



**ÉTUDE ACOUSTIQUE POUR LE  
DÉVELOPPEMENT DU CAMPUS  
OUTREMONT DE L'UNIVERSITÉ  
DE MONTRÉAL - LE BRUIT GÉNÉRÉ  
PAR LES ACTIVITÉS FERROVIAIRES  
ET LES MESURES DE MITIGATION  
REQUISES**

**GRUPE CARDINAL HARDY**

377 ouest, de la Commune  
Montréal, Québec  
H2Y 2E2

juin 2006

Étude réalisée sous la supervision de  
M. Jean-Gabriel Migneron, ing., M.Urb., Ph.D.

**ACOUSTEC inc.**

106, de la Chaudière      Tél: (418) 834-1414  
St-Nicolas (Qué.)      Fax: (418) 834-1176  
G7A 2R8      Courriel: [courrier@acoustec.qc.ca](mailto:courrier@acoustec.qc.ca)

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1.</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
1.1	<i>Principales étapes de l'étude</i>	1
1.2	<i>Rappel du mandat</i>	2
1.2.1	<i>Mesures préliminaires de bruit</i>	2
1.2.2	<i>Étude de bruit généré par l'activité ferroviaire et mesures de mitigation (point 2.2.5 du devis)</i>	2
1.2.3	<i>Étude d'impact sur la santé et la sécurité des citoyens vivant aux abords du site (point 2.2.6 du devis)</i>	3
1.2.4	<i>Rédaction d'un rapport détaillé</i>	3
<b>2.</b>	<b>AMÉNAGEMENT DU SITE ET ENVIRONNEMENT SONORE</b>	<b>4</b>
2.1	<i>Grandes lignes du projet d'aménagement en regard de l'environnement acoustique</i>	4
2.2	<i>Prévision des débits pour la circulation ferroviaire</i>	8
2.3	<i>Prévision des débits pour la circulation automobile</i>	11
2.4	<i>Mesures de mitigation envisagées pour le voisinage immédiat des corridors ferroviaires</i>	12
<b>3.</b>	<b>MESURES ACOUSTIQUES PRÉLIMINAIRES</b>	<b>13</b>
3.1	<i>Équipements de mesure utilisés</i>	13
3.2	<i>Conditions de mesure</i>	13
3.3	<i>Indices acoustiques utilisés</i>	14
3.4	<i>Nature et localisation des relevés relatifs au bruit de la circulation automobile</i>	15
3.5	<i>Nature et localisation des relevés relatifs à la circulation ferroviaire</i>	15
<b>4.</b>	<b>ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT ACOUSTIQUE AU VOISINAGE DU SITE</b>	<b>17</b>
4.1	<i>Résultats des mesures de bruit communautaire</i>	17
4.2	<i>Résultats des mesures relatives au bruit des trains de marchandises</i>	20
4.3	<i>Composition spectrale du bruit des trains</i>	24
4.4	<i>Résultats complémentaires relatifs aux trains de l'AMT vers Blainville</i>	28
<b>5.</b>	<b>NORMES DE BRUIT ADMISSIBLES</b>	<b>31</b>
5.1	<i>Recommandations de la SCHL</i>	31
5.2	<i>Règlement de bruit de la Ville de Montréal (arrondissement Outremont)</i>	31
5.3	<i>Application du règlement aux résultats des mesures de bruit communautaire</i>	34
5.4	<i>Considérations relatives à la santé et la sécurité des citoyens vivant aux abords du site</i>	35
<b>6.</b>	<b>MODÉLISATION DU BRUIT DE LA CIRCULATION AUTOMOBILE</b>	<b>37</b>
6.1	<i>Résultats des niveaux de bruit en heure de pointe du matin</i>	38
6.2	<i>Résultats des niveaux de bruit en heure de pointe du soir</i>	40
<b>7.</b>	<b>MODÉLISATION DU BRUIT DE LA CIRCULATION FERROVIAIRE</b>	<b>42</b>
7.1	<i>Nature du bruit produit par la circulation ferroviaire</i>	42
7.2	<i>Établissement des niveaux de référence pour les quatre voies de chemin de fer relocalisées au nord du site</i>	43
7.3	<i>Niveaux de bruit résultants sur la façade nord des édifices institutionnels projetés</i>	44
7.4	<i>Niveaux de bruit résultants sur les façades de nouveaux édifices résidentiels</i>	48
7.5	<i>Modélisation de l'impact de l'ensemble du trafic ferroviaire projeté</i>	49

<b>8.</b>	<b>MESURES DE MITIGATION RELATIVES À L'IMPACT DES ACTIVITÉS FERROVIAIRES</b>	<b>51</b>
8.1	<i>Optimisation de l'écran de type "A" proposé pour le corridor ferroviaire nord</i>	51
8.2	<i>Optimisation de l'écran de type "B" proposé pour les voies vers le port</i>	53
8.3	<i>Protection des façades des édifices institutionnels</i>	58
8.4	<i>Protection des façades des édifices résidentiels</i>	61
8.5	<i>Protection contre l'impact de vibrations</i>	65
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONS</b>	<b>67</b>
9.1	<i>Conclusions relatives à l'aménagement du site</i>	67
9.2	<i>Conclusions relatives à la protection des édifices</i>	68
<b>10.</b>	<b>ANNEXE : VALIDATION DES ÉCRANS FINALEMENT PROPOSÉS (MURS VÉGÉTAUX)</b>	<b>70</b>
10.1	<i>Disposition proposée pour les quatre voies ferrées au nord du site</i>	70
10.2	<i>Disposition proposée pour les deux voies ferrées se dirigeant vers le port</i>	70

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU N°1	<i>Résumé des prévisions relatives à la circulation ferroviaire</i>	11
TABLEAU N°2	<i>Principales conditions climatiques qui prévalaient lors des relevés acoustiques</i>	14
TABLEAU N°3	<i>Résumé des principaux résultats des analyses statistiques de bruit communautaire classés selon les principaux corridors ou secteurs autour du site</i>	17
TABLEAU N°4	<i>Résultats des analyses statistiques de bruit réalisées lors du passage de trois trains de marchandises enregistrés sur les voies principales de la cour de triage</i>	23
TABLEAU N°5	<i>Classification des lieux habités selon le règlement de l'arrondissement d'Outremont</i>	32
TABLEAU N°6	<i>Normalisation en fonction du niveau de bruit de fond selon le règlement de l'arrondissement d'Outremont</i>	33
TABLEAU N°7	<i>Normalisation en fonction de la durée d'émission selon le règlement de l'arrondissement d'Outremont</i>	33
TABLEAU N°8	<i>Normalisation en du type de bruit mesuré selon le règlement de l'arrondissement d'Outremont</i>	33
TABLEAU N°9	<i>Niveaux maximaux de bruit normalisé selon le règlement de l'arrondissement d'Outremont</i>	34
TABLEAU N°10	<i>Niveaux maximaux de bruit applicables au projet selon le règlement de l'arrondissement d'Outremont</i>	35
TABLEAU N°11	<i>Correction de durée applicable aux bruits des trains selon le règlement de l'arrondissement d'Outremont</i>	36
TABLEAU N°12	<i>Calibration des niveaux de bruit produits à 30 m des voies par l'ensemble du trafic ferroviaire (selon le modèle de CNRC/SCHL)</i>	43
TABLEAU N°13	<i>Niveaux de bruit prévisibles pour l'ensemble du trafic ferroviaire sur les façades nord des édifices institutionnels de 8 étages (Leq 24h)</i>	46
TABLEAU N°14	<i>Niveaux de bruit prévisibles pour les édifices résidentiels (Leq 24h)</i>	48
TABLEAU N°15	<i>Niveaux de bruit prévisibles pour des édifices résidentiels avec l'écran ferroviaire de type "B" (Leq 24h)</i>	54
TABLEAU N°16	<i>Atténuation moyenne pour des distances de 30 à 100 m, telle que procurée par l'écran ferroviaire de type "B" (Leq 24h)</i>	54
TABLEAU N°17	<i>Niveaux de bruit prévisibles pour des édifices résidentiels en terme de bruit de pointe au passage des motrices (dérangement 50 sec.)</i>	55
TABLEAU N°18	<i>Indice d'isolement théorique requis des fenêtres pour un niveau de bruit de pointe extérieur de 80dB(A)</i>	58
TABLEAU N°19	<i>Niveaux de bruit prévisibles pour des édifices résidentiels avec l'écran ferroviaire de type "C" (Leq 24h)</i>	73

## LISTE DES GRAPHIQUES

GRAPHIQUE N°1	<i>Enregistrement de trains de la ligne desservant le port de Montréal (lors de leur passage dans la cour de triage d'Outremont)</i>	21
GRAPHIQUE N°2	<i>Enregistrement d'un train de la ligne desservant le port de Montréal (lors de son passage dans la cour de triage d'Outremont)</i>	22
GRAPHIQUE N°3	<i>Analyse statistique spectrale d'un train de la ligne desservant le port de Montréal</i>	25
GRAPHIQUE N°4	<i>Analyse statistique spectrale d'un train de la ligne desservant le port de Montréal</i>	26
GRAPHIQUE N°5	<i>Niveau de bruit par bande d'octave superposé aux courbes NR pour un train de la ligne desservant le port de Montréal</i>	27
GRAPHIQUE N°6	<i>Enregistrement de trains de la ligne de Blainville (lors de leur arrêt à la station Vendôme)</i>	29
GRAPHIQUE N°7	<i>Enregistrement de trains de la ligne de Blainville (lors de leur arrêt à la station Vendôme)</i>	30

## LISTE DES CARTES

CARTE N°1	<i>Affectation du sol proposée – localisation des voies de chemin de fer et des écrans acoustiques</i>	7
CARTE N°2	<i>Localisation des points de mesure et résultats des analyses statistiques des niveaux de bruit diurnes et nocturnes</i>	19
CARTE N°3	<i>Modélisation du bruit résultant de l'ensemble du trafic automobile à l'heure de pointe du matin (7h30-8h30)</i>	39
CARTE N°4	<i>Modélisation du bruit résultant de l'ensemble du trafic automobile à l'heure de pointe du soir (16h30-17h30)</i>	41
CARTE N°5	<i>Modélisation du bruit résultant de l'ensemble du trafic ferroviaire projeté</i>	50

## LISTE DES CROQUIS

CROQUIS N°1	<i>Visualisation de l'effet d'écran avec la butte de protection proposée pour les quatre voies nord</i>	45
CROQUIS N°2	<i>Augmentation possible de l'effet d'écran avec la butte de protection proposée pour les quatre voies nord</i>	47
CROQUIS N°3	<i>Optimisation de la butte de protection proposée pour les quatre voies nord</i>	52
CROQUIS N°4	<i>Schéma de principe pour l'insonorisation du bruit des roues sur les rails</i>	56
CROQUIS N°5	<i>Autre disposition possible pour l'insonorisation du bruit des roues sur les rails</i>	57
CROQUIS N°6	<i>Schéma de principe d'un système de ventilation insonorisé / Traitement acoustique d'un édifice avec ventilation hybride</i>	60
CROQUIS N°7	<i>Principe de la protection d'une façade résidentielle par un traitement des balcons</i>	63
CROQUIS N°8	<i>Exemple de protection d'une façade résidentielle par effet d'attique</i>	64
CROQUIS N°9	<i>Dispositions possibles pour contrôler la transmission des vibrations par le rail</i>	66
CROQUIS N°10	<i>Écran finalement proposé pour les quatre voies nord</i>	71
CROQUIS N°11	<i>Optimisation de l'écran proposé pour la protection des immeubles résidentiels dans la partie courbe des voies</i>	72

## **NOTE PRÉLIMINAIRE**

Il est entendu que les travaux relatifs à l'étude d'impact sur la santé et la sécurité des citoyens vivant aux abords du site (travaux correspondant au point 2.2.6 du devis) ont été réalisés pour le seul bénéfice du Groupe Cardinal-Hardy - Aménagement et design urbain et de leur client, la Direction des immeubles de l'Université de Montréal. Il est expressément mentionné que les conclusions du présent rapport ne peuvent aucunement être utilisées à des fins de mise en demeure ou de poursuite légale contre le Canadien Pacifique, en regard des niveaux de bruit ou de vibration produits par les activités ferroviaires de la cour de triage Outremont.

# ÉTUDE ACOUSTIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT DU CAMPUS OUTREMONT DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL – LE BRUIT GÉNÉRÉ PAR LES ACTIVITÉS FERROVIAIRES ET LES MESURES DE MITIGATION REQUISES

## 1. INTRODUCTION

Suite au mandat qui nous a été confié par le Groupe Cardinal-Hardy - Aménagement et design urbain, en date du 23 février 2006, nous avons procédé à l'analyse de l'impact acoustique des activités ferroviaires sur le projet de redéveloppement de la cour de triage Outremont du Canadien Pacifique, à des fins institutionnelles et résidentielles, notamment pour le futur campus Outremont de l'Université de Montréal.

Ce projet de réaménagement concerne le secteur limité au sud par l'avenue Ducharme, au nord par les voies ferroviaires est-ouest, à l'ouest par le viaduc Rockland et à l'est par l'avenue Durocher. La zone d'étude acoustique préliminaire, pour sa part, a été élargie au quadrilatère ayant pour côtés l'avenue Du Parc, l'avenue Beaumont, l'avenue Rockland et l'avenue Van Horne. Le projet urbanistique prévoit principalement le prolongement du trafic de la rue Beaubien jusqu'au viaduc Rockland, sous forme d'une double avenue séparée par une large esplanade centrale, le déplacement des deux voies principales de chemin de fer du Canadien Pacifique, vers le pourtour nord du secteur à redévelopper, et la prolongation vers le nord des avenues Outremont, Stuart et McEachran. Les bâtiments institutionnels prévus pour le campus sont concentrés au nord, entre la promenade centrale est-ouest et le corridor ferroviaire relocalisé au nord du site, alors que les nouveaux bâtiments résidentiels sont plutôt concentrés au sud, entre l'avenue Ducharme et la future promenade.

### 1.1 Principales étapes de l'étude

De façon pratique, l'étude de l'impact acoustique des activités ferroviaires s'est déroulée selon quatre étapes principales:

- les mesures préliminaires de bruit pour l'ensemble de la zone d'étude;
- l'étude préliminaire du bruit généré par les activités ferroviaires en fonction de la disposition des bâtiments, des dispositifs de mitigation possibles et des limites de bruit admissibles selon le règlement municipal. Cette étape incluait des mesures de bruit relatives aux trains de marchandises circulant actuellement sur le site;
- la modélisation de l'impact du bruit des activités ferroviaires projetées, avec, complémentirement, la modélisation du bruit de la circulation automobile pour les heures de pointe du matin et du soir;
- et l'optimisation des dispositifs de mitigation, au voisinage des corridors ferroviaires, pour les façades des édifices institutionnels et pour les immeubles résidentiels prévus sur le site.

Il est à noter que l'étude de l'impact des vibrations produites par les activités ferroviaires a été retirée du mandat. De ce fait, cet aspect du projet ne fera l'objet que de quelques recommandations pratiques relatives à l'aménagement du corridor ferroviaire relocalisé.

## 1.2 *Rappel du mandat*

Les étapes prévues pour l'étude d'impact acoustique du trafic ferroviaire sur le site de la cour de triage d'Outremont redéveloppée à des fins principalement institutionnelles étaient décrites dans le mandat de la manière suivante:

### 1.2.1 *Mesures préliminaires de bruit*

- analyses statistiques diurnes et nocturnes en différents points sur le site de la cour de triage et dans son voisinage, pour déterminer les bruits de pointe lors du passage des trains et les niveaux de bruit moyens de la zone d'étude;
- impact de la circulation diurne et nocturne sur les principales voies de circulation du voisinage (Rockland, Ducharme, Van Horne, du Parc, Beaubien).

### 1.2.2 *Étude de bruit généré par l'activité ferroviaire et mesures de mitigation (point 2.2.5 du devis)*

- analyse des informations relatives aux activités ferroviaires projetées (localisation future des voies, nombre de trains, horaires, nombre de motrices et nombre de wagons, vitesse de circulation);
- analyse des informations relatives au projet de développement universitaire (zonage et utilisation du sol, voies de circulation projetées, emprise au sol, hauteur des bâtiments, etc.);
- modélisation préliminaire du trafic ferroviaire projeté et analyse préliminaire des mesures de mitigation possibles pour le bruit provenant des voies ferrées, en fonction des recommandations, des normes et des règlements applicables;
- optimisation des mesures de mitigation pour la voie ferrée en fonction de la hauteur et de l'emplacement des bâtiments institutionnels et des autres sources de bruit;
- modélisation de l'impact acoustique du trafic ferroviaire sur toute la zone à aménager et sur son voisinage, en tenant compte des mesures de mitigation proposées;
- recommandations acoustiques générales concernant le projet de développement pour s'assurer que les zones institutionnelles et résidentielles soient protégées au mieux de l'impact de bruit et recommandation finale pour le zonage, la disposition des bâtiments et leur protection éventuelle contre le bruit, particulièrement pour les nouveaux secteurs résidentiels et pour les résidences universitaires.

1.2.3 *Étude d'impact sur la santé et la sécurité des citoyens vivant aux abords du site (point 2.2.6 du devis)*

- état de l'environnement acoustique actuel pour les résidents voisins du site, particulièrement le secteur sud-est (avenues Ducharme et Van Horne) et le secteur Atlantic;
- analyse des normes et des règlements applicables au territoire de la Ville de Montréal;
- analyse de l'impact des activités sur la santé et la sécurité des résidents voisins du site;
- optimisation des mesures de mitigation déjà envisagées pour la protection des résidents voisins du site et recommandations correspondantes pour le zonage et la disposition des bâtiments institutionnels projetés.

1.2.4 *Rédaction d'un rapport détaillé*

- description de l'environnement sonore actuel du site de la cour de triage d'Outremont et de son voisinage;
- rédaction d'un rapport détaillé avec recommandations et description des mesures de mitigation proposées, tant pour le projet universitaire que pour les résidents voisins du site.



## 2. AMÉNAGEMENT DU SITE ET ENVIRONNEMENT SONORE

### 2.1 *Grandes lignes du projet d'aménagement en regard de l'environnement acoustique*

Tel que mentionné en introduction, les deux voies principales est-ouest du Canadien Pacifique doivent être relocalisées au nord de la cour de triage. Ces deux voies qui relient à l'ouest, les cours de triage Taschereau/St-Luc, et à l'est, la cour de triage Hochelaga et le port de Montréal, passent actuellement le long de la clôture sud de la gare de triage Outremont. La position des deux nouvelles courbes suivies par ces deux voies ferrées vise à dégager le plus possible le site, en relocalisant tout le trafic ferroviaire au nord de la cour de triage, parallèlement à l'avenue Beaumont. Le tronçon droit entre les deux courbes successives correspond à un viaduc ferroviaire au-dessus de la future promenade centrale qui doit traverser le campus d'est en ouest, promenade en dépression entre les avenues Durocher et Outremont (les deux voies nord et sud, de même que l'esplanade centrale, sont alors en tunnel sous les voies ferrées).



*La cour Outremont état actuel et futur lien visuel entre les deux campus*

Cette position des futures voies ferrées correspond au schéma de localisation des emprises convenu avec le Canadien Pacifique. À noter que les deux voies nord existantes, empruntée par l'AMT (Agence Métropolitaine de Transport) et par la

compagnie de Chemins de Fer Québec-Gatineau, restent à peu près à la même place, de même que la courbe nord, dans la direction de la station Parc, direction empruntée par l'AMT jusqu'à Ste-Thérèse et Blainville. Elles sont simplement écartées d'environ 10 m entre les axes des avenues Outremont et McEachran, afin de recevoir le quai de la nouvelle station planifiée par l'AMT.

Les principaux bâtiments institutionnels prévus pour l'Université de Montréal sont localisés entre la promenade est-ouest, bordée par ces deux avenues, et le corridor ferroviaire de quatre voies au nord du site. Ce grand bloc institutionnel nord comporte deux localisations plus centrales pour des résidences universitaires. À noter que ces dernières seront largement protégées du bruit des activités ferroviaires par la ligne presque continue des édifices institutionnels de 8 étages localisés du côté sud des voies. Au sud de la promenade est-ouest le tissu résidentiel pourra se développer et se structurer entre l'avenue bordant le parc linéaire et l'avenue Ducharme. L'extension résidentielle se trouvera d'ailleurs facilitée par la relocalisation des ateliers municipaux dans l'espace disponible à l'intérieur du "Y", entre les directions nord et sud-est des voies de chemin de fer. En simplifiant quelque peu la situation, on peut dire que tout le bloc institutionnel limité par la future promenade centrale est-ouest, les voies ferrées au nord, l'avenue Durocher et le viaduc Rockland, constitue un écran acoustique important qui limitera le bruit des activités ferroviaires utilisant les quatre voies de chemin de fer au nord du site.



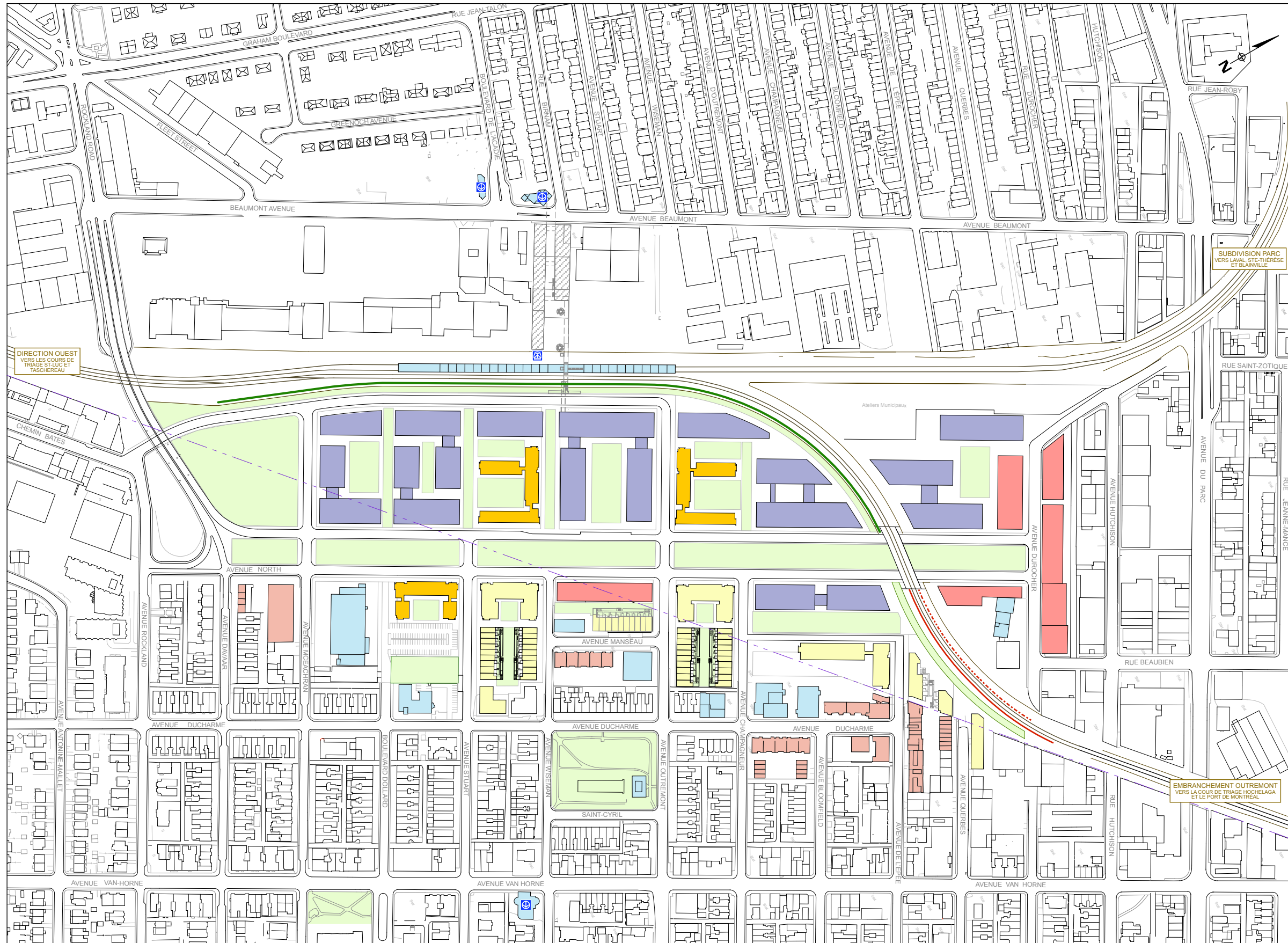
*Nombreux immeubles en condominium au bout de l'avenue De l'Épée*

Cette schématisation de la situation laisse cependant subsister une zone plus sensible à l'impact des activités ferroviaires, il s'agit tout d'abord des prolongements prévus des avenues Querbes, De-l'Épée et Champagneur, pour lesquelles il faudrait éviter de reproduire l'impact actuel des voies du Canadien Pacifique sur les immeubles résidentiels existants et, ensuite, du secteur Atlantic, pour la partie située entre l'avenue Durocher et le futur tunnel sous les voies ferrées. Un soin tout particulier devrait être apporté à l'insertion de la nouvelle courbe des voies ferrées se dirigeant vers le port et à la protection des immeubles résidentiels projetés dans ce secteur.



*Motrices en circulation près des condominiums de l'avenue Querbes*

L'affectation du sol proposée et les principaux éléments du projet urbanistique apparaissent sur la carte N°1. En plus des espaces verts, des bâtiments institutionnels, des résidences universitaires et des extensions possibles de la fonction résidentielle, les bâtiments existants indiqués en rouge correspondent aux immeubles résidentiels récents développés en condominiums. Ces édifices de 3 à 6 étages constituent la ligne sensible du tissu urbain en regard des activités actuelles de la cour de triage.



DIRECTION OUEST  
VERS LES COURS DE  
TRIAGE ST-LUC ET  
TASCHEREAU

SUBDIVISION PARC  
VERS LAVAL, ST-THERÈSE  
ET BLANVILLE

EMBRANCHEMENT OUTREMONT  
VERS LA COUR DE TRIAGE HOCHÉLAGA  
ET LE PORT DE MONTRÉAL

**GROUPE CARDINAL HARDY**

377 ouest, de la Commune  
Montréal, Québec, H2Y 2E2  
Canada



**LÉGENDE**

- Institutionnel (Université de Montréal)
- Résidences pour étudiants
- Résidentiel
- Équipements collectifs, institutionnels ou autres
- Mixité
- Parcs et espaces verts
- Développements récents en condominium au voisinage de la cour de triage
- Écran acoustique - Type A
- Écran acoustique - Type B (ou Type C)

**ACOUSTEC inc.**

106, de la Chaudière    Tél.: (418) 834-1414  
St-Nicolas (Québec)    Fax: (418) 834-1176  
G7A 2R8    courrier@acoustec.qc.ca

DESSIN: Bernard MIGNERON, tech.

VÉRIFICATION: Jean-Gabriel MIGNERON, ing.

TITRE DU PROJET  
**ÉTUDE ACOUSTIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT  
DU CAMPUS OUTREMONT  
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

TITRE DU DESSIN  
**AFFECTATION DU SOL  
PROPOSÉE - LOCALISATION  
DES VOIES DE CHEMIN  
DE FER ET DES ÉCRANS  
ACOUSTIQUES**

NO DE DOSSIER  
116-007-00

DATE  
juin 2006

PAGE  
1 / 5



## 2.2 *Prévision des débits pour la circulation ferroviaire*

La plupart des informations concernant le trafic ferroviaire actuel de la gare de triage Outremont ont été tirés des comptes rendus de la Commission parlementaire spéciale tenue le 3 mars 2005 à propos du projet d'implantation du CHUM (en présence du Ministre de la santé et des représentants des compagnies ferroviaires). La cour de triage Outremont a été bâtie en 1891. Elle est devenue en 1997 le quartier général des opérations de Québec-Gatineau à Montréal. C'est là que s'effectuent les manoeuvres et le classement des wagons qui devront être échangés avec le Canadien Pacifique. La compagnie Québec-Gatineau dessert les principales usines papetières ainsi que les autres industries de la région outaouaise et de la rive nord du St-Laurent. Alors que les voies ferrées du Canadien Pacifique s'étendent vers l'ouest, principalement vers l'Ontario et le Midwest américain, ainsi qu'au sud, vers le nord-est des États-Unis. À l'ouest de la cour Outremont, la cour de triage St-Luc constitue la principale infrastructure du Canadien Pacifique à Montréal. La compagnie dispose également d'un important terminal intermodal dans l'arrondissement de Lachine.



*Vue d'ensemble de la cour de triage prise à partir du viaduc Rockland*



*Position actuelle des deux voies principales de l'embranchement Outremont*

*L'embranchement Outremont* qui relie la cour de triage à la cour Hochelaga et au port de Montréal supporte la majorité du trafic conteneurisé en provenance et à destination du port. Ce dernier a acheminé 1,2 million de conteneurs en 2004. Ce service est intrinsèquement lié aux opérations maritimes et représente en moyenne 14 trains par jour et ce, sept jours sur sept. La vitesse maximale admise des trains sur l'embranchement Outremont est de 24 km/h. Le trafic conteneurisé international est constitué d'une grande variété de marchandises, dont la plupart ne présentent aucun danger sur le plan de la sécurité (il est néanmoins mentionné que certaines marchandises sont réglementées et que certaines pourraient être classées comme dangereuses). Enfin, le port de Montréal prévoit une croissance annuelle de 3 à 4% du trafic conteneurisé. Selon nos propres observations, les trains qui se dirigent vers le port comportent généralement de 2 motrices à 3 motrices et de 50 à 100 wagons. Les wagons porte-conteneurs sont particulièrement longs et certaines plates-formes sont même articulées sur des boggies intermédiaires (comme les trains routiers). Il est également à noter que certains trains comportent de nombreux conteneurs réfrigérés et que les unités de réfrigération des conteneurs peuvent largement contribuer au bruit du train. Il s'agit certainement là d'une tendance qui devrait s'accroître.

*La subdivision Parc* concerne les voies qui relient la cour de triage Outremont à la station Parc et aux parties nord de Montréal, vers Laval, Ste-Thérèse et Blainville. C'est sur cette subdivision que Québec-Gatineau opère 6 convois de

marchandises par jour qui transportent principalement du papier, des produits forestiers, des céréales et des produits industriels. De plus, le Canadien Pacifique y exploite 12 trains quotidiens du service de trains de banlieue vers Ste-Thérèse et Blainville, pour le compte de l'AMT (*Agence métropolitaine de transport*). Ces derniers trains ont la priorité de circulation aux heures de pointe et ne transitent pas en même temps que les trains de marchandises. La vitesse permise sur cette subdivision pour les deux catégories de trains est de 48 km/h.



*Train de marchandise de Québec-Gatineau en formation*

Selon l'horaire des trains de l'AMT sur la ligne Montréal/Blainville, à jour au 10 avril 2006, 11 trains circulaient à partir de la station Parc dans les deux directions, alors que seulement 5 trains circulaient dans les deux directions en transitant par la cour Outremont (entre les stations Montréal-Ouest et Parc). Il est à noter qu'il n'y a aucun service les samedis et les dimanches. Puisqu'une nouvelle station devrait être construite pour desservir le campus Outremont, il est à prévoir que la totalité des 22 trains journaliers transiteront par Outremont. Notre observation des trains de Blainville à la station Vendôme indique une composition de généralement 1 motrice, avec 7 ou 8 wagons.

En fonction de toutes les observations qui précèdent et pour tenir compte d'une croissance potentielle des activités ferroviaires nous avons basé toutes nos modélisations sur le trafic ferroviaire total tel que résumé dans le tableau N°1. Dans ce tableau, seules les activités de la compagnie Québec-Gatineau n'ont pas fait l'objet d'une croissance particulière. Cette disposition tient compte du fait que cette compagnie devra relocaliser ses activités tenues actuellement dans la cour Outremont.

**TABLEAU N°1**  
**RÉSUMÉ DES PRÉVISIONS RELATIVES À LA CIRCULATION FERROVIAIRE**

<i>Compagnie</i>	<i>Trafic</i>	<i>Nb. de trains/24h</i>	<i>Motrices par train</i>	<i>Wagons</i>	<i>Vitesse</i>
Québec-Gatineau	subdivision Parc	6	2	60	48 km/h
AMT	Blainville	24	1	10	48 km/h
Canadien Pacifique	vers le port	16	3	80	24 km/h

### 2.3 *Prévision des débits pour la circulation automobile*

Complémentairement à la modélisation du bruit des activités ferroviaires, une modélisation a été également réalisée à propos de l'impact du bruit de la circulation automobile telle que projetée suite à l'ouverture des nouvelles avenues et notamment celle du nouvel axe central est-ouest, en tunnel sous les voies de chemin de fer du Canadien Pacifique. Les données prévisionnelles de circulation que nous avons utilisées ont été tirées de l'étude de Cima+ intitulée "*Étude des impacts sur la circulation du campus de l'université de Montréal à Outremont (version finale – décembre 2005)*" et plus particulièrement à partir des quatre figures suivantes :

- *Figure 4.1A et Figure 4.1B :*  
Conditions anticipées de circulation, scénario avec le tunnel Beaubien, heure de pointe du matin (7h30-8h30);  
Figure 4.2A
- *Figure 4.2A et Figure 4.2B :*  
Conditions anticipées de circulation, scénario avec le tunnel Beaubien, heure de pointe du soir (16h30-17h30).

L'étude de Cima+ considère une nouvelle clientèle étudiante de 9200 personnes pour le campus Outremont et de 260 clients pour les cliniques d'optométrie et de soins dentaires. 32% des usagers utiliseront leurs automobiles, ce qui correspond à un ajout de 494 véhicules/h pour l'entrée du site en heure de pointe du matin et de 432 véhicules/h pour la sortie du site en heure de pointe du soir. Un total de 1000 places de stationnement est prévu sur le nouveau campus. De plus, 230 appartements devraient être construits à proximité du campus, ainsi que 1058 places de résidences universitaire.



Puisque le plan d'aménagement du réseau des nouvelles voies de circulation finalement proposé par le Groupe Cardinal-Hardy est légèrement différent de celui présenté dans le rapport de Cima+, les débits manquants ont été déterminés en prolongeant ou en répartissant les débits indiqués. Enfin, les vitesses généralement permises dans l'arrondissement Outremont ont été fixées à 40km/h et une vitesse de 50 km/h a été utilisée sur les avenues Du Parc et Beaumont.

#### 2.4 Mesures de mitigation envisagées pour le voisinage immédiat des corridors ferroviaires

Plusieurs mesures de mitigation ont déjà été mises en oeuvre dans le plan d'aménagement proposé par le Groupe Cardinal-Hardy, certaines d'entre elles ont d'ailleurs été décrites précédemment. En plus de ces dispositions d'aménagement, des écrans pourront être implantés en bordure immédiate des voies ferrées. Dans la suite de ce rapport, les deux modèles d'écrans proposés seront désignés par les types "A" et "B" et ils feront l'objet d'une description et d'une analyse plus détaillées. On notera qu'un troisième type d'écran, le type "C", a été également proposé à la limite de l'emprise des voies ferrées se dirigeant vers le port de Montréal; ce dernier écran constitue une alternative à l'écran de type "B" (voir l'annexe au chapitre 10 du présent rapport).

- *L'écran de type "A"* est celui proposé initialement par le groupe Cardinal-Hardy pour border le corridor des quatre voies ferrées au nord du site. Il s'agissait d'une butte avec un traitement paysager, d'une hauteur nominale de 4,4 m au-dessus des voies, retenue du côté de ces dernières par un mur de soutènement d'environ 2 m de hauteur. Cette disposition a évolué récemment avec un mur végétalisé et une nouvelle hauteur de 6,2m (voir le croquis N°10 en annexe).
- *L'écran de type "B"* est celui proposé pour toute la portion des voies du Canadien Pacifique se dirigeant vers le port de Montréal, entre le viaduc traversant la promenade centrale est-ouest et l'avenue Durocher. Il s'agit d'un écran placé sur l'emprise des voies ferrées, d'une hauteur nominale de 2 m au-dessus de ces dernières, et conçu spécialement pour réduire le bruit des roues sur les rails (il s'agit d'une disposition courante, employée notamment dans tous les pays européens).

Les deux types d'écrans proposés se trouvent localisés sur la carte N°1. Comme le montre cette carte, il serait souhaitable que les deux types d'écrans puissent se rejoindre, de manière à assurer la continuité de la protection contre le bruit.

### 3. MESURES ACOUSTIQUES PRÉLIMINAIRES

#### 3.1 *Équipements de mesure utilisés*

Pour tous les relevés acoustiques, les équipements de mesures utilisés sur le terrain ont été les suivants :

- sonomètre intégrateur de précision Brüel & Kjaer modèle 2260 (classe 1), muni des fonctions d'analyse de fréquence, d'analyse statistique et d'enregistrement graphique digital;
- logiciel d'acquisition de données Brüel & Kjaer n° 7815;
- étalonneur Brüel & Kjaer 4230 pour le précédent;
- sonomètre de précision (classe 1) Rion modèle NL-32, avec fonctions d'analyse statistique et carte de mémoire digitale pour enregistrement continu des niveaux de bruits;
- étalonneur Rion NC-74 classe 1 pour le précédent.

Tous les instruments de mesure ont été étalonnés avant et vérifiés après chaque période de relevé. Tous les appareils étaient réglés sur le réseau de pondération "A" (soit avec une correction de fréquence conforme à l'audition humaine) et avec une réponse d'intégration rapide (en position "fast").

#### 3.2 *Conditions de mesure*

Durant les mesures, les microphones étaient généralement maintenus à une hauteur de 1,5 mètre au-dessus du sol et à plus de 3,5 mètres des murs ou autres obstacles susceptibles de réfléchir les ondes acoustiques. Tous les comptages statistiques des niveaux de bruit ont été relevés avec un intervalle de 100 msec. Pour les enregistrements digitaux des passages de trains, la vitesse d'acquisition était également réglée sur 100 msec. et pour les analyses statistiques spectrales simultanées, le temps d'acquisition était de 5 sec.

Les conditions climatiques qui prévalaient lors des journées des relevés acoustiques font l'objet du tableau N°2. Comme on peut le constater sur ce tableau, la température était toujours supérieure à -10°C et la vitesse du vent inférieure à 20 km/h. De plus, les chaussées étaient parfaitement sèches au moment des relevés acoustiques.

**TABLEAU N°2**  
**PRINCIPALES CONDITIONS CLIMATIQUES QUI PRÉVALAIENT LORS DES RELEVÉS**  
**ACOUSTIQUES**

<i>Date</i>	<i>Jour/nuit</i>	<i>Température</i>	<i>Humidité</i>	<i>Vent</i>	<i>Ciel</i>
16 mars 06	jour	-2 à 0°C	47%	10-15 km/h O	Couvert
16 mars 06	nuit	-5°C	47%	10-15 km/h O	Variable
17 mars 06	jour	-8 à -4°C	52%	10-15 km/h N	Dégagé
27 mars 06	jour	10°C	40%	5 km/h O	Dégagé
10 avril 06	jour	14°C	48%	10-15 km/h O	Dégagé
10 avril 06	nuit	3°C	83%	10 km/h O	Dégagé
11 avril 06	jour	10 à 17°C	27%	10-15 km/h SE	Variable
11 avril 06	nuit	9°C	52%	0-10 km/h S	Part. couvert

### 3.3 *Indices acoustiques utilisés*

Pour l'analyse dynamique des niveaux de bruit communautaires (*soit l'analyse des variations du niveau de pression acoustique en fonction du temps*) on utilise généralement le dB(A), c'est-à-dire qu'on introduit en permanence dans la mesure du niveau global de bruit la courbe de pondération (A), courbe qui correspond à la sensibilité de l'oreille humaine aux différentes fréquences du domaine audible.

Pour une période de mesure déterminée, on peut employer tout d'abord l'analyse statistique en centiles des niveaux de bruit mesurés selon un intervalle d'acquisition donné (par exemple une mesure au 1/10 sec.), il en résulte les niveaux statistiques dits en  $L_n\%$ , ces niveaux sont les suivants :

- $L_{max}$  niveau maximum pendant la période de mesure;
- $L_{1\%}$  niveau de bruit de pointe (*atteint ou dépassé pendant 1% du temps*);
- $L_{10\%}$  niveau atteint ou dépassé pendant 10% du temps;
- $L_{50\%}$  niveau de bruit moyen (*atteint ou dépassé pendant 50% du temps*);
- $L_{90\%}$  niveau atteint ou dépassé pendant 90% du temps;
- $L_{95\%}$  niveau de bruit de fond considéré dans le règlement de bruit de la ville de Montréal (*atteint ou dépassé pendant 95% du temps*);
- $L_{99\%}$  niveau de bruit de fond statistique (*atteint ou dépassé pendant 99% du temps*);
- $L_{min}$  niveau minimum pendant la période de mesure.

L'écart ( $L_{10\%} - L_{90\%}$ ) correspond à ce que les anglais appellent le "*noise climat*" (qui représente la dynamique de 80% des événements sonores de la période considérée).

La seconde approche consiste en une intégration des niveaux de pression dans la période de temps considérée, il s'agit du niveau continu équivalent (énergétiquement équivalent dans le temps) obtenu selon la formule :

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{(t_2 - t_1)} \int 10^{(L_t/10)} dt$$

Le niveau continu équivalent  $L_{eq}$  est l'indice le plus utilisé pour les études de bruit communautaire, sa mesure est notamment requise pour la mise en oeuvre du règlement de bruit de la Ville de Montréal. Il peut être établi sur une période d'une heure par exemple, ou bien pour 24 heures. Pour une durée de mesure déterminée, le niveau continu équivalent  $L_{eq}$  correspond à la valeur moyenne du bruit ambiant, alors que le niveau de bruit de fond  $L_{95\%}$  est atteint seulement pendant les périodes les plus calmes.

#### 3.4 *Nature et localisation des relevés relatifs au bruit de la circulation automobile*

Les 23 points de mesure de bruit communautaire sont localisés sur la carte N°2. La plupart de ces points avaient déjà été mesurés en 1994, lors du premier projet de réaménagement de la cour de triage Outremont. Quelques points ont cependant été ajoutés dans le secteur Atlantic et sur les avenues Querbes et Wiseman. Les 23 points de mesure ont fait l'objet d'une compilation du niveau continu équivalent  $L_{eq}$  et d'une analyse statistique des niveaux de bruit en période diurne et nocturne. Tous les relevés diurnes ont été effectués en dehors des heures de pointe du matin ou du soir, alors que les relevés nocturnes ont débuté après 23h00. Les 7 points les plus proches de la cour de triage, soit les points localisés sur les avenues Durocher, Querbes, Outremont, Wiseman et McEachran, ont été mesurés pendant des périodes de 60 minutes le jour et de 30 minutes la nuit. Les 16 autres points restants ont été mesurés pendant des périodes de 30 minutes le jour et de 15 minutes la nuit.

#### 3.5 *Nature et localisation des relevés relatifs à la circulation ferroviaire*

Trois trains de marchandises du Canadien Pacifique, se dirigeant ou provenant du port, ont fait l'objet d'un enregistrement digital des niveaux bruit, pendant la durée totale de leur passage dans la cour de triage Outremont. En plus de ces enregistrements digitaux, deux de ces trains ont fait l'objet complémentirement d'une analyse statistique spectrale, permettant de dégager le niveau continu équivalent  $L_{eq}$  dans les bandes de fréquence au tiers d'octave de 12,5 à 20000 Hz, de même que les niveaux  $L_{max}$  et  $L_{min}$  correspondants. Les trois enregistrements ont été réalisés au bout de l'avenue Wiseman, soit respectivement à 20 m de la voie principale vers l'ouest et à 25 m de la voie principale vers l'est.



*Enregistrement digital et analyse statistique spectrale au passage d'un train de marchandise*

En ce qui concerne les trains de banlieue de l'AMT vers Blainville, le site Outremont n'étant pas favorable à leur enregistrement, nous disposons d'une banque de relevés effectués à la station Vendôme en septembre 2000 (relevés effectués pour la ligne de Vaudreuil-Dorion de l'AMT). À partir de ces enregistrements calibrés, nous avons pu analyser les arrêts en gare de 5 trains vers Blainville ou en provenance de Blainville. Ces enregistrements ont été réalisés sur le quai de la gare, soit à la distance de 7,8 m de la voie vers l'ouest et à 12.8 m de la voie vers l'est. De plus, comme on le verra dans les analyses qui suivent, différents relevés réalisés les années passées sur les trains de l'AMT nous ont permis de comparer les niveaux de bruit produits par les locomotives traditionnelles et les nouvelles motrices comme celles de la ligne de Blainville.

## 4. ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT ACOUSTIQUE AU VOISINAGE DU SITE

### 4.1 Résultats des mesures de bruit communautaire

Les résultats détaillés des analyses statistiques de bruit diurnes et nocturnes pour les 23 points de mesure de bruit communautaire font l'objet de la carte N°2. Les principaux résultats, soit les niveaux continus équivalents  $L_{eq}$  de jour et de nuit, ainsi que le niveau de bruit de fond  $L_{95\%}$  de nuit, peuvent être compilés par secteurs autour du site ou selon les principaux corridors. Ce sont ces résultats qui font l'objet du tableau N°3. On peut noter que le niveau de bruit de fond  $L_{95\%}$  de nuit est déterminant car, comme on le verra par la suite, c'est cet indice qui peut entraîner une réduction des niveaux de bruit admissibles selon le règlement de bruit applicable à l'arrondissement Outremont.

**TABLEAU N°3**  
**RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX RÉSULTATS DES ANALYSES STATISTIQUES DE BRUIT**  
**COMMUNAUTAIRE CLASSÉS SELON LES PRINCIPAUX CORRIDORS OU SECTEURS**  
**AUTOUR DU SITE**

<i>Corridor</i>	<i>Nb. pts</i>	<i>L<sub>eq</sub> jour</i>	<i>L<sub>eq</sub> nuit</i>	<i>L<sub>95%</sub> nuit</i>	<i>L<sub>eq</sub> jour (1994)</i>	<i>L<sub>eq</sub> nuit (1994)</i>
Avenue Beaumont	4	66,9	57,8	46,6	-3,5	-3,1
Avenue Du Parc	4	69,9	62,6	48,4	-3,7	-4,0
Avenue Van Horne	5	69,6	61,9	45,8	-2,2	-5,8
Avenue Rockland	3	65,7	56,5	43,5	-5,1	-5,4
Avenue Ducharme	4	62,8	53,7	41,9	-2,6	-2,3
Querbes Outremont Wiseman Mc Eachran	4	61,0	56,7	48,9	-(*)	-4,7
Avenue Durocher	4	65,7	52,3	50,4	-	-

(\*) résultats non disponibles pour 1994

Comme on peut le constater dans ce tableau, globalement les principaux corridors de circulation autour du site, constitués des avenues Beaumont, Du Parc et Van Horne, sont assez comparables. Seule l'avenue Du Parc est un peu plus bruyante et ce notamment la nuit (peut-être à cause des deux tunnels). L'avenue Rockland, qui ferme le quadrilatère à l'ouest, est un peu plus tranquille que les précédentes, de jour comme de nuit. Les résultats des avenues Querbes, Outremont, Wiseman et McEachran, concernent en fait tout le secteur résidentiel le plus proche du site de la cour de triage. Or, on constate que ce secteur résidentiel, le plus tranquille le jour, se retrouve un peu plus bruyant la nuit (tant

pour le  $L_{eq}$  que pour le  $L_{95\%}$ ), les activités de la cour de triage peuvent être responsables de cette situation. Lorsqu'on s'éloigne un peu vers le sud, sur l'avenue Ducharme et même sur Rockland, les niveaux de bruit nocturnes diminuent. Avec une moyenne du niveau  $L_{95\%}$  nocturne d'environ 42 dB(A) pour le 4 points mesurés sur l'avenue Ducharme, on peut dire que ce quartier résidentiel est particulièrement sensible à l'impact du bruit. Pour terminer, le secteur Atlantic et l'avenue Durocher, secteur qui n'avait pas été mesuré en 1994, se trouve avoir le plus bas niveau continu équivalent  $L_{eq}$  de nuit, avec 52,3 dB(A), par contre il subsiste une rumeur d'activités nocturnes, soit manufacturières, soit de la gare de triage.

À titre de comparaison, le tableau N°3 indique l'évolution des mêmes indices de bruit (niveaux  $L_{eq}$  de jour et de nuit) depuis 1994. Comme on peut le constater sur ce tableau, la réduction des niveaux de bruit communautaire est très sensible pour l'ensemble du secteur d'étude, tant le jour que la nuit. Cette réduction peut s'expliquer par l'amélioration notable du parc automobile en matière de bruit des véhicules, par une conduite peut-être moins agressive de l'ensemble des usagers et par une réduction des activités manufacturières dans tout le secteur d'étude (voire une réduction des activités ferroviaires et, surtout, de celles de la gare de triage). Cette constatation ne peut que mettre en évidence la grande sensibilité de tout le secteur résidentiel à l'impact potentiel du bruit et, plus particulièrement, à l'impact de toutes les activités ferroviaires nocturnes.

**GROUPE CARDINAL HARDY**

377 ouest, de la Commune  
Montréal, Québec, H2Y 2E2  
Canada



**LÉGENDE**

- Localisation des points de mesure
- Lmax Niveau maximum mesuré en dB(A)
- Lmin Niveau minimum mesuré en dB(A)
- L50% Niveau statistique obtenu en dB(A)
- Leq Niveau continu équivalent en dB(A)

**ACOUSTEC inc.**

106, de la Chaudière Tél.: (418) 834-1414  
St-Nicolas (Québec) Fax: (418) 834-1176  
G7A 2R8 courriel@acoustec.qc.ca

DESSIN: Bernard MIGNERON, tech.

VÉRIFICATION: Jean-Gabriel MIGNERON, ing.

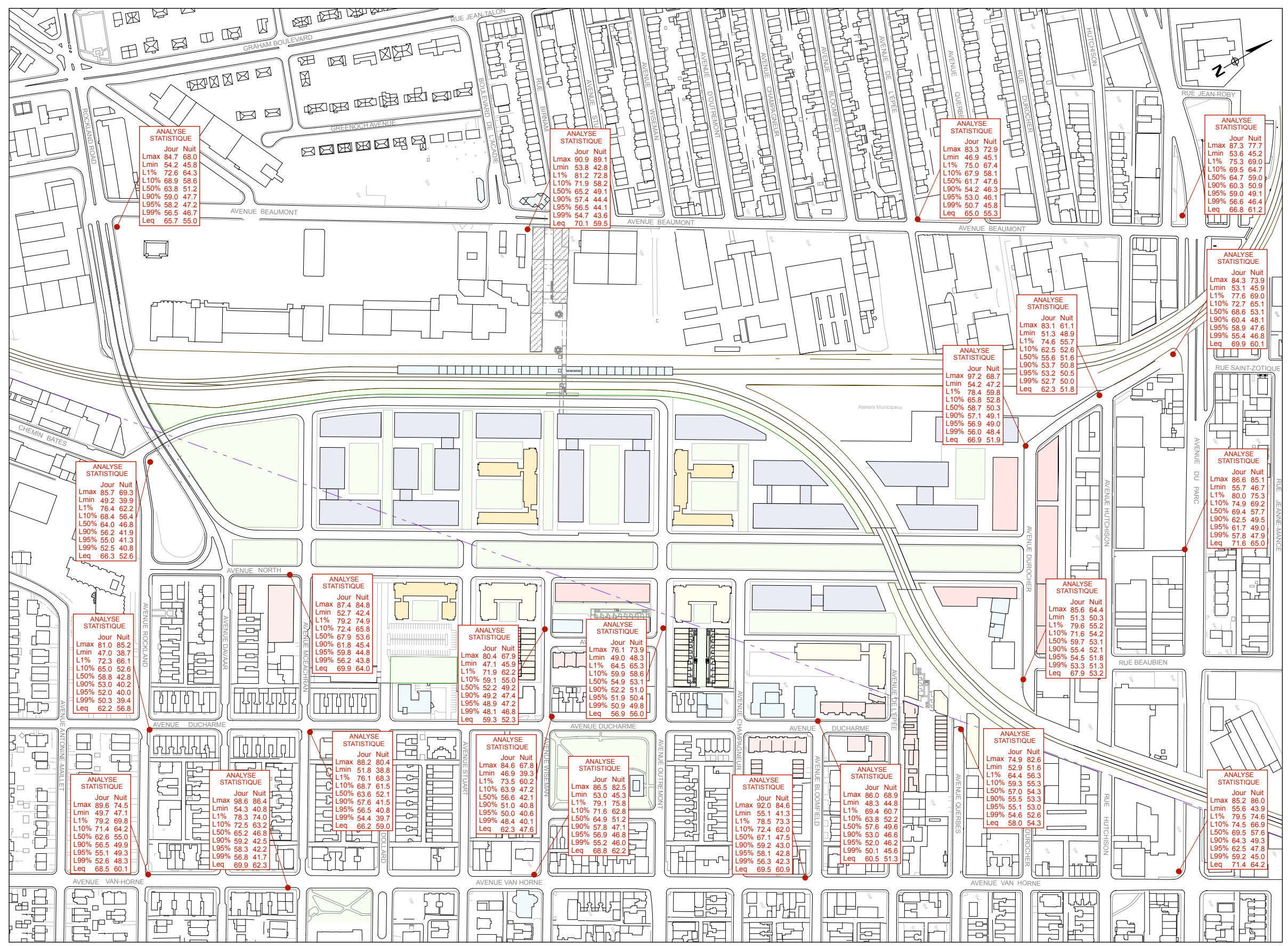
TITRE DU PROJET  
**ÉTUDE ACOUSTIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT  
DU CAMPUS OUTREMENT  
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

TITRE DU DESSIN  
**LOCALISATION DES POINTS  
DE MESURE ET RÉSULTATS  
DES ANALYSES STATISTIQUES  
DES NIVEAUX DE BRUIT  
DIURNES ET NOCTURNES**

NO DE DOSSIER  
116-007-00

DATE  
juin 2006

PAGE  
2  
5

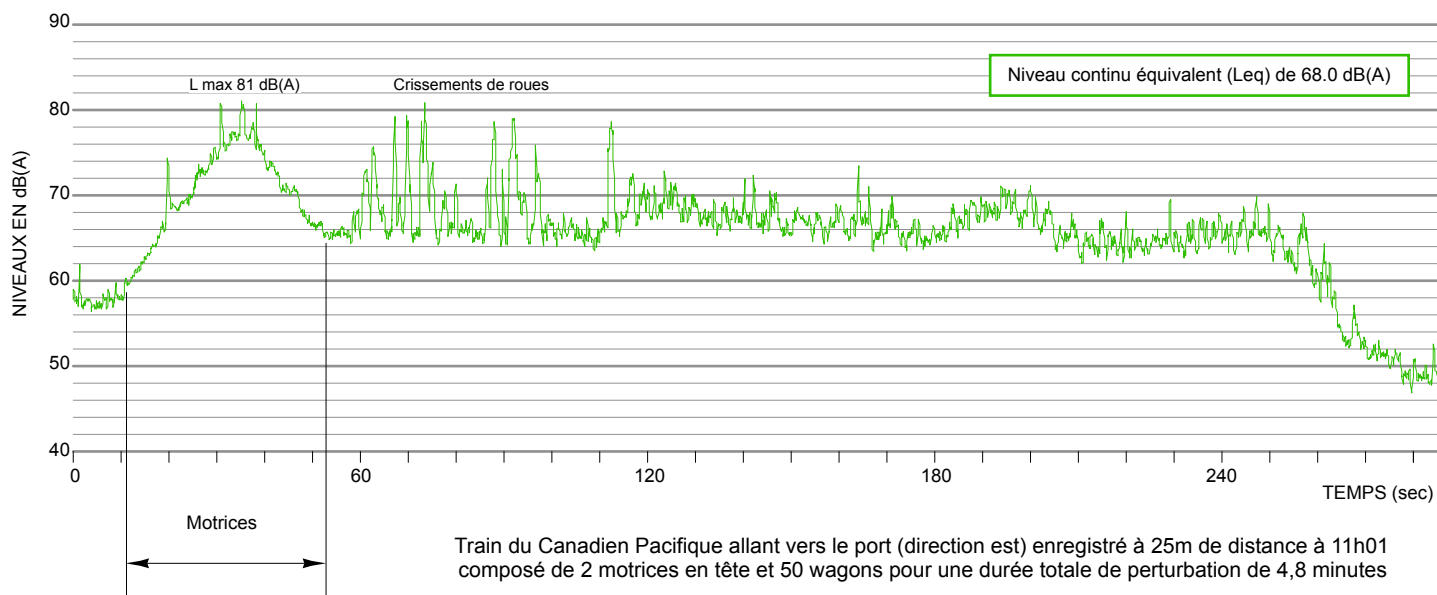
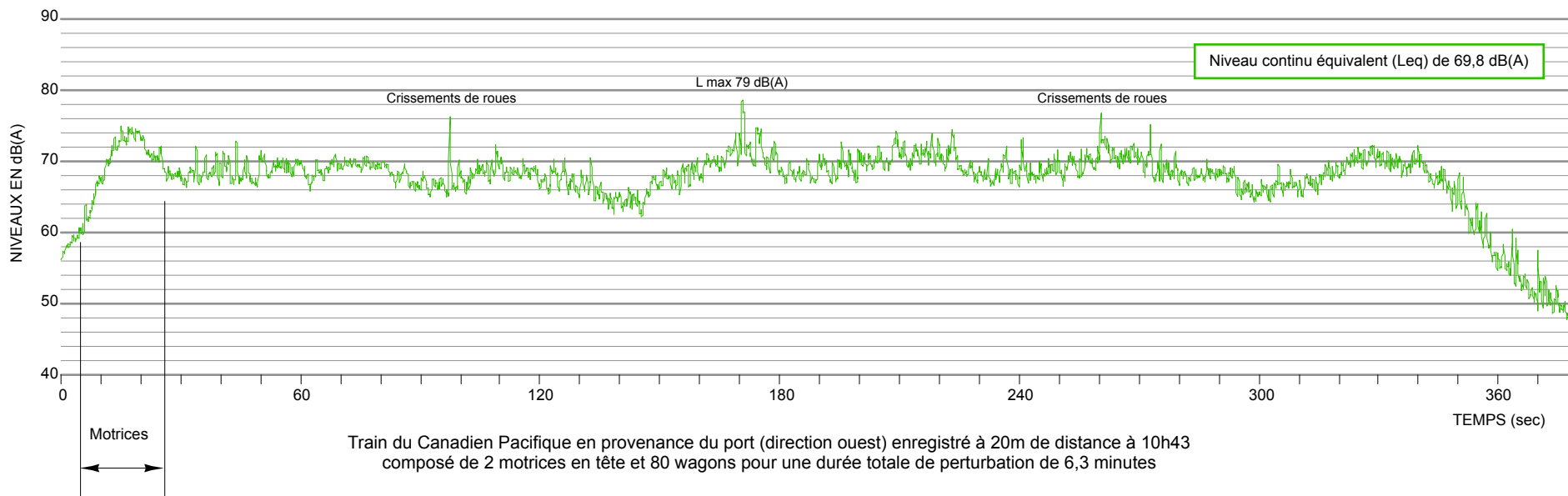




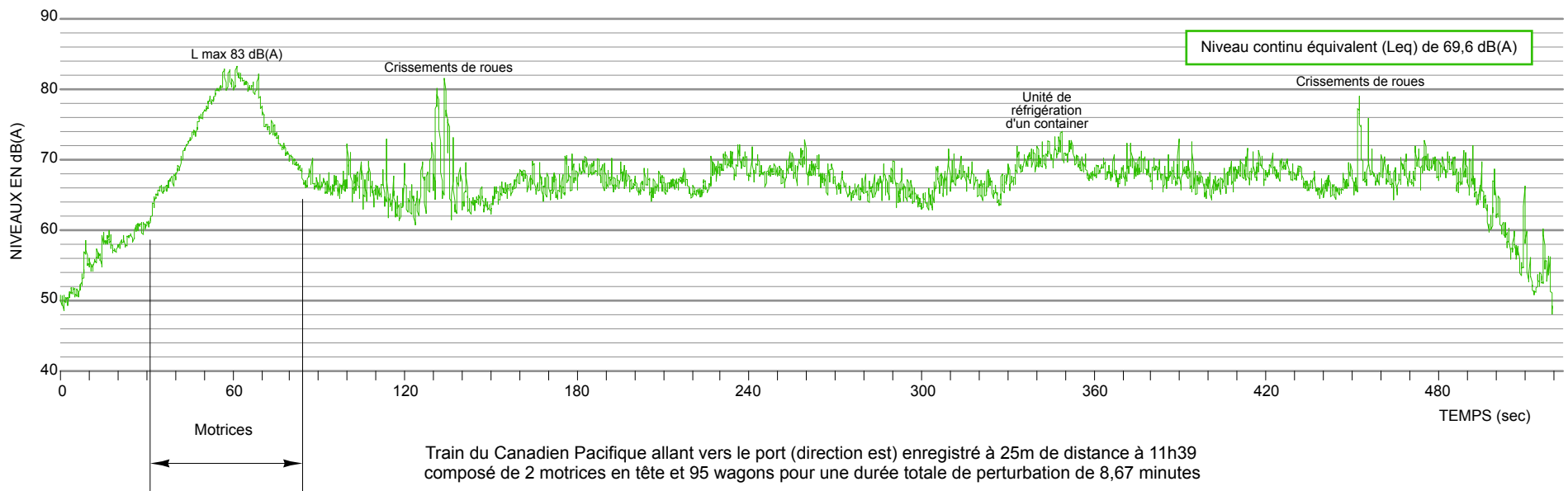
#### 4.2 Résultats des mesures relatives au bruit des trains de marchandises

Les résultats des enregistrements digitaux des trois trains de marchandises du Canadien Pacifique font l'objet des graphiques N°1 et 2. À propos de ces enregistrements, on peut faire les remarques suivantes:

- Les trois trains comportaient deux motrices chacun et circulaient à la vitesse prescrite de 24 km/h ou moins (l'un provenant du port et les deux autres s'y dirigeant);
- le nombre de wagons moyen était de 75 et la durée moyenne de la perturbation de 6.6 minutes;
- le niveau continu équivalent  $L_{eq}$  moyen obtenu à 25 m de distance est de 68,8 dB(A) (en rapportant le train N°1 à cette distance de 25m);
- le niveau maximum moyen atteint 80,9 dB(A), il est généralement obtenu au passage des motrices (en rapportant encore le train N°1 à la distance de 25m);
- d'autres pointes de bruit sont très significatives, elles correspondent le plus souvent au crissement des roues sur les rails (à noter que le tronçon de voie sur lequel les mesures ont été effectuées était droit);
- enfin, une autre source de bruit non négligeable a été identifiée, il s'agit des conteneurs frigorifiques munis d'unités de réfrigération (niveaux de bruit assez homogènes suivant les conteneurs, maximum 74 dB(A) à 25 m de distance).



**GRAPHIQUE N° 1** ENREGISTREMENT DE TRAINS DE LA LIGNE DESSERVANT LE PORT DE MONTRÉAL (LORS DE LEUR PASSAGE DANS LA COUR DE TRIAGE D'OUTREMONT)



**GRAPHIQUE N° 2** ENREGISTREMENT D'UN TRAIN DE LA LIGNE DESSERVANT LE PORT DE MONTRÉAL (LORS DE SON PASSAGE DANS LA COUR DE TRIAGE D'OUTREMONT)

Les principaux résultats relatifs aux trois trains enregistrés font l'objet du tableau N°4. Les comptages statistiques des niveaux de bruit ont été effectués simultanément pendant la période de perturbation (indices en L<sub>n</sub>%).

**TABLEAU N°4**  
*RÉSULTATS DES ANALYSES STATISTIQUES DE BRUIT RÉALISÉES LORS DU PASSAGE DE TROIS TRAINS DE MARCHANDISES ENREGISTRÉS SUR LES VOIES PRINCIPALES DE LA COUR DE TRIAGE*

	<i>Train 1</i>	<i>Train 2</i>	<i>Train 3</i>
Nb. de motrices	2	2	2
Nb. de wagons	80	50	95
Durée de la perturbation	6,3 min.	4,8 min.	8,7 min.
Vitesse approximative	23,4 km/h	19,5 km/h	20.0 km/h
Distance à la voie	20m	25m	25m
	<i>Niveaux en dB(A)</i>		
Niveau maximum L <sub>max</sub>	78,6	81,8	83,1
Niveau minimum L <sub>min</sub>	47,7	48,3	51,6
L1%	72,9	77,0	80,7
L10%	70,1	70,6	70,4
L50%	67,2	65,6	66,6
L90%	62,2	56,0	61,8
L95%	56,2	50,4	57,5
Niveau équivalent L <sub>eq</sub>	68,9	68,0	69,6

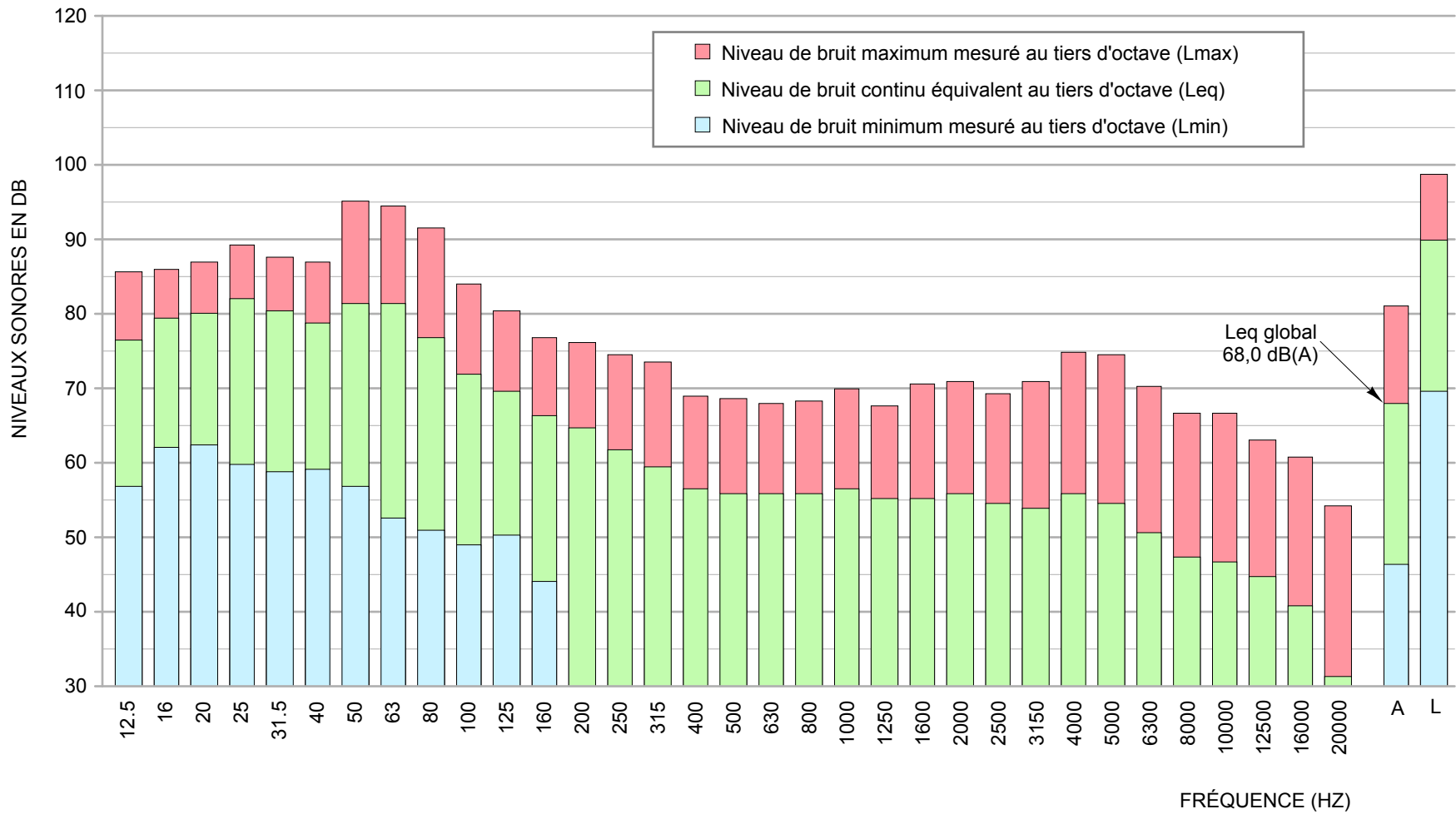
En ce qui concerne la durée de la perturbation, elle dépend de la longueur du train et de sa vitesse. Les wagons de marchandises ordinaires ont en moyenne 20 m de longueur, mais les plates-formes pour les conteneurs ont plutôt 27,2 m et les wagons articulés de 79 à 91 m, alors que les motrices ont en moyenne 21 m. Ainsi, un train vers le port de 80 wagons et 3 motrices circulant à la vitesse de 20 km/h, aura une longueur de 2240 m et pourra déranger pendant au moins 6,7 minutes. À des fins prévisionnelles, une durée de perturbation moyenne de 8 minutes est donc tout à fait indiquée (en tenant compte du temps d'approche et d'éloignement du train).

### 4.3 Composition spectrale du bruit des trains

Deux des trains de marchandises précédents ont fait l'objet d'une analyse statistique spectrale pendant la durée de leur passage. Les résultats obtenus dans les bandes de fréquences au tiers d'octave de 12,5 à 20000 Hz font l'objet des graphiques N°3 et 4. À propos de ces graphiques, on peut faire les remarques suivantes:

- Les deux indices significatifs pour ces analyses sont le niveau maximum  $L_{max}$  et le niveau continu équivalent  $L_{eq}$ ;
- le passage des motrices génère des basses fréquences de 12,5 à 100 Hz environ, avec un maximum compris entre 50 et 100 Hz.;
- le bruit de crissement des roues sur les rails est responsable des maximums notés à 1600, 2000 et surtout 4000 et 5000 Hz, ces bruits sont donc particulièrement dommageables, puisque situés dans la zone de plus grande sensibilité de l'oreille humaine et qu'ils peuvent présenter un caractère impulsif.

Afin de déterminer l'influence éventuelle de la composition spectrale du bruit des trains sur la conformité au règlement de bruit applicable dans l'arrondissement Outremont, les moyennes des niveaux continus équivalents  $L_{eq}$  des deux trains ont été compilées par bandes d'octave et superposées aux courbes de référence NR ("*Noise Rating*" selon la norme ISO 1996 et le point 4.4 du règlement de bruit de la Ville de Montréal). Ce résultat fait l'objet du graphique complémentaire N°5. Comme on peut le constater sur ce graphique, le bruit des trains ne présente pas de pointe de fréquence audible au sens du règlement.



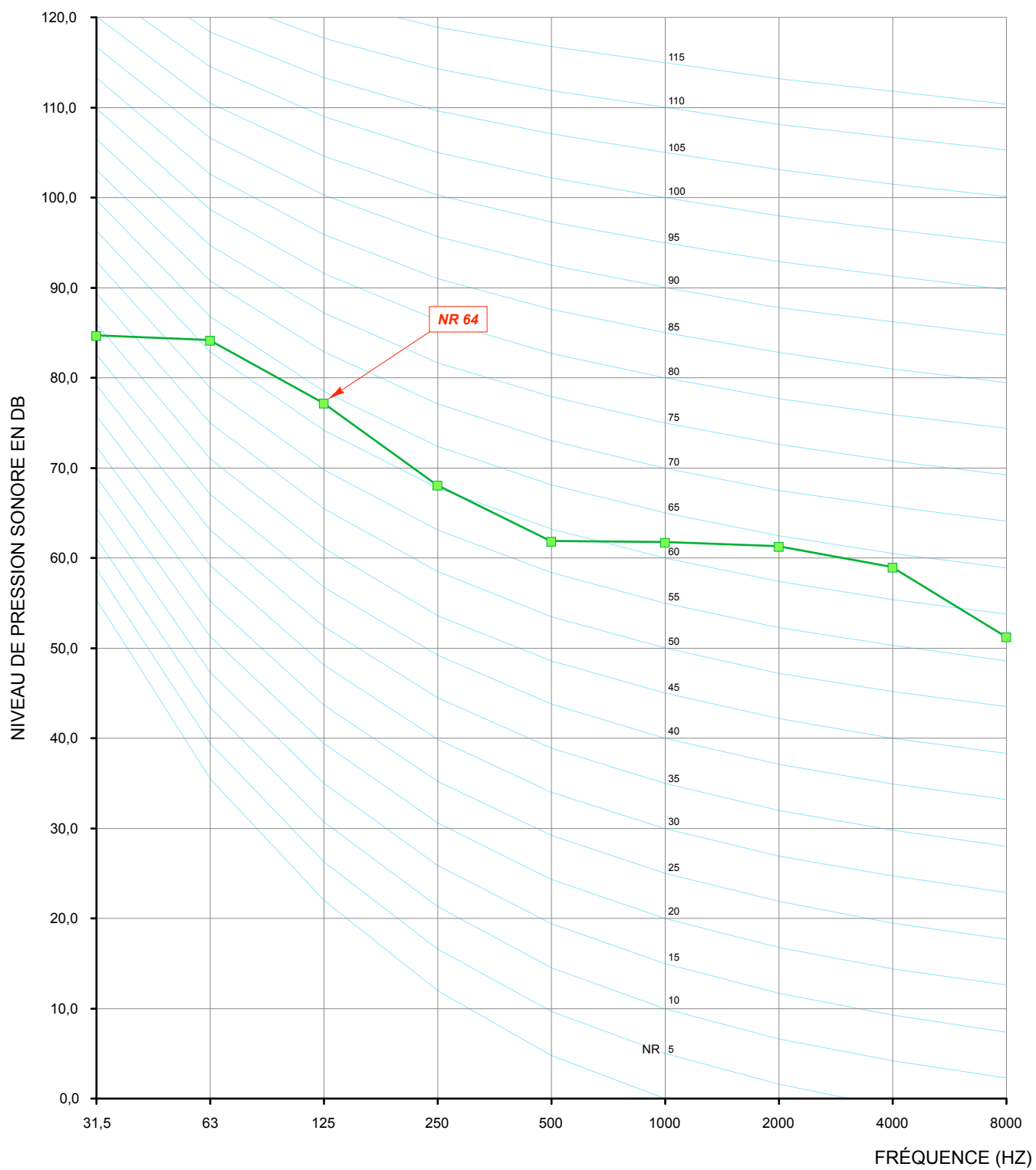
Train du Canadien Pacifique allant vers le port (direction est) enregistré à 25m de distance à 11h01 composé de 2 motrices en tête et 50 wagons pour une durée totale de perturbation de 4,8 minutes

**GRAPHIQUE N° 3** ANALYSE STATISTIQUE SPECTRALE D'UN TRAIN DE LA LIGNE DESSERVANT LE PORT DE MONTRÉAL



Train du Canadien Pacifique allant vers le port (direction est) enregistré à 25m de distance à 11h39 composé de 2 motrices en tête et 95 wagons pour une durée totale de perturbation de 8,67 minutes

**GRAPHIQUE N° 4** ANALYSE STATISTIQUE SPECTRALE D'UN TRAIN DE LA LIGNE DESSERVANT LE PORT DE MONTRÉAL



**GRAPHIQUE N° 5** NIVEAU DE BRUIT PAR BANDE D'OCTAVE SUPERPOSÉ AUX COURBES NR POUR UN TRAIN DE LA LIGNE DESSERVANT LE PORT DE MONTRÉAL

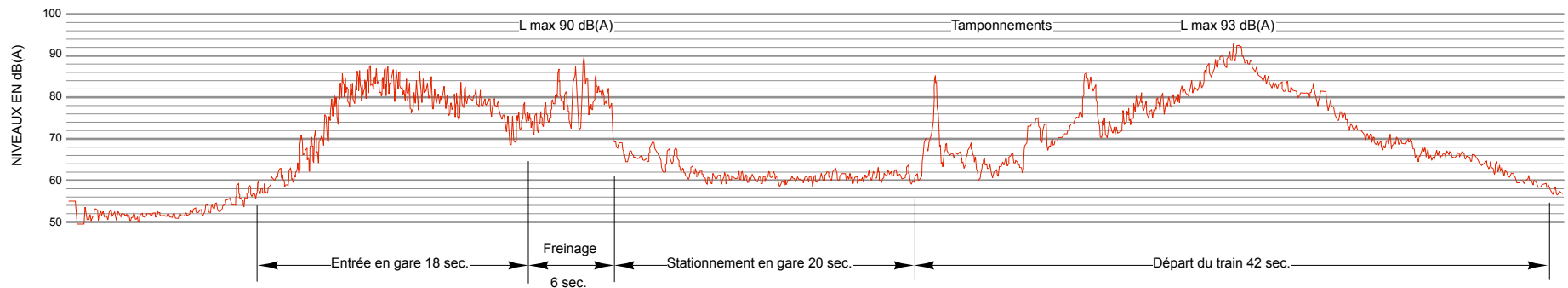


#### 4.4 Résultats complémentaires relatifs aux trains de l'AMT vers Blainville

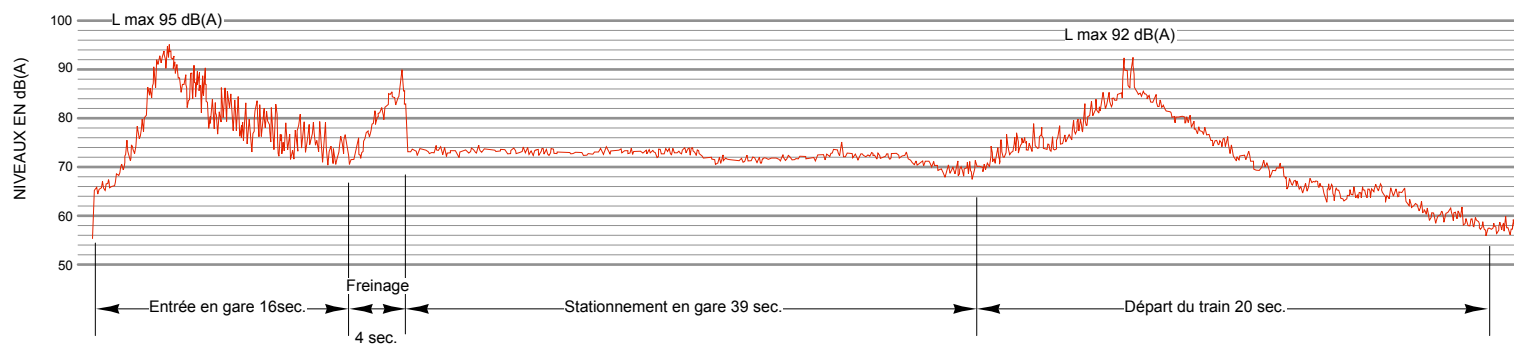
En ce qui concerne les trains de banlieue de l'AMT vers Blainville, à partir de la banque de relevés effectués à la station Vendôme en septembre 2000, les enregistrements calibrés des arrêts en gare de 5 trains vers Blainville ou en provenance de Blainville ont pu être analysés. Ces 5 trains comportaient en moyenne 1 motrice (en tête ou en queue du train) et 8 wagons. Les enregistrements correspondants, tels que réalisés sur le quai de la gare, font l'objet des graphiques N° 6 et 7.

Ces enregistrements permettent d'évaluer la durée de la perturbation par le bruit suivant les différentes phases de roulement des trains, soit l'entrée en gare en décélération (à environ 40 km/h), le freinage et l'arrêt des wagons, le niveau de bruit en attente et le redémarrage du train. Comme on peut le constater sur les graphiques, les niveaux de bruit et les durées varient suivant le nombre et la position de la motrice (ou des motrices), le type d'équipement, le nombre de wagons, la durée de l'attente au quai et le fonctionnement des unités d'air climatisé des wagons (lors de l'arrêt des trains). Les entrées en gare et le freinage sont assez comparables, tant en durées qu'en niveaux (en moyenne 22,4 secondes et 91,8 dB(A) de niveau maximum). Le temps d'attente en gare varie de 18 à 50 secondes, avec une moyenne de 29,2 secondes. Le bruit de démarrage et de départ du train semble le plus variable, dans la mesure où il peut comporter des tamponnements de wagons au moment où le train s'étire (ou se comprime). La durée totale de la perturbation par le bruit varie de 65 à 101 secondes, avec une moyenne de 81,2 secondes.

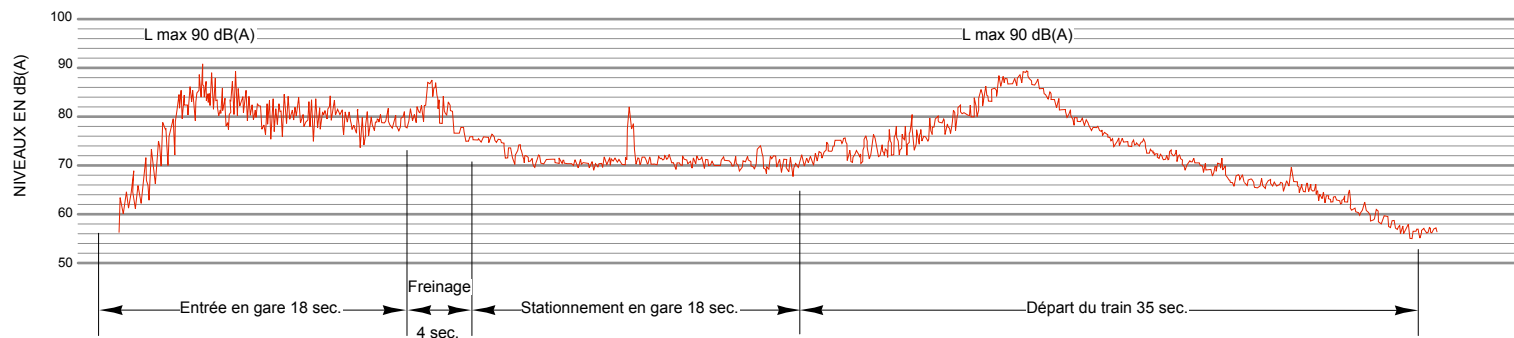
Les onze enregistrements réalisés en septembre 2000 ont permis de constater une très légère différence entre la moyenne des niveaux maximaux produits par le passage des anciennes locomotives et la moyenne des nouvelles motrices de la ligne de Blainville. Cette moyenne se situe à 93,8 dB(A) pour les vieilles machines et 91,8 pour les nouvelles (telles que mesurées à 7,8 m de l'axe de la voie utilisée). Cette différence de quelques décibels a été vérifiée également pour des machines en attente sur les voies de garage de la cour Glen (moyenne de 75,8 dB(A), à 10 m des voies pour les anciennes motrices). Enfin, quelques mesures relatives aux unités de climatisation des wagons indiquent un niveau moyen de 67 dB(A) à 7,8 m de l'axe de la voie (ce bruit est surtout perceptible pendant l'arrêt en gare des trains).



Vers Blainville 17h30  
motrice en queue  
8 wagons  
durée totale de la  
perturbation 86 sec.



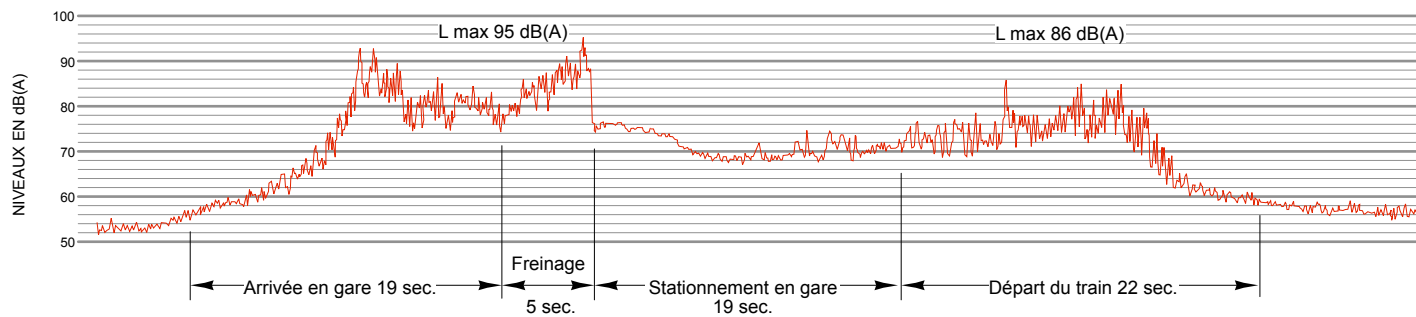
Vers Blainville 16h55  
2 motrices en tête et en queue  
7 wagons à 2 étage  
durée totale de la perturbation 79 sec.



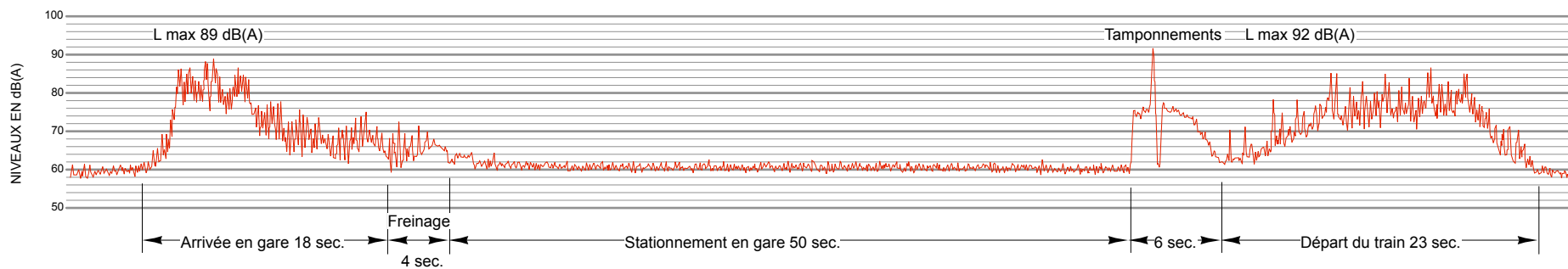
Vers Blainville 18h15  
1 motrice en queue  
8 wagons  
durée totale de la perturbation 75 sec.

Distance à l'axe de la voie 7,8 m

**GRAPHIQUE N° 6** ENREGISTREMENT DE TRAINS DE LA LIGNE DE BLAINVILLE (LORS DE LEUR ARRÊT À LA STATION VENDÔME)



De Blainville 17h49 (voie nord)  
 1 motrice en tête (avec cloche)  
 8 wagons  
 durée de la perturbation 65 sec.



Distance à l'axe de la voie 12,8 m

De Blainville 16h46 (voie nord)  
 nouveau train  
 8 wagons  
 durée de la perturbation 101 sec.

**GRAPHIQUE N° 7** ENREGISTREMENT DE TRAINS DE LA LIGNE DE BLAINVILLE (LORS DE LEUR ARRÊT À LA STATION VENDÔME)

## 5. NORMES DE BRUIT ADMISSIBLES

### 5.1 *Recommandations de la SCHL*

La Société Canadienne d'Hypothèques et de Logement stipule pour les nouveaux développements domiciliaires *"qu'un logement normal, conforme aux Normes de construction résidentielle dans les nouveaux immeubles résidentiels, devrait procurer un environnement intérieur acceptable, jusqu'à un niveau de bruit extérieur de 55 dB"* (basé sur un niveau continu équivalent  $L_{eq}$  de 24 heures). Elle précise également que pour des niveaux de bruit devant la façade de 55 dB à 75 dB, *"la construction de logements n'est possible que si l'on insonorise de façon adéquate"* les bâtiments.

### 5.2 *Règlement de bruit de la Ville de Montréal (arrondissement Outremont)*

La Ville de Montréal, pour sa part, se sert du règlement sur le bruit N° 4996 adopté en 1976, pour fixer les niveaux maximaux de bruit admissibles selon une classification des lieux habités en divers locaux. La version de ce règlement a été mise à jour pour l'arrondissement d'Outremont en date du 15 mars 2005, sous le numéro AO-21. Suivant ce règlement, les niveaux maximaux de bruit admissibles sont des niveaux normalisés qui tiennent compte de la nature du lieu habité, du niveau de bruit de fond présent dans le voisinage, de la durée d'émission et enfin du type de bruit. La plupart des valeurs limites concernent les niveaux de bruit admissibles à l'intérieur des propriétés ou des résidences; néanmoins les catégories "1d" et "3a" peuvent être considérées en façade ou à l'extérieur d'un édifice. Pour les fins d'application du règlement de bruit, la journée de 24 heures est divisée en trois périodes, soit la période du jour, de 7h00 à 19h00, la période de la soirée, de 19h00 à 23h00, et la période de la nuit, entre 23h00 et 7h00.

**TABLEAU N°5**  
**CLASSIFICATION DES LIEUX HABITÉS SELON LE RÈGLEMENT DE**  
**L'ARRONDISSEMENT D'OUTREMONT**

<i>COLONNE I</i>	<i>COLONNE II</i>	<i>COLONNE III</i>
<i>Lieu habité</i>	<i>Local</i>	<i>N° de référence</i>
Bâtiment d'habitation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chambre à coucher</li> <li>- Séjour</li> <li>- Autres parties</li> <li>- Balcon, terrasse, patio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1a</li> <li>1b</li> <li>1c</li> <li>1d</li> </ul>
Autre bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bureau sans public</li> <li>- Bureau avec public</li> <li>- Atelier ou local utilisé à des fins de fabrication ou réparation</li> <li>- Chambre à coucher d'une institution de santé</li> <li>- Autre partie d'une institution de santé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2a</li> <li>2b</li> <li>2c</li> <li>2d</li> <li>2e</li> </ul>
Espace non bâti	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parc, cour ou terrain servant à des fins de récréation ou de sport</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3a</li> </ul>

Selon ce règlement de l'arrondissement Outremont, les lieux habités doivent être classés selon les définitions du tableau N°5. Les niveaux de bruit continus équivalents, mesurés pendant des périodes minimales de 60 minutes, doivent être ensuite normalisés en fonction du niveau de bruit de fond du voisinage, tel que relevés en trois points non soumis à l'impact du bruit perturbateur analysé, le tout conformément aux corrections du tableau N°6. Cette mesure du niveau de bruit de fond doit être compilée selon le paramètre statistique L95%, mesuré pendant au moins 2 minutes. Il faut également tenir compte, pour la normalisation des valeurs mesurées, de l'impulsivité ou de l'intermittence éventuelle du bruit perturbateur, du fait qu'il pourrait être porteur d'information ou bien du fait qu'il pourrait comporter des sons purs audibles. Les différentes corrections requises font l'objet des tableaux N°6 à 8. Enfin, les valeurs des niveaux de bruit normalisés admissibles sont données dans le tableau N°9.

**TABLEAU N°6**  
**NORMALISATION EN FONCTION DU NIVEAU DE BRUIT DE FOND SELON LE**  
**RÈGLEMENT DE L'ARRONDISSEMENT D'OUTREMONT**

<i>COLONNE I</i>	<i>COLONNE II</i>	<i>COLONNE III</i>	<i>COLONNE IV</i>	<i>COLONNE V</i>
<i>Jour et soir</i>	<i>Nuit</i>	<i>1a, 1b, 1c, 3a</i>	<i>2d, 2e</i>	<i>2a,2b,2c</i>
< 44	< 41	+ 3	+ 4	0
44-47	41-44	+ 2	+ 4	0
48-53	45-48	0	0	0
54-59	49-52	- 2	- 2	- 2
> 59	> 52	- 5	- 2	- 5

**TABLEAU N°7**  
**NORMALISATION EN FONCTION DE LA DURÉE D'ÉMISSION SELON LE**  
**RÈGLEMENT DE L'ARRONDISSEMENT D'OUTREMONT**

<i>COLONNE I</i>	<i>COLONNE II</i>	<i>COLONNE III</i>
<i>Durée en minute</i>	<i>Jour et soir</i>	<i>Nuit</i>
60-34	0	0
34-11	- 5	- 5
11-4	-10	-10
4-1	-15	-10
1-0,4	-20	-10
0,4-0,1	-25	-10
moins de 0,1	-30	-10

**TABLEAU N°8**  
**NORMALISATION EN FONCTION DU TYPE DE BRUIT MESURÉ SELON LE**  
**RÈGLEMENT DE L'ARRONDISSEMENT D'OUTREMONT**

<i>COLONNE I</i>	<i>COLONNE II</i>
1. Bruit impulsif	+ 5
2. Bruit porteur d'information	+ 5
3. Bruit comportant des sons purs audibles	+ 5

**TABLEAU N°9**  
**NIVEAUX MAXIMAUX DE BRUIT NORMALISÉ SELON LE RÈGLEMENT DE**  
**L'ARRONDISSEMENT D'OUTREMONT**

COLONNE I	COLONNE II	COLONNE III	COLONNE IV
N° de référence	Jour 7h00-19h00	Soir 19h00-23h00	Nuit 23h00-7h00
1a	45	40	38
1b	45	40	40
1c	45	45	45
1d	55	55	50
2a	45	45	45
2b	50	50	50
2c	55	55	55
2d	45	38	38
2e	45	45	45
3a	60	60	50

### 5.3 Application du règlement aux résultats des mesures de bruit communautaire

Pour le projet de redéveloppement de la cour de triage à des fins institutionnelles et résidentielles, les principaux niveaux admissibles selon le règlement de bruit de l'arrondissement Outremont peuvent être résumés dans le tableau N°10. Comme on peut le constater dans ce tableau, l'exigence la plus contraignante concerne les niveaux extérieurs de bruit nocturne (selon l'indice  $L_{eq}$  de nuit) qui doivent être inférieurs à 50 dB(A), voire même 48 dB(A) dans la zone résidentielle la plus sensible du projet, en tenant compte de la correction en fonction du niveau de bruit de fond du voisinage.

Il est à noter que cette exigence n'est satisfaite actuellement que pour un seul des 23 points de mesure du bruit communautaire, avec un niveau continu équivalent nocturne  $L_{eq}$  de 47,6 dB(A) au coin des avenues Ducharme et Wiseman. Les autres points les plus calmes du voisinage se situent sur les avenues Wiseman, Ducharme et Durocher, avec un niveau continu équivalent nocturne compris entre 51 et 52 dB(A). Lorsque les niveaux admissibles à l'extérieur des bâtiments ne peuvent être facilement satisfaits par une planification urbaine adéquate, tout comme le mentionne la SCHL, les niveaux admissibles à l'intérieur des édifices institutionnels ou résidentiels deviennent l'objectif à atteindre. On verra par la suite quelles sont les dispositions à mettre en oeuvre pour la protection adéquate des façades.

**TABLEAU N°10**  
**NIVEAUX MAXIMAUX DE BRUIT APPLICABLES AU PROJET SELON LE RÈGLEMENT**  
**DE L'ARRONDISSEMENT D'OUTREMONT**

<i>Localisation</i>	<i>Jour 7h00-19h00</i>	<i>Soir 19h00-23h00</i>	<i>Nuit 23h00-7h00</i>
HABITATION			
Chambre à coucher	45(-2)*	40(-2)*	38(-2)*
Salon, séjour	45(-2)	40(-2)	40(-2)
Autres parties	45(-2)	45(-2)	45(-2)
ÉDIFICE INSTITUTIONNEL			
Bureau sans public	45	45	45
ESPACES EXTÉRIEURS			
Balcon, terrasse, patio	55(-2)	55(-2)	50(-2)
Parc, cour ou terrain servant à des fins de récréation	60(-2)	60(-2)	50(-2)

(\*) Correction de bruit de fond pour les parties les plus tranquilles du secteur d'étude

#### 5.4 Considérations relatives à la santé et la sécurité des citoyens vivant aux abords du site

En matière de bruit des activités ferroviaires, l'application du règlement concernant l'arrondissement Outremont, et en particulier les normes précédentes admissibles à l'extérieur des bâtiments, constitue certainement un objectif tout à fait acceptable pour la protection relative à la santé et à la sécurité des citoyens vivant aux abords du site. Il faut cependant tenir compte que, tout comme le niveau de bruit de fond du voisinage, les autres corrections du règlement applicables aux niveaux recommandés peuvent avoir une influence sur chacune des valeurs du tableau N°10.

Tout d'abord, on peut écarter la correction pour les bruits porteurs d'une information, puisque l'usage des cloches et autres avertisseurs des trains est interdite dans la traversée de la cour de triage Outremont. Ensuite, comme il l'a été démontré au point 4.3, le bruit des trains de marchandises, tel que relevé sur le site, n'est pas soumis à une correction en fonction de sa composition spectrale. Il reste cependant une autre correction mentionnée dans le règlement, cette correction est applicable aux bruits intermittents. Le règlement ne précise pas si elle doit s'appliquer à une durée de référence de 60 minutes ou bien à l'ensemble de la journée de 24 heures, d'autre part la correction est plus permissive pendant le jour. À ce sujet, le tableau N°11 fait état de différentes situations en fonction du nombre de trains et suivant différentes périodes de temps considérées, avec la correction requise pour le jour et pour la nuit selon le règlement, de même que la correction selon le calcul théorique du niveau continu équivalent.

Comme on peut le constater, l'emploi de l'indice  $L_{eq}$ , corrigé en fonction du temps, est plus précis que le règlement. Dans son document sur "*Le bruit du trafic routier et ferroviaire et ses effets sur l'habitation*", la SCHL considère également l'impact des trains en terme de niveau continu équivalent de 24 heures et c'est pourquoi cette approche sera privilégiée dans le reste du présent rapport.



**TABLEAU N°11**  
**CORRECTION DE DURÉE APPLICABLE AUX BRUITS DES TRAINS SELON LE**  
**RÈGLEMENT DE L'ARRONDISSEMENT D'OUTREMONT**

<i>Situation</i>	<i>Pourcentage de temps</i>	<i>Règlement de jour</i>	<i>Règlement de nuit</i>	<i>Selon l'indice <math>L_{eq}</math></i>
1 train de 8 min./h	13,3%	-10	-10	- 8,8
2 trains de 8 min./h	26,7%	- 5	- 5	- 5,7
3 trains de 8 min./h	40%	- 5	-5	-4,0
6 trains de 8 min. /8h	10%	-10	-10	-10,0
16 trains de 8 min./24h	8,9%	-10	-10	-10,5
12 trains de 8 min/24h	6,7%	-15	-10	-11,8

En résumé, les objectifs pour la protection des résidents contre l'impact du bruit des activités ferroviaires sont ceux qui apparaissent dans le tableau N°10. Le critère de bruit admissible de 55 dB(A), pour le niveau continu équivalent de 24 heures à l'extérieur des immeubles résidentiels, tel que préconisé par la SCHL, est très réaliste et en grande partie conforme au règlement de bruit de l'arrondissement Outremont. Pour la période nocturne, de 23h00 à 7h00, l'objectif du règlement d'un niveau extérieur  $L_{eq}$  de 50 dB(A) ne peut être raisonnablement atteint, une valeur optimale de 52 dB(A) correspondrait à la situation présente des localisations résidentielles les plus calmes du voisinage. Le Conseil National de Recherches indique une isolation de 10 à 15 dB(A) pour une fenêtre entrouverte (suivant la grandeur de la pièce, note 148, juin 1980), ce qui ramène le niveau intérieur, pour une chambre à coucher par exemple, entre 37 et 42 dB(A). Un tel niveau de bruit intérieur permet aisément le sommeil pour des personnes en bonne santé.

Reste la question de l'impact possible des pointes de bruit nocturnes. Si l'on excepte le bruit strident et impulsif généré parfois par le frottement des roues sur les rails, les passages de train ne sont pas agressifs, c'est-à-dire que le bruit, des motrices notamment, croît et décroît de façon assez régulière (surtout à la vitesse de 24 km/h). Les trains de marchandises à faible vitesse sont moins agressifs qu'un camion de déneigement ou une motocyclette qui accélère après un feu de circulation. Ce point sera cependant considéré dans les dispositions applicables à la protection des façades, de même que quelques considérations relatives à la réduction des vibrations provoquées par les motrices.

## 6. MODÉLISATION DU BRUIT DE LA CIRCULATION AUTOMOBILE

Pour cette partie de l'étude, le modèle de prévision TNM ("*Traffic Noise Model*"), version 2.5, de la Federal Highway Administration (FHWA) a été utilisé. Ce logiciel permet le calcul du niveau de bruit engendré par des voies routières en divers points de l'espace, quelles que soient la position géométrique et la forme des voies concernées. Les niveaux sonores modélisés dépendent non seulement des débits, du pourcentage de poids lourds et de la vitesse des véhicules, mais également de l'élévation du point d'écoute et du profil de la route. En tenant compte des paramètres de propagation, des réflexions et des écrans acoustiques existants, il est possible de simuler le climat sonore actuel ou projeté, c'est-à-dire d'obtenir à l'aide du modèle informatique des valeurs de niveau de bruit qui reflètent l'environnement acoustique pour différents points d'écoute.

Tel que mentionné précédemment, les modélisations des différents climats sonores projetés ont été effectuées selon le schéma d'aménagement et d'affectation du sol produit par le Groupe Cardinal-Hardy et en fonction des données prévisionnelles de circulation tirées de l'étude de Cima+ intitulée "*Étude des impacts sur la circulation du campus de l'université de Montréal à Outremont (version finale – décembre 2005)*". Deux modélisations ont été réalisées à partir de la même trame urbaine, soit avec le tunnel sous les voies ferrées et le prolongement du parc linéaire central jusqu'à Rockland, l'une pour l'heure de pointe du matin de 7h30 à 8h30 et l'autre pour l'heure de pointe du soir de 16h30 à 17h30. Concernant les résultats de ces modélisations, les remarques suivantes doivent être prises en considération :

- les paramètres de modélisation utilisés ne sont pas exhaustifs, une étude plus approfondie pourrait être réalisée;
- la Figure 2.5 intitulée "Réseau de camionnage" a été utilisée afin de déterminer les voies permises pour la circulation des poids lourds. Un pourcentage de 3% du débit total a été converti en poids lourds sur l'ensemble de ces voies. De plus, 5% de tous les débits totaux ont été convertis en véhicules de catégorie intermédiaire;
- compte tenu du grand nombre de segments de route, aucun écran, mur ou bâtiment, n'a été utilisé, afin de réduire la complexité du modèle, de même, les feux de circulation ont été négligés.

La validation des résultats du modèle de prévision TNM version 2.5, de la Federal Highway Administration indique une précision moyenne de 0,5 dB(A) à une distance de 15 m du centre de la chaussée. Cette précision décroît cependant à 2,7 dB(A) à une distance de 90 à 150 m), ce pour des points de calcul situés à 1,5 m de hauteur.

## 6.1 Résultats des niveaux de bruit en heure de pointe du matin

Pour l'heure de pointe du matin (accès au campus de 7h30 à 8h30), les résultats de la grille de calcul d'environ 2900 points ont été interpolés avec le logiciel NMPlot; ces résultats sont reproduits sur la carte N °3. À propos de ces résultats on peut faire les remarques suivantes :

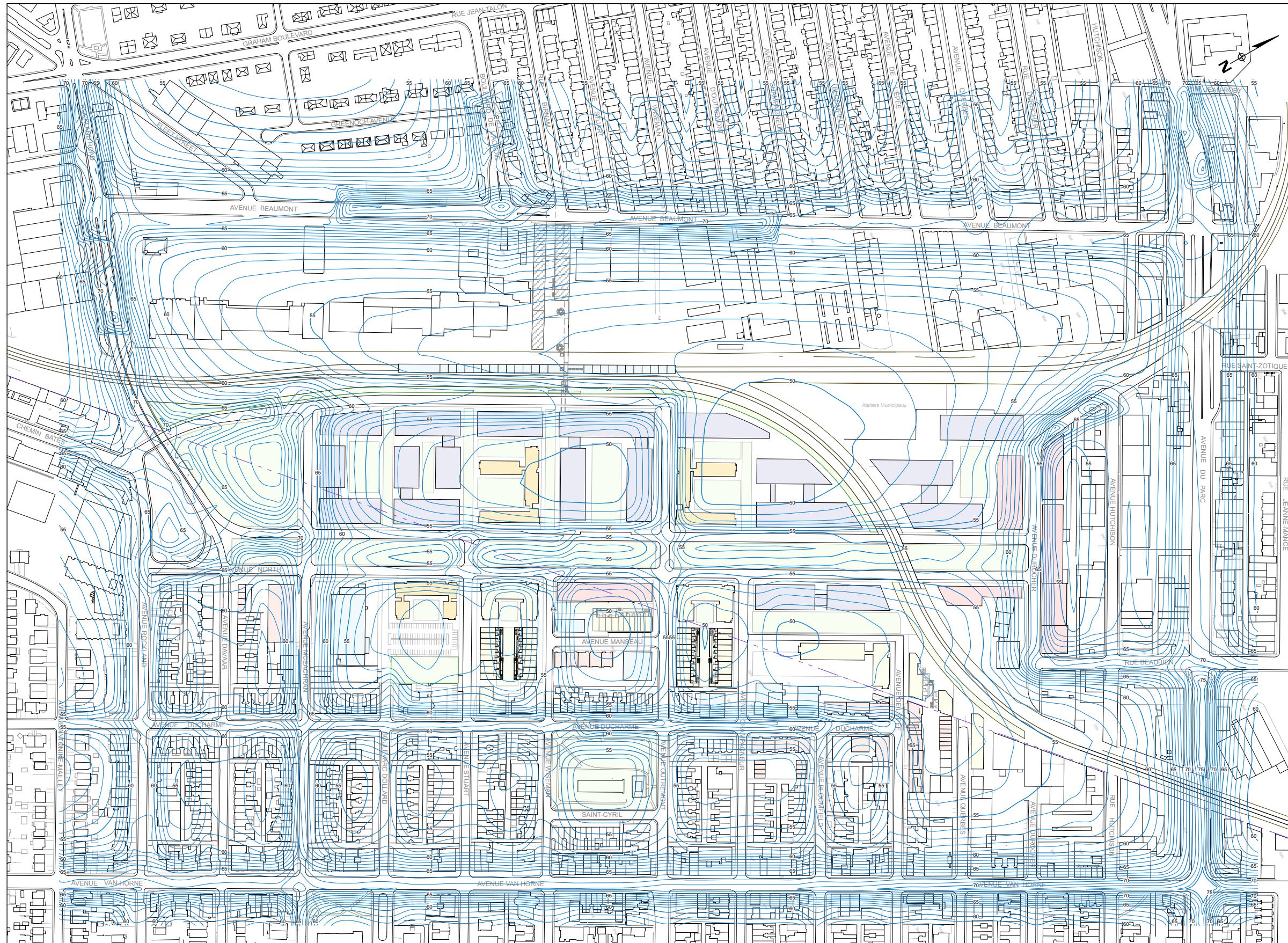
- les résultats de la modélisation sont pour la plupart des points d'analyse du bruit communautaire comparables aux niveaux continus équivalents mesurés en période diurne, tout particulièrement pour les artères principales à la périphérie du site;
- la partie la plus intéressante de la modélisation concerne les nouvelles voies de circulation qui donnent accès au campus : selon l'étude de Cima+, 37% des entrées sur le nouveau campus se feront à partir de Rockland, c'est-à-dire par la voie sud de la nouvelle avenue centrale et par le prolongement de l'avenue Bates (parallèle aux voies de chemin de fer); 31% des entrées se feront également par les rues Beaubien et Durocher, c'est-à-dire par la partie nord de la nouvelle avenue centrale, après le passage en tunnel sous les voies de chemin de fer;
- les niveaux  $L_{eq}$  correspondant à ces entrées passent de plus de 65 dB(A) sur les deux bretelles d'entrée de Rockland ou bien sur la rue Beaubien à environ 59 dB(A) pour les carrefours Stuart et Outremont au milieu du campus;
- le reste des accès se répartit pour 16% sur l'avenue McEachran, 8% sur l'avenue Stuart et 6% sur l'avenue Outremont;
- selon les résultats de la modélisation, le trafic additionnel ne semble pas perturber le quartier résidentiel existant, puisque les valeurs obtenues restent comparables aux niveaux mesurés le long de l'avenue Ducharme par exemple (à noter que, suite à l'évolution du plan d'aménagement, les rues supportant ce trafic vers le campus sont différentes de celles figurant dans l'étude de Cima+).



## 6.2 Résultats des niveaux de bruit en heure de pointe du soir

Pour l'heure de pointe du soir (sortie du campus de 16h30 à 17h30), les résultats de la grille de calcul ont été également interpolés avec le logiciel NMPlot; ces résultats sont reproduits sur la carte N °4. À propos de cette seconde carte de bruit, on peut faire les remarques suivantes :

- globalement, les résultats de la modélisation sont encore similaires aux niveaux continus équivalents mesurés en période diurne;
- en ce qui concerne les nouvelles voies de circulation qui permettent cette fois de quitter le campus : selon l'étude de Cima+, 27% des sorties du campus se feront vers le viaduc Rockland, c'est-à-dire par la voie nord de la nouvelle avenue centrale, et 22% par le prolongement de l'avenue Bates (parallèle aux voies de chemin de fer), ces 22% se divisant en 10% vers la partie ouest de l'avenue Bates et 12% sur l'avenue Rockland (vers Van Horne); 27% des sorties se feront également par la voie sud de la nouvelle avenue centrale, en passant par le tunnel sous les voies de chemin de fer, puis vers les rues Durocher et Beaubien ;
- les niveaux  $L_{eq}$  correspondant à ces sorties atteignent 70 dB(A) sur la bretelle d'accès au viaduc Rockland et un peu plus de 65 dB(A) sur la rue Beaubien, alors que les niveaux sont encore de 57 dB(A) pour les carrefours Stuart et Outremont au milieu du campus;
- le reste des sorties se répartit pour 4% sur l'avenue Davaar, 9% sur l'avenue Outremont et 8% sur les avenues Champagneur et Bloomfield (à cause du feu de circulation);
- là encore, selon les résultats de la seconde modélisation, le trafic additionnel ne semble pas trop perturber le quartier résidentiel existant (à noter que les rues supportant ce trafic du soir originant du campus sont encore légèrement différentes de celles figurant dans l'étude de Cima+).



**GROUPE CARDINAL HARDY**

377 ouest, de la Commune  
Montréal, Québec, H2Y 2E2  
Canada



**LÉGENDE**

65 Niveaux continus équivalents Leq en dB(A)

**ACOUSTEC inc.**

106, de la Chaudière Tél.: (418) 834-1414  
St-Nicolas (Québec) Fax: (418) 834-1176  
G7A 2R8 courrier@acoustec.qc.ca

DESSIN: Bernard MIGNERON, tech.

VÉRIFICATION: Jean-Gabriel MIGNERON, ing.

**TITRE DU PROJET**

**ÉTUDE ACOUSTIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT  
DU CAMPUS OUTREMONT  
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

**TITRE DU DESSIN**

**MODÉLISATION DU BRUIT  
RÉSULTANT DE L'ENSEMBLE  
DU TRAFIC AUTOMOBILE  
À L'HEURE DE POINTE DU  
SOIR (16h30-17h30)**

NO DE DOSSIER  
116-007-00

DATE  
juin 2006

PAGE  
4  
5

## 7. MODÉLISATION DU BRUIT DE LA CIRCULATION FERROVIAIRE

### 7.1 *Nature du bruit produit par la circulation ferroviaire*

Le bruit de la circulation ferroviaire provient de trois sources sonores qui sont les locomotives, avec principalement les échappements des moteurs diesels, le sifflement ou les cloches et les bruits produits par l'interaction des roues avec les rails. Puisque la nature de ces sources de bruit peut être très différente, il convient de les considérer séparément, puis de sommer les niveaux de bruit résultants. Les sifflets et les cloches étant proscrits lors de la traversée de la cour de triage Outremont, ce type de source peut d'ores et déjà être éliminé : il reste donc le bruit des motrices et le bruit des roues sur les rails.

Dans le contexte nord-américain, la traction diesel avec génératrice étant généralisée, le bruit des locomotives, plutôt constitué de basses fréquences, se trouve radié assez haut au-dessus du sol. Une hauteur de source de 4 m au-dessus des voies est généralement recommandée pour les calculs d'impact. Les principaux paramètres qui vont influencer les niveaux de bruit générés par les locomotives, sont le nombre de motrices, le nombre de wagons par motrice et la vitesse de circulation des trains.

En ce qui concerne les bruits résultant de l'interaction des roues sur les rails, leur mode de génération est plus complexe, ils dépendent de l'état et de la longueur des rails (les joints soudés sont moins bruyants), de l'état du matériel roulant, de la courbure des voies, de la position des boggies sous la caisse des wagons, et bien sûr du nombre de wagons et de la vitesse de circulation des trains. Il est reconnu que le bruit des roues sur les rails se comporte comme un dipôle acoustique des deux côtés de la voie ferrée, avec un angle de propagation privilégié d'environ 30° par rapport au sol. Pour les calculs d'impact une hauteur de 0,5 m est recommandée par la SCHL, alors qu'une hauteur de 0,8 m est recommandée dans plusieurs modèles européens (la modélisation qui sera réalisée par la suite considérera une hauteur de source de 0,8 m pour le bruit de roues).

La vibration des roues peut provoquer des bruits impulsifs et stridents comme les crissements qui ont été notés lors de l'enregistrement des trains de marchandises traversant la cour de triage Outremont (voir graphiques N°1 et 2); ces bruits pourront d'ailleurs se trouver accentués avec la courbure des voies. Les arrêts des trains en gare peuvent provoquer également d'autres types de bruit, comme le freinage ou le tamponnement des wagons (voir graphiques N°6 et 7). D'autre part, des sources supplémentaires de bruit peuvent s'ajouter aux bruits des motrices et des roues sur les rails, il peut s'agir des unités de climatisation des conteneurs, comme plusieurs des trains circulant vers le port peuvent en transporter, ou bien encore des unités de climatisation des wagons de passagers, comme pour les équipements de l'AMT.

7.2 *Établissement des niveaux de référence pour les quatre voies de chemin de fer relocalisées au nord du site*

La Société Canadienne d'Hypothèques et de Logement (SCHL) a développé, avec la collaboration du Conseil National de Recherches, un guide pour évaluer le bruit produit par le trafic ferroviaire ("*Le bruit du trafic routier et ferroviaire: ses effets sur l'habitation*", 1981). Ce guide présente des tableaux du bruit des locomotives, de l'interaction des roues sur les rails à différentes vitesses, du sifflement des locomotives, ainsi que des tableaux de correction de distance, d'effet de barrière et d'effet de surface du sol. Ces tableaux, bien adaptés au matériel ferroviaire nord-américain, permettent d'évaluer les niveaux de bruit générés par les trains avec une bonne précision. À partir de ces tableaux, il est possible, tout d'abord, d'établir les niveaux continus équivalents  $L_{eq}$  de 24 heures de référence à la distance de 30 m d'une voie de chemin de fer donnée (distance de référence choisie par le CNRC et la SCHL).

Ainsi, le tableau N°12 présente le calcul cumulatif pour obtenir les niveaux de référence applicables aux 4 voies ferrées relocalisées au nord du site. Ces 4 voies vont supporter l'ensemble du trafic ferroviaire futur, conformément aux débits établis dans le tableau N°1.

**TABLEAU N°12**  
**CALIBRATION DES NIVEAUX DE BRUIT PRODUITS À 30 M DES VOIES PAR**  
**L'ENSEMBLE DU TRAFIC FERROVIAIRE (SELON LE MODÈLE CNRC/SCHL)**

Compagnie	Voie 1 (sud)		Voie 2		Voie 3		Voie 4 (nord)	
	motrices	wagons	motrices	wagons	motrices	wagons	motrices	wagons
Canadien Pacifique	24	640	24	640	-	-	-	-
AMT	-	-	-	-	12	120	12	120
Québec-Gatineau	-	-	-	-	6	180	6	180
Niveau résultant dB(A)	57,0	53,0	57,0	53,0	56,0	53,5	56,0	53,5
Niveau total en dB(A)	58,5		58,5		58,0		58,0	

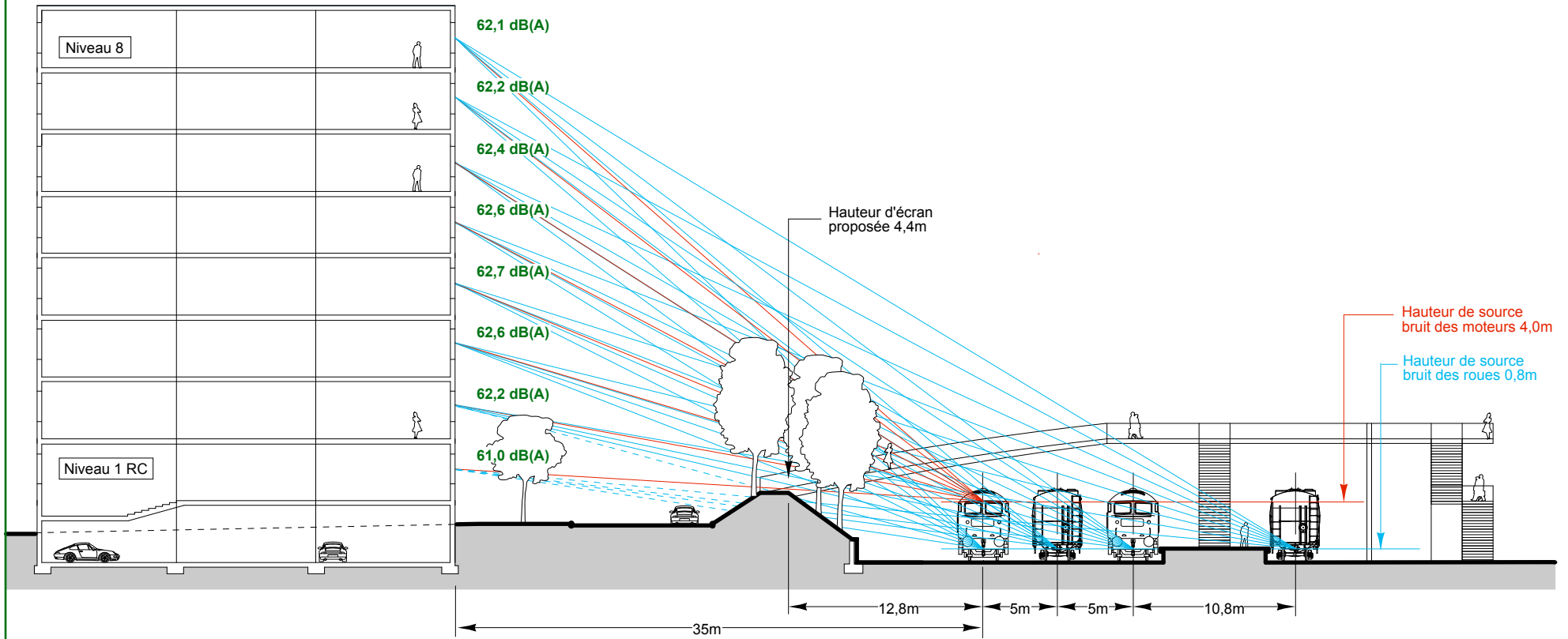


### 7.3 Niveaux de bruit résultants sur la façade nord des édifices institutionnels projetés

À partir du tableau précédent, plusieurs calculs forts intéressants peuvent être obtenus en ajoutant aux niveaux de référence l'effet de la distance, l'effet de sol (effet combiné de différents comportements acoustiques dont l'absorption du sol et l'effet du gradient de température) et l'effet des écrans qui peuvent s'opposer à la propagation directe des ondes acoustiques. Tous ces effets doivent être calculés séparément pour les deux hauteurs de sources, soit celle des moteurs et celle des roues. Les écrans sont constitués de tout matériau solide (bâtiment, mur ou butte de terre) qui peut s'opposer à la propagation du bruit. En pratique, s'il est possible de voir la source à partir d'un point récepteur, l'effet d'écran devient nul. Dans tout ce qui suit, les effets d'écran seront calculés en fonction de la différence de parcours des ondes acoustiques passant par-dessus l'écran et du cheminement direct entre la source et le récepteur (conformément à la théorie de Fresnel et à l'aide de la formule recommandée par le CNRC pour les sources linéaires).

La première application est illustrée dans le croquis N°1, elle concerne la disposition retenue par le Groupe Cardinal-Hardy pour l'aménagement de l'espace compris entre les 4 voies ferrées au nord du site et les nouveaux bâtiments institutionnels de 8 étages. Entre la voie de circulation constituée par le prolongement de l'avenue Bates et les voies de chemins de fer, les architectes ont proposé une butte avec un traitement paysager, d'une hauteur nominale de 4,4 m au-dessus des voies, retenue du côté de ces dernières par un mur de soutènement d'environ 2 m de hauteur (*écran de type "A"*).

Niveau continu équivalent Leq  
modélisé devant la façade



**CROQUIS N° 1** VISUALISATION DE L'EFFET D'ÉCRAN AVEC LA BUTTE DE PROTECTION PROPOSÉE POUR LES QUATRE VOIES NORD

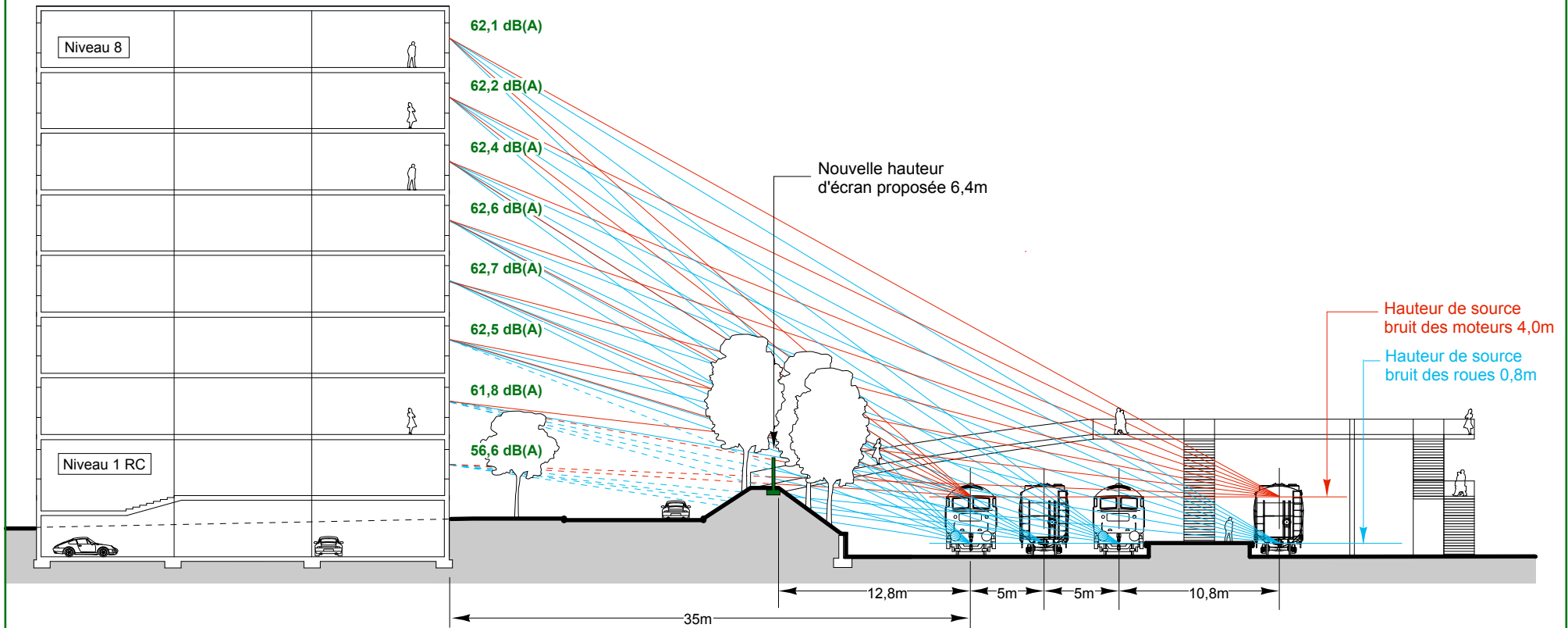
Le tableau N°13 présente les niveaux totaux obtenus, en terme de  $L_{eq}$  24 heures, devant les fenêtres des futurs édifices institutionnels. Comme on peut le constater sur ce tableau, de même que sur le croquis N°1, l'effet d'écran est limité au seul bruit des roues sur les rails, les motrices sont trop hautes pour bénéficier d'un effet d'écran, même pour les fenêtres du rez-de-chaussée. Comme on peut le constater dans le tableau N°13, le niveau de bruit est maximum devant les fenêtres du 4<sup>ème</sup> étage, au-dessus il décroît du fait de l'effet de la distance.

Sans modifier la proposition originale des architectes, le croquis N°2 présente la même butte que précédemment avec l'ajout d'un mur écran supplémentaire de 2 m au sommet de la butte, ce qui porte l'écran à une hauteur totale de 6,4 m au-dessus des voies. Comme le montre ce croquis, l'effet d'écran intervient alors pour les deux motrices les plus proches, mais uniquement pour les fenêtres de deux premiers niveaux. La dernière colonne du tableau N°13 présente les résultats obtenus avec ce nouvel écran. L'amélioration des résultats est significative pour les fenêtres du rez-de-chaussée, mais tout gain disparaît après le troisième étage. On peut constater ainsi que l'amélioration de l'écran de type "A" n'est pas évidente et que les coûts risquent d'être prohibitifs avec l'accroissement de sa hauteur (voir en annexe la version finalement proposée avec un mur végétalisé).

**TABLEAU N°13**  
**NIVEAUX DE BRUIT PRÉVISIBLES POUR L'ENSEMBLE DU TRAFIC FERROVIAIRE SUR**  
**LES FAÇADES NORD DES ÉDIFICES INSTITUTIONNELS DE 8 ÉTAGES ( $L_{eq}$  24h)**

<i>Niveau devant la façade</i>	<i>Bruit des motrices</i>	<i>Bruit des roues</i>	<i>Total avec effet de sol et écran</i>	<i>Total avec effet de sol et écran 6,4 m</i>
Niveau1 (RC)	59,8	53,8	61,0	56,6
Niveau 2	60,6	56,2	62,2	61,8
Niveau 3	60,8	57,7	62,6	62,5
Niveau 4	60,9	57,8	62,7	62,7
Niveau 5	60,8	57,8	62,6	62,6
Niveau 6	60,6	57,7	62,4	62,4
Niveau 7	60,4	57,6	62,2	62,2
Niveau 8	60,2	57,4	62,1	62,1

Niveau continu équivalent  $L_{eq}$   
modélisé devant la façade



**CROQUIS N° 2** AUGMENTATION POSSIBLE DE L'EFFET D'ÉCRAN AVEC LA BUTTE DE PROTECTION PROPOSÉE POUR LES QUATRE VOIES NORD

#### 7.4 Niveaux de bruit résultants sur les façades de nouveaux édifices résidentiels

De la même manière, on peut calculer les niveaux de bruit prévisibles devant la façade d'un édifice résidentiel de 4 niveaux. Néanmoins, en fonction de l'aménagement projeté du site, les calculs qui suivent ne concernent plus que les deux premières voies ferrées, soit celles du Canadien Pacifique vers, ou en provenance du port de Montréal. Les résultats correspondants font l'objet du tableau N°14, pour des façades résidentielles localisées à différentes distances de l'axe de la voie ferrée la plus proche.

**TABLEAU N°14**  
**NIVEAUX DE BRUIT PRÉVISIBLES POUR LES ÉDIFICES RÉSIDENTIELS ( $L_{eq}$  24h)**

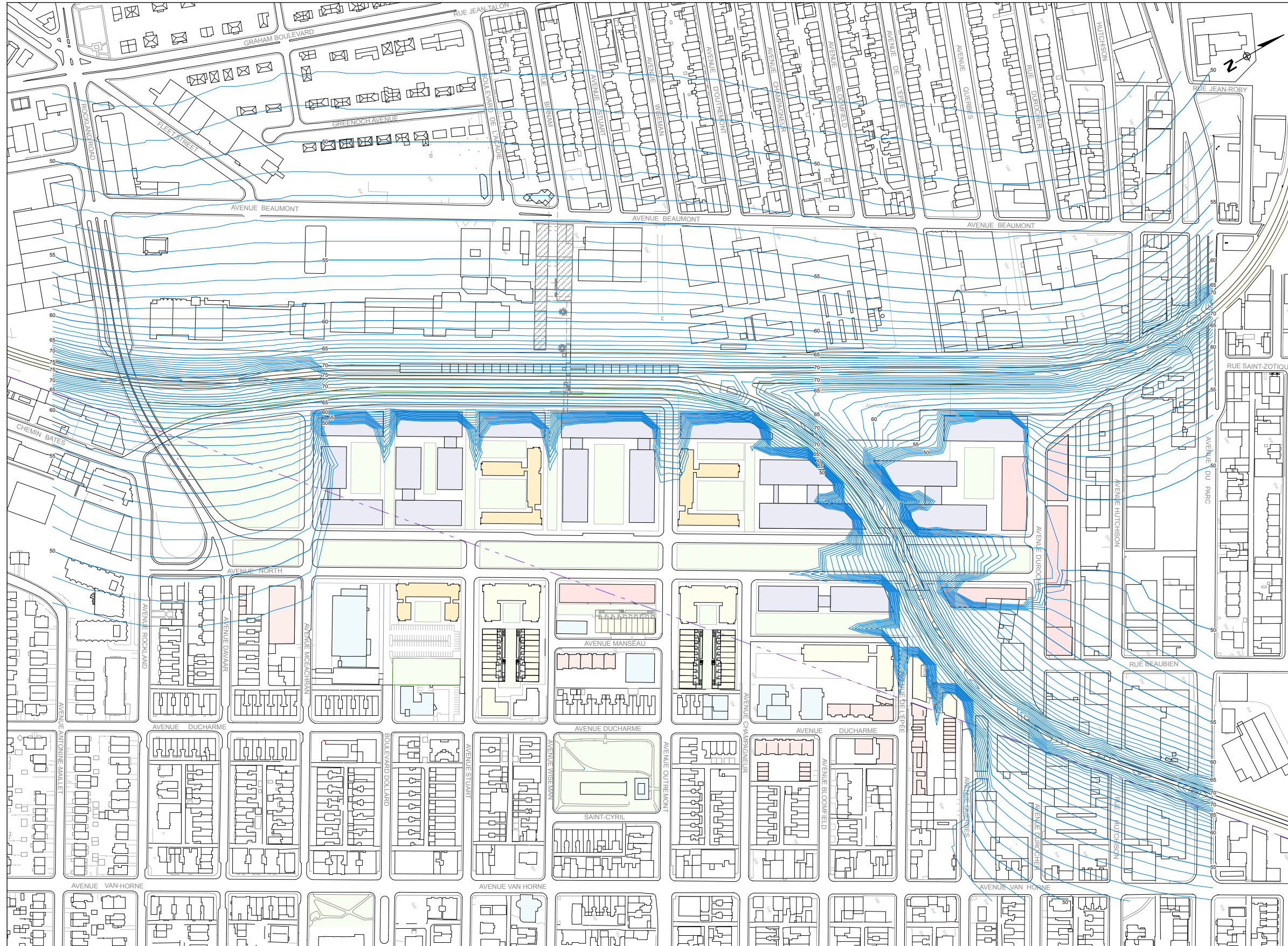
<i>Distance et effet de sol</i>	<i>30 m</i>	<i>50 m</i>	<i>100 m</i>
Niveau 1 (RC)	59,5	57,0	53,6
Niveau 2	60,4	57,9	54,5
Niveau 3	60,8	58,3	54,9
Niveau 4	60,7	58,6	55,1

Comme on peut le constater, les niveaux admissibles envisagés précédemment à l'extérieur des bâtiments résidentiels, ne sont pas respectés, il faut dépasser la distance de 100 m pour que le niveau équivalent  $L_{eq}$  de 24 heures tombe en dessous de 55 dB(A). Il faut donc tentativement ajouter un mur écran et, surtout, protéger les façades résidentielles de l'impact du bruit.

## 7.5 Modélisation de l'impact de l'ensemble du trafic ferroviaire projeté

De façon plus complète, pour l'ensemble des activités ferroviaires telles qu'elles seront localisées sur le site, une modélisation a été réalisée avec les paramètres de circulation du tableau N°1. Pour cette étude, la carte d'isocontours de niveau de bruit continu équivalent de 24 heures ( $L_{eq\ 24h}$ ) a été produite avec le logiciel "IMPACT" développé au Centre de recherche en aménagement de l'Université Laval à partir de 1985. Ce logiciel permet le calcul du niveau de bruit produit par des lignes de sources (voies de circulation routière ou ferroviaire) ou des sources de bruit ponctuelles, notamment des sources de bruit industrielles; il prend en compte la topographie, l'effet de sol, les écrans simples ou multiples, les réflexions et la directivité horizontale des sources. Pour le projet, le logiciel IMPACT a été calibré à partir des niveaux mesurés lors de l'enregistrement des passages de trains de marchandises sur les voies principales actuelles de la gare de triage. Les hauteurs des lignes de sources considérées ont été comme précédemment de 0,8 m et de 4 m, respectivement pour les roues et les motrices, et une distance de 10 m a été retenue pour la répartition de la puissance acoustique au long de ces lignes de sources. Le logiciel aurait également pu traiter le bruit provenant du sifflement des locomotives comme des sources ponctuelles mais, comme il a été mentionné antérieurement, le Canadien Pacifique ne permet pas le sifflement à l'intérieur de la zone d'étude, cette source de bruit n'a donc pas été prise en considération pour la modélisation.

La carte N°5 présente les isocontours des niveaux continus équivalents du bruit des activités ferroviaires pour une période de 24 heures, avec comme écrans tous les premiers édifices institutionnels de 8 ou 6 étages prévus le long des voies, ainsi que les édifices résidentiels les plus proches (18 écrans au total). Ces isocontours ont été établis à partir d'une grille de plus de 3000 points d'écoute localisés à 1.5 m au-dessus du sol. La carte montre que les niveaux continus équivalents de bruit sur les façades des bâtiments institutionnels les plus proches des voies de chemin de fer seront de l'ordre de 60 à 63 dB(A), soit des valeurs très comparables à celles calculées dans le tableau N° 13 et figurant sur le croquis N°1. La carte montre également l'effet d'écran remarquable que procure la rangée des grands bâtiments institutionnels. Seules les ouvertures de l'avenue Outremont et, surtout, celle du parc linéaire est-ouest, avec sa large esplanade centrale, laissent quelque peu le bruit se propager vers le reste du site.



**GROUPE CARDINAL HARDY**

377 ouest, de la Commune  
Montréal, Québec, H2Y 2E2  
Canada



**LÉGENDE**

65 Niveaux continus équivalents Leq(24h) en dB(A)

**ACOUSTEC inc.**

106, de la Chaudière St-Nicolas (Québec) G7A 2R8  
Tél.: (418) 834-1414 Fax: (418) 834-1176  
courrier@acoustec.qc.ca

DESSIN: Bernard MIGNERON, tech.

VÉRIFICATION: Jean-Gabriel MIGNERON, ing.

TITRE DU PROJET  
**ÉTUDE ACOUSTIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT  
DU CAMPUS OUTREMONT  
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL**

TITRE DU DESSIN  
**MODÉLISATION DU BRUIT  
RÉSULTANT DE L'ENSEMBLE  
DU TRAFIC FERROVIAIRE  
PROJETÉ**

NO DE DOSSIER  
116-007-00

DATE  
juin 2006

PAGE  
5 / 5

## 8. MESURES DE MITIGATION RELATIVES À L'IMPACT DES ACTIVITÉS FERROVIAIRES

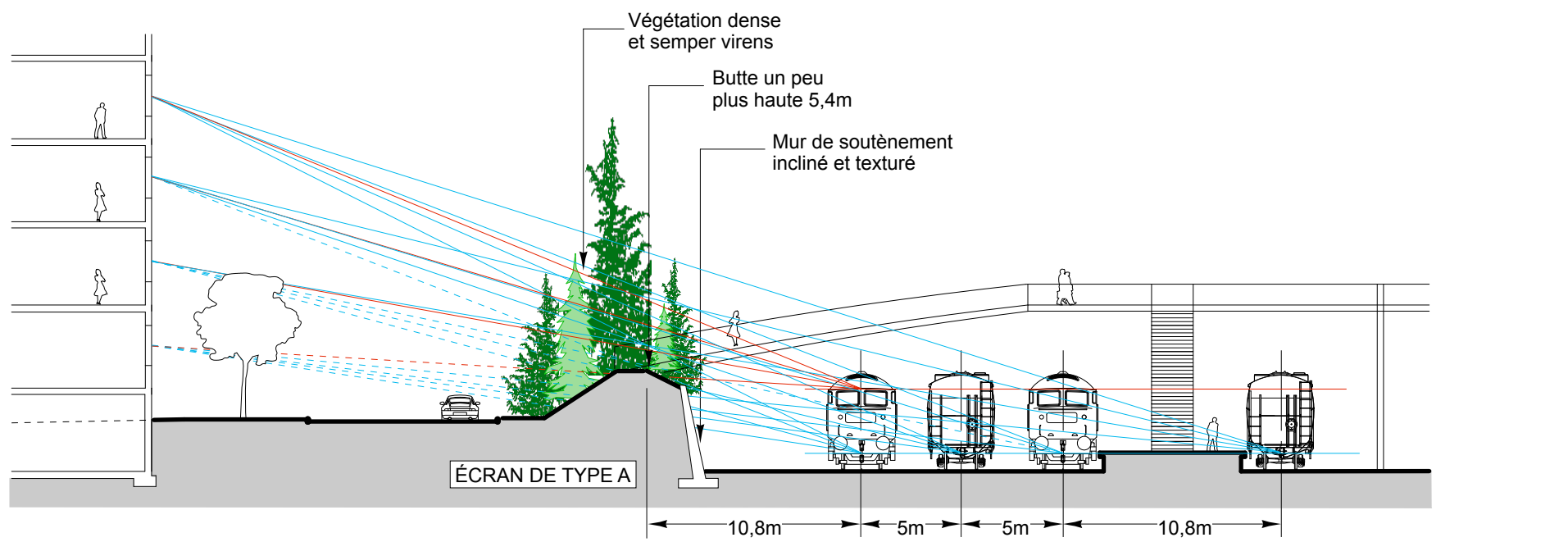
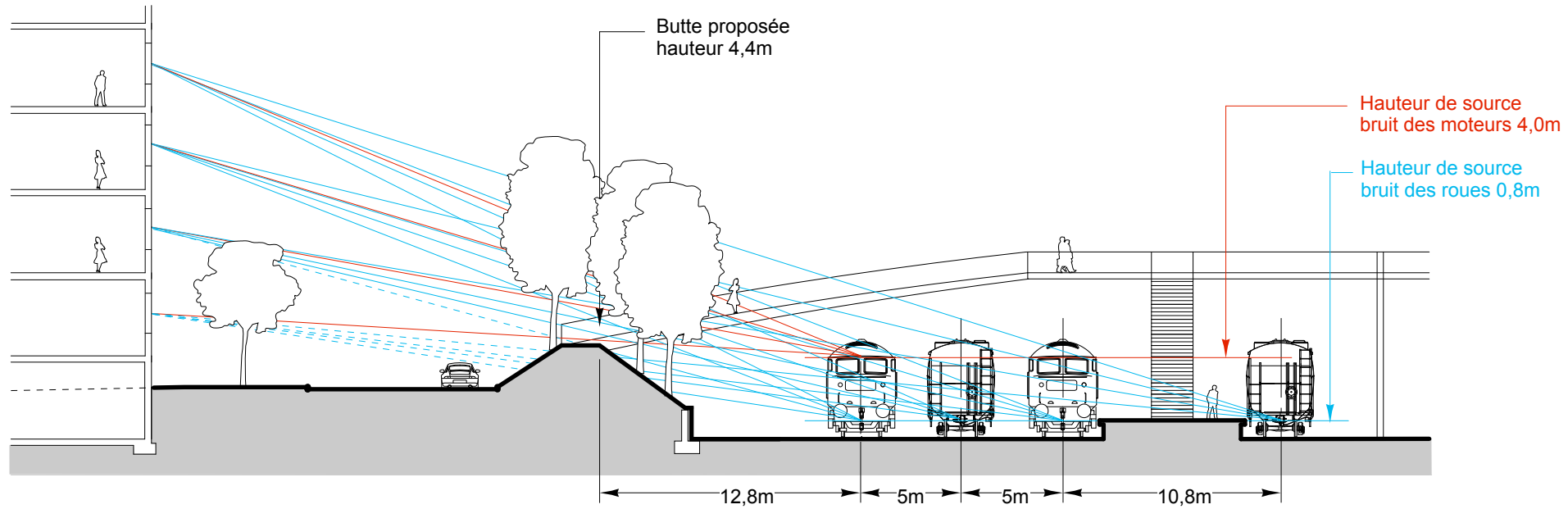
### 8.1 Optimisation de l'écran de type "A" proposé pour le corridor ferroviaire nord

L'écran de type "A" correspond à la butte avec un aménagement paysager prévue entre le corridor ferroviaire nord et le prolongement de l'avenue Bates bordant les édifices institutionnels de 8 étages. Cet écran a déjà été présenté dans les croquis N°1 et 2. Comme il a été vu précédemment, avec le calcul d'une seconde version de l'écran de 6,4 m de hauteur au-dessus des voies, l'augmentation de l'efficacité de l'écran de type "A" n'est pas facilement réalisable. À partir du design initialement proposé par les architectes du Groupe Cardinal-Hardy, il est cependant possible d'apporter quelques améliorations, ce sont ces améliorations qui font l'objet du croquis n°3 :

- tout d'abord la butte avec aménagement paysager peut être rapprochée d'environ 2m vers les voies de chemin de fer, avec un mur de soutènement plus haut que celui proposé initialement;
- en profitant de l'espace disponible la butte peut être légèrement relevée et son sommet porté à 5,4 m au-dessus des voies ferrées;
- le mur de soutènement du côté des voies pourrait être incliné pour détourner les réflexions des bruits résultant de l'interaction des roues sur les rails et sa surface est texturée, afin de réduire ces réflexions;
- enfin, la végétalisation de la butte devrait se faire de façon très dense, avec des espèces sempervirentes, sans aucun trou dans la couverture végétale.

Une telle disposition pourrait avoir une influence acoustique jusqu'au 3<sup>ème</sup> niveau des futurs bâtiments institutionnels et, visuellement, son efficacité pourrait se faire sentir jusqu'au 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> niveau (voir la version finale de l'écran de type "A" en annexe).





**CROQUIS N° 3** OPTIMISATION DE LA BUTTE DE PROTECTION PROPOSÉE POUR LES QUATRE VOIES NORD

## 8.2 Optimisation de l'écran de type "B" proposé pour les voies vers le port

L'écran de type "B" est le dispositif de mitigation proposé pour toute la portion des voies du Canadien Pacifique se dirigeant vers le port de Montréal, soit entre le viaduc traversant l'avenue central est-ouest et l'avenue Durocher (voir carte N°1). Comme le montre le croquis N°4, il s'agit d'un écran absorbant placé sur l'emprise des voies ferrées, d'une hauteur nominale de 2 m au-dessus de ces dernières, et conçu spécialement pour réduire le bruit des roues sur les rails. Une telle disposition est couramment employée dans les pays européens, tous particulièrement pour les TGV. À propos de ce type d'écran, il est possible de faire les remarques suivantes :

- généralement en béton, l'infrastructure qui doit supporter un écran de ce type peut être relativement légère;
- la finition absorbante peut être obtenue avec de la mousse d'argile, avec un béton aéré comportant des particules de caoutchouc ou bien encore, avec un béton incorporant des particules de bois (plusieurs produits commerciaux sont disponibles pour les écran routiers, tels que les panneaux de la compagnie Durisol, avec un indice NRC "*Noise Réduction Coefficient*" de 0,70);
- une distance de sécurité de 3 m à l'axe de la voie ferrée la plus proche peut être ménagée pour le personnel oeuvrant sur les voies;
- l'écran peut être construit des deux côtés des voies de *l'embranchement Outremont* (voies se dirigeant vers le port de Montréal) et il peut être intégré visuellement avec une talus paysager;
- son efficacité est excellente mais uniquement réservée au bruit résultant de l'interaction des roues sur les rails.

La localisation d'un tel écran est recommandée tout au long des deux courbes des voies ferrées vers le port, tout d'abord pour éviter l'impact des crissements des roues sur les rails, dont la fréquence risque d'être amplifiée par la courbure des voies, et ensuite, pour protéger les édifices résidentiels prévus dans cette partie du site, au bout des avenues De l'Épée, Querbes et, éventuellement, de l'avenue Durocher

Le tableau N°15 reprend les calculs du tableau N°14 pour des immeubles résidentiels voisins de 30, 50 et 100 m de distance de l'axe de la voie ferrée la plus proche, en introduisant cette fois l'effet de l'écran de type "B". Comme on peut le constater, les niveaux admissibles à l'extérieur des bâtiments résidentiels, ne sont toujours pas respectés, il faut dépasser la distance de 100 m pour que le niveau équivalent  $L_{eq}$  de 24 heures devienne presque acceptable. La protection des façades sera donc absolument nécessaire pour l'implantation de tout nouvel édifice résidentiel dans cette partie du site.

**TABLEAU N°15**  
**NIVEAUX DE BRUIT PRÉVISIBLES POUR DES ÉDIFICES RÉSIDENTIELS AVEC**  
**L'ÉCRAN FERROVIAIRE DE TYPE "B" (Leq 24h)**

<i>Distance avec effet de sol et écran de 2m</i>	<i>30 m</i>	<i>50 m</i>	<i>100 m</i>
Niveau1 (RC)	58,6	56,2	52,9
Niveau 2	59,9	57,2	53,7
Niveau 3	60,8	57,9	54,2
Niveau 4	60,7	58,2	54,5

Complémentairement, le tableau N°16 met en évidence l'efficacité de l'écran de type "B" pour le bruit des roues sur les rails. La seconde partie du tableau montre que cette efficacité croît lorsque la source sonore se rapproche des rails, ce qui sera certainement le cas lors de la génération de bruits de crissements dans la courbure des voies ferrées.

**TABLEAU N°16**  
**ATTÉNUATION MOYENNE POUR DES DISTANCES DE 30 À 100 M, TELLE QUE**  
**PROCURÉE PAR L'ÉCRAN FERROVIAIRE DE TYPE "B"**

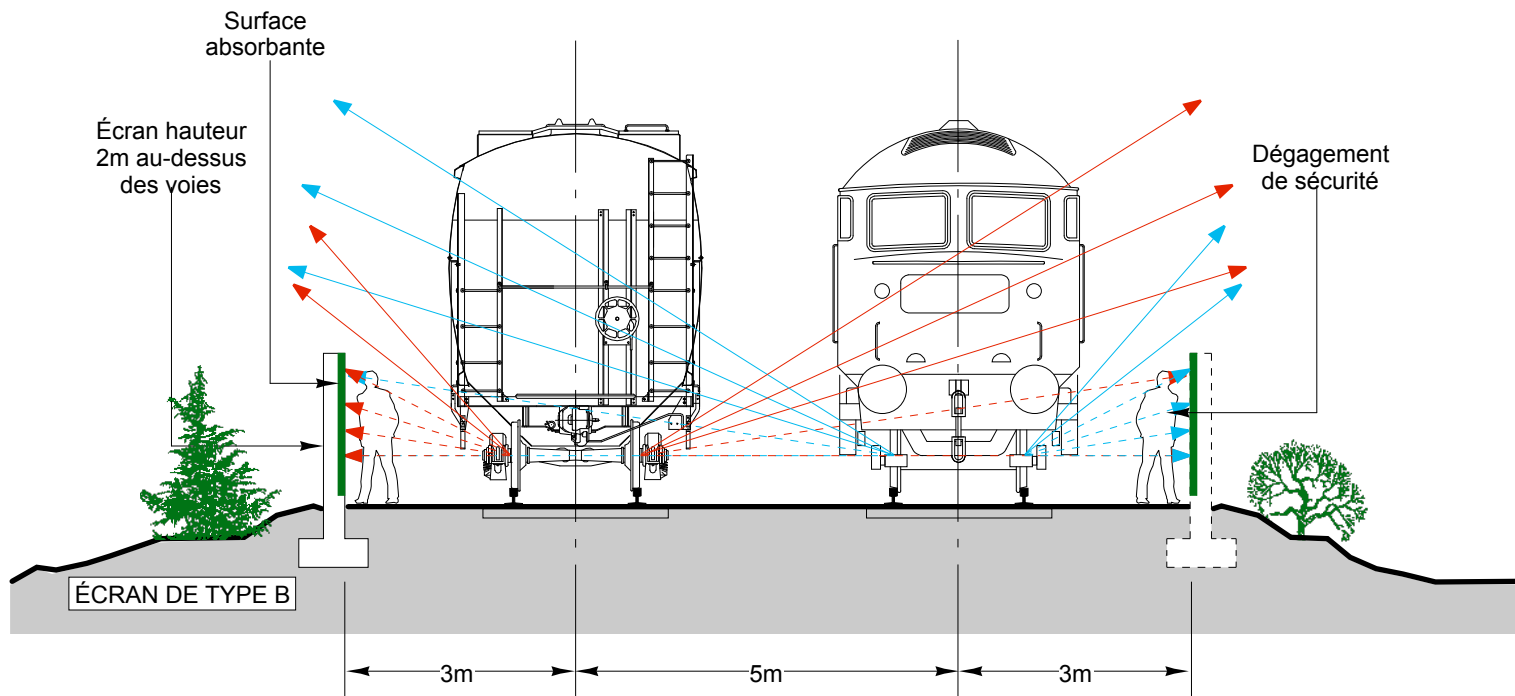
<i>Bruit des roues (h = 0,80 m)</i>	<i>Voie 1</i>	<i>Voie 2</i>
Niveau 1 (RC)	8,8	5,6
Niveau 2	7,5	2,1
Niveau 3	5,7	0,7
Niveau 4	3,8	0,0
<i>Bruit du rail (h = 0,30 m)</i>	<i>Voie 1</i>	<i>Voie 2</i>
Niveau 1 (RC)	10,9	7,7
Niveau 2	10,0	5,1
Niveau 3	8,9	2,5
Niveau 4	7,5	1,4

Pour compléter le tour de la situation des façades résidentielles exposées au bruit généré par le trafic ferroviaires se dirigeant vers le port de Montréal, le tableau N°17 reprend les calculs du tableau N°14 pour des immeubles résidentiels voisins de 30, 50 et 100 m de distance de l'axe de la voie ferrée la plus proche, mais en remplaçant l'indice  $L_{eq}$  24h, calculé précédemment, par le niveau maximum relevé pendant le passage des locomotives. Dans ce nouveau tableau, l'effet d'atténuation procuré par l'écran de type "B" a été négligé, étant donné la hauteur de la source de bruit des motrices. Comme on peut le constater, les niveaux maximaux résultants à l'extérieur des bâtiments résidentiels dépassent encore 70 dB(A) à 100 m de distance. Ces niveaux maximaux de bruit vont servir à établir l'isolation acoustique requise pour la fenestration des édifices résidentiels projetés.

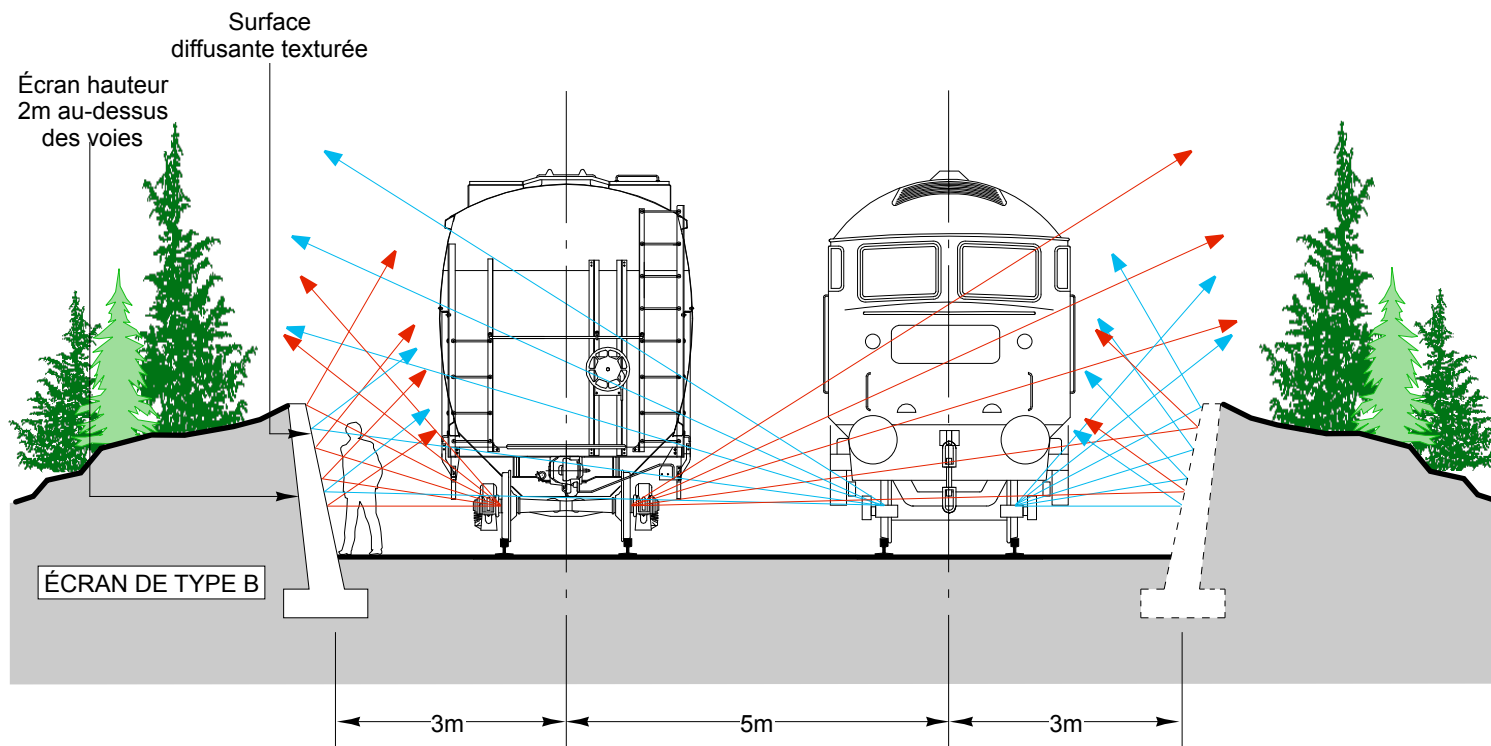
**TABLEAU N°17**  
**NIVEAUX DE BRUIT PRÉVISIBLES POUR DES ÉDIFICES RÉSIDENTIELS EN TERME DE BRUIT DE POINTE AU PASSAGE DES MOTRICES (DÉRANGEMENT 50 SEC.)**

<i>Distance avec effet de sol</i>	<i>30 m</i>	<i>50 m</i>	<i>100 m</i>
Niveau1 (RC)	77,6	75,2	71,8
Niveau 2	78,3	75,9	72,6
Niveau 3	78,6	76,2	72,9
Niveau 4	78,8	76,4	73,1

L'écran de type "B" peut être difficilement optimisé, autrement qu'en élevant sa hauteur à plus de 4 m au-dessus des voies ferrées (voir les croquis N°8 et N°11 en annexe). Il peut cependant être réalisé de manière différente. À ce sujet, le croquis N°5 présente une version différente de l'écran de type "B", bien que sa hauteur au-dessus des voies ferrées reste de 2 m. Dans cette variante, le mur écran absorbant est remplacé par un mur incliné et texturé qui pourra réfléchir et diffuser le bruit des roues sur les rails, dans une direction opposée à la localisation résidentielle. Une telle disposition pourrait être éventuellement préférée par le Canadien Pacifique, pour permettre un déneigement plus aisé des voies ferrées, ou bien à cause de sa plus grande durabilité (voir l'alternative de l'écran de type "C" localisé à la limite de l'emprise des voies ferrées, cette proposition récente fait l'objet du croquis N°11 en annexe).



**CROQUIS N°4** SCHÉMA DE PRINCIPE POUR L'INSONORISATION DU BRUIT DES ROUES SUR LES RAILS (L'ÉCRAN PEUT ÊTRE D'UN SEUL CÔTÉ)



**CROQUIS N° 5** AUTRE DISPOSITION POSSIBLE POUR L'INSORISATION DU BRUIT DES ROUES SUR LES RAILS (L'ÉCRAN PEUT ÊTRE D'UN SEUL CÔTÉ)

### 8.3 Protection des façades des édifices institutionnels

Pour la protection des édifices institutionnels contre le bruit des activités ferroviaires, il faut prévoir que toutes les façades des grands bâtiments construits le long des voies ferrées seront soumises à des niveaux de bruit continu équivalent  $L_{eq}$  de 24 heures supérieurs à l'objectif général de 55 dB(A). Ce sont plutôt des niveaux continus de 60 à 63 dB(A) (niveau réparti sur 24 heures) et des niveaux de bruit de pointe de près de 80 dB(A), lors du passage des locomotives, qui seront perçus sur ces façades.

La seule protection possible pour ces bâtiments concerne donc le traitement de la fenestration. Le degré d'isolement acoustique des fenêtres est généralement le point faible de toute une façade, car la masse surfacique totale et l'épaisseur des murs proprement dits sont suffisantes pour assurer une isolation adéquate contre le bruit urbain. À titre d'information, le tableau N°18 donne les résultats du calcul de l'isolement requis pour les fenêtres de différents locaux : pièce d'habitation, salle de conférence et salle de repos.

**TABLEAU N°18**  
**INDICE D'ISOLEMENT THÉORIQUE REQUIS DES FENÊTRES POUR UN NIVEAU DE BRUIT DE POINTE EXTÉRIEUR DE 80 dB(A)**

<i>Surface de la fenestration en m<sup>2</sup></i>	<i>Indice d'isolement STC</i>
Niveau de 35 dB(A) dans une pièce d'habitation de 12 m <sup>2</sup>	
1	35
2	38
3	39
4	41
Niveau de 35 dB(A) dans une salle de conférence de 375 m <sup>2</sup>	
24	35
36	36
48	38
72	39
100	41
Niveau de 40 dB(A) dans une salle de repos de 25 m <sup>2</sup>	
4	33
8	36
12	37
16	39

L'isolation acoustique des fenêtres est établie selon l'indice STC ("*Sound Transmission Class*"), cet indice dépend de la surface de la fenestration et de l'absorption acoustique des locaux concernés (donc de leur volume et de leur temps de réverbération optimum). Par exemple, pour dépasser un indice d'isolement de STC-35, une fenêtre thermos doit comporter au moins un verre de 4mm et un de 6mm et pour atteindre un indice d'isolement de STC-40, un verre de 8mm et un de 10mm sont requis. Bien entendu, les fenêtres ainsi installées ne peuvent s'ouvrir. Comme le montre la partie de gauche du croquis N°6, il est cependant possible d'assurer une ventilation dans un bâtiment institutionnel dont les fenêtres sont scellées (à noter qu'il s'agit seulement d'un schéma de principe, plusieurs éléments mécaniques du système de ventilation doivent être optimisés, comme le débit d'air, le contrôle de l'humidité, la condensation, etc.).

Enfin, même lorsque les édifices sont conçus initialement pour des systèmes HVAC centraux et, qu'en principe, les fenêtres doivent être scellées, la tendance actuelle vise à installer des systèmes hybrides qui permettent aux usagers d'ouvrir à leur convenance une partie de la fenestration. À titre d'exemple, la partie de droite du croquis N°6 montre un échantillon de façade hybride qui permet une ventilation locale partielle des locaux, tout en assurant un contrôle précis des gains thermiques et de l'isolation acoustique, pour un confort accru des occupants.



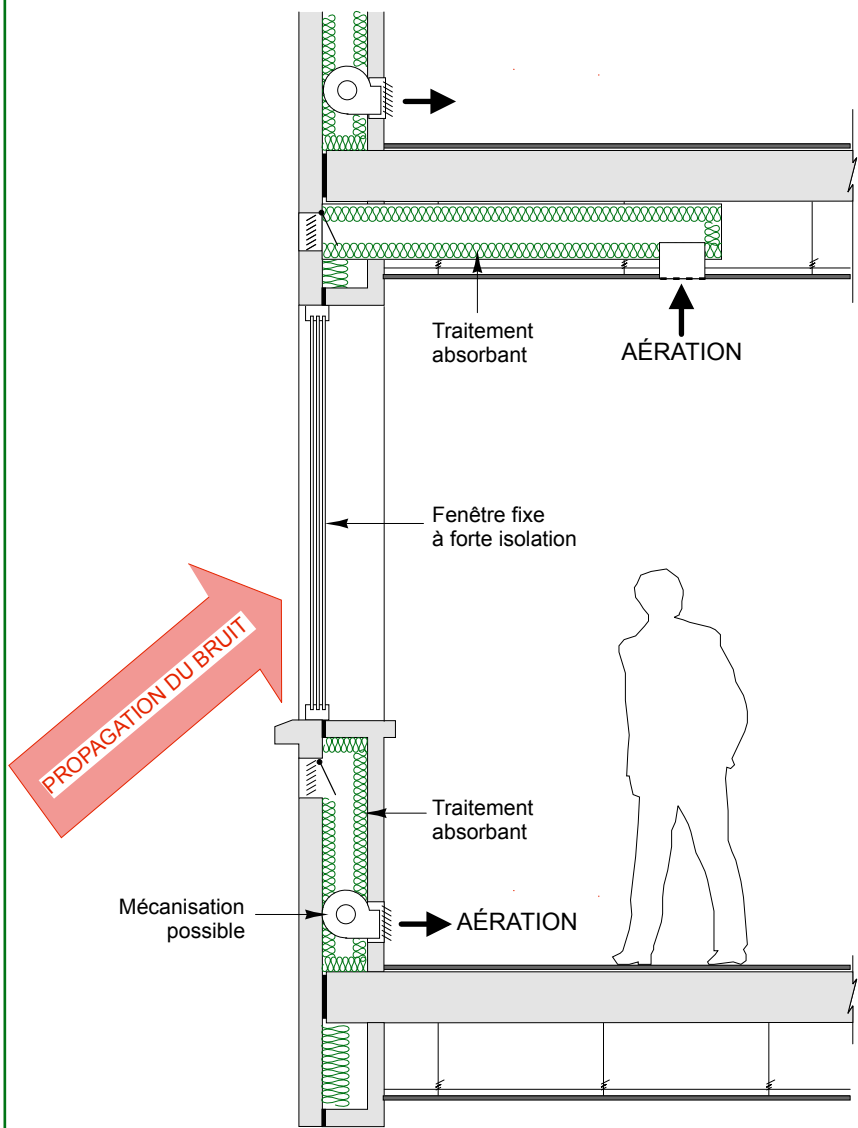
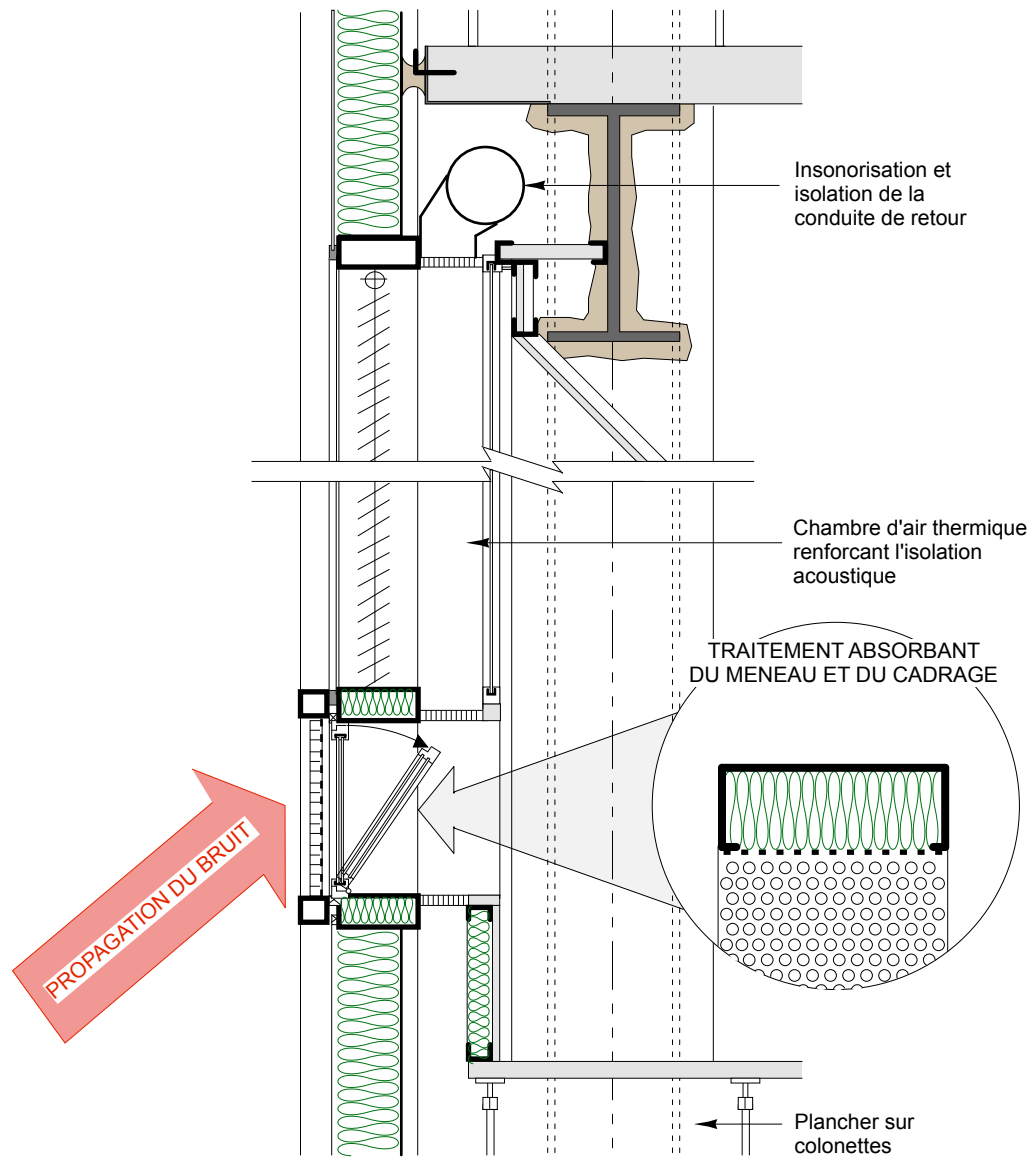


SCHÉMA DE PRINCIPE D'UN SYSTÈME DE VENTILATION INSONORISÉ



TRAITEMENT ACOUSTIQUE D'UN ÉDIFICE AVEC VENTILATION HYBRIDE

CROQUIS N° 6

#### 8.4 Protection des façades des édifices résidentiels

La qualité de la fenestration et ses performances en matière d'isolement sont toujours requises pour les façades des édifices résidentiels. La première partie du tableau N°18 s'applique d'ailleurs à une pièce d'habitation, comme une chambre à coucher, pour laquelle l'objectif du niveau de bruit résiduel intérieur doit être inférieur à 35 dB(A). En plus d'assurer une bonne isolation, il convient de prévenir les vibrations des vitrages lors du passage des motrices. La qualité de construction de la fenestration est donc primordiale, particulièrement du côté des voies de chemin de fer.

À la limite, pour les façades les plus exposées, il sera possible de prévoir des fenêtres complètement scellées, quitte à ajouter un dispositif de ventilation mécanique comme celui présenté dans la partie gauche du croquis N°6. Complémentairement à une telle disposition, la localisation des chambres à coucher devrait se faire, autant que possible, sur les façades les moins exposées au bruit.

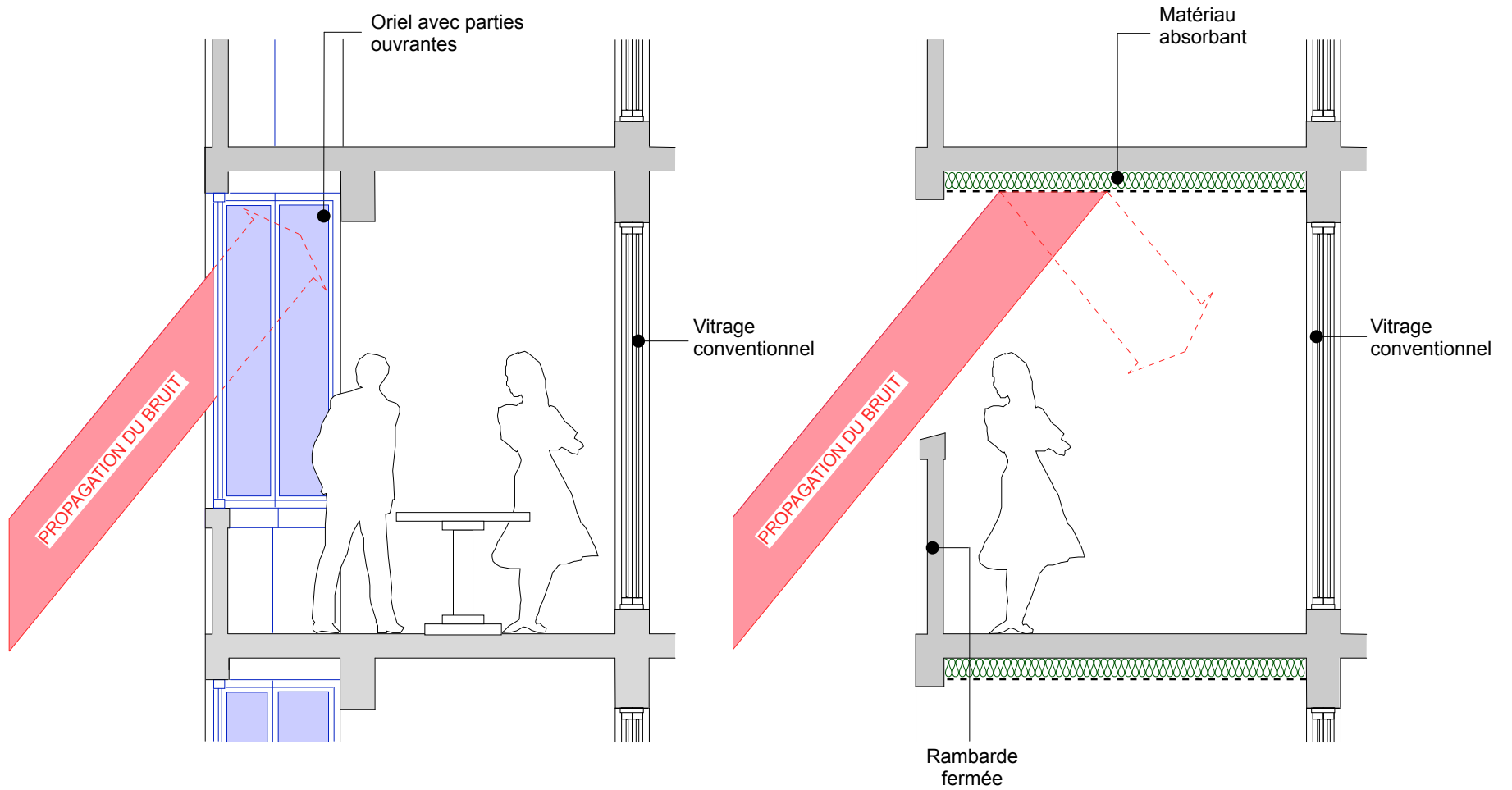
Toujours pour les façades les plus exposées aux bruits ferroviaires, en plus de la qualité de la fenestration, il pourrait être également intéressant de contrôler le degré d'exposition au bruit des vitrages, par un traitement adéquat des façades. Plusieurs dispositions sont possibles, la première consiste à construire des balcons sur les façades les plus exposées au bruit. Ces balcons, ou loggias, doivent être les plus profonds possibles, leur plafond et, lorsque requises, leurs cloisons latérales, doivent être traités acoustiquement, avec des matériaux fortement absorbants. Par ailleurs, le garde-corps doit être fermé le plus possible, afin de contrôler la pénétration du bruit (il peut être réalisé, par exemple, avec une plaque de verre). C'est cette disposition qu'illustre la partie de droite du croquis N°7.

Cette solution, de la protection des fenêtres par un balcon absorbant, peut être poussée encore plus loin. Comme le montre la partie de gauche du croquis N°7, il est possible de construire des oriels qui isolent complètement la fenestration intérieure de l'impact du bruit. Ces balcons clos peuvent être fermés à l'aide d'un vitrage simple, sans contrôle thermique. Même si certaines parties latérales de ce vitrage peuvent s'ouvrir, l'isolation contre le bruit devrait rester excellente (de tels oriels, construits à des fins acoustiques, sont visibles sur certains immeubles de l'agglomération de Montréal).

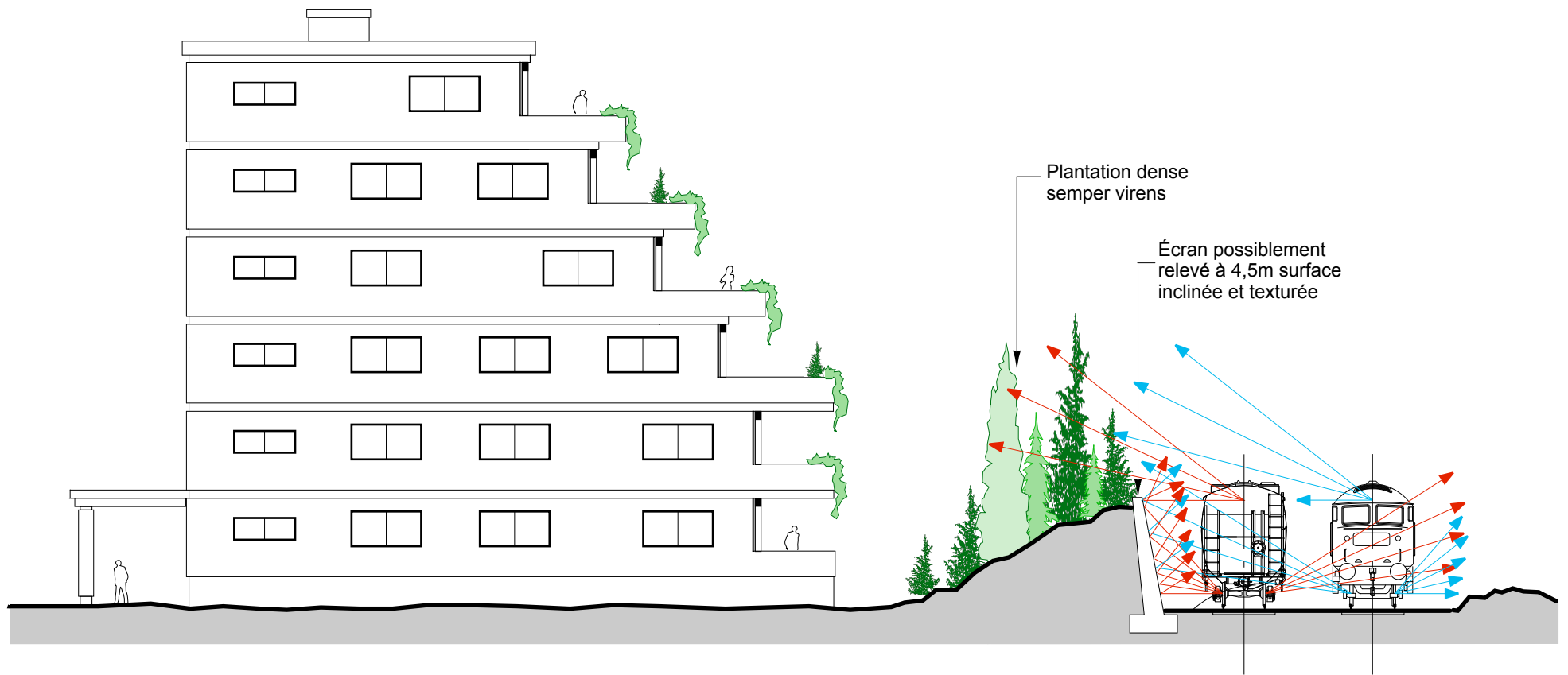


*Exemple de condominiums de l'avenue De l'Épée pourvus de balcons, d'oriels et de terrasses*

Comme l'ont montré précédemment les tableaux N°15 et 16, l'écran de type "B" permet surtout d'atténuer le bruit du trafic ferroviaire aux étages inférieurs des bâtiments résidentiels, il peut devenir pertinent, sur le plan acoustique, de construire des bâtiments résidentiels qui utilisent au mieux le contrôle du bruit sur l'ensemble de leur façade, en mettant en oeuvre ce que l'on appelle l'effet d'attique, c'est-à-dire la protection des étages supérieurs par un retrait progressif de la façade et la création de terrasses, dont l'effet d'écran vient réduire finalement le flux acoustique susceptible d'atteindre les fenêtres. Le croquis N°8 montre à ce sujet la disposition en "attique" de la façade d'un bâtiment résidentiel voisin des voies de chemin de fer. En plus de l'effet d'attique, la proximité de cette façade requiert une élévation du mur écran de type "B", jusqu'à une hauteur de 4,5 m, afin de réduire notamment le bruit des motrices. On doit noter ici, qu'il s'agit seulement d'un schéma de principe, un calcul plus précis devrait être mis en oeuvre, pour finaliser tous les aspects du contrôle du bruit.



**CROQUIS N° 7** PRINCIPE DE LA PROTECTION D'UNE FAÇADE RÉSIDUELLE PAR UN TRAITEMENT DES BALCONS



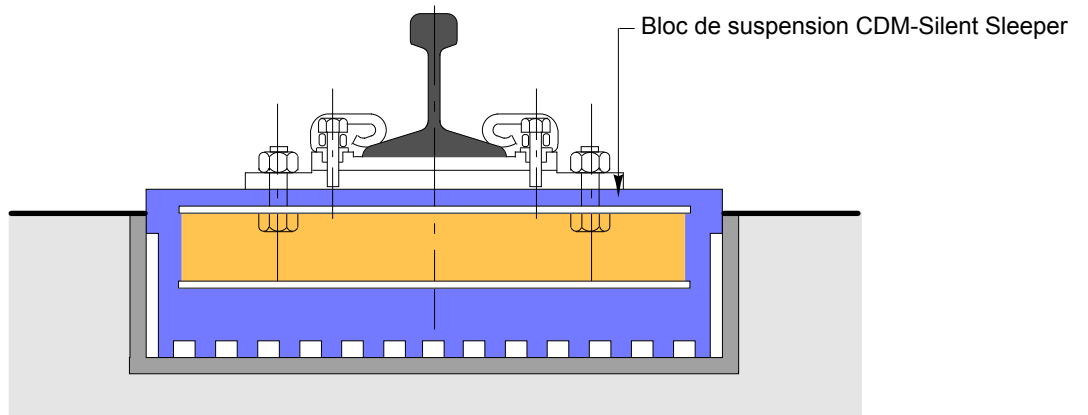
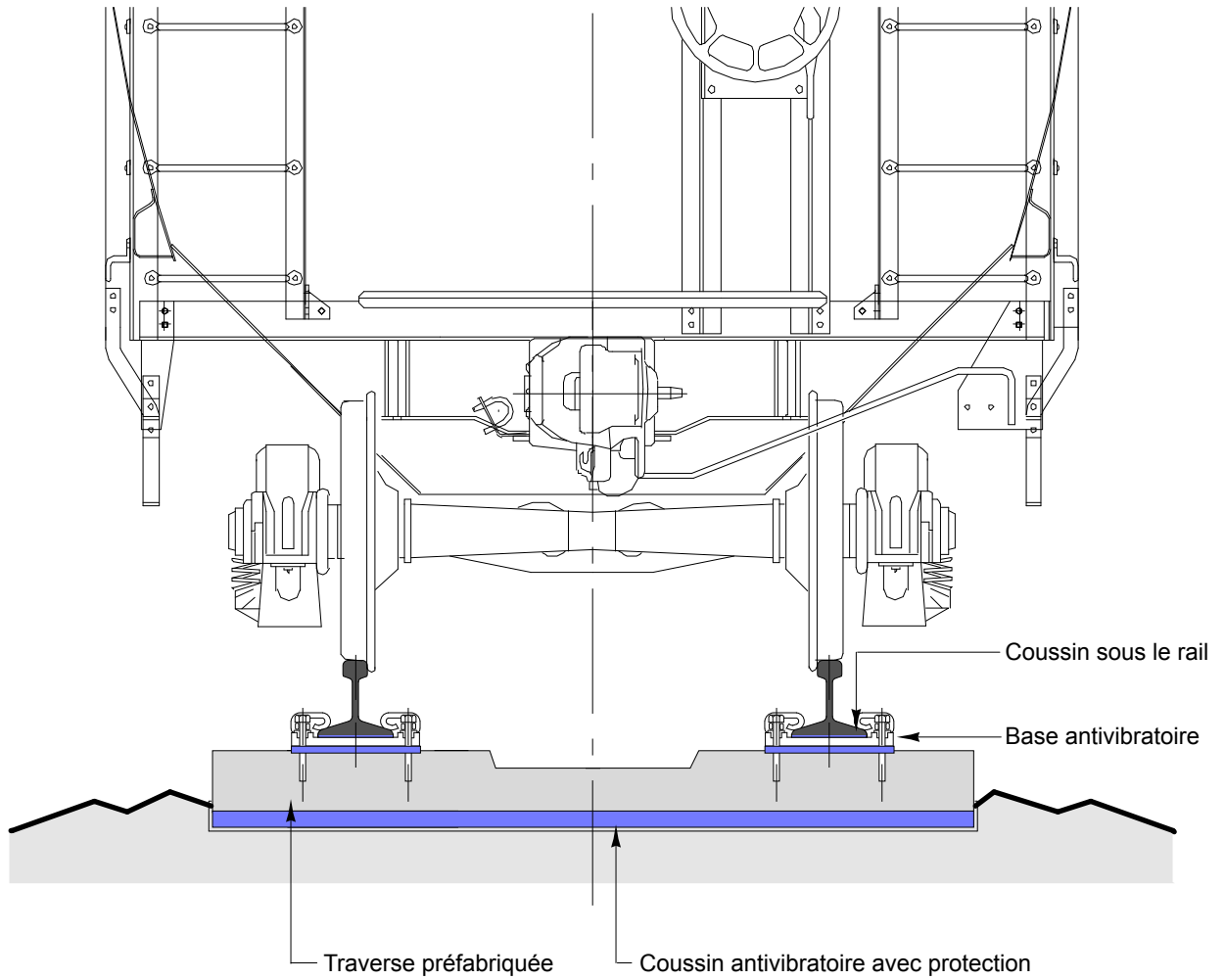
**CROQUIS N° 8** EXEMPLE DE PROTECTION D'UNE FAÇADE RÉSIDENIELLE PAR EFFET D'ATTIQUE

## 8.5 Protection contre l'impact de vibrations

Les résidants voisins des voies de chemin de fer se plaignent souvent de l'impact des vibrations, notamment lors du passage des locomotives. Leur perception est généralement combinée à celle des bruits de très basses fréquences émis par les motrices diesels (voir graphiques N°3 et 4). Les vibrations transmises par les rails, puis par le sol, peuvent mettre en mouvement les parties les plus légères des constructions voisines, comme les vitrages des fenêtres par exemple.

Ainsi, en matière de propagation des vibrations, la nature du terrain peut jouer un rôle prépondérant, cet aspect restant à documenter pour la cour Outremont. On doit noter qu'il n'était pas dans notre mandat de mesurer l'amplitude des vibrations au passage des trains de marchandises dans le voisinage de la cour de triage. Néanmoins, il s'agit là d'un problème très courant d'aménagement des voies ferroviaires dans un tissu urbain densément peuplé. Différentes dispositions des voies de chemin de fer urbaines peuvent être mise en oeuvre, qui vont bien au-delà des simples rails soudés.

À titre d'exemple, le croquis N°9 présente deux dispositions visant à éviter la propagation de la vibration du rail vers le sol. Le premier dispositif consiste à installer les rails, avec une semelle d'isolement, sur des bases en acier munies d'un coussin antivibratoire. Les bases sont boulonnées aux traverses préfabriquées, qui reposent elles-mêmes sur un épais tapis antivibratoire. Le second dispositif est constitué de blocs de suspension antivibratoire préfabriqués ("*CDM-Silent Sleeper*"), qui peuvent être scellés dans un radier en béton ou bien incorporés dans des traverses préfabriquées.



**CROQUIS N° 9** DISPOSITIONS POSSIBLES POUR CONTRÔLER LA TRANSMISSION DES VIBRATIONS PAR LE RAIL

## 9. CONCLUSIONS

### 9.1 Conclusions relatives à l'aménagement du site

La planification du réaménagement du site et la localisation des bâtiments institutionnels proposés par le Groupe Cardinal-Hardy pour le nouveau campus Outremont conviennent sur le plan acoustique. Au nord du site, après la relocalisation des voies principales du Canadien Pacifique, le bruit des activités ferroviaires sera bien confiné par la rangée de bâtiments de 8 étages prévue le long des voies ferrées.

L'ensemble institutionnel viendra protéger le centre et le sud du site, pour permettre l'implantation des résidences universitaires et l'extension du développement résidentiel. Le trafic automobile de desserte du campus, surtout sensible aux heures de pointes du matin et du soir, ne devrait pas affecter l'environnement acoustique actuel des secteurs résidentiels voisins de la cour de triage. Les zones les plus sensibles à l'impact du bruit des activités ferroviaires se retrouveront dans le prolongement des avenues Querbes et de l'Épée, de même que sur l'avenue Durocher.

L'étude de l'environnement acoustique actuel, tant diurne que nocturne, de tout le site agrandi jusqu'aux principales artères qui l'entourent (Rockland, Beaumont, Du Parc et Van Horne), a permis de mettre en évidence une baisse significative des niveaux de bruit urbains de l'ordre de 2 à 5 dB(A) par rapport à la situation de 1994. Cette diminution des niveaux de bruit continus équivalents diurnes et nocturnes laisse percevoir une plus grande sensibilité des résidents à l'impact du bruit. Néanmoins, du fait du déplacement vers le nord du principal corridor ferroviaire et de la disparition de la cour de triage, la plupart des résidents le long du site actuel devraient voir leur environnement sonore nettement amélioré en regard de l'ensemble des activités ferroviaires.

Au plan des normes et des règlements, les diverses modélisations des niveaux de bruit résultants des activités ferroviaires ont montré que pour la plupart des façades, institutionnelles ou résidentielles, exposées directement au bruit des trains, il serait difficile d'obtenir le niveau cible fixé en fonction des recommandations de la SCHL ou du règlement de bruit applicable à l'arrondissement Outremont, soit un niveau de 55 dB(A) pour le niveau continu équivalent de 24 heures. En ce qui concerne les façades résidentielles, le règlement municipal est encore plus sévère en période nocturne, puisque la valeur recommandée tombe à 50 dB(A). Même dans la situation actuelle, on peut constater que cette exigence n'est satisfaite que pour un seul point du secteur d'étude. Une protection complémentaire des façades est donc recommandée pour tous les édifices exposés.

Pour les édifices institutionnels au nord du site, les plus exposés au bruit, l'écran proposé entre les quatre voies ferrées et le prolongement de l'avenue Bates (écran de type "A") viendra protéger leurs alentours et leurs premiers niveaux.



Comme le rapport le démontre, la hauteur et la continuité de leurs façades constituent une protection efficace pour le parc linéaire prévu au centre du site et pour les futures résidences universitaires.

Pour les édifices résidentiels existants ou projetés, les enregistrements réalisés lors du passage des trains de marchandises vers le port de Montréal et la modélisation des impacts correspondants à ce trafic ferroviaire sur les deux voies du Canadien Pacifique relocalisées ont amené la proposition d'un second dispositif de mitigation à implanter le long du nouveau corridor. Le second écran doit être situé entre le viaduc au-dessus de la promenade centrale est-ouest du campus et l'avenue Durocher (écran de type "B"). Idéalement, cet écran devrait être localisé au plus proche des voies ferrées, puisqu'il vise en premier lieu à contrôler les bruits provenant de l'interaction des roues sur les rails. Il est, en effet, à prévoir que la présence des deux courbes successives risque d'augmenter les crissements provoqués par les roues des longs wagons. Comme on le verra dans l'annexe qui suit, un autre profil a été finalement proposé par le Groupe Cardinal-Hardy, avec un mur écran végétalisé nettement plus haut, mais situé à la limite des 24 mètres de l'emprise du corridor ferroviaire; optimisé, cet écran pourra procurer une bonne protection acoustique pour les blocs résidentiels voisins de la nouvelle courbe des voies ferrées se dirigeant vers le port de Montréal (écran de type "C").

Le rapport analyse la possibilité de l'implantation de nouveaux édifices résidentiels à différentes distances du nouveau corridor ferroviaire, tant en fonction du niveau continu équivalent de 24 heures résultant aux différents étages que pour les niveaux de bruit de pointe produits lors du passage des locomotives. Même avec les écrans proposés, sans autre protection, il faudrait une distance minimale de plus de 60 m pour satisfaire le critère de 55 dB(A) fixé précédemment. L'implantation de nouveaux bâtiments résidentiels dans le secteur du prolongement des avenues Querbes et De l'Épée et sur l'avenue Durocher devra donc faire l'objet d'analyses ultérieures, afin de déterminer tous les aménagements requis pour assurer une protection adéquate contre le bruit des trains. Les plans d'implantation et d'architecture, de même que les spécifications acoustiques de la fenestration, devront être vérifiés à cette fin.

## 9.2 *Conclusions relatives à la protection des édifices*

Cette partie des conclusions s'applique à toutes les façades exposées au bruit des activités ferroviaires. Comme il a été montré précédemment, aucune façade proche des voies ferrées ne pourrait être complètement protégée par les écran proposés, un traitement complémentaire est donc requis pour satisfaire les normes admissibles à l'intérieur des bâtiments. Tout d'abord, la fenestration des édifices institutionnels ou résidentiels exposés au bruit des trains doit présenter une isolation acoustique satisfaisante, généralement supérieure à STC-35. Les fenêtres doivent être de bonne qualité et peu susceptibles de vibrer lors du passage des trains.

Pour les bâtiments institutionnels, le rapport fait état de diverses possibilités visant à assurer une ventilation des locaux exposés au bruit extérieur. Des dispositions particulières doivent être étudiées tout spécialement pour la partie ouvrante de la fenestration des bâtiments bénéficiant d'un système de ventilation hybride.

Pour les bâtiments résidentiels, en plus de la ventilation des locaux avec des fenêtres scellées, il est proposé divers traitements acoustiques des balcons visant à réduire la pénétration du bruit jusqu'à la fenestration intérieure des pièces d'habitation. La disposition des façades en attique est également présentée, pour la protection des étages supérieurs des bâtiments résidentiels. Finalement, la protection des bâtiments les plus proches des voies ferrées contre la propagation des vibrations est abordée sommairement (mais non quantifiée).

## 10. ANNEXE : VALIDATION DES ÉCRANS FINALEMENT PROPOSÉS (MURS VÉGÉTAUX)

### 10.1 Disposition proposée pour les quatre voies ferrées au nord du site

Comme le montre le croquis N°10, l'écran végétal finalement proposé pour la partie nord du site correspond étroitement à l'écran de type "A", tel que surélevé sur le croquis N°2 (à 6,4 m au-dessus des voies). En fait, avec une hauteur totale de 6,2 m au-dessus des voies ferrées, il est même plus haut que la version "optimisée" présentée sur le croquis N°3. L'écran proposé comporte un gabion de pierres de 3,65 m de hauteur, situé à la limite de l'emprise du corridor ferroviaire, une butte de 0,55 m, entre le mur de soutènement et le prolongement de l'avenue Bates au nord du site, et un mur végétalisé de 2 m (pour une hauteur totale de 6,2 m au-dessus des voies).

Sur le croquis N°10 figurent également les niveaux continus équivalent  $L_{eq}$  de 24 heures qui vont résulter sur la façade des édifices institutionnels de 8 étages. Ces niveaux sont pratiquement comparables à ceux de l'écran de 6,4 m du croquis N°2 (valeurs apparaissant également sur le tableau N°13). La disposition finalement proposée constitue donc une bonne solution pour la protection des premiers niveaux des futurs édifices universitaires.

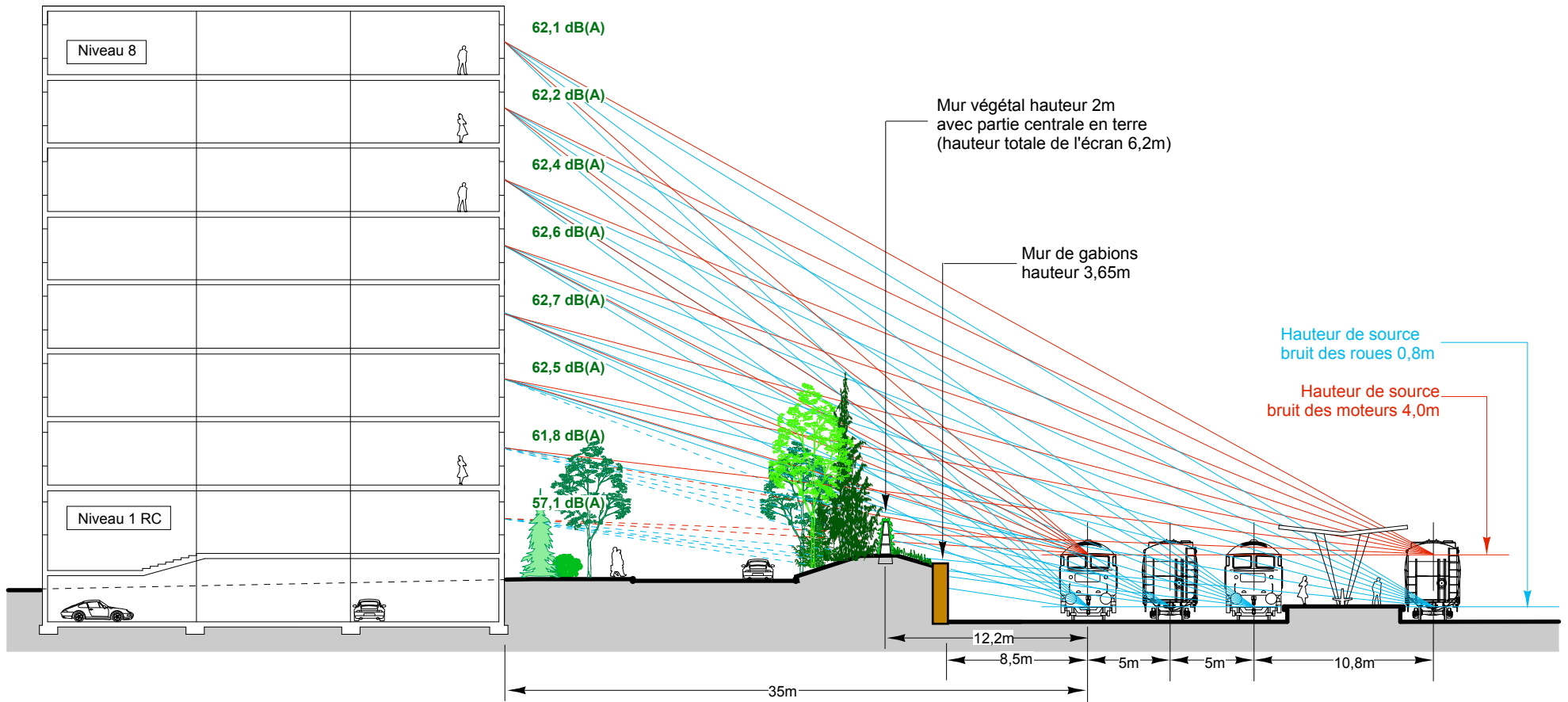
Le mur de gabions et le mur végétalisé devraient présenter une excellente absorption acoustique. Toutefois, le mur végétalisé de 2 m de hauteur devrait avoir un noyau central en terre d'épaisseur suffisante, afin d'assurer l'effet d'écran requis pour cette partie du dispositif. La végétation plantée entre le mur végétalisé et l'avenue Bates devrait être dense et sempervirente (donc comporter une grande proportion de conifères) et choisie pour croître au-dessus du mur végétalisé.

### 10.2 Disposition proposée pour les deux voies ferrées se dirigeant vers le port

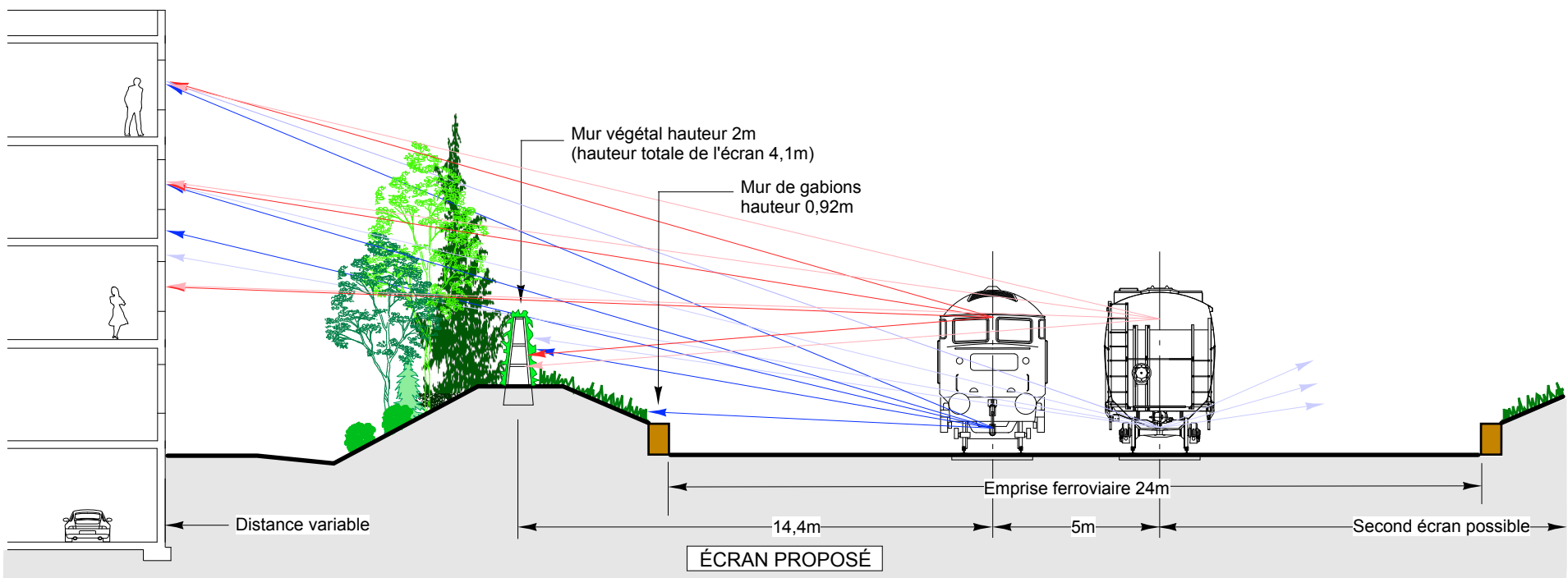
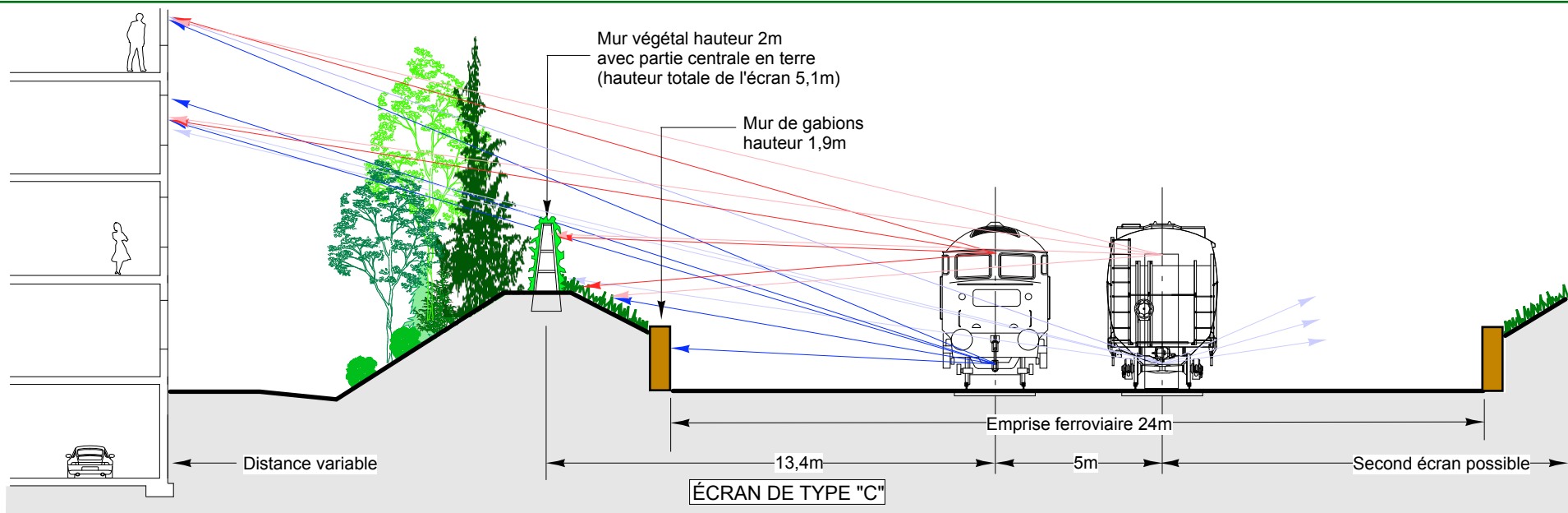
La disposition d'un mur écran absorbant ou incliné à 3 m des deux voies ferrées, dans la future grande courbe de voies vers le port, telle que proposée avec l'écran de type "B", ne sera peut-être pas réalisable. En effet, toute construction sur l'emprise des voies devra être négociée avec le Canadien Pacifique; une distance minimale pourra être exigée pour l'entretien et le déneigement. C'est pourquoi le Groupe Cardinal-Hardy a finalement prévu la construction d'un mur écran plus haut, situé immédiatement à la limite de l'emprise (soit une largeur de 24 m pour les deux voies de l'*embranchement Outremont*).

Comme le montre le croquis N°11, cet écran végétal est constitué d'un gabion de pierres de 0,92 m, d'une petite butte et d'un mur végétalisé de 2 m, pour une hauteur totale de 4,1 m au-dessus des voies. Après discussion, il a été convenu d'optimiser cet écran végétal, en élevant le gabion à 1,9 m et en rapprochant de 1 m le mur végétalisé, pour une hauteur totale de 5,1 m au-dessus des voies. Tel qu'indiqué à la partie supérieure du croquis N°11, ce nouvel écran, à la limite de l'emprise, est désigné comme l'écran de type "C".

Niveau continu équivalent Leq  
modélisé devant la façade



**CROQUIS N° 10** ÉCRAN FINALEMENT PROPOSÉ POUR LES QUATRE VOIES NORD (TYPE "A")



**CROQUIS N° 11** OPTIMISATION DE L'ÉCRAN PROPOSÉ POUR LA PROTECTION DES IMMEUBLES RÉSIDENTIELS DANS LA PARTIE COURBE DES VOIES

**TABLEAU N°19**  
**NIVEAUX DE BRUIT PRÉVISIBLES POUR DES ÉDIFICES RÉSIDENTIELS**  
**AVEC L'ÉCRAN FERROVIAIRE DE TYPE "C" ( $L_{eq}$  24h)**

<i>Distance avec effet de sol et écran de 2m</i>	<i>30 m</i>	<i>50 m</i>	<i>100 m</i>
Niveau 1 (RC)	48,9	48,8	47,5
Niveau 2	56,0	53,9	50,7
Niveau 3	60,8	57,2	53,8
Niveau 4	60,7	57,7	51,4

Pour compléter l'état de la situation des façades résidentielles exposées au bruit généré par le trafic ferroviaire en direction du port de Montréal, le tableau N°19 reprend les calculs du tableau N°15, soit les niveaux continus équivalents  $L_{eq}$  de 24 heures, pour des immeubles résidentiels voisins de 30, 50 et 100 m de distance de l'axe de la voie ferrée la plus proche, mais cette fois avec l'effet d'atténuation procuré par l'écran de type "C". Comme on peut le constater, l'écran végétal de type "C", optimisé à 5,1 m, se révèle plus efficace que l'écran de type "B" présenté précédemment. En particulier, sa hauteur lui permet de contrôler le bruit des motrices pour les deux premiers niveaux des édifices résidentiels. Le critère de 55 dB(A), tel que proposé au chapitre 4, se trouve satisfait pour des immeubles distants de 60 m et plus, sans protection particulière des façades.

Tout comme pour le corridor ferroviaire nord, pour l'écran de type "C" le long des voies se dirigeant vers le port, le mur de gabions et le mur végétalisé devraient présenter une excellente absorption acoustique. Toutefois le mur végétalisé devrait avoir un noyau central en terre d'épaisseur suffisante et la végétation implantée en arrière du mur devrait être dense, sempervirente et choisie pour croître au-dessus du mur végétalisé.