



RÉSEAU STRUCTURANT DE TRANSPORT EN COMMUN

MANDAT 10.1 – ÉTUDE ACOUSTIQUE – RAPPORT COMPLÉMENTAIRE – TERMINUS CHARLESBOURG (TW17)





MÉMOIRE TECHNIQUE

Mandat 10.1 – Étude acoustique – Rapport complémentaire – Terminus Charlesbourg (TW17)

IDENTIFICATION DU DOCUMENT

N° du document SYSTRA Canada

FR01IT19A18-T-IDP3-MT-GE00-0010-A

N° du document client

N/A

RÉV.	DATE	MODIFICATION	PRÉPARÉ PAR	RÉVISÉ PAR	APPROUVÉ PAR
A	2020-03-18	Création du document	TG	EA/DR	ELH/RT

Préparé par :

Thibault Guillaume
Chargé d'études Acoustique

Signature

Révisé par :

Eric Augis
Responsable pôle Acoustique-Vibrations

Signature

Didier Rancourt
Coordonnateur technique Environnement

Signature

Approuvé par :

Éric Le Hir
Chargé de projet principal

Signature

Romain Taillandier, ing.
Responsable – Transport urbain

Signature



TABLE DES MATIÈRES

1.	OBJET DE L'ÉTUDE	1
2.	DESCRIPTION DU SITE MODÉLISÉ	1
3.	MÉTHODOLOGIE ET HYPOTHÈSES DE CALCUL	4
4.	CARACTÉRISATION DE L'AMBIANCE SONORE EXISTANTE	7
5.	CARACTÉRISATION DE L'AMBIANCE SONORE EN EXPLOITATION	9
6.	CARACTÉRISATION DE L'AMBIANCE SONORE EN EXPLOITATION AVEC MESURES DE RÉDUCTION DU BRUIT	1
6.1	DÉFINITION DE SOLUTIONS DE RÉDUCTION DE BRUIT APPROPRIÉES	1
6.2	RÉSULTATS DE SIMULATION AVEC PRISE EN COMPTE DES MESURES DE RÉDUCTION DE BRUIT	3
7.	CONCLUSION	2
8.	DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	3

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Critères d'identification des niveaux d'impact et code couleur utilisé	12
Tableau 2 : Niveaux sonores et niveaux d'impact correspondants après mise en place des mesures de réduction à la source et d'un écran acoustique (configuration 2) – Secteur terminus Charlesbourg – Echelle 1/2000e	1

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du site du terminus Charlesbourg	2
Figure 2 : Vues du terminus Charlesbourg	3
Figure 3 : Identification des bâtiments représentatifs pour l'étude dans le secteur du terminus Charlesbourg	4
Figure 4 : Vitesse de circulation du tramway sur le nouveau tracé dans le secteur Charlesbourg	5
Figure 5 : carte du nombre de passages d'autobus par 24h dans un scénario avec tramway, dans le secteur du terminus Charlesbourg	6
Figure 6 : Cartographie du bruit existant – Secteur terminus Charlesbourg- Niveau de bruit L_d – Hauteur 4m – Echelle 1/4000e	8
Figure 7 : Cartographie du bruit existant – Secteur terminus Charlesbourg - Niveau de bruit L_n – Hauteur 4m – Echelle 1/4000e	8



Figure 8 : Cartographie du bruit lié au tramway seul – Secteur terminus Charlesbourg - Niveau de bruit L_d – Hauteur 4m – Échelle 1/4000e.....	10
Figure 9 : Cartographie du bruit lié au tramway seul – Secteur terminus Charlesbourg - Niveau de bruit L_n – Hauteur 4m – Échelle 1/4000e.....	10
Figure 10 : Cartographie du bruit de l’ambiance sonore 2026 – Secteur terminus Charlesbourg - Niveau de bruit L_d – Hauteur 4m – Échelle 1/2000e.....	11
Figure 11 : Cartographie du bruit l’ambiance sonore 2026 – Secteur terminus Charlesbourg - Niveau de bruit L_n – Hauteur 4m – Échelle 1/2000e.....	11
Figure 12 : Niveaux sonores et niveaux d’impact correspondants, sans mesures de réduction – Secteur du terminus Charlesbourg– Echelle 1/2000e	1
Figure 13 : Proposition d’un écran acoustique en limite d’emprise Nord-Est (hauteur : 1.8 m)	2
Figure 14 : Niveaux sonores et niveaux d’impact correspondants après mise en place des mesures de réduction à la source (configuration 1) – Secteur terminus Charlesbourg – Echelle1/2000e	1
Figure 15 : proposition d’extension de l’écran acoustique.....	1



1. OBJET DE L'ÉTUDE

Cette étude vise à caractériser l'impact sonore dans le secteur d'aménagement du terminus Charlesbourg, en tenant compte des dernières évolutions de définition/conception intervenues depuis l'exécution de l'étude d'impact acoustique de la ligne complète [1]. Il est à noter en particulier, l'intégration d'un bâtiment technique, des stations de bus, de murs de soutènement, de toits en verre au niveau de la station du tramway.

