

RAPPORT
Révision 3

SOCIÉTÉ DU HAVRE DE MONTRÉAL

Projet Bonaventure - Volet caractérisation
environnementale

Impacts vibratoires sur le bâtiment de la New
City Gas situé au 172 rue Dalhousie

PROJET n° 605105-5000

NOVEMBRE 2009



SNC•LAVALIN
Environnement





SNC•LAVALIN
Environnement



SNC-LAVALIN ENVIRONNEMENT INC.
2271, boul. Fernand-Lafontaine
Longueuil (Québec)
Canada J4G 2R7

Téléphone: 450-651-6710
Télécopieur: 450-651-0885

Le 11 novembre 2009

Monsieur Gaétan Rainville
SOCIÉTÉ DU HAVRE DE MONTRÉAL
740, rue Notre-Dame Ouest, 12^e étage, bureau 1234
Montréal (Québec)
H3C 3X6

Objet : Rapport – Révision 3– Projet Bonaventure
Volet caractérisation environnementale
Impacts vibratoires sur le bâtiment de la New City Gas situé au
172 rue Dalhousie
N/Réf. : 605105-5000

Monsieur,

Il nous fait plaisir de vous faire parvenir notre rapport – Révision 3 – pour le projet cité en objet. Veuillez noter qu'une copie électronique en format PDF a été téléversée sur le site FTP de la SHM.

En espérant le tout conforme à vos attentes, nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos meilleurs sentiments.

SNC♦LAVALIN ENVIRONNEMENT INC.

Franck Duchassin, ing., M.Sc.A.
Chargé de projet

FD/sc

p. j.

PROJET BONAVENTURE VOLET CARACTÉRISATION ENVIRONNEMENTALE

Impacts vibratoires sur le bâtiment de la New City Gas situé au 172 rue Dalhousie

Rapport

Société du Havre de Montréal

N/Réf. : 605105-5000

Novembre 2009

Révision	Date	Description
PA	3 avril 2009	Pour commentaire
0	27 avril 2009	Pour distribution
1	10 juin 2009	Pour distribution
2	20 octobre 2009	Pour distribution
3	10 novembre 2009	Pour distribution

Préparé par :


Franck Duchassin, ing., M.Sc.A.
Chargé de projet

Date :

11 nov. 2009

Vérifié par :


Claude Chamberland, ing.
Spécialiste en acoustique et vibrations

Date :

11 NOV 2009



SNC-LAVALIN
Environnement

Membre du Groupe SNC-Lavalin



AVIS

Ce document fait état de l'opinion professionnelle de SNC-Lavalin inc. («SLI») quant aux sujets qui y sont abordés. Son opinion a été formulée en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent. Le document doit être interprété dans le contexte de la convention en date du 13 mars 2009 (la «Convention») intervenue entre SLI et la Société du Havre de Montréal (le «Client»), ainsi que de la méthodologie, des procédures et des techniques utilisées, des hypothèses de SLI ainsi que des circonstances et des contraintes qui ont prévalu lors de l'exécution de ce mandat. Ce document n'a pour raison d'être que l'objectif défini dans la Convention, et est au seul usage du Client, dont les recours sont limités à ceux prévus dans la Convention. Il doit être lu comme un tout, à savoir qu'une portion ou un extrait isolé ne peut être pris hors contexte.

En préparant ses estimations, le cas échéant, SLI a suivi une méthode et des procédures et pris les précautions appropriées au degré d'exactitude visé, en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent, et est d'opinion qu'il y a une forte probabilité que les valeurs réelles seront compatibles aux estimations. Cependant, l'exactitude de ces estimations ne peut être garantie. À moins d'indication contraire expresse, SLI n'a pas contre-vérifié les hypothèses, données et renseignements en provenance d'autres sources (dont le Client, les autres consultants, laboratoires d'essai, fournisseurs d'équipements, etc.) et sur lesquelles est fondée son opinion. SLI n'en assume nullement l'exactitude et décline toute responsabilité à leur égard.

Dans toute la mesure permise par les lois applicables, SLI décline en outre toute responsabilité envers le Client et les tiers en ce qui a trait à l'utilisation (publication, renvoi, référence, citation ou diffusion) de tout ou partie du présent document, ainsi que toute décision prise ou action entreprise sur la foi dudit document.

TABLE DES MATIÈRES

1. CONTEXTE/OBJECTIFS	1
2. INFORMATIONS TECHNIQUES FOURNIES POUR L'ÉTUDE	2
2.1 Informations relatives à la construction du passage routier sous les voies ferrées.....	2
2.2 Informations relatives à la nouvelle rue Dalhousie réservée aux autobus	3
2.3 Informations relatives au sol et au bâtiment de la New City Gas Company	3
3. NORMES ET CRITÈRE DE VIBRATION	4
4. ÉVALUATION DES NIVEAUX DE VIBRATION	6
4.1 Travaux de construction de la rue Dalhousie et du passage routier.....	6
4.2 Passage des autobus sur la rue Dalhousie	7
5. RECOMMANDATIONS ET MESURES D'ATTÉNUATION	8
5.1 Suivi vibratoire	8
5.2 Travaux de construction de la rue Dalhousie et du passage routier.....	8
5.3 Passage des autobus sur la rue Dalhousie	9
6. CONCLUSIONS.....	10

TABLEAUX

Tableau 4-1 : Niveaux de vibration évalués à 5 m de l'équipement ¹	6
Tableau 4-2 : Niveaux de vibration générés par les autobus et les trains ¹	7
Tableau 5-1 : Zone tampon recommandée autour du bâtiment de la New City Gas	9

FIGURE

Figure 3-1 : Seuils de dommage des normes anglaise (BS), allemande (DIN) et suisse (SN)	5
---	---

ANNEXE

Annexe A : Configuration actuelle	
Annexe B : Configuration projetée	
Annexe C : Coupe schématique de la rue Dalhousie et du bâtiment de la New City Gas	
Annexe D : Distances minimales entre le bâtiment de la New City Gas et les voies de circulation des autobus et des trains	

1. CONTEXTE/OBJECTIFS

Dans le cadre de la première phase du projet de réaménagement de l'autoroute Bonaventure, il est proposé que la rue Dalhousie soit transformée en un corridor dont l'emprise serait réservée exclusivement aux autobus. Afin de permettre le transit des autobus par la rue Dalhousie, un passage sous les voies actuelles du Canadien National (CN) doit être construit entre les rues Wellington et Ottawa. La firme Consultants UMA a réalisé, pour le compte de la Société du Havre de Montréal, une étude de faisabilité pour la construction d'un passage routier sous les voies ferrées¹. Il ressort de cette étude que la construction d'un passage routier sous les voies ferrées du CN dans l'axe de la rue Dalhousie est réalisable. Parmi les différentes options envisagées, l'étude de faisabilité recommande la construction des ouvrages à ciel ouvert.

