

**Suivi d'étude de vibrations transmises
Par la circulation routière
Chemin des Patriotes Nord
Municipalité de Mont-Saint-Hilaire**

Mars 2010

[REDACTED]

[REDACTED]

Secteur mécanique des roches
Service géotechnique & géologie

Québec, le 9 mars 2010

c.c. : [REDACTED]

[REDACTED]

Mise à jour partielle en novembre 2010-
ajout de l'annexe 3

- Annexe 1** - Figure 1 :
- a) Plan de localisation générale
 - b) Localisation des 5 sites retenus
 - c) Vue rapprochée du site correspondant au 1197, chemin des Patriotes
 - d) Vue rapprochée des sites correspondant au 1615 et 1631, chemin des Patriotes
 - e) Vue rapprochée des sites correspondant au 1805 et 1841, chemin des Patriotes

- Par site
- Figure « X » : Vue en plan détaillée
 - Relevé photographique
 - Rapports des séances d'enregistrement sous forme d'histogramme
 - Tableau 1 : Résultats des événements retenus supérieurs à 0,3 mm/s

- Annexe 2**
- Tableau 2 : Divers seuils de vibrations
 - Tableau 3 : Valeurs de référence d'après Schwenzfeier

[Annexe 3 : Correctifs apportés à la chaussée suite aux relevés de septembre 2009](#)

1.0 Introduction

En 2006, suite aux plaintes de citoyens demeurant le long de la route 133 (chemin des Patriotes Nord) dans la municipalité de Mont-Saint-Hilaire, nous avons réalisé une étude de vibrations afin d'évaluer et de quantifier l'ampleur des vibrations transmises par la circulation routière. A l'époque nous avons conclu que l'intensité des vibrations enregistrées était dans la plage des vibrations dites perceptibles et que la fréquence des événements expliquait les plaintes des citoyens en regard à la circulation des véhicules lourds.

Comme l'intensité des vibrations est grandement influencé par l'état de la chaussée et que nous sommes en présence de sols argileux, nous avons recommandé d'intervenir au niveau de la chaussée pour améliorer l'uni du pavage afin de ramener l'intensité des vibrations à un niveau acceptable.

Suite à la réfection du pavage, nous sommes retournés sur les lieux en septembre 2009 pour effectuer de nouveaux relevés afin d'évaluer l'impact de l'intervention sur l'intensité des vibrations transmises par le trafic lourd. Pour ce, nous avons sélectionné cinq des onze sites qui avaient fait l'objet du relevé de 2006. Le choix des sites a été fait en tenant compte des sites où des études de bruit ont également été réalisées.

2.0 Expertise des lieux

Les séances d'enregistrement des vibrations se sont déroulées entre le 1 et le 3 septembre 2009. Les figures 1a à 1e, à l'annexe 1, présentent le plan de localisation générale du secteur étudié ainsi qu'une vue aérienne rapprochée de tous les sites d'enregistrement. Compte tenu de la longueur du tronçon de route à expertiser, nous avons effectué un suivi sur les sites les plus représentatifs à l'égard des vibrations ressenties. Cinq sites ont été retenus sur les onze qui ont fait l'objet d'une étude en 2006. Les noms des propriétaires ainsi que le numéro civique de leur résidence respective apparaissent au tableau suivant.

Tableau des propriétés retenues pour le suivi

| Site | Propriétaires | Numéro civique |
|-------------|----------------------|-----------------------|
| 1 | [REDACTED] | 1197 |
| 2 | [REDACTED] | 1615 |
| 3 | [REDACTED] | 1631 |
| 4 | [REDACTED] | 1805 |
| 5 | [REDACTED] | 1841 |

Il est à noter que toutes ces propriétés sont situées du côté ouest du chemin des Patriotes soit entre la rivière Richelieu et la route. D'autre part, la vitesse affichée sur ce tronçon de route est de 50 km/h.

Pour chaque site vous retrouverez, à l'annexe 1, une vue en plan détaillée montrant la localisation de la résidence par rapport à la route, la distance séparant le point de mesure des vibrations et la piste des roues des véhicules, ainsi qu'une

localisation approximative des irrégularités visibles au niveau du pavage. Pour chaque site des photographies complètent la description des lieux.

2.1 État du pavage

Dans l'ensemble la réfection du pavage a permis d'éliminer de nombreuses fissures et autres irrégularités que nous avons notées à la surface du pavage en 2006. Règle générale, on observe une fissure longitudinale, correspondant au joint de construction, sur l'ensemble du tronçon étudié, situé au centre du pavage. D'autres fissures longitudinales ont été observées près de la ligne de rive dans la voie de circulation en direction Nord, notamment face au 1615 et 1631 Chemin des Patriotes. Toutes ces fissures ont été scellées. Cependant un rapiéçage de l'ordre de 1,3m x 1,3m à été effectué dans la voie en direction Sud face au 1197, Chemin des Patriotes.*

Le tableau suivant résume les irrégularités observées au niveau du pavage à chacun des sites avec le numéro des photographies correspondantes.

Tableau des irrégularités à la surface du pavage

| Site (# civique) | État du pavage | Photos |
|---------------------|---|--------|
| 1 (1197) | Fissure longitudinale au centre et rapiéçage dans la voie direction sud * | 1 |
| 2 (1615) | Fissures longitudinales. au centre et près de la ligne de rive(Nord) | 4 |
| 3 (1631) | Fissures longitudinales. au centre et près de la ligne de rive(Nord) | 6 |
| 4 (1805) | Fissure longitudinale | 8 |
| 5 (1841) | Fissure longitudinale | 10 |

* voir l'annexe 3 qui présente les correctifs apportés suite aux relevés de septembre 2009

2.3 Nature des sols

D'une part, la géologie des dépôts meubles de cette région est couverte par le rapport préliminaire RP 497, P. Lassalle et J.A. Elson, Ministère des Richesses Naturelles, 1962. On y décrit les sols en place pour cette section de la route 133 comme étant des argiles de la mer Champlain.

Ces argiles sont décrites comme étant des sédiments argileux intact ou remanié, de ferme à raide, et sensible au remaniement. Ces sols imperméables sont sujets au tassement.

3.0 Relevé des vibrations

3.1 Méthodologie de l'étude

Le relevé des vibrations a consisté à mesurer l'intensité des vibrations transmises aux résidences à l'aide d'un séismographe. Afin de mesurer le mouvement effectif du sol, le géophone (instrument contenant les capteurs) a été installé sur le sol ou sur le pavage des entrées asphaltées au droit des résidences à des distances variant entre 11,3 et 22,5 m des pistes de roues des véhicules circulant en direction sud, soit la voie la plus rapprochée. Conformément au protocole usuel de mesure, le géophone a été solidarisé au sol à l'aide d'un sac de sable d'une douzaine de kilogrammes.

3.2 Caractéristiques du séismographe

Les enregistrements des vibrations ont été effectués à l'aide d'un séismographe de marque Instantel, modèle « Blasmate série III ». Cet appareil enregistre la vitesse particulière sur chacune des trois composantes de l'onde (longitudinale, transversale et verticale). Les vitesses ainsi mesurées sont exprimées en mm/s avec leur fréquence respective en cycles par seconde (Hertz). L'appareil calcule également la vitesse résultante maximale en mm/s, laquelle représente la somme vectorielle des trois composantes de l'onde à un instant donné.

