

# Mémoire concernant les vibrations causées par l'exploitation de la fosse

**Projet minier aurifère Canadian Malartic**

Présenté par

LOUISE CHABOT

MALARTIC JOY 1Z0

# Mémoire concernant les vibrations causées par l'exploitation de la fosse

## Projet minier aurifère Canadian Malartic

Louise Chabot

381 Laval Malartic

Résidente de Malartic. Copropriétaire d'un immeuble à logements situés au 731-733 Laurier Malartic. Conjointe de Mr Roberto Buscemi

Les vibrations occasionnées par les sautages de l'exploitation de la fosse Canadian Malartic causent des dommages aux propriétés des résidents de la municipalité de Malartic. Il s'avère très difficile d'effectuer la preuve que les bris constatés sont occasionnés par les vibrations quotidiennes causées par les sautages. L'affirmation de la minière disant "*on brise, on paie*" ne peut être vérifié car ils n'admettent pas être la cause des dommages. L'architecte Denis Fortin du groupe Trame, qui effectuait des inspections de bâtiments pour Osisko, nous a clairement affirmé que selon lui un bâtiment bien construit ne peut subir de dommages liés aux vibrations. Le problème réside dans le fait que la ville ne fut pas construite selon les normes du bâtiment effectives en 2015 mais dans les années 1950. Les normes de l'époque étaient beaucoup moins rigoureuses. Il y a donc plusieurs bâtiments qui subissent des bris prématurés tel que fissures des joints de placoplatre, fissures dans les planchers de céramique, fuite de plomberie due à la vibration des tuyaux, etc. (exemples vécus personnellement).

Les citoyens doivent donc se fier à la bonne foi de la minière. Nous avons, mon conjoint et moi, tenté une réclamation pour bris à notre propriété locative. Le processus fut très long et ardu. Le premier contact avec la minière fut effectué le 6 mai 2014, le 28 mai une visite du bâtiment fut effectuée par un architecte du groupe Trame, le 15 octobre on m'envoie le rapport par la poste avec une lettre me signifiant le rejet de ma plainte. Le 2 juillet 2015 une rencontre fut organisée avec l'architecte, la représentante de la minière, une représentante du comité de suivi et les propriétaires. À la suite de cette rencontre il fut conclu que l'analyse était incomplète et que l'on se devait d'effectuer une deuxième analyse de la situation. Selon le comité de suivi : "*Les informations utilisées (données techniques non consultées et vérifications matérielles non exécutées) au soutien du rapport d'inspection sont dans plusieurs cas insuffisantes ou erronées.*" et "*Il n'y a pas de suite logique entre les observations, l'analyse et les conclusions du rapport d'inspection.*" (voir les commentaires du comité de suivi). Le 4 août 2015 une nouvelle inspection du bâtiment fut effectuée par l'architecte. En septembre le deuxième rapport nous fut remis par Amélie Foucault, représentante de la minière, qui nous indiqua que quel que soit le contenu du rapport "*on ne fait plus de cas par cas*".

La minière refuse une approche par probabilité, elle désire une preuve formelle. Pourtant des normes concernant l'évaluation des risques d'endommagement des bâtiments recommandent

une approche par probabilités Réf :ISO 4866 : 2010. Un bâtiment soumis à des vibrations pendant de nombreuses années peut subir des dommages sous l'effet de fatigue. Réf : CNRC solution constructive no39 p.4

L'exploitation du nouveau gisement va prolonger la durée de la mine entraînant encore plus de dommages aux propriétés. Avant d'accorder la permission pour l'extension de la fosse il faudrait s'assurer de mettre en place système de traitement des réclamations rapides, efficace et surtout transparent. Pour l'instant la minière semble préférée investir dans la recherche des montants considérables plutôt que des montants modestes pour compenser les propriétaires aux prises avec des réparations urgentes.

Ci-joint :

Lettre du 15 octobre 2014 (Mine Canadian Malartic)

Rapport d'inspection du 731 Laurier (Groupe Trame)

Commentaires sur le contenu du rapport d'inspection (comité de suivi)

Procédure d'inspection des résidences (comité de suivi)

2<sup>e</sup> rapport d'inspection du 731 Laurier (Groupe Trame)

La vibration des bâtiments sous l'effet de la circulation (CNRC Solution Constructive n°39)

Extrait norme ISO 4866 :2010



Malartic, le 15 octobre 2014

Monsieur Roberto Buscemi  
381, rue Laval  
Malartic (Québec) J0Y 1Z0

Objet : Plainte

Monsieur,

Suite à votre plainte du 6 mai dernier concernant des fissures apparues à votre bâtiment durant les mois précédents, une inspection visuelle de votre domicile fut effectuée. Suivant celle-ci, une expertise externe fut demandée. La firme TRAME, mandatée pour réaliser l'inspection, nous a soumis le rapport joint à cet envoi.

Suivant les conclusions du rapport, Mine Canadian Malartic ne donnera pas suite à votre demande de réparation de fissures observées.

Soyez assuré, Monsieur, que Mine Canadian Malartic prend toutes les mesures nécessaires afin d'atténuer les impacts de nos opérations sur la communauté malarticoise en vue d'une cohabitation harmonieuse.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, mes meilleures salutations.

Anélie Foucault,  
Conseillère aux relations communautaires et publiques

**OSISKO-DIVISION  
CANADIAN MALARTIC**

**RAPPORT D'INSPECTION**

**731, Laurier  
Malartic (Québec)**

**14-5877**

**AOÛT 2014**

**TRAME ARCHITECTURE + PAYSAGE**



**OSISKO-DIVISION  
CANADIAN MALARTIC  
CMS-10272**

**RAPPORT D'INSPECTION**

731, Laurier  
Malartic (Québec)

**14-5877**

Préparé par

Denis F. Fortin, architecte

Août 2014

## TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION.....	1
1. DÉMARCHE.....	1
2. DESCRIPTION DU BÂTIMENT ET HISTORIQUE.....	1
3. CONSTAT.....	2
4. ANALYSE.....	3
5. CONCLUSION.....	3
6. RECOMMANDATION.....	4

# INTRODUCTION

Osisko – Division Canadian Malartic a mandaté TRAME le 28 mai 2014 pour une étude de la résidence située au 731, rue Laurier à Malartic - BC 10272 - réquisition R123658.

Des fissurations au plafond de 3 pièces dans l'appartement à l'étage sont à l'origine de cette démarche.

Le présent rapport résume la démarche entreprise par TRAME pour la réalisation de l'étude, les différentes observations à propos de la problématique et les recommandations en découlant.

## 1. Démarche

- Nous avons effectué une visite d'inspection de la résidence, lundi, le 4 août 2014. Le propriétaire, M. Roberto Buscemi, ainsi que la locataire Mme Lucie Brisson étaient présents lors de la visite.
- Lors de cette visite, le propriétaire me fait mention des problématiques et des démarches qu'il a effectuées depuis l'apparition des fissurations il y a 8 mois.
- Différentes observations ainsi que des photos ont été prises par TRAME.

## 2. Description du bâtiment et historique

Habitation de 3 étages (sous-sol - non fini, rez-de-chaussée et étage) accueillant 2 logements réalisée en blocs de béton pour le sous-sol, le rez-de-chaussée et structure à ossature de bois pour l'étage.

M. Buscemi en est le propriétaire depuis 1990. La maison fut construite vers l'année 1955. Le propriétaire n'y a jamais résidé et la locataire y habite depuis au moins 3 ans.

### 3. Constat

#### Extérieur :

- Je constate en premier lieu que la résidence principalement le revêtement extérieur et le terrain sont mal entretenus (photos 1-2-3-4).
- La galerie avant n'est pas de niveau et elle risque de s'écrouler (photo 5). *non relié au bâtiment*
- La fondation en bloc de béton est fissurée et le crépi qui la recouvrait est manquant à plusieurs endroits (photo 6).
- Le portique donnant accès au sous-sol est en décrépitude avancé (photos 7-8).

#### Sous-sol:

- Le sous-sol est non-fini. L'isolation au périmètre de la fondation est manquante à plusieurs endroits (photos 9-10).
- Il y a présence d'infiltration d'eau à plusieurs endroits (photos 11-12). *2.*
- Il ne semble pas avoir de chauffage (photo 13) *flux 1500w.*
- Le pare-vapeur au plancher du rez-de-chaussée est perforé à plusieurs endroits (photo 14).
- Des sections d'isolation du plancher sont manquantes (photo 15).
- Un raccordement de sècheuse n'évacue pas à l'extérieur (photo 16).
- Il y a présence de moisissure et de pourriture sur des éléments de structure de l'assise du plancher (photo 17).

*problème date de +10ans.  
régler.*

#### Rez-de-chaussée:

- Le rez-de-chaussée n'a pas fait l'objet d'une visite.

#### Étage:

- Le logement est bien entretenu.
- Il y a présence d'anciennes fissures au plafond de la cuisine qui ne sont pas récentes car les plafonds n'ont pas été peints depuis au moins 8 ans minimum selon le propriétaire (photos 18-19)
- Même constat pour les chambres et le salon.
- Cependant, dans ces pièces, des sections de plâtres sont en train de décoller (photos 20-21-22).
- Le propriétaire a procédé à des réparations au plafond de la chambre au printemps mais la zone semble s'être agrandie depuis ce temps (photos 23-24-25-26)
- Ce plafond particulier est composé de peinture, couche de plâtre de finition, couche de béton/ciment, panneaux de tentest avec treillis métallique sur la structure de la toiture au dire du propriétaire.

- Aux zones les plus abimées, cette composition de plafond est flexible lorsqu'on exerce une pression.
- Sur la composition en ciment, il semble avoir des traces d'une présence d'humidité dans la fissuration.
- Il n'a pas été possible de vérifier s'il y avait des infiltrations d'air à ces endroits.
- Il a été également constaté de nouvelles fissurations dans la salle de lavage au plafond et au périmètre des murs (photos 27-28) Le plafond de cette pièce semble être recouvert de panneau de plâtre conventionnel. Les fissures sont aux joints des panneaux à la limite des extrémités des rubans de finition.
- Le papier n'est pas déchiré, il est décollé.
- Le propriétaire m'indique qu'il a condamné le ventilateur d'entretoit dernièrement (photo 1). *Sans*
- L'entretoit n'est ventilé que par les 2 petites grilles dans les pignons.

#### 4. Analyse

Suite au constat effectué, les fissurations sont possiblement attribuables à l'effet combiné d'une série de facteurs.

- La modification des conditions de l'entretoit causée par la condamnation de l'évacuateur a possiblement généré de l'humidité de façon plus importante; combinée à l'hiver rigoureux de 2014, ces deux états sont très dommageables pour les joints de panneaux et la lamination des couches de produits. Ce phénomène semble être le cas présentement.
- Aucune fissuration au cadre de porte, de fenêtre, au centre des murs, périmètre d'armoire et de vanité et la céramique au plancher, n'a été constatée, ce qui élimine la cause de fissurations par vibrations de toutes provenances et mouvements structuraux
- L'âge du bâtiment et la méthode de finition non standard et jamais rencontrés ailleurs, porte à réflexion! Il a été impossible de constater le type de fixation de la composition du plafond.
- La flexion de l'assemblage, dans les secteurs plus problématiques, laisse prétendre à une rupture des fixations des panneaux due possiblement à l'âge du bâtiment et la présence d'humidité qui auraient tous deux contribué à la corrosion des attaches. Cette déduction devrait cependant faire l'objet d'une analyse plus complète en accédant à l'entretoit

*Ne s'applique pas Plafond*

#### 5. Conclusion

À notre avis, cette problématique est situationnelle à l'âge, la méthode de construction et l'entretien du bâtiment. La reprise des activités minières n'a pas eu pour effet de générer une nouvelle situation ou la dégradation du bâtiment comme il a été possible de vérifier par les cicatrices existantes au plafond.

## 6. Recommandation au propriétaire

Afin de corriger la situation dans le logement à l'étage, nous recommandons au propriétaire quelques interventions :

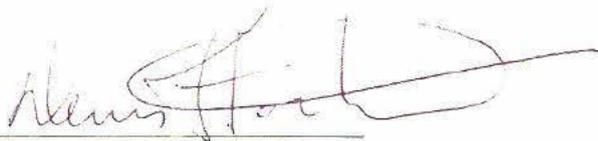
- Suite à l'inspection des fixations du plafond, procéder à la solidification de l'ensemble ou carrément reprendre les plafonds en utilisant un assemblage conventionnel.
- Gratter et ragréer les zones délaminiées au plafond en béton en totalité ou en partie.
- Reprendre la finition du plâtre dans la salle de lavage
- S'assurer que l'évacuateur de la sècheuse se fasse à l'extérieur.
- De réinstaller un ou des ventilateurs d'entretoit afin d'évacuer l'excès d'humidité. De vérifier par le fait même si les soffites ne sont pas obstrués.
- De vérifier l'état de l'isolation et la présence d'humidité ou d'infiltration d'eau dans l'entretoit.
- De vérifier le taux d'humidité relative en hiver dans le logement et procéder à l'achat d'un déshumidificateur ou d'un échangeur d'air si le taux d'humidité s'avère trop élevé.

Suite aux constats effectués, les recommandations suivantes doivent également être proposées au propriétaire :

- En urgence, stabiliser et mettre au niveau le portique en façade du bâtiment
- En urgence, revoir l'enveloppe et la toiture du portique donnant accès au sous-sol à l'arrière
- Réparer les jointements des fondations et appliquer un nouveau crépi de protection.
- Au sous-sol, ragréer l'isolation des fondations, réparer le pare-vapeur, remplacer l'isolation du plancher, remettre en fonction le chauffage et rebrancher la sortie de la sècheuse.
- Procéder au nettoyage complet du plancher et enlever toute trace de moisissures.
- Vérifier et inspecter les assises en bois au périmètre extérieur afin de valider leur solidité.
- Faire l'installation d'un nouveau revêtement extérieur, idéalement après avoir ajouté de l'isolant extérieur et coupe-vent intégré.

Dans l'attente d'une décision quant au suivi de ce dossier

Mes salutations,



Denis F. Fortin, architecte  
TRAME ARCHITECTURE + PAYSAGE

# COMMENTAIRES SUR LE CONTENU DU RAPPORT D'INSPECTION

**Nom du résident :** Roberto Buscemi

**Adresse :** 731, rue Laurier, Malartic

**Nom de l'architecte :** Denis F. Fortin

**Date du rapport d'inspection :** Août 2014

**Problèmes à l'origine de l'inspection :** Des fissurations au plafond de trois pièces dans l'appartement situé au deuxième étage du bâtiment.

Le 2 juillet 2015, une rencontre a eu lieu entre : Amélie Foucault, Marie-Pier Beaucage, Denis Fortin, Roberto Buscemi, Louise Chabot et Marie-Eve Nolet afin de discuter du contenu du rapport d'inspection.

*Les sections du présent document réfèrent aux sections du rapport d'inspection.*

## **INTRODUCTION (p.3)**

Dans cette section, M Fortin mentionne le problème à l'origine de la démarche, mais n'indique pas la nature du mandat qui lui a été confié. Cette information est essentielle et devrait apparaître dans le rapport d'inspection.

### **3. Constat (p.4)**

#### **Extérieur**

Parmi les faits rapportés dans cette section, plusieurs semblent erronés et/ou incomplets :

*«Je constate en premier lieu que la résidence principalement le revêtement extérieur et le terrain sont mal entretenus (photos 1-2-3-4-)»*: La notion d'entretien est une opinion, et non un fait. De plus, la simple mention que *«le revêtement extérieur et le terrain sont mal entretenus»* ne nous informe en rien sur les éléments du revêtement qui seraient en mauvais état. Hors, dans la section «observations» d'un rapport d'inspection, ce sont des faits que nous devons retrouver et ces faits doivent être détaillés puisque ce sont eux qui doivent justifier l'analyse et les conclusions.

Lors de la rencontre du 2 juillet 2015, M. Fortin a spécifié que les éléments mal entretenus étaient : la peinture qui s'écaille dans le cas de revêtement extérieur; le gazon trop long dans le cas du terrain.

*«La galerie avant n'est pas au niveau et elle risque de s'écrouler (photo 5)»* : Sur la photo numéro 5, citée au soutien de l'affirmation, nous voyons un pieu sortant du sol. Hors, il n'y a aucune galerie au niveau du sol. Après vérification, il s'agit du pieu avant droit soutenant la véranda. Il aurait été important de mentionner que cette véranda n'est pas «solidaire» au bâtiment, en ce sens qu'elle a été construite de manière indépendante.

*« La fondation en bloc de béton est fissurée et le crépi qui la recouvrait est manquant à plusieurs endroits»* : M. Buscemi admet que certaines fissures sont présentes sur la fondation, mais elles ont toutes été colmatées dès le moment où il en a constaté l'apparition. De plus, M. Buscemi admet que le crépis qui recouvre la fondation s'émiette, mais affirme que la membrane de plastique étanche qui isole la fondation de l'humidité est, quant à elle, intacte.

## COMMENTAIRES SUR LE CONTENU DU RAPPORT D'INSPECTION

«*Le portique donnant accès au sous-sol est en décrépitude avancée (photos 7-8)*» : M. Buscemi spécifie que ce portique n'est pas «solidaire» de la structure de la maison.

### Sous-sol

Parmi les faits rapportés dans cette section, plusieurs semblent erronés et/ou incomplets :

«*Le sous-sol n'est pas fini*» : Il s'agit d'un vide sanitaire et non d'un sous-sol.

«*Il y a présence de plusieurs infiltration d'eau à plusieurs endroits (photos 11-12)*» : M. Buscemi admet qu'il y a des infiltrations d'eau, mais seulement à deux endroits. La première sous la porte et la deuxième sous le poêle. Dans les deux cas, les infiltrations seraient dues à une difficulté à installer la géomembrane.

«*Il ne semble pas avoir de chauffage (photo 13)* » : Faux. M. Buscemi affirme qu'il y a du chauffage contrôlé par thermostat afin de maintenir une température minimale en hiver.

«*Le pare-vapeur au plancher du rez-de-chaussée est perforé à plusieurs endroits (photo 14)*» : M. Buscemi explique qu'à l'origine, il n'y avait pas de pare-vapeur dans le vide sanitaire. Dix ans auparavant, il a installé des feuilles de pare-vapeur lors d'une tentative d'isoler le vide sanitaire afin de ne pas le chauffer en hiver. Cette tentative n'a pas été fructueuse, de sorte que M. Buscemi a toujours continué de chauffer le vide sanitaire et que les feuilles de pare-vapeur sont devenues inutiles.

«*Des sections d'isolation du plancher sont manquantes (photo 15)*» : Selon M. Buscemi, il manque une petite section d'isolant uniquement derrière le poêle à bois.

«*Un raccordement de sècheuse n'évacue pas à l'extérieur (photo 16)*» : Selon M. Buscemi, cette situation existe depuis un an seulement et résulte de l'initiative d'un locataire.

«*Il y a présence de moisissure et de pourriture sur des éléments de structure de l'assise du plancher (photo 17)*» : M. Buscemi admet la présence de moisissure. Cependant, il spécifie que cette moisissure est apparue lors de sa tentative de ne pas chauffer le vide sanitaire il y a dix ans. Depuis, aucune moisissure ne serait apparue. Par conséquent, il serait impossible de prétendre qu'il existe une source actuelle de moisissure.

### Rez-de-chaussée

Le rez-de-chaussée n'a pas fait l'objet d'une visite par l'architecte, et aucune question n'a été posée à M. Buscemi à cet effet.

Si M. Fortin avait posé des questions ou s'il avait visité le rez-de-chaussée, il aurait appris que M. Buscemi n'a pas porté plainte auprès de la mine pour toutes les fissures présentes dans le

## COMMENTAIRES SUR LE CONTENU DU RAPPORT D'INSPECTION

bâtiment, mais seulement pour celles qu'il présume avoir un lien avec les vibrations. Il aurait constaté la présence d'une fissure dans la céramique du plancher.

### Étage

Parmi les faits rapportés dans cette section, plusieurs semblent erronés et/ou incomplets :

*«Il y a présence d'anciennes fissures au plafond de la cuisine qui ne sont pas récentes car les plafonds n'ont pas été peints depuis au moins 8 ans au minimum selon le propriétaire (photos 18-19)»*: En fait, M. Buscemi a lui-même informé l'architecte que les fissures étaient présentes depuis plus de 8 ans. Il se souvient qu'elles étaient apparentes lors de l'acquisition de l'immeuble il y a plus de 25 ans.

*«Même constat pour les chambres et le salon»* : Dans la section «démarche» du rapport, l'architecte a écrit que M. Buscemi situait l'apparition des fissures à 8 mois auparavant (soit 8 mois avant la visite du 4 août 2014), il est donc difficile de comprendre ces deux affirmations contradictoires. Questionné à ce sujet, l'architecte a spécifié qu'il y avait deux «catégories de fissures». Une première apparue il y a plus de 25 ans et qui correspond aux photographies 18-19-20. Une seconde apparue à l'automne 2013 et qui correspond aux photographies 21 à 27.

Le rapport mentionne la présence de fissures, mais n'en rapporte aucune caractéristique : quantité, longueur, profondeur, emplacement dans la pièce. Ces informations ne sont-elles pas importantes afin d'effectuer une analyse visant à identifier leur origine?

*«Cependant, dans ces pièces, des sections de plâtre sont en train de décoller (photos 20-21-22)»*: M. Buscemi spécifie, et l'architecte admet, qu'en fait ce n'est pas uniquement le plâtre qui décolle, mais l'ensemble du plafond au complet qui s'affaisse.

*«Le propriétaire a procédé à des réparations au plafond de la chambre au printemps mais la zone semble s'être agrandie depuis ce temps»* : Les réparations ont été effectuées à l'automne 2014 et non au printemps 2015.

*«Aux zones les plus abîmées, cette composition de plafond est flexible lorsqu'on exerce une pression»* : Par flexion, on doit comprendre que les panneaux du plafond sont instables. Si nous exerçons une pression sur le panneau, le panneau entier lève en un seul bloc. Le panneau en lui-même demeure intact et non flexible. Cette affirmation de M. Buscemi et a été validé par M. Fortin.

*«Sur la composition en ciment, il semble avoir des traces d'une présence d'humidité dans la fissuration»* : Selon les faits rapportés par M. Buscemi, l'architecte a vérifié la présence d'humidité en touchant un bout de ciment situé au plafond du bout des doigts. Il n'aurait pas utilisé d'appareil de mesures et n'a pas visité l'entretoit. Non seulement l'architecte a rapporté un fait non fondé sur des données tangibles, mais il va utiliser ce fait pour analyser les problématiques et tirer des conclusions quant à leur origine. Au surplus, M. Buscemi n'a pas la perception que son plafond

## COMMENTAIRES SUR LE CONTENU DU RAPPORT D'INSPECTION

est humide et il est impossible de contredire sa perception étant donné l'absence de vérification adéquate.

Lorsque questionné à ce sujet, M. Fortin a admis ne pas avoir utilisé d'appareil. Il mentionne qu'il est possible de constater la présence d'humidité seulement au touché, mais que cela ne permet pas d'en connaître le pourcentage. Questionné sur la fiabilité de cette méthode, il a mentionné que ce n'était pas scientifique. Également, il a mentionné ne pas connaître la source de cette humidité.

*«Il n'a pas été possible de vérifier s'il y avait des infiltrations d'air à ces endroits»* : M. Buscemi a offert à l'architecte de perforer le plafond et d'accéder à l'entretoit, le tout afin de faire les vérifications nécessaires à son inspection. Cependant, aucune des deux offres n'a été acceptées.

*«Le propriétaire m'indique qu'il a condamné le ventilateur d'entretoit dernièrement»* : Le ventilateur n'a pas été condamné dernièrement, mais il y a 5 ans. Cette erreur de fait est importante, puisque l'architecte utilisera plus loin cet élément pour justifier l'apparition des fissures.

*«L'entretoit n'est ventilé que par les 2 petites grilles dans les pignons»* : Faux. L'entretoit est également ventilé par des soffites perforées.

### Analyse (p.5)

*«La modification des conditions de l'entretoit causée par la condamnation de l'évacuateur a possiblement généré de l'humidité de façon plus importante; combinée à l'hiver rigoureux de 2014, ces deux états sont très dommageables pour les joints de panneaux et la lamination des couches de produits. Ce phénomène semble être le cas présentement»* : Cette affirmation est soutenue par des faits erronés et/ou non validés.

Premièrement, tel que ci-haut mentionné, la condamnation de l'évacuateur n'a pas été réalisée récemment, tel qu'affirmé par l'architecte, mais il y a 5 ans. S'il n'y avait pas eu d'erreur quant aux faits, est-ce que l'architecte aurait tout de même établi un lien logique entre la condamnation faite 5 ans avant l'apparition des fissures? En plus, M. Buscemi a contrôlé la présence d'humidité dans l'entretoit dans les mois qui ont suivis la condamnation de l'aérateur. L'architecte n'a pas posé de question sur le contexte de la condamnation de l'aérateur et par conséquent, ne savait pas qu'un suivi avait été fait. Alors comme établir un lien de causalité entre la condamnation de l'aérateur et la présumé humidité considérant le délai de 5 ans qui les sépare et le suivi qui a été fait?

Deuxièmement, tel que ci-haut mentionné, l'architecte prétend que le plafond est humide, mais il n'a utilisé aucun appareil de mesure au soutien de cette affirmation.

Troisièmement, l'architecte évoque l'hiver rigoureux de 2014. Encore une fois, cette affirmation n'est soutenue par aucune donnée météorologique ni technique. Est-ce qu'il a fait plus froid que

## COMMENTAIRES SUR LE CONTENU DU RAPPORT D'INSPECTION

les normales de saison? Pendant combien de temps? Qu'elles sont les faits qui peuvent être et ont été dommageables en ce qui concerne la température? S'il avait été écrit dans le rapport «des températures sous les X°C peuvent causer des dommages aux structures des maisons» et «selon Environnement Canada, la température est descendue sous les X°C à X reprises lors de l'hiver 2013-2014», l'affirmation aurait été soutenue par des faits et des données statistiques. En l'absence de données, l'architecte peut seulement mentionner le climat comme un facteur possible, mais cela demeure une hypothèse non validée.

*«Aucune fissuration au cadre de porte, de fenêtre, au centre des murs, périmètre d'armoire et de vanité et la céramique au plancher, n'a été constatée, ce qui élimine la cause des fissurations par vibrations de toutes provenances et mouvements structuraux» :*

Tel que ci-haut mentionné, si l'architecte avait visité le rez-de-chaussée du bâtiment, ou s'il avait posé des questions à M. Buscemi, il aurait appris que des fissures sont présentes sur la céramique du plancher du rez-de-chaussée. Par conséquent, son analyse est erronée.

Lorsque nous avons demandé à M. Fortin de nous expliquer comment l'absence de fissures aux endroits énumérés permettait d'écartier les vibrations comme source de fissuration au plafond, il a répondu que cette affirmation concernait uniquement les murs, et non les plafonds. Cette affirmation semble incohérente, dans la mesure où aucune fissure n'est présente sur les murs du bâtiment de M. Buscemi, mais nous en retenons qu'elle ne concerne aucunement les fissures du plafond.

À la question : «Est-ce possible que les fissures présentes au plafond proviennent des vibrations émanant de la mine?», M. Fortin a répondu «On est pas encore rendu là».

Pourtant, M. Fortin écarte dans ses conclusions la possibilité que les fissures soient dues aux vibrations, et ce, sans avoir obtenu d'information quant à celles-ci. Il n'a pas consulté de rapport afin de connaître la fréquence et la force des vibrations auxquelles est soumis le bâtiment. Il n'a pas consulté de rapport géotechnique afin de connaître la distance et l'orientation du bâtiment par rapport à la mine, la composition, la densité et la teneur en eau du sol, etc. Il n'a pas non plus utilisé de fissuromètre.

À la question : «Avez-vous consulté des données relativement aux vibrations auxquelles est soumis le bâtiment de M. Buscemi, par exemple la force et la fréquence?», M. Fortin a répondu : «Non, car je n'ai ni la compétence, ni les outils pour évaluer les vibrations». Il a mentionné que ces informations constituent de la science et que lui, il travaille avec des faits.

M. Fortin mentionne que même si un bâtiment est soumis à des vibrations, il n'est pas normal qu'il fissure. Un bâtiment bien construit ne fissure pas. Ainsi, il ne considère aucunement les vibrations lors de son analyse, premièrement parce qu'il admet ne pas en avoir la compétence, deuxièmement parce que cela ne lui semble même pas pertinent.

## COMMENTAIRES SUR LE CONTENU DU RAPPORT D'INSPECTION

*«L'âge du bâtiment et la méthode de finition non standard et jamais rencontré ailleurs porte à réflexion! Il a été impossible de constater le type de fixation de la composition du plafond» :*

Premièrement, l'architecte ne mentionne pas ce qu'il considère être une «méthode de finition non standard», alors il est difficile de déterminer ce qui pose problème. Deuxièmement, il est question de «méthode de finition» et non de «méthode de construction», il aurait donc été intéressant qu'il soit expliqué en quoi la finition peut avoir une incidence sur les problématiques étudiées. Troisièmement, en affirmant n'avoir jamais rencontré le type de finition utilisé pour le bâtiment de M. Buscemi, nous comprenons qu'il fait face à une composante inconnue.

Puisque l'architecte mentionne encore une fois ne pas avoir eu l'occasion de constater le type de fixation de la composition du plafond, nous soulignons encore une fois que cette opportunité a été offerte par M. Buscemi.

*«La flexion de l'assemblage, dans les secteurs plus problématiques, laisse prétendre à une rupture des fixations des panneaux due possiblement à l'âge du bâtiment et la présence d'humidité qui auraient tous deux contribué à la corrosion des attaches. Cette déduction devrait cependant faire l'objet d'une analyse plus complète en accédant à l'entretoit.»*

Encore une fois, l'architecte établit un lien entre la présence d'humidité pour justifier la corrosion des attaches, alors que cette humidité n'a pas été mesurée.

L'architecte parle de la «corrosion des attaches», alors qu'il n'a pas vu les attaches et ne peut pas savoir dans quel état elles sont.

L'architecte spécifie d'ailleurs que sa déduction devrait faire l'objet d'une analyse plus complète en accédant à l'entretoit. Encore une fois, cette possibilité a été offerte et aurait dû être acceptée.

### **Conclusion (p.5)**

*«À notre avis, cette problématique est situationnelle à l'âge, la méthode de construction et l'entretien du bâtiment».*

L'âge : À aucun endroit il est décrit en quoi l'âge du bâtiment peut être une source de problème. En fait, le seul moment où l'architecte mentionne une conséquence possible de l'âge, soit que «la flexion de l'assemblage» aurait pu entraîner «une rupture des fixations des panneaux due possiblement à l'âge», il mentionne aussi que cette déduction devrait faire l'objet d'une analyse plus complète.

La méthode de construction : Quelle méthode de construction? Pour émettre une conclusion, il faut d'abord énumérer les faits qui la soutiennent. Ce qui n'est pas le cas en l'espèce. En plus, à chaque fois que l'architecte a émis une hypothèse en lien avec la construction de la maison, il s'agissait de la composition du plafond et de son type d'attache, éléments qui n'ont pas été

## COMMENTAIRES SUR LE CONTENU DU RAPPORT D'INSPECTION

vérifiés. Après avoir refusé de percer le plafond et d'inspecter l'entretoit, l'architecte prétend que ce qu'il n'a pas vu est à l'origine des fissurations...

L'entretien du bâtiment : Dans les constats, l'architecte a écrit «*Je constate en premier lieu que la résidence principalement le revêtement extérieur et le terrain sont mal entretenus*» et un peu plus loin «*Le logement est bien entretenu*». Ce sont les seules commentaires de l'architecte quant à l'entretien. Hors, nous avons déjà mentionné que dans le cas du revêtement extérieur, il s'agissait de peinture qui s'écaille, et dans le cas du terrain, de gazon trop long. Il aurait été intéressant d'avoir plus de détail quant au lien entre l'entretien et les fissures, car a priori, ce n'est pas évident.

«La reprise des activités minières n'a pas eu pour effet de générer une nouvelle situation ou la dégradation du bâtiment comme il a été possible de vérifier par les cicatrices existantes au plafond» : Cette affirmation ne devrait tout simplement pas être écrite dans le rapport. 1- Parce que selon M. Fortin lui-même, il n'a ni les compétences ni les outils pour évaluer l'impact des vibrations; 2- Parce que l'impact des vibrations n'a aucunement été évalué ni par M. Fortin, ni par un autre expert, donc il n'est pas possible d'affirmer quoique ce soit; 3- Parce que M. Fortin lui-même admet que les sources potentielles de fissuration qu'il a énumérées dans son rapport sont toutes des hypothèses non validées.

À la question : «Est-il exacte d'affirmer que l'humidité du plafond est une hypothèse quant à l'origine des fissures au même titre que les vibrations, et que ni l'une ni l'autre de ces hypothèses n'a pu être validée?», M. Fortin a dit : «Oui». À plusieurs reprises M. Fortin a mentionné que le rapport d'inspection daté du mois d'août 2014 était une première étape dans le cadre d'une évaluation qui devrait être plus complète.

M. Buscemi a mentionné qu'il aurait préféré une conclusion formulée ainsi : «Je ne peux pas me prononcer sur l'origine des fissures tant que des vérifications supplémentaires ne seront pas faites». M. Fortin a acquiescé.

De plus, comment se fait-il que les facteurs retenus dans la section «analyse» ne concordent pas avec les facteurs retenus dans la section «conclusion»?

### Les préoccupations ci-haut mentionnées se résument en quatre points :

- Les informations utilisées (données techniques non consultées et vérifications matérielles non exécutées) au soutien du rapport d'inspection sont dans plusieurs cas insuffisantes ou erronées.
- Il n'y a pas de suite logique entre les observations, l'analyse et les conclusions du rapport d'inspection.

## COMMENTAIRES SUR LE CONTENU DU RAPPORT D'INSPECTION

- La formulation des conclusions ne reflète pas le degré d'incertitude de l'analyse. Dans la section «analyse» il est question uniquement des causes possibles de fissurations. M. Fortin admet qu'il s'agit d'hypothèses et que ces causes devraient toutes faire l'objet d'une analyse plus poussée.
- Même si une seconde inspection est faite par l'architecte, celle-ci permettra uniquement de valider ou non ses hypothèses quant aux facteurs internes de fissuration et ne permettra pas de valider ou non l'hypothèse quant aux vibrations. L'évaluation de la problématique demeurera incomplète.

# PROCÉDURE D'INSPECTION DES RÉSIDENCES

**Nom du résident :** Roberto Buscemi

**Adresse :** 731, rue Laurier, Malartic

**Nom de l'architecte :** Denis F. Fortin

**Date du rapport d'inspection :** Août 2014

**Problèmes à l'origine de l'inspection :** Des fissurations au plafond de trois pièces dans l'appartement situé au deuxième étage du bâtiment.

## Perception du citoyen relativement à l'architecte

Selon M. Buscemi, l'architecte ne peut pas être transparent, puisqu'il travaille pour son client, la minière. Il suppose que l'industrie de l'expertise est une industrie lucrative et qu'en conséquence, les experts engagés acceptent parfois des mandats qui s'écartent de leur expertise et produisent des rapports en faveur de leurs clients.

M. Buscemi suggère qu'un fond externe soit créé par la minière et géré par le Comité de suivi Canadian Malartic afin de financer les expertises. Il suggère également que les architectes soient recrutés à l'extérieur de la région afin d'assurer leur indépendance et que le recrutement soit fait par le Comité de suivi. Finalement, M. Buscemi suggère que les mandats d'évaluation soient confiés à des architectes provenant de différentes firmes.

## Perception du citoyen avant le début de la procédure d'inspection

Selon M. Buscemi, toute fissure apparaissant sur son bâtiment ne provient pas nécessairement des vibrations émises par la minière. Il tente d'utiliser son jugement et ses connaissances en bâtiment pour évaluer s'il est possible que les fissures proviennent des vibrations. À titre d'exemple, M. Buscemi a contacté la minière concernant les fissures présentes au plafond de certaines pièces de son logement, mais ne l'a pas contacté concernant les fissures présentes sur la céramique du plancher.

Dans le cas des fissures situées au plafond, M. Buscemi a constaté une corrélation dans le temps entre leur apparition et le début des opérations minières. De plus, M. Buscemi a été en mesure d'identifier au moins un lien potentiel entre les fissures et les vibrations, soit que les vibrations aient affaibli la structure du plafond et provoqué un affaissement. C'est dans ce contexte que M. Buscemi a contacté la minière.

## Attentes du citoyen relativement à la procédure d'inspection

Avant le début de la procédure d'inspection, M. Buscemi avait la perception que les fissures provenaient de la minière, mais non pas la certitude. Conséquemment, il espérait avoir accès à une évaluation complète et cohérente des problématiques. M. Buscemi affirme qu'il aurait accepté d'admettre que les fissures ne provenaient pas de la minière si un rapport d'inspection soutenu par des faits exacts, des tests adéquats et une analyse logique lui avait été présenté. En d'autres mots, l'intention de M. Buscemi n'était pas de prouver la responsabilité de la minière et de recevoir une indemnisation à tout prix. Son intention était de valider ou d'infirmer, par une

## PROCÉDURE D'INSPECTION DES RÉSIDENCES

évaluation, sa perception selon laquelle les fissures provenaient des vibrations et de recevoir indemnisation s'il-y-a-lieu.

### Opinion du citoyen relativement au contenu du rapport

M. Buscemi a plusieurs insatisfactions relativement au contenu du rapport. Celles-ci se regroupent dans les catégories qui suivent. Cependant, une énumération exhaustive des insatisfactions soulevées se retrouvent dans le document «Commentaires sur le contenu rapport».

- 1- M. Buscemi est insatisfait de lire que le rapport contient plusieurs erreurs de faits.

Par exemple : *«Le propriétaire m'indique qu'il a condamné le ventilateur d'entretoit dernièrement»* : Le ventilateur n'a pas été condamné dernièrement, mais il y a 5 ans.

- 2- M. Buscemi est insatisfait de lire que les problématiques ont été analysées à partir de ces erreurs de faits.

Par exemple : *«La modification des conditions de l'entretoit causée par la condamnation de l'évacuateur a possiblement généré de l'humidité de façon plus importante...»*

- 3- M. Buscemi est insatisfait de lire que certains éléments ont été utilisés pour analyser les problématiques, sans qu'on l'ait interrogé à ce sujet.

Par exemple : M. Buscemi a vérifié le taux d'humidité de l'entretoit dans les mois qui ont suivis la condamnation de l'aérateur, et ce taux était normal. Cependant, M. Buscemi n'a pas eu l'occasion de donner des détails à ce sujet.

- 4- M. Buscemi est insatisfait que l'architecte n'ait pas procédé à certains tests et vérifications au soutien de son inspection.

Par exemple : L'architecte a vérifié la présence d'humidité dans le plafond en touchant un morceau de ciment du bout des doigts, mais n'a pas utilisé d'appareil de mesures. L'architecte n'a pas visité l'entretoit. L'architecte a refusé l'offre de M. Buscemi de percer le plafond afin de constater sa composition et son type d'attaches.

- 5- M. Buscemi est insatisfait de lire que l'architecte à effectuer une analyse basée sur des hypothèses qu'il aurait été possible de valider ou infirmer en procédant à des tests et vérifications supplémentaires.

Par exemple : *«La flexion de l'assemblage, dans les secteurs plus problématiques, laisse prétendre à une rupture des fixations des panneaux due possiblement à l'âge du bâtiment et la présence d'humidité qui auraient tous deux contribués à la corrosion des attaches.»*

## PROCÉDURE D'INSPECTION DES RÉSIDENCES

*Cette déduction devrait cependant faire l'objet d'une analyse plus complète en accédant à l'entretoit.»*

- 6- M. Buscemi est insatisfait de lire que chacun des facteurs retenus dans l'analyse sont présentés comme étant possiblement à l'origine des fissures. Rappelons la différence entre une possibilité et une probabilité. Si la seconde a une certaine valeur, la première en a beaucoup moins.

*Par exemple : «Suite au constat effectué, les fissurations sont possiblement attribuables à l'effet combiné d'une série de facteurs».*

- 7- M. Buscemi est insatisfait de constaté que malgré le degré d'incertitude de l'analyse (fondée sur des possibilités), des conclusions fermes ont été formulées.

*Par exemple : «À notre avis, cette problématique est situationnelle à l'âge, la méthode de construction et l'entretien du bâtiment» : L'architecte utilise le terme «est situationnelle» et n'apporte aucune nuance ou bémol. Pourquoi ne parle-t-on plus de simples possibilités?*

### **Position de la mine suite au rapport**

Bien que le rapport date du mois d'août 2014, il a été remis à M. Buscemi au mois d'octobre 2014 en raison de problèmes de santé vécus par ce dernier. Lorsque le rapport a été envoyé à M. Buscemi, était joint une lettre dans laquelle nous pouvions lire : «Suivant les conclusions du rapport, Mine Canadian Malartic ne donnera pas suite à votre demande de réparation de fissures observées». Il a également été proposé à M. Buscemi de rencontrer l'architecte afin que celui-ci lui explique les conclusions de son rapport. Une rencontre prévue le 24 septembre à 15h au 300 Hochelaga fut annulé par Mme Foucault à 15h30 (personne ne s'étant présenté elle fut rejointe par M. Buscemi par téléphone)

Considérant :

- 1- Les conclusions du rapport d'inspection qui rejettent la possibilité que les fissures proviennent de la mine;
- 2- La lettre envoyée par Mine Canadian Malartic mentionnant expressément qu'ils ne donneraient pas suite à la plainte;
- 3- L'objet de la rencontre proposée, soit de se faire expliquer les conclusions du rapport;

M. Buscemi a refusé cette offre.

Suite à une relance du Comité de suivi, M. Buscemi a finalement accepté de rencontrer l'architecte en date du 2 juillet 2015. Lors de cette rencontre, M. Fortin a alors admis que plusieurs éléments n'ont pas été évalués, que le rapport repose uniquement sur des hypothèses, que les vibrations n'ont pas du tout été évaluées et que le rapport remis en août 2014 était la première étape d'un processus d'évaluation plus long. Une seconde inspection a été fixée au 4 août 2015.

## PROCÉDURE D'INSPECTION DES RÉSIDENCES

Dans ce contexte, il n'est pas acceptable que la mine ait, sur la base de ce rapport, refusé de faire suite à la plainte de M. Buscemi. Il n'est pas non plus acceptable que ce soit les citoyens et le Comité de suivi qui épiluchent les rapports pour constater leur absence de valeur probante et qu'on apprenne qu'une seconde inspection est nécessaire.

### Ce que souhaite le citoyen

M. Buscemi comprend difficilement l'attitude de la mine. Selon lui, la production du rapport d'inspection a possiblement coûté plus cher que les réparations qu'auraient requis son bâtiment et ce rapport ne répond en raison aux préoccupations qu'ils avaient.

M. Buscemi propose un «renversement du fardeau de la preuve», c'est-à-dire de s'inspirer de ce que la fonderie Horn fait en payant systématiquement la peinture des voitures des citoyens vivant dans un certain périmètre et ce, sans examiner les dommages de la voiture. Selon une analyse coût-bénéfice, il serait possiblement moins onéreux de payer automatiquement certains bris et cela susciterait possiblement davantage de satisfaction chez les citoyens que la production de rapports d'inspection sommaires.

### Principale constatation

- Le but de M. Buscemi était de savoir si les fissures apparues à l'intérieur de son bâtiment proviennent ou non des vibrations provoquées par l'exploitation minière.
- La production d'un rapport d'inspection n'a pas permis de répondre aux inquiétudes de M. Buscemi et ce, en raison du fait que le rapport comporte des erreurs de faits et identifie uniquement des hypothèses quant à l'origine des fissures.
- Le rapport d'inspection et la réponse qu'en a donné la minière a alimenté le mécontentement de M. Buscemi puisqu'il juge que la minière a refusé de faire suite à sa plainte sans avoir effectué les vérifications nécessaires.

**OSISKO – DIVISION  
CANADIAN MALARTIC**

**RAPPORT D'INSPECTION  
2e visite- Entretien**

**731, Laurier  
Malartic (Québec)**

**14-5877**

**AOÛT 2015**

**OSISKO – DIVISION  
CANADIAN MALARTIC  
CMS-10272**

**RAPPORT D'INSPECTION**  
2e visite – Entretoit

731, Laurier  
Malartic (Québec)

**14-5877**

Préparé par

Denis F. Fortin, architecte

Août 2015

## TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION.....	1
1. DÉMARCHE .....	1
2. DESCRIPTION DU BÂTIMENT ET HISTORIQUE .....	1
3. CONSTAT.....	2
4. ANALYSE.....	3
5. CONCLUSION.....	3
6. RECOMMANDATION .....	4

## INTRODUCTION

Osisko – Division Canadian Malartic a mandaté TRAME le 28 mai 2014 pour une étude de la résidence située au 731, rue Laurier à Malartic - BC 10272 – Réquisition R123658.

Des fissurations au plafond de 3 pièces dans l'appartement à l'étage sont à l'origine de cette démarche.

Une seconde visite a été convenue à la rencontre du 2 juillet 2015, suite à la présentation du rapport du mois d'août 2014.

Ce deuxième rapport résume les différentes observations à propos de la problématique, les annotations et commentaires échangés lors de la présentation et les recommandations en découlant.

### 1. Démarche

- Nous avons effectué une deuxième visite d'inspection de la résidence, mardi, le 4 août 2015.
- Les propriétaires, Mme Louise Chabot et M. Roberto Buscemi, ainsi que Mme Marie-Ève Nolet du comité de suivi Canadian Malartic, Mme Josie Mongrain et Mme Amélie Foucault pour Mine Canadian Malartic, étaient présents lors de cette visite.
- Différentes observations ainsi que des photos ont été prises par TRAME.

### 2. Description du bâtiment et historique

Habitation de 3 étages (sous-sol non fini, rez-de-chaussée et étage) accueillant 2 logements réalisés en blocs de béton pour le sous-sol, le rez-de-chaussée et structure à ossature de bois pour l'étage.

M. Buscemi en est le propriétaire depuis 1990. La maison fut construite vers l'année 1955. Le propriétaire n'y a jamais résidé. Le logement est maintenant vacant et le propriétaire désire effectuer les réparations rapidement afin de pouvoir à nouveau relouer ce logement.

### 3. Constat - (plafond et entretoit)

#### Étage:

- Les fissures au plafond de la cuisine n'ont pas changées depuis la dernière visite.
- Même constat pour les chambres et le salon. Les photos ont été comparées et aucune évolution n'est remarquée. (photos # 1-2-3-4)
- Le propriétaire a procédé à des réparations au plafond de la chambre au printemps 2014. Ces réparations sont toujours en place et la zone ne s'est pas agrandie durant la dernière année.
- Nous procédons à la vérification de la composition du plafond et validons la description faite au premier rapport, soit: peinture, couche de plâtre de finition, couche de béton/ciment, panneaux de carton-fibre (tentest) fixés sur la structure de la toiture à l'aide de clous communs à petite tête avec treillis métallique à la rencontre murs / plafond
- Il n'y a aucun pare-vapeur entre le panneau de carton-fibre et l'isolation de l'entretoit composée de 4-5 pouces de copeaux de bois et de natte de laine minérale d'une épaisseur de 6 pouces. (photos # 5-6)
- Aux zones les plus abîmées, cette composition de plafond est flexible lorsqu'on exerce une pression. Il est constaté par l'ouverture réalisée que cette flexion provient uniquement du gauchissement du panneau de carton-fibre. Les fixations (clous) sont en place et maintiennent le panneau sur la structure. Cette flexion est plus importante lorsqu'une pression est appliquée sur des petites pièces de panneaux ou sur les joints de panneau entre les appuis.
- Il est remarqué que certaines rives de panneaux ne sont pas appuyées en continu sur la structure mais ponctuellement aux 24 pouces. De plus, aucun jointement entre les panneaux n' a été observé comme à la rencontre avec les murs, ce qui favorise les flexions remarquées (photo # 7)
- Sur la composition en ciment, il y a des traces d'une présence d'humidité dans la fissuration. Cette présence d' humidité est aussi constatée par la rouille sur la face des clous et du treillis métallique. (photo # 8)
- Le mortier recouvrant le treillis métallique est friable et n'a plus aucune structure et ce sur une largeur d'au moins 12 pouces du mur extérieur. Tous les intervenants ont constaté cette annotation.
- Il a été possible de vérifier qu'il y avait d'importantes infiltrations d'air par les ouvertures pratiquées dans le plafond, donc également au travers les fissurations.
- Concernant les fissurations dans la salle de lavage au plafond et au périmètre des murs. Le propriétaire nous a indiqué lors de la rencontre du 2 juillet que le plafond de cette pièce est recouvert de panneau de gypse. Ces travaux ont été réalisés il y a plusieurs années par un précédent locataire en remplacement du plafond abîmé. Il fait mention également que le locataire

avait l'intention d'en faire sur une plus grande partie mais il s'est découragé en raison du poids de la composition du plafond et du bran de scie sur la tête....

- Le papier pour la finition du plâtre à cet endroit n'est pas déchiré, il est décollé.
- Le propriétaire m'indique qu'il a condamné le ventilateur d'entretoit dernièrement. L'étanchéité n'a pas été parfaitement réalisée car une poche en polythène a été confectionnée en dessous afin de recueillir les infiltrations. (photo # 9) Cette situation n'a cependant pas de lien avec les fissurations.
- L'entretoit n'est ventilé que par deux (2) petites grilles dans les pignons. Tous les soffites sont presque entièrement obstrués. La ventilation est donc déficiente principalement en saison froide. (photos # 10-11-12-13)
- Les nattes de laine ne sont pas installées parfaitement en ligne avec l'axe du mur extérieur, créant une différence dans l'isolation du plafond. Cette particularité coïncide avec la zone des dommages au plafond de la chambre. (photo # 14)
- Aucune présence d'humidité n'est constatée sous la laine ou dans les copeaux de bois, lors de cette visite et ce vérifié à plusieurs endroits. (photo # 15).
- Plusieurs débris de toutes sortes ont été constatés sous la nouvelle laine.
- Des traces de moisissure causées par l'humidité sont remarquées sur les composantes de la structure. Aucune pourriture n'est cependant remarquée. (photos # 16-17-18)
- Aucune trace d'infiltration de la toiture n'a été observée.

## 4. Analyse

Suite au constat effectué, les fissurations faisant l'objet de ce rapport sont attribuables à l'effet combiné d'une série de facteurs.

- La modification de la ventilation causée par la condamnation de l'évacuateur combiné à l'obturation des soffites ventilés, l'absence de pare-vapeur depuis la construction et les hivers rigoureux ont générés de l'humidité dans l'entre-toit et ce de façon plus importante ces dernières années.
- L'humidité est très dommageable pour la force structurale des panneaux de fibre et la lamination des couches de produits cimentaires et de gypse. Ce phénomène serait la raison de la présence des vallonements, les fissurations du mortier et le délaminage du fini pour le plafond en "béton" et pour la partie rénovée en gypse.
- De façon courante dans l'industrie, ce type de panneau est soutenu par des fourrures de bois @ 16 " c/c fixées aux fermes de toit afin de limiter cet effet de vallonement.
- Le manque d'isolation dans l'entretoit au périmètre du mur extérieur renforce la possibilité d'une accumulation plus importante d'humidité dans le panneau de fibre à ces endroits générant la flexion du panneau de fibre sous le poids du mortier lorsque les panneaux sont en petites sections ou mal appuyés sur la structure.

## 5. Conclusion

À notre avis, cette problématique est situationnelle à l'âge, la méthode de construction et l'entretien du bâtiment

La composition unique de ce plafond et les matériaux utilisés représentent une situation particulière et sans précédent en regard aux standards de l'industrie. Il n'est donc pas surprenant, suite à l'analyse faite, de découvrir une flexion et une rupture du finis aux joints des panneaux en considérant l'assemblage de ce plafond.

## 6. Recommandation au propriétaire

Afin de corriger la situation dans le logement à l'étage, nous recommandons au propriétaire quelques interventions:

- Reprendre les plafonds en utilisant un assemblage conventionnel :
  - Gypse - joints et peinture
  - Fourrure en bois 1" x 4" @ 16" c/c
  - Pare-vapeur
  - Panneaux de carton fibre fixés sur les supports
  - Nouvelle isolation R- 51: laine 1 x 6" et 1 x 10" ou laine soufflée; prévoir déflecteur d'entretoit.
- Reprendre les travaux dans la salle de lavage également car l'absence de pare-vapeur contribue à la dégradation des joints de plâtre.
- Dégager les soffites dans l'entretoit afin d'assurer une ventilation adéquate.
- Réinstaller un ventilateur d'entretoit.

Suite aux constats effectués, les recommandations suivantes doivent également être proposées au propriétaire:

- De compléter l'étanchéité au périmètre du ventilateur d'entretoit.
- De vérifier le taux d'humidité relative en hiver dans le logement et procéder à l'achat d'un déshumidificateur ou d'un échangeur d'air si le taux d'humidité s'avère trop élevé.
- Faire analyser la présence de moisissure existante et au besoin procéder à la décontamination.

Dans l'attente d'une décision quant au suivi de ce dossier.

Mes salutations,



Denis F. Fortin, architecte  
TRAME ARCHITECTURE + PAYSAGE

# La vibration des bâtiments sous l'effet de la circulation

par *Osama Hunaidi*

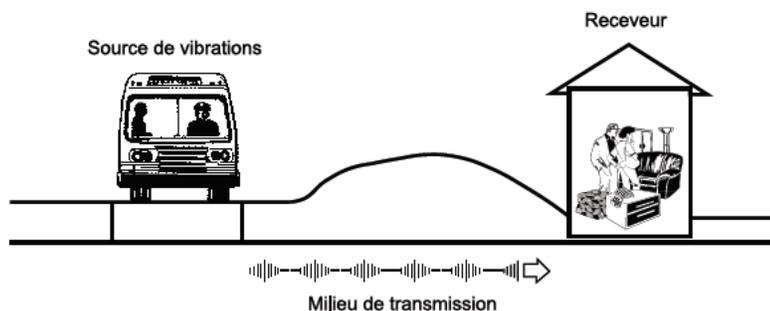
**Cet article décrit la nature et les causes des vibrations dues à la circulation, dans les bâtiments; on y étudie les mesures correctrices et préventives qui peuvent être prises. L'accent est mis sur les maisons.**

Les vibrations constituent souvent un problème, dans les bâtiments. Les sources internes courantes sont les machines, les systèmes de CVC, les ascenseurs et les activités des occupants. Parmi les sources externes se trouvent les tremblements de terre, le vent, le dynamitage et les activités de construction, ainsi que la circulation routière ou ferroviaire. Cet article ne porte que sur les vibrations causées par la circulation routière.

Les vibrations dues à la circulation routière constituent un sujet de préoccupation courant dans les villes du Canada ou d'autres pays. Les propriétaires de maisons peuvent se plaindre du désagrément ou des dommages qu'elles causent. Il y a aussi le risque d'effets néfastes des vibrations, à long terme, sur les bâtiments historiques, en particulier ceux qui sont fragiles. Les vibrations peuvent aussi nuire aux activités sensibles, par exemple celles qui se déroulent dans les blocs opératoires des hôpitaux, dans les laboratoires de recherche scientifique et dans les secteurs de technologie de pointe.

## **Comment la circulation produit des vibrations**

Comme la plupart des vibrations, celles qui sont dues à la circulation peuvent être caractérisées par un scénario source-trajet-receveur. Le contact des véhicules avec les irrégularités de la chaussée (p. ex. les nids de poule, les fissures et les tampons de regard non au niveau de la rue) exerce des charges dynamiques sur la chaussée. Ces charges donnent lieu à des ondes de



**Figure 1.** Les vibrations dues à la circulation peuvent être caractérisées par un scénario source-trajet-receveur.



**Figure 2.** Un autobus ou un camion qui passe sur une irrégularité de la chaussée produit des vibrations.

**Tableau 1.** Comparaison des niveaux de vibration (mm/sec<sup>2</sup>, valeur efficace) produits par un autobus et un camion, pour montrer l'effet de différents types de suspension à différentes vitesses\*

Endroit	25 km/h		50 km/h	
	Autobus	Camion	Autobus	Camion
Terrain devant la maison	20,5	19,9	64,5	33,2
Mur extérieur de fondation	11,2	10,1	30,9	15,7
Au milieu du plancher du 1 <sup>er</sup> étage	20,3	20,8	62,9	30,1
Au milieu du plancher du 2 <sup>e</sup> étage	35,0	37,3	96,2	46,7

\* L'autobus avait une suspension pneumatique, tandis que celle du camion était du type ressorts d'acier à lames.

contrainte qui se propagent dans le sol et finissent par atteindre les fondations des bâtiments adjacents en les faisant vibrer. Les vibrations dues à la circulation sont surtout causées

par les véhicules lourds comme les autobus et les camions. Les voitures et les camions légers provoquent rarement des vibrations qui peuvent être ressenties dans les bâtiments.

Lorsqu'un autobus ou un camion passe sur une irrégularité de la chaussée, il produit une charge d'impact, ainsi qu'une charge d'oscillation due au piochage subséquent du véhicule. La charge d'impact crée dans le sol des vibrations qui sont dominantes aux fréquences propres de vibration du sol, tandis que le piochage donne lieu à des vibrations à la fréquence de celui-ci (une caractéristique de la suspension du véhicule). Si les fréquences propres du sol coïncident avec l'une ou l'autre des fréquences propres de la structure ou des constituants du bâtiment, il y a résonance et les vibrations sont amplifiées.

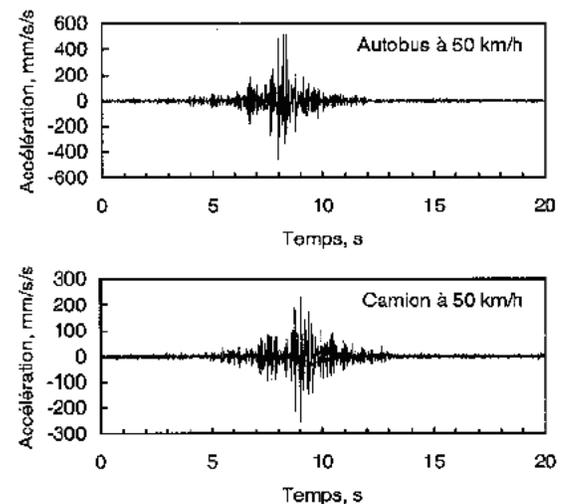
Contrairement aux irrégularités comme les tampons de regard ou les nids de poule, le mauvais état de la chaussée produit des charges dynamiques qui s'exercent continuellement sur celle-ci. Si les inégalités de la chaussée comportent une composante harmonique qui, à la vitesse indiquée sur le panneau, mène à une fréquence d'excitation coïncident avec l'une ou l'autre des fréquences propres du véhicule et/ou du sol, il peut en résulter une vibration importante. Ce phénomène (dit « de la planche à laver ») est bien connu des conducteurs roulant sur des chemins non macadamisés ou des routes en gravier qui présentent des ondulations. À une vitesse donnée, le véhicule vibre beaucoup mais le trépidation diminue si le conducteur accélère ou ralentit.

### Facteurs influant sur le niveau et la fréquence de vibration

La circulation routière produit généralement des vibrations dont les fréquences se situent principalement dans la plage 5-25 Hz (oscillations par seconde). L'amplitude des vibrations, mesurée en accélération, varie entre 0,005 et 2 m/s<sup>2</sup> (0,0005 et 0,2 g); mesurée en vitesse, elle est comprise entre 0,05 et 25 mm/s. Les fréquences dominantes et l'amplitude de la vibration dépendent de bien des facteurs : état de la chaussée, poids, vitesse et suspension du véhicule,

type et stratification du sol, période de l'année, distance par rapport à la route, type de bâtiment. Les effets de ces facteurs sont interdépendants et il est difficile d'établir des relations simples entre eux.

Par exemple, l'effet de la vitesse du véhicule dépend de l'état de la chaussée. De manière générale, plus la route est en mauvais état, plus la vitesse influe sur l'amplitude des vibrations. L'influence du type de suspension dépend aussi de la vitesse du véhicule et de l'état de la chaussée. À basse vitesse et sur une route à surface égale, l'effet du type de suspension est négligeable. Mais à grande vitesse et sur une chaussée en mauvais état, le type de suspension joue un rôle important. Cette interdépendance est illustrée au tableau 1, qui indique les niveaux de vibration relevés dans le cas d'un autobus urbain et d'un camion appartenant à la même catégorie de poids et roulant sur une route inégale. Les niveaux de vibration produits par les deux véhicules étaient semblables à 25 km/h. À 50 km/h, cependant, la vibration causée par l'autobus était environ deux fois plus forte que celle produite par le camion<sup>1</sup>.



**Figure 3.** Comparaison des niveaux de vibration produits par un autobus urbain et un camion. On observe une grande différence due aux types de suspension différents.

Le type de sol et sa stratification influent grandement sur l'amplitude des vibrations et les fréquences dominantes. Moins le sol est rigide et a un pouvoir amortissant, plus la vibration est forte. Dans le cas des charges d'impact, les vibrations du sol atteignent leur niveau le plus élevé aux fréquences propres du site. C'est à ces fréquences que le sol – et les systèmes structuraux en général – offre le moins de résistance et réagit le plus aux charges. Les fréquences propres de vibration des sols dépendent de la rigidité et de la stratification de ceux-ci. De manière générale, les vibrations dues à la circulation sont plus fortes dans les zones comportant, entre 7 et 15 m de profondeur, une couche d'argile plastique. Les fréquences propres du sol peuvent alors coïncider avec celles des maisons et de leurs planchers, ce qui produit de la résonance ou amplifie les vibrations.

Au Canada et dans les autres pays septentrionaux, où la terre végétale est habituellement gelée, en hiver, les niveaux de vibration peuvent alors être plus de deux fois moins élevés que le reste de l'année. De façon générale, il y a moins de plaintes concernant les vibrations, en hiver. C'est au moment du dégel qu'on enregistre le plus de plaintes. On croit généralement que l'intensification des vibrations est attribuable au niveau phréatique, qui est plus élevé à ce moment-là; cependant, les mesures réalisées montrent que les niveaux de vibration, au printemps, ne sont que légèrement plus élevés qu'à l'automne et en été. Il semble que la période hivernale plus paisible fait que les occupants des maisons oublient temporairement les vibrations, ce qui abaisse leur seuil de tolérance lorsque les niveaux de vibration augmentent, au printemps.

Les niveaux de vibration diminuent avec la distance par rapport à la route par suite de la « propagation géométrique » de l'énergie vibratoire et de sa dissipation par la viscosité du sol et/ou le frottement dans le sol. La propagation géométrique est le phénomène qui a lieu lorsque les ondulations produites par le lancement d'une pierre dans un étang s'estompent en s'élargissant. Dans le cas des sols homogènes, les schémas de propagation des vibrations sont simples et on peut établir des rapports simples entre les niveaux de vibration et la distance. Cependant, de façon générale, les sols sont rarement homogènes, et ils sont habituellement stratifiés. Les schémas de propagation sont par conséquent très complexes et les relations d'atténuation sont propres à chaque site.

### **Les vibrations aériennes**

Le bruit produit par les autobus et camions qui passent peut aussi provoquer des vibrations, en particulier si les habitations se trouvent près de la route. Ces vibrations aériennes, qui surviennent à des fréquences plus élevées que les vibrations au niveau du sol, causent surtout un frémissement des fenêtres et des objets non fixés, dans les pièces en façade.

### **Mesure et analyse des vibrations**

Si l'on veut bien évaluer l'effet de la vibration des bâtiments sous l'action de la circulation, il faut qu'il n'y ait pas de distorsion sur le plan des vibrations mesurées, et le traitement et l'analyse des données doivent se faire selon des modes opératoires établis<sup>2</sup>. L'appareillage de mesure des signaux vibratoires, qui comprend habituellement des capteurs de vibrations, des conditionneurs de signaux et du matériel d'enregistrement, devrait avoir une résolution et une sensibilité suffisantes. Les mesures devraient être réalisées à des endroits où les niveaux de vibration reflètent le but de l'évaluation. Pour déterminer l'effet des vibrations sur le plan du désagrément, il faut effectuer les mesures à l'endroit où la vibration est la plus forte, normalement au centre du plancher. Dans le cas des planchers en bois, il faudrait le faire près des solives afin d'éviter la résonance locale des différents panneaux.

Pour évaluer l'effet des vibrations sur un bâtiment, il faudrait normalement réaliser les mesures sur les fondations ou sur la partie du terrain située devant le bâtiment. Les capteurs de vibrations devraient être installés de façon à mesurer exactement le mouvement effectif du sol ou des composants du bâtiment dans la gamme de fréquences intéressante. Si l'on soupçonne que les modalités d'installation ont pour effet de causer une distorsion des vibrations, il faut procéder autrement.

Le degré de détail nécessaire lors de l'analyse des signaux vibratoires dépend de la nature et de l'objet de l'étude. Dans le cas d'une évaluation préliminaire, on peut se contenter de trouver la valeur de crête du signal vibratoire et de déterminer la fréquence dominante de vibration en comptant le nombre de crêtes négatives et de crêtes positives dans un intervalle de temps donné. Pour effectuer une évaluation approfondie, il faut recourir à des méthodes d'analyse poussée, par exemple l'analyse en fréquence par tiers d'octave, la pondération en fréquence selon des courbes établies de réponse des individus, ou l'analyse spectrale.

### **Effet des vibrations sur les gens**

La vibration des bâtiments sous l'effet de la circulation routière ne met pas en jeu la santé ni la sécurité des occupants, mais elle constitue plutôt un désagrément pour eux. Les vibrations peuvent être jugées inacceptables par les occupants en raison des sensations physiques gênantes qui en résultent, de la perturbation des activités comme le sommeil et la conversation, du frémissement des vitres et des objets non fixés, ainsi que des risques d'endommagement des bâtiments ou de leur contenu. L'expérience a montré que les occupants des maisons sont portés à se plaindre si les niveaux de vibration ne se situent que légèrement au-dessus du seuil de perception, leur principal sujet de préoccupation étant l'endommagement possible des bâtiments ou de leur contenu. Le niveau de tolérance varie considérablement d'une personne à l'autre et d'une région à l'autre.

L'Organisation internationale de normalisation et plusieurs pays (le Canada n'en faisant pas partie) ont publié des normes indiquant comment évaluer la réponse des individus à la vibration des bâtiments. Les normes portent surtout sur les vibrations continues ou intermittentes comme celles produites par les machines et l'enfoncement de pieux de fondation, ainsi que sur les vibrations impulsionnelles comme celles produites par le dynamitage. Elles n'indiquent pas clairement comment évaluer les vibrations causées par les autobus et les camions, lesquelles ont une durée relativement courte et possèdent des caractéristiques d'amplitude complexes. Des chercheurs de l'IRC ont récemment mis au point des méthodes d'évaluation des vibrations dues à la circulation en se basant sur toute une série de mesures effectuées à plusieurs endroits suite à des plaintes<sup>3</sup>.

### **Risques d'endommagement des bâtiments**

Il se peut que les propriétaires de maisons se plaignent des dommages résultant des vibrations dues à la circulation : fissures dans les murs, les plafonds ou les fondations, séparation de la maçonnerie, etc. Cependant, même s'ils peuvent contribuer au processus de dégradation attribuable à d'autres causes, les niveaux de vibration sont rarement assez élevés pour être directement à l'origine de ces dommages. Les composants du bâtiment sont habituellement soumis à des déformations résiduelles par suite du mouvement inégal du sol, des cycles d'humidité et de température, du manque d'entretien, ou bien de travaux de rénovation ou de répara-

tion passés. Les faibles niveaux de vibration produits par la circulation routière peuvent donc s'ajouter aux déformations résiduelles pour déclencher les dommages. Comme il est difficile de définir un niveau de vibration qui peut occasionner des dommages à un bâtiment, on comprend pourquoi cette question demeure controversée. Dans certains cas, lorsqu'un bâtiment est soumis à des vibrations pendant de nombreuses années, il peut y avoir endommagement sous l'effet de la fatigue (c.-à-d. de la mise en charge répétée) si les contraintes s'exerçant sur le bâtiment sont assez fortes. Outre les dommages causés directement par les vibrations, des dommages indirects peuvent résulter des mouvements différentiels provoqués par le tassement du sol dû à la densification. Les sols constitués de sable meuble sont particulièrement susceptibles de se densifier lorsqu'ils sont soumis à des vibrations.

Plusieurs pays ont adopté des normes permettant d'évaluer l'effet des vibrations sur les bâtiments. Il n'existe pas de normes nationales de ce genre au Canada, mais certaines provinces ont défini des valeurs indicatives visant les vibrations causées par le dynamitage. La valeur indicative la plus sévère indiquée dans les normes publiées

#### **Normes concernant l'évaluation de la réponse des individus aux niveaux de vibration**

- ISO 2631/2 (1989), Organisation internationale de normalisation
- ISO 8041 (1990), Organisation internationale de normalisation
- BS 6472 (1984), British Standards Institution
- ANSI S3.29 (1983), American National Standards Institute

#### **Normes concernant l'évaluation des risques d'endommagement des bâtiments**

- DIN 4150 (1984), Deutsches Institut fuer Normung
- SN 640 312 (1978), Association of Swiss Highway Engineers
- BD 7385 (1993), British Standards Institution
- Rapport n° 8507 (1980), U.S. Bureau of Mines (vibrations produites par le dynamitage)
- Publication n° NPC-119 (1978), ministère de l'Environnement de l'Ontario (vibrations produites par le dynamitage)
- ISO 4866 (1990), Organisation internationale de normalisation

concernant l'endommagement des maisons par les vibrations correspond à plus de trente fois le seuil de perception humaine. Les occupants trouveraient donc extrêmement gênantes, en raison de leur niveau très élevé, les vibrations qui pourraient causer des dommages. Lors d'une récente étude sur les vibrations produites par les autobus dans des maisons de certaines rues de Montréal – les propriétaires s'étant plaints du désagrément qui en résultait –, l'IRC a constaté que les niveaux de vibration étaient beaucoup moins élevés que la valeur indicative la plus sévère<sup>1</sup>.

### Solutions proposées et stratégies de prévention

Voici les solutions et les stratégies de prévention que l'on a proposées pour rendre les niveaux de vibration acceptables : entretien périodique de la chaussée, régulation du débit de circulation et de la vitesse, rigidification de la structure des routes, amélioration du sol, distance suffisante entre les routes et les bâtiments, blocage des vibrations à l'aide de barrières construites dans le sol, systèmes d'isolation des bâtiments. Certaines de ces mesures se sont révélées efficaces.

L'entretien de la chaussée (mise à niveau des tampons de regard, réparation des nids de poule, nouveau revêtement) constitue la méthode la plus économique et efficace. Cependant, il s'agit habituellement d'une mesure à court terme; par exemple, les fissures et autres défauts de l'ancienne chaussée réapparaissent dans le revêtement. Il se peut donc que l'on doive entretenir les routes de manière plus suivie qu'il ne serait normalement nécessaire pour assurer le confort des automobilistes et veiller à la sécurité et à l'apparence. Cela n'est pas toujours possible en raison des coûts élevés qui en résultent. Même si elles constituent des mesures correctrices efficaces, la réduction des vitesses limites et l'imposition de restrictions aux véhicules lourds sont ordinairement difficiles à mettre en application.

L'expérimentation et l'analyse théorique révèlent que l'amélioration de la structure de la route par accroissement de l'épaisseur et de la rigidité ne permet pas de réduire efficacement les niveaux de vibration dans la plage des fréquences dominantes des vibrations dues à la circulation. Par ailleurs, l'amélioration de la structure du sol constituant l'assise des routes, par exemple grâce à la méthode du malaxage profond, pourrait réduire ces niveaux de vibration.

Augmenter la distance entre les routes et les maisons pourrait constituer une

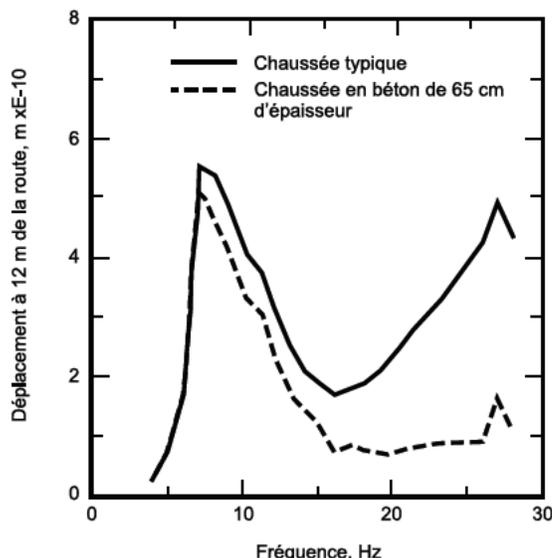


Figure 4. Effet de la modification de la rigidité de la chaussée sur les niveaux de vibration. La rigidification de la structure de la route ne réduit pas sensiblement les niveaux de vibration aux fréquences (8 à 15 Hz) qui influent le plus sur les maisons.

### Les barrières souterraines pour bloquer les vibrations

Les études montrent que pour réduire sensiblement (c'est-à-dire habituellement de 0,25) les niveaux de vibration, une barrière souterraine destinée à bloquer les vibrations doit avoir une profondeur au moins égale à une longueur d'onde de Rayleigh. Dans le cas des vibrations dues à la circulation, qui se situent surtout dans la gamme des basses fréquences, il faudrait des barrières très profondes (de plus de 10 m).

### Les ondes de Rayleigh

Les ondes de Rayleigh, qui constituent le principal vecteur des vibrations dues à la circulation, sont limitées à une région située près de la surface du sol et ayant une profondeur approximative d'une longueur d'onde. Le mouvement du sol provoqué par ces ondes a une composante horizontale et une composante verticale, qui diminuent avec la profondeur. Les ondes de Rayleigh qui sont produites de manière ponctuelle à la surface du sol, p. ex. par un véhicule qui passe sur un nid de poule, ont un front cylindrique et sont donc atténuées beaucoup plus lentement que les ondes équivalentes et de compression, dont le front est hémisphérique.

### Mécanismes d'atténuation des vibrations du sol

- Propagation géométrique  
 $A_2 = A_1 (r_1 / r_2)^n$   
 $n = 1/2$  dans le cas des ondes de surface  
 $n = 1$  dans le cas des ondes de volume
- Amortissement par le milieu (frottement dans le sol)  
 $A_2 = A_1 \exp [\alpha (r_2 - r_1)]$

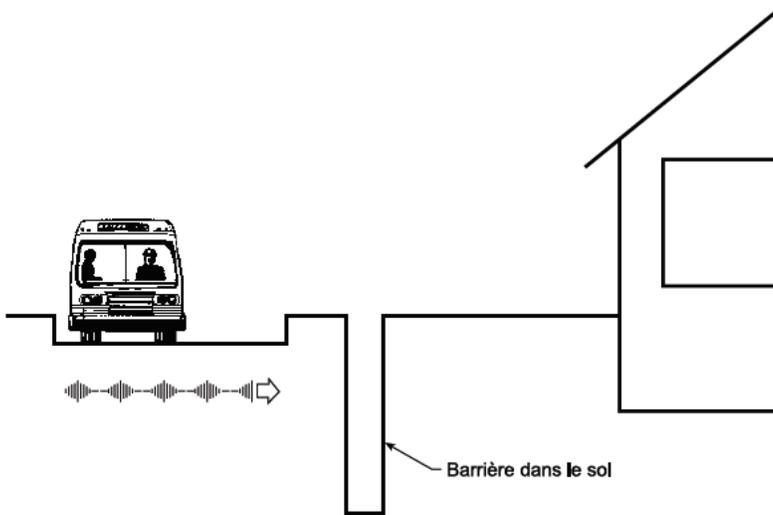


Figure 5. Illustration schématique d'une barrière construite dans le sol pour bloquer les vibrations

stratégie de planification urbaine pratique. Lorsque les vibrations sont provoquées par le passage des véhicules sur un nid de poule ou une fissure, et compte tenu seulement de la propagation géométrique, les niveaux de vibration pourraient être réduits au moins du tiers par doublage de la distance, si le sol est homogène. La relation d'atténuation est la plupart du temps propre à chaque site; il faut donc la définir *in situ* pour déterminer la distance nécessaire.

Les barrières construites dans le sol sont des tranchées qui sont soit laissées ouvertes, soit remplies avec un matériau (par exemple de la bentonite ou du béton) dont la raideur ou la masse volumique diffère notablement de celle du sol environnant. Ces barrières pourraient être efficaces, car les vibrations dues à la circulation sont transmises principalement par le sol sous forme d'ondes de Rayleigh, qui se propagent près de la surface du sol. Il se peut toutefois que les tranchées soient trop coûteuses dans le cas des maisons. Elles pourraient peut-être se justifier dans le cas d'immeubles soumis à des limites de vibration strictes, par exemple les hôpitaux – à cause des blocs opératoires – ou les usines des secteurs de pointe utilisant des procédés sensibles.

Une autre option, plus économique, qui pourrait être employée dans un secteur résidentiel pourrait être la construction d'une rangée de colonnes de chaux ou de ciment sous la partie de l'emprise adjacente à la route. Ces colonnes sont réalisées *in situ* par malaxage mécanique du sol avec de la chaux vive ou du ciment ordinaire. Les colonnes pourraient avoir un diamètre de 0,5 à 1 m et une profondeur de 15 m. La capacité de ce type de paroi faite de colonnes à réduire les vibrations dues à la circulation n'a pas encore été démontrée.

L'utilisation de systèmes d'isolation des bâtiments, par exemple le montage sur ressorts, n'est pas une bonne solution en raison de la nature des vibrations produites par la circulation routière, qui se situent principalement dans la plage des basses fréquences. Contrairement aux immeubles à étages, pour lesquels on a employé avec succès des systèmes d'isolation pour réduire les vibrations provenant des stations de métro, les maisons types n'ont pas la masse nécessaire pour provoquer des déformations suffisantes dans les matériaux d'isolation. Les coûts de mise en place de systèmes d'isolation sous les bâtiments existants sont prohibitifs.

### Résumé

Les propriétaires de maisons sont susceptibles de se plaindre des vibrations dues à la circulation si leurs niveaux ne sont que légèrement au-dessus du seuil de perception, leur principal sujet de préoccupation étant les dommages qui peuvent être causés aux bâtiments. Il se peut que cette dernière éventualité se produise, mais il est peu probable que ce soit uniquement en raison des vibrations. Il pourrait être difficile et coûteux de réduire les vibrations à un niveau acceptable. Dans le cas des bâtiments existants, la mesure correctrice la plus pratique est l'entretien des routes. Dans le cas des nouveaux lotissements, les moyens efficaces pourraient comprendre l'augmentation de la distance entre les maisons et les rues, l'amélioration de la structure du sol, et la construction, à une certaine profondeur, de barrières faites de colonnes.

### Références

1. Hunaidi, O., et Tremblay, M. « Traffic-induced building vibrations in Montréal », *Revue canadienne de génie civil*, v. 24, n° 5, 1997, p. 736-753.
2. Hunaidi, O., Rainer, J.H., et Pernica, G. Measurement and analysis of traffic-induced vibrations, *Compte rendu du 2<sup>e</sup> Symposium international sur le bruit et les vibrations dus au transport*, Saint-Petersbourg, Russie, 1994, p. 103-108.
3. Hunaidi, O. « Evaluation of human response to building vibration caused by transit buses », *Journal of Low Frequency Noise and Vibration*, v. 15, n° 1, 1996, p. 25-42.

Osama Hunaidi, Ph.D., est agent de recherche supérieur au sein du programme Réhabilitation des infrastructures urbaines, à l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches.

© 2000  
Conseil national de recherches du Canada  
Juin 2000  
ISSN 1206-1239

« Solutions constructives » est une collection d'articles techniques renfermant de l'information pratique issue de récents travaux de recherche en construction.

Canada

Pour obtenir de plus amples renseignements, communiquer avec l'Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa K1A 0R6.  
Téléphone : (613) 993-2607; télécopieur : (613) 952-7673; Internet : <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca>

The dependence of severity rating upon both the spectral response of the structure and the frequency content of the excitation is also recognized in the empirical correlations which strictly apply to structures with a limited range of fundamental frequency in shear, and identify different severity ratings in different frequency bands. A broad guide to vibration values of interest is given in Table A.1.

## 12.4 Probabilistic aspects

There is increasing evidence that the criteria relating vibration to visible effects on structures (cosmetic, minor, and major damage) should be approached in a probabilistic way because of the uncertainty of modelling and measurement.

For possible combinations of age and condition of a structure, it may not be possible to establish an economical absolute lower limit.

Some national (e.g. DIN 4150-3<sup>[15]</sup>, NS 8141<sup>[17]</sup>, Reference [18]) and international (e.g. ISO 4356<sup>[2]</sup>) documents offer guidance maximum limit values to ensure the safety of buildings. These limit values take into consideration:

- a) the category of the building;
- b) the category of the vibration events;
- c) the frequency range.

This is particularly the case where either a peak kinematic value (usually particle velocity) of ground motion within a specified frequency band, or a peak spectral acceleration or displacement, is being used as an index of damage potential. Minimal risk for a named effect is usually taken as a 95 % probability of no effect.

The evaluation of the response of a structure or component may be assisted by measurements of local strain or relative displacement (e.g. crack monitoring), although this would not constitute a measure of vibration status, because of other factors like settlement.

## 12.5 Fatigue factors

Repeated stress reversal over many cycles carries a risk of increasing fatigue failure. For steel, reference can be made to appropriate design codes. Such guidance is not available for concrete, masonry and other structural materials, for which reference is necessary to research work. Long-term, low-level vibration amounting to  $10^{10}$  load reversals may have to be taken into account for special structures, monuments, etc. (see Reference [36]).

## 12.6 Description of damage

**12.6.1 General.** For the purposes of this International Standard, the damage is classified into the categories described in 12.6.2 to 12.6.4.

**12.6.2 Cosmetic.** The formation of hairline cracks on drywall surfaces (see ISO 4356<sup>[2]</sup> and Reference [40]), or the growth of existing cracks in plaster or drywall surfaces; in addition, the formation of hairline cracks in mortar joints of brick/concrete block construction.

**12.6.3 Minor.** The formation of large cracks or loosening and falling of plaster or drywall surfaces, or cracks through bricks/concrete blocks.

**12.6.4 Major.** The damage to structural elements of the structure, cracks in support columns, loosening of joints, splaying of masonry cracks, etc.

NOTE The description of damage has its equivalent in the intensity scales used by seismologists.