Le bâtiment, situé au 172 rue Dalhousie, longe l'actuelle rue Dalhousie jusqu'à la structure en béton des voies ferrées surélevées du CN (cf. photo ci-contre). Ce bâtiment a actuellement une vocation industrielle, servant notamment d'entrepôt. Appartenant jadis à la New City Gas Company, les bâtiments originaux ont été construits successivement entre 1859 et 1861. Une construction a été ajoutée en 1933 à l'intersection des rues Ann et Ottawa. Le plan d'urbanisme de la Ville de Montréal a identifié ce bâtiment parmi les bâtiments d'intérêt patrimonial et architectural hors secteur de valeur exceptionnelle, sous la catégorie des édifices industriels². Néanmoins, le bâtiment n'est pas classé « bâtiment patrimonial » au sens de la Loi sur les biens culturels du Québec.



Dans un souci de mise en valeur du patrimoine que constitue ce bâtiment, la Société du Havre de Montréal désire évaluer l'impact des vibrations qui seront générées par la construction du passage routier sous les voies ferrées du CN ainsi que par les passages d'autobus le long du bâtiment sur la nouvelle rue Dalhousie. Dans cet objectif, la Société du Havre de Montréal (SHM) a mandaté SNC-Lavalin Environnement inc. (SLEI) afin qu'une étude des impacts vibratoires sur le bâtiment de la New City Gas, situé au 172 rue Dalhousie, soit réalisée dans le contexte du réaménagement de la rue Dalhousie.

L'étude a comporté les activités suivantes :

- Obtenir les informations techniques pertinentes pour la réalisation de l'étude vibratoire.
- Évaluer le niveau de vibration de la construction pour des équipements types et comparer aux seuils de dommage recommandés par la littérature existante, pour les bâtiments équivalents à celui de la New City Gas Company.
- Évaluer le niveau de vibration du passage des autobus sur la rue Dalhousie. Le niveau de vibration typique d'un autobus sera comparé à celui du passage d'un train et au seuil de dommage établis pour le bâtiment de la New City Gas Company.
- S'il y a lieu, proposer des mesures d'atténuation en cas d'impact de la construction ou du passage des autobus.

¹ *Étude de faisabilité d'un tunnel routier sous l'emprise ferroviaire du CN dans l'axe de la rue Dalhousie*, Consultants UMA, Réf. : 0431-894-27. 26 septembre 2008

² *Portrait des ressources patrimoniales du secteur des bassins pour la Société du Havre de Montréal*, Vol. 1 : Portrait du patrimoine, Maître d'œuvre de l'histoire inc., 19 juin 2006

2. INFORMATIONS TECHNIQUES FOURNIES POUR L'ÉTUDE

Les annexes A et B présentent respectivement la configuration actuelle et la configuration projetée de la rue Dalhousie, à proximité du bâtiment de la New City Gas Company.

Les informations techniques collectées qui ont été nécessaires à la réalisation de la présente étude sont énumérées ci-dessous.

- Plan des infrastructures projetées de l'emprise du corridor Dalhousie, plan 085808001C010 du consortium Dessau-SMi (révision du 27 mars 2009), fourni par la SHM³.
- *Étude de faisabilité d'un tunnel routier sous l'emprise ferroviaire du CN dans l'axe de la rue Dalhousie*, préparée par Consultants UMA, fournie par la SHM³.
- Rapport d'études géotechniques, *Réaménagement de l'autoroute Bonaventure à l'entrée du centre-ville de la rue Brennan à la rue Saint-Jacques*, émis pour commentaires, préparé par SLEI⁴, mars 2009.
- Note de service de la compagnie LVM Technisol, ayant pour objet *Géométrie des fondations, 956, rue Dalhousie, Montréal*, fournie par la SHM³.
- Pages 113 à 118, extraites du rapport *Portrait des ressources patrimoniales du secteur des bassins pour la Société du Havre de Montréal, Vol. 1 : Portrait du patrimoine*, préparé par la compagnie Maître d'œuvre de l'histoire inc., fourni par la SHM³.
- Visite du bâtiment de la New City Gas Company, situé au 172 rue Dalhousie, par le propriétaire du bâtiment, le jeudi 26 mars 2009.

2.1 Informations relatives à la construction du passage routier sous les voies ferrées

Les conclusions de l'étude de faisabilité¹ privilégient la construction du passage routier sous les voies ferrées du CN selon une technique dite « à ciel ouvert ». Cette technique a été retenue pour déterminer les activités de construction susceptibles de générer des niveaux de vibrations importants à proximité du bâtiment de la New City Gas Company. Ces activités sont les suivantes :

- Construction d'un mur de soutènement temporaire de type « berlinois » : fonçage de pieux, machinerie lourde.
- Démolition de la structure existante : mâchoires hydrauliques, marteaux hydrauliques et pneumatiques, scies à béton, machinerie lourde.
- Excavation : excavatrice, machinerie lourde.
- Construction du passage : fonçage de pieux, machinerie lourde.
- Remblayage et construction de la chaussée : compacteurs vibrants, machinerie lourde.

Aucune activité de dynamitage n'est à prévoir pour la construction du passage routier. Advenant l'utilisation d'équipements ou de techniques autres que celles mentionnées ci-dessus et générant de forts niveaux de vibration, il conviendra de mettre à jour la présente étude.

³ Site FTP de la Société du Havre de Montréal : <https://societeduhavredemontreal.clientsection.com>
Gaëtan Rainville, Société du Havre de Montréal, ☎ 514-872-7231, ✉ grainville@ville.montreal.qc.ca
Nicolas Bérubé, Société du Havre de Montréal, ☎ 514-872-6819, ✉ nberube.p@ville.montreal.qc.ca

⁴ Yves Descôteaux, SLEI, ☎ 514-393-1000, ✉ yves.descoteaux@snclavalin.com

2.2 Informations relatives à la nouvelle rue Dalhousie réservée aux autobus

La chaussée de la rue Dalhousie sera constituée de deux voies (une par direction) réservées à l'usage exclusif des autobus. En semaine, l'achalandage quotidien projeté sur la rue Dalhousie est de 1 335 passages d'autobus par direction. La SHM indique que la vitesse réglementaire sur la rue Dalhousie sera de 40 km/h maximum.