Ce séismographe dispose de divers modes d'enregistrement. Dans le cadre de cette étude, nous avons utilisé le mode d'enregistrement en continu. Selon ce mode, l'appareil enregistre en continu et conserve en mémoire, à des intervalles de temps spécifiés par l'utilisateur, l'événement ayant généré la vitesse particulière la plus élevée durant cet intervalle. Dans le cadre de cette étude, un intervalle de 5 secondes a été programmé. Par la suite on traite les données à l'aide de logiciels informatiques, traitement qui est complété manuellement afin de décortiquer et d'identifier les principaux événements.

4.0 Résultats des enregistrements par site

Pour chacun des sites, nous avons dressé un tableau résumé représentant la compilation des événements qui ont généré des vitesses particulières supérieures à 0,3 mm/s en fonction du type de véhicules et de sa direction. Cette valeur correspond à la limite supérieure du seuil de perception des vibrations reconnue par la communauté

scientifique. La vitesse maximale atteinte par catégorie de véhicules ainsi que la fréquence correspondante y sont également indiquées. La catégorie « Autres » indique des événements qui ont également généré des vitesses particulières supérieures à 0,3 mm/s, mais qui n'ont pu être associés à un type de véhicule précis puisque le technicien s'afférait à d'autres relevés et n'était donc pas en mesure de relier l'évènement au véhicule. Vous trouverez pour chaque site, à l'annexe 1, le « Tableau 1 » qui regroupe les résultats complets de tous les événements retenus supérieurs à 0,3 mm/s.

Afin de comparer les résultats entre les relevés de 2006 et 2009, nous reprenons le tableau résumé à chacun des sites.

4.1 1197, Chemin des Patriotes,

La séance d'enregistrement s'est déroulée le 2 septembre 2009 et a duré 3 heures. Le géophone était situé à 11,3 m de distance des pistes de roues des véhicules circulant en direction sud. En tout, 32 événements ont été comptabilisés pour une fréquence de 1 événement à toutes les 5,63 minutes ou, si vous préférez, environ 11 événements à l'heure. L'intensité maximale mesurée fut de 1,32 mm/s à une fréquence de 15 Hz lors du passage d'un camion semi-remorque en direction sud. Les tableaux 1a et 1b résument les événements du relevé de 2006 et de 2009 respectivement.

**Site 1a : Tableau compilation des événements dont l'intensité fut supérieure à 0,3 mm/s
en 2006**

| Type de véhicule | Direction | nombre | Maximum (mm/s) | Fréquence (Hz) | Composante |
|------------------|-----------|-----------|----------------|----------------|------------|
| 6 roues | Nord | 4 | 0,524 | 18 | Verticale |
| | Sud | 5 | 0,571 | 15 | Verticale |
| Camions 10 | Nord | 2 | 0,381 | 17 | Verticale |
| | Sud | 1 | 0,651 | 20 | Verticale |
| Semi-remorques | Nord | 5 | 0,619 | 12 | Verticale |
| | Sud | 6 | 1,02 | 18 | Verticale |
| Autres | | 1 | 0,333 | 18 | Verticale |
| Total | | 24 | | | |

**Site 1b : Tableau compilation des événements dont l'intensité fut supérieure à 0,3 mm/s
en 2009**

| Type de véhicule | Direction | nombre | Maximum (mm/s) | Fréquence (Hz) | Composante |
|------------------|-----------|-----------|----------------|----------------|------------|
| 6 roues | Nord | 0 | - | - | - |
| | Sud | 5 | 0,905 | 15 | Verticale |
| Semi-remorques | Nord | 7 | 0,333 | 16 | Verticale |
| | Sud | 14 | 1,32 | 15 | Verticale |
| Autres | | 7 | 0,603 | 17 | Verticale |
| Total | | 32 | | | |

Comme on peut le remarquer, en comparant la compilation des résultats des relevés de 2006 (tableau 1a) et de 2009 (tableau 1b), la réfection du pavage dans ce secteur n'aurait pas permis, à première vue, de diminuer l'intensité des vibrations générées par les véhicules lourds. On observe même une augmentation du nombre d'événements en 2009 par rapport à 2006, toutefois en 2006 la durée de la séance d'enregistrement n'avait été que de 2h16 min. de sorte que le nombre d'événements à l'heure demeure similaire avec 11 événements /heure.

Cependant en y regardant de plus près, l'intensité des vibrations en direction Nord a diminué significativement, mais celle des véhicules en direction Sud a augmenté. L'intensité maximale passe de 1,02 mm/s en 2006 à 1,32mm/s en 2009. Selon toute vraisemblance, le rapiéçage effectué dans la voie en direction Sud n'est pas étranger à ce phénomène. En fait, on soupçonne que le rapiéçage correspond à une déformation dans le pavage causée par un problème de fondation de la chaussée ou du soutirage. Il va de soit que tant que ce problème ne sera pas corrigé, il sera difficile de réduire l'intensité des vibrations générés par les véhicules circulant en direction Sud. *

* La situation a été corrigée depuis. Voir l'annexe 3 qui présente les correctifs apportés suite aux relevés de septembre 2009.

4.2 1615, Chemin des Patriotes

La séance d'enregistrement s'est déroulée le 3 septembre 2009 et a duré 1 heure et 36 minutes. Le géophone était positionné à 22,1 m des pistes de roues de la voie en direction sud. En tout, seulement 1 événement a été comptabilisé pendant la séance d'enregistrement. De plus, l'intensité maximale mesurée fut à peine supérieure au seuil de perception avec une intensité de 0,302 mm/s à une fréquence de 10 Hz lors du passage d'un camion semi-remorque en direction sud.

En comparant les valeurs enregistrées en 2006 (tableau 2a) et celles de 2009 (tableau 2b), on peut affirmer que les travaux de réfections du pavage, qui ont eu pour effet d'éliminer les imperfections à la surface du pavage, ont permis de réduire significativement l'intensité des vibrations transmises par les véhicules lourds. Selon les relevés de comptage de la circulation, une cinquantaine de véhicules lourds

auraient circulé durant notre relevé et un seul a, à peine, généré une intensité supérieure à 0,3 mm/s.

Site 2a : Tableau compilation des événements dont l'intensité fut supérieure à 0,3 mm/s en 2006

| Type de véhicule | Direction | nombre | Maximum (mm/s) | Fréquence (Hz) | Composante |
|------------------------|-----------|-----------|----------------|----------------|------------|
| 6 roues | Nord | 1 | 0,413 | 11 | Verticale |
| | Sud | 6 | 0,397 | 12 | Verticale |
| Camions 10 et 12 roues | Nord | 3 | 0,492 | 7,9 | Verticale |
| | Sud | 4 | 0,587 | 6,0 | Verticale |
| Semi-remorques | Nord | 7 | 1,00 | 11 | Verticale |
| | Sud | 5 | 0,984 | 9,7 | Verticale |
| Autres | | 8 | 0,857 | 64 | Verticale |
| Total | | 34 | | | |

Site 2b : Tableau compilation des événements dont l'intensité fut supérieure à 0,3 mm/s en 2009

| Type de véhicule | Direction | nombre | Maximum (mm/s) | Fréquence (Hz) | Composante |
|------------------|-----------|----------|----------------|----------------|------------|
| Semi-remorques | Nord | 1 | 0,302 | 10 | Verticale |
| | Sud | 0 | - | - | - |
| Total | | 1 | | | |

4.3 1631, Chemin des Patriotes

La séance d'enregistrement des vibrations a eu lieu le 1 septembre 2009 et elle s'est déroulée pendant 2 heures et 36 minutes. Le géophone était à 17,5 m des pistes de roues les plus rapprochées. En tout, 10 événements ont été comptabilisés pour une fréquence de 1 événement à toutes les 15,6 minutes ou d'environ 4 événements à l'heure. L'intensité maximale mesurée fut de 0,476 mm/s à une fréquence de 15 Hz lors du passage d'un camion semi-remorque en direction sud.