En adoptant la même démarche que celle mise en œuvre pour l'étude acoustique de la ligne complète [1], l'étude vise à identifier les bâtiments potentiellement impactés dans cette nouvelle configuration sur la base des simulations des niveaux sonores ambiants dans l'état actuel et des niveaux de bruit en façade des bâtiments exposés lors de la situation future, c'est-à-dire résultant de l'exploitation du futur tramway et des lignes de bus, et des modifications du trafic routier telles que projetées dans les DMJA 2026. Cette étude intègre également les effets sonores de l'activité au niveau du pôle d'échange.

L'objectif final étant de veiller à ce que l'impact soit minimal sur l'ensemble des bâtiments avoisinants, selon les critères du guide « FTA 2018 » [2], des mesures de réduction de bruit sont proposées dans le cas où ces critères ne seraient pas respectés.

2. DESCRIPTION DU SITE MODÉLISÉ

La Figure 1 présente le tracé initial de la ligne de tramway entre la station 70^e Rue et le terminus Charlesbourg. L'étude dans le secteur a permis d'aboutir à une définition précise des dispositifs d'aménagement sur l'emprise du terminus Charlesbourg tels que représentés sur la Figure 2.



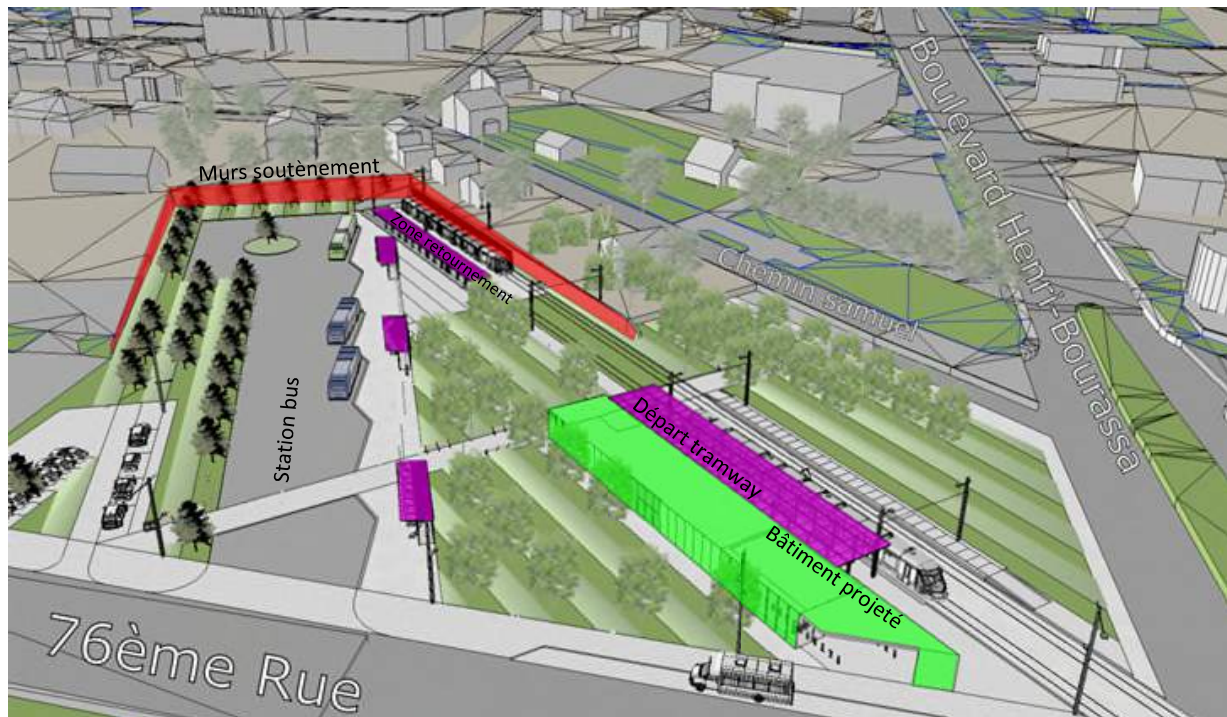


Figure 2 : Vues du terminus Charlesbourg

3. MÉTHODOLOGIE ET HYPOTHÈSES DE CALCUL

Les critères acoustiques appliqués pour ce complément d'étude restent identiques à ceux appliqués pour l'étude d'impact acoustique de la ligne complète [1]. Ils sont pour rappel basés sur les lignes directrices du guide « FTA 2018 ».

La méthodologie d'étude peut se résumer comme suit :

- Les niveaux sonores ambiants dans la situation actuelle sont d'abord caractérisés afin de déterminer les objectifs pour chaque bâtiment exposé au bruit du projet.
- Les niveaux sonores en façade des bâtiments sensibles, dus au tramway seul en exploitation, aux bus en exploitation (en dehors et dans l'emprise du pôle d'échange) et au trafic routier en général, sont ensuite calculés et comparés aux critères acoustiques.
- Dans le cas où les critères sont dépassés, des solutions techniques de réduction du bruit sont définies, puis leur effet sur les niveaux sonores simulés.

Les bâtiments sensibles choisis pour l'analyse sont représentés sur la Figure 3 ci-dessous.