La structure de la chaussée proposée par le rapport d'études géotechniques aura une épaisseur totale de 950 mm et sera constituée des éléments suivants : revêtement de béton (275 mm), couche drainante stabilisée au bitume (100 mm), couches compactées de fondation (300 mm) et de sous-fondation (275 mm) en pierre concassée.

2.3 Informations relatives au sol et au bâtiment de la New City Gas Company

Le rapport d'études géotechniques présente les résultats des forages réalisés dans la zone d'étude du projet de réaménagement de l'autoroute Bonaventure. Un forage a été réalisé dans l'emprise de la rue Dalhousie au sud de la rue Ottawa (identifié 08E163-07 dans le rapport d'études géotechniques). La profondeur totale du forage était de 6 m. Le forage montre la présence de matériaux de remblai hétérogène jusqu'à une profondeur d'environ 2,7 m. Le terrain naturel est constitué d'une couche de silt argileux d'environ 1,3 m et de silt, à une profondeur supérieure à 4 m.

Une excavation le long du mur de fondation du bâtiment de la New City Gas Company a été réalisée par la compagnie LVM Technisol le 18 novembre 2008. La Note technique décrivant la fondation indique la présence de matériaux de remblai jusqu'à une profondeur de 2,25 m. Le mur de fondation, profond de 1,85 m, est en maçonnerie de pierre et a une épaisseur approximative de 0,6 m. L'empatement du mur de fondation est un bloc de shale calcaireux, d'une épaisseur de 0,3 m et dépassant de 0,18 m du mur. Les sols de fondation sous le mur sont constitués d'un dépôt naturel de silt et d'argile.

Durant la visite du bâtiment, il a été constaté que le premier niveau du bâtiment est utilisé comme entrepôt pour des bobines de papier. Celles-ci sont posées sur des palettes de bois et des chariots-élévateurs sont utilisés pour les déplacer. Le second niveau n'est pas utilisé et il est vide. La visite du bâtiment a permis de constater que la fondation de la façade du bâtiment longeant la rue Dalhousie est un imposant mur de maçonnerie de pierre dont l'épaisseur approximative est de 0,6 m (2 pieds).

Enfin, il convient de rappeler que le bâtiment a été conçu et utilisé pour les activités industrielles de la compagnie New City Gas. Cette compagnie œuvrait dans la production d'énergie, notamment pour fournir la ville de Montréal en éclairage au gaz². La façade de pierre longeant la rue Dalhousie constituait la façade du complexe industriel de la New City Gas Company (cf. figure 85 du rapport *Portrait du patrimoine*²).

L'annexe C présente une coupe schématique représentant la nouvelle rue Dalhousie et le bâtiment de la New City Gas Company au niveau du coin nord de ce dernier (distance minimale entre la rue et le bâtiment). La distance minimale entre le bâtiment de la New City Gas et le centre de la voie des autobus circulant vers le sud est de 3,6 m.

3. NORMES ET CRITÈRE DE VIBRATION

Plusieurs pays ont adopté des normes quant à l'évaluation des effets des vibrations sur les bâtiments. À l'heure actuelle, le Canada n'en possède pas. Ainsi, afin d'évaluer les impacts potentiels des vibrations sur le bâtiment de la New City Gas Company, les normes nationales et internationales suivantes ont été consultées :

- Norme allemande DIN 4150-3:1999-02, Structural vibration – Part 3 : Effects of vibration on structures [1].
- Norme anglaise BS 7385-2:1993, Evaluation and measurement for vibration in buildings – Part 2: Guide to damage levels from groundborne vibration [2].
- Norme Suisse SN 640 312a, Les ébranlements – Effets des ébranlements sur les constructions, avril 1992 [3].
- Norme internationale ISO 4866:1990, Vibrations et chocs mécaniques – Vibrations des bâtiments – Lignes directrices et évaluation de leurs effets sur les bâtiments [4]. Amendements ISO 4866:1990/Amd.1 :1994 [5] et ISO 4866:1990/Amd.2 :1996 [5].
- Projet de norme internationale ISO/DIS 4866:2008, Mechanical vibrations and shock – Vibration of fixed structure – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on structures [7].

La Norme internationale ISO 4866 établit des principes fondamentaux de l'exécution des mesures des vibrations et du traitement des données en ce qui concerne l'évaluation des effets des vibrations sur les bâtiments. Bien qu'elle puisse être utilisée pour apprécier la sévérité relative des vibrations sur les bâtiments, la Norme ISO ne propose pas de critère quantitatif permettant d'appréhender les probabilités de dommage aux bâtiments. À cet effet, elle s'en remet aux organismes nationaux de réglementation.

Les normes nationales (allemande, anglaise et suisse) présentent des critères de vibration pour la vitesse particulière de crête (PPV en mm/s) en fonction de la fréquence de la vibration (en Hz) mesurée sur la fondation ou sur le sol à proximité du mur de fondation. Les critères des normes nationales listées ci-dessus précisent les vitesses particulières de crête (PPV) maximales en-dessous desquelles des dommages aux bâtiments sont très peu probables (seuils). Ces critères sont également fonction du type de bâtiment faisant l'objet de l'évaluation.

La figure 3-1 présente les seuils de dommage pouvant être appliqués au bâtiment de la New City Gas Company selon les modalités des normes nationales énumérées ci-dessus. Les critères de vibration indiqués par les normes correspondent à des niveaux pour lesquels la probabilité de dommage esthétique, telles que des fissures filiformes superficielles, est très faible. Il est à noter que les seuils de la norme allemande DIN sont présentés pour deux classes de bâtiment : industriel et fragile (bâtiment d'intérêt, sensible aux vibrations). En effet, bien qu'ayant une vocation industrielle, l'intérêt patrimonial accordé au bâtiment lui confère un statut particulier.