Comparativement au relevé de 2006 (tableau 3a) on observe une diminution significative des intensités mesurées. En fait, seuls les camions de type semi remorque génèrent des intensités de vibrations perceptibles depuis la réfection du pavage. Toutefois ces intensités sont inférieures à 0,5 mm/s alors qu'elles dépassaient 1 mm/s en 2006. De plus en 2006 la fréquence d'événements perceptibles était de 11 événements par heure comparativement à 4 événements par heure en 2009. Selon les relevés de comptage de la circulation, environ 78 véhicules lourds auraient circulé pendant la séance d'enregistrement.

Site 3a : Tableau compilation des événements dont l'intensité fut supérieure à 0,3 mm/s en 2006

| Type de véhicule | Direction | nombre | Maximum (mm/s) | Fréquence (Hz) | Composante |
|------------------|-----------|-----------|----------------|----------------|------------|
| 6 roues | Nord | 2 | 0,571 | 13 | Verticale |
| | Sud | 4 | 0,492 | 11 | Verticale |
| Camions 10 | Nord | 4 | 0,698 | 15 | Verticale |
| | Sud | 1 | 0,365 | 16 | Verticale |
| Semi-remorques | Nord | 3 | 1,00 | 16 | Verticale |
| | Sud | 4 | 1,02 | 13 | Verticale |
| Autres | | -- | -- | -- | |
| Total | | 18 | | | |

Site 3b : Tableau compilation des événements dont l'intensité fut supérieure à 0,3 mm/s en 2009

| Type de véhicule | Direction | nombre | Maximum (mm/s) | Fréquence (Hz) | Composante |
|------------------|-----------|-----------|----------------|----------------|------------|
| Semi-remorques | Nord | 2 | 0,317 | 17 | Verticale |
| | Sud | 8 | 0,476 | 15 | Verticale |
| Autres | | 0 | - | - | - |
| Total | | 10 | | | |

4.4 1805, Chemin des Patriotes

La séance d'enregistrement s'est déroulée le 1 septembre 2009 et sa durée fut de 2 heures et 34 minutes. Le géophone était situé à 22,5 m des pistes de roues. En tout, 20 événements ont été comptabilisés pour une fréquence de 1 événement à toutes les 7,7 minutes, soit près de 8 événements à l'heure comparativement 10 événements à l'heure en 2006. L'intensité maximale mesurée fut de 1,44 mm/s à une fréquence de 13 Hz lors du passage d'un camion semi-remorque en direction Nord.

Par rapport au relevé de 2006, la diminution des intensités des vibrations, de l'ordre de 0,1 à 0,2 mm/s, est plutôt négligeable. Par ailleurs pour les camions de type semi remorque en direction Nord, on remarque que l'intensité maximale a augmenté passant de 1,14 mm/s en 2006 à 1,44 mm/s en 2009

Site 4a : Tableau compilation des événements dont l'intensité fut supérieure à 0,3 mm/s en 2006

| Type de véhicule | Direction | nombre | Maximum (mm/s) | Fréquence (Hz) | Composante |
|------------------|-----------|--------|----------------|----------------|--------------|
| 6 roues | Nord | 1 | 0,413 | 16 | Transversale |
| | Sud | 2 | 0,460 | 18 | Transversale |
| Camions 10 | Nord | 1 | 0,524 | 16 | Transversale |
| | Sud | - | - | - | - |
| Semi-remorques | Nord | 5 | 1,14 | 15 | Transversale |
| | Sud | 4 | 0,857 | 10 | Transversale |
| Autres | | 3 | 0,381 | 16 | Transversale |
| Total | | 16 | | | |

Site 4b : Tableau compilation des événements dont l'intensité fut supérieure à 0,3 mm/s en 2009

| Type de véhicule | Direction | nombre | Maximum (mm/s) | Fréquence (Hz) | Composante |
|------------------|-----------|-----------|----------------|----------------|---------------|
| Camions 10 | Nord | 1 | 0,302 | 11 | Verticale |
| | Sud | 1 | 0,365 | 12 | Transversale |
| Semi-remorques | Nord | 9 | 1,44 | 13 | Longitudinale |
| | Sud | 8 | 0,730 | 11 | Verticale |
| Autres | | 1 | 0,349 | 13 | Transversale |
| Total | | 20 | | | |

En résumé, on ne peut conclure en une amélioration de la situation malgré la réfection du pavage. A priori, on s'explique difficilement les résultats car contrairement au relevé de 2006, où plusieurs fissures transversales étaient observées à la surface du pavage, l'uni du pavage, suite à sa réfection en 2009, était en parfaite condition. Par ailleurs, il s'avère que ce sont les véhicules qui circulent en direction Nord, soit la voie la plus éloignée de la résidence, qui génèrent les intensités les plus élevés.

En analysant plus particulièrement les photographies du secteur, il semble y avoir une dépression dans le profil de la chaussée au sud de la résidence. Cette dépression correspondrait à un ponceau au droit d'un ravin. Cette déformation dans le profil de la chaussée pourrait expliquer les vibrations générées.

Selon toute vraisemblance, en circulant en direction Nord, les véhicules lourds au sortir de la dépression agissent un peu comme un buteur sur l'argile ce qui a pour effet d'augmenter le champ de contraintes dans le sol. Cela se traduit par des vibrations plus intenses. Il y aurait peut être lieux d'investiguer d'avantage ce secteur pour tenter d'améliorer le profil de la route, ou encore, la structure de la chaussée. *

* La situation a été corrigée depuis. Voir l'annexe 3 qui présente les correctifs apportés suite aux relevés de septembre 2009.

Il demeure que les intensités maximales sont enregistrées sur les composantes longitudinales et transversales lesquelles sont moins dérangeantes que si elles avaient été enregistrées sur la composante verticale.

4.5 1841, Chemin des Patriotes

L'enregistrement des vibrations a été réalisé le 2 septembre 2009 et il s'est déroulé sur une période de 2 heures et 55 minutes. Le géophone était positionné à 19 m des pistes de roues en direction sud. En tout, seulement 1 événement a été comptabilisé avec une intensité maximale de 0,444 mm/s à une fréquence de 11 Hz lors du passage d'un camion semi-remorque en direction nord. Il demeure que, selon le relevé de comptage, 94 véhicules lourds ont circulé pendant la durée du relevé.

Site 5 : Tableau compilation des événements dont l'intensité fut supérieure à 0,3 mm/s relevé en 2009

| Type de véhicule | Direction | nombre | Maximum (mm/s) | Fréquence (Hz) | Composante |
|------------------|-----------|--------|----------------|----------------|------------|
| Semi-remorques | Nord | 1 | 0,444 | 11 | Verticale |
| Total | | 1 | | | |

Comme c'était la première fois que ce site était investigué, nous ne pouvons le comparer avec des résultats obtenus en 2006. Toutefois bien que ce site ne se retrouve qu'à environ 150 mètres au nord du site situé au 1805, les résultats sont quant à eux fort différents. D'un autre côté, cette distance est suffisante pour atténuer les vibrations générées au site 1805, ce qui tend à confirmer notre hypothèse sur la

présence de la dépression comme étant à l'origine de l'émission des vibrations lors du passage des véhicules lourds.*

* Voir l'annexe 3 qui présente les correctifs apportés suite aux relevés de septembre 2009.