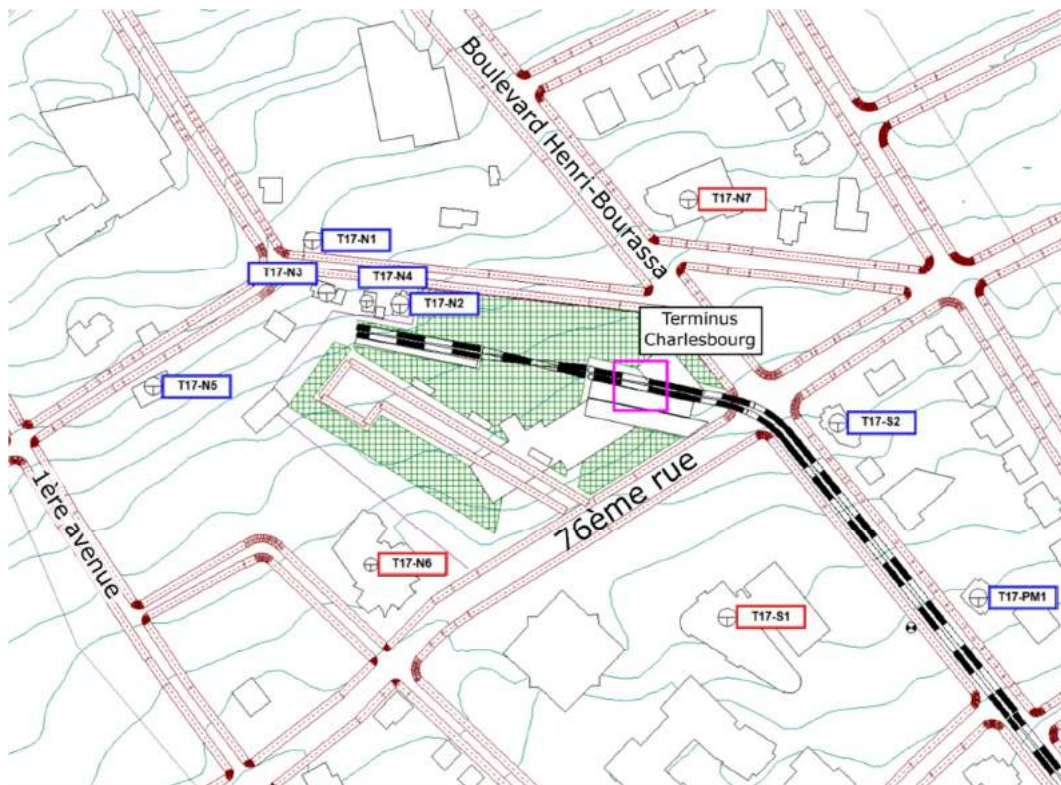


Figure 3 : Identification des bâtiments représentatifs pour l'étude dans le secteur du terminus Charlesbourg

A l'exception du tracé lui-même et de la vitesse d'exploitation dans le secteur concerné, les hypothèses de calcul restent les mêmes que celles utilisées dans l'étude d'impact générale [1] :

- **Emission sonore du tramway :**

Le spectre d'émissions sonores du matériel roulant et les données de trafic du tramway, sont identiques aux hypothèses présentées dans la section 7.1 du rapport [1].

Les différentes vitesses de circulation du tramway, sur le nouveau tracé, sont présentées sur la Figure 4.

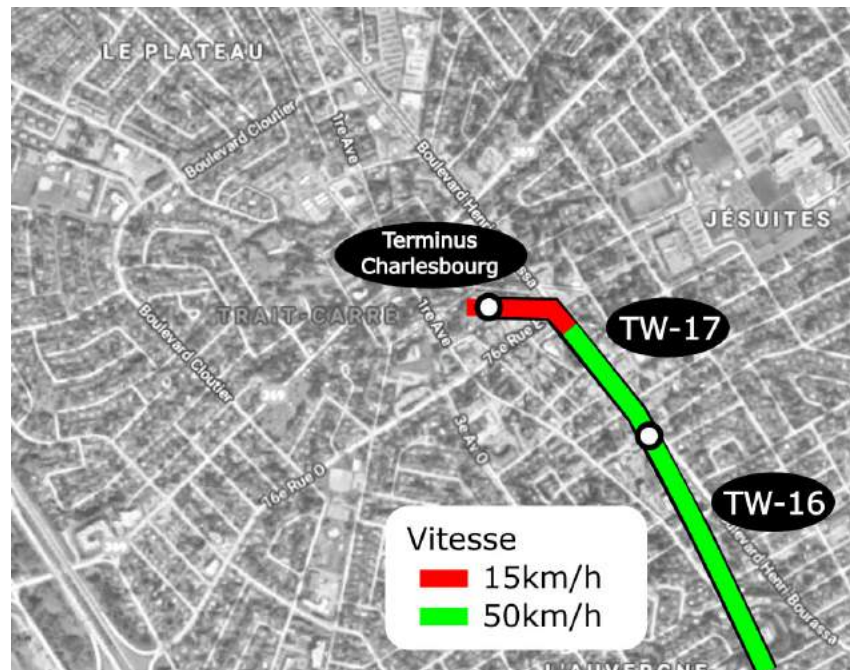


Figure 4 : Vitesse de circulation du tramway sur le nouveau tracé dans le secteur Charlesbourg

- **Trafic routier :**

Les données d'entrées sont les DMJA avec la prise en compte des modifications du trafic des autobus sur les voies routières où s'insère la future ligne de tramway (DMJA de novembre 2019).

- **Trafic des autobus :**

Les données de trafic des autobus considérées pour les simulations proviennent de la carte décrivant le « nombre de passages d'autobus par 24h dans un scénario avec tramway » définie par le Bureau de Projet, le 18 septembre 2019 (Fichier : RST_TW_passages_autobus_avec_tramway.mxd). Un extrait de cette carte dans le secteur du terminus Charlesbourg est présenté sur la figure ci-dessous. La vitesse des autobus est considérée égale à 50 km/h sur les axes routiers.

Le bruit émis par les autobus sur le pôle d'échange est pris en compte. Faute de données précises sur le nombre d'autobus par jour sur le pôle, un total de 392 arrivées-départs d'autobus par jour est considéré, cette valeur correspondant au nombre de passages d'autobus par jour sur la 76^e Rue, au niveau du

terminus. La répartition des passages entre les périodes jour et nuit par les autobus est prise égal à la répartition observée pour le tramway. La vitesse des autobus sur le pôle est considérée égale à 30 km/h (vitesse minimale proposée par la méthode de calcul choisie dans CadnaA), ce qui constitue une hypothèse légèrement pénalisante. Cette hypothèse est compensée par la non prise en compte du bruit des véhicules à l'arrêt en station durant une partie de leur stationnement.



Figure 5 : carte du nombre de passages d'autobus par 24h dans un scénario avec tramway, dans le secteur du terminus Charlesbourg

- **Éléments géométriques pris en compte dans le modèle :**

Les éléments géométriques ayant un effet sur la propagation du bruit sont pris en compte dans la modélisation 3D du site. Ces éléments sont les suivants :

- Les murs de soutènement permettant de compenser le dénivelé au niveau de la station terminus et de la zone de retournement, par rapport au terrain naturel au niveau des habitations T17-N2, T17-N3 et T17-N4 ;
- Le bâtiment projeté (indiqué en vert sur la figure 2) ;
- Les toits et fonds en verre des stations de bus (indiqués en magenta) ;
- Les toits en verre de la station de tramway (également indiqués en magenta).

- **Météorologie :**

Les conditions météorologiques sont prises en compte conformément à la norme ISO 9613 (« Atténuation du son lors de sa propagation à l'air »).



4. CARACTÉRISATION DE L'AMBIANCE SONORE EXISTANTE

La Figure 6 et la Figure 7 présentent respectivement les cartes des niveaux de bruit L_d sur la période diurne soit entre 7h et 22h, et des niveaux de bruit L_n durant la période nocturne entre 22h et 7h. Les cartographies représentent le niveau acoustique à une hauteur de 4 m par rapport au sol, soit au niveau du 1^{er} étage des bâtiments.

A partir de ces cartes de bruits, l'ambiance sonore est qualifiée selon trois termes :

- **calme** si le niveau de bruit résiduel, toutes sources confondues, existant à 2 mètres en avant des façades des bâtiments est tel que L_d est inférieur à 55 dB(A) et L_n 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_d est inférieur à 65 dB(A) et L_n 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_d est supérieur à 65 dB(A) et L_n est supérieur à 60 dB(A).

Observations :

Les résultats indiquent que l'ambiance sonore existante est bruyante pour la plupart des bâtiments situés dans la 76^e Rue en raison du fort trafic routier, par opposition à l'ambiance sonore existante au niveau de la façade arrière des habitations T17-N2, T17-N3 et T17-N4 situé dans le Chemin Samuel, qui est calme.



Figure 6 : Cartographie du bruit existant – Secteur terminus Charlesbourg- Niveau de bruit L_d – Hauteur 4m – Échelle 1/4000e



Figure 7 : Cartographie du bruit existant – Secteur terminus Charlesbourg - Niveau de bruit L_n – Hauteur 4m – Échelle 1/4000e



5. CARACTERISATION DE L'AMBIANCE SONORE EN EXPLOITATION

Les cartes des niveaux de bruit L_d et L_n correspondant à la contribution sonore du tramway seul durant les périodes diurne et nocturne dans le quartier Charlesbourg sont respectivement représentées Figure 8 et Figure 9.

Les niveaux sonore de l'ambiance sonore projeté en 2026 au regard de la circulation routière sont décrit dans la Figure 10 et la Figure 11.

Les niveaux de bruit émis par le tramway seul, sans mesures de mitigation, peuvent être commentés comme suit :

- Le niveau sonore maximal calculé en façade est entre 60 et 65 dB(A) en période diurne mais en également en période nocturne. Le bâtiment le plus exposé se situe près du virage permettant au tramway de rejoindre la station terminus Charlesbourg, où le risque d'apparition du bruit de crissement en courbe est important et donc pris en compte dans le modèle ;
- Les niveaux de bruit émis par le tramway au niveau de la façade arrière des habitations T17-N2, T17-N3 et T17-N4 est relativement faible (inférieur à 55 dB(A) le jour et inférieur à 50 dB(A) la nuit).

Le niveau sonore émis par le tramway sur le boulevard Henri Bourassa est moins important que celui émis par le trafic routier dans la situation actuelle.

Les niveaux sonores émis par les autobus sur le pôle d'échange du terminus Charlesbourg au niveau de la façade arrière des habitations T17-N2, T17-N3 et T17-N4 sont plus élevés que ceux émis par le tramway.