Pour les équipements de construction cités à la section 2-1, les fréquences d'excitation vibratoire sont généralement comprises entre 10 à 30 Hz [9]. Par conséquent, les seuils de vibration établis par les normes nationales varient de 3 à 38 mm/s.

Les fréquences d'excitation de sources vibratoires, tels que les passages d'autobus, sont généralement comprises entre 10 et 20 Hz [8]. Par conséquent, les seuils de vibration établis par les normes nationales varient de 3 à 26 mm/s.

Toutes les normes étudiées précisent qu'un dépassement des seuils n'entraîne pas systématiquement des dommages aux bâtiments et que le dépassement doit être significatif pour que la probabilité de dommage soit significative. Par exemple, les normes anglaise et suisse précisent que des dommages mineurs, telle que la formation de grosses fissures ou de fissures dans des blocs de briques ou de béton, sont possibles lorsque les niveaux de vibration sont **deux fois plus grands que les niveaux de seuil de dommage**. Lorsqu'ils dépassent des niveaux quatre fois plus grands, des dommages majeurs peuvent survenir (endommagement des éléments de structure du bâtiment).

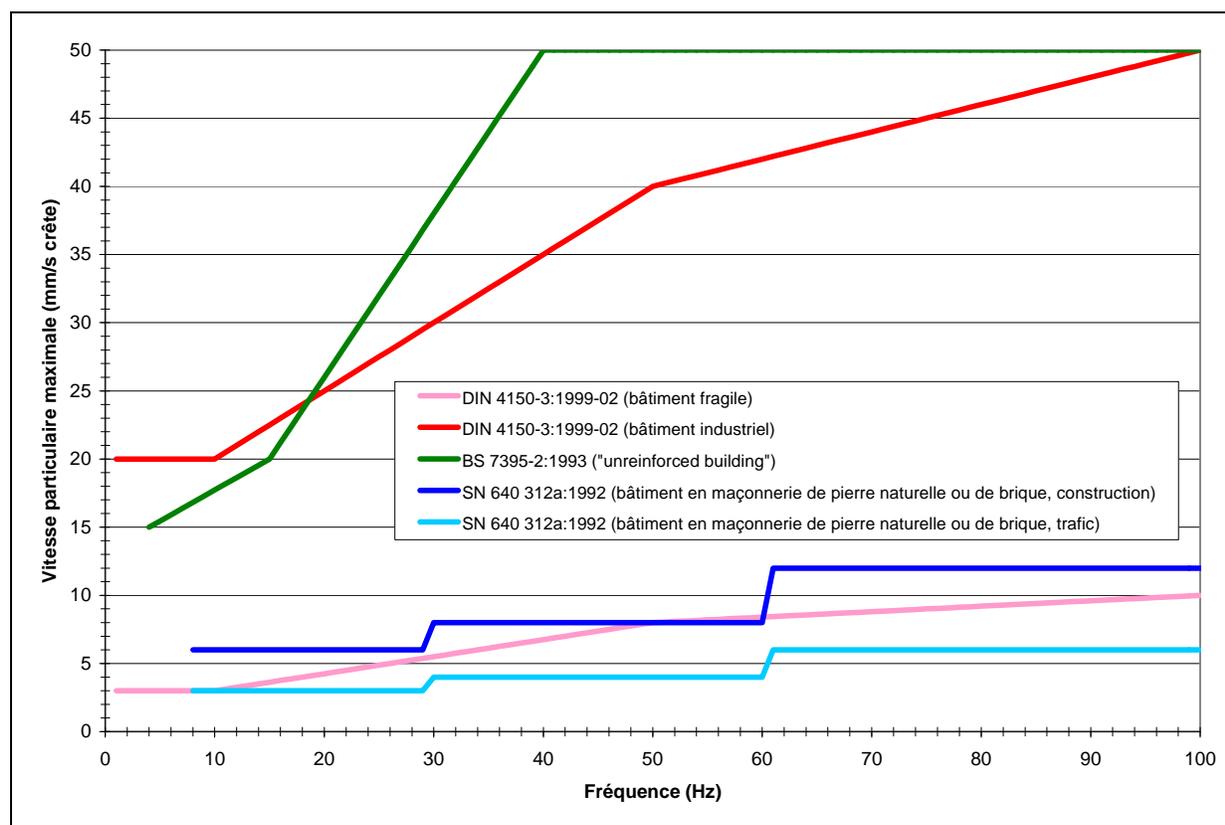


Figure 3-1 : Seuils de dommage des normes anglaise (BS), allemande (DIN) et suisse (SN)

Dans une approche conservatrice et de façon à tenir compte de l'intérêt patrimonial accordé au bâtiment, les niveaux de vibration évalués pour la construction du passage routier sous les voies ferrées du CN et de la rue Dalhousie ainsi que ceux évalués pour le passage des autobus, seront comparés aux seuils de dommage les plus sévères, à savoir ceux établis par la norme suisse SN 640 312a. Par conséquent, entre 10 et 30 Hz, les seuils de vibration s'établissent à 3 mm/s pour les vibrations générées par les passages d'autobus (cf. figure 3-1, courbe en bleu clair) et à 6 mm/s pour les activités de construction (cf. figure 3-1, courbe en bleu foncé).

4. ÉVALUATION DES NIVEAUX DE VIBRATION

Les niveaux de vibration sont évalués avec la méthode de la « *Federal Transit Administration* » (FTA) du département des transports des États-Unis [9]. Cette méthode permet l'évaluation des niveaux de vibration générés par les trains et les autobus circulant à proximité des bâtiments ainsi que ceux générés par les équipements de construction.

La prédiction des niveaux de vibration générés dans les bâtiments par des sources extérieures s'avère complexe et la mesure des niveaux de vibration *in situ* est sans aucun doute la méthode la plus précise pour évaluer les niveaux de vibration. Toutefois, dans le cadre de cette étude, il est possible d'évaluer les niveaux de vibration en tenant compte d'un certain nombre de facteurs influençant les niveaux de vibration induits dans le bâtiment de la New City Gas. Ces facteurs sont de trois types et sont énumérés ci-dessous :

- Facteurs intrinsèques à la source de vibration :
 - véhicules : type de suspension, type de roue, surface de roulement, vitesse, structure sur laquelle circulent les véhicules,
 - construction : type d'équipement, méthode de construction.
- Facteurs intrinsèques à la propagation des vibrations : distance entre la source et le bâtiment, type de sol, profondeur du roc.
- Facteurs intrinsèques au bâtiment : type de fondation, structure.

4.1 Travaux de construction de la rue Dalhousie et du passage routier

Les équipements de construction identifiés au tableau 4-1 ci-dessous ont fait l'objet d'une évaluation des niveaux de vibration (PPV) induits au bâtiment de la New City Gaz Company. Les niveaux calculés pour une distance source/récepteur de 5 m sont présentés au tableau 4-1 ci-dessous.

Tableau 4-1 : Niveaux de vibration évalués à 5 m de l'équipement¹

Équipement de construction	Vitesse particulière de crête PPV (mm/s crête)
Fonçage de pieu (impact)	30
Fonçage de pieu (vibration)	8
Fonçage de pieu (forage)	4
Compacteur vibrant (9 tonnes)	28
Compacteur vibrant (2 tonnes)	6
Excavatrice	5
Machinerie lourde	4
Marteau pneumatique	2

Note : 1 La méthode de la FTA ne permet pas d'évaluer les niveaux de vibrations à très courtes distances. Pour des distances inférieures à 5 m, des essais *in situ* sont requis pour mesurer les niveaux de vibrations émis (cf. recommandations énoncées à la section 5).

Les activités de construction les plus critiques en termes de vibrations sont le fonçage de pieu par battage et le compactage à l'aide de gros compacteur vibrant où l'évaluation des niveaux de vibration à 5 m indique des PPV supérieurs à 25 mm/s. Il apparaît que ces activités de construction ne devraient pas avoir lieu à proximité du mur du bâtiment longeant la rue Dalhousie.

Par contre, l'évaluation montre qu'il serait possible, en ajustant les méthodes de construction adéquatement, de limiter les niveaux de vibration sous le niveau de vitesse particulière de 6 mm/s crête (critère de la norme suisse entre 10 et 30 Hz). Pour ce faire, les recommandations décrites à la section 5 devraient être appliquées.

La méthode de la FTA ne permet pas d'évaluer les niveaux de vibrations à très courtes distances. Ainsi, lorsque les travaux auront lieu à une distance inférieure à 5 m du bâtiment, les recommandations énoncées à la section 5 devront être suivies rigoureusement, notamment quant aux essais in situ pour mesurer les niveaux de vibrations émis.

4.2 Passage des autobus sur la rue Dalhousie

Les vibrations induites au bâtiment de la New City Gas Company lors des passages d'autobus sur la nouvelle rue Dalhousie ont été évaluées. De par leur plus faible distance avec le bâtiment, les autobus circulant en direction sud (de la rue Ottawa vers la rue Wellington) ont été considérés pour l'évaluation des niveaux de vibration. De plus, le revêtement sur lequel circulent les autobus a été considéré « en bonne condition ».

À titre de comparaison, une évaluation des niveaux de vibration générés par les passages de trains sur les voies surélevées du CN a également été réalisée. Celle-ci correspond au passage d'une locomotive diesel tractant des wagons de passagers (e.g. train de banlieue) sur la voie la plus rapprochée du bâtiment (voie 11). De plus, les hypothèses suivantes ont été faites : les roues du train et les rails sur lesquels il circule sont « en bonne condition » et les joints entre les rails sont soudés.

L'annexe D illustre les distances minimales mesurées entre le bâtiment de la New City Gas et les voies de circulation des autobus et des trains.

Le tableau 4-2 ci-dessous présente les résultats de l'évaluation des niveaux de vibration pour des véhicules se déplaçant à une vitesse de 40 km/h.

Tableau 4-2 : Niveaux de vibration générés par les autobus et les trains¹

Véhicule	Vitesse particulière de crête PPV (mm/s crête)	Distance ² (m)
Autobus (direction sud), 40 km/h	1,5	3,6
Train (voie 11), 40 km/h	2	5

Note : 1 La méthode de la FTA ne permet pas d'évaluer les niveaux de vibrations à des distances inférieures à 3 m.
2 Distance minimale entre le bâtiment et le centre de la voie de circulation

L'évaluation montre que les autobus circulant sur la rue Dalhousie généreront des niveaux de vibration inférieurs que ceux qui sont générés par les trains circulant sur la structure surélevée du CN. De plus, les niveaux de vibrations évalués, tant pour les autobus que pour les trains, sont inférieurs au critère de 3 mm/s (critère de la norme suisse entre 10 et 30 Hz).

5. RECOMMANDATIONS ET MESURES D'ATTÉNUATION

La préservation du bâtiment de la New City Gas Company requiert la mise en application des recommandations formulées dans la présente section.

La circulation des autobus sur la nouvelle rue Dalhousie ne devrait pas être la source de vibrations présentant un risque de dommage pour le bâtiment de la New City Gas Company. Par contre, de par la proximité du bâtiment, la construction du passage routier sous les voies surélevées du CN et celle de la nouvelle rue Dalhousie devra intégrer, durant toute sa durée, la problématique des vibrations, notamment par le choix des techniques de démolition et de construction, par la sensibilisation des travailleurs du chantier et par la mise en place d'un suivi rigoureux des vibrations générées tout au long des travaux.

5.1 Suivi vibratoire

Tout d'abord, il est recommandé de procéder à une inspection du bâtiment avant le début des travaux de la rue Dalhousie. Cette inspection initiale permettra d'évaluer l'état du bâtiment et, s'il y a lieu, de recenser les fissures existantes. Conjointement à l'inspection initiale, des relevés de vibration devront être réalisés avant le début des travaux de façon à caractériser les niveaux de vibration auxquels le bâtiment est soumis actuellement (chariots élévateurs, passage de train, etc.). Une seconde inspection du bâtiment devra être réalisée immédiatement après la fin des travaux de construction de façon à s'assurer qu'ils n'ont pas causé de dommage au bâtiment.

De plus, il est recommandé de procéder à un suivi rigoureux des vibrations générées par les activités de construction. Du début jusqu'à la fin des travaux situés à proximité du bâtiment, des mesures de la vitesse particulière de crête (PPV) devront être réalisées afin de garantir des niveaux de vibration qui n'affecteront pas l'intégrité du bâtiment.

Enfin, afin de s'assurer que les niveaux de vibrations induits par les passages d'autobus sont en deçà des critères établis dans la présente étude, il est conseillé de mettre en place un suivi vibratoire durant la première année de la mise en service de la rue Dalhousie.

5.2 Travaux de construction de la rue Dalhousie et du passage routier

Les travaux de construction, à proximité immédiate du bâtiment, représentent les activités les plus critiques en termes de vibrations. Ainsi, la méthodologie des travaux devra être élaborée de façon à minimiser les vibrations à proximité du bâtiment de la New City Gas Company. Un plan de contrôle des vibrations devra être soumis et approuvé avant le début des travaux de construction. Au stade de l'étude de faisabilité, les recommandations suivantes sont formulées :

- Sensibiliser tous les intervenants du chantier (opérateurs d'équipements, contremaîtres, ingénieurs, surveillants) par l'entremise d'une réunion de démarrage. Cette réunion de sensibilisation devra avoir lieu avant le début des travaux. Si cela est jugé pertinent, d'autres réunions de sensibilisation et d'information pourraient être tenues au cours des travaux.

- Respecter les distances des zones tampons recommandées au tableau 5-1. Si ces distances ne peuvent être respectées, des essais in situ doivent être réalisés avec l'équipement concerné, avant le début des travaux à effectuer, de façon à s'assurer que les niveaux de vibration générés sont acceptables.
- Plus spécifiquement, proscrire les activités suivantes à proximité du bâtiment :
 - Fonçage de pieu par battage et par vibration. Privilégier la méthode par forage.
 - Compactage à l'aide de gros compacteur vibrant. Utiliser des petits compacteurs.
- Porter une attention particulière aux conditions d'approche de la machinerie lourde à proximité du bâtiment : type de machinerie, poids, vitesse, parcours.
- La démolition des structures existantes devra faire l'objet d'une attention particulière, notamment lors de l'utilisation de marteaux hydrauliques. Si des essais in situ montrent des niveaux de vibration trop élevés, l'emploi de marteaux hydrauliques sera prohibé et les structures à démolir devront être découpées à la scie.

Tableau 5-1 : Zone tampon recommandée autour du bâtiment de la New City Gas

Équipement de construction	Zone tampon recommandée (m)
Fonçage de pieu (impact)	15
Fonçage de pieu (vibration)	7
Fonçage de pieu (forage)	4
Compacteur vibrant (9 tonnes)	15
Compacteur vibrant (2 tonnes)	5
Excavatrice	5
Machinerie lourde	4
Marteau pneumatique	3

5.3 Passage des autobus sur la rue Dalhousie

D'après les évaluations réalisées au cours de la présente étude, il appert que les niveaux de vibration qui seront générés par la circulation des autobus sur la rue Dalhousie (PPV crête de 1,5 mm/s) sont **deux fois plus petits que le critère de vibration** (c.-à-d. 3 mm/s) pour les dommages esthétiques (e.g. fissures filiformes). Par conséquent, aucune mesure d'atténuation spécifique n'est requise.

Néanmoins, les vibrations reliées à la circulation des autobus étant fortement corrélées à la présence d'irrégularités sur la chaussée (nids de poule, fissures, plaques d'égout, joints de dilatation, etc.), il est recommandé, d'une part, de porter une attention particulière à la qualité du nouveau revêtement et notamment aux irrégularités de la chaussée, telle que la mise à niveau adéquate des tampons de regard et, d'autre part, de prévoir un entretien périodique de la chaussée (resurfage, réparation des nids de poule et des fissures dès leur apparition).

6. CONCLUSIONS

Dans le cadre du projet de réaménagement de l'autoroute Bonaventure, à l'entrée du centre-ville de Montréal, la Société du Havre de Montréal (SHM) prévoit l'aménagement de la rue Dalhousie en voies réservées aux autobus, notamment en construisant un passage routier sous les voies ferrées du CN entre les rues Ottawa et Wellington. Le bâtiment de la New City Gas Company, situé au 172 rue Dalhousie, jouxte actuellement la rue Dalhousie et la structure des voies ferrées du CN. Ce bâtiment est identifié comme étant un bâtiment industriel d'intérêt patrimonial et architectural par la Ville de Montréal. Dans le cadre du projet d'aménagement de la rue Dalhousie, une étude d'impact vibratoire sur le bâtiment de la New City Gas a été réalisée. Les principales conclusions issues de cette étude sont les suivantes :

- 6.1 Le Canada ne possédant pas de norme spécifiant des critères quantitatifs quant aux vibrations induites aux bâtiments, les critères de normes nationales de pays européens ont été utilisés. Aux fins de la présente étude, les critères les plus sévères (norme suisse) ont été retenus pour le bâtiment de la New City Gas. Ces critères correspondent à une vitesse particulière de crête maximale de 3 mm/s pour les vibrations induites par le trafic et de 6 mm/s pour les vibrations induites par la construction.
- 6.2 La construction du passage routier sous les voies ferrées ainsi que de la nouvelle rue Dalhousie devra intégrer à sa méthodologie la problématique des vibrations induites au bâtiment de la New City Gas.

Tout d'abord, une caractérisation de la situation initiale devra être réalisée (niveaux de vibration actuels et inspection du bâtiment). Ensuite, un plan de contrôle des vibrations devra être mis en place dès la conception de la méthodologie des travaux. Les méthodes, les équipements de construction ainsi que leur mode opératoire (e.g. déplacement de la machinerie lourde) de construction devront être sélectionnés de façon à minimiser les impacts vibratoires sur le bâtiment. Certaines méthodes de construction, tels que le battage de pieu et le compactage à l'aide de gros compacteur vibrant, devront être prohibées à proximité du bâtiment. Les zones tampons proposées dans le présent rapport devront être respectées à moins que des essais in situ démontrent que les niveaux de vibration générés sont acceptables.

Durant toute la durée des travaux, un suivi rigoureux des vibrations devra être mis en place afin de s'assurer que les niveaux de vibration induits au bâtiment sont acceptables.

- 6.3 Les passages des autobus sur la nouvelle rue Dalhousie généreront des niveaux de vibration qui seront nettement en dessous du seuil de dommage établi. Par conséquent, aucune mesure d'atténuation n'est requise. Néanmoins, il est à noter qu'une attention particulière devra être portée à la qualité du nouveau revêtement et, notamment, aux irrégularités de la chaussée, telle que la mise à niveau adéquate des tampons de regard. D'autre part, un entretien périodique de la chaussée devra être prévu.
- 6.4 Le respect des recommandations énoncées dans le présent rapport permettra de procéder à la construction des infrastructures projetées tout en assurant des niveaux de vibrations suffisamment bas pour que la probabilité de dommages esthétiques au bâtiment de la New City Gas Company soit faible.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] DIN 4150-3:1999-02, *Structural vibration – Part 3 : Effects of vibration on structures*, Deutsches Institut für Normung, February 1999.
- [2] BS 7385-2:1993, *Evaluation and measurement for vibration in buildings – Part 2: Guide to damage levels from groundborne vibration*, British Standard, November 1993.
- [3] SN 640 312a, *Les ébranlements – Effets des ébranlements sur les constructions*, Norme Suisse, Union des professionnels suisses de la route, Avril 1992.
- [4] ISO 4866:1990, *Vibrations et chocs mécaniques – Vibrations des bâtiments – Lignes directrices et évaluation de leurs effets sur les bâtiments*, Norme Internationale, Organisation internationale de normalisation.
- [5] ISO 4866:1990/Amd.1:1994, *Mechanical vibrations and shock – Vibration of buildings – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on buildings – Amendment 1*, International Standard, International Organisation for Standardization.
- [6] ISO 4866:1990/Amd.2:1996, *Vibrations et chocs mécaniques – Vibrations des bâtiments – Lignes directrices et évaluation de leurs effets sur les bâtiments - Amendement 2*, Norme Internationale, Organisation internationale de normalisation.
- [7] ISO/DIS 4866:2008, *Mechanical vibration and shock – Vibration of fixed structures – Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on structures*, Draft International Standard, International Organisation for Standardization.
- [8] Hunaidi, O. et Tremblay, M., *Traffic-induced building vibrations in Montréal*, Can. J. Civ. Eng., vol. 24, p.736-753, 1997.
- [9] Dowding, C.H., *Construction Vibrations*, Prentice Hall International Series in Civil Engineering and Engineering Mechanics, 1996.
- [10] *Transit Noise and Vibration Impact Assessment*, Federal Transit Administration, U.S. Department of Transportation, April 1995.

Annexe A

Configuration actuelle

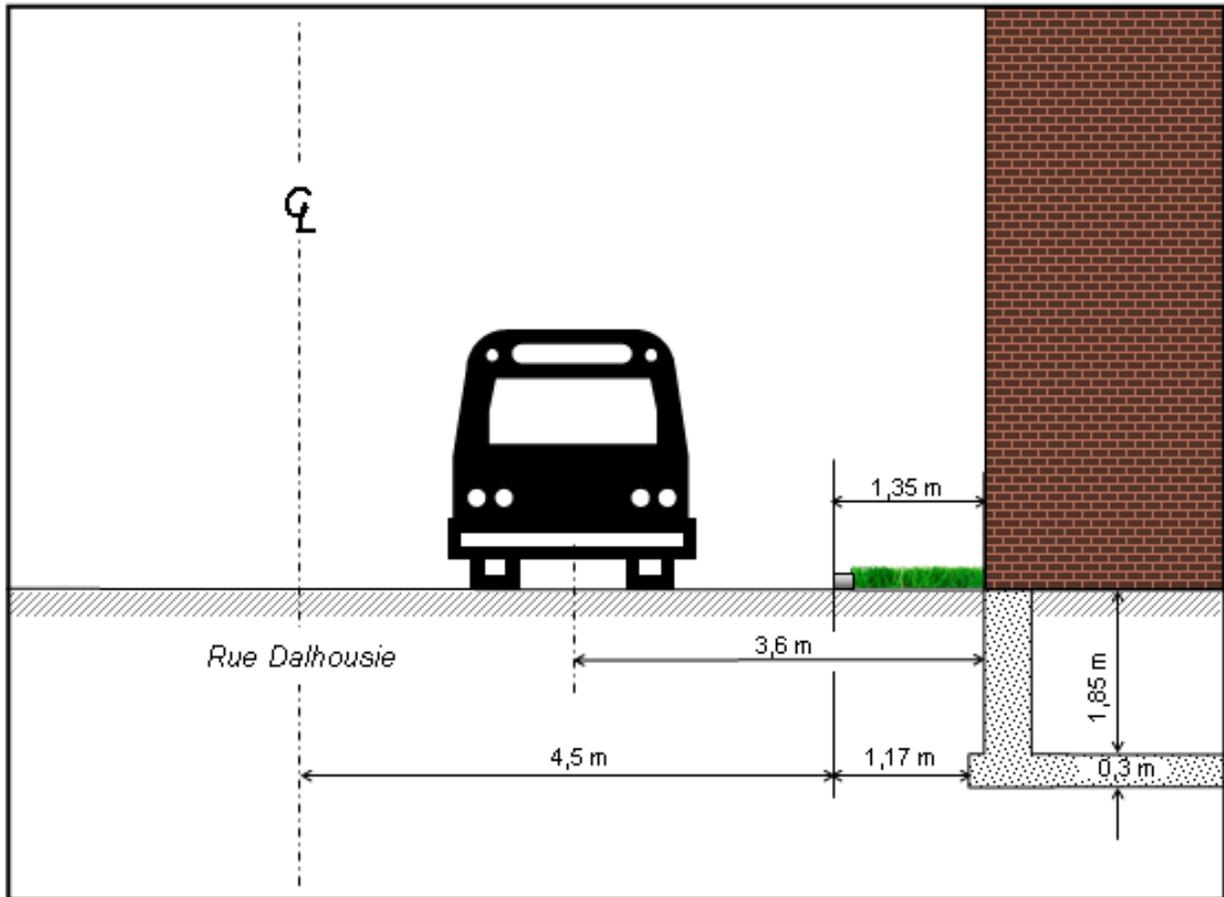


Annexe B

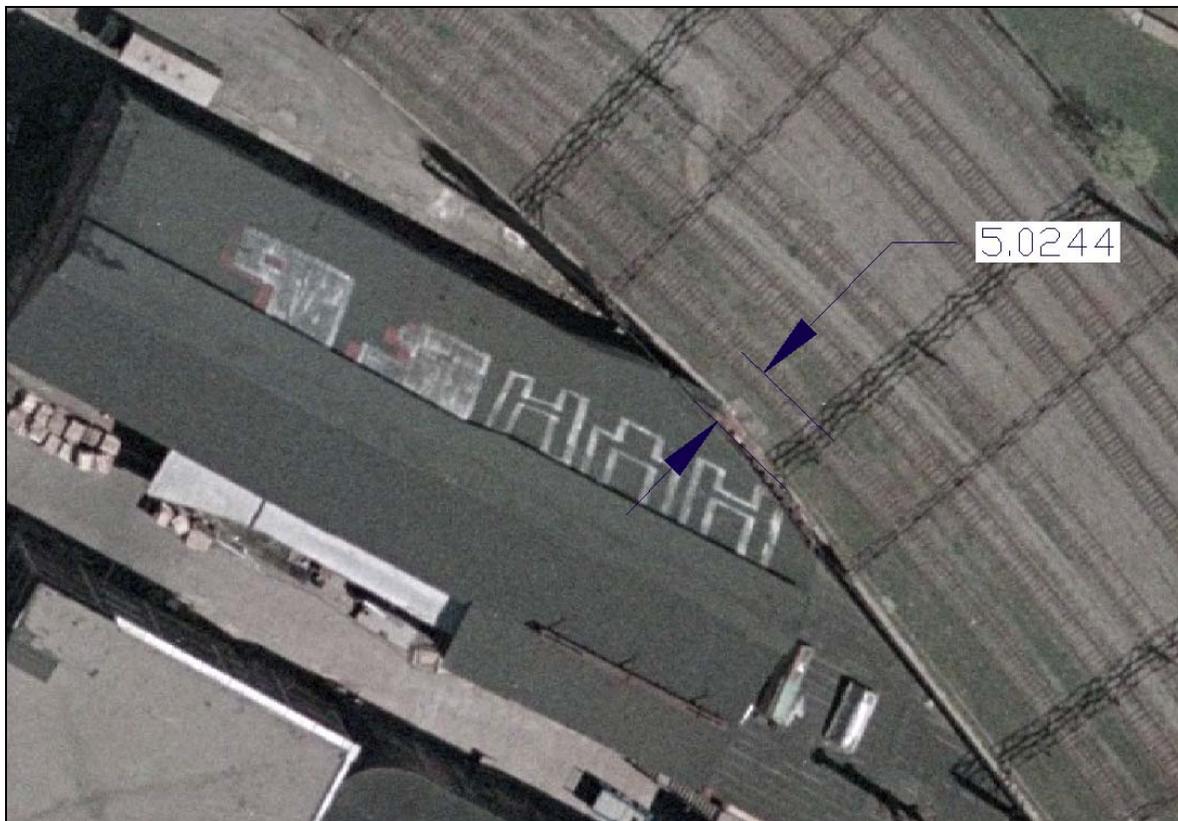
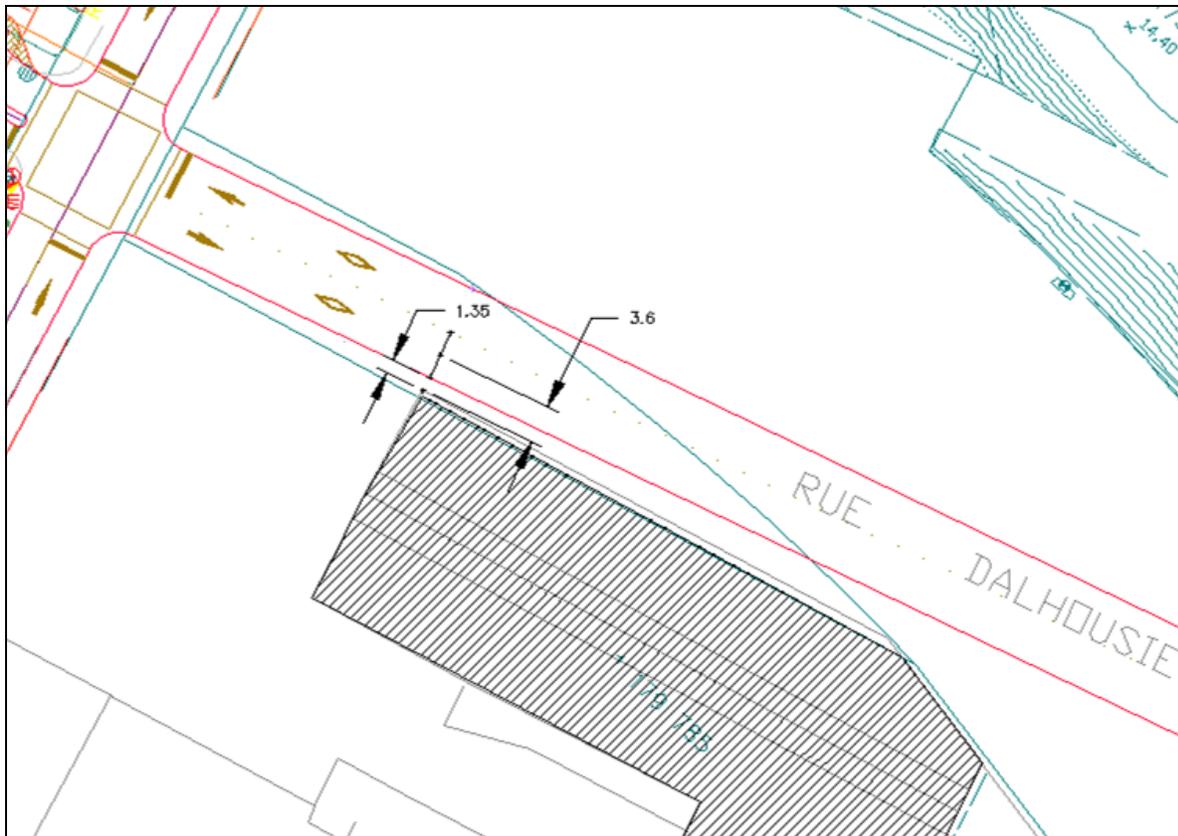
Configuration projetée



***Coupe schématique de la rue Dalhousie
et du bâtiment de la New City Gas***



***Distances minimales entre le bâtiment
de la New City Gas et les voies de circulation
des autobus et des trains***





SNC-LAVALIN
Environnement

www.snclavalin.com

SNC-Lavalin Environnement
2271, boul. Fernand-Lafontaine
Longueuil (Québec)
J4G 2R7 Canada
Téléphone: 450-651-6710
Télécopieur: 450-651-0885