5.0 Description du phénomène et critères de nuisances

5.1 Théorie sur les vibrations générées par la circulation routière

Le déplacement d'un véhicule sur une route produit un champ de contraintes dans le sol qui crée des ondes vibratoires. Cela se produit même en l'absence d'imperfection ou d'irrégularité à la surface du pavage. La présence d'irrégularités sur la chaussée (fissures, bosses, dépressions, nids de poule, regards de puisards, etc...) fait en sorte que les variations des forces de contact entre les roues d'un véhicule et la surface de la chaussée exercent sur la route des forces dynamiques additionnelles qui produisent d'importantes ondes de contraintes (vibrations) transmises par le sol sous-jacent. De nombreux facteurs influent sur la production de ces vibrations et sur leur transmission aux constructions adjacentes.

Les principaux sont :

- L'état de la chaussée;
- Le type, le poids et la vitesse du véhicule;
- Les caractéristiques de la structure de chaussée et du sol de fondation de la route.

Au niveau de l'état de la chaussée, il appert que la qualité de l'uni de la surface de roulement a un impact direct sur l'intensité des vibrations générées par le trafic routier. Si on peut facilement éliminer à court terme les fissures en repavant la route, il en va autrement des bosses ou dépressions qui peuvent requérir une intervention plus importante au niveau de la structure de chaussée. Par contre la présence de regard de

puisard constituera toujours une irrégularité à la surface de la chaussée plus difficile à atténuer.

Pour ce qui est du type, du poids et de la vitesse des véhicules, il a été démontré que les autobus et les véhicules lourds génèrent des amplitudes de vitesses des particules de dix fois supérieures à celles provoquées par les automobiles et, en règle générale, une plus grande vitesse du véhicule engendre des intensités de vibrations plus élevées.

En ce qui a trait à la structure de chaussée, elle doit être en mesure de supporter adéquatement le trafic lourd qui y circule. On voit apparaître rapidement des déformations importantes et des fissures dans le pavage lorsque la structure de chaussée est déficiente. Cependant 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 vibrations induites par la circulation routière. (Hunaidi, 2000).

Quant au sol de fondation, il est reconnu que les sols cohérents (argileux) sont beaucoup plus propices à la génération et à la propagation des vibrations que les sols pulvérulents (sableux et graveleux). D'ailleurs, O. Tholén (Suède, 1976) mentionne dans son étude que : « Si nous imposons une limite relativement sévère de 0,3 mm/s pour des amplitudes de vitesses acceptables pour les gens, nous pouvons obtenir une zone polluée de 60 mètres de largeur de part et d'autre de la route lorsque l'infrastructure est composée d'argile, et de 10 mètres de largeur pour les autres types

de sol, à l'exception du till. Pour ce dernier type de sol, la surface de la route doit être inégale pour que soit générées des vibrations perceptibles à 5 mètres des véhicules ».

5.2 Normes, critères, valeurs de référence et impacts appréhendés

Plusieurs auteurs se sont penchés sur le phénomène des vibrations transmises par la circulation routière ainsi que sur la nature des dommages pouvant leur être attribués. À priori, les vibrations transmises par la circulation routière sont beaucoup plus perçues par les riverains comme étant une source de gêne ou d'inconfort que comme étant une source de dommage à leur résidence.

Le tableau 2, à l'annexe 2, présente différents seuils de vibrations reconnus par la communauté scientifique. En résumé, Whiffin et Leonard (1971) ont établi que la limite des vibrations à peine perceptibles correspond à une vitesse particulière de 0,15 à 0,30 mm/s pour un intervalle de fréquences de 5 à 50 Hz. Reiher et Meister (1931) considèrent que les vibrations sont irritantes lorsqu'elles atteignent une intensité de 2 mm/s. Pour les ruines et les monuments historiques fragiles, la norme allemande de 1971 suggère une limite d'intensité de 2,0 mm/s, alors que Lande et Johansson (1974) ont établi la limite entre les plaintes et les dommages persistants à 6,0 mm/s.

Au tableau 3 de l'annexe 2, on remarque que la norme allemande DIN 4150 (1983) est la plus récente et l'une des plus sévère. Selon cette norme, une construction courante de qualité moyenne à bonne devrait être en mesure de supporter, sans

dommage, des vitesses de vibrations de l'ordre de 5 à 20 mm/s, pour une gamme de fréquences variant de 10 Hz à plus de 100 Hz.

À la Direction du laboratoire des chaussées du ministère des Transports du Québec, on qualifie les vibrations générées par la circulation routière de fortement perceptibles lorsqu'elles atteignent une intensité entre 1,0 et 1,5 mm/s, d'incommodantes entre 1,5 et 2,0 mm/s, et d'irritantes lorsqu'elles dépassent 2,0 mm/s. Ces valeurs réfèrent plus spécifiquement à la perception des gens face aux vibrations et aucun critère de dommage n'y est associé. D'autre part, il s'avère que les intensités des vibrations induites par la circulation routière atteignent rarement des niveaux qui pourraient être fortement dommageables, car on dépasse le seuil de tolérance des gens (2 mm/s) bien avant d'atteindre le seuil de risque de dommage et, encore là, on parle de dommage de nature esthétique au niveau des revêtements (6 mm/s : fissures de la grosseur d'un cheveu, 8 mm/s : fissuration visible, 12 mm/s : fissures plus importantes).

Quant à la fatigue des matériaux qui pourrait être attribuable aux vibrations répétées, plusieurs études bien documentées menées en Angleterre par G.R. Watts (Transport and Road Research Laboratory), démontrent que les dommages observés, dans de vieux immeubles construits en bordure de la chaussée, sont plutôt de nature esthétique (fissures dans le plâtre, le revêtement et les joints), et que les contraintes engendrées dans les matériaux par les vibrations induites par la circulation routière sont équivalentes sinon moindres aux contraintes causées par les variations de température et d'humidité à l'intérieur du bâtiment. De plus, les activités quotidiennes à l'intérieur

d'un bâtiment amènent des contraintes dans les matériaux équivalentes sinon plus importantes que celles attribuables aux vibrations induites par le trafic lourd, ex : claquer une porte (4 à 48 mm/s) ; marcher ou sauter sur un plancher (2 à 12 mm/s) ; un vent soufflant à 32 km/h (15 à 65 mm/s), etc.

Plus près de nous, Osama Hunaidi, Ph.D., chercheur de l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches du Canada, a réalisé plusieurs études relatives aux vibrations transmises par la circulation routière. Entre autres, il a publié deux documents soit : « Traffic-induced building vibrations in Montréal », 1997 avec comme co-auteur Martin Tremblay, de la Ville de Montréal; et l'article « La vibration des bâtiments sous l'effet de la circulation » en 2000.

Au sujet de l'effet des vibrations sur les gens il écrit : « 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. L'expérience a montré que les occupants des maisons sont portés à se plaindre si les niveaux de vibrations 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 ».

Sur les risques d'endommagement des bâtiments il mentionne que les niveaux de vibrations sont rarement assez élevés pour être à l'origine des dommages identifiés. Il conçoit toutefois que les vibrations pourraient contribuer au processus de dégradation attribuable à d'autres causes tout en étant conscient que cet aspect est difficile à

démontrer et que cette question demeure controversée. Cependant, de l'étude réalisée à Montréal, il constate que les intensités mesurées ($< 1,55$ mm/s) dans le cadre de l'étude sont beaucoup plus faibles que le critère de vibrations Suisse le plus sévère fixé à 5 mm/s, ce qui lui permet d'éliminer la possibilité de risque de dommages potentiels directs ainsi que l'éventualité de dommages indirects associés à la fatigue des matériaux sous l'effet des vibrations répétées.