Figure 8 : Cartographie du bruit lié au tramway seul – Secteur terminus Charlesbourg - Niveau de bruit L_d – Hauteur 4m – Échelle 1/4000e

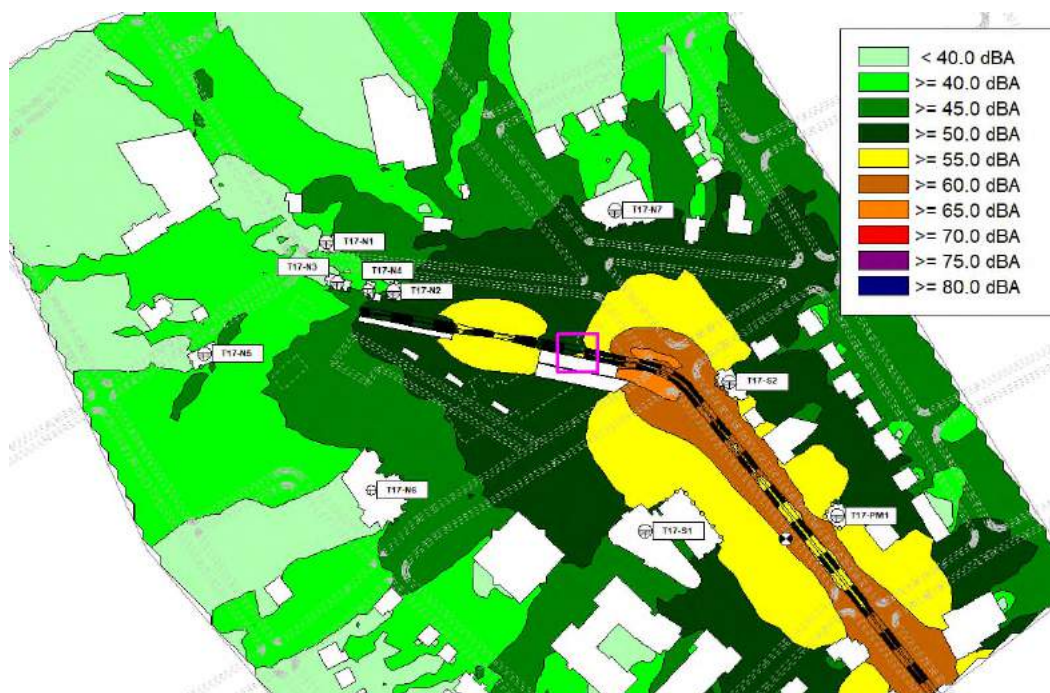


Figure 9 : Cartographie du bruit lié au tramway seul – Secteur terminus Charlesbourg - Niveau de bruit L_n – Hauteur 4m – Échelle 1/4000e

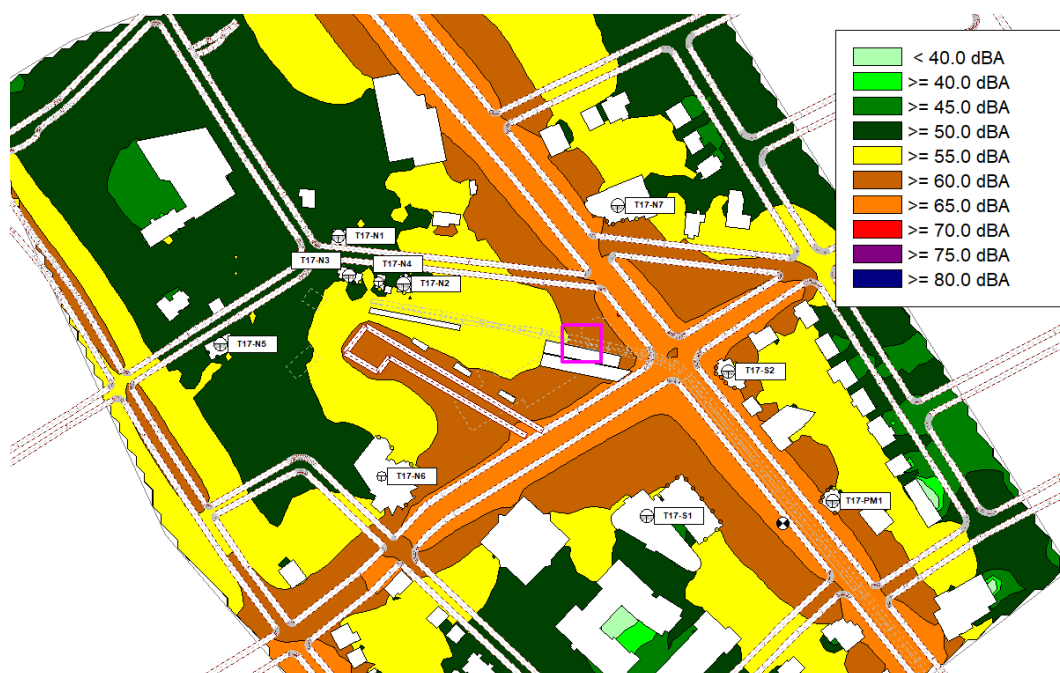


Figure 10 : Cartographie du bruit de l'ambiance sonore 2026 – Secteur terminus Charlesbourg - Niveau de bruit L_d – Hauteur 4m – Échelle 1/2000e



Figure 11 : Cartographie du bruit l'ambiance sonore 2026 – Secteur terminus Charlesbourg - Niveau de bruit L_n – Hauteur 4m – Échelle 1/2000e



La Figure 12 présente les niveaux de bruit en façade des bâtiments représentatifs du secteur du terminus Charlesbourg, ainsi qu'une analyse des effets en termes de niveau d'impact (probable) correspondant. Les critères retenus et le code couleur utilisé pour évaluer le niveau d'impact en fonction des niveaux de bruit calculés sont résumés dans Tableau 1.

Tableau 1 : Critères d'identification des niveaux d'impact et code couleur utilisé

Niveau d'impact	Dépassement des seuils retenus	Code couleur
Pas d'impact	≤ 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)	

Observations :

Trois bâtiments sur les neuf sélectionnés présentent des niveaux de bruit en façade supérieurs aux valeurs cibles.

Un de ces bâtiments (T17-S2) se situe en face du virage permettant au tramway de rejoindre le terminus. Le dépassement des exigences est dû à la contribution du bruit de crissement en courbes pris en compte dans le modèle, mais également au bruit routier important sur le Boulevard Henri-Bourassa. Les deux composantes de bruit sont équivalentes.

Les deux autres bâtiments sujets à des niveaux de bruit supérieurs aux valeurs cibles, se situent dans le chemin Samuel, à l'arrière du terminus. Il s'agit du bâtiment T17-N2 pour lequel le dépassement est de seulement 1 dB et du bâtiment T17-N4 davantage impacté, puisque le dépassement est estimé à 3 dB. Pour ce dernier bâtiment, la composante sonore du tramway est du même ordre ou légèrement supérieur au bruit routier. Il apparaît pertinent d'envisager des mesures de réduction pour réduire le bruit du tramway.





6. CARACTERISATION DE L'AMBIANCE SONORE EN EXPLOITATION AVEC MESURES DE RÉDUCTION DU BRUIT

6.1 DÉFINITION DE SOLUTIONS DE RÉDUCTION DE BRUIT APPROPRIÉES

Dans l'étude d'impact acoustique [1], des mesures de réduction à la source sont envisagées systématiquement, à savoir :

- Un dispositif contre le crissement en courbe ;
- Une spécification acoustique rigoureuse du véhicule, dans une limite raisonnable compte tenu de l'état de l'art actuel.

Dans les secteurs les plus sensibles, il est également envisagé d'exiger un programme d'entretien spécifique des rails visant à maintenir leur rugosité sous un gabarit jugé acceptable. Ce programme prévoit des opérations régulières de meulage des rails dans les zones où une croissance des niveaux de bruit de roulement est constatée.

Dans la mesure où le bruit de roulement est secondaire à basse vitesse (< 30 km/h), il n'est pas pertinent d'envisager un meulage « acoustique » de la voie du tramway au niveau du terminus Charlesbourg. En revanche, il semble pertinent de spécifier une limite plus sévère du niveau de bruit émis par les équipements en fonctionnement lorsque la rame est en stationnement ou en phase d'arrêt et de démarrage. Il s'agit en particulier des équipements en toiture (convertisseurs du courant de traction, convertisseur du courant auxiliaire, coffre de climatisation/chauffage).

Dans ce qui suit, deux configurations de traitement acoustique sont simulées :

- Dans un premier temps, deux mesures de mitigation à la source sont considérées, à savoir :
 - le dispositif anti-crissement conduit à diminuer le niveau de bruit provenant des segments en courbe de 6 dB;
 - une spécification acoustique rigoureuse du matériel roulant conduisant à une réduction des niveaux d'émission sonore du tramway de 2 dB environ.
- La deuxième configuration de traitement acoustique comprend un écran phonique de hauteur 1.8 m en complément des deux mesures à la source précédentes. L'écran est positionné au niveau de la limite d'emprise au Nord-Est du terminus, à l'arrière des propriétés T17-N2 et T17-N4 (voir Figure 13).



(a) Vue avec présence d'un écran acoustique (hauteur : 1.80 m)



(a) Vue sans écran acoustique

Figure 13 : Proposition d'un écran acoustique en limite d'emprise Nord-Est (hauteur : 1.8 m)



6.2 RÉSULTATS DE SIMULATION AVEC PRISE EN COMPTE DES MESURES DE RÉDUCTION DE BRUIT

Les résultats obtenus en appliquant les mesures de réduction décrites plus haut, sont présentés sur la Figure 14.

Les mesures anti-crissement devraient permettre de limiter le niveau d'impact au niveau du bâtiment T17-S2 situé à proximité de la courbe permettant au tramway de rejoindre le terminus (au niveau de l'angle entre la 76^e Rue et le Boulevard Henri-Bourassa). Les niveaux de bruit calculés dépassent de 1 à 2 dB le critère fixé, ce qui représente un faible impact. Il est également important de noter que le tramway ne constitue pas la composante sonore dominante pour ce bâtiment. Autrement dit, l'objectif ne pourra être atteint pour ce bâtiment qu'en diminuant le bruit du trafic routier; cela pourra être le cas lors du remplacement des autobus thermiques par des autobus électriques.

Les mesures proposées permettant par ailleurs de respecter la valeur cible pour une des habitations situées au nord-est du terminus dans le chemin Samuel, à savoir le bâtiment T17-N2. En revanche, pour l'habitation voisine T17-N4, la valeur cible est dépassée. Ce dépassement est dû aux contributions du trafic routier (y compris celui des autobus dans le pôle d'échange) et du tramway au niveau du terminus. Il semble pertinent de proposer en complément un écran acoustique en vue de respecter l'objectif.

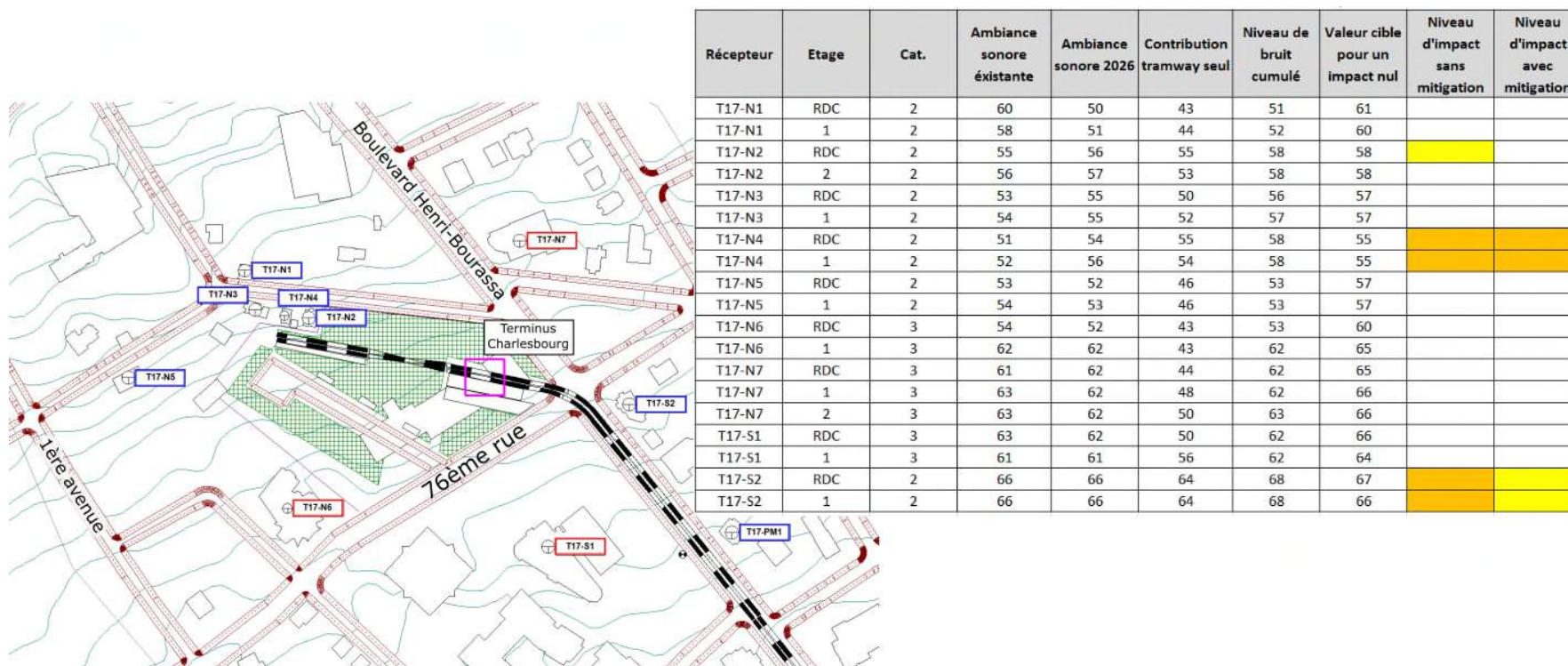


Figure 14 : Niveaux sonores et niveaux d'impact correspondants après mise en place des mesures de réduction à la source (configuration 1) – Secteur terminus Charlesbourg – Echelle1/2000e

La mise en place de l'écran acoustique décrit plus haut conduit aux niveaux de bruit présentés dans le Tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 : Niveaux sonores et niveaux d'impact correspondants après mise en place des mesures de réduction à la source et d'un écran acoustique (configuration 2) – Secteur terminus Charlesbourg – Echelle 1/2000e

Récepteur	Etage	Cat.	Ambiance sonore existante	Ambiance sonore 2026	Contribution tramway seul	Niveau de bruit cumulé	Valeur cible pour un impact nul	Niveau d'impact sans écran (config. 1)	Niveau d'impact avec écran (config.2)
T17-N2	RDC	2	55	55	54	58	58		
T17-N2	2	2	56	56	54	58	58		
T17-N4	RDC	2	51	53	51	55	55		
T17-N4	1	2	52	56	53	57	55		

Les gains apportés par l'écran acoustique de hauteur 1.8 m ne concernent que les habitations situées à l'arrière de l'écran (T17-N2 et T17-N4) et sont assez faibles.

Le niveau d'impact au niveau du bâtiment T17-N4 se trouve néanmoins diminué. Le critère acoustique est respecté au rez-de-chaussée, et dépassé de 2dB à l'étage.

De meilleurs résultats sont attendus pour une hauteur d'écran supérieure (à partir de 2.50 m) et/ou dans le cas où l'écran serait prolongé comme illustré sur la figure ci-dessous. Ces extensions permettraient de réduire l'influence du bruit des autobus provenant du pôle d'échanges ainsi que du bruit routier sur la 76^e Rue.

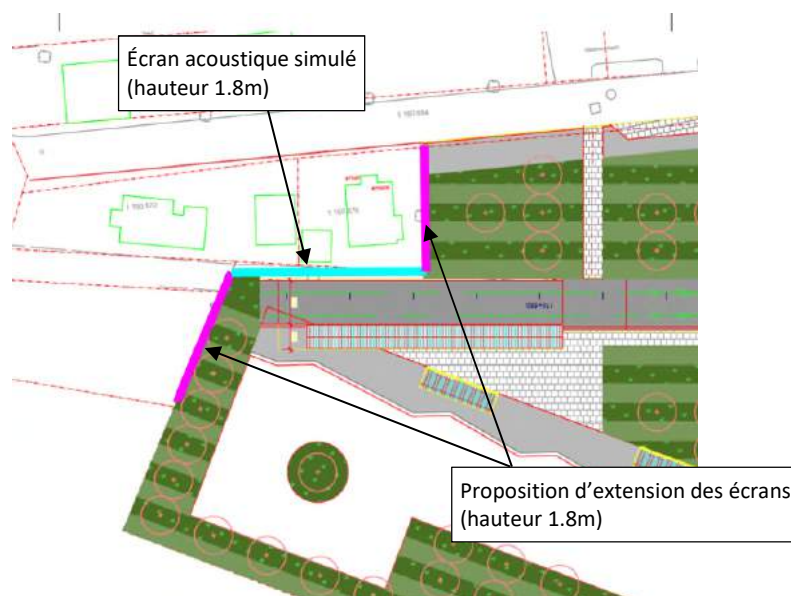


Figure 15 : proposition d'extension de l'écran acoustique



7. CONCLUSION

L'étude acoustique vise à analyser l'impact sonore du tramway en phase d'exploitation dans le secteur du terminus Charlesbourg suite aux récents développements de la conception.

L'ambiance sonore existante est élevée pour les bâtiments dans la 76^e Rue en raison du trafic routier intense, et modérée voire calme pour les bâtiments dont les habitations situées dans le chemin Samuel en périphérie nord-est du terminus. Il est rappelé que les valeurs cibles de bruit à ne pas dépasser sont définies précisément pour chaque bâtiment sensible exposé au bruit du tramway, en tenant compte des niveaux de bruit ambiant préexistants.

Les simulations des niveaux de bruit durant l'exploitation du tramway, sont réalisées en prenant en compte les données de trafic routier et notamment des autobus à l'horizon 2026. L'influence du bruit au niveau des autobus au niveau du pôle d'échanges est prise en compte en adoptant des hypothèses plutôt conservatrices (faute de données précises).

Ces simulations montrent que, sans mesure de mitigation, le critère est dépassé pour trois bâtiments (sur neuf). Un de ces bâtiments se situe en face le virage permettant au tramway de rejoindre le terminus. Le dépassement des exigences est dû à la contribution du bruit de crissement en courbes pris en compte dans le modèle, mais également au bruit routier important sur le Boulevard Henri-Bourassa. Les deux autres bâtiments impactés, se situent dans le chemin Samuel, à l'arrière du terminus, pour lesquels le dépassement de la valeur cible est de 1 dB et 3 dB.

Les mesures de réduction de bruit à la source envisagées systématiquement dans le cadre de l'étude d'impact, sont simulées. Les mesures en question sont :

- Un dispositif contre le crissement en courbe ;
- Une spécification acoustique correspondant à un matériel roulant silencieux, dans une limite raisonnable compte tenu de l'état de l'art actuel.

Les mesures anti-crissement devraient permettre de limiter le niveau d'impact au niveau du bâtiment situé à proximité de la courbe permettant au tramway de rejoindre le terminus (au niveau de l'angle entre la 76^e Rue et le Boulevard Henri-Bourassa). Les niveaux de bruit calculés dépassent toutefois de 1 à 2 dB le critère fixé, en sachant par ailleurs que la contribution sonore du tramway est inférieure à celle trafic routier. Autrement dit, l'objectif ne pourra être atteint pour ce bâtiment qu'en diminuant le bruit du trafic routier; cela pourra être le cas lors du remplacement des autobus thermiques par des autobus électriques.

Les mêmes mesures permettent de respecter la valeur cible pour une des habitations situées au nord-est du terminus dans le chemin Samuel. En revanche, pour l'habitation voisine, la valeur cible est dépassée. Ce dépassement est dû aux contributions du trafic routier (y compris celui des autobus dans le pôle d'échange) et du tramway au niveau du terminus.

L'insertion d'un écran acoustique de hauteur 1.8 m au-dessus du mur de soutènement au niveau de la limite nord-est de l'emprise du terminus Charlesbourg, bien qu'apportant une réduction relativement faible des niveaux de bruit en façade des habitations du chemin Samuel, permet toutefois de diminuer le niveau d'impact pour l'habitation la plus exposée.



8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- [1] Mandat 10.1 – Mémoire Technique – rapport Étude Acoustique (Référence : FR01IT19A18-T-IDP3-MT-GE00-002-A)
- [2] Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual. FTA Report No. 0123 (2018).