

Mémoire technique – RSTC de la Ville de Québec

2019-10-25

Référence : FR01IT19A18-T-IDP3-MT-GE00-0007-A



## RÉSEAU STRUCTURANT DE TRANSPORT EN COMMUN

### MANDAT 10.1 – ÉTUDE ACOUSTIQUE – RAPPORT COMPLÉMENTAIRE DE L'ÉTUDE ACOUSTIQUE – SECTEUR SAINT ROCH





## MÉMOIRE TECHNIQUE

### Mandat 10.1 – Étude acoustique – Rapport complémentaire de l'étude acoustique – Secteur Saint Roch

#### IDENTIFICATION DU DOCUMENT

N° du document SYSTRA Canada	FR01IT19A18-T-IDP3-MT-GE00-0007-A
N° du document client	N/A

RÉV.	DATE	MODIFICATION	PRÉPARÉ PAR	RÉVISÉ PAR	APPROUVÉ PAR
A	2019-10-25	Création du document	CF	EA/DR	ELH/RT

Préparé par :

**Cedric Faure**  
Chargé d'études acoustique

Signature

Révisé par :

**Eric Augis**  
Responsable du Pôle Acoustique &  
Vibrations

Signature

Révisé par :

**Didier Rancourt**  
Coordonnateur technique Environnement

Signature

Approuvé par :

**Eric Le Hir**  
Chef de projet

Signature

Approuvé par :

**Romain Taillandier**  
Responsable Transport Urbain

Signature



## TABLE DES MATIÈRES

1.	OBJET DE L'ÉTUDE .....	1
2.	CARACTÉRISATION DE L'AMBIANCE SONORE EXISTANTE .....	3
2.1	MESURE DU BRUIT ET RECALAGE.....	3
2.2	MODÉLISATION DE L'AMBIANCE SONORE EXISTANTE .....	4
2.2.1	MÉTHODOLOGIE ET HYPOTHÈSES DE CALCUL.....	4
2.2.2	RÉSULTATS DE CALCUL .....	4
3.	CARACTERISATION DE L'AMBIANCE SONORE EN EXPLOITATION .....	6
3.1	HYPOTHÈSES DE MODÉLISATION POUR LA SOURCE TRAMWAY .....	6
3.2	HYPOTHÈSES DE CALCUL .....	6
3.3	RÉSULTATS ET IMPACTS DIRECTS POUR LES SECTIONS EN SURFACE .....	6
4.	MESURES DE RÉDUCTION DU BRUIT .....	9
4.1	DÉFINITION DE SOLUTIONS DE RÉDUCTION DE BRUIT APPROPRIÉES .....	9
4.2	RÉSULTATS DE SIMULATION AVEC PRISE EN COMPTE DES MESURES DE RÉDUCTION DE BRUIT .....	9
5.	CONCLUSIONS .....	16
6.	DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE .....	18

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Localisation et dates des points de mesures .....	4
Tableau 2 : Définition des ambiances sonores selon le niveau de bruit résiduel .....	5
Tableau 3 : Critères d'identification des niveaux d'impact et code couleur utilisé .....	7

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Tracé de la ligne à ce jour.....	1
Figure 2: Tracé en étude de la ligne de tramway .....	1
Figure 3 : Identification des bâtiments représentatifs pour l'étude du nouveau tracé dans le quartier Saint-Roch ...	2
Figure 4 : Localisation du point du relevé acoustique .....	3
Figure 5 :Cartographie du bruit existant – Secteur Saint-Roch- Niveau de bruit $L_d$ – Hauteur 4m – Echelle 1/4000e .....	5



Figure 6 : Cartographie du bruit existant – Secteur Saint-Roch- Niveau de bruit $L_n$ – Hauteur 4m – Echelle 1/4000e .....	5
Figure 7 : Cartographie du bruit lié au tramway seul – Secteur Saint-Roch- Niveau de bruit $L_d$ – Hauteur 4m – Echelle 1/4000e.....	7
Figure 8 : Cartographie du bruit lié au tramway seul – Secteur Saint-Roch- Niveau de bruit $L_n$ – Hauteur 4m – Echelle 1/4000e.....	7
Figure 9 : Niveau d’impact direct du projet sans mesures de réduction – Secteur Saint-Roch – Echelle1/4000e .....	8
Figure 10 : Niveau d’impact direct du projet avec mesures de réduction – Secteur Saint-Roch – Echelle1/4000e ....	10
Figure 11 : Niveau d’impact direct du projet avec mesures de réduction – Secteur Saint-Roch – Echelle1/4000e ....	11
Figure 12 : Ecran acoustique bas disposé proche du tramway (source : Alexandre Jolibois (PhD 2013)) .....	12
Figure 13 : Barrière sécurité proche d'un tramway .....	12
Figure 14 : Barrière sécurité proche d'un tramway .....	13
Figure 15 : Niveau d’impact direct du projet avec mesures de réduction – Secteur Saint-Roch – Echelle1/4000e ....	14
Figure 16 : Niveau d’impact direct du projet avec mesures de réduction – Secteur Saint-Roch – Echelle1/4000e.....	15
Figure 17 : Type de bâtiment impacté .....	15

## 1. OBJET DE L'ÉTUDE

Cette étude d'impact acoustique porte sur une étude de changement de tracé de la ligne de tramway proche de la station Saint-Roch. Cette étude permet de caractériser les potentielles bâtiments impactés par ce changement. Dans le cas de bâtiments impactés, différentes mesures de réduction de bruit sont proposées afin de respecter les valeurs cibles.

Les Figures 1 et 2 illustrent réciproquement le tracé du tramway à ce jour et le tracé du tramway en étude. A ce jour, le tracé circule le long de la rue de la Couronne (entre la Rue Chaluter et la Rue de la Croix Rouge), où il n'y avait pas de bâtiment impacté. Le tracé à l'étude circule proche de bâtiments (dont des résidences) qui peuvent être impactés, pouvant engendrer un enjeu d'impact acoustique plus important.



Figure 1: Tracé de la ligne à ce jour



Figure 2: Tracé en étude de la ligne de tramway

Les textes réglementaires et documents de références permettant de retenir les critères acoustiques applicables au projet sont identiques à ceux appliqués lors de l'étude d'impact acoustique [1].

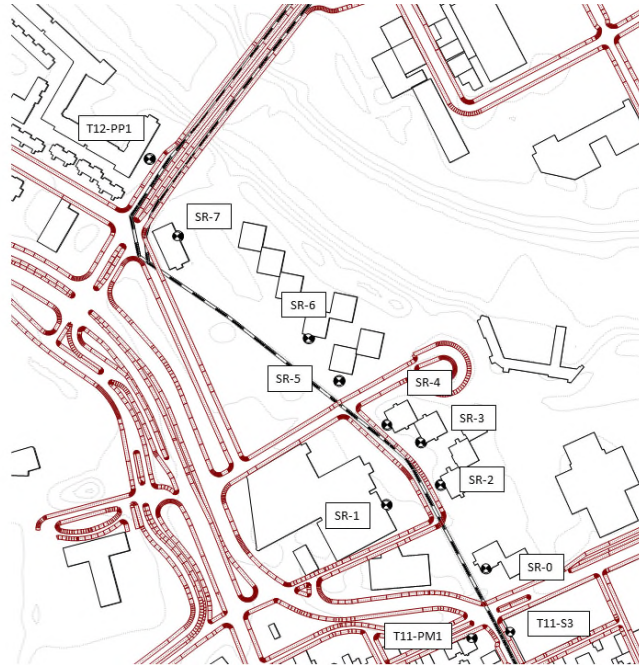
Dans un premier temps, une caractérisation de l'ambiance sonore existante est réalisée.

Dans un second temps, la caractérisation de l'état acoustique en exploitation est présentée et les risques de dépassement des seuils fixés sont quantifiés.

Enfin, des principes de solutions techniques sont présentés afin de maîtriser l'impact du projet.



Les bâtiments représentatifs choisies pour cette étude sont représentés sur la Figure 3 ci-dessous.



**Figure 3 : Identification des bâtiments représentatifs pour l'étude du nouveau tracé dans le quartier Saint-Roch**

## 2. CARACTÉRISATION DE L'AMBIANCE SONORE EXISTANTE

### 2.1 MESURE DU BRUIT ET RECALAGE

Pour modéliser correctement l'ambiance sonore existante, un relevé acoustique a été réalisé le mercredi 18 septembre 2019 (période scolaire) à l'adresse 390 rue Chalutier, Québec, comme l'illustre la Figure 4. Ce relevé sonore  $L_{Aeq}$  a été effectué sur une période de 1h avec un temps d'intégration de 1s.



**Figure 4 : Localisation du point du relevé acoustique**

Le Tableau 1 regroupe la valeur du niveau sonore global relevé sur une durée de 1 heure ( $L_{Aeq,1h}$ ). Les amplitudes horaires de relevé y sont également précisées. Dans ce tableau, il est également présenté la valeur du niveau sonore obtenu après recalage. L'étape recalage du modèle numérique consiste à simuler numériquement le niveau sonore mesuré sur le terrain, tenant compte des différentes hypothèses de trafic et météorologiques. L'écart étant faible (inférieur à 2 dB), le modèle numérique peut être considéré comme fiable.

**Tableau 1 : Localisation et dates des points de mesures**

Point de mesure	Adresse	Date relevé	Heure début	Heure de fin	Mesure $L_{Aeq,1h}$ (dB(A))	Calcul $L_{Aeq,1h}$ (dB(A))	Ecart $L_{Aeq,1h}$ (dB(A))
St Roch	390 rue Chalutier	18/09/2019	11h00	12h00	57.2	57.3	0.1

Les paramètres du modèle ayant permis le recalage sont les suivants :

- Absorption du sol : 0.4
- Ordre de réflexion des rayons : 3
- Absorption des façades des bâtiments : 0.2

## 2.2 MODÉLISATION DE L'AMBIANCE SONORE EXISTANTE

### 2.2.1 Méthodologie et hypothèses de calcul

La modélisation de l'ambiance sonore existante est effectuée en utilisant la même méthodologie présentée dans la section 6.3 du document présentant l'étude de l'impact acoustique [1]. Les hypothèses de trafic routier et météorologiques utilisées pour modéliser l'ambiance sonore sont identiques à ceux présentées dans cette même section de ce document.

### 2.2.2 Résultats de calcul

Les résultats de la modélisation de l'ambiance sonore existante sont présentés sous la forme de cartographie de bruit (Figure 5 et Figure 6) suivant les indicateurs  $L_D$  et  $L_N$ . La période diurne est comprise entre 7h et 22h, soit une durée de 15h, et la période nocturne est comprise entre 22h et 7h, soit une durée de 9h. Les cartographies sont calculées à partir des hypothèses prises en comptes pour recalcr le modèle. Les cartographies représentent le niveau acoustique à une hauteur de 4 m par rapport au sol, correspondant au niveau du 1<sup>er</sup> étage d'un bâtiment.

Une cartographie permet de qualifier l'ambiance sonore d'une zone délimitée selon les termes calme, modérée ou bruyante en fonction du son niveau de bruit et le moment de la journée. Une zone est considérée comme :

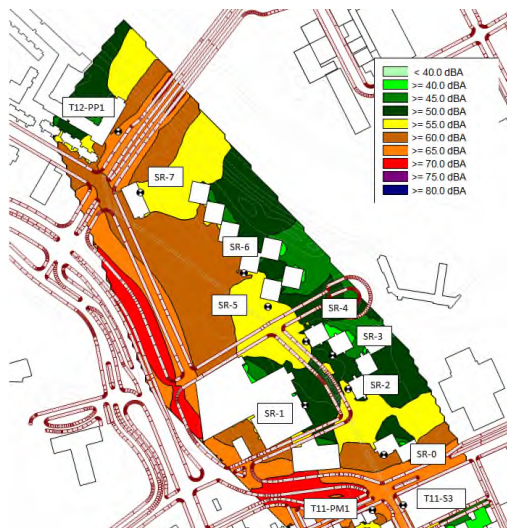
- **calme** si le niveau de bruit résiduel, toutes sources confondues, existant à 2 mètres en avant des façades des bâtiments est tel que  $L_{Aeq,jour}$  (7h-22h) est inférieur à 55 dB(A) et  $L_{Aeq,nuit}$  (22h-7h) est inférieur à 50 dB(A);
- **modérée** si le niveau de bruit résiduel, toutes sources confondues, existant à 2 mètres en avant des façades des bâtiments est tel que  $L_{Aeq,jour}$  (7h-22h) est inférieur à 65 dB(A) et  $L_{Aeq,nuit}$  (22h-7h) est inférieur à 60 dB(A);
- **bruyante** si le niveau de bruit résiduel, toutes sources confondues, existant à 2 mètres en avant des façades des bâtiments est tel que  $L_{Aeq,jour}$  (7h-22h) est supérieur à 65 dB(A) et  $L_{Aeq,nuit}$  (22h-7h) est supérieur à 60 dB(A).



Le Tableau 2 résume les différents types de zones selon la période de la journée et du niveau de bruit ambiant.

**Tableau 2 : Définition des ambiances sonores selon le niveau de bruit résiduel**

Bruit résiduel existant (toutes sources confondues)		Type d'ambiance sonore
L <sub>Aeq,jour</sub> (7h-22h)	L <sub>Aeq,nuit</sub> (22h-7h)	
< 55	< 50	Calme
< 65	< 60	Modérée
≥ 65	≥ 60	Bruyante



**Figure 5 :Cartographie du bruit existant – Secteur Saint-Roch- Niveau de bruit  $L_d$  – Hauteur 4m – Echelle 1/4000e**



**Figure 6 : Cartographie du bruit existant – Secteur Saint-Roch- Niveau de bruit  $L_n$  – Hauteur 4m – Echelle 1/4000e**

A partir de ces cartographies, la localisation des différentes ambiances sonores existantes est effectuée. Les résultats indiquent que l'ambiance sonore existante est considérée comme modérée pour les bâtiments proches des axes routiers. Pour les bâtiments reculés (SR-,SR-3 et SR-4) des axes routiers principaux, l'ambiance sonore existante est considérée comme calme.



### 3. CARACTERISATION DE L'AMBIANCE SONORE EN EXPLOITATION

#### 3.1 HYPOTHÈSES DE MODÉLISATION POUR LA SOURCE TRAMWAY

Les hypothèses concernant les sources sonores du modèle acoustique du tramway de Québec (projet RSTC) sont identiques que celles décrites dans la section 7.1 de l'étude d'impact acoustique [1], à savoir :

- Le spectre d'émission sonore du matériel roulant du projet RSTC ;
- Le profil simplifié de vitesse du véhicule le long du parcours, utilisé pour ajuster le niveau d'émissions sonores ;
- Les données de trafic du tramway.

#### 3.2 HYPOTHÈSES DE CALCUL

La modélisation de l'impact du tramway en exploitation est réalisée en prenant en compte les différentes hypothèses présentées précédemment. Le modèle créé pour calculer l'ambiance sonore existante est modifié afin de simuler les niveaux de bruit ambiant dus à l'opération du tramway.

Les calculs sont lancés pour un panel de récepteurs représentatifs le long du tracé du tramway.

Les paramètres de calculs sont identiques à ceux utilisés dans les simulations de l'ambiance sonore existante.

#### 3.3 RÉSULTATS ET IMPACTS DIRECTS POUR LES SECTIONS EN SURFACE

L'analyse des résultats des calculs de l'impact du tramway sur l'ambiance sonore lors de son exploitation est réalisée en deux étapes. La ligne du projet est découpée en 17 secteurs.

La première étape consiste à tracer et visualiser le niveau sonore du tramway seul à l'aide de cartographies acoustiques.

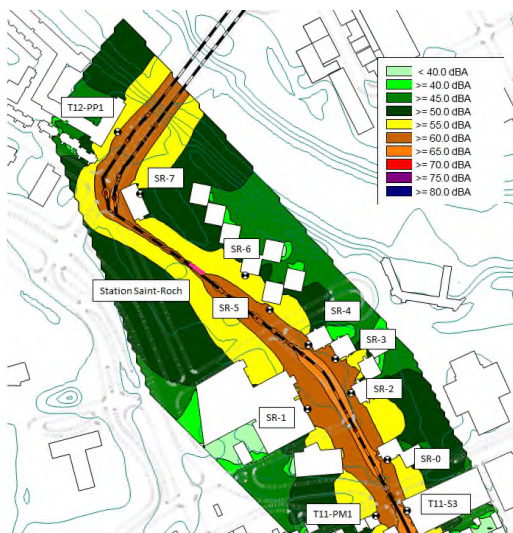
La seconde étape est une étude quantitative des effets de l'opération du tramway sur l'ambiance sonore au niveau d'une sélection de récepteurs sensibles représentatifs. Cette étude permet de déterminer, à partir de la méthodologie du guide « FTA » présentée dans la première partie, si un secteur risque d'être impacté auquel cas des mesures de réduction du bruit seront à envisager.

Les critères retenus et le code couleur utilisé pour l'analyse des niveaux d'impact sont résumés ci-après.

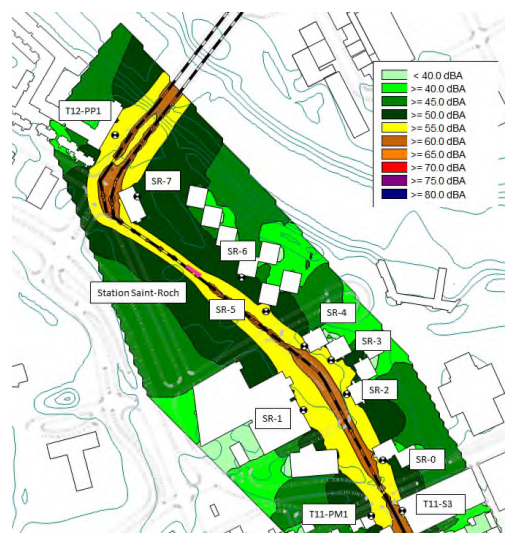
**Tableau 3 : Critères d'identification des niveaux d'impact et code couleur utilisé**

Niveau d'impact	Dépassement des seuils retenus	Code couleur
Pas d'impact	$\leq 0$ dB(A)	
Impact faible	Entre 0 et +2 dB(A)	
Impact modéré	Entre +3 et +5 dB(A)	
Impact fort	Supérieur à +5 dB(A)	

Les Figure 7 et Figure 8 illustrent le niveau sonore de l'impact du tramway seul.



**Figure 7 : Cartographie du bruit lié au tramway seul – Secteur Saint-Roch- Niveau de bruit  $L_d$  – Hauteur 4m – Echelle 1/4000e**



**Figure 8 : Cartographie du bruit lié au tramway seul – Secteur Saint-Roch- Niveau de bruit  $L_n$  – Hauteur 4m – Echelle 1/4000e**

Ces cartographies permettent de visualiser que le tramway a un impact direct et non négligeable sur les bâtiments proches du tracé. Dans l'objectif de quantifier ces résultats, la Figure 9 représente le niveau d'impact pour chaque bâtiment représentatif.

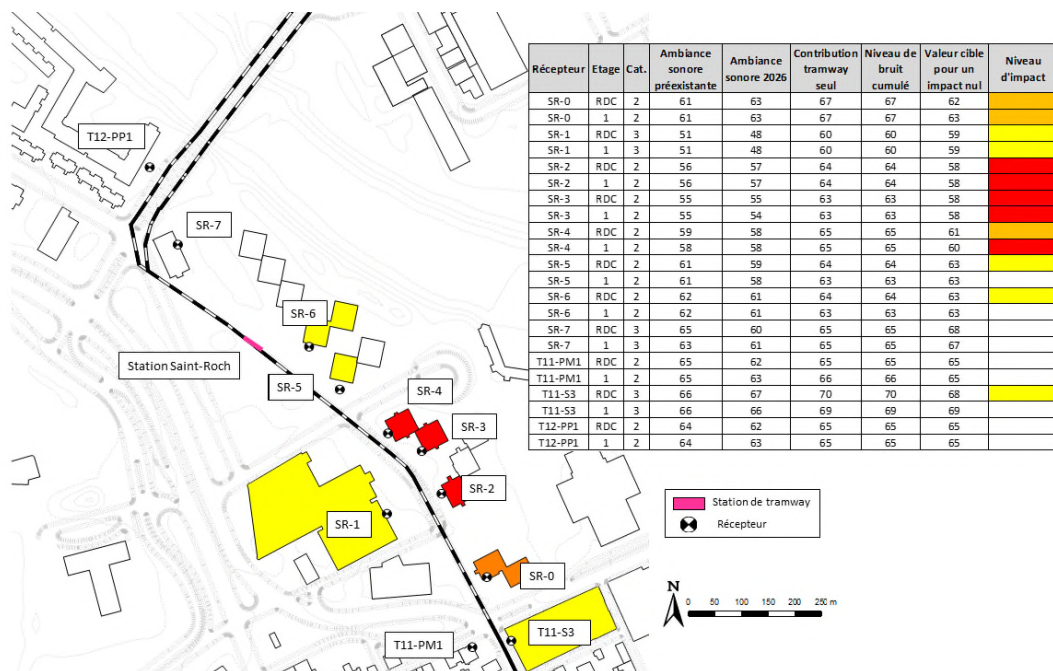


Figure 9 : Niveau d'impact direct du projet sans mesures de réduction – Secteur Saint-Roch – Echelle 1/4000e

Parmi ces différents bâtiments représentatifs, uniquement 2 bâtiments impactés ne sont pas des logements. Les bâtiments SR-1 et T11-S3 sont respectivement l'usine Rothmans Benson & Hedges et le Carrefour Jeunesse Emploi de la Capitale Nationale. Ces deux bâtiments sont légèrement impactés (inférieur à 2dB).

Les autres bâtiments impactés sont composés uniquement de résidence. Ces résidences sont modérément à fortement impactées (jusqu'à +6 dB). Des mesures de réduction de bruit doivent donc être mise en place afin de respecter les valeurs cibles pour obtenir un impact nul.





## **4. MESURES DE RÉDUCTION DU BRUIT**

### **4.1 DÉFINITION DE SOLUTIONS DE RÉDUCTION DE BRUIT APPROPRIÉES**

Dans le cas où le niveau sonore projeté dépasse les critères qui ont été retenus lors de l'étude des documents de référence, des moyens de réduction de bruit doivent être mis en œuvre afin de respecter la limitation du niveau sonore maximal admissible et protéger les riverains. Il existe différents moyens de protections pour diminuer l'impact sonore d'un tramway. Le projet se situant en milieu urbain, il est préférable de réaliser un traitement acoustique à la source afin de limiter l'implantation de mesure de protection dans un environnement déjà très contraint.

Une présentation des différentes solutions sont présentés dans la section 8.1 du document [1].

### **4.2 RÉSULTATS DE SIMULATION AVEC PRISE EN COMPTE DES MESURES DE RÉDUCTION DE BRUIT**

Les résultats de l'étude d'impact sans mesures de réduction de bruit ont montré que le projet avait un impact fort pour les bâtiments les plus proches du projet. Afin de respecter les objectifs de seuils acoustiques, des mesures de réduction de bruit doivent être envisagés.

#### **Mesures de réduction de bruit à la source**

Dans un premier temps une mesure de réduction de bruit est appliquée en considérant qu'un programme d'entretien « acoustique » de la voie est effectué et que le matériel roulant dispose de spécification acoustique, ce qui représente une diminution de 2dB sur la source acoustique du tramway. Les résultats d'impacts sont représentés sur la Figure 10 ci-dessous.

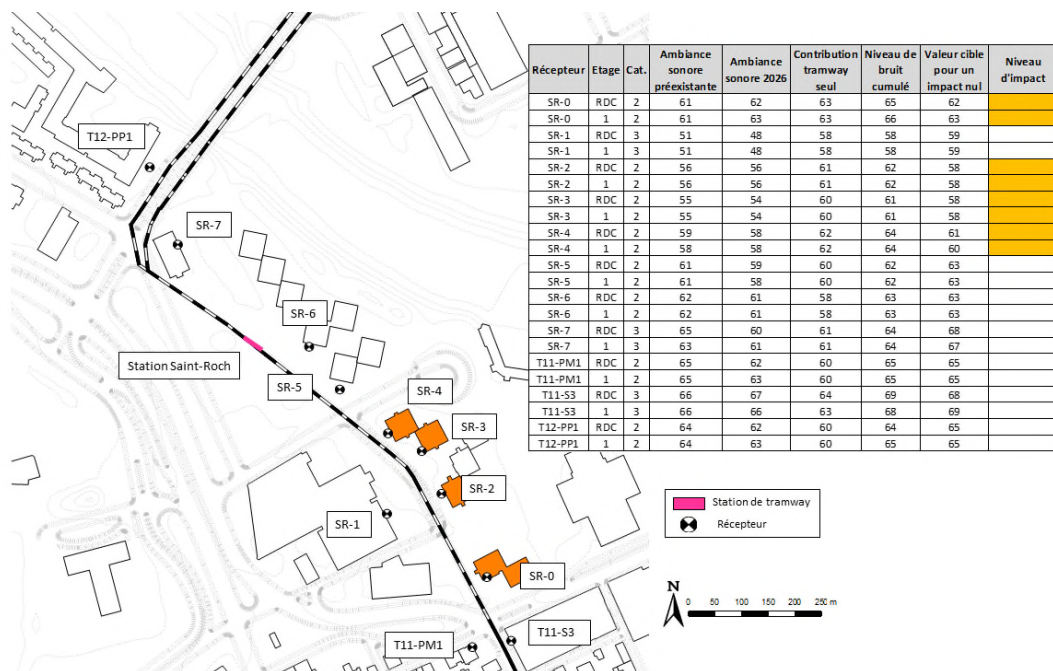


Figure 10 : Niveau d'impact direct du projet avec mesures de réduction – Secteur Saint-Roch – Echelle 1/4000e

La mise en place de ces mesures de réduction de bruit permet d'éviter qu'aucun logement ne soit fortement impacté mais pour quatre résidences (SR-0, SR-2, SR-3 et SR-4) le niveau d'impact est considéré comme modérable (compris entre +2 dB et +5 dB).

Ces mesures de réduction de bruit ne sont pas assez suffisantes pour respecter les objectifs de seuils à ne pas dépasser de tous les bâtiments. Cependant, cette première mesure de réduction est dans un premier temps une bonne solution pour la majeure partie des bâtiments. Une autre mesure de réduction de bruit doit compléter cette première solution. Cette solution est recommandée à être mis en place sur le reste du tracé.

### Écran antibruit

Dans cette section, une implémentation d'un écran antibruit est étudiée afin de respecter les objectifs de seuils. Cependant, l'implantation de mur anti-bruit proche de logements n'est pas forcément la meilleure solution, notamment d'un point de vue de leur intégration dans le paysage urbain.

Dans l'objectif de respecter les valeurs cibles définies par le guide FTA, un mur anti-bruit est disposé le long du tramway (entre la voie et les résidences) entre la rue du Prince Edouard et la rue des Embarcations. Cette mesure de réduction est réalisée sur une longueur de 230 m. Les résultats présentés sur la Figure 11 correspondent à une protection phonique d'une hauteur de 3.5m.

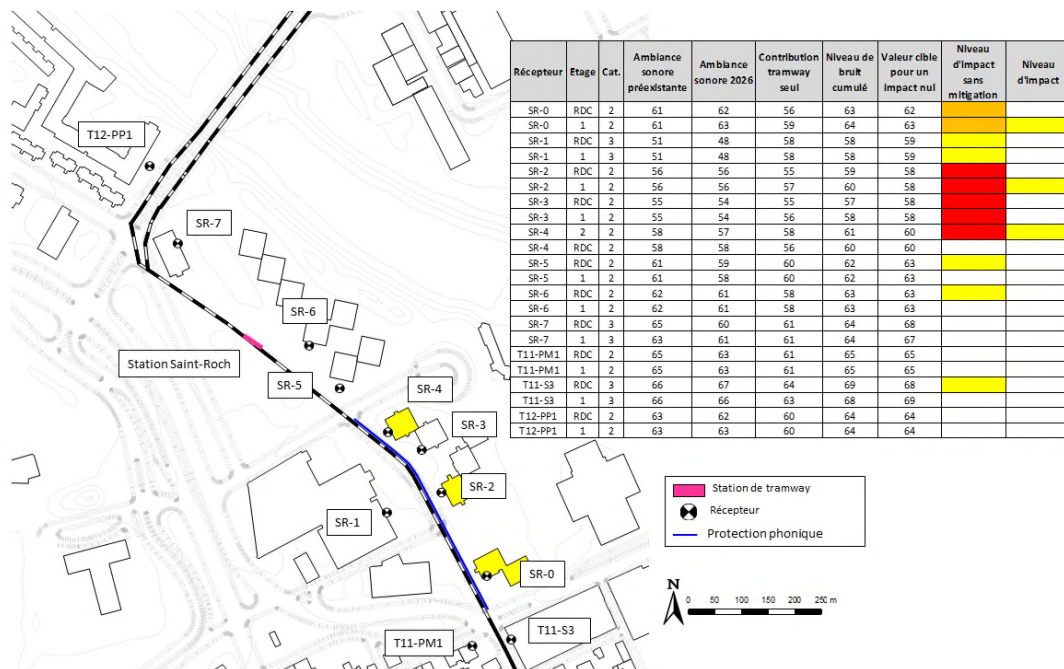


Figure 11 : Niveau d'impact direct du projet avec mesures de réduction – Secteur Saint-Roch – Echelle 1/4000e

La mise en place de cette mesure de réduction de bruit ne permet pas d'avoir un impact nul en prenant en compte nos hypothèses. Cependant, le niveau de l'impact acoustique est inférieur à 1 dB qui peut être considéré comme faible et raisonnable. De plus, on peut constater qu'uniquement les étages supérieurs sont impactés. Ces impacts peuvent possiblement provenir par le fait que la modélisation de la source en toiture pour le tramway soit conservatrice (voir description de l'impact du point T3-S2 – secteur corridor « vert » [1]).

Des mesures de réduction de bruit permettent que la modification du tracé n'impacte pas ou que celui-ci soit inférieur à 1 dB, les bâtiments proches de la voie. Cependant, l'implantation de tel dispositif (protection phonique) peut être difficile à mettre en place, notamment pour d'autres disciplines que l'acoustique.

### Ecran bas anti bruit

La combinaison de deux mesures de réduction de bruit peut également être envisagée permettant ainsi d'être plus intégrable dans le paysage. Cette solution consiste à combiner une réduction du bruit via un mur anti bruit bas (inférieur à 1.5 m) et une un renforcement de l'isolation acoustique des façades impactées des bâtiments. La mise en place d'un mur antibruit bas permet de s'intégrer facilement dans le paysage. Il doit être disposé au près du tramway (inférieur à 2m) permettant ainsi de limiter au maximum le bruit de roulement du tramway (source au sol). L'ajout d'une casquette au-dessus de cette protection phonique permet d'améliorer son efficacité. La Figure 12 illustre un exemple de mur bas.

La mise en place de telle solution permet d'obtenir un gain acoustique d'au minimum 4 dB pour un récepteur à une hauteur de 1.5m.



**Figure 12 : Ecran acoustique bas disposé proche du tramway (source : Alexandre Jolibois (PhD 2013))**

Ce genre de mur peut être un complément à une barrière de sécurité qui peuvent être disposés au bord des lignes de tramway permettant d'éviter que les personnes traversent dans des zones non prévues. Les Figure 13 et Figure 14 montrent un exemple de barrière (de sécurité) d'une hauteur considérée comme bas.



**Figure 13 : Barrière sécurité proche d'un tramway**





**Figure 14 : Barrière sécurité proche d'un tramway**

Dans le cas où cette mesure de réduction ne sera pas assez satisfaisante, un renforcement de l'isolation acoustique de la façade des bâtiments (en remplaçant par exemple les fenêtres et les portes) pourrait être un complément pour ne pas dépasser la limite des seuils fixés.

Dans la configuration proposée, le mur antibruit présenté précédemment est remplacé par un mur antibruit bas (d'une hauteur de 1.2 m) et avec une casquette horizontale de 0.5m. Le mur est disposé à une distance de 1.8 m du centre de la voie.

Les résultats de cette configuration sont présentés sur la Figure 15. La mise en place de ce type de protection phonique permet que l'étage RDC des bâtiments ne soient plus fortement impactés mais légèrement (inférieur à 1.5 dB). Cependant, les étages supérieurs sont modérément impactés. Le niveau d'impact maximum est de 3 dB.

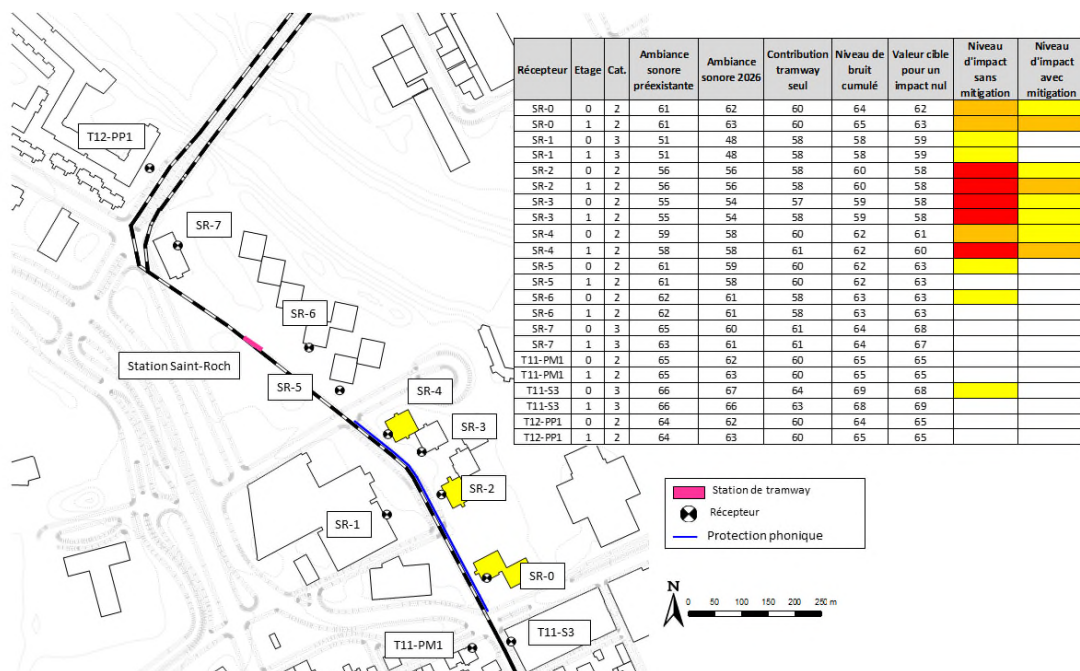


Figure 15 : Niveau d'impact direct du projet avec mesures de réduction – Secteur Saint-Roch – Echelle 1/4000e

Dans le cas où l'intégration de tout écran ne soit pas possible, un renforcement de l'isolation acoustique des façades impactées doit être envisagé afin de respecter les valeurs cibles. Cette recommandation va s'ajouter aux mesures de réduction de bruit via un programme d'entretien « acoustique » de la voie et du matériel roulant disposant de spécification acoustique. Pour limiter le phénomène de crissement lors du passage du tramway au niveau du virage (à faible rayon de courbure) entre la station St Roch et la rue la rue croix rouge, un dispositif contre le crissement doit également être mis en place.

On dénombre six bâtiments qui sont modérément impactés, comme le montre la Figure 16. La Figure 17 représente le type de bâtiment impacté. Le niveau d'impact maximale est de 4dB. Pour atteindre les valeurs cible, un remplacement des fenêtres et des portes fenêtres doit être envisagé. Au niveau des balcons, il peut être envisagé d'intégrer une protection phonique avec possibilité d'être coulissante (baie coulissante). Cependant un diagnostic acoustique de chaque bâtiment doit être réalisé pour connaître le gain à obtenir.

Il est à noter que cette solution n'est efficace uniquement dans les cas où les menuiseries sont fermées. En période de beau temps, une gêne peut être perçue.

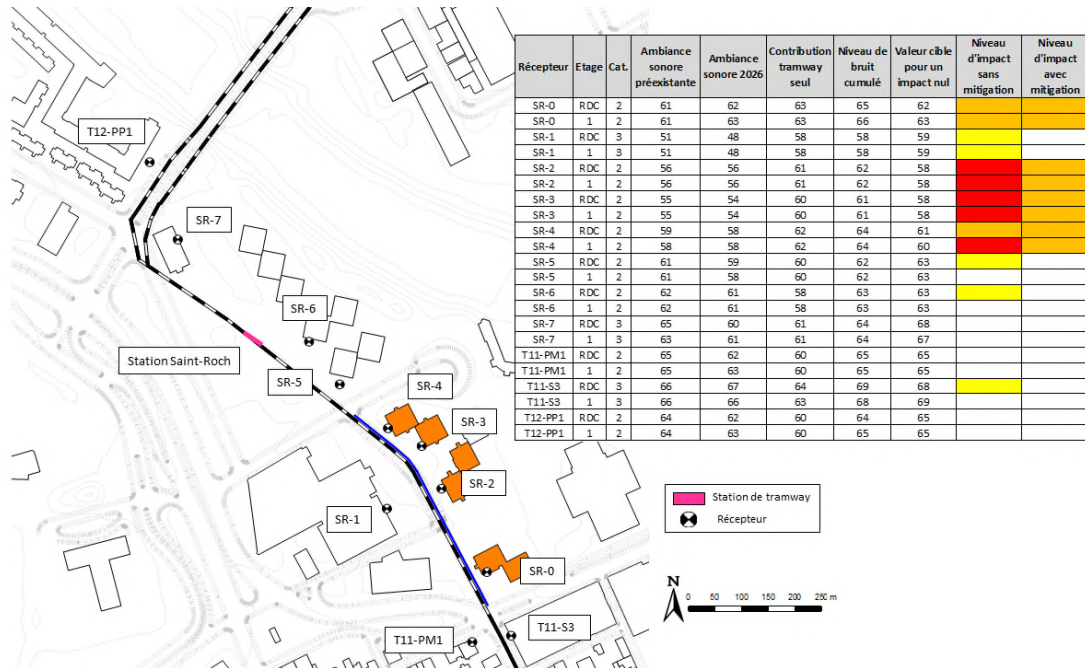


Figure 16 : Niveau d'impact direct du projet avec mesures de réduction – Secteur Saint-Roch – Echelle 1/4000<sup>e</sup>



Figure 17 : Type de bâtiment impacté





## 5. CONCLUSIONS

Une étude acoustique visant à analyser l'impact sonore d'une modification de tracé du tramway urbain dans le secteur Saint-Roch a été réalisée.

Dans un premier temps, l'ambiance sonore existante caractérisée. Une mesure du bruit ambiant a été réalisée dans le but de déterminer l'ambiance sonore existante dans le secteur Saint-Roch.

Un modèle acoustique en 3D simulant les niveaux de bruit préexistant le long du tracé a été réalisé afin de caractériser afin de caractériser le climat sonore en façade de l'ensemble des bâtiments exposés aux émissions sonores du tramway. Le modèle acoustique est tout d'abord recalé et validé, en se basant sur les niveaux de bruit qui ont été mesurés. La connaissance des niveaux de bruit préexistant au niveau de chaque bâtiment exposé permet de déduire les valeurs cibles de bruit dû au projet du tramway, à ne pas dépasser.

Les niveaux d'enjeu acoustique ont été définis par secteurs, en considérant deux paramètres : l'ambiance sonore actuelle (calme, modérée ou non modérée sur la période diurne et nocturne) et la sensibilité des activités dans les (logement, établissement de santé, établissement d'enseignement, ...). Les niveaux d'enjeu, définis comme faible, modéré ou fort, permettent d'identifier les zones qui requièrent une vigilance particulière, et a contrario les zones sans véritable enjeu acoustique.

Les bâtiments SR-2, SR-3 et SR-4 ont des enjeux forts. Pour les autres zones, l'enjeu est considéré comme faible.

Par la suite, le modèle acoustique est modifié de sorte à calculer les niveaux de bruit ambiants occasionnés par le projet. Les niveaux de bruit sont calculés pour la période diurne (7h-22h) et la période nocturne (22h-7h).

Le modèle est géré de sorte à pouvoir calculer d'une part l'ambiance sonore liée à l'exploitation du tramway considéré seul, et d'autre part les effets sur l'ambiance sonore des changements de trafic routier.

Les caractéristiques acoustiques précises du matériel roulant ne sont pas fixées à ce stade. Une hypothèse d'émission sonore du matériel roulant a donc été proposée à partir d'une étude bibliographique et des données d'émission sonore de tramways récents contenues dans la base de données de SYSTRA. Les hypothèses considérées sont modérément conservatives.

Les données de trafic routier considérées sont les Débits Moyens Journaliers Annuels (DMJA) estimés à l'horizon 2026, qui viennent remplacer dans le modèle les données de trafic routier actuel. Les données DMJA ne distinguant pas les catégories de véhicules (voitures, motocycles, autobus, ...), les prévisions du trafic des autobus en 2026, dans les voiries empruntées par le tramway, fournies par le RTC, sont prises en compte en complément. Dans la grande majorité des cas, le trafic de bus est considéré nul dans les voiries où s'insèrera le tramway.

Les résultats de simulation des niveaux sonores dus au projet du tramway de Québec ont été comparés aux valeurs cibles, qui pour rappel, ont été définies en fonction de la sensibilité des bâtiments et du niveau sonore ambiant actuel, selon les recommandations du guide « FTA ».





L'analyse des résultats montre que l'impact sonore dû à l'exploitation du projet, sans mesures de mitigation, est généralement faible (dépassement inférieur à +2dB) ou modéré (dépassement entre +2dB et +5dB).

Cependant, il existe 3 bâtiments (SR-2, SR-3 et SR-4) où l'impact du projet est fort, c'est-à-dire où les valeurs cibles sont dépassées de +5dB(A).

Des mesures de réduction du bruit ont été définies pour respecter les critères acoustiques. Les différentes solutions appropriées pour réduire le bruit sont composées de mesures de réduction du bruit « à la source », et pour les bâtiments où ces mesures ne suffisent pas, des mesures de protection phonique et/ou de mesures de renforcement de l'isolation acoustique des façades des bâtiments ont été définies.

Les hypothèses de mesures de réduction du bruit « à la source » envisagées à ce stade du projet sont les suivantes :

- Dispositif contre le crissement en courbe ;
- Programme d'entretien « acoustique » de la voie
- Spécification acoustique du véhicule .

Un mur anti-bruit est disposé le long du tramway (entre la voie et les résidences) entre la rue du Prince Edouard et la rue des Embarcations. Cette mesure de réduction est disposée sur une longueur de 230 m.

Deux configurations sont proposées :

- Un mur acoustique d'une hauteur de 3.5m,
- Un mur bas acoustique d'une hauteur de 1.2m et avec une casquette de 0.5 m.

La première configuration permet de respecter les objectifs des seuils. Cependant, la mise en place d'une telle solution en milieu urbain peut être compliquée notamment d'un point d'implémentation dans le paysage.

La seconde solution permet de traiter les rez-de-chaussée des bâtiments impactées et dispose de l'avantage d'une meilleure implémentation dans le paysage. Ce type de mur a la hauteur que les murs de sécurité permettant les traversées sur les voies. Cette solution doit être complétée avec une isolation en façade pour les étages supérieurs (dépassement inférieur à +4dB).

Dans le cas où aucunes des solutions précédentes soient retenues, une isolation en façade des bâtiments impactés doit être mis en place pour respecter les objectifs de seuils.

Les simulations réalisées dans cette étude ont été effectuées sur la base des données d'entrées accessibles à ce jour. Les hypothèses sont détaillées dans le rapport. Le Consortium aura la charge de mettre à jour la modélisation acoustique à plusieurs stades de la phase de conception détaillée, de sorte à maîtriser les risques d'impact sonore jusqu'aux essais de réception, en intégrant les effets des changements notables des paramètres du projet tels que le tracé, la vitesse, le débit, les DMJA, les hypothèses d'émission sonore du matériel roulant, etc.



## 6. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

[1] Mandat 10.1 – Mémoire Technique – rapport Étude Acoustique ( référence : FR01IT19A18-T-IDP3-MT-GE00-002-A)

RSTC de la Ville de Québec

Mandat 10.1 – Étude acoustique – Rapport complémentaire de l'étude  
acoustique – Secteur Saint Roch

FR01IT19A18-T-IDP3-MT-GE00-0007-A

Mémoire technique

2019-10-25