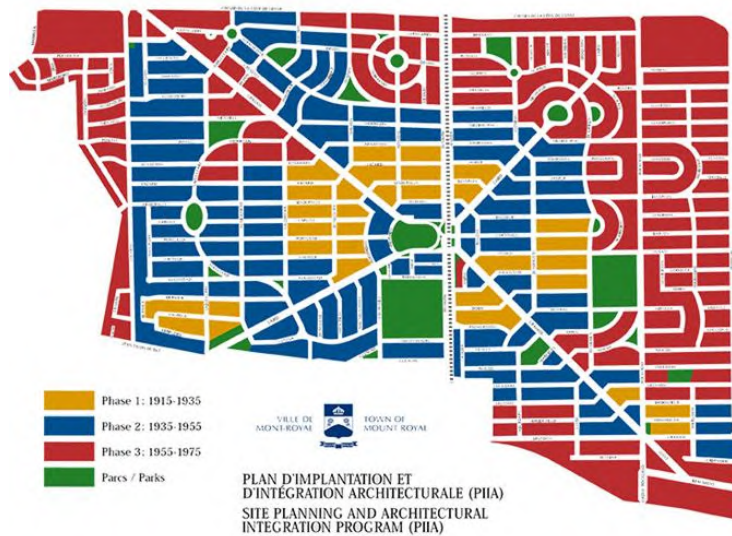


Figure 18 : Plan d'implantation et d'intégration architecturale (PIA) de Ville Mont-Royal.

Source : Ville Mont-Royal, 2018.

Ce plan montre les différentes phases de développement résidentiel à VMR. D'une façon générale, VMR s'est d'abord développé autour du noyau central, puis le long des diagonales et enfin sur les pourtours. Comme il a déjà été mentionné, la densité est généralement plus élevée aux abords de la voie ferrée et des grandes diagonales.

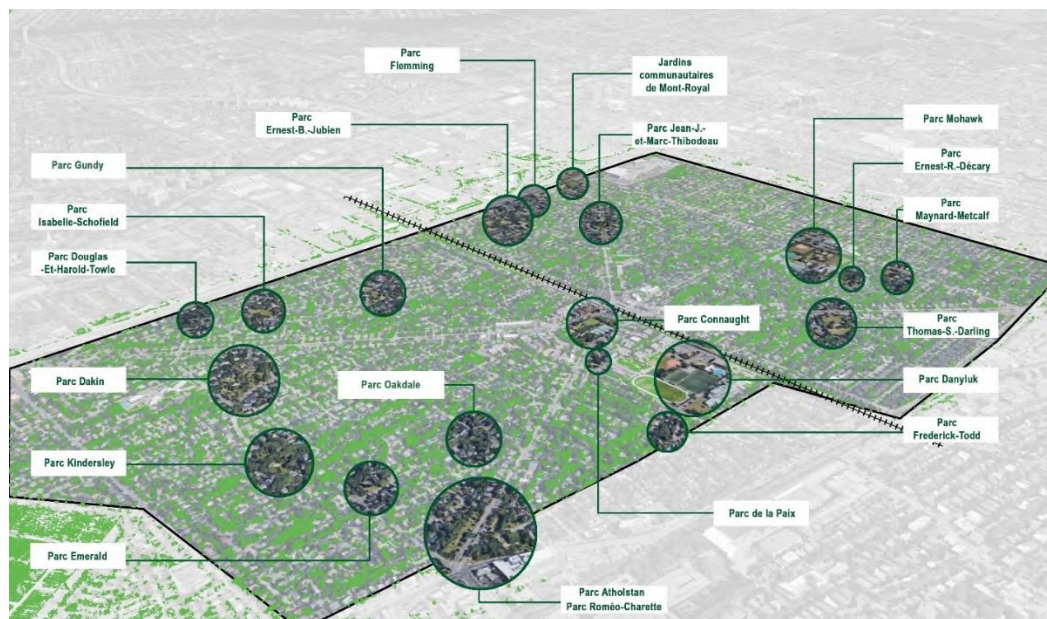


Figure 19 : Les parcs de Ville Mont-Royal.

Sources : Google Earth Pro, 2022.

VMR bénéficie d'une multitude de parcs dont le rayonnement est en lien avec leur position dans la trame. Le parc Connaught et plusieurs équipements publics tels que des terrains de jeu forment un noyau civique qui s'accrochent à la voie ferrée. Ceux placés sur les diagonales sont d'une envergure intermédiaire. Dans les voisinages, de nombreux parcs, généralement situés soit sur les voies sinueuses reliant les voisinages, font office de mini centralité de secteur.

Le noyau central de Ville Mont-Royal

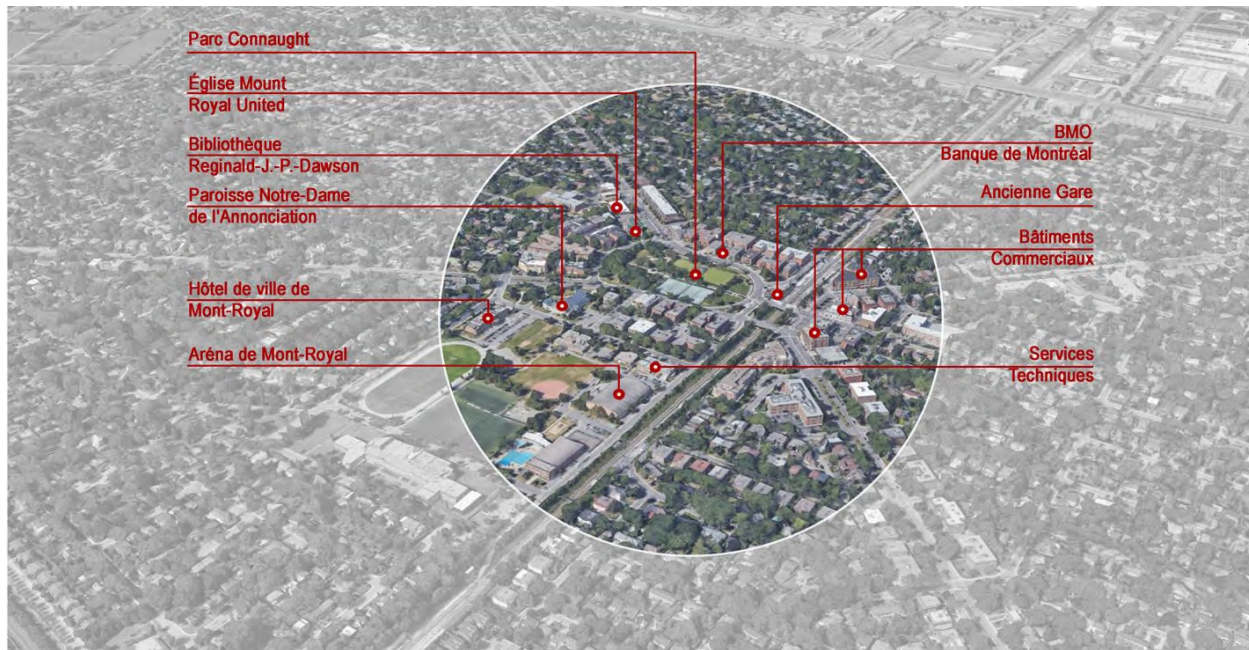


Figure 20 : Le noyau central de Ville Mont-Royal.

Source : Google Earth Pro, 2021 (fond).

Le noyau central a un fort caractère civique et vise à s'imposer comme cœur de village. La station Mont-Royal et les grands équipements publics s'y concentrent, de même que les commerces et services. Les immeubles d'habitation amènent une certaine densité attendue dans les cœurs de village, source d'inspiration lors de la conception de VMR. Cependant, le tracé des grandes voies qui favorise la fluidité, un peu à la façon des carrefours giratoires, compromet cette ambition. La largeur des voies accommode surtout le transit automobile au détriment des déplacements piétons. Il s'agit là d'un des principaux reproches faits par des critiques d'urbanisme à l'égard de VMR (Marsan, 1994).

Le parc industriel



Figure 21 : Localisation du parc industriel dans Ville Mont-Royal.

Source : Google Earth Pro, 2021 (fond).

Développé tardivement en lien avec la construction des autoroutes Métropolitaine et Décarie le parc industriel est bien distinct de l'ensemble d'origine. Il est bien connecté à la grande région métropolitaine grâce aux différentes voies autoroutières qui le bordent et le chemin de fer qui le traverse diagonalement. Il compte près de 500 entreprises. (Ville Mont-Royal, 2017).

2.2 OUTILS D'AMÉNAGEMENT ET D'URBANISME

L'aménagement du territoire de VMR est régi par la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM), par l'entremise de son Plan métropolitain d'aménagement et de développement (PMAD), puis par la Municipalité régionale de comté et de son Schéma d'aménagement et de développement (SAD) (Figure 22). Ces outils d'aménagement et d'urbanisme offrent de grandes orientations à partir desquelles le plan d'urbanisme est élaboré selon le principe de conformité. De même, l'échelle de la ville comme telle est traitée dans le Plan d'urbanisme (PU) de la Ville de Mont-Royal.

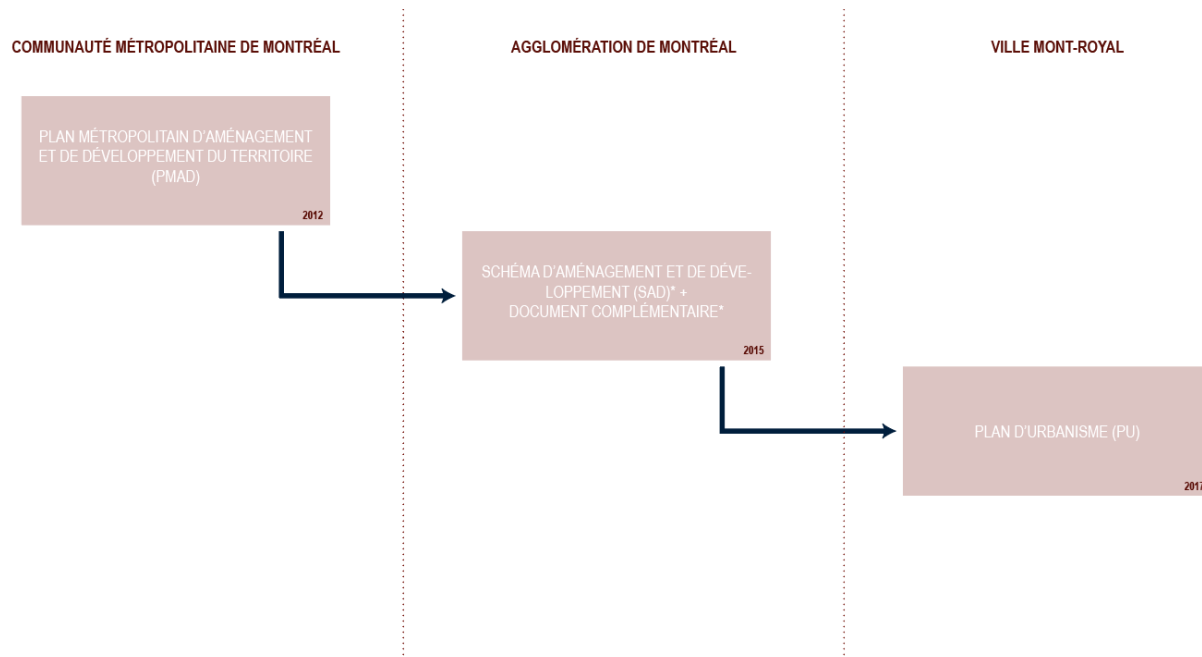


Figure 22 : Schéma du cadre institutionnel applicable à Ville Mont-Royal.

Source : Coralie Carbonneau, 2022.

La planification du territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM)

La Communauté métropolitaine de Montréal a adopté son Plan métropolitain d'aménagement et de développement (PMAD) en avril 2012. Le PMAD comporte trois orientations qui se concentrent sur la qualité de vie, le transport et l'environnement. Cependant, seules les deux premières orientations se penchent sur une prise en charge du bruit de façon explicite et implicite.

Dans la première orientation visant la qualité de vie, les réseaux routiers et ferroviaires sont identifiés comme source de nuisance. La CMM recommande aux MRC de se doter de mesures d'atténuation permettant la cohabitation harmonieuse des usages, aux abords de ces réseaux en se basant sur des distances minimales. Dans la deuxième orientation axée sur le transport, la CMM recommande aux MRC d'adopter un règlement municipal limitant la circulation des véhicules lourds pour limiter les nuisances et les vibrations. Il leur est également recommandé de considérer les sites de localisation des pôles logistiques de façon à aménager une zone tampon minimisant les impacts négatifs, tels que le bruit.

La planification du territoire de l'agglomération de Montréal et de la Ville Mont-Royal

Le Schéma d'aménagement et de développement (SAD) de l'agglomération de Montréal a été adopté en janvier 2015. Il présente de multiples orientations basées sur trois thématiques axées sur l'aménagement et le développement du

territoire, soit « Favoriser un cadre de vie de qualité », « Soutenir le dynamisme de l'agglomération et du centre de la métropole » et « Mettre en valeur les territoires d'intérêt » (Communauté Métropolitaine de Montréal, 2012). La prise en charge du bruit s'effectue essentiellement sous le thème de l'aménagement.

Le SAD comporte une partie des grandes affectations du territoire. Dans cette partie, l'environnement sonore et ses retombées négatives sont identifiés comme critère important dans le milieu urbain. Cependant, plusieurs sources sont citées, telles que les réseaux autoroutiers, les réseaux ferroviaires et les zones aéroportuaires.

Document complémentaire

Au sein de son chapitre Contraintes et nuisances, le document complémentaire du SAD propose une section "Sécurité, bruit et vibrations". Ce triptyque rappelle le Guide ferroviaire canadien (Association des chemins de fer du Canada & Fédération canadienne des municipalités, 2013), qui traite de front ces 3 dimensions. D'ailleurs, la section est accompagnée d'une annexe à son nom, "Lignes directrices applicables aux nouveaux aménagements à proximité des activités ferroviaires". Elle contient une longue liste d'éléments obligatoires pour les études de projet que devront exiger les villes pour tous projets limitrophes à une infrastructure ferroviaire qui inclut des usages sensibles.

En plus de cette étude, il est interdit d'implanter à moins de 300m d'une gare de triage des usages sensibles si leur pression sonore est supérieure à 40 dB(A)Leq (24h) à l'intérieur. Il en est de même pour des espaces de détente si la pression sonore est supérieure à 55 dB(A)Leq (24h) à l'extérieur.

Les usages sensibles sont aussi prohibés 30m autour des voies routières à débit important et des voies ferrées principales si la pression sonore y est supérieure à 40 dB(A)Leq (24h) à l'intérieur.

Le document complémentaire précise aussi que sur les terrains ciblés prioritaires, avec des objectifs de densité ou faisant l'objet d'un PPU et qui se trouvent à l'intérieur d'une emprise de 300m autour d'une autoroute ou d'une voie rapide, l'usage sensible sera prohibé si la pression sonore est supérieure à 40 dB(A)Leq (24h) à l'intérieur. Il en est de même sur ces terrains pour des espaces de détente si la pression sonore est supérieure à 55 dB(A)Leq (24h) à l'extérieur.

Le bruit aéroportuaire est aussi évoqué pour les zones NEF supérieures à 25.

Plan d'urbanisme (PU)

Le Plan d'urbanisme de VRM date de 2017. Le document présente huit grandes orientations en matière d'aménagement et de développement, portant sur l'harmonie entre les composantes bâties de la *Cité modèle* (Model City telle que nommé à l'origine), la protection et la bonification du couvert végétal sur l'ensemble du territoire, la consolidation de la vocation résidentielle des secteurs Plymouth et Bates-Ekers (Figure 23), la planification de l'intégration du pôle commercial et de divertissement Royalmount, la poursuite des efforts de modernisation du secteur industriel, « l'optimisation des réseaux de circulation et l'accès aux pôles de transport collectif », la stimulation de la « revitalisation du centre-ville » et la favorisation de la « pérennité des pôles commerciaux » (Ville Mont-Royal, 2017).



Figure 23 : Milieux résidentiels de VMR.

Source : Plan d'urbanisme de VMR, 2017

La Ville reprend les zones anthropiques constituant une source de nuisance sonore à VMR identifiée par le Schéma d'aménagement et de développement de l'agglomération de Montréal soit :

- « - Les autoroutes transcanadiennes (A-40), des Laurentides (A-15) et Côte-de-Liesse (A-520) qui ceignent le territoire ;
- Le boulevard de l'Acadie et la rue Jean-Talon Ouest, voies collectrices à débit important ;
- Les voies ferrées de l'Agence métropolitaine de transport (AMT), du Canadien National (CN) et du Canadien Pacifique (CP) qui scindent le territoire en cinq parties » (Ville Mont-Royal, 2017).

Il s'engage à respecter les dispositions mentionnées dans le SAD, relire « aux paramètres à respecter pour favoriser la cohabitation entre l'activité humaine et les réseaux de transport à fort débit » à travers son règlement de zonage.

La Ville assure une prise en charge des nuisances sonores à travers plusieurs objectifs et outils. À ce titre, elle régit « l'utilisation du sol et l'adoption des mesures de mitigations de nuisance à proximité des voies de circulation à haut débit et des voies ferrées », et ce, à travers plusieurs outils liés au règlement de zonage ou des interventions comme mesures d'atténuation : mur, plantations, etc. (Ville Mont-Royal, 2017). De plus, les objectifs visant les nuisances sonores abordent aussi les activités manufacturières. Ainsi, on souhaite « [l]imiter l'implantation de nouvelles activités manufacturières génératrices de nuisances à l'ouest du chemin Devonshire » (VMR, 2017) et, pour les travaux de construction et de démolition, « resserrer les règles visant à diminuer les nuisances associées aux travaux de construction et de démolition ».

De plus, des zones des mitigations de contraintes anthropiques sont identifiées dans le concept d'organisation spatiale de VMR (Figure 24) (VMR, 2017).

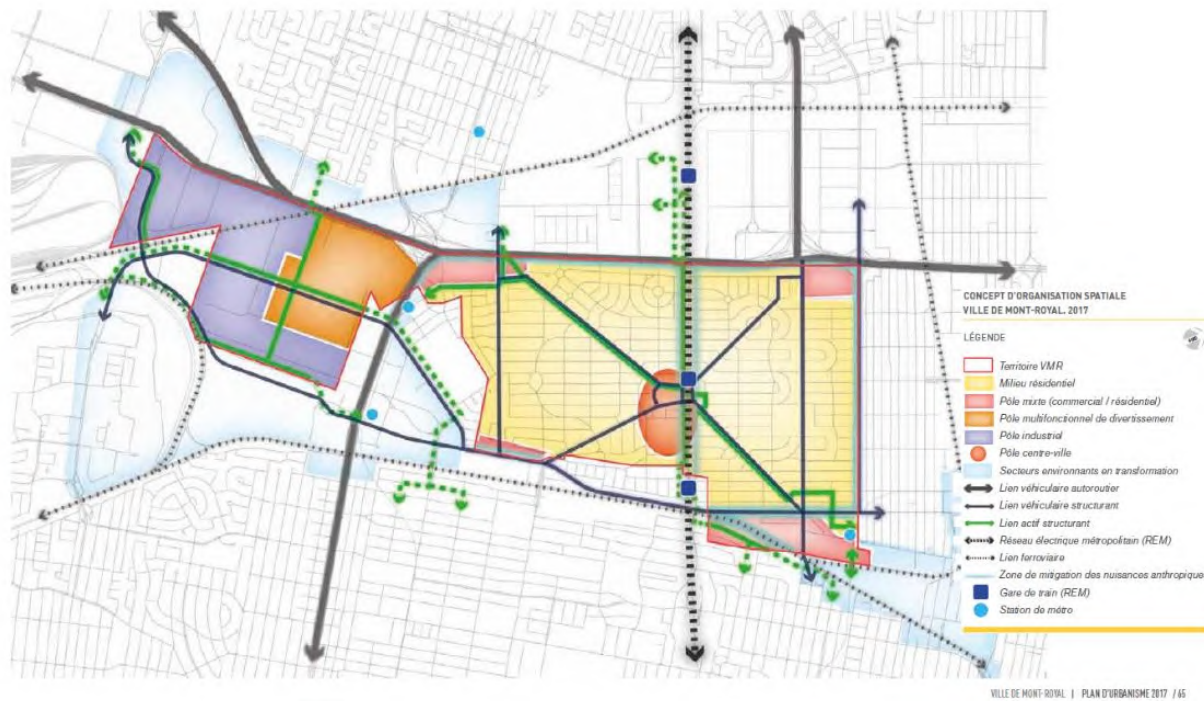


Figure 24 : Concept d'organisation spatiale pour Ville Mont-Royal.

Source : Plan d'urbanisme de la Ville Mont-Royal, 2017.

Hormis aux abords du REM, les zones de mitigation de nuisances anthropiques sont sur le pourtour de l'ensemble, et ce, du fait que les activités rayonnant à l'échelle de région montréalaise sont implantées en bordure des grandes infrastructures routières qui encadrent VMR. Cette logique d'organisation spatiale trouve ses sources dans le plan d'origine qui, comme il a été mentionné, est resté essentiellement le même.

2.3 LA RÉGLEMENTATION APPLICABLE AUX SECTEURS À L'ÉTUDE

Règlement de zonage

L'actuel règlement de zonage de VMR est en vigueur depuis novembre 2019.

On y retrouve notamment les normes en termes de niveau sonore tel que défini par le PMAD et le SAD. Une partie du règlement est consacrée au bruit, indiquant les paramètres précis par rapport à la cohabitation d'usages sensibles à la limite avec des zones de contraintes anthropiques. À titre d'exemple : « Un terrain ou une partie d'un terrain situé à moins de trente (30) mètres de l'emprise d'une voie à débit important ou d'une voie ferrée principale (voir Carte – Réseaux ferroviaire et routier à fort débit [Extrait du Schéma d'aménagement et de développement de l'agglomération de Montréal [janvier 2015]] au présent chapitre) ne peut être occupé par un des usages sensibles

énumérés à l'article 530 si le niveau sonore à l'intérieur du bâtiment ou de la partie du bâtiment où s'exerce l'usage est supérieur à quarante (40) dB(A) Leq 24 h. » (Ville Mont-Royal, 2019a)

De plus, une évaluation de la viabilité des aménagements est exigée par toute nouvelle construction abritant un usage sensible qui bordera une voie ferrée ou une gare de triage, identifiée par une carte (Figure 25) présente dans le règlement de zonage. Cette évaluation contiendra des études sonores et de vibrations afin de déterminer si des dispositifs d'atténuation doivent être mis en place (Ville Mont-Royal, 2019a).

Règlement sur les plans d'intégration et d'implantation architecturale (PIIA)

La Ville de Mont-Royal a également élaboré un plan d'implantation et d'intégration architecturale, entré en vigueur le 4 octobre 2018 (Figure 18).

La version précédente du PIIA prenait en charge le bruit à travers de mesures d'atténuation pour réduire l'impact sonore de la circulation ferroviaire et autoroutière pour les zones résidentielles de plus que trois habitations. Toutefois, ces dispositifs ne figurent plus dans la version actuelle de ce règlement.

Règlement sur la salubrité, la sécurité, la paix et l'ordre

La VMR a aussi élaboré un règlement relatif à la salubrité, la sécurité, la paix et l'ordre, dont la dernière mise à jour date du 22 octobre 2019. Le règlement consacre une section sur les nuisances sonores et assure une prise en charge du bruit en prohibant tout bruit excessif. Le bruit causé par les travaux de construction et de rénovation et les travaux d'aménagement paysager sont permis à certaines heures et selon certaines intensités. Le règlement cite d'autres activités qui pourraient être une source de nuisances et nécessite une approbation de la ville pour les pratiquer (Ville Mont-Royal, 2019b).

Règlement de construction

Le règlement de construction entrée en vigueur le 17 juillet 2017 cible les nouvelles constructions et toute modification apportée à un bâtiment existant. Ce règlement précise que des normes relatives aux bruits doivent être respectées quant aux appareils résidentiels de filtration et de climatisation.

Règlements relatifs aux permis et certificats

Le règlement relatif aux permis et certificats de la VMR a été publié le 17 juin 2019. Le règlement rappelle les obligations du propriétaire et de l'entrepreneur vis-à-vis des heures de travail afin de régler les nuisances sonores.

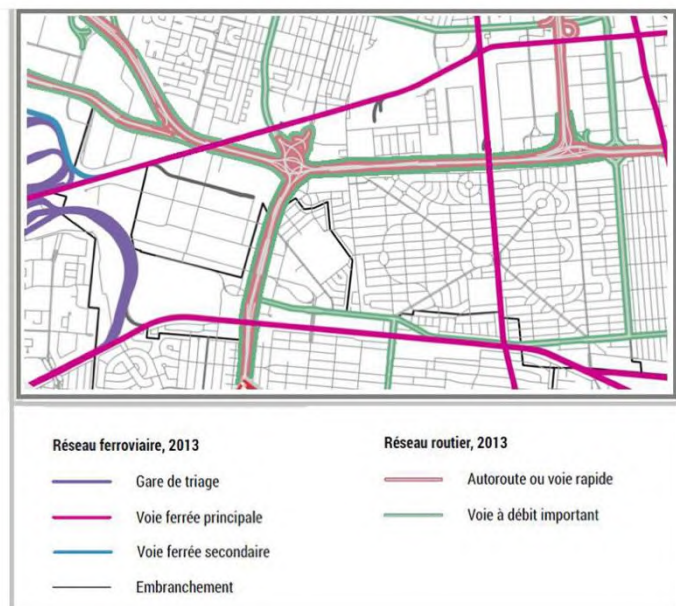


Figure 25 : Identification des zones potentielles de niveaux sonores élevés.

Source : Règlement de zonage, VMR, 2019.

Inclut dans le règlement de zonage, cette carte témoigne de la préoccupation de VMR pour la prise en charge du sonore.

Plan local de développement durable

La ville publie en septembre 2021, le plan local de développement durable. Ce document contient six orientations axées sur l'amélioration de la qualité de vie et le bien-être à VMR. Un des objectifs, soit « Favoriser la qualité des milieux résidentiels », aborde les nuisances sonores causées par les siffleurs à feuilles et les outils nécessaires pour les réduire.

3. Caractérisation de l'environnement sonore

Cette section reprend des éléments de l'*Évolution et principales parties prenantes* et du *Contexte urbanistique* afin de proposer une caractérisation de l'environnement sonore.

3.1 CADRE RÉGLEMENTAIRE SPÉCIFIQUE AU BRUIT

Vu l'ampleur du projet, une évaluation des impacts sur l'environnement a été exigée en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE), et ce, dès les étapes préliminaires. Celle-ci suit la procédure définie par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) et a nécessité l'intervention du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE). Les résultats montrent que le REM aura des impacts positifs sur le climat sonore surtout dans le secteur du centre-ville et de l'antenne Deux-Montagnes (la ligne passant par VMR) en raison du remplacement des trains par un métro léger, moins bruyant. Cependant, l'étude ne révèle, à cette étape, aucun impact négatif relié au climat sonore.

Pour donner suite aux recommandations du BAPE, le gouvernement a autorisé le projet via un décret (458-2017) et a émis plusieurs conditions, comme il est d'usage. Ainsi, les conditions 5 et 6 exigent une prise en charge du climat sonore pour la construction et l'exploitation du REM (Gouvernement du Québec, 2018).

Nous détaillons ici les trois étapes de cette prise en charge, soit la planification, la réalisation et l'exploitation.

Étape 1 : La planification du REM



Figure 26 : Schéma des étapes de compréhension de l'ambiance sonore à Ville Mont-Royal avant l'implantation du REM.

Source : REM, 2021.

1. Comprendre l'ambiance sonore initiale

Afin de réaliser des modélisations sonores pour prédire l'impact de l'arrivée du REM, il a été nécessaire de réaliser des mesures terrain à plusieurs endroits sur le parcours du REM, dont deux à Mont-Royal. Les modalités de réalisation de ces relevés sont clairement énoncées : « Installation : à \approx 2,5 m du sol, Période de mesure : au moins 48 heures, Enregistrement : à chaque seconde, Calibration des instruments avant chaque période de mesure ». Il s'agit de faire un portrait du avant.

2. Prédire l'ambiance sonore avec le REM

Les modélisations sonores, conformes aux devis du ministère des Transports, Mobilité durable et Électrification des transports du Québec sur les études d'impact sonore et aux attentes formulées par le MDDELCC, s'effectuent à l'aide d'un logiciel qui considère plusieurs éléments, dont :

- la baisse attendue de la pression sonore à chaque passage du REM dans la mesure où l'actuel train EXO est plus bruyant ;
- une estimation de la pression sonore générée par l'ensemble des activités du REM en se basant sur le projet de Canada Line à Vancouver, jugé similaire par leurs caractéristiques de fonctionnement (fréquence, vitesse, etc.) et par les sources de bruit fixes qu'ils partagent : stations électriques et ventilation dans les stations ;
- le bruit ambiant, la circulation routière, la topographie des terrains et la proximité des zones résidentielles (REM, 2021a).

3. Prévoir des mesures d'atténuation là où il y a des impacts significatifs

Les modélisations précédentes servent ensuite à évaluer l'impact sonore potentiel et à proposer des mesures d'atténuation dans les zones fortement sensibles.

Les conclusions de ces études révèlent que la « fréquence de passage va augmenter, mais [que] les trains seront moins bruyants par rapport au train Exo. De plus, des murs antibruit seront mis en place là où l'impact sonore est significatif sur certains tronçons entre la station Canora et la station Deux-Montagnes. » Les murs antibruit sont abordés plus loin.

Étape 2 : La réalisation du REM

Le décret autorisant le projet impose à toutes les parties prenantes impliquées dans la construction du REM des exigences relatives à la gestion de bruit.

Pour la durée de la construction, des seuils de pression sonore ont été définis sur la base des modélisations sonores faites dans les étapes précédentes. Pour les travaux de construction des stations et des infrastructures connexes au REM, les seuils varient entre 55 dB(A) (ou bruit ambiant avant les travaux) pendant le jour sur une plage horaire de 12h et 45 dB(A) (ou bruit ambiant avant les travaux) pendant la nuit durant une période de 1h (Figure 27). Tandis que pour les travaux de construction des axes ferroviaires et routiers, les seuils varient entre 75 et 90 dB(A), selon la zone des travaux.

Travaux en site fixe (construction des stations et infrastructures connexes)

Jour (7h à 19h) <i>Moyenne sur une plage horaire de 12h</i>	Soir (19h à 22h) <i>Moyenne sur une plage horaire de 1h</i>	Nuit (22h à 7h) <i>Moyenne sur une plage horaire de 1h</i>
55 dBA <u>ou</u> bruit ambiant avant travaux	55 dBA <u>ou</u> bruit ambiant avant travaux	45 dBA <u>ou</u> bruit ambiant avant travaux

Figure 27 : Tableau des seuils sonores pour les bruits durant la construction des stations et infrastructures connexes.

Source : REM, 2020.

Travaux linéaires (construction des axes ferroviaires et routiers)

Critères de bruit (en dBA)						
Zone et utilisation du sol	Jour (7 h à 19 h)		Soir (19 h à 23 h)		Nuit (23 h à 7 h)	
	Critère (L ₁₀ ¹)	Pointe maximale (LAFmax)	Critère (L ₁₀)	Pointe maximale (LAFmax)	Critère (L ₁₀)	Pointe maximale (LAFmax)
Zones sensibles au bruit	75 ou bruit ambiant +5	85 ou 90 pour un bruit d'impact	Bruit ambiant +5	85	Bruit ambiant +5 (si bruit ambiant <70) ou Bruit ambiant +3 (si bruit ambiant >70)	80
Zones commerciales	80 ou bruit ambiant +5	Aucun	Bruit ambiant +5	Aucun	Aucun	Aucun
Zones industrielles	85 ou bruit ambiant +5	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun

Figure 28 : Tableau des seuils sonores pour les bruits durant la construction des axes ferroviaires et routiers.

Source : REM, 2020.

Une grande variété d'indicateurs encadrent la construction du REM. La pression sonore des travaux « en site fixe » est limitée par un seuil moyenné sur 12 heures de jour et sur 1 heure le soir et la nuit. Quant aux travaux « linéaires » (REM, 2021a), ils sont régis par des indicateurs L₁₀ et LAFmax (Figure 28) qui respectivement permettent de « quantifier des bruits particuliers, des événements ponctuels » et des « pointes de bruit » (MSSS, 2019).

Afin de pouvoir atteindre ces objets, plusieurs mesures ont été mises en place, tant dans les caractéristiques techniques du REM et de ses infrastructures que dans leur mise en espace ou dans l'organisation du chantier :

Tableau 1 : Tableau synthèse des mesures de prise en charge du sonore dans le projet du REM

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU REM ET DE SES INFRASTRUCTURES	
Voitures	-Une motorisation et alimentation électrique -Des rames plus courtes : 2 à 4 voitures en pointe (contrairement à 10, auparavant)
Rails	-Un métal spécialement traité et graisseur de roue empêchant le bruit de crissement de courbes -Supports de caoutchouc sous la voie -Des rails soudés sur toute la ligne, évitant le bruit récurrent de choc entre la roue et le rail constaté sur les voies ferrées conventionnelles
MISE EN ESPACE	
Changements sur le terrain	-Retrait des sifflets -Pas de passage à niveau
Des murs antibruit	-Techniques -Emplacements
Dalle-Parc à Mont-Royal	-Projet de recouvrement initié par VMR
REALISATION DU CHANTIER	
Interventions matérielles	- Écrans acoustiques temporaires - Silencieux pour les équipements - Alarmes de recul adaptées pour les camions
Organisation et logistique	- Un horaire de travail planifié en fonction des contraintes des travaux à réaliser et de la présence de récepteurs sensibles - Une sensibilisation en continu des travailleurs - Un programme de suivi et de surveillance du bruit, incluant une équipe de surveillants dédiés - Une procédure de gestion des plaintes

Source : Tanios El Hayek, Amaury Sainjon. 2022.

Étape 3 : L'exploitation du REM

En phase d'opération, un programme de suivi sonore est prévu pour évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation mises en place. Dans le cas échéant, des nouvelles mesures seront instaurées.

Le cadre réglementaire gouvernemental exige un suivi sonore, après la 1^{re}, le 2^e, le 3^e, la 5^e et la 10^e année d'opération du REM. De plus, une nouvelle modélisation doit être également réalisée à la 10^e année (CDPQ infra, 2018).

3.2 CARACTÉRISATION ACOUSTIQUE

Les murs antibruit

Les études acoustiques ont recommandé l'installation de murs antibruit le long de la voie, sur plusieurs segments (Figures 12, 29). La modélisation acoustique – pour la section Deux-Montagnes - détaille leurs paramètres d'emplacement, de construction ainsi que de composition. Elle se base notamment sur des normes édictées par le MTQ pour les ouvrages routiers. À titre d'exemple, il est prescrit que les murs devront avoir une masse surfacique de 20kg/m^2 , un coefficient d'absorption de NRC 0,8 et être posés sur une glissière permanente en béton (NouvLR, 2020).

Carte



Figure 12 : Emplacement des segments de murs antibruit.

Source : REM, 2022

Coupe transversale

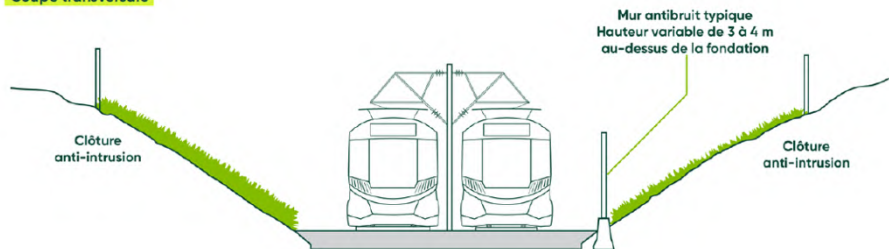


Figure 29 : Disposition des murs antibruit.

Source : REM, 2022.

Les deux plus grands segments sont entre les gares, là où le bruit sera le plus intense selon les moyennes ressorties de la comparaison entre les études d'études acoustiques de l'existant (avant le REM) et des simulations du bruit projeté amené par le REM. Le positionnement des segments entre les deux stations laisse penser que l'accélération et la décélération participeraient à l'augmentation du bruit.

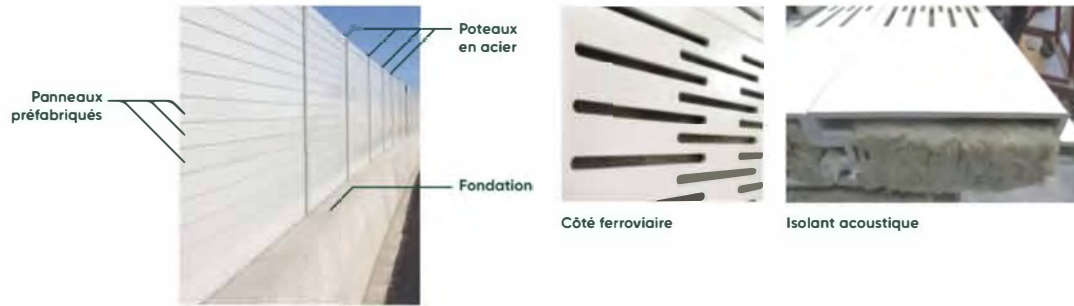


Figure 30 : Détails des murs antibruit.

Source : REM, 2020.

Les murs antibruit proposés par le Bureau du REM « sont composés de panneaux préfabriqués blancs 100% PVC, installés sur des poteaux en acier galvanisé. À l'intérieur, ils contiennent une isolation acoustique qui absorbe le son et l'empêche de rebondir » (REM, 2021b). Ils sont plus légers, plus faciles à installer et moins coûteux que les murs en béton.

La station Canora



Figure 31 : Emplacement de la station Canora.

Source : Google Earth, 2022.

La station Canora (point rouge) à la sortie du tunnel du Mont-Royal est flanquée par des secteurs résidentiels.



Figure 32 : Rendu d'artiste de la station Canora.

Sources : REM, 2020.

La station Canora est construite au-dessus de la tranchée où passent les rails du REM. Les résidents pourront y accéder des deux côtés. Ainsi la station favorisera la connectivité piétonne entre les parties de la ville.



Figure 33 : Vue sur la station depuis le parterre de deux résidences du chemin Canora.

Source : Taniós El Hayek, 2022.



Figure 34 : La station Canora, adjacente à Ville Mont-Royal.

Source : Taniós El Hayek, 2022.

La station de Canora, à l'origine la gare « Portal Heights », est adjacente aux terrains de plusieurs résidences. Celles-ci risquent d'être affectées par un achalandage important : va-et-vient d'utilisateurs plus nombreux entraînant des risques de congestion automobile et des arrêts d'autobus plus fréquents aux heures de pointe. Bien qu'il soit avancé sur le site Internet du REM (REM, 2021a) que ces aspects soient considérés, nous n'avons trouvé trace d'aucune intervention prévue pour remédier à cette situation.



Figure 35 : Plan et coupe de la station Canora à Ville Mont-Royal.

Source : REM, 2021.

La Station Mont-Royal



Figure 36 : Implantation de la station Mont-Royal et la place publique, adjacente.
Source :REM,2019.



Figure 37 : Plan et coupe de la Station Mont-Royal dans le noyau central VMR.
Source : REM,2021.

On distingue la partie restante du projet de recouvrement du chemin de fer. La dalle parc va notamment assurer la sécurité de déplacement entre les deux rives du chemin de fer à VMR.

La dalle parc qui se trouvera au niveau du centre de VMR, à proximité de la station Mont-Royal, est le fruit de négociation entre la VMR et le bureau du REM (REM, 2019b). Le parc va assurer une sécurité pour le passage piéton entre les deux rives de la voie ferrée, mais va aussi jouer un rôle acoustique en atténuant les sons de la gare.

Communautés touchées

L'enjeu de la cohabitation sonore est de taille compte tenu de la proximité entre le secteur résidentiel et la voie ferrée. Comme il a été souligné dans la partie 1, les citoyens sont inquiets en raison de l'augmentation significative de la fréquence des passages (de 61 à 550), comme en témoignent les citations suivantes :

- « Vous allez créer une autoroute au centre de la ville. »
- « Ça va changer nos vies le dimanche et le soir. On va faire face à du bruit 20 heures par jour »
- « Si ce train doit passer aux deux minutes, ce ne sera plus vivable [...] On devrait vendre à perte. [...] Qui veut vivre au bord d'un métro? Parce que ce n'est pas un train, c'est un métro. » (Lacroix-Couture, 2017)

Les résidents riverains à la voie ferrée semblent les plus touchés, ces derniers soulignant un effet sur leur qualité de vie et la valeur de leur propriété. Le bureau du REM avance que l'installation des murs antibruit associée à des trains plus silencieux va éviter ces problèmes (REM, 2019a).

CDPQ Infra, le maître d'ouvrage, avec les différentes parties prenantes concernées par le projet du REM a mis en place un comité de voisinage, qui tient de multiples rencontres depuis le lancement du projet au cours duquel la population pouvait exprimer leur préoccupation et poser leur question (CDPQ infra, 2016). Jusqu'à maintenant, neuf rencontres ont été tenues, en présentiel ou en virtuel. Le sujet de nuisance sonore revient fréquemment lors des rencontres (REM, 2019a).

Ambiance sonore

Bien que Mont-Royal soit reconnu pour sa qualité urbanistique et architecturale, la ville est encerclée par des voies routières imposantes et des infrastructures ferroviaires. Ce faisant, dans les portions situées sur les pourtours, l'ambiance sonore est dominée par le bruit de transport.

Par contre, à l'intérieur de l'ensemble, le calme domine. Sauf, lors des passages des avions, VMR se trouvant sous un corridor aérien (Frédéric Lacroix-Couture, 2018). Autrement, la majorité des voisinages sont assez éloignés des infrastructures ferroviaires et des grandes voies de circulation. Le positionnement de la voie ferrée en contre bas protège un tant soit peu les maisons riveraines du bruit. L'abondante végétation, la canopée généreuse offrent même un son ambiant apaisant, particulièrement lorsque le vent s'y engouffre, nous faisant passer du bruit à un environnement sonore de qualité. Ce dernier constitue un avantage contre balançant les nuisances de l'ancien train de banlieue. La situation risque de changer.

4. Références

Association des chemins de fer du Canada & Fédération canadienne des municipalités. (2013). *Lignes directrices applicables aux nouveaux aménagements à proximité des activités ferroviaires*. https://www.railcan.ca/wp-content/uploads/2017/03/2013_05_27_Guidelines_NewDevelopment_F.pdf

Boutros. (2019, août 20). *Seulement une partie des rails du REM recouverts à Mont-Royal | Le Devoir*. <https://www.ledevoir.com/societe/transports-urbanisme/560954/reseau-express-metropolitain-une-nouvelle-place-publique-a-mont-royal>

Caron, C. (2018, octobre 9). *Mont-Royal veut faire couvrir le REM*. TVA Nouvelles. <https://www.tvanouvelles.ca/2018/10/09/mont-royal-veut-faire-couvrir-le-rem>

CDPQ infra. (2016). *REM-ACCEPTABILITÉ SOCIALE*.

CDPQ infra. (2018). *FICHE D'INFORMATION REM : Nuisances pendant les travaux et l'opération*.

CIMA+. (2018). *Évaluation de couvrir le tronçon entre le portail nord du tunnel Mont-royal et l'autoroute 40*.

Communauté Métropolitaine de Montréal. (2012). *Le Plan métropolitain d'aménagement et de développement (PMAD)*.

Corboz, A., & Morisset, L. K. (2009). *De la ville au patrimoine urbain : Histoires de forme et de sens*. Presses de l'Université du Québec.

Frédéric Lacroix-Couture. (2018, juillet 25). *Coup de pouce de la Ville de Mont-Royal aux Pollués de Montréal-Trudeau*. *Metro*.

Gouvernement du Québec. (2018). *GAZETTE OFFICIELLE DU QUÉBEC, 150e année, no 23*.

Howard, E. (1898). *To-morrow : A peaceful path to real reform*. London : Swan Sonnenschein. <http://archive.org/details/tomorrowpeaceful00howa>

Lacroix-Couture, F. (2017, juin 23). *Des citoyens de Ville Mont-Royal craignent le pire*. *Journal Métro*. <https://journalmetro.com/local/outremont-mont-royal/1160100/des-citoyens-de-ville-mont-royal-craignent-le-pire/>

Lacroix-Couture, F. (2018, janvier 17). *Pétition contre le bruit du REM à Ville de Mont-Royal*. *Journal Métro*. <https://journalmetro.com/local/outremont-mont-royal/1352556/petition-contre-le-bruit-du-rem-a-ville-de-mont-royal/>

Lynch, K. (1992). *The image of the city* (21st ed). Mit press.

MAMH, & MCC. (2022). *Mieux habiter et bâtir notre territoire. Politique nationale de l'architecture et de l'aménagement du territoire. Vision stratégique*.

Marsan, J. C. (1994). *Montréal en évolution : Historique du développement de l'architecture et de l'environnement montréalais* (3e éd. rev., corr.mise à jour). Editions du Méridien.

MSSS. (2019, avril 8). *Résumé des principaux indicateurs pour décrire l'exposition au bruit—Bruit environnemental—Professionnels de la santé—MSSS*. Ministère de la Santé et des Services sociaux.

<https://www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/sante-environnementale/bruit-environnemental/resume-des-principaux-indicateurs-pour-decrire-l-exposition-au-bruit/>

NouvLR. (2020). *Modélisation acoustique—Antenne Deux-Montagnes*.

Paquot, T., & Mangematin, M. (Éds.). (2010). *Les faiseurs de villes : 1850 - 1950*. Infolio Ed.

REM. (2019a). *Comité de bon voisinage Canora-Mont-Royal*.

REM. (2019b). *Création d'une nouvelle place publique pour unir le centre-ville de Ville de Mont-Royal*.

REM. (2021a). *Le bruit lié à l'opération du Réseau express métropolitain (REM)*.

REM. (2021b, avril 12). *Position des murs antibruit : MONTRÉAL – CANORA ET MONT-ROYAL*. REM.

<https://rem.info/fr/bruit-vibration-operation>

The International Garden Cities Institute. (2014). *Garden Cities in Canada*.

Thibodeau Architecture+Design. (2018). *VMR COUVERTURE DES VOIES FERRÉES*.

Turgeon, J. (2018, avril 11). *LES GRANDS PROJETS*. Station Mont-Royal. <https://stationmontroyal.com/nouvelles/les-grands-projets>

Unwin, R. (1994). *Town planning in practice : An introduction to the art of designing cities and suburbs*. Princeton Architectural Press.

Ville de Montréal. (2018). *PROFIL SOCIODÉMOGRAPHIQUE Recensement 2016*.

Ville Mont-Royal. (2017). *RÈGLEMENT N° 1440 RÉVISANT LE PLAN D'URBANISME*.

Ville Mont-Royal. (2019a). *Règlement n° 1441 de zonage*.

Ville Mont-Royal, V. M.-R. (2019b). *RÈGLEMENT N° 1380 SUR LA SALUBRITÉ, LA SÉCURITÉ, LA PAIX ET L'ORDRE*.

Wolfe, J. M., & Dufaux, F. (1992). *A Topographic Atlas of Montreal*. McGill School of Urban Planning.

<https://books.google.ca/books?id=i4TSzgEACAAJ>

LE DOMAINE SCOTT, secteur Saint-Malo à Québec

Un ensemble de logements sociaux pour requalifier une friche industrielle

Table des matières

Pertinence du cas à l'étude	4
1. Évolution et principales parties prenantes.....	4
2. Contexte urbanistique	6
2.1 Caractérisation morphologique du secteur Saint-Malo	7
2.2 Outils d'aménagement et d'urbanisme.....	11
3. Caractérisation de l'environnement sonore	18
3.1 Cadre réglementaire spécifique au bruit	18
3.2 Caractérisation acoustique	19
4. Références	20
5. Annexes	21
Annexe A.....	21
Annexe B.....	22
Annexe C.....	23

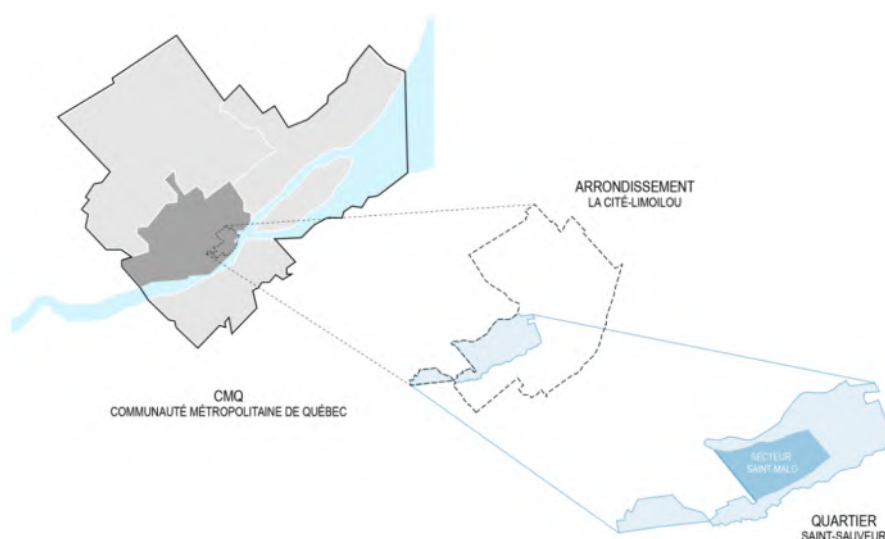


Figure 1 : Secteur Saint-Malo dans la Communauté métropolitaine de Québec.

LE DOMAINE SCOTT

Un ensemble de logements sociaux pour requalifier une friche industrielle

Le Domaine Scott est situé dans le secteur de Saint-Malo du quartier Saint-Sauveur en basse-ville de Québec (Figure 1). Complété en 2017, ce projet résidentiel est situé sur un ancien site industriel, soit celui de l'aluminerie Eastern Canada Steel. Il compte 64 logements sociaux et a une superficie de 9000 m² (CCM2, 2017). Bordé par la voie ferrée, le Domaine Scott avoisine le parc industriel de Saint-Malo (Figure 2), l'un des quinze parcs industriels urbains de la ville de Québec. Participant à la consolidation urbaine de ce secteur, il s'inscrit dans la foulée d'autres projets de requalification urbaine, dont la Coopérative de l'Horizon nouveau (réalisée) et le projet sur l'ancien terrain d'Hydro-Québec (en cours).

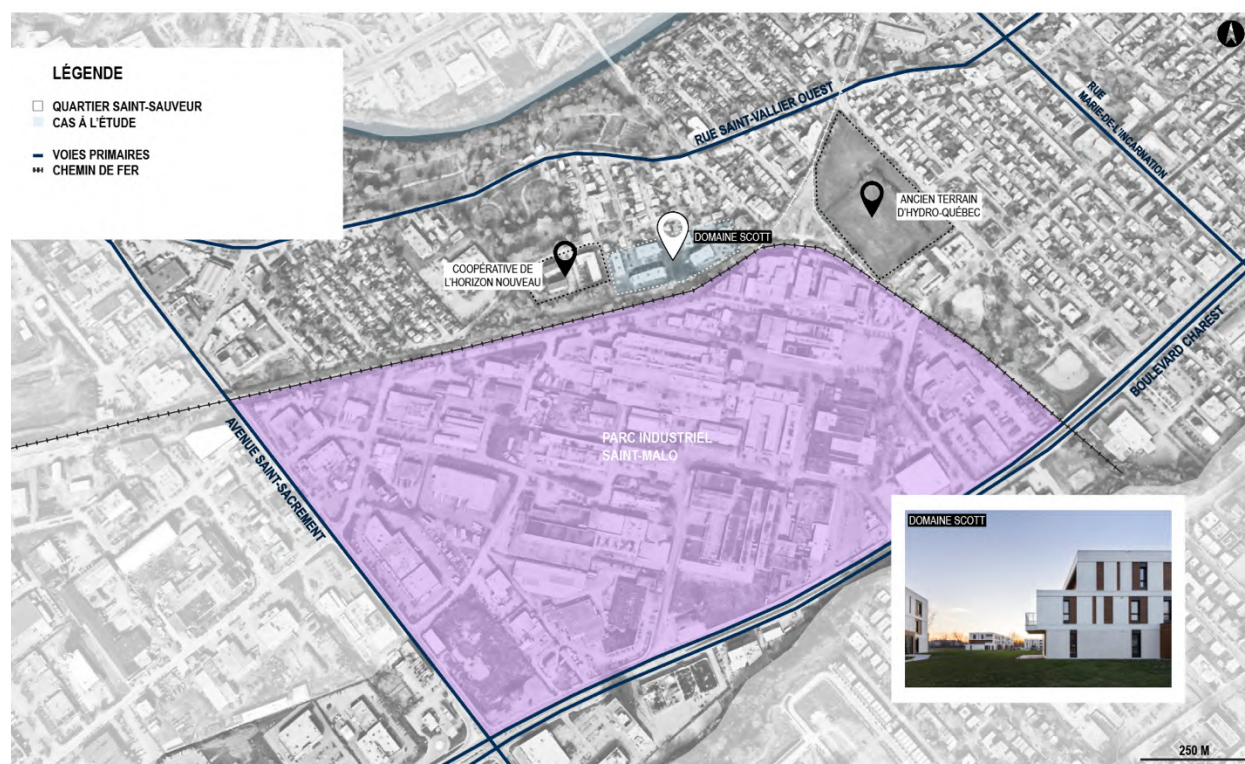


Figure 2 : La Coopérative de l'Horizon nouveau, le Domaine Scott et l'ancien terrain d'Hydro-Québec, dans le secteur Saint-Malo.

Sources : Google Earth Pro, 2021 (fond); AQ, 2022 (routes); AQ, 2022 (réseau ferroviaire); CCM2, 2017 (image).

Les projets de requalification du secteur de Saint-Malo sont situés les uns à côté des autres. Le projet en cours de réalisation sur l'ancien terrain d'Hydro-Québec constitue le dernier volet de la consolidation du secteur.

Situé entre la rivière Saint-Charles et le coteau Sainte-Genève qui sépare la haute et la basse-ville, le quartier Saint-Sauveur figure parmi les plus anciens quartiers de la ville de Québec (Figure 3). Couvrant une superficie d'environ 4 km², ce quartier ouvrier, qui connaît une faible décroissance démographique, compte 15 495 habitants. La composition de la population rejoint la moyenne municipale : elle est plutôt jeune (âge moyen de 42,5 ans contre 43,5 ans pour la ville) et compte peu d'immigrants (8,1% contre 7,2%). Toutefois, le niveau de scolarité est moins

élevé (40,7% détient un diplôme d'études secondaire ou moins contre 24,3%). Le quartier Saint-Sauveur figure parmi les plus modestes de la ville avec un revenu moyen par habitant de 32 113 \$ contre 44 113 \$. L'indice combiné de défavorisation matérielle et sociale montre d'ailleurs que la majorité des habitants de ce quartier font partie de la catégorie *matériellement et socialement les plus défavorisés*. Finalement, un peu moins du quart des résidents sont propriétaires (22,4%), alors que les logements locatifs représentent 77,6% du parc immobilier (Ville de Québec, 2019).

Le secteur Saint-Malo, quant à lui, est situé aux limites ouest du quartier Saint-Sauveur (Figure 3) et compte l'une des plus fortes densités de population de la ville (Ville de Québec, 2022). Délimité par quatre grandes voies de circulation d'importance et traversé par le chemin de fer Québec-Gatineau le liant au Port de Québec, il est bien connecté au reste de la capitale. Ici, cette infrastructure ferroviaire vient diviser deux zones d'activités différentes, soit le Parc industriel de Saint-Malo et les ensembles résidentiels l'avoisinant.

En raison de cette localisation stratégique, le secteur Saint-Malo a été un pôle industriel très important à l'échelle de la ville et même du pays. Aujourd'hui, sa position avantageuse et la disponibilité de grands terrains laissés en friches depuis le départ des industries en font un secteur attractif pour les projets de densifications.

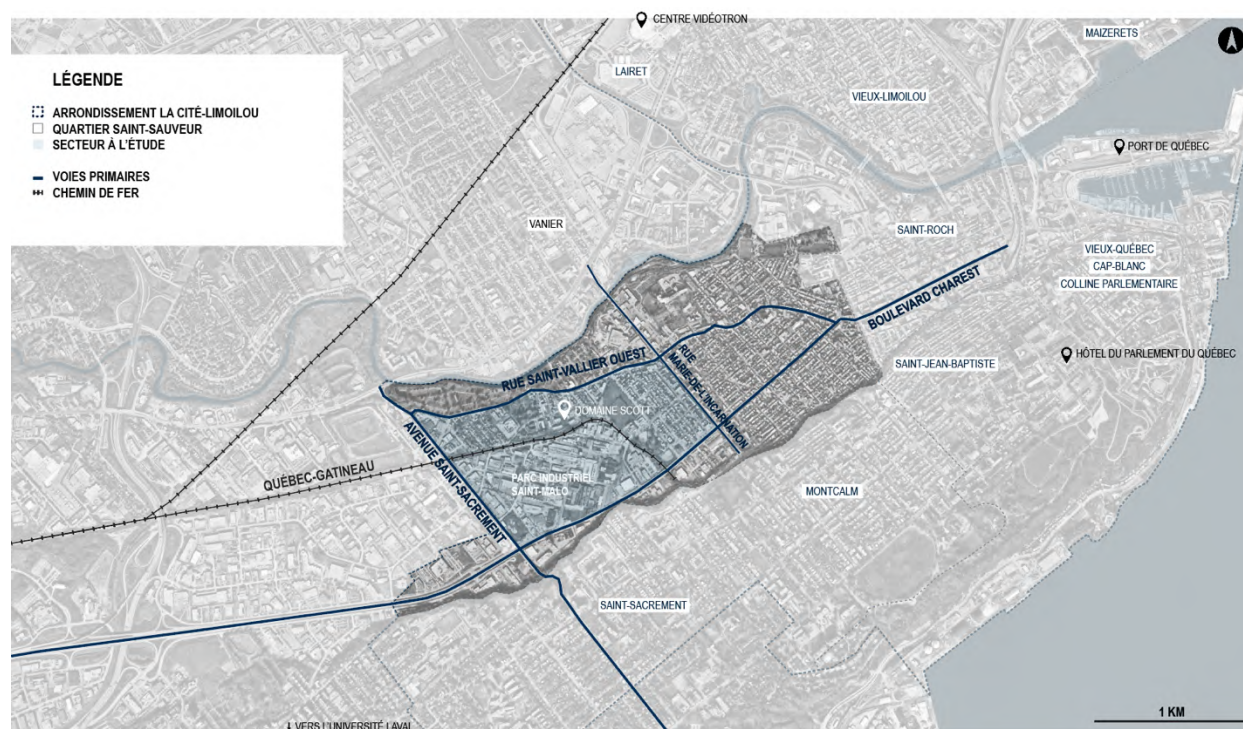


Figure 3 : Le quartier Saint-Sauveur, le secteur Saint-Malo et le Domaine Scott dans la ville de Québec.

Sources : Google Earth Pro, 2021 (fond); AQ, 2022 (routes); AQ, 2022 (réseau ferroviaire).

Saint-Sauveur est au carrefour de plusieurs voies d'importance connectant ainsi très bien le secteur Saint-Malo au reste de la ville de Québec. Le Boulevard Charest, prolongement d'une autoroute provinciale, le traverse d'est en ouest, alors que l'Avenue Saint-Sacrement le relie à la haute-ville. Les rues Marie-de-l'Incarnation et Saint-Vallier Ouest, deux des plus anciennes rues de la ville, délimitent ce secteur et accueillent des activités diverses, dont plusieurs ateliers et fabriques. Ces rues jouent également un rôle de centralité à l'échelle du quartier en accueillant des divers commerces, services et institutions.

PERTINENCE DU CAS À L'ÉTUDE

Le Domaine Scott permet d'illustrer les enjeux de la requalification des friches urbaines encouragée par les objectifs d'urbanisme durable apte à freiner l'étalement urbain, comme souhaité par le gouvernement du Québec. Étant l'un des nombreux projets de requalification planifiés dans ce secteur, il met la table pour un autre projet à proximité, soit celui sur l'ancien terrain d'Hydro-Québec (Figure 2). Ces sites, dont le Domaine Scott, permettent la densification et la consolidation des zones urbaines existantes contribuant ainsi à la revitalisation des centres-villes et des secteurs anciens (Gouvernement du Québec, 1994). Toutefois, plusieurs défis et enjeux marquent la mise en œuvre de ces projets de requalification. En effet, l'implantation d'activités sensibles (résidences) est difficile dans ce contexte fortement marqué par des contraintes environnementales, à savoir la contamination des sols et les nuisances, notamment sonores, liées aux passages des trains et aux activités industrielles.

1. Évolution et principales parties prenantes

Le Domaine Scott occupe le site de l'ancienne usine Eastern Canada Steel & Iron Works Ltd (Figure 4) officiellement fermée en 1978 puis démolie en 1985. Cette usine a joué un rôle de premier plan dans le développement de l'ouest du quartier Saint-Sauveur depuis sa construction au tournant des années 1910 (Gilbert, 2018).

Trois grandes phases révèlent l'évolution du Domaine Scott marquée par un important changement de vocation, passant d'industrielle au 20^e siècle, à résidentiel en 2017.



Figure 4 : Usine Eastern Canada Steel & Iron Works Ltd, Centre industriel Saint-Malo.

Source : BAnQ, J.W. Michaud, 1954.

L'ancienne usine, construite à proximité de la voie ferrée et de la gare de triage (plus à gauche), profitait de ces infrastructures pour le transport de sa marchandise.



Figure 5 : Infrastructure ferroviaire actuelle telle que vue depuis le Parc industriel de Saint-Malo, vers le Domaine Scott.

Source : Google Maps, 2021.

Toujours présentes, les infrastructures ferroviaires sont encore visibles, aujourd'hui. Toutefois, les abords de la voie ferrée sont quelque peu dissimulés par une abondante végétation : elle crée un écran qui cache le Domaine Scott du parc industriel.

2009 – 2016 : ÉLABORATION ET MISE EN PLACE DU PROJET

Initié par l'OBNL Action-Habitation Québec en 2009, la requalification du Domaine Scott en ensemble résidentiel visait à répondre aux besoins en logement abordable du quartier Saint-Sauveur (Ville de Québec, 2005a).

L'élaboration du projet a été confiée à la firme d'architectes CCM2 de Québec. Avec l'aide de la ville, le site a été

décontaminé en 2010, après avoir été laissé à l'abandon pendant plusieurs années. En 2011, la Ville de Québec a lancé un appel d'offres dans le but d'y construire un ensemble combinant immobilier privé et logement social. En complément à la construction de logement, la ville y prévoyait également l'aménagement d'un parc (le parc Lionel-Bertrand) et d'une piste cyclable le long de la voie ferrée (Figure 6). Le projet représente un investissement de quelque 14 M\$ (Cazes, 2017). La concrétisation du projet a toutefois tardé. Ainsi, la décontamination de la rue dépendait de l'achèvement des travaux de construction sur le terrain adjacent réalisés par le même promoteur. En 2013, le conseil de quartier de Saint-Sauveur avait d'ailleurs fait circuler une pétition pour intimer la ville de Québec d'accélérer le processus de développement du Domaine Scott (Le Maléfan, 2013).

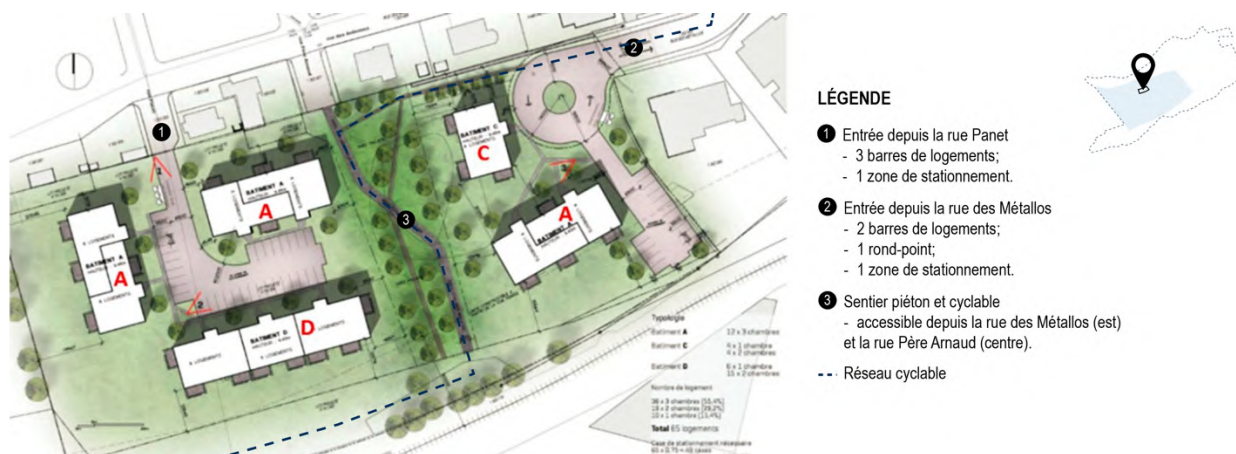


Figure 6 : Plan d'ensemble du Domaine Scott.

Source : MonSaintSauveur, 2017 modifié par Coralie Carbonneau, 2022.

Le Domaine Scott compte 64 logements sociaux, dont neuf $3^{1/2}$, dix-neuf $4^{1/2}$ et trente-six $5^{1/2}$ (CCM2, 2017). Il offre des logements pour les ménages à revenu faible ou modeste (familles, personnes seules, personnes âgées autonomes ou personnes handicapées autonomes) (Société d'habitation de Québec, 2022). Au centre de la parcelle, une piste cyclable et un sentier piéton ont été aménagés là où un gros trou pour la décontamination du site avait été creusé (CCM2, 2017). Cet aménagement s'inscrit dans le prolongement du réseau cyclable de la ville qui permet de relier le pont Scott, pont traversant la rivière Saint-Charles et reliant Saint-Sauveur à Vanier.

2016 – 2017 : CONSTRUCTION DU PROJET

La construction du projet du Domaine Scott (Figure 7) a débuté en 2016 et a été livrée en 2017. Selon la revue de presse effectuée pour cette étude de cas, la construction de logements sociaux ne semble pas avoir soulevé de débats publics, et ce, malgré qu'ils soient implantés à proximité de la voie ferrée. Toutefois, ce projet est situé en marge du quartier et loin des commerces et services.

Le Domaine Scott s'inspire des principes modernistes en architecture : les bâtiments du Domaine Scott sont implantés en isolé sur un grand site végétalisé, puis le jeu des matériaux montre également un style moderniste assumé avec l'utilisation de lignes pures.



Figure 7 : Le Domaine Scott, vu vers l'intérieur de la parcelle depuis la rue des Métallos (ouest).

Source : CCM2, 2017.

2019 – 2020 PHASE 3 : AMÉNAGEMENT URBAIN ET PAYSAGER

Comme promis, la Ville de Québec a aménagé une piste cyclable le long de la voie ferrée, en bordure de l'ensemble résidentiel, qui relie le parc Lionel-Bertrand, à l'ouest du Domaine Scott. Par ailleurs, ce tronçon a été végétalisé, ce qui dissimule la voie ferrée et le parc industriel de l'ensemble résidentiel.

Finalement, l'aménagement paysager du site résulte d'une collaboration financière entre Verdir St-Roch et Demain la Forêt (Milieux de vie en santé, 2022). Ainsi, plus de 50 arbres ont été plantés et un jardin communautaire, aménagé.

2. Contexte urbanistique

Ce contexte s'articule autour de deux volets : une caractérisation morphologique et une présentation des principaux outils d'aménagement et d'urbanisme. Pour faciliter la lecture, rappelons que la caractérisation morphologique met en évidence, comme son nom l'indique, les grandes caractéristiques du paysage et de la forme urbaine qui le constituent. Les principaux outils de planification font, quant à eux, référence à l'ensemble des plans visant à encadrer à la fois les processus d'aménagement et la mise en forme des espaces comme tels. Cette partie met en évidence les orientations, les objectifs et les paramètres d'intervention.

Dans un premier temps, une courte présentation du quartier Saint-Sauveur permettra de contextualiser le secteur Saint-Malo. De là, la caractérisation morphologique sera présentée, suivie par la présentation des principaux outils d'urbanisme.

Le quartier Saint-Sauveur

Situé en basse-ville sur les rives de la rivière Saint-Charles (Figure 8), le quartier Saint-Sauveur est l'un des quartiers centraux de la ville de Québec. À l'instar des quartiers dont le développement s'est fait suivant l'industrialisation, Saint-Sauveur présente une importante cohabitation d'activités. Outre un parc industriel branché à la voie ferrée, de nombreux commerces et industries se concentrent le long des voies d'importance qui le parcourent; celles-ci viennent délimiter des « zones » où des résidences y prédominent, largement.

Saint-Sauveur s'est développé au début du 19^e siècle avec la construction du chemin de fer, qui le traverse, et la venue des chantiers navals, des activités portuaires et du commerce du bois. Son urbanisation s'est accélérée après l'incendie de 1845 qui avait détruit la majeure partie de Saint-Roch, quartier ouvrier voisin. La construction de

logement y sera encouragée afin de loger rapidement et à proximité, les ouvriers. Dans la foulée du mouvement hygiéniste, le parc Victoria, vaste parc urbain sera aménagé aux abords de la rivière Saint-Charles. À l'instar de plusieurs portions du quartier, celui-ci fera l'objet d'un réaménagement en 1957 dans le cadre d'opération de rénovation urbaine (QuebecVille, 2021). Dans l'après-guerre de 1945, les industries ont quitté graduellement le quartier et, en 1974, une partie du chemin de fer a été démantelée.

Depuis 2006, le quartier connaît une certaine revitalisation. L'aménagement d'un parc linéaire le long des berges renaturalisées de la rivière Saint-Charles et la transformation du parc Victoria rendent le quartier plus attrayant et on voit la construction de plusieurs nouveaux ensembles résidentiels. La proximité avec les quartiers Saint-Roch et Vieux-Québec contribue à son attrait, notamment pour les étudiants et les jeunes ménages.

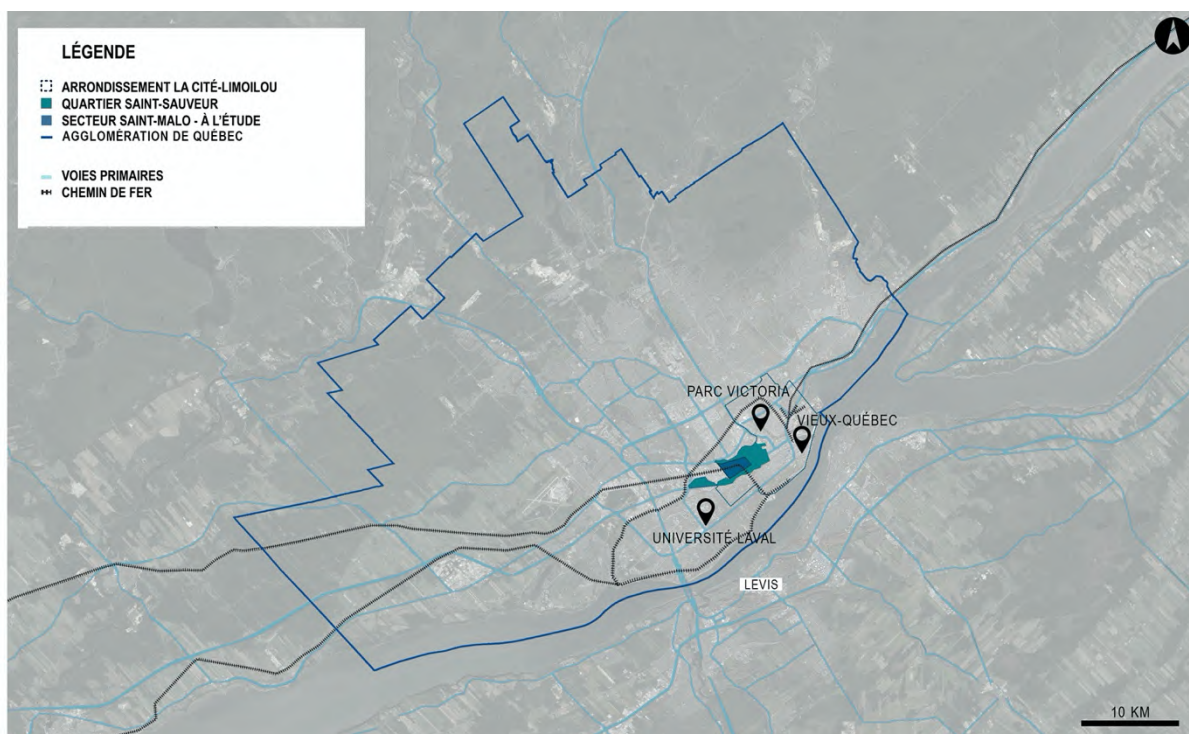


Figure 8 : Saint-Sauveur dans l'agglomération de Québec.

Sources : Google Earth Pro, 2021 (fond); AQ, 2022 (routes); AQ, 2022 (réseau ferroviaire).

2.1 CARACTÉRISATION MORPHOLOGIQUE DU SECTEUR SAINT-MALO

Situé à la limite ouest du quartier Saint-Sauveur, le secteur Saint-Malo jouit d'une grande connectivité à l'ensemble de la région métropolitaine de Québec.

Traversé par la voie ferrée et jouxtant la zone industrielle (Figure 9), le secteur est circonscrit par des voies anciennes toujours importantes, chacune jouant un rôle de centralité: la rue Saint-Vallier Ouest accueille des commerces de proximité; la rue Marie-de-l'Incarnation relie plusieurs quartiers et montre une vocation commerciale et industrielle affirmée (commerces spécialisés, industries et entrepôts). L'avenue Saint-Sacrement et le Boulevard Charest participent, quant à eux, à l'accessibilité de ce secteur à l'échelle de l'agglomération et on y trouve des industries et des commerces de grandes surfaces. Ces centralités prennent la couleur de la voie sur laquelle elles se trouvent et sont essentiellement de deux ordres : sur les grandes voies limitrophes qui traversent l'ensemble de l'agglomération métropolitaine, elles revêtent un caractère régional et accueillent des activités à large rayonnement (industries,

grandes surfaces, etc.); puis, sur les voies à l'intérieur du quartier, elles prennent un caractère local et les services de proximité y prédominent.

La voie ferrée a exercé une influence notable sur l'organisation spatiale de Saint-Malo qui ressemble à un patchwork. En effet, son tracé découpe le territoire délimitant ainsi plusieurs sous-ensembles ou voisinages clairement identifiables, auxquels nous référons ici par le parc industriel de Saint-Malo, la banlieue pavillonnaire, plus récente, et le secteur plus ancien du faubourg ouvrier.



Figure 9 : Localisation des activités du secteur Saint-Malo.

Sources : Google Earth Pro, 2021 (fond); Carte interactive de la Ville de Québec, 2022 (usages); AQ, 2022 (routes); AQ, 2022 (réseau ferroviaire).

Le parc industriel de Saint-Malo, véritable noyau du secteur

Le parc industriel de Saint-Malo, ceinturé par la voie ferrée et deux grandes voies métropolitaines, voire régionales, se présente comme le noyau du secteur Saint-Malo puisqu'il en constitue sa plus grande partie. On y trouve, notamment, de petites industries en son centre, telles qu'un fabricant de meubles et une micro-brasserie, des plus lourdes en bordure de la voie ferrée, tel qu'un fabricant de machines. Des commerces de grande surface sont, quant à elles, implantés le long des grandes voies de transit (l'avenue Saint-Sacrement et le Boulevard Charest Ouest), tel que des marchands de matériaux de construction. La localisation de ces diverses activités répond à une logique utilitaire ; ainsi, les activités industrielles profitent de la proximité de la voie ferrée, alors que les commerces de grande surface peuvent rejoindre un plus grand bassin de population se déplaçant en véhicule, majoritairement.

Avec ses imposants bâtiments implantés en isolé sur d'immenses parcelles de formes irrégulières (Figure 10), ce sous-ensemble contraste avec le reste du quartier principalement résidentiel avec de plus petit gabarit. D'une façon

générale, les bâtiments présentent tous une architecture très simple et sont entourés de grands espaces extérieurs asphaltés dédiés au stationnement ou à l'entreposage. Les rues sont larges pour faciliter le transport de la marchandise par camions. À l'exception de quelques arbres ici et là, l'aménagement est réduit à sa plus simple expression et on n'y trouve aucun trottoir.



Figure 10 : L'USINE dans l'ancien bâtiment de l'Arsenal de Saint-Malo.

Source : Google Maps, 2022.

Construit en 1941, l'Arsenal de Saint-Malo situé en bordure du boulevard Charest accueillait une usine de munitions (Lajoie, 2022). Aujourd'hui, il est occupé par le fabricant de meubles, L'USINE, ouvert au public. Son gabarit, son implantation et son style architectural sont assez représentatifs de l'ensemble des bâtiments du parc industriel de Saint-Malo.

La banlieue pavillonnaire

Au nord du parc industriel de Saint-Malo se trouve un ensemble résidentiel enserré entre la voie ferrée et la rivière Saint-Charles (Figure 9). Construit au tournant des années 1950, cet ensemble résidentiel reprend les traits de la banlieue pavillonnaire où prédominent les unifamiliales, hormis quelques plex en bordure de l'ancienne voie ferrée. La trame est irrégulière et composée de petites rues dédiées à la desserte locale et de nombreux culs-de-sac butant sur la voie ferrée. Cet ensemble tranche avec le reste du quartier.

Le long de la rue Saint-Vallier Ouest qui fait office de centralité à l'échelle du quartier avec ses quelques commerces de proximité et services, ce secteur compte tout de même la présence de plusieurs garages, témoins de son passé industriel.



Figure 11 : Rue de la Marine dans le secteur Saint-Malo.

Source : Google Maps, 2021.

Typique, cette rue présente des bungalows de petite taille datant de l'après-guerre. Montrant les mêmes caractéristiques en termes d'implantation et de gabarit, ils rendent ce secteur homogène.



Figure 12 : Rue Lebouthillier dans le secteur Saint-Malo.

Source : Google Maps, 2021.

En bordure de l'ancienne voie ferrée maintenant démantelée, on trouve surtout des duplex et des triplex. Ici aussi, le secteur est particulièrement homogène.

Le faubourg ouvrier

La portion Est du quartier tient à un voisinage plus dense construit au début du 20^e siècle. L'exception étant observable aux abords de la voie ferrée, secteur développé plus récemment, dont fait partie le Domaine Scott. Prolongeant la trame orthogonale du quartier Saint-Roch, le voisinage majoritairement résidentiel est constitué de plex de 3 étages de deux grands types : certains plus modestes et anciens, sont mitoyens (Figure 13), d'autres, généralement plus récents, sont implantés en isolés (Figure 14). Tant la trame que les types bâtis font état d'une certaine hétérogénéité. Ici aussi, commerces et services sont localisés sur le boulevard Charest et la rue Marie-de-l'Incarnation. À cette hauteur, les chaînes de restauration rapide sont nombreuses.



Figure 13 : Rue Lafayette dans le secteur Saint-Malo.

Source : Google Maps, 2021.

Cette rue est un exemple typique de bâtiments construits en continu et occupant la largeur totale du lot, avec peu ou pas de marge de recul. Ce type bâti est caractéristique du dernier tiers du 19^e.



Figure 14 : Rue Lafayette dans le secteur Saint-Malo.

Source : Google Maps, 2021.

Quelques rares portions de ce voisinage montrent des plex implantés en isolé. Reprenant les principes du mouvement hygiéniste, la fenestration est possible sur toutes les façades assurant notamment une meilleure aération.

2.2 OUTILS D'AMÉNAGEMENT ET D'URBANISME

L'aménagement du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (Figure 15) est régi par son Plan métropolitain d'aménagement et de développement (PMAD), puis par un Schéma d'aménagement et de

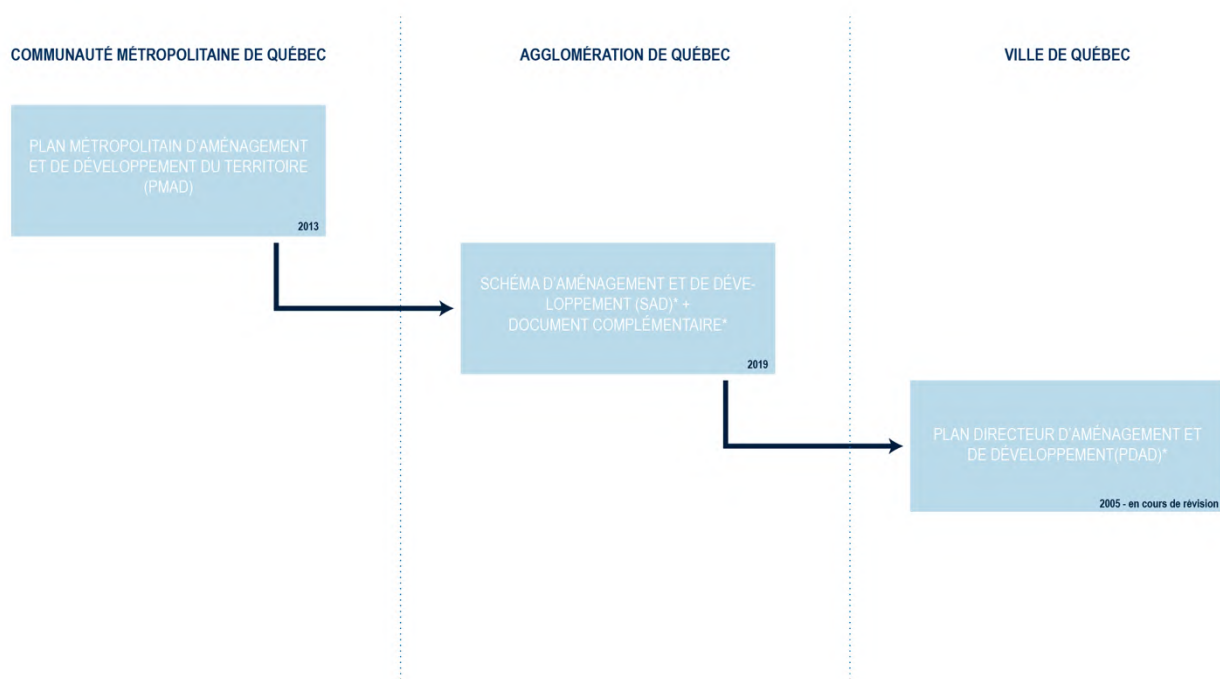


Figure 15 : Cadre institutionnel applicable au cas du secteur Saint-Malo.

Source : Coralie Carbonneau, 2022.

développement (SAD) réalisé pour l'agglomération de Québec¹. Ces outils d'aménagement et d'urbanisme offrent de grandes orientations à partir desquelles le Plan métropolitain d'aménagement et de développement (PDAD) est réalisé. Ce dernier joue le rôle de plan d'urbanisme de la Ville de Québec. Toutefois, pour donner suite à l'adoption du nouveau SAD et de son document complémentaire en 2019, la Ville de Québec semble avoir fait le choix de terminer la révision de son PDAD avant de mettre localement ses règlements en conformité. Il en résulte actuellement un cadre institutionnel en court-pointe.

La planification du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ)

Le plan métropolitain d'aménagement et de développement du territoire (PMAD) adopté en 2013 présente treize stratégies métropolitaines développées selon trois priorités d'aménagement et de développement, soit : *structurer*, *attirer* et *durer*. Celles-ci interpellent les questions relatives à la mobilité, la qualité de vie et le développement durable. Le bruit y est pris en charge implicitement et explicitement.

Le bruit, au même titre que la qualité de l'air ou la pollution lumineuse, y est reconnu comme une source de nuisances pouvant affecter la qualité de vie. Comme prescrit par la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (LAU), le plan identifie les zones de contraintes anthropiques, à ce titre une partie du réseau routier et les gares de triage sont identifiées comme des zones potentielles de niveau sonore élevé.

Plus précisément, le PMAD souligne l'importance d'une planification particulière pour les usages sensibles², afin de maintenir le niveau sonore maximal à 55 dB(A) $L_{eq, 24h}$ (extérieur) et 40 dB(A) $L_{eq, 24h}$ (intérieur), et ce, particulièrement pour les sites en bordure des gares de triage. D'ailleurs, des moyens d'action aptes à faire face à ces situations sont proposés (*en annexe A – tableau 22*). Ceux-ci sont de deux ordres : d'abord préventifs qui interviennent en amont de la mise en œuvre (lotissement, implantation, conception); puis curatifs pour résoudre des problèmes, comme l'intensification du transit (équipements mécaniques, aménagement extérieur). Finalement, lors d'une demande d'autorisation visant le lotissement ou un changement d'usage, la réalisation d'une étude acoustique est exigée pour s'assurer que le niveau sonore maximal est respecté.

Toutefois, ces prescriptions ne s'appliquent pas aux infrastructures autres que les gares de triage et ne s'appliquent donc pas dans le cas du domaine Scott.

La planification du territoire de l'agglomération de Québec

L'agglomération de Québec joue le rôle de municipalité régionale de comté (MRC) et doit donc préparer un schéma d'aménagement et de développement (SAD) et son document complémentaire. Elle est formée des villes de Québec, de L'Ancienne-Lorette et de Saint-Augustin-de-Desmaures. La ville de Québec est divisée en six arrondissements³.

Le dernier SAD et son document complémentaire sont entrés en vigueur en 2019⁴ afin de se conformer au PMAD et à ses orientations. Le SAD comprend six grandes orientations d'aménagement et de développement, soit l'accueil de la croissance résidentielle dans des milieux de vie de qualité, la mise de l'avant de la compétitivité, la priorité à la mobilité durable (arrimage de la planification des transports et l'aménagement du territoire), la valorisation et la préservation du patrimoine et des milieux d'intérêt, la protection des personnes et des biens, et l'efficacité et la

¹ Ici, l'agglomération de Québec joue le rôle de Municipalité régionale de comté (MRC) et doit donc produire un Schéma d'aménagement et de développement (SAD).

² Ici, il est précisé que les usages résidentiels, les usages récréatifs extensifs et les usages institutionnels de centres d'hébergement et de soins de santé, de services de garde en garderie et d'enseignement sont considérés comme sensibles.

³ Ceux-ci comprennent les arrondissements de Beauport, Charlesbourg, la Cité-Limoilou, la Haute-Saint-Charles, les Rivières et Sainte-Foy-Sillery-Cap-Rouge.

⁴ Un travail de recherche complémentaire pourrait explorer la version précédente du SAD et ses amendements.

transparence de la planification et de la gestion du territoire, efficaces et transparents (Agglomération de Québec, 2019).

Le bruit, dont les risques pour la santé et la sécurité publique et le bien-être en général sont reconnus, est abordé de manière implicite dans l'orientation portant sur la protection des personnes et des biens (Agglomération de Québec, 2019). Plus précisément, la prise en charge du bruit se fait essentiellement par l'identification des contraintes anthropiques, parmi lesquelles figurent les voies ferrées et les gares de triage, ainsi que le transport des matières dangereuses. Cependant, la circulation routière y est identifiée comme la source principale de nuisance sonore.

Le SAD reprend l'essentiel de la Politique sur le bruit routier du MTQ (1998), notamment sur les deux approches d'atténuation des impacts sonores proposées, soit *correctives* ou de *planification intégrée*. Dans le cadre de cette seconde approche, la politique fixe un seuil maximum de bruit ambiant : à l'extérieur, 55 dBA $L_{eq, 24h}$ est reconnu comme acceptable pour les zones sensibles, notamment à proximité de routes et d'autoroutes. Une carte identifie d'ailleurs ces zones (*en annexe B – carte 33*).

Enfin, la présentation des principaux projets d'infrastructures du réseau supérieur de transport de l'agglomération de Québec (secteur de la tête des ponts, autoroutes, boulevard Champlain, pont de l'Île d'Orléans et boulevard Wilfrid-Hamel) fait l'objet d'une annexe du SAD. Notons que seul le prolongement du mur antibruit sur l'autoroute Laurentienne, à la hauteur de Charlesbourg, mentionne précisément une prise en charge du sonore.

Le document complémentaire

Le document complémentaire du SAD vient définir normativement les règles d'application de ces orientations. Le bruit du réseau routier et celui des voies ferrées sont traités explicitement dans des articles séparés. Les constructions aux abords d'autres usages à contraintes majeures (ex. aéroports, dépôt à neige, etc.) et des gares de triage, où le sonore n'est pas explicitement évoqué, font aussi l'objet de règle prenant en charge le sonore. Toutefois, lorsque les règlements de conformité auront été adoptés par les villes de l'agglomération, ils n'auront force de loi que pour les nouveaux secteurs en développement. En effet, une clause dans les articles vient en restreindre l'application dans les secteurs où les rues sont déjà connectées au réseau d'aqueduc et d'égout au moment de la publication du schéma.

Les autoroutes ou routes à débit élevé qui peuvent générer des pressions sonores supérieures à 55 dB(A) $L_{eq, 24h}$ sont identifiées comme zones de contrainte sonore. Une étude acoustique y est exigée au préalable de la délivrance d'un permis de construction dans une telle zone. Le contenu et les modalités de réalisation de cette étude sont détaillés dans une annexe, qui elle-même renvoie plusieurs fois à des documents rédigés par le MTQ.

Au sein de ces zones de contraintes liées au bruit routier, l'Agglomération de Québec fait varier ses règles selon si le milieu est déjà urbanisé ou non. Pour cela, elle se base sur l'existence au moment de la publication du SAD d'aqueduc et d'égout dans la rue. Dans les milieux déjà urbanisés, la construction d'usage sensible sera interdite si la pression sonore ne peut être inférieure à 40 dB(A) $L_{eq, 24h}$ à l'intérieur, mais tolérée, si elle dépasse les 55 dB(A) $L_{eq, 24h}$ à l'extérieur, moyennant l'installation d'un système de climatisation. Dans des milieux non urbanisés lors de la publication du SAD, la construction d'usage sensible ne sera autorisée que si l'étude acoustique confirme que la pression sonore sera inférieure à 40 dB(A) $L_{eq, 24h}$ à l'intérieur, mais aussi à 55 dB(A) $L_{eq, 24h}$ à l'extérieur. Toutefois, des projets pourront déroger à cette dernière règle s'ils font la preuve qu'il est impossible d'installer des mesures d'atténuation en raison d'un plan d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA). Dans ce cas, ce dernier devra inclure l'objectif et les deux critères suivants :

- « la conception du projet vise à minimiser le bruit ambiant extérieur dans les aires de vie extérieures et tend à réduire le bruit ambiant extérieur pour le ramener le plus près possible du seuil de 55 dBA $L_{eq(24h)}$ » ;

- « les aires de vie extérieures sont aménagées dans les parties du terrain les moins exposées à un bruit ambiant extérieur supérieur à 55 dBA $L_{eq(24h)}$ »;
- « les bâtiments sont implantés de manière à faire écran aux aires de vie extérieures ».

En cela, ces mesures rejoignent plusieurs bonnes pratiques énoncées par les guides (Leroux et al., 2022).

Aux abords d'une voie ferrée, la construction d'habitat sera prohibée 30m autour de son assiette, hormis si une étude acoustique atteste que le bruit ambiant extérieur sera inférieur à 55 dBA $L_{eq,24h}$.

Pour les gares de triage, une distance de 100m devra être maintenue avec « un usage relatif aux grands groupes d'usages Habitation et Administration et services professionnels, ainsi qu'un usage relatif à un équipement public ou institutionnel ». La distance sera réduite à 20m avec les autres usages. Ici, aucune étude acoustique n'est demandée.

Qu'est-ce que l'assiette d'une voie ferrée?

Comme défini dans le Document complémentaire du SAD de l'agglomération de Québec, l'assiette d'une voie ferrée est « la partie d'une voie ferrée, délimitée par les rails, y compris les traverses installées sous les rails » (Agglomération de Québec, 2019). Les distances - que ce soit de séparation ou d'application d'une règle - prescrites dans le document débutent alors à la limite de cette assiette.

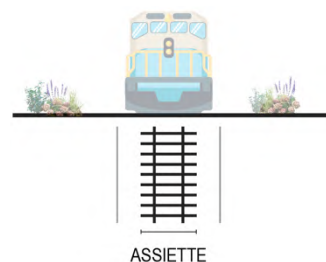


Figure 16 : Assiette d'une voie ferrée.

Source : Coralie Carboneau, 2022.

La planification du territoire de la Ville de Québec

Le PDAD, soit l'équivalent du plan d'urbanisme pour la Ville de Québec, est entré en vigueur en 2005. Il est en cours de révision pour se conformer au SAD actuel. Ce plan définit notamment les grandes orientations d'aménagement et des objectifs spécifiques, selon les arrondissements. La section portant sur La Cité-Limoilou (comprenant Saint-Sauveur) sera traitée plus spécifiquement, ci-après. Particularité de ce document, défini par la Charte de la Ville de Québec, il inclut un document documentaire. On y retrouve plusieurs normes, toutes venant définir les modalités de coexistence avec des contraintes naturelles ou anthropiques.

Se réclamant du développement durable, ses grandes orientations visent notamment la protection de l'environnement naturel et urbain, la diversité et la croissance de la population (Ville de Québec, 2005a). D'ailleurs, dès la première orientation, la prise en charge du bruit est implicite puisqu'on y avance l'importance de la prévention des nuisances et des risques susceptibles d'être associés à des territoires, des usages, des pratiques ou des activités.

Premièrement, les zones industrielles sont reconnues comme générant des nuisances (Ville de Québec, 2005a). Pour palier, le PDAD recommande de protéger les usages sensibles à l'aide de distances séparatrices ou de zones tampons. Le trafic lourd est également identifié comme une activité pouvant porter atteinte à la qualité de vie. Ensuite, le PDAD identifie les contraintes anthropiques qui ont un impact sur la qualité de vie des citoyens, dont les intensités sonores, la fumée, les vibrations et la poussière. Ainsi :

« [l]e bruit routier est souvent considéré comme l'une des nuisances environnementales les plus répandues, mais aussi l'une des plus difficiles à appréhender compte tenu de la complexité des éléments qui contribuent à sa dispersion et de son caractère variable dans le temps » (Ville de Québec, 2005a).

Mentionnées en second plan, les nuisances causées par la proximité à un chemin de fer ou encore à une gare de triage sont abordées brièvement :

« [...] les activités ferroviaires sont également une source de bruit importante que la Ville souhaite mieux encadrer, à l'avenir, pour minimiser les impacts sur l'environnement urbain et la qualité dans les quartiers limitrophes » (Ville de Québec, 2005a).

Le plan favorise deux grandes solutions : une gestion préventive des impacts associés au bruit et un contrôle à la source des nuisances, puis la requalification des terrains contaminés. Dans un premier temps, la construction de murs antibruit aux endroits fortement exposés et l'utilisation de systèmes mécaniques plus silencieux sont suggérées.

Le document complémentaire

Le document complémentaire du PDAD propose des distances séparatrices autour des gares de triage et des voies ferrées, sans toutefois être justifié explicitement pour une prise en charge du bruit. Elles ne s'appliquent toutefois pas rétroactivement aux secteurs déjà lotis et bâtis à la publication du document, comme évoqué plus haut.

Une distance minimale de 20m doit être maintenue autour des gares de triage. Elle est rehaussée à 100m pour « les constructions ou les usages ayant trait aux grandes affectations résidentielle, publique, institutionnelle et communautaire », ainsi que pour le commerce de détail et les services.

Quant aux voies ferrées, c'est une distance de 15m calculée à partir de l'assiette de la voie qui est prescrite pour les constructions résidentielles. Elle passe à 30m pour la réalisation de projets résidentiels dépassant les 25 logements à l'hectare.

La planification du territoire de l'arrondissement la Cité-Limoilou et du quartier de Saint-Sauveur

Les annexes du Plan directeur d'aménagement et de développement portent sur les différents arrondissements de la Ville de Québec et permettent de traduire les orientations du PDAD à l'échelle de chacun de ceux-ci. En ce qui concerne l'arrondissement la Cité-Limoilou, la Ville entend continuer « la consolidation du centre-ville de manière à en faire un milieu de vie habité et animé en assurant une saine cohabitation entre les différentes fonctions urbaines » (Ville de Québec, 2005a).

Le Plan directeur du quartier de Saint-Sauveur traduit, quant à lui, les orientations du PDAD à l'échelle du quartier. Réalisé en 2005, il présente onze orientations portant sur ses préoccupations principales, soit l'habitation et le logement, le paysage et l'aménagement urbain, le patrimoine, la circulation et le stationnement, la sécurité urbaine, l'environnement, le développement économique et l'animation commerciale, la culture et la vie communautaire (Ville de Québec, 2005b).

Parmi celles-ci, la huitième porte sur la qualité de l'environnement et aborde explicitement la question du sonore. Ainsi, son troisième objectif souhaite « améliorer les conditions environnementales du quartier liées au bruit, à la qualité de l'air et à la qualité des sols ». Pour y arriver, trois actions sont proposées, soit : 1) une campagne de sensibilisation afin de limiter l'utilisation des moteurs de voitures en arrêt; 2) conscientiser les propriétaires de véhicules et de garages à la pollution et à la qualité de l'air ; 3) poursuivre la décontamination des sols (les secteurs résidentiels étant ciblés en priorité).

Finalement, une caractérisation de l'ambiance sonore du quartier est proposée. Ainsi, le quartier Saint-Sauveur est décrit comme « un quartier résidentiel relativement calme ». Les nuisances sonores mentionnées sont principalement liées aux activités commerciales, telles que les bruits en provenance des dépanneurs et des garages, mais également des systèmes de ventilation.

La réglementation applicable à la Ville de Québec et à l'arrondissement la Cité-Limoilou

L'ensemble des règlements d'urbanisme applicable à l'échelle de l'arrondissement la Cité-Limoilou provient des documents *Règlements d'urbanisme harmonisés* et *Règlements d'urbanisme harmonisés – La Cité-Limoilou*. Ceux-ci ont été partiellement mis à jour en 2020⁵. Leurs différents chapitres font référence aux multiples règlements d'urbanisme qui ont été traités séparément, dans les sections suivantes.

De façon générale, ces règlements identifient les activités comportant des contraintes majeures nécessitant des mesures d'atténuation et/ou des études d'impact préalables. Comme on peut le constater dans les parties qui suivent, le bruit est souvent explicitement cité comme étant une contrainte majeure pour l'aménagement, particulièrement lors de la cohabitation d'activités bruyantes avec une activité résidentielle.

Règlements d'urbanisme harmonisés

Deux principaux articles traitent du sonore au sein des règlements d'urbanisme harmonisés. Dans les deux cas, ils ne sont pas rétroactifs et « ne s'applique[nt] pas si, au 1er avril 1985, les services d'aqueduc et d'égout étaient établis sur une rue publique aux abords » d'une voie ferrée ou d'une autoroute.

L'article 735 exige une distance minimale de 30m entre l'assiette d'une voie ferrée et des habitations. Il est toutefois possible de construire au sein de cette zone si une étude acoustique atteste que le bruit « à l'emplacement prévu pour la construction » est inférieur à 55 dBA pour une période de 24 heures.

L'article 731 s'intéresse, quant à lui, aux abords des autoroutes. Il y prohibe l'implantation de résidence 30m autour de leur assiette tandis que cette « distance minimale de protection » est de 45m pour les bâtiments de classe *publique*. Ici aussi, une étude acoustique de l'emplacement permet de déroger à la règle si la pression sonore ne dépasse 55dBA sur une période de 24 heures. Si cela nécessite l'implantation de mesures d'atténuation comme un mur ou une butte antibruit, elles doivent être réalisées avant la demande de permis pour le bâtiment principal.

Règlement de zonage et de lotissement

Le Règlement de zonage du quartier Saint-Sauveur se trouve dans son *Règlement d'urbanisme harmonisé* et présente une carte zonée du quartier de même qu'une grille de spécifications. Premièrement, le parc industriel de Saint-Malo présente une dominance de zones industrielles (Ip) et commerciales (Cc) (Règlement de l'arrondissement de la Cité-Limoilou sur l'urbanisme, 2010). Deuxièmement, le voisinage au nord de la voie ferrée présente une dominance de zones résidentielles (Ha ou Hb) et mixtes (Ma ou Mb). Finalement, le voisinage à l'ouest de la voie ferrée présente une dominance de zones mixtes (Ma, Mb ou Mc). L'ensemble de ces zones est qualifié de type urbain dense.

Le plan de zonage comporte des zones tampons, le long de la voie ferrée. (*en annexe C – territoire 1-5*) (Règlement de l'arrondissement de la Cité-Limoilou sur l'urbanisme, 2010) Ces zones tampons, placées du côté des espaces résidentiels, sont discontinues et de largeur variable (4.5 m, 10 m ou 15 m). Elles séparent les zones présumées bruyantes (industrielles) des zones sensibles (résidentielles). Sans le recours aux zones tampons, les activités auraient été juxtaposées les unes aux autres.

Règlement de permis et certificats

Le chapitre XXVI des *Règlements d'urbanisme harmonisés* présente les permis, certificats et administration des règlements d'urbanisme. Ainsi, toute demande de permis pour un usage de récréation (spectacle, cinéma, théâtre ou danse), de même que pour des activités lourdes, telle que de l'industrie générale I3, sur un lot où l'usage *Habitation* est autorisé, devra inclure un plan d'aménagements et de moyens techniques réalisés par un professionnel en la

⁵ Une nouvelle version de ces règlements a été mise à jour en juillet 2022. Toutefois, la recherche documentaire ayant été réalisée en juin 2022, l'ancienne version de ces règlements a été analysée. À première vue, cette modification ne change pas les éléments qui nous ont intéressés dans ce rapport.

matière indiquant les différents moyens utilisés pour l'isolation acoustique et les techniques favorisées pour la ventilation adéquate de manière à minimiser le bruit (Règlement d'harmonisation sur l'urbanisme, 2022). Une étude acoustique devra également être fournie dans l'attestation.

Règlement sur les usages conditionnels

Le chapitre VI des *Règlements d'urbanisme harmonisés – La Cité-Limoilou* présente les usages conditionnels. Bien que ce règlement n'encadre pas l'aménagement, il rappelle qu'une demande d'autorisation visant un usage conditionnel de récupération, de recyclage, d'entreposage ou de transformation de résidus de béton ou d'asphalte doit être accompagnée d'une étude d'impact analysant les nuisances générées, dont le bruit et la poussière (Règlement d'harmonisation sur l'urbanisme, 2022). Également, les critères d'évaluation de celle-ci vont prendre en compte son impact sur le milieu construit environnant ; celui-ci doit « être minimisé par la mise en place de mesures d'atténuation adaptées à ce milieu, notamment en regard du bruit et de la poussière ».

Règlement sur les conditions en zones de contraintes (après expertise)

Le chapitre XV des *Règlements d'urbanisme harmonisés – La Cité-Limoilou* présente les zones de contraintes, dont celles associées aux contraintes anthropiques reliées au bruit, notamment. Ainsi, les mesures d'atténuation mentionnées sont la butte-écran, le mur antibruit, la zone tampon ou l'écran visuel (Règlement d'harmonisation sur l'urbanisme, 2022). Des mesures précises sont données pour la hauteur et la profondeur de ses installations. De plus, les usages à contraintes majeures sont spécifiés, soit un dépôt à neige, un incinérateur, un lieu d'enfouissement, un lieu de compostage, un poste d'énergie électrique, une station d'épuration, un usage du groupe *I3 industrie générale, I4 mise en valeur et de récupération* et *I5 industrie extractive*. Finalement, une section sur les infrastructures de transport, dont les abords d'une gare de triage, les aéroports, les autoroutes et les voies ferrées, précise les usages permis, les mesures d'atténuation à mettre en place et les distances à respecter.

Règlement de construction

Le chapitre VIII des *Règlements d'urbanisme harmonisés* présente les permis de construction. Celui-ci précise qu'un plan d'aménagement existant et projeté, incluant les buttes-écrans, les murs antibruit, les écrans visuels et les zones tampons, doit être fourni pour l'obtention d'un permis de construction (Règlement d'harmonisation sur l'urbanisme, 2022).

Le chapitre XVIII des *Règlements d'urbanisme harmonisés – La Cité-Limoilou* présente les plans de construction, à l'échelle de l'agglomération. D'ailleurs, la demande d'un tel plan doit être documentée par des études d'impact du projet et de sa réalisation sur l'environnement, incluant l'effet sur l'ensoleillement, le vent, la circulation des piétons et des véhicules, le bruit et les émanations (Règlement d'harmonisation sur l'urbanisme, 2022).

Règlement sur le bruit (1998)

Le *Règlement sur le bruit* de 1998 (mis à jour en 2022) est mentionné à plusieurs reprises dans les *Règlements d'urbanisme harmonisés* de la Ville de Québec. Dans ce règlement, tout bruit supérieur aux différents niveaux prescrits dans le règlement est réputé comme étant une nuisance et qui trouble la paix ou la tranquillité des personnes (Règlement sur le bruit, 1998). Or, une exception importante est donnée vers la fin du document, puisque la circulation routière, ferroviaire, aérienne ou navale est exclue de ce règlement.

Règlement sur la paix et le bon ordre

Le *Règlement sur la paix et le bon ordre*, adopté en 2009 et modifié régulièrement depuis, cible principalement les comportements des habitants.

Il rappelle toutefois les interdictions de causer du tumulte, du bruit, du désordre, du trouble ou de se comporter de façon à troubler la paix ou la tranquillité publique (Règlement sur la paix et le bon ordre, 2009). Il est interdit de produire un bruit perturbateur à l'aide d'un véhicule routier.

3. Caractérisation de l'environnement sonore

Cette section reprend des éléments de l'Évolution et principales parties prenantes et du Contexte urbanistique afin de proposer une caractérisation de l'environnement sonore du secteur à l'étude.

3.1 CADRE RÉGLEMENTAIRE SPÉCIFIQUE AU BRUIT

La recension des outils institutionnels de prise en charge du sonore révèle un portrait en courtepoinette. En effet, plusieurs orientations et objectifs identifient les contraintes que peuvent représenter les transports et les bruits qui leur sont associés. Dans plusieurs des documents qui encadrent l'aménagement de Saint-Malo aux différentes échelles, nous retrouvons des prescriptions, règles et normes pour encadrer le bruit ferroviaire plus spécifiquement. Cependant, en raison des processus de révision en cours des outils de planification la plupart de ces éléments ne concordent pas entre les plans. On observe ainsi un décalage entre les différents outils de planification, notamment quant à l'encadrement des dimensions sonores (Tableau 1). Ainsi, la dernière mouture du SAD (2019) fait état d'un encadrement plus serré qui considère tant le bruit produit par les autoroutes que les voies ferrées. L'encadrement est modulé en fonction des situations. Ainsi, une distance séparatrice de 30 mètres minimum du chemin de fer est exigée à moins qu'une étude acoustique confirme que le bruit est en deçà de 55dBA à l'extérieur. Pour les autoroutes, les seuils varient selon qu'il s'agit de zone déjà urbanisée ou d'un nouveau lotissement. En contrepartie, le PMAD en vigueur (2013) limite sa prise en charge aux gares de triage. Enfin, l'encadrement offert par le PDAD (2005) porte seulement sur les terrains libres de construction, excluant ainsi la requalification des friches industrielles. Cela interroge la capacité de prendre en charge le sonore dans des projets de requalification de friches industrielles en lien avec la volonté de reconstruire la ville sur elle-même pour densifier. Tout semble donc indiquer qu'aucun des règlements en lien avec la prise en charge du sonore recensés ne venait contraindre le projet du Domaine Scott, et ce, malgré sa proximité avec une infrastructure ferroviaire.

Tableau 1 : Comparatif des prescriptions ou règles de prise en charge du bruit de transport, selon le cadre institutionnel de la Ville de Québec

	Autoroute	Gare de triage	Chemin de fer
PMAD (2013)	< 40 dBA $_{Leq,24h}$ (intérieur) < 55 dBA $_{Leq,24h}$ (extérieur)		Aucune prescription
SAD (2009)	Secteur déjà urbanisé < 40 dBA $_{Leq,24h}$ (intérieur) Possibilité de dépasser 55 dBA $_{Leq,24h}$ (extérieur) en installant un système de climatisation Secteur non urbanisé < 40 dBA $_{Leq,24h}$ (intérieur) < 55 dBA $_{Leq,24h}$ (extérieur) Si un PIIA empêche la mise en place de moyen d'atténuation, ce	Usage sensible prohibé à <100m de la gare de triage	Usage sensible interdit à <30m de l'assiette hormis si une étude acoustique atteste d'un bruit ambiant < 55 dBA $_{Leq,24h}$

	dernier doit intégrer des critères de prise en charge alternative.		
PDAD (2005)	Aucune règle dans le document complémentaire	Usage sensible prohibé à <20m	Secteur déjà urbanisé Aucune mesure Secteur non urbanisé Usage sensible prohibé à < 15m ou < 30m pour des projets résidentiels denses

3.2 CARACTÉRISATION ACOUSTIQUE

Effet de la configuration spatiale sur la propagation du son

L'organisation spatiale du secteur Saint-Malo permet d'identifier ses zones de bruit. Ainsi, les bruits associés au transit routier lourd, aux activités industrielles et aux passages de train de marchandises (3-5 fois par semaine) (Rhéaume, 2021) semblent dominer selon le lieu et le moment de la journée. Dans ce secteur, la proximité des nouveaux ensembles résidentiels à la voie ferrée, aux voies de circulation importantes et aux activités industrielles est un enjeu non négligeable pour la qualité de vie des résidents.

La phase II de l'aménagement paysager du projet prévoit la plantation de végétaux et l'aménagement d'une piste cyclable le long de la voie ferrée (Figure 6). Bien que le but de ces interventions ne soit pas précisé, elles contribueront à protéger les résidents du Domaine Scott d'un point de vue acoustique ou à minimalement restreindre le contact visuel avec les infrastructures ferroviaires et le secteur industriel, l'avoisinant.

Cependant, l'orientation des bâtiments, particulièrement l'emplacement des balcons, parallèles à la voie ferrée, est contraire aux bonnes pratiques vues dans des guides étudiés précédemment (Leroux et al., 2022; Sainjon, 2022). Cette orientation constitue peut-être une stratégie de prise en charge du bruit en utilisant la première rangée de bâtiments comme *obstacle* pour ceux qui suivent. Toutefois, pour ces premiers, l'agencement des pièces et des balcons tournés vers l'infrastructure ferroviaire a probablement un effet contraire sur les nuisances sonores perçues à l'intérieur de ces logements.

Ambiance sonore

À priori, le projet du Domaine Scott ne crée pas de nouvelles sources de bruit significatives comparativement à celles déjà présentes dans le secteur. C'est d'ailleurs en ce sens que les outils urbanistiques abordent la prise en charge du bruit. Toutefois, aucune mesure spécifique ne semble avoir été prise lors de la conception du projet pour pallier les nuisances dues à la proximité avec le chemin de fer et le parc industriel. Ainsi, l'implantation, l'orientation générale des bâtiments et le choix des matériaux ne semblent pas contribuer à l'atténuation du bruit. Si aucune valeur spécifique n'est accessible au public pour le projet, la documentation publique ne suggère toutefois pas qu'une étude acoustique ait été réalisée par le promoteur, avec l'aide d'un tiers pour l'expertise acoustique. Une telle étude, à l'extérieur et à l'intérieur des logements du projet, aurait permis de faire des constats plus étoffés quant à leur cohabitation avec les usages industriels et ferroviaires, notamment au niveau des pressions sonores réelles.

4. Références

- Agglomération de Québec. (2019). *Schéma d'aménagement et de développement—Agglomération de Québec*.
- Cazes, J. (2017, juillet 4). Chantier : Domaine Scott (3). *Monsaintsauveur*.
- CCM2. (2017). *Domaine Scott*. CCM2 Architecte. <https://www.ccm2.ca/projet/domaine-scott>
- Gilbert, D. (2018, novembre 18). Un parc industriel à l'ouest. *Monsaintsauveur*.
- Gouvernement du Québec. (1994). *Orientations du gouvernement en matière d'aménagement : Pour un aménagement concerté du territoire*.
- Lajoie, F. (2022, avril 13). LUSINE fait revivre l'Arsenal de Saint-Malo! *Le Soleil*.
- Le Maléfan, I. (2013, septembre 28). Le projet communautaire du Domaine Scott dans l'impasse. *Monsaintsauveur*.
- Leroux, T., Brochu, J., Bockstael, A., Gagné, J.-P., Lacerda, A., & Sainjon, A. (2022). *Prise en charge du bruit ferroviaire dans l'élaboration et la mise en oeuvre de projets d'aménagement et d'urbanisme : Enjeux et défis*.
- Milieux de vie en santé. (2022). *Domaine Scott*. <https://milieuxdevieensante.org/projet/domaine-scott/>
- QuebecVille (Réalisateur). (2021, octobre 28). *Québec se souvient | 125e anniversaire du parc Victoria*. <https://www.youtube.com/watch?v=T72VZEvoxDc>
- Rhéaume, J. (2021, mars 31). Plus de trains dans Saint-Sauveur. *Monsaintsauveur*.
- Sainjon, A. (2022). *Vers une prise en charge du sonore dans l'élaboration de projets urbains : Enjeux relatifs à l'utilisation des propositions des guides de bonnes pratiques* [Essai-projet [en cours de dépôt]]. Université Laval.
- Société d'habitation de Québec. (2022). *AccèsLogis Québec*. http://www.habitation.gouv.qc.ca/programme/programme/acceslogis_quebec.html
- Règlement sur le bruit, R.V.Q. 978 20 (1998).
- Ville de Québec. (2005a). *Plan directeur d'aménagement et de développement*.
- Ville de Québec. (2005b). *Plan directeur—Quartier Saint-Sauveur*.
- Règlement sur la paix et le bon ordre, R.V.Q. 1091 10 (2009).
- Règlement de l'arrondissement de la Cité-Limoilou sur l'urbanisme, R.C.A.1V.Q. 4 1957 (2010).
- Ville de Québec. (2019). *Quartier Saint-Sauveur : Portrait sociodémographique et économique* (p. 50).
- Règlement d'harmonisation sur l'urbanisme, R.V.Q. 1400 1969 (2022).
- Ville de Québec. (2022). *Toponymie : Saint-Sauveur*. <https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/patrimoine/toponymie/fiche.aspx?IdFiche=1295>

5. Annexes

ANNEXE A

TABLEAU 22

Prescriptions relatives aux usages sensibles projetés dans les zones de niveau sonore élevé du réseau routier ainsi qu'en bordure des gares de triage

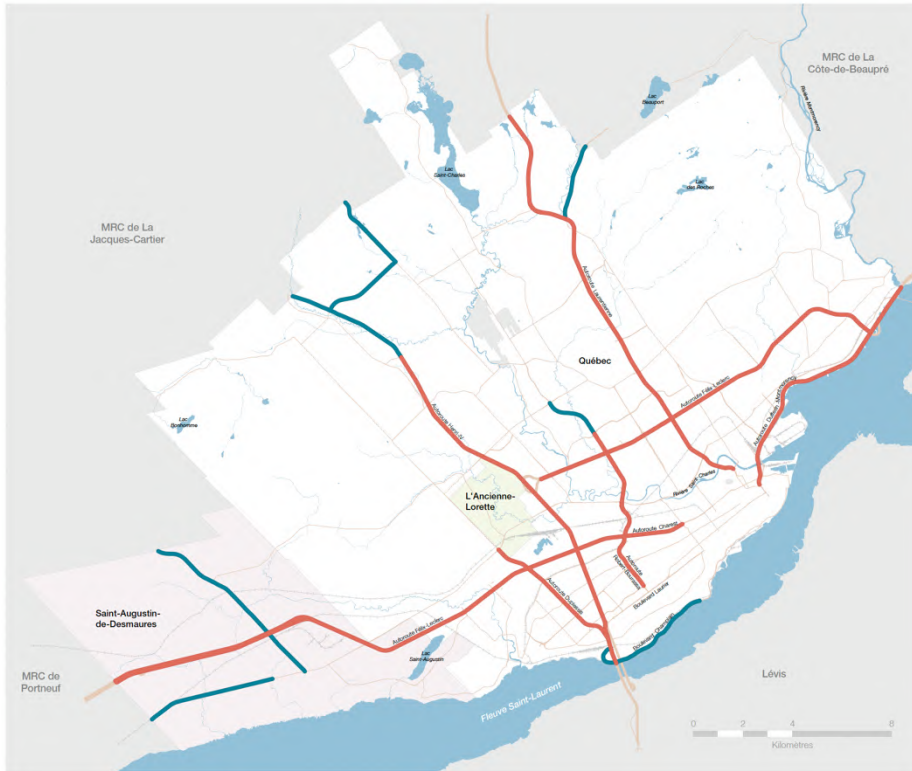
Prescriptions relatives aux usages sensibles projetés dans les zones de niveau sonore élevé du réseau routier ainsi qu'en bordure des gares de triage

1. Les projets de développement comportant des usages sensibles sont encadrés par des normes ou dans le cadre d'une évaluation au cas par cas qui favorisent le maintien d'un niveau sonore de 55 dBA $L_{eq,24h}$ et moins. Ces dispositions doivent porter minimalement sur les aspects suivants :
 - a) un lotissement réalisé de manière à restreindre la superficie du terrain exposé au bruit routier ou ferroviaire;
 - b) l'implantation des bâtiments est planifiée de façon à diminuer la diffusion du bruit routier;
 - c) la présence d'équipements mécaniques et d'appareils (climatiseur, thermopompe, équipements au toit, etc.) dégageant un bruit élevé est minimisée afin de ne pas augmenter le niveau de bruit au-delà du 55 dBA $L_{eq,24h}$;
 - d) la conception des bâtiments présente des techniques de construction et un aménagement intérieur adaptés au niveau sonore ambiant (maximum 40 dBA $L_{eq,24h}$);
 - e) l'aménagement extérieur introduit, le cas échéant, des mesures d'atténuation permettant de réduire le bruit sur le site (zones tampons, distances séparatrices, plantations, écrans, murs, etc.).
2. Des mesures particulières sont mises en œuvre aux fins de ne pas augmenter le niveau sonore des usages existants dans les zones de niveau sonore de 55 dBA $L_{eq,24h}$ et plus.

Pour l'application du présent tableau, la Communauté entend par usages sensibles : les usages résidentiels, les usages récréatifs extensifs et les usages institutionnels de centres d'hébergement et de soins de santé, de services de garde en garderie et d'enseignement.

Les composantes devront exiger, lors d'une demande d'autorisation visant le lotissement, les bâtiments principaux et les changements de vocation d'un immeuble vers un usage sensible, une étude acoustique déterminant les endroits présentant un niveau de bruit de 55 dBA $L_{eq,24h}$ et plus.

ANNEXE B



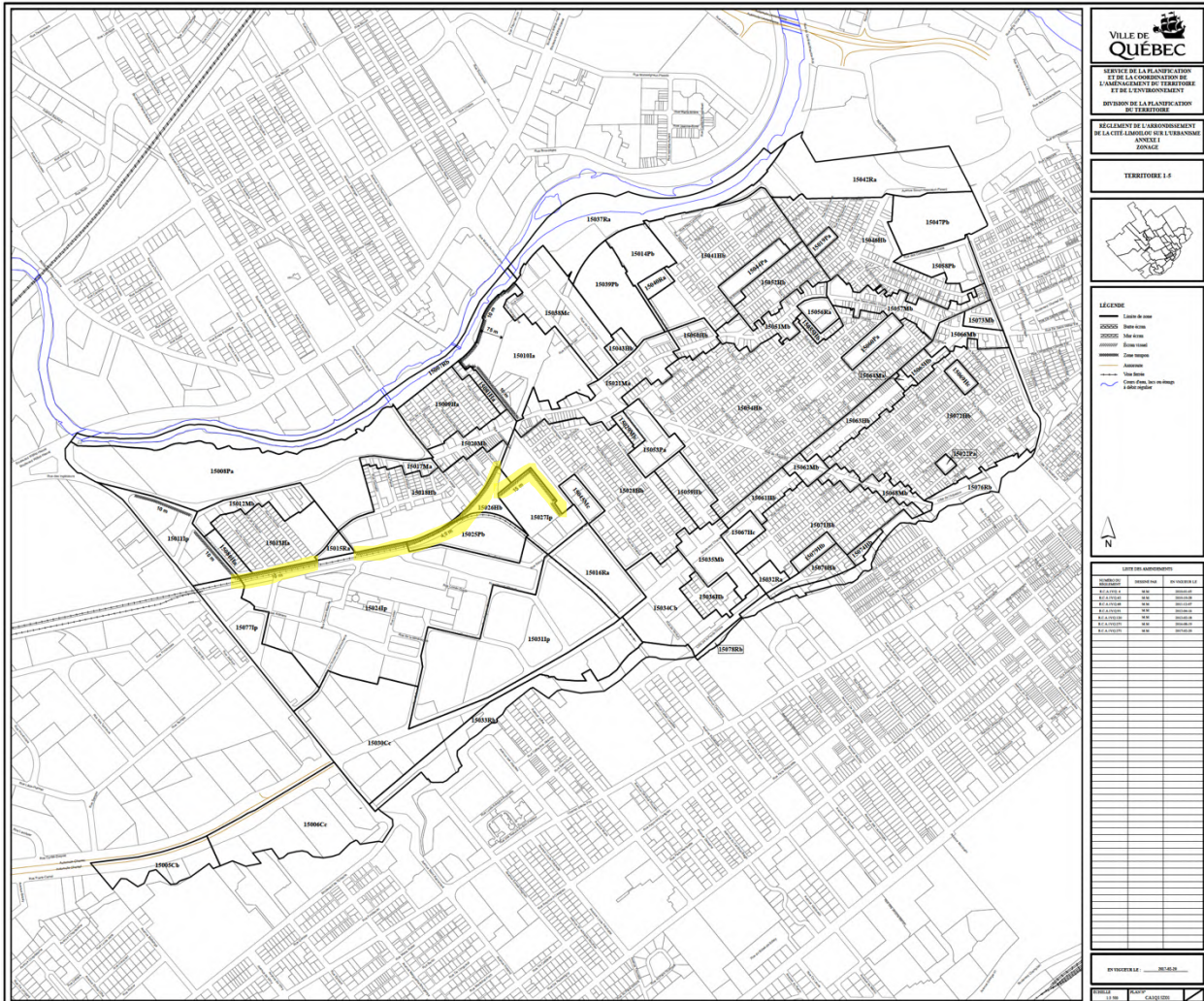
Carte 33
Autoroutes et routes du réseau supérieur
générant des contraintes sonores

- Autoroute
- Route à débit élevé

Sources :
Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification
des transports, 2017
Ville de Québec, 2017
Compilation cartographique : Ville de Québec, 2018



ANNEXE C



MAGOG

La voie ferrée, catalyseur de développement industriel et de villégiature

Table des matières

Pertinence du cas à l'étude	3
1. Évolution et principales parties prenantes.....	3
2. Contexte urbanistique	9
2.1 Caractérisation morphologique de Magog.....	11
2.2 Outils d'aménagement et d'urbanisme.....	19
3. Caractérisation de l'environnement sonore	23
3.1 Cadre réglementaire spécifique au bruit	23
3.2 Caractérisation acoustique	23
4. Références	24
5. Annexes	28
Annexe A	28

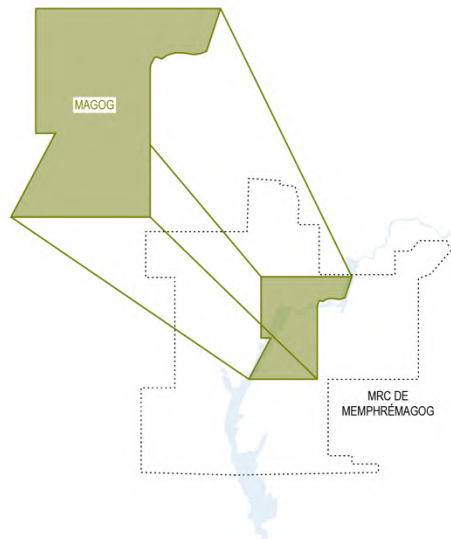


Figure 1 : Magog dans la MRC de Memphrémagog.

Source : Coralie Carbonneau, 2022.

MAGOG

La voie ferrée, catalyseur de développement industriel et de villégiature

Située dans la populaire région récréotouristique des Cantons-de-l'Est, Magog est la plus grande ville d'importance de la MRC de Memphrémagog (Figure 1). Elle rayonne à l'échelle régionale, et ce, tant par ses caractéristiques paysagères et ses activités touristiques, institutionnelles et culturelles, que par son dynamisme commercial et industriel. En effet, elle bénéficie d'une localisation particulièrement stratégique : située au croisement de deux axes autoroutiers nationaux et profitant d'une bonne desserte ferroviaire, elle se trouve avantageusement reliée à différents centres économiques régionaux et provinciaux, de même qu'aux États-Unis (Figure 2). Ainsi, située à une heure de Montréal, elle profite également de sa proximité avec la ville de Sherbrooke et le parc national du Mont-Orford.

Magog figure comme l'un des plus anciens lieux de villégiature du Québec. Bénéficiant de la présence majestueuse du lac Memphrémagog entouré du paysage montagneux des Appalaches, elle doit son essor économique à l'arrivée du chemin de fer à la fin de l'année 1877. Avec une prédominance d'industries centrées sur le textile, Magog s'est développée autour de cet important axe de communication interrégional. Aujourd'hui, les infrastructures ferroviaires jouent toujours un rôle important pour l'économie de la ville, tant pour les activités industrielles que touristiques.

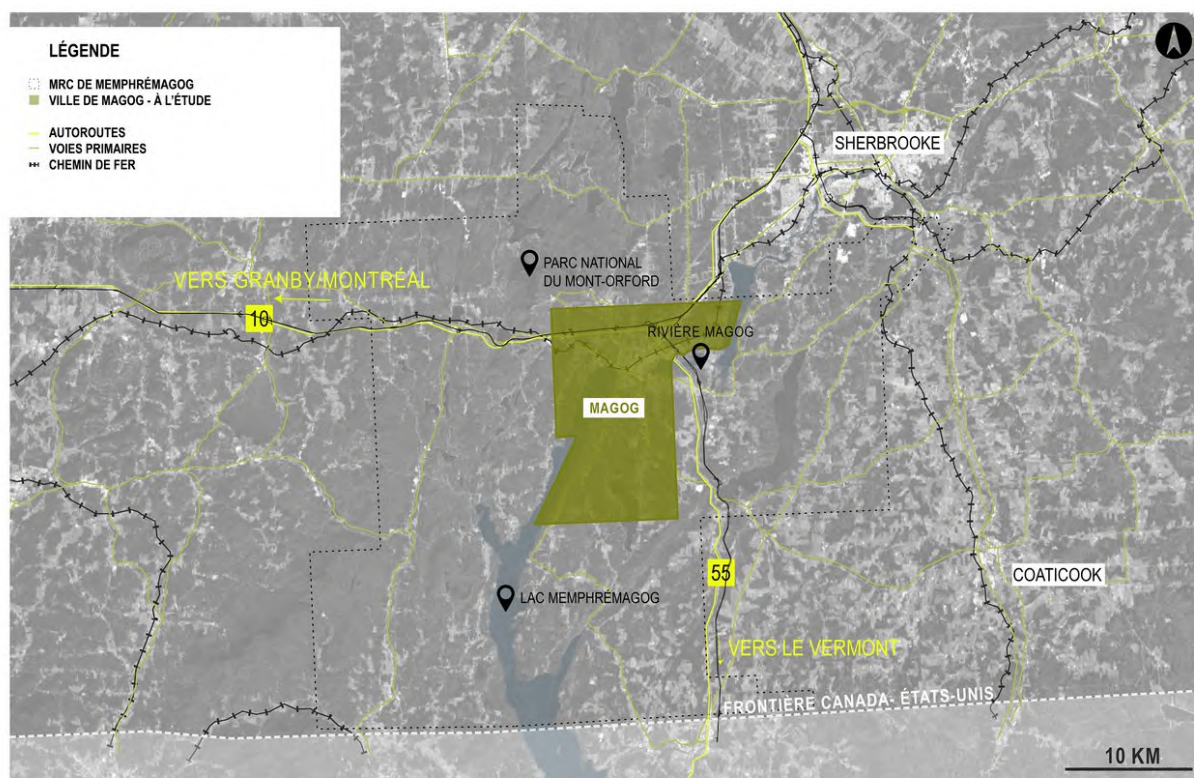


Figure 2 : Situation régionale de Magog dans la MRC de Memphrémagog.

Source : Google Earth Pro, 2021 (fond); AQ, 2022 (routes); AQ, 2022 (réseau ferroviaire).

Traversant la rive nord de la ville, le chemin de fer suit plus ou moins la rivière et le lac Magog vers l'est à partir de Sherbrooke puis pénètre dans les terres vers Montréal. Il côtoie ainsi les zones plus densément peuplées du centre-

ville et des anciens faubourgs ouvriers, de même que celles résidentielles et de villégiatures de plus faible densité. Avec le temps et le développement urbain, cela a amené certains conflits d'usage ayant un impact sur la qualité de l'environnement sonore.

Faisant face à un vieillissement accru de sa population et à l'exode des jeunes (Ville de Magog, 2012b), Magog souhaite améliorer le bien-être et la santé de ses citoyens afin d'attirer et de retenir les jeunes familles. La cohabitation intergénérationnelle et la protection de l'environnement sont au premier plan de sa planification stratégique 2012-2030. Dans cette foulée, la ville mise notamment sur la préservation et la mise en valeur des richesses paysagères et patrimoniales ainsi que sur le développement de pratiques écoresponsables, inclusives et favorables à une saine cohabitation avec les activités touristiques. Le déploiement d'un réseau de déplacements actifs (terrestres et nautiques) et la réduction de la circulation automobile au centre-ville figurent parmi les moyens retenus. Ceux-ci sous-tendent des impacts sur l'environnement sonore.

PERTINENCE DU CAS À L'ÉTUDE

Le cas de Magog permet de mieux cerner les défis et les enjeux d'une prise en charge du sonore d'une ville qui s'est développée autour d'une installation ferroviaire ayant favorisé l'essor de l'industrie, de la villégiature et du tourisme. Présentant une double identité, commerciale et industrielle d'une part, touristique et de villégiature d'autre part, Magog est confrontée à des enjeux de cohabitation de ses activités. En plus des activités ferroviaires, les activités récréatives, commerciales, industrielles et de transit causent des désagréments et des nuisances sonores. Les changements démographiques – dont l'augmentation du nombre d'habitants – et économiques – soit l'intensification du tourisme – soulèvent avec acuité la question de la cohabitation d'usages, et ce, particulièrement depuis les événements tragiques de Lac-Mégantic.

Par ailleurs, les enjeux sonores associés aux activités ferroviaires à Magog montrent la complexité de leur prise en charge par les nombreuses parties prenantes interpellées. Ils mettent en évidence la portée et les limites des outils d'urbanisme et d'aménagement dont dispose l'administration municipale pour faire les arbitrages nécessaires afin de concilier dynamisme économique et qualité de vie des citoyens. Ces enjeux permettent également de discerner l'évolution de l'acceptation des infrastructures ferroviaires et de ses nuisances, particulièrement celles qui sont relatives au sonore. Enfin, il est intéressant de voir la place des incidences sonores du transport ferroviaire par rapport aux autres sources dans les différents outils d'aménagement et d'urbanisme.

Dans cette étude de cas, nous abordons la prise en charge du sonore par le biais de deux grands enjeux qui ont entraîné des plaintes et des revendications citoyennes, soit 1) les activités d'entreposage et de triage réalisées à proximité d'un quartier résidentiel et 2) le sifflet du train actionné à chaque passage à niveau durant la nuit.

1. Évolution et principales parties prenantes

Le chemin de fer est au cœur de l'essor économique de Magog. Traversant le parc industriel de Magog il assure encore le transport de marchandises. Outre les activités industrielles centrées sur le textile qu'il a attiré et qui ont fait vivre la ville pendant 75 ans, le chemin de fer a aussi contribué au développement de la villégiature. La liaison ferroviaire Magog-Montréal, inaugurée en 1877 après de nombreuses revendications et d'importants investissements de la municipalité (Dubé, s.d.), a aussi pourvu au transport des passagers jusqu'en 1979 (Cadrin & Lessard, 1993; Langlois, 2014; Société d'histoire de Magog, s. d.; Ville de Magog, 2021c). Puis, un train touristique estival entre Sherbrooke et Eastman opéré de 2006 à 2020 a à nouveau accueilli des touristes le temps de l'aventure de l'Orford Express (« Orford Express », 2022).

Jouant un rôle clé dans le dynamisme économique de Magog, le chemin de fer est considéré comme une infrastructure de transport d'intérêt régional. (Municipalité régionale de comté de Memphrémagog, 2021) Or, dans la foulée d'un terrible accident ferroviaire qui a détruit le centre-ville de Lac-Mégantic en 2013, citoyens et élus montrent une sensibilité accrue face à la cohabitation avec train. La sécurité, les impacts sur l'environnement, mais aussi le bruit lié aux activités ferroviaires, préoccupent l'ensemble de la population. (Custeau, 2016b; Le Reflet du Lac, 2016).

L'activité économique de Magog s'est transformée significativement au fil du temps et beaucoup moins d'emplois locaux dépendent aujourd'hui du transport ferroviaire. Le secteur tertiaire prend une place de plus en plus importante avec 69 % des emplois en 2006 tandis que le secteur industriel continue sa diversification au profit de petites et moyennes entreprises (Municipalité régionale de comté de Memphrémagog, 2021; Ville de Magog, 2012a).

Dans la dernière décennie, Magog a par ailleurs vu sa population saisonnière diminuer significativement au profit des résidents permanents par la conversion des résidences secondaires en résidences permanentes dans les lieux de villégiature. Elle bénéficie d'un solde migratoire positif composé principalement d'une population en âge de la préretraite (Municipalité régionale de comté de Memphrémagog, 2021). Les touristes et les nouveaux résidents, essentiellement des néo-ruraux, apprécient particulièrement l'ambiance champêtre et la quiétude des lieux (Municipalité régionale de comté de Memphrémagog, 2021). En conséquence, il peut être avancé que leur tolérance aux bruits ferroviaires est moindre que celle des résidents de longue date.

Deux enjeux sonores associés à des activités ferroviaires de nature différente ont fait les manchettes et mobilisé des regroupements de citoyens à Magog : des activités d'entreposage et de triage réalisées à proximité d'un quartier résidentiel et le sifflet du train actionné à chaque passage à niveau durant la nuit. Voyons ces enjeux et la façon dont ils ont été pris en charge.

LES ACTIVITÉS D'ENTREPOSAGE ET DE TRIAGE

Les activités de triage et d'entreposage incriminées par des citoyens sont réalisées dans le secteur Venise, sur une voie ferroviaire d'évitement située à la frontière de Magog et de Sherbrooke. En serré entre le Chemin de la Rivière et la rue résidentielle Montseigneur-Vel (Figure 3), ce dédoublement des voies ferroviaires est le vestige d'une ancienne gare desservant un hameau de villégiature très populaire dans les années 1940 (Langlois, 2014). Génératrice de nuisances sonores et environnementales, ces activités de triage et d'entreposage se déroulent en dehors des gares de triage existantes. Elles sont principalement menées par un industriel possédant une usine à Magog, Akzo Nobel, et permises, conditionnelles au respect de règles de sécurité ferroviaire, selon la réglementation fédérale.



Figure 3 : Secteur Venise.

Source : Google Earth, 2021.

Identifiée en rouge, la voie d'évitement se trouve enserrée entre le Chemin de la Rivière, artère reliant Magog à Sherbrooke, et la rue Montseigneur-Vel, une rue résidentielle paisible riveraine du lac Magog.

Initiation citoyenne

En 2014 et 2015, la Ville de Magog reçoit des plaintes répétées concernant le stationnement constant de wagons et d'activités de triage qui auraient lieu une à deux fois par semaine sur la voie d'évitement du secteur Venise. Touchant aussi des résidents du secteur Deauville de Sherbrooke, un regroupement de citoyens se forme sous le nom de *Comité des citoyens pour la sécurité ferroviaire de Deauville-Magog*. Il réclame l'arrêt de ces activités. Le bruit excessif et des enjeux de sécurité font partie des principales inquiétudes (Custeau, 2016b; Le Reflet du Lac, 2016).

Réception et gestion de la situation par les instances concernées

Durant cette période, des discussions entre les citoyens, des représentants de la municipalité et des entreprises ont lieu (Le Reflet du Lac, 2016). La Ville propose comme solution potentielle l'aménagement d'une voie d'évitement dans son parc industriel qui serait financée en partenariat avec les entreprises privées concernées (Le Reflet du Lac, 2016). De plus, des pourparlers ont lieu entre la Central Maine & Quebec Railway (CMQR), propriétaire du chemin de fer, et le Canadian Pacific (CP) qui détient une gare de triage officielle dans la ville de Sherbrooke. Ces échanges ne donneront pas de résultats (Custeau, 2016a, 2016 b).

En décembre 2015, une résolution est adoptée par la Ville de Magog et envoyée aux dirigeants de la CMQR, ainsi qu'à ceux de l'entreprise Akzo Nobel, principal utilisateur de la voie d'évitement. La Ville les exhorte de cesser prestement ce type d'activité à cet endroit. (Custeau, 2016a; Goupil, 2016; Le Reflet du Lac, 2015). Les négociations entre la CMQR et le CP pour l'utilisation des voies du centre-ville de Sherbrooke reprennent alors (Custeau, 2016a; Goupil, 2016).

À la fin avril 2016, face à l'inaction des entreprises et l'impuissance des municipalités concernées, une lettre est envoyée par le comité citoyen Deauville-Magog au ministre des Transports du Canada d'alors, M. Marc Garneau. Le comité réclame l'interdiction de ce type d'activités en milieu urbain (Custeau, 2016 b, 2016c).

Lors d'une entrevue avec un média, une conseillère en communication de Transports Canada répond qu'« en vertu du Règlement sur l'exploitation ferroviaire du Canada, la compagnie de chemin de fer peut utiliser la voie d'évitement pour entreposer des wagons selon leur type d'opérations, et ce, sans restriction de temps. Certaines mesures de sécurité doivent cependant être appliquées. [...] Le rôle de Transports Canada est de s'assurer que les compagnies de chemin de fer respectent les règlements et les normes en procédant à des vérifications et à des inspections en matière de sécurité ferroviaire » (Custeau, 2016c). Ainsi, la réponse de Transports Canada aux demandes des citoyens, s'est limitée à confirmer la légalité des activités de triage, dont les critères portent uniquement sur la sécurité des installations.

Au cours du processus, les activités de triage cessent toutefois la nuit (Le Reflet du Lac, 2016).

En 2018, l'entreprise Akzo Nobel investit 1,2 million de dollars pour remédier à sa part de responsabilité en augmentant sa capacité d'entreposage des wagons à même son terrain. Il est ainsi prévu de réduire de 90 % les journées d'entreposage sur la voie d'évitement incriminée. Les citoyens n'ont toutefois aucune certitude provenant de la CMQR à propos des wagons résiduels (Jacques, 2018).

En janvier 2020, le CMQR est acquis par le CP (Radio-Canada, 2019).

Initiation d'un projet régional par les instances municipales

En 2017 est créée l'Alliance du corridor ferroviaire Estrie-Montérégie (ACFEM). Elle est composée de plusieurs municipalités traversées par la voie ferrée dont Magog et Sherbrooke, de même que la MRC de Memphrémagog (Corbeij, 2020; Guillet, 2019). Son mandat est d'assurer la sécurité des activités ferroviaires, le développement économique régional et la mise en service de trains de passagers sur son territoire.

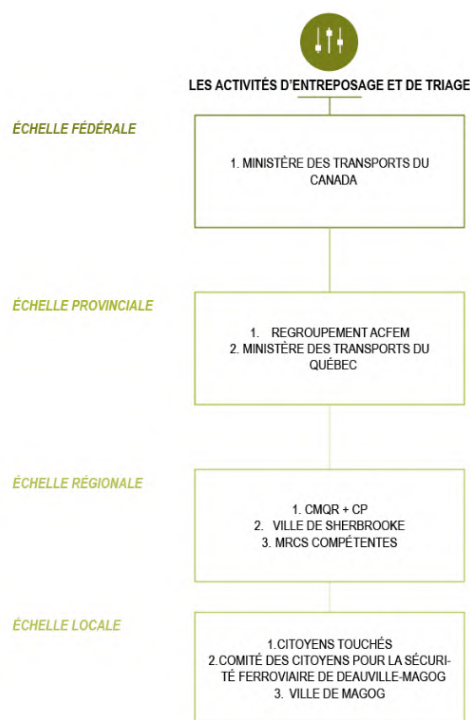


Figure 4 : Principales parties prenantes dans l'enjeu des activités d'entreposage et de triage.

Source : Coralie Carbonneau, 2022.

L'ensemble des paliers ont été impliqués dans la gestion de cet enjeu porté par les citoyens. Plusieurs échanges et négociations ont eu lieu entre les différentes instances municipales (MRC, Magog et Sherbrooke) et entre les compagnies ferroviaires (CMQR, CP) afin de trouver un lieu alternatif.

En parallèle, les MRC et municipalités s'allient (ACFEM) pour proposer la création d'une gare intermodale dans le parc industriel de Magog. Le MTQ et Transports Canada se montrent ouverts à soutenir cette alliance.

En 2019, dans le cadre du projet global de l'ACFEM, qui comprend le retour de trains de passagers, le projet d'une nouvelle gare dite centre intermodal dans le parc industriel de Magog est mis sur la table. Outre les retombées économiques prévues, cette gare permettrait d'éliminer complètement l'entreposage de wagons et les activités de triage dans le secteur Venise. Parmi les priorités figurent la sécurisation du réseau et la réduction du bruit associé aux activités ferroviaires, incluant aussi la réduction des sifflements du train via une mise aux normes des passages à niveau protégés. Les élus municipaux ne sont toutefois pas d'accord avec la part de financement demandé aux municipalités qui s'élève à 15 % (50 % pour le fédéral et 35 % pour le provincial) (Custeau, 2019).

En mai 2022, la Ville indique son intention lors du conseil municipal de quitter l'entente actuelle de l'ACFEM. Elle désire mettre en vente les terrains réservés pour la gare multimodale projetée, jugeant, entre autres, le problème des activités de triage et d'entreposage du secteur Venise réglés. Le conseil municipal propose toutefois de nouvelles modalités pour une réadhesion concernant uniquement la sécurité ferroviaire et le transport de passagers (Conseil municipal de la Ville de Magog, 2022; Lafortune, 2022).

En définitive, les actions citoyennes entreprises auprès des instances municipales et fédérales ont permis de faire avancer le dossier (Figure 4). Le transfert des activités de triage et d'entreposage de la principale industrie responsable, Akzol Nobel, à même son terrain privé semble avoir nettement diminué l'intensité des activités ferroviaires sur la voie d'évitement du secteur Venise. Or, les autres solutions envisagées par la municipalité ont été abandonnées. Aucun engagement ferme n'a non plus été pris par les compagnies ferroviaires impliquées. La tranquillité des citoyens de ce secteur demeure ainsi à risque d'être perturbée par le bruit des activités ferroviaires, comme le démontrent les événements survenus à l'été 2020 où des trains appartenant au CP sont restés stationnés le moteur en marche sur la voie d'évitement pendant plus de 18 h consécutives, engendrant des nuisances sonores importantes et des vibrations, en plus de la pollution de l'air (Goupil, 2020; Trudeau, 2020).

LE SIFFLET DU TRAIN NOCTURNE

L'activation du sifflet du train est une règle de sécurité du transport ferroviaire. Lorsque les aménagements aux passages à niveau, comme le système d'avertissement et les barrières, ne rencontrent pas les normes établies par Transports Canada, son activation est obligatoire en milieu urbain et répétée à plusieurs reprises à chaque passage à niveau. Cela est le cas à Magog, où l'on trouve plusieurs passages à niveau. Les résidents à proximité des infrastructures ferroviaires voyant leur sommeil perturbé par ces sifflets portent plainte en 2019. Il s'agit d'un problème récurrent pour lequel aucune action tangible de mitigation n'a encore été jusqu'à ce jour réalisée en raison des coûts associés pour la municipalité.

Initiation citoyenne

Avant 2019, des plaintes citoyennes répétées sont émises au conseil de ville (Girard, 2019).

Prise en charge du dossier par la municipalité

En 2019, la Ville analyse sérieusement le dossier. Elle commande notamment une étude afin de connaître les installations nécessaires et les coûts pour réaménager six passages à niveau de sorte à arrêter les sifflements des trains. En regard des coûts élevés estimés et de l'incertitude des résultats, les élus municipaux optent pour le statu quo (Girard, 2019).

Pétition des citoyens

En janvier 2022, le *Collectif des gens de Magog pour l'amélioration de la qualité de vie* dépose une pétition d'une centaine de noms au conseil de ville demandant de faire cesser les sifflements de nuit. Les médias sont interpellés. Le porte-parole du collectif affirme que le niveau sonore enregistré dans sa cour peut atteindre les 96 dB et souligne les effets délétères sur la santé des réveils nocturnes par le bruit. Des actions concrètes sont réclamées et des municipalités sont citées en exemple. L'ajout de deux passages à niveau est demandé à proximité de zones d'usages sensibles, telles qu'une école et une future Maison des Aînées (Girard, 2022; Nadeau, 2022a).

Réouverture du dossier à la Ville

Face à cette pétition, la nouvelle administration municipale s'engage à réévaluer le dossier et à revenir avec une décision au printemps.

D'ici là, l'étude de 2019 sera revisitée et les possibilités de subventions seront explorées. Par contre, la Ville n'envisage pas l'ajout des passages à niveau supplémentaires (Nadeau, 2022a; Ville Magog, 2022a). Dès février, le dossier est confié à un ingénieur à l'emploi de la Ville (Ville Magog, 2022b). La firme ayant produit

l'étude initiale est mandatée au printemps pour en faire la révision et étudier l'ajout des passages à niveau; la remise des résultats est repoussée à l'automne (Nadeau, 2022c; Ville Magog, 2022c). Face aux délais de réponse, le porte-parole reste actif et suit le dossier de près.

Implication des instances fédérales

Dans sa recherche de solutions et de subventions, la municipalité est soutenue par le bureau de la députée fédérale de cette circonscription (Nadeau, 2022b). Comme Transports Canada est l'entité qui régit la réglementation concernant la sécurité ferroviaire, dont les passages à niveau, la municipalité et la compagnie ferroviaire doivent donc satisfaire à ses exigences pour faire cesser l'utilisation du sifflet¹. Transports Canada peut également être impliqué pour arbitrer un désaccord entre la municipalité et la compagnie ferroviaire sur la satisfaction de ses exigences. Il peut aussi ordonner l'utilisation du sifflet en cas de négligence de l'entretien des infrastructures conformément à ses exigences.

L'interdiction du sifflement du train demande donc la collaboration des différents acteurs impliqués directement, soit les citoyens incommodés, la municipalité et la compagnie ferroviaire (Figure 5). Les coûts importants et le manque de connaissance sur les possibilités de subventions des travaux nécessaires s'avèrent toutefois un frein pour la municipalité qui doit les assurer.

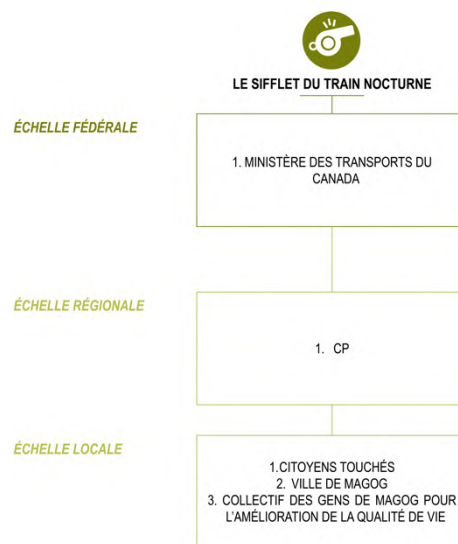


Figure 5 : Les principales parties prenantes dans l'enjeu du sifflet nocturne.

Source : Coralie Carboneau, 2022.

¹ Article 23.1 de la Loi sur la sécurité ferroviaire, l'article 104 du Règlement sur les passages à niveau et de l'appendice D des Normes sur les passages à niveau (Canada, 2019). La section 11-36 du Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada aborde les dispositions générales par rapport aux signaux des trains, notamment ceux par sifflet de locomotive. Se conférer en annexe au schéma illustrant la multiplicité du cadre réglementaire du sonore (Figure 24).

2. Contexte urbanistique

Ce contexte s'articule autour de deux volets : une caractérisation morphologique et une présentation des principaux outils d'aménagement et d'urbanisme. Pour faciliter la lecture, rappelons que la caractérisation morphologique met en évidence, comme son nom l'indique, les grandes caractéristiques du paysage et de la forme urbaine qui la constituent. Les principaux outils de planification font référence à l'ensemble des plans visant à encadrer à la fois les processus d'aménagement et la mise en forme des espaces comme telle. Cette partie met en évidence les orientations, les objectifs et les paramètres d'intervention.

Magog bénéficie d'une grande attractivité. Longeant la rivière éponyme et nichée à la pointe nord du lac Memphrémagog, elle présente des caractéristiques paysagères enviables (Figure 6). La beauté de ses paysages montagneux et lacustres, associée à une offre généreuse d'activités récréatives, touristiques et culturelles, attire de nombreux touristes et villégiateurs. Qui plus est, Magog est facilement accessible : non seulement elle est située au croisement d'autoroutes régionales (10 et 55), mais elle est traversée par une voie ferrée (Figure 7). Ces voies la relient directement à plusieurs villes d'importance, ce qui la positionne avantageusement. Ainsi, outre une importante concentration d'industries et de commerces, on y trouve également des institutions régionales, dont un centre hospitalier et une école secondaire desservant la population des municipalités environnantes.



Figure 6 : Vue aérienne du centre historique de Magog.

Source : Ville de Magog, 2022.

Une différence de densité est observable entre les deux rives; la rive sud (à gauche) montre une concentration d'activités liées à la villégiature : des activités à caractères publics dominent le long de la rive alors qu'en arrière-plan, les résidences sont implantées sur des terrains bien végétalisés. La rive nord (à droite), plus urbanisée, comprend le centre-ville et montre un tissu urbain serré.



Figure 7 : Magog dans la MRC de Memphrémagog.

Source : Google Earth Pro, 2021 (fond); AQ, 2022 (routes); AQ, 2022 (chemin de fer).

Magog est au centre d'une région réputée pour sa vitalité économique, assurée par le tourisme et l'industrie. Elle est située à la convergence de plusieurs voies d'importance la reliant efficacement aux municipalités voisines, dont Sherbrooke, Granby et Coaticook.

Magog compte près de 27 000 habitants principalement concentrés autour du centre-ville (Gouvernement du Canada, 2017). À cela s'ajoute une population saisonnière évaluée à 2 967 personnes en 2018 (MRC de Memphrémagog, s. d.). En raison de l'arrivée marquée de ménages comptant des personnes de plus de 45 ans, la population permanente affiche un vieillissement plus important que la moyenne provinciale (Ville de Magog, 2012b). À ce titre, l'âge moyen y est de 47 ans (41,9 ans pour le Québec) et les gens en âge de la retraite représentent 26,6 % de la population (18,3 % pour la province) (Gouvernement du Canada, 2017). La taille des ménages est légèrement inférieure à la moyenne provinciale, avec plus du tiers des ménages composés d'une seule personne (Gouvernement du Canada, 2017).

Le revenu total médian des ménages est aussi légèrement plus faible, soit de 52 531 \$ en 2015, par rapport à 59 822 \$ pour le Québec (Gouvernement du Canada, 2017). En ce qui concerne l'éducation, on observe un niveau légèrement inférieur à la moyenne provinciale et un taux de décrochage un peu plus élevé : près de la moitié de la population active détient un diplôme d'études secondaires (23,6 %) ou d'études professionnelles (21,3 %). La majorité des emplois occupés se trouve dans le secteur de la vente et des services (27 %). En matière d'industries, la fabrication (14,5 %) et le commerce de détail (14,4 %) représentent les employeurs les plus importants. La villégiature et l'arrivée de nouveaux résidents bien nantis accentuent les disparités socioéconomiques. Le centre-ville de Magog et ses quartiers environnants se caractérisent par un indice de défavorisation élevé, alors que les abords de ses lacs accueillent une population beaucoup plus aisée (Direction de santé publique, CIUSSS de l'Estrie - CHU de Sherbrooke, 2021).

2.1 CARACTÉRISATION MORPHOLOGIQUE DE MAGOG

D'une façon générale, la région comme la ville de Magog présente une forme plutôt fragmentée. De larges sections dédiées à l'agriculture ou encore boisées sont libres de construction. L'urbanisation, qu'il s'agisse de hameaux ou de petits ensembles de villégiature, se concentre aux abords des nombreux plans d'eau ou le long des voies d'importance et se fait plus dense à la confluence du lac Memphrémagog et de la rivière Magog. Plus particulièrement, l'urbanisation se déploie sur les deux rives qui, bien que complémentaires, présentent chacune une personnalité distincte et leur propre centralité (Figure 8). La Rive-Nord, plus densément construite, concentre les grandes activités industrielles et institutionnelles, profitant des infrastructures ferroviaires et des autoroutes. La Rive-Sud, pour sa part, montre une vocation plus touristique et de villégiature. Chaque rive possède sa rue *Principale* longeant la rivière que viennent croiser de nombreuses voies locales et régionales. Celles-ci, à l'instar des rues principales, constituent des antennes de croissance accueillant une relative mixité d'activités.

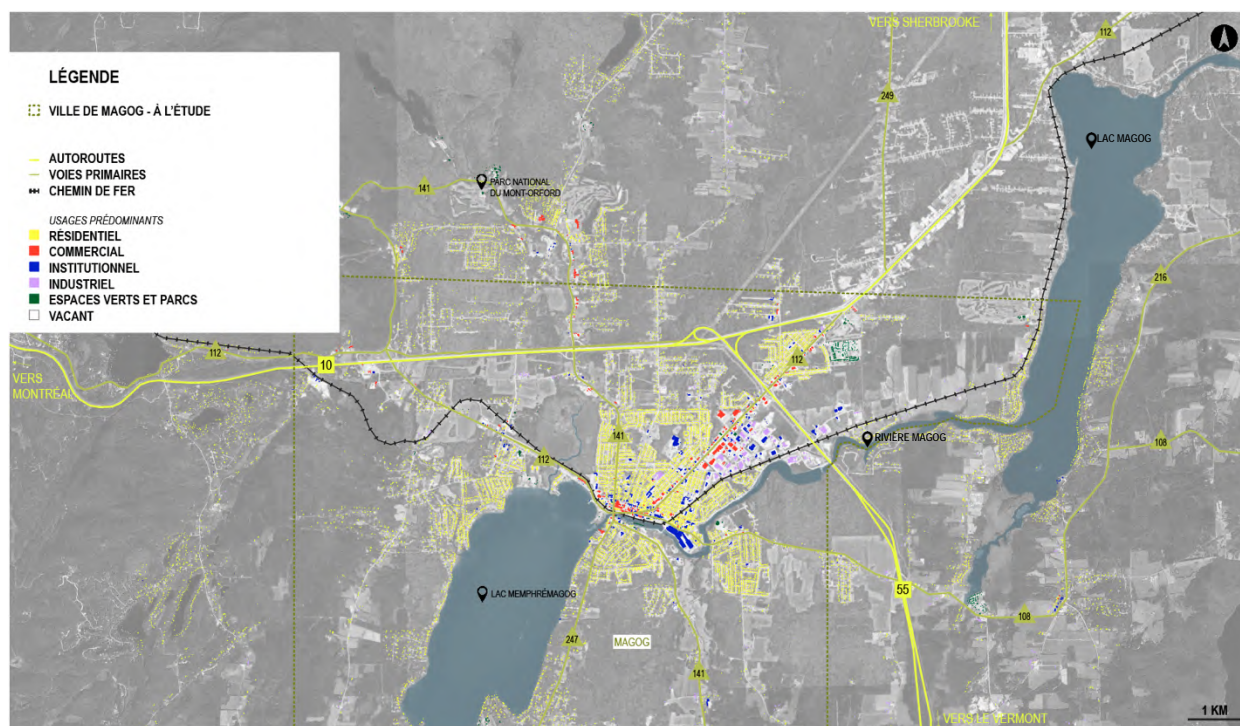


Figure 8 : Localisation des activités de Magog.

Source : Maxar, Microsoft, 2022 (fond); MERN, 2021 (bâtiments); AQ, 2022 (routes); AQ, 2022 (réseau ferroviaire); MAMH, 2021 (usages prédominants).

L'urbanisation se concentre à la confluence du lac et de la rivière. Les activités à caractère public occupent principalement le front riverain sillonné par l'infrastructure ferroviaire. En dehors de cette bande riveraine, des ensembles résidentiels sont disséminés ici et là sur un vaste territoire forestier et agricole, notamment aux pourtours des plans d'eau.

D'une façon générale, on observe une ségrégation assez nette d'activités : hormis aux abords des rues principales, les activités résidentielles, commerciales et industrielles occupent des zones bien délimitées, tantôt par la voie ferrée, tantôt par des voies routières d'importance.

Sur la rive nord, l'urbanisation se déploie vers le nord et l'est en deux couronnes résidentielles successives. La première, plus ancienne, s'accroche à la rue Principale et montre une trame orthogonale et un tissu urbain plus serré avec des maisons modestes qui témoignent du passé ouvrier de la ville. La deuxième, plus récente, prend l'allure des banlieues pavillonnaires de l'après-guerre. Reprenant les principes fonctionnalistes, les fonctions sont nettement

ségréguéés; commerces de grande surface et industries sont dans le voisinage des grandes voies nord-sud et du réseau autoroutier.

Sur la rive sud, l'urbanisation est beaucoup moins dense et se concentre le long des voies formant une pointe à l'embouchure de la rivière et du lac. Quelques activités commerciales et récréatives axées sur la villégiature profitent du bord de l'eau.

De manière générale, les limites administratives de la ville, formées de la fusion des municipalités de Magog, Canton de-Magog et d'Omerville, suivent le découpage ancestral des cantons, soit un damier formé de terres généralement d'une quarantaine hectares. Cette étude focalise sur les quatre sous-ensembles ou secteurs traversés par le chemin de fer qui sont nommés ici : Agroforestier, Centre-ville, Tisserands et Venise (Figure 9).

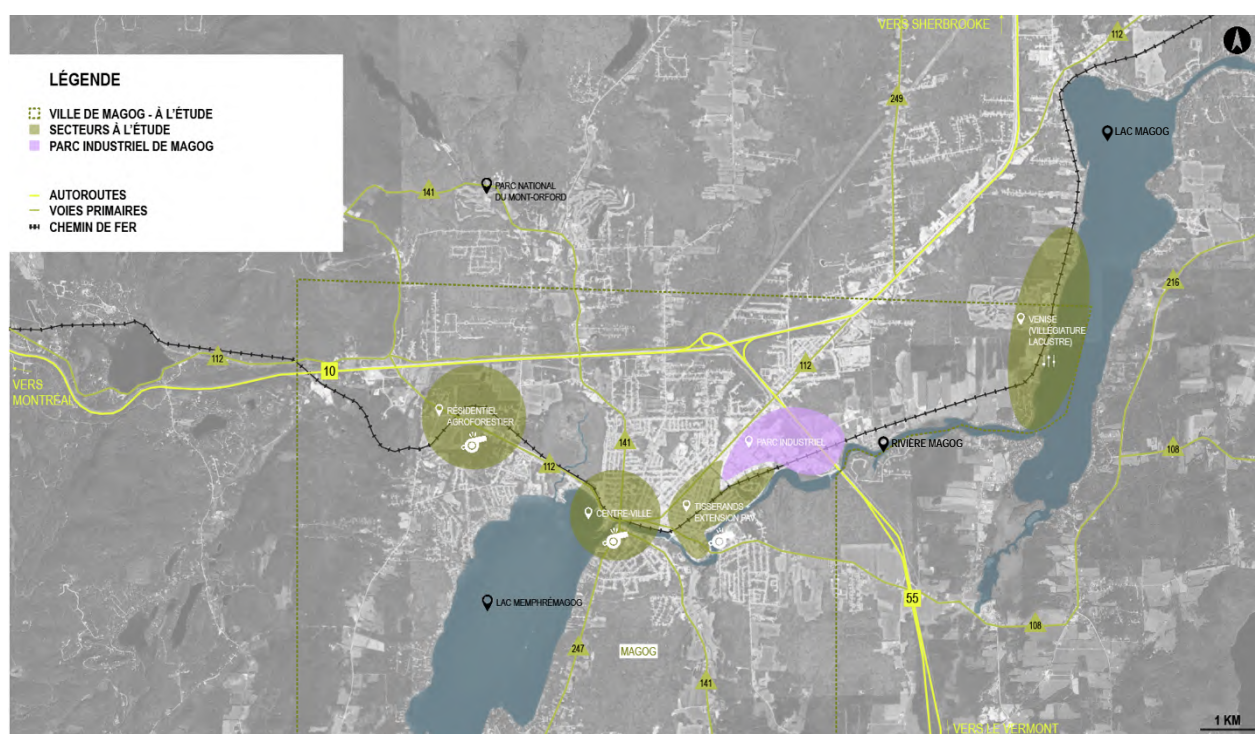


Figure 9 : Secteurs touchés par le passage des trains à Magog.

Source : Google Earth Pro, 2021 (fond); AQ, 2022 (routes); AQ, 2022 (réseau ferroviaire).

Les infrastructures ferroviaires longent la rivière et le lac laissant par endroits, notamment à la hauteur du dit centre-ville, une très mince bande de terre. La route 112, qui devient rue principale dans les portions densément urbanisées, est parallèle à la voie ferrée. De ce fait, la voie ferrée traverse ainsi plusieurs zones d'activités sensibles entraînant des nuisances dans quatre secteurs. Ceux plus à l'ouest, essentiellement résidentiels, sont affectés par le sifflement du train nocturne; celui à l'extrémité est, subit les bruits générés par les activités d'entreposage et de triage.

Secteur agroforestier

Les activités agricole et forestière prédominent dans ce secteur situé en périphérie du noyau urbain. De petits groupements de résidences joutent des activités commerciales et institutionnelles situées au carrefour de la voie ferrée et des voies routières d'importance. Deux passages à niveau sont à la source de plusieurs plaintes mentionnées plus haut (Figure 10).

Commerces et institutions à rayonnement régional se concentrent à l'intersection des voies d'importance, desservant ainsi un large bassin de population. Des ensembles résidentiels verdoyants sont composés majoritairement de maisons pavillonnaires plus ou moins modestes (Figure 11).

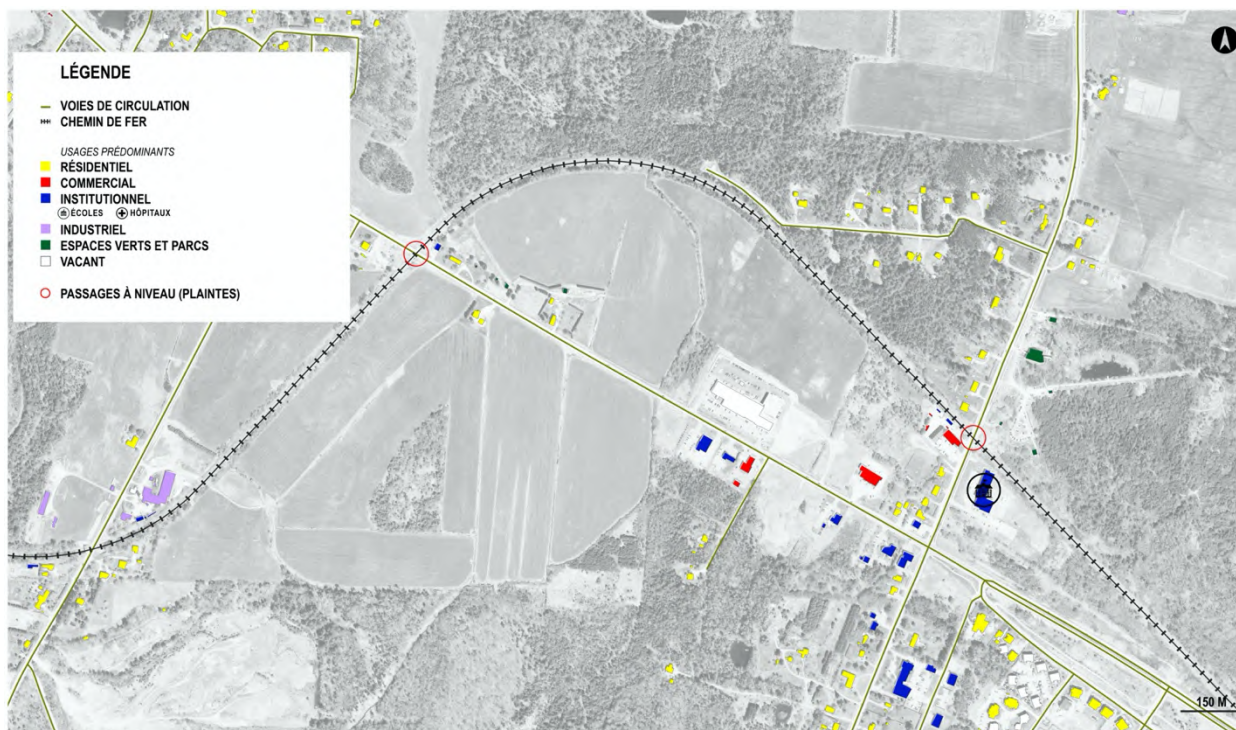


Figure 10 : Localisation des activités du secteur agroforestier.

Source : Maxar, Microsoft, 2022 (fond); MERN, 2021 (bâtiments); AQ, 2022 (routes); AQ, 2022 (réseau ferroviaire); MAMH, 2021 (usages prédominants).



Figure 11 : Rue résidentielle typique du secteur avec ses maisons unifamiliales implantées en isolé.

Source : Marie-Ève Lacroix, 2022.

La verdure généreuse donne des airs de chalet aux maisons pourtant semblables à ce que l'on retrouve dans beaucoup de banlieues.



Figure 12 : Vue à partir d'une rue résidentielle de ce secteur.

Source : Marie-Ève Lacroix, 2022.

Situées au-dessus d'une pente douce, les résidences profitent de beaux points de vue sur la région environnante.

Secteur du centre-ville

Longeant la rivière à l'embouchure du lac et de la voie ferrée, ce secteur nommé ici centre-ville concentre l'essentiel de l'urbanisation de Magog. Il s'articule autour de deux grandes composantes : le cœur ancien et les voisinages résidentiels. Véritable « centre-ville », le cœur ancien s'étire sur une longue bande de terrain intersectée par des voies à caractère régional qui le positionnent avantageusement certes, mais amène aussi une répartition efficace des activités (Figure 13). Tant les rues est-ouest qui le traversent, dont la rue Principale, que les rues nord-sud accueillent des activités commerciales et institutionnelles à large rayonnement qui sont toutefois en lien avec la nature des voisinages qu'elles traversent (Figure 14). Des parcs, dont une plage publique, permettent l'appropriation des rives contribuant au tourisme et à la villégiature (Figure 15). L'animation de la rue Principale se prolonge ainsi sur la rive sud le long de la rue Merry, qui prend alors l'allure de station balnéaire. Parc d'envergure, gare de train touristique, marina, hôtels, restaurants, et quelques immeubles à appartement ponctuent l'espace riverain.

Plus au nord, les voisinages résidentiels dominent. Malgré une relative continuité de la trame orthogonale, ce grand secteur résidentiel est assez hétérogène : il présente une myriade de petits sous-ensembles ou voisinages différenciés reflétant chacun les différentes époques de l'évolution de Magog (Figure 16). Des îlots centraux à la végétation généreuse où sont implantées de grandes maisons de l'époque victorienne en voient d'autres composés de groupement de plex et d'unifamiliales beaucoup plus modestes.

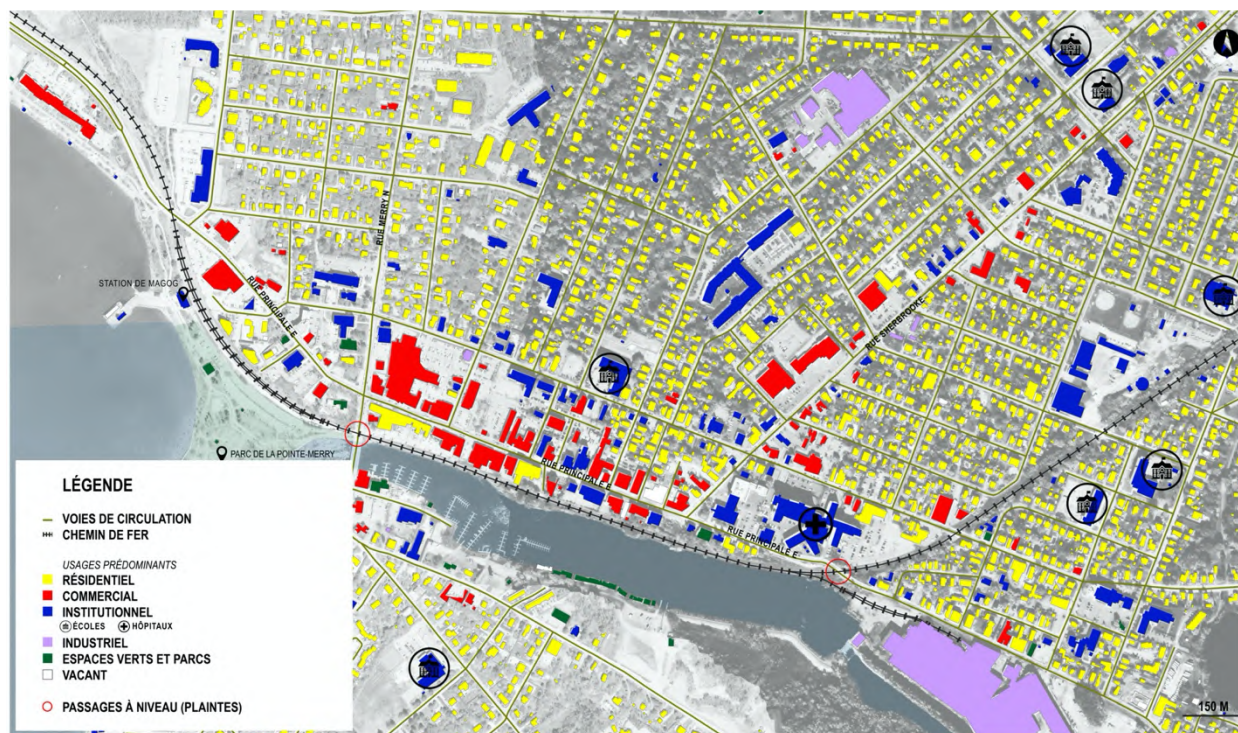


Figure 13 : Localisation des activités du Centre-ville.

Source : Maxar, Microsoft, 2022 (fond); MERN, 2021 (bâtiments); AQ, 2022 (routes); AQ, 2022 (réseau ferroviaire); MAMH, 2021 (usages prédominants).

La convergence des voies nord-sud vers la bande riveraine, délimitée par la voie ferrée et les grandes rues est-ouest, donne à la trame une forme d'éventail presque radioconcentrique. La localisation des activités montre une logique certaine, par segments délimités à la fois par les intersections des voies nord-sud que par les qualités du paysage. Ainsi, à l'ouest, à l'embouchure du lac et à l'intersection de la rue Merry, les activités commerciales, notamment à caractère touristique, prédominent. Plus on progresse vers l'est, à partir de la rue Sherbrooke regroupant des commerces plutôt liés aux besoins des voisinages résidentiels qu'elle arrime, les institutions, dont l'hôpital et l'hôtel de ville, prévalent.



Figure 14 : Rue Principale de Magog.

Source : Marie-Ève Lacroix, 2022.

La rue Principale se distingue par un alignement presque ininterrompu de bâtiments d'époque. Les commerces occupent les rez-de-chaussée et des logements, les étages supérieurs. Restaurants, bars et petites boutiques profitent de la proximité de la rive, alors que commerces et services, puis quelques institutions affirment le rôle central de cette rue Principale. Récemment réaménagée, trottoirs larges et végétalisation posant les bases d'une éventuelle canopée ajoutent au confort des promeneurs. Des ouvertures ici et là entre les bâtiments permettent l'installation de terrasses et offrent des percées visuelles sur la rivière.



Figure 15 : Parc de la Pointe-Merry à confluence du lac Memphrémagog et de la rivière Magog.

Source : Marie-Ève Lacroix, 2022.

Dans le prolongement de la rue Merry, ce parc d'envergure rayonne à l'échelle de la municipalité si ce n'est de la région. À proximité du centre-ville, il offre une diversité d'activités récréatives. Cependant, séparé du centre-ville par les infrastructures ferroviaires, ce parc n'est accessible qu'à la hauteur des deux passages à niveau du secteur.



Figure 16 : Rue résidentielle au nord de la rue Principale dans la Ville de Magog.

Source : Google Street View, 2022.

De modestes maisons à logement voisin des unifamiliales cossues, expression d'un passé industriel florissant entretenu par l'embourgeoisement amené notamment par l'arrivée des néo-ruraux.



Figure 17 : Immeubles à appartements avec vue sur le lac implantés en bordure des infrastructures ferroviaires de la gare touristique.

Source : Marie-Ève Lacroix, 2022.

Peu de terrains sont toujours libres avec vue sur le lac et la rivière. Comme la voie ferrée longe la rivière, la vue sur l'eau vient avec celle sur les trains. En avant-plan, on aperçoit le train touristique de Magog, stationné.

Secteur des Tisserands

Le secteur des Tisserands tire son nom de l'occupation de ses premiers habitants venus s'y installer pour travailler à la Dominion Textile dans l'imposante usine qui fût en activité de 1887 à 2011 (Agence Parcs Canada, 2021).

Situé à l'est du centre-ville, cet ancien quartier ouvrier est traversé en son centre par la voie ferrée à laquelle s'accrochent d'imposants bâtiments qui accueillent aujourd'hui diverses institutions et certaines activités industrielles (Figure 18). La bibliothèque municipale, installée dans une ancienne église, des écoles et organismes communautaires forment avec quelques commerces une centralité de quartier pour ainsi dire. De part et d'autre se déploient des voisinages essentiellement résidentiels et plutôt différenciés. Plus près de l'ancienne usine de textile, plus anciens et modestes, ils montrent certains traits des faubourgs ouvriers. En s'éloignant vers l'est, les voisinages prennent le visage de la banlieue d'après-guerre avec ses bungalows implantés sur des parcelles plus vastes, tantôt sur une trame irrégulière, tantôt sur une trame orthogonale. L'homogénéité caractérise l'ensemble de ces voisinages. Malgré la présence de la voie ferrée, il est assez facile de passer d'un côté à l'autre de celle-ci grâce à de nombreux passages à niveau routiers et piétonniers.

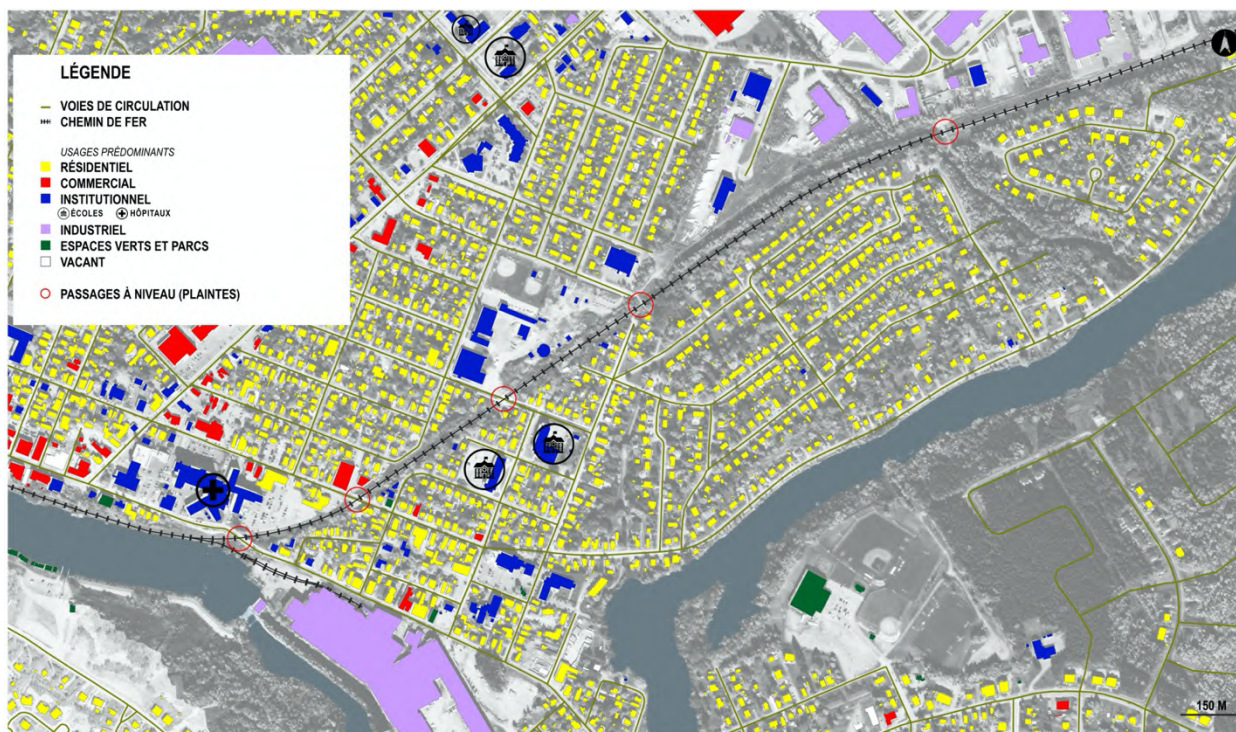


Figure 18 : Localisation des activités du secteur des Tisserands.

Source : Maxar, Microsoft, 2022 (fond); MERN, 2021 (bâtiments); AQ, 2022 (routes); AQ, 2022 (réseau ferroviaire); MAMH, 2021 (usages prédominants).

La voie ferroviaire et les imposants bâtiments qui s'y accrochent découpent le secteur en deux zones résidentielles aux ambiances distinctes et reliées par des passages à niveau.



Figure 19 : Partie ancienne des Tisserands.

Source : Marie-Ève Lacroix, 2022.

Cette rue est caractéristique de la partie ancienne du secteur des Tisserands. Adossé aux infrastructures ferroviaires, ce voisinage, plutôt modeste et homogène, accueille essentiellement de petits plex. En haut à gauche on aperçoit une école primaire tout près de la voie ferrée.



Figure 20 : Partie d'après-guerre des Tisserands.

Source : Marie-Ève Lacroix, 2022.

Cette rue, adossée à la voie ferrée, montre les traits des banlieues pavillonnaires d'après-guerre. La verdure plus luxuriante offre ici un écran au passage des trains dans la période estivale.

Secteur de Venise, la villégiature lacustre.

Occupant la rive ouest du lac Magog, le secteur de Venise se distingue du fait qu'il est principalement résidentiel. Il s'agit d'un ancien hameau de villégiature très populaire dans les années 1940 en raison de la qualité du paysage lacustre, mais aussi d'une desserte ferroviaire le rendant facilement accessible (Figure 22). La proximité des services à Magog comme à Sherbrooke et la disponibilité de terrains en rive, malgré leur étroitesse à certains endroits, attirent les villégiateurs de longue date et plus récemment des résidents permanents ou néo ruraux. Le cadre bâti montre une certaine hétérogénéité qui témoigne de ce changement en cours (Figure 21) : de petits chalets anciens côtoient de récentes résidences plus cossues ou encore de modestes maisons transformées au fil du temps.

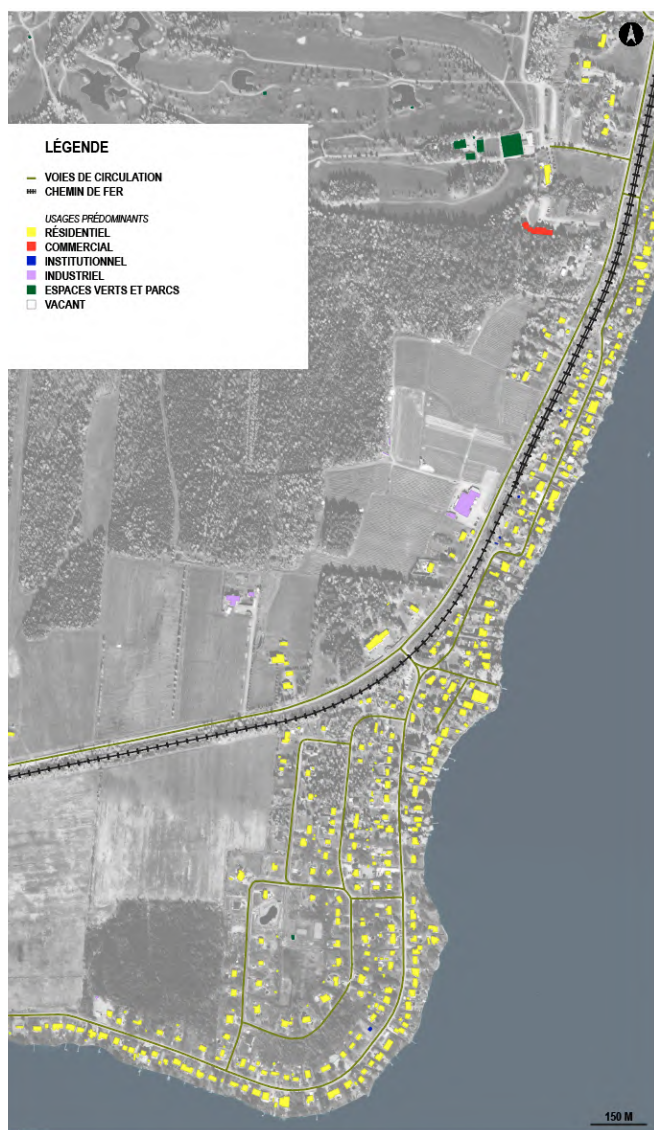


Figure 22 : Localisation des activités du sud du secteur Venise.

Source : Maxar, Microsoft, 2022 (fond); MERN, 2021 (bâtiments); AQ, 2022 (routes); AQ, 2022 (réseau ferroviaire); MAMH, 2021 (usages prédominants).

La voie ferrée découpe le territoire délimitant clairement un secteur entièrement résidentiel. Les activités d'entreposage qui ont suscité de nombreuses plaintes sont à la hauteur du dédoublement de la voie ferrée.



Figure 21 : Maisons du secteur Venise.

Source : Google Maps, 2022.

Les maisons y sont plutôt modestes, souvent des chalets saisonniers transformés, et voisinent parfois des résidences plus cossues.

2.2 OUTILS D'AMÉNAGEMENT ET D'URBANISME

L'aménagement du territoire de la Ville de Magog est d'abord régi par la Municipalité régionale de comté (MRC) de Memphrémagog et son Schéma d'aménagement et de développement (SAD) (Figure 23). Cet outil d'aménagement et d'urbanisme offre de grandes orientations à partir desquelles le Plan d'urbanisme (PU) est élaboré à l'échelle de la ville, suivant les principes de conformité.

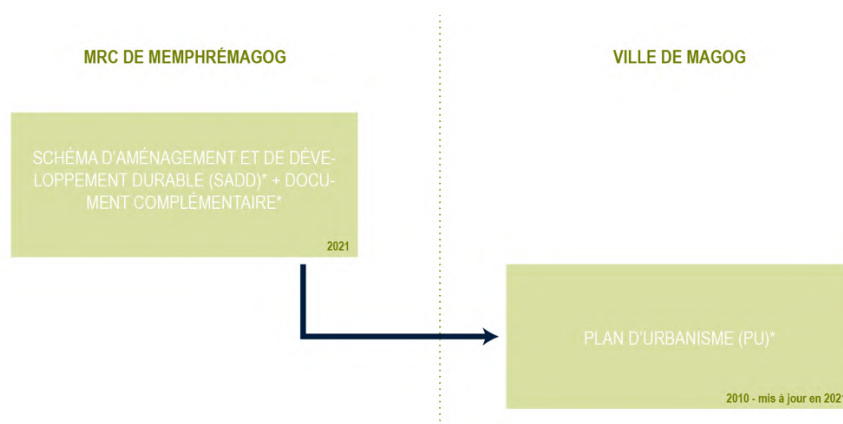


Figure 23 : Cadre institutionnel applicable au cas de Magog.

Source : Coralie Carbonneau, 2022.

La planification du territoire de la Municipalité régionale de comté

La MRC de Memphrémagog a adopté un nouveau schéma d'aménagement et de développement durable (SADD)² en octobre 2021 (Municipalité régionale de comté de Memphrémagog, 2021). Il succède au SAD de deuxième génération publié en 1999. Le processus de révision débuté en 2018 prend appui sur la consultation des municipalités et l'élaboration d'une nouvelle vision stratégique du développement durable.

Le SADD présente cinq orientations qui portent globalement sur la préservation et la valorisation de l'environnement, du patrimoine et de la culture, l'offre de milieux de vie de premier choix, l'inclusion communautaire, la consolidation et la diversification de son économie. Le bruit est essentiellement abordé dans les sections portant sur les grandes affectations du territoire et les zones de contraintes à l'occupation du sol, et ce, par l'identification des activités anthropiques contraignantes et de conditions générales à respecter. Dans les grandes affectations du territoire, le bruit est essentiellement considéré dans la section usages et activités de portée régionale. Ainsi, les activités industrielles émettrices sont autorisées seulement dans des zones distinctes et l'établissement d'une distance minimale – non précisée – des activités résidentielles et institutionnelles est exigé (Municipalité régionale de comté de Memphrémagog, 2021, p. 45). Quant aux zones de contraintes anthropiques, les carrières et sablières, les postes de transformation électrique, de même que le réseau routier et ferroviaire font l'objet d'une attention particulière. Ces activités étant jugées incompatibles ou sources de conflit potentiel, des mesures pour réduire leurs inconvénients dont le bruit sont évoquées, mais sans être explicitées, sauf pour le bruit routier (Municipalité régionale de comté de Memphrémagog, 2021, p. 73). Le bruit émanant du réseau routier supérieur est le seul à être normé et à mentionner une distance séparatrice devant respecter cette norme, soit celle prescrite par la Politique sur le bruit routier du MTQ (1998) de 55 dBA $L_{eq, 24 h}$ à l'extérieur.

² Dans la foulée de la révision des SAD de deuxième génération, plusieurs MRC ont pris l'initiative d'adopter l'appellation SADD pour signaler l'intégration entière des principes du développement durable.

Concernant spécifiquement le réseau ferroviaire, les infrastructures ferroviaires de Magog y sont abordées. La portion desservant le parc industriel est vue comme un avantage : elle constitue un facteur important de développement économique et industriel à l'échelle régionale qui doit rester (Municipalité régionale de comté de Memphrémagog, 2021, p. 83). Seule l'implantation d'usages sensibles à proximité fait l'objet d'une recommandation, à l'intention des municipalités, afin qu'elles adoptent des mesures aptes à limiter les nuisances associées au bruit et aux vibrations, de même qu'à assurer la sécurité (Municipalité régionale de comté de Memphrémagog, 2021, p. 74).

Le document complémentaire

Le document complémentaire du SADD précise, quant à lui, l'encadrement spécifique s'appliquant aux différentes zones de contraintes identifiées comme génératrice de bruit.

Le réseau routier supérieur fait l'objet de règles, notamment de seuils, et de diverses mesures d'atténuation pouvant être apportées. À ce titre, le niveau sonore est limité à 55 dB(A) $L_{eq,24h}$ à l'extérieur des bâtiments d'usage sensible. Cette mesure doit être validée par un expert en acoustique (Municipalité régionale de comté de Memphrémagog, 2021, p. 132). Des droits acquis « à l'absence de mesures de mitigation » existent toutefois pour les « usages sensibles déjà existants en secteur de contraintes sonores reliés au réseau routier supérieur » (Municipalité régionale de comté de Memphrémagog, 2021, p. 132). Pour le réseau ferroviaire, les nouveaux bâtiments d'usage sensible doivent respecter « une distance de 30 m calculés à partir du centre de l'emprise ferroviaire » (Municipalité régionale de comté de Memphrémagog, 2021, p. 137). Pour les autres zones de contrainte, soit les carrières et sablières et les postes de transformation électrique, seule une distance séparatrice est indiquée (Municipalité régionale de comté de Memphrémagog, 2021, p. 131).

Enfin, les municipalités peuvent « adopter des dispositions normatives ou discrétionnaires afin de minimiser les contraintes et de maximiser la sécurité en fonction des secteurs, dont les secteurs déjà construits » (Municipalité régionale de comté de Memphrémagog, 2021, p. 137).

La planification du territoire de la Ville de Magog

Le Plan d'urbanisme (PU) de Magog, en vigueur depuis 2010 a fait l'objet de plusieurs mises à jour dont la dernière remonte à juillet 2021. Ce document propose une vision intégrée de l'aménagement de son territoire fusionné à deux autres municipalités en 2002, soit le Canton de Magog et le village d'Omerville (Ville de Magog, 2021c, p. 4-5). On notera que la majorité des documents et règlements de planification et d'aménagement ont été révisés dans la foulée de cette fusion. Plusieurs thèmes sont abordés, dont la culture, l'environnement, les sports et les loisirs, le milieu rural, le milieu urbain, les infrastructures et la démographie (Ville de Magog, 2021c, p. 20-27). Ayant comme mission de « favoriser la protection et le développement des milieux de vie pour des citoyens résidents actifs » (Ville de Magog, 2021c, p. 28), le PU prend appui sur six grandes orientations :

- Définir et valoriser les vocations distinctives des milieux ruraux et urbains;
- Préserver les milieux naturels, notamment les cours d'eau;
- Améliorer l'accueil des nouvelles entreprises industrielles et commerciales ;
- Assurer une desserte routière équitable et l'accès à des équipements culturels, sportifs et communautaires;
- Améliorer les infrastructures de services et adopter une approche de développement durable (Ville de Magog, 2021c, p. 29).

À l'instar du SAD, le PU souligne l'avantage stratégique du train pour l'industrie et la vitalité économique en général. Le maintien de la portion de la voie ferrée traversant le centre-ville, bien qu'il ait été remis en question par les citoyens et la municipalité par le passé, est affirmé, et ce, en raison du train touristique (Ville de Magog, 2021c, p. 46). Il n'est nullement fait mention dans ce document de l'impact sonore de ce type d'activité.

En termes de bruit, le PU se limite à la pollution sonore liée aux embarcations de plaisance à moteur et aux activités industrielles en milieu résidentiel. Elle est mentionnée dans la section thématique sports et loisirs (activités nautiques) (Ville de Magog, 2021c, p. 23), puis dans les contraintes anthropiques (Ville de Magog, 2021c, p. 89). Dans ce dernier cas, des règles préventives visant à ne pas détériorer la situation sont prévues aux règlements d'urbanisme, mais ne peuvent pas être rétroactives selon la Loi (Ville de Magog, 2021c, p. 89).

La réglementation applicable à la Ville de Magog

Règlement de zonage

Le règlement de zonage de Magog, entré en vigueur en 2012 et mis à jour en octobre 2021, prend en charge le bruit au sein des dispositions applicables aux zones situées aux abords des autoroutes et de la voie ferrée. Concernant les autoroutes 10 et 55, des distances minimales, mesurées à partir du centre de leur emprise, sont requises selon le type d'usages (habitation, institution, commerce d'hébergement ou camping). Il est possible de réduire ces distances de 50 % au maximum, pourvu que des mesures d'atténuation soient mises en place (talus, barrières végétales, murs coupe-bruits) afin de conserver un niveau sonore égal ou inférieur à 55 dB dans l'environnement des bâtiments prévus (Ville de Magog, 2010, p. 193). Quant à la voie ferrée, seule une distance minimale mesurée à partir du centre de l'emprise de la voie ferrée est spécifiée dans la grille des usages et normes d'implantation (Ville de Magog, 2010, p. 193). Des modifications aux bâtiments déjà existants à l'intérieur des distances minimales et détenant un droit acquis sont autorisées sans égard à ces dispositions réglementaires (Ville de Magog, 2010, p. 51).

D'autres règlements s'appliquent aux activités industrielles selon la nature de leurs activités. Les industries légères, telles que les activités de recherche et de développement, de procédés technologiques, de robotique et autres, ne doivent pas causer de bruit au-dessus de la moyenne sonore ambiante, et ce, attesté par des mesures du bruit prises aux limites du terrain (Ville de Magog, 2010, p. 231). Les industries artisanales, quant à elles, ne doivent pas être une source de bruit continue ou intermittente pour le voisinage (Ville de Magog, 2010, p. 237-238). Finalement, certaines industries à risque autorisées uniquement dans des zones prédéfinies doivent aussi respecter une distance séparatrice minimale avec le voisinage immédiat lorsqu'elles sont source de bruit continu ou intermittent (Ville de Magog, 2010, p. 246).

Règlement sur les plans d'intégration et d'implantation en architecture (PIIA)

Trois règlements sur les PIIA encadrent l'aménagement de Magog. Les deux premiers, en vigueur depuis 2002 et mis à jour en juillet 2021 dans la foulée de la fusion du Canton de Magog et d'Omerville à la Ville de Magog, s'appliquent à plusieurs zones spécifiques, soit le centre-ville, une portion des rives de la rivière Magog et du lac Memphrémagog, des rues d'intérêt patrimonial et les rues faisant office d'entrées de ville (Sherbrooke, Merry, Principale Ouest et chemin du Roy) sont ciblées (Bonsant & Dumoulin, 2002; Ville de Magog, 2002).

Le troisième règlement, adopté en juillet 2022, porte plus précisément sur les bâtiments d'intérêt patrimonial, notamment ceux jouant un rôle clé dans l'identité paysagère du secteur des Tisserands (Ville de Magog, 2022b). Jusque-là, seule la zone industrielle aux abords de la rivière était assujettie à un PIIA depuis 2002 (Ville de Magog, 2002d).

Les objectifs poursuivis par ces PIIA varient selon l'emplacement et la vocation de la zone assujettie : la continuité visuelle, l'harmonisation architecturale, la cohésion des aménagements, la préservation des caractéristiques d'origine des bâtiments, l'animation et le dynamisme sont recherchés au centre-ville et ses accès, tandis qu'une ambiance de villégiature et un maintien des paysages et des percées visuelles sur les milieux naturels sont ciblés sur les rives des plans d'eau et certaines routes en milieu rural.

Dans le premier PIIA (Ville de Magog, 2002), le bruit concernant une zone industrielle (fonderie) située en milieu résidentiel est abordé. Afin de ne pas porter préjudice au voisinage immédiat, un écran végétal, un mur antibruit ou un aménagement équivalent doit être aménagé et entretenu (Ville de Magog, 2002, p. 34-35).

D'une façon générale, le bruit, notamment ferroviaire, n'est pas véritablement considéré ou à tout le moins de façon secondaire, notamment pour les propriétés à proximité de la voie ferrée et d'activités récréatives. Ainsi, « les bâtiments et terrains [au centre-ville] ayant une façade sur la rivière doivent respecter les critères du PIIA applicable, et ce, malgré la présence de la voie ferrée ». Certains de ces critères ne permettent pas d'atténuer le bruit, par exemple « prévoir une grande fenestration » ((Ville de Magog, 2002, p. 19) ou « préserver des dégagements vers la rivière Magog et éviter la plantation d'une haie dense et haute ou la mise en place d'une clôture massive ou pleine » (Ville de Magog, 2002, p. 21).

Projets particuliers de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble (PPCMOI)

Un PPCMOI a été adopté en 2011 et modifié en juillet 2021. Selon ce règlement, la prise en charge du bruit s'effectue essentiellement à l'aide des critères d'évaluation des projets, dans des contextes particuliers. Ainsi, pour certains types de projets de certaines zones spécifiques (commerciale et résidentielle du centre-ville), plusieurs types d'impact doivent être pris en compte, dont le bruit (Ville de Magog, 2021a, p. 16-18). Les constructions sur le littoral et à la marina, les pensions et les habitations multifamiliales disposent toutefois de leurs propres critères qui n'incluent pas cette prise en compte du bruit.

Règlement sur les nuisances

Le règlement concernant la paix, l'ordre et les nuisances, mis à jour en février 2022, consacre un chapitre à la prise en charge du bruit. Différentes sources de bruits font sujet d'un article, dont les terrasses sur le toit, les bateaux, les travaux bruyants, les radios et le bruit automobile et les freins moteurs (Ville de Magog, 2022a, p. 140-141). Des exemptions sont toutefois prévues, notamment la circulation ferroviaire et aéronautique (article 5.4.16).

Règlement relatif à l'établissement des terrasses extérieures sur le domaine public au centre-ville

Le règlement relatif à l'établissement des terrasses extérieures sur le domaine public adopté en 2014, assure une prise en charge du bruit en interdisant spécifiquement l'usage d'appareil sonore ou de la diffusion de son en au centre-ville (Ville de Magog, s. d., p. 6).

Règlement de construction

Le règlement de construction, adopté en 2017, encadre l'émission de bruit par certains types d'établissements, soit les bars, brasseries, resto-bars, discothèques, salles de spectacle, clubs sociaux et salles de réception. Afin de limiter la propagation de bruit vers le voisinage, l'indice de transmission du son entre bâtiments contigus y est normé. De plus, les composantes extérieures des équipements d'air conditionné et d'aération doivent être situées sur le toit ou derrière l'immeuble et les portes extérieures doivent être munies d'un dispositif de fermeture automatique (Ville de Magog, 2021b, p. 25).

Plan stratégique de la communauté 2012-2030

Le plan stratégique cible différentes pistes d'action qui débouche sur une prise en charge du bruit implicite, tel le développement de nouveaux réseaux de mobilité active et navigable non motorisés (Stratégie 2.1), la réduction de la dépendance à l'automobile de la population locale (Stratégie 6.3) et de la circulation automobile touristique au centre-ville (Stratégie 7.3) (Ville de Magog, 2012c).

3. Caractérisation de l'environnement sonore

Cette section reprend des éléments de l'*Évolution et principales parties prenantes* et du *Contexte urbanistique* afin de proposer une caractérisation de l'environnement sonore du secteur à l'étude.

3.1 CADRE RÉGLEMENTAIRE SPÉCIFIQUE AU BRUIT

La nuisance par le bruit de la voie ferroviaire est explicitement abordée dans le SADD de la MRC. L'implantation d'usages sensibles y fait l'objet d'une recommandation d'adopter des mesures pour limiter les contraintes et assurer la sécurité (Municipalité régionale de comté de Memphrémagog, 2021, p. 74). Toutefois, seule la distance séparatrice est évoquée comme mesure précise à adopter, les autres étant à la discrétion des municipalités. Le traitement du bruit ferroviaire se distingue ainsi de celui du bruit routier, qui bénéficie d'une norme sonore précise à respecter pour les usages sensibles, de même que des indications sur les différentes mesures de mitigation pouvant être apportées. Il en est de même dans le règlement de zonage qui régule les différents secteurs à l'étude. Globalement, peu de documents de planification s'attardent aux enjeux sonores des activités ferroviaires, ces dernières bénéficiant parfois même d'exemptions.

Communautés touchées et besoins acoustiques différents

Les communautés touchées diffèrent selon les secteurs étudiés. D'un côté, les secteurs centraux (centre-ville, secteur des Tisserands) accueillent une population résidente plus modeste, alors que la périphérie, composée de secteurs ruraux, tant à l'intérieur des terres qu'au bord de l'eau, accueille une population plus aisée, qu'il s'agisse de résidents permanents ou de villégiateurs. Deux écoles se trouvent à proximité de la voie ferrée, exposent toutefois les enfants aux bruits engendrés par ce type d'activités.

3.2 CARACTÉRISATION ACOUSTIQUE

Émission sonore

Des niveaux de bruit ont été mesurés de façon informelle par un des plaignants dans le cas du sifflement de train. Sans connaître le moyen employé, ce citoyen affirme que le bruit du sifflement peut atteindre 96 dB dans sa cour (Nadeau, 2022a). Il est important de mettre en perspective que cette mesure provient d'une personne sans formation en acoustique, sans aucun détail sur la pondération ou les indicateurs réels utilisés pour les mesures, de sorte que les mesures ne sont probablement pas très précises. Néanmoins, elles sont bien supérieures à la valeur recommandée pour une vie urbaine saine, en particulier pendant la nuit (Laplace et al., 2020). À notre connaissance, aucune mesure professionnelle n'aurait été prise.

Ambiance sonore

L'ambiance sonore se différencie également d'un secteur à l'autre. Les secteurs résidentiels agroforestiers et de villégiature lacustre se caractérisent par une ambiance assez calme et paisible, alors que le secteur du centre-ville, très achalandé, offre diverses sources de stimulation auditive. Sur la rue Principale, la rumeur de la conversation des passants se mêle au bruit des véhicules routiers, alors que dans le parc du lac Memphrémagog, le bruit des activités récréatives se mêle à la musique des estivants. Le quartier des Tisserands s'avère quant à lui aussi assez tranquille, quoiqu'un peu plus animé par les activités extérieures des habitants du quartier et la circulation routière.

Les activités ferroviaires perturbent suffisamment le confort sonore des citoyens de la Ville de Magog pour être source de préoccupations et de plaintes. Il en est de même pour les désagréments associés aux bruits des embarcations nautiques et aux activités du centre-ville comme révélé par les documents de planification de la ville.

4. Références

- Agence Parcs Canada, G. du C. (2021, décembre 16). *Usine-de-Textile-de-Magog–Désignation de lieu historique national–Lieu historique national Usine-de-Textile-de-Magog*. <https://parcs.canada.ca/culture/designation/lieu-site/magog-textile>
- Bonsant, D., & Dumoulin, L. (2002). *Règlement numéro 12-2002 relatif aux plans d'implantation et d'intégration architecturale*. <https://www.ville.magog.qc.ca/wp-content/uploads/1970/01/12-2002-Reglement-PIIA-Canton-sept-2021.pdf>
- Cadrin, G., & Lessard, M. (1993). Les sentiers de la villégiature. *Cap-aux-Diamants*, 33, 10-14.
- Canada, T. (2019, mars 21). *Demandez l'interdiction du sifflet à un passage à niveau public*. ASRO 15034606. <https://tc.canada.ca/fr/transport-ferroviaire/passages-niveau/demandez-interdiction-sifflet-passage-niveau-public>
- Conseil municipal de la Ville de Magog. (2022). *PROCÈS-VERBAUX DU CONSEIL MUNICIPAL DE LA VILLE DE MAGOG*. <https://www.ville.magog.qc.ca/wp-content/uploads/2016/02/Seance-2022-05-16-O-PV.pdf>
- Corbeij, A. (2020, juillet 6). L'ACFEM ratifient une entente intermunicipale. *Journal le Montérégien*. <https://journallemonteregien.com/lacfem-ratifient-une-entente-intermunicipale/>
- Custeau, J. (2016a, janvier 21). *Activités de triage à Deauville : La CMQR négociera avec le CP*. La Tribune. <https://www.latribune.ca/2016/01/22/activites-de-triage-a-deauville--la-cmqr-negociera-avec-le-cp-d26f230815daf9e4c6df4bef628b12e9>
- Custeau, J. (2016b, mai 24). *Train à Deauville : Les citoyens invitent le ministre Garneau à agir*. La Tribune. <https://www.latribune.ca/2016/05/25/train-a-deauville--les-citoyens-invitent-le-ministre-garneau-a-agir-e799ffcbece671eae7e520f3313dcca0>
- Custeau, J. (2016c, mai 26). *Trains à Deauville : Transports Canada a reçu la lettre des citoyens*. La Tribune. <https://www.latribune.ca/2016/05/27/trains-a-deauville--transports-canada-a-recu-la-lettre-des-citoyens-86093a562947c1d7b5ca5df2e9221c10>
- Custeau, J. (2019, juillet 12). *Le projet de liaison ferroviaire entre Sherbrooke et Montréal atteint 300 M \$*. La Tribune. <https://www.latribune.ca/2019/07/13/le-projet-de-liaison-ferroviaire-entre-sherbrooke-et-montreal-atteint-300-m-3cd5bd3c8e6d7c0176e8c478c948a640>
- Direction de santé publique, CIUSSS de l'Estrie - CHU de Sherbrooke. (2021). *La défavorisation matérielle et sociale dans les 113 communautés de l'Estrie (2016)*. https://www.santeestrie.qc.ca/clients/SanteEstrie/Publications/Sante-publique/Portraits-communautes/2021/Carte_communautes_Estrie_defavorisation_materielle_sociale_codes_combines.pdf
- Dubé, M. (s.d.). *La saga du chemin de fer à Magog*. Société d'histoire de Magog.
- Girard, P.-O. (2019, mai 2). *Magog : Un million \$ pour faire taire les trains*. *Le Reflet du Lac*. <https://www.lerefletdulac.com/actualites/magog-un-million-pour-faire-taire-les-trains/>

Girard, P.-O. (2022, janvier 26). Des Magogois se mobilisent de nouveau pour faire taire le sifflet des trains. *Le Reflet du Lac*. <https://www.lerefletdulac.com/actualites/des-magogois-se-mobilisent-de-nouveau-pour-faire-taire-le-sifflet-des-trains/>

Goupil, A. (2016, mai 19). *Les Deauvillois exaspérés par les wagons stationnés | Actualités | La Tribune–Sherbrooke*. <https://www.latribune.ca/2016/05/20/les-deauvillois-exasperes-par-les-wagons-stationnes-11b7f257703ee517ff72ba2f9ba0ea86>

Goupil, A. (2020, septembre 8). *Magog : Le train s'est arrêté... après 45 heures*. La Tribune. <https://www.latribune.ca/2020/09/08/magog--le-train-sest-arrete-apres-45-heures-c1b34de142c9004522ba562ee8cba6ae>

Gouvernement du Canada, S. C. (2017, février 8). *Profil du recensement, Recensement de 2016*. <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=F>

Guillet, J.-F. (2019, septembre 5). *Projet de train Montréal-Sherbrooke : La sécurité au cœur des priorités*. La Tribune. <https://www.lavoixdelest.ca/2019/09/06/projet-de-train-montreal-sherbrooke-la-securite-au-cur-des-priorites-6egdbcb884c9559de351fd37ec897ab6>

Jacques, D. (2018, avril 16). Akzo Nobel veut décongestionner les rails en bordure du lac Magog. *Le Reflet du Lac*. <https://www.lerefletdulac.com/actualites/akzo-nobel-veut-decongestionner-les-rails-en-bordure-du-lac-magog/>

Lafortune, E. (2022, mai 16). *Magog veut se retirer de l'entente actuelle de l'ACFEM*. ICI.Radio-Canada.ca; Radio-Canada.ca. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1884020/acfem-alliance-estrie-monteregie-train>

Langlois, M. (2014). *Shanks, Québec : Vous connaissez?* Société d'histoire de Magog. <https://www.histoiremagog.com/shanks-quebec-vous-connaissiez/>

Laplace, J., Perna, M., Bild, E., Trudeau, C., Padois, T., Hardy, F., Migneron, J.-P., Hubert, F., Brochu, J., Dupont, T., Cornelissen, K., Fraisse, V., Fortier, V., Kamangan, M. T., Dubé, F., & Hangnon, H. (2020). *Livrable 4 – Recension de documents d'encadrement du bruit environnemental au Québec, au Canada et à l'international – Synthèse et recommandations* (p. 371).

Le Reflet du Lac. (2015, décembre 10). *Magog presse deux entreprises à agir*. *Le Reflet du Lac*. <https://www.lerefletdulac.com/le-reflet-du-lac/magog-presse-deux-entreprises-a-agir/>

Le Reflet du Lac. (2016, juillet 22). *Activités ferroviaires le long du chemin Venise : Un long combat*. *Le Reflet du Lac*. <https://www.lerefletdulac.com/le-reflet-du-lac/activites-ferroviaires-le-long-du-chemin-venise-un-long-combat/>

MRC de Memphrémagog. (s. d.). *Magog. MRC Memphrémagog*. Consulté 26 juillet 2022, à l'adresse <https://www.mrcmemphremagog.com/municipalites/magog/>

Municipalité régionale de comté de Memphrémagog. (2021). *Schéma d'aménagement et de développement durable–MRC de Memphrémagog. Règlement no 12-20, 191*.

Nadeau, J. (2022a, janvier 18). *Des Magogois réclament que le train cesse de siffler la nuit*. La Tribune. <https://www.latribune.ca/2022/01/19/des-magogois-reclament-que-le-train-cesse-de-siffler-la-nuit-3e38e8f3c0757740c4a91b54f0be519d>

Nadeau, J. (2022b, janvier 19). *Sifflement du train à Magog : La députée fédérale est déjà dans le dossier* | Actualités | La Tribune–Sherbrooke. <https://www.latribune.ca/2022/01/20/sifflement-du-train-a-magog--la-deputee-federale-est-deja-dans-le-dossier-gd6fdc08261ebe8632ebc641df46e3bd>

Nadeau, J. (2022c, juin 21). *L'étude sur le sifflement des trains à Magog repoussée à l'automne* | Estrie et régions | Actualités | La Tribune–Sherbrooke. <https://www.latribune.ca/2022/06/21/letude-sur-le-sifflement-des-trains-a-magog-repousee-a-lautomne-fa481952cob27e9b4d85293a71cd8be9>

Orford Express. (2022). In *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Orford_Express&oldid=1076538609

Radio-Canada. (2019, novembre 20). *La Central Maine & Quebec Railway vendue à Canadien Pacifique*. ICI.Radio-Canada.ca; Radio-Canada.ca. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1398670/central-maine-quebec-railway-vendue-canadien-pacifique>

Société d'histoire de Magog. (s. d.). *Histoire de Magog en bref*. Société d'histoire de Magog. <https://www.histoiremagog.com/histoire-de-magog-en-bref/>

Trudeau, P. (2020, août 8). *Un train «fantôme» redémarre après 18 heures*. Le Reflet du Lac. <https://www.lerefletdulac.com/actualites/un-train-fantome-redemarre-apres-18-heures/>

Ville de Magog. (s. d.). *Règlement 2504-2014 relatif à l'établissement des terrasses extérieures sur le domaine public au centre-ville. mai 2022, 2504, 8.*

Ville de Magog. (2002). *Règlement numéro 1384 de plans d'implantation et d'intégration architecturale (PIIA)*.

Ville de Magog. (2010). *Règlement 2368-2010 de zonage*.

Ville de Magog. (2012a). *Diagnostic de la communauté de Magog. Industrie*. Magog. Ensemble, imaginons demain. http://imaginonsdemain.ville.magog.qc.ca/uploaddir/files/etapes/Fiche_Industrie.pdf

Ville de Magog. (2012b). *Diagnostic de la communauté de Magog. Profil démographique*. Magog. Ensemble, imaginons demain. http://imaginonsdemain.ville.magog.qc.ca/uploaddir/files/etapes/Fiche_Profil_demographique.pdf

Ville de Magog. (2012c). *Plan stratégique de la communauté 2012-2030*.

Ville de Magog. (2021a). *Règlement 2410-2011 sur les projets particuliers de construction, de modification ou d'occupation d'un immeuble. 22.*

Ville de Magog. (2021b). *Règlement 2627-2017 de construction*.

Ville de Magog. (2021c). *RÈGLEMENT DU PLAN D'URBANISME 2367-2010*. <https://www.ville.magog.qc.ca/wp-content/uploads/1970/01/2367-2010-Reglement-Plan-urbanisme-sept-2021.pdf>

Ville de Magog. (2022a). *Règlement général 2489-2013. 189.*

Ville de Magog. (2022b). *Règlement 2818-2021 relatif aux plans d'implantation et d'intégration architecturale applicable aux bâtiments d'intérêt particulier et aux bâtiments significatifs du quartier des Tisserands*.

Ville Magog (Réalisateur). (2022a, janvier 17). *17 janvier 2022 | Séance du conseil municipal | Ville de Magog*. <https://www.youtube.com/watch?v=SXntLkqQAU0>

Ville Magog (Réalisateur). (2022b, février 21). *21 février 2022 | Séance du conseil municipal | Ville de Magog*.
<https://www.youtube.com/watch?v=JdtTTAgtZx8>

Ville Magog (Réalisateur). (2022c, juin 20). *20 juin 2022 | Séance du conseil municipal | Ville de Magog*.
<https://www.youtube.com/watch?v=ACIHt3UMQNk>

5. Annexes

ANNEXE A

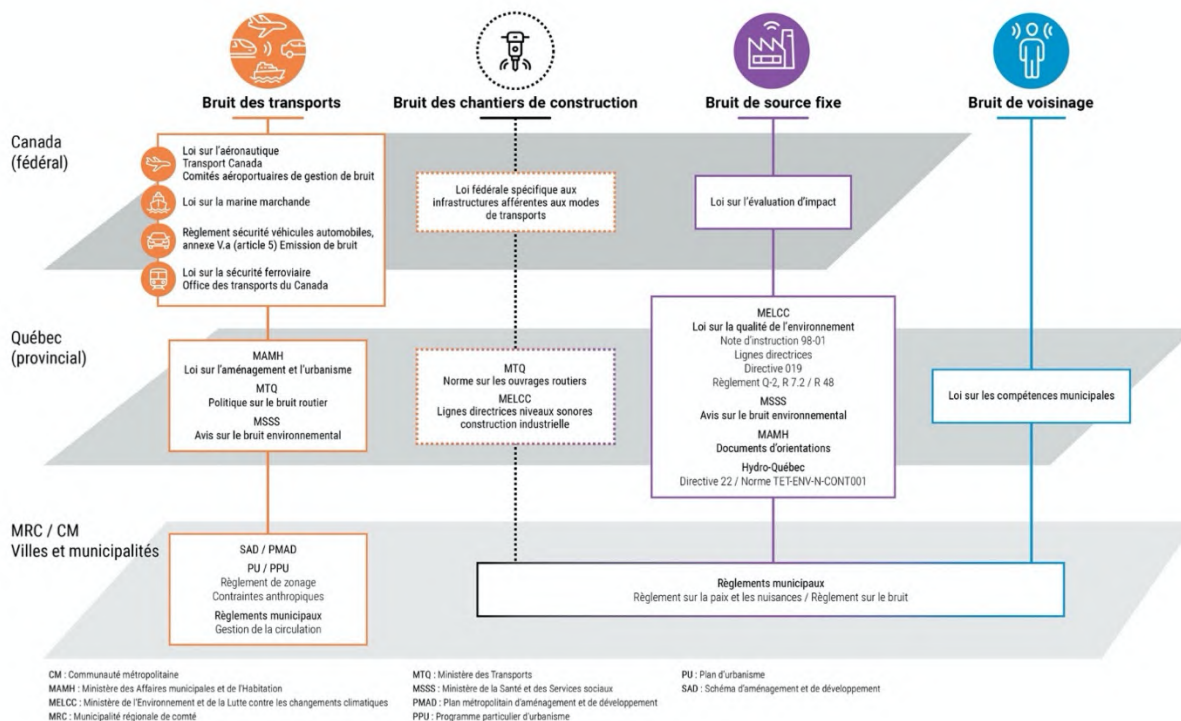


Figure 24 : Schéma illustrant la multiplicité du cadre réglementaire autour du bruit.

Source : Bild et al., 2021.