6.0 Analyse des résultats et conclusion

À la lumière des résultats obtenus lors des séances d'enregistrements réalisées dans le cadre de cette expertise, il appert que, dans l'ensemble, la réfection du pavage a permis de réduire significativement l'intensité des vibrations transmises par les véhicules lourds comparativement aux enregistrements effectués en 2006. Alors qu'elles étaient qualifiées de perceptibles à fortement perceptibles, il appert que les intensités de vibrations peuvent être qualifiées d'à peine supérieures au seuil de perception.

Cependant aux sites 1 (1197, chemin des Patriotes) et 4 (1805, chemin des Patriotes), l'intensité maximale enregistrée aurait augmenté par rapport aux relevés de 2006 malgré la réfection du pavage. Au site 1, la situation s'explique par le fait qu'une déformation s'est formée au niveau de la chaussée nécessitant du rapiéçage dans la voie en direction Sud. Il y aurait lieu d'investiguer davantage au niveau de la fondation de la route afin d'identifier la cause de cette déformation. Tant que la situation ne sera pas corrigée, il sera difficile de réduire significativement l'intensité des vibrations dans ce secteur.*

* Voir l'annexe 3 pour les correctifs apportés suite aux relevés de septembre 2009.

Au site 4, la situation est quelque peu différente compte tenu que l'uni du pavage ne montre aucune fissure transversale ou autre irrégularité qui pourraient expliquer la faible réduction et même l'augmentation de l'intensité des vibrations. De plus, ce sont les véhicules circulant en direction nord, soit la voie la plus éloignée qui génèrent les vibrations les plus intenses. L'examen du site révèle qu'une baisseur dans le profil de la route, située au Sud du 1805 et pouvant correspondre à un ponceau sous remblai au droit d'un ravin, pourrait être à l'origine des vibrations transmises. Cependant compte tenu que l'intensité maximale est observée sur la composante longitudinale et la composante transversale, cela expliquerait le fait que malgré l'intensité maximale enregistré de 1,44 mm/s, les résidents ne ressentent pas un effet de gêne et d'inconfort équivalent à une intensité similaire qui serait générée sur la composante verticale. Il y aurait peut-être lieu toutefois de regarder la possibilité d'éliminer cette courbe verticale dans le profil de la route dans ce secteur. *

[* Voir l'annexe 3 pour les correctifs apportés suite aux relevés de septembre 2009.](#)

En conclusion, la réfection du pavage a permis de réduire significativement l'intensité des vibrations générées par le trafic lourd empruntant le chemin des Patriotes Nord dans la municipalité de Mont-Saint-Hilaire. Pour les sites du 1197 et 1805, chemin des Patriotes, les augmentations observées s'expliquent par la présence de déformations au niveau du profil de la chaussée.* Au 1197, tant que le problème n'aura pas été identifié et résolu, on continuera d'enregistrer des intensités de vibrations dites perceptibles à fortement perceptibles.* Au 1805, les intensités mesurées semblent, selon toute vraisemblance, reliées à la dépression observée au droit du ravin. Il serait toujours possible d'envisager corriger cette courbe verticale. Toutefois, les vibrations à

[* Voir l'annexe 3 pour les correctifs apportés suite aux relevés de septembre 2009.](#)

ce site semblent moins dérangeantes du fait que les intensités maximales sont enregistrées plus particulièrement selon la composante longitudinale et la composante transversales. *

* Voir l'annexe 3 pour les correctifs apportés suite aux relevés de septembre 2009.

Préparé par :



Secteur mécanique des roches
Service géotechnique & géologie
930, chemin Ste-Foy, 5^e étage
Québec, QC G1S 4X9

Annexe I

- Figure 1a : Plan de localisation générale
- Figure 1b : Localisation des 5 sites retenus
- Figure 1c : Vue rapprochée du site correspondant au 1197,
Chemin des Patriotes
- Figure 1d : Vue rapprochée des sites correspondant au 1615 et
1631, Chemin des Patriotes
- Figure 1e : Vue rapprochée des sites correspondant au 1805 et
1841, Chemin des Patriotes
- Figure 2 : Site 1 : 1197, Chemin des Patriotes
- Figure 3 : Site 2 : 1615, Chemin des Patriotes
- Figure 4 : Site 3 : 1631, Chemin des Patriotes
- Figure 5 : Site 4 : 1805, Chemin des Patriotes
- Figure 6 : Site 5 : 1841, Chemin des Patriotes

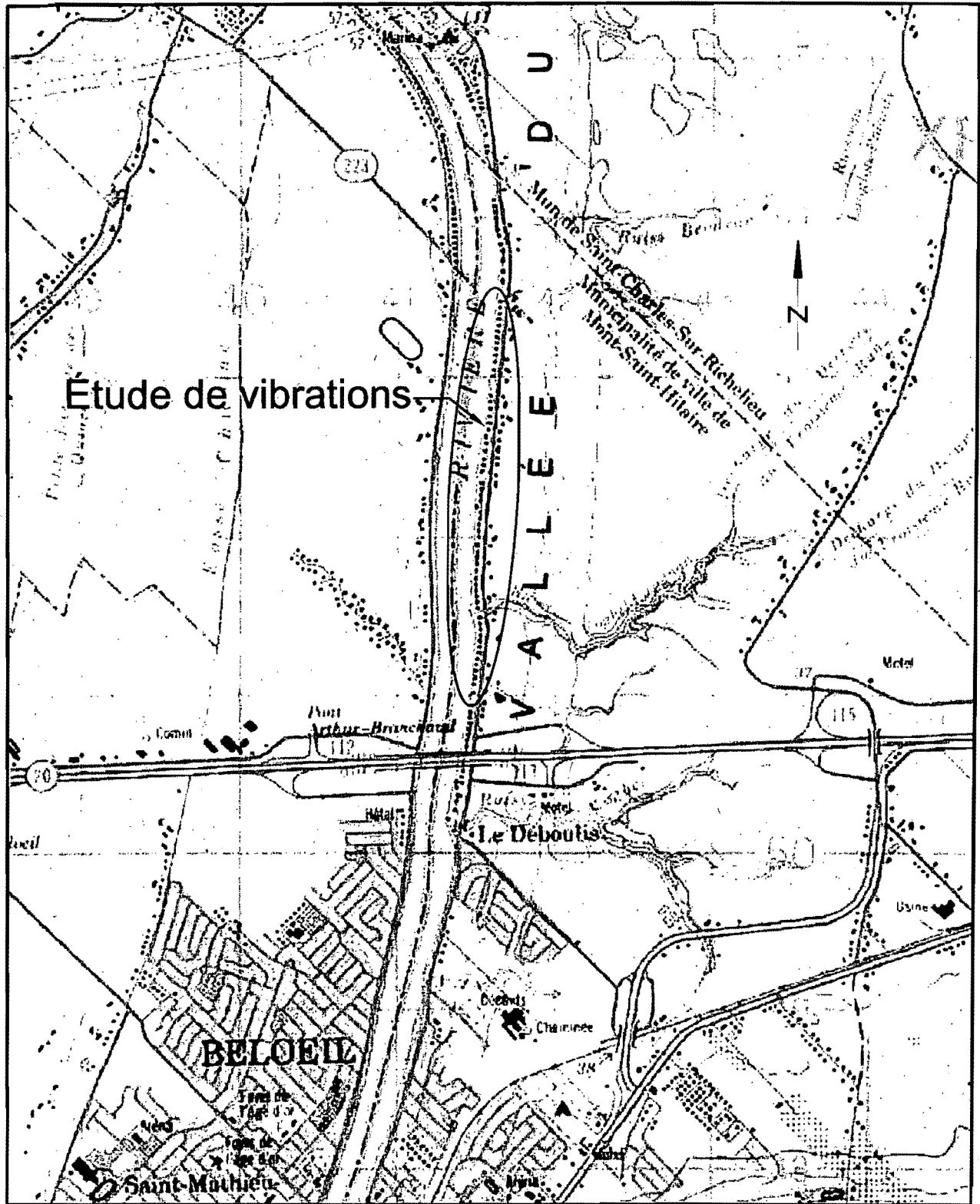


Figure 1a : Plan de localisation générale

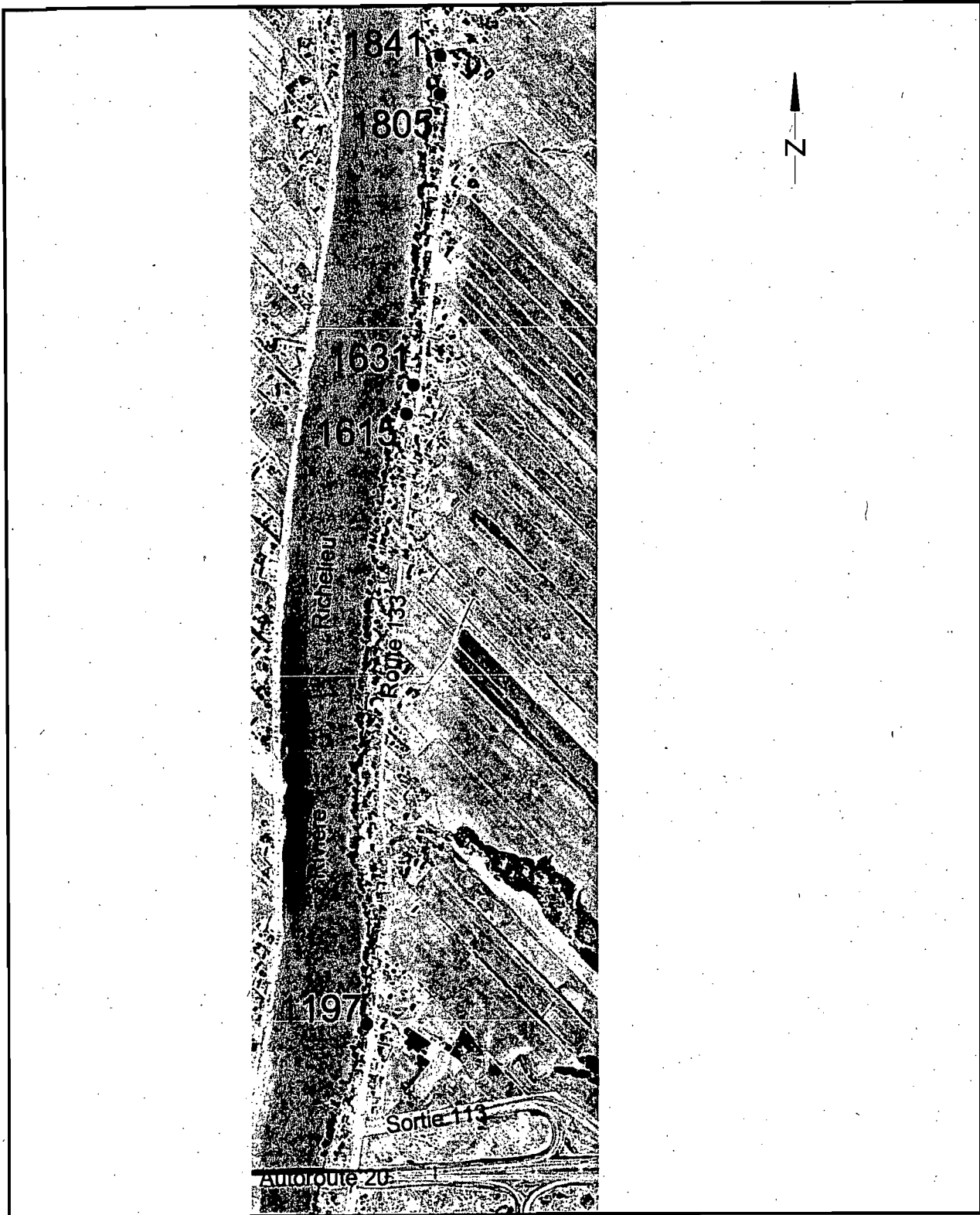


Figure 1b : Localisation des 5 sites de retenus.

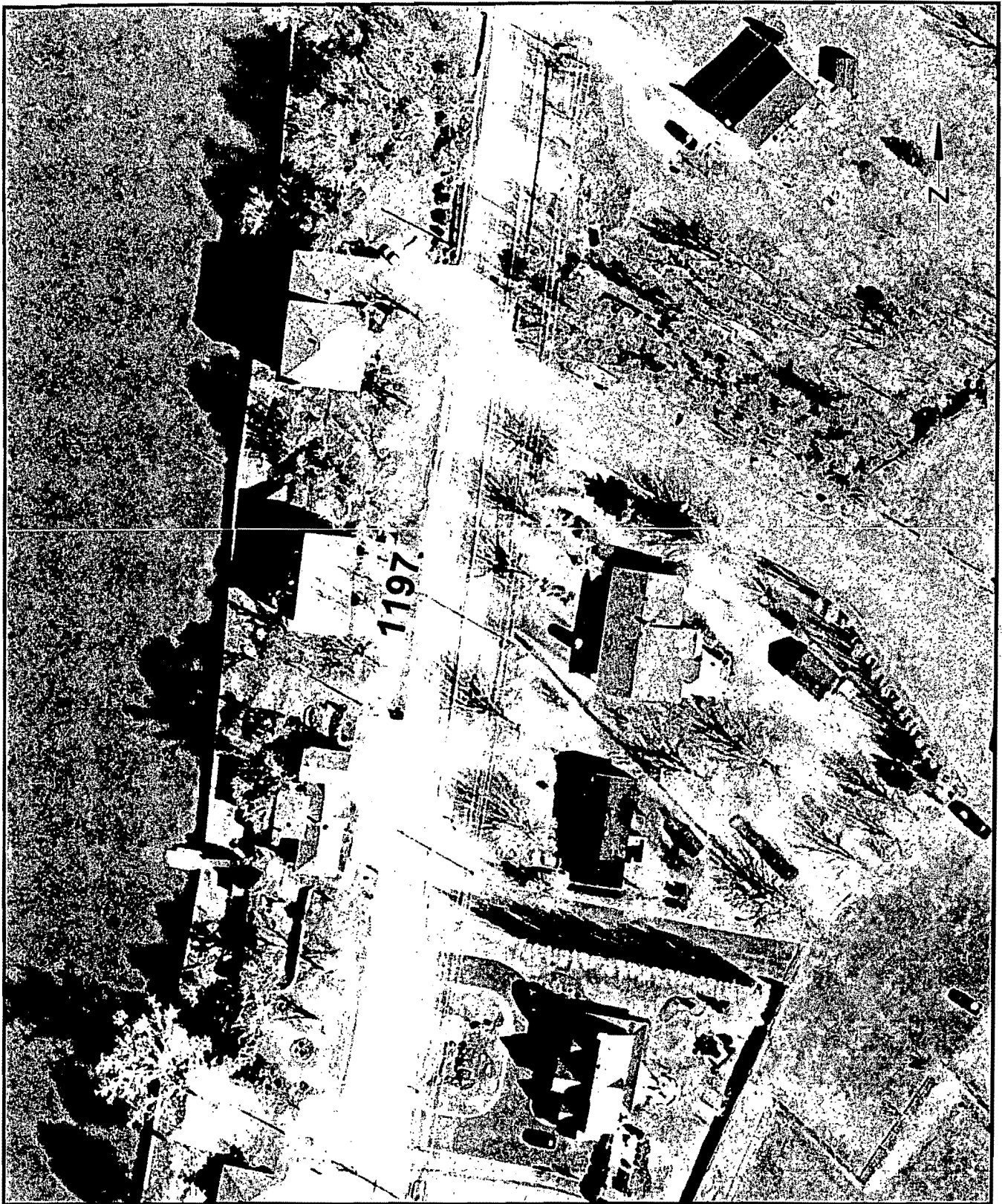


Figure 1c : Vue rapprochée du site correspondant au 1197, Chemin des Patriotes.

Ministère
des Transports

Québec 

Direction Laboratoire des Chaussées
Service Géotechnique et Géologie



Figure 1d : Vue rapprochée du site correspondant au
1615 et 1631, Chemin des Patriotes.

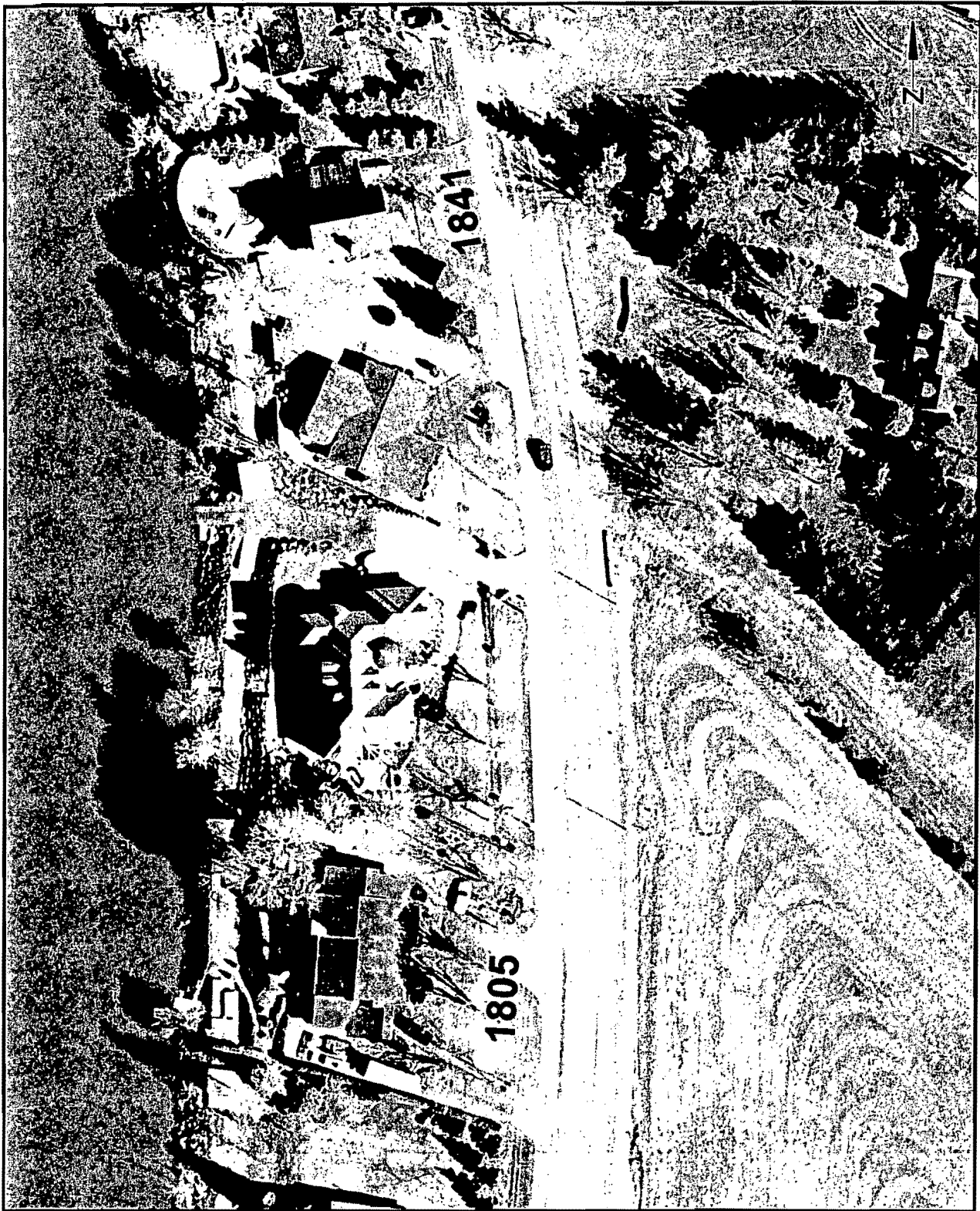


Figure 1e : Vue rapprochée du site correspondant au
1805 et 1841, Chemin des Patriotes.

Ministère
des Transports

Québec 

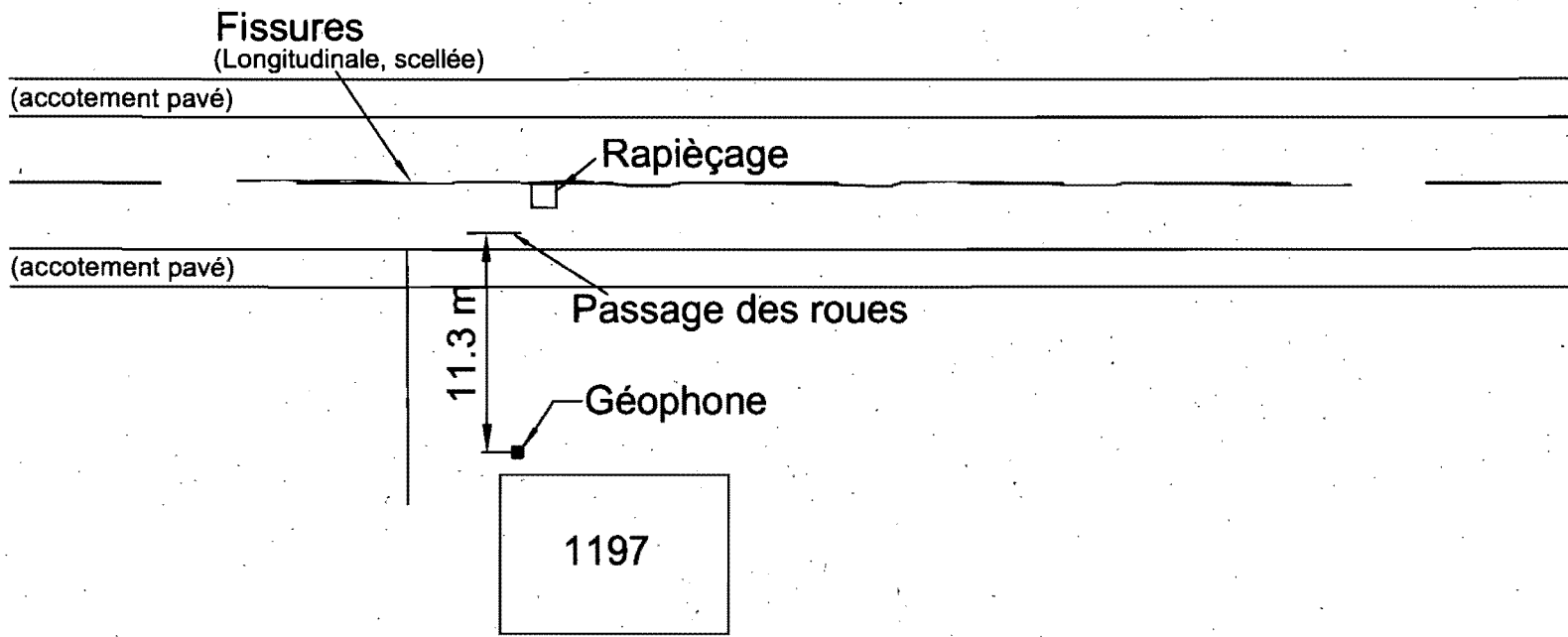
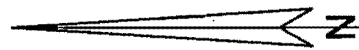
Direction Laboratoire des Chaussées
Service Géotechnique et Géologie

Site 1

1197, Chemin des Patriotes

- Figure 2
- Relevé photographique
- Rapport des séances d'enregistrement sous forme d'histogramme
- Tableau 1 : Résumé des résultats des événements retenus supérieurs à 0,3 mm/s

Figure 2: Vue en plan détaillée
1197 Chemin des Patriotes
Mont St-Hilaire



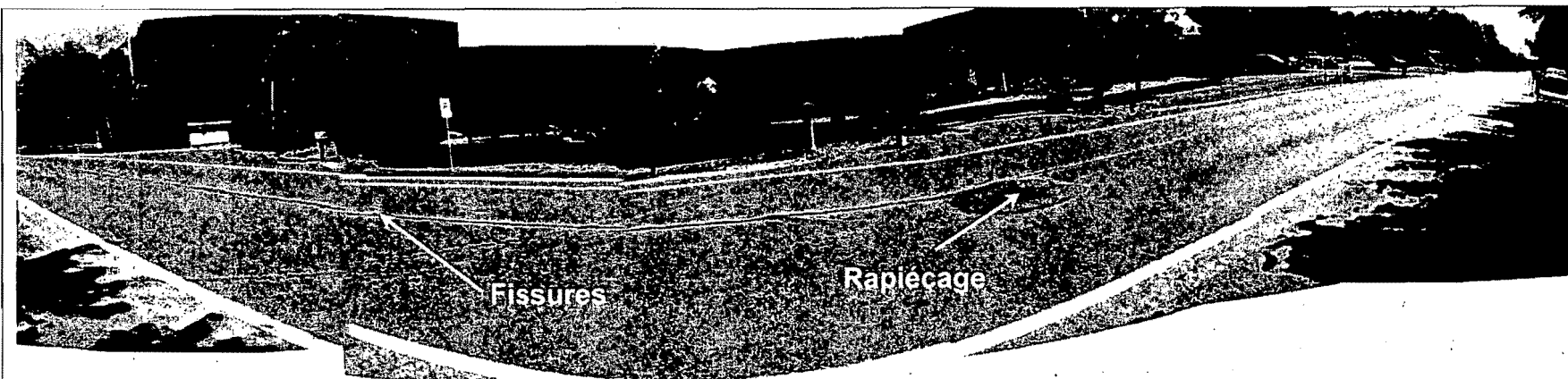


Photo 1 : Vue de l'état du pavage de la route 133 en face de la résidence du 1197.

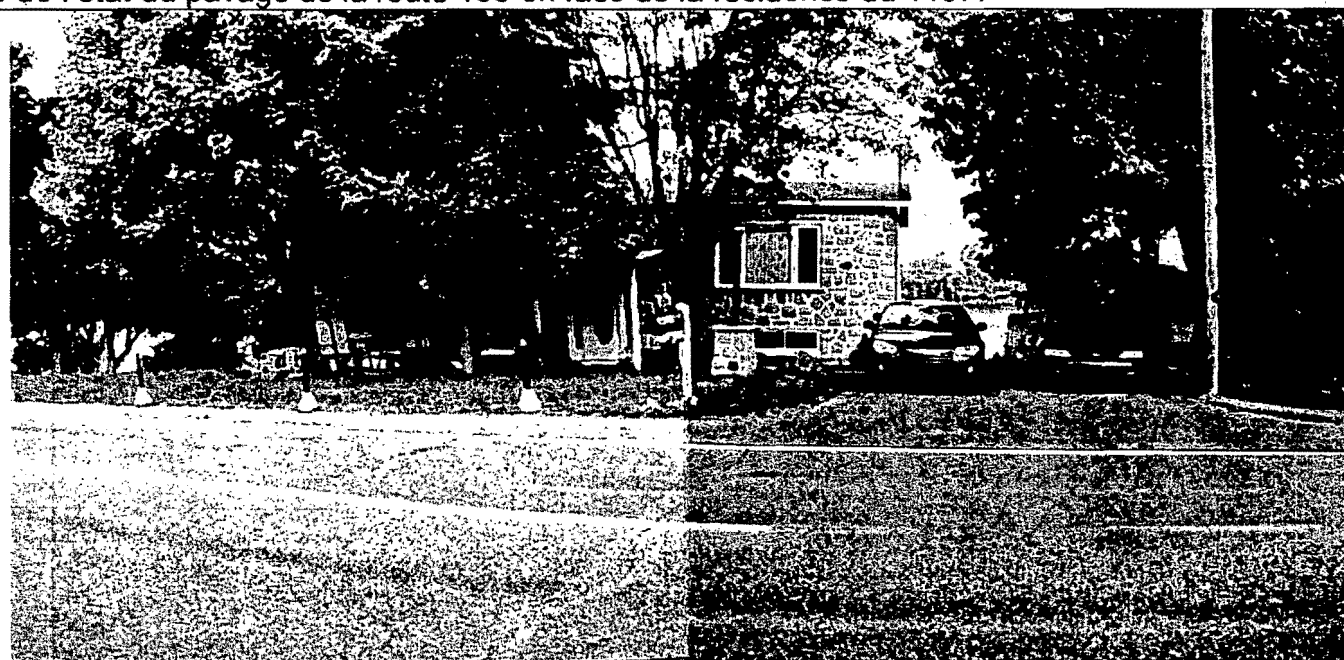


Photo 2 : Vue de la résidence de [redacted] sise au numéro civique 1197, Chemin des Patriotes.



Photo 3 : Positionnement du géophone au coin nord-est de la résidence.



Rapport d'événements

Histogram Start Time 13:23:21 September 2, 2009
Histogram Finish Time 18:24:01 September 2, 2009
Number of Intervals 2158 at 5 seconds
Range Geo: 31.7 mm/s
Sample Rate 1024sps
Job Number: 3

Serial Number BA9228 V. 5.12-8.0 ElastMate III
Battery Level 2.3 Volts
Calibration January 23, 2009 by Instantel Inc.
File Name K228CVI7.UX0

Notes
Localisation: 1197, route 133
Client:
Utilisateur:
Firme: MTC

Autres Notes

Post Event Notes

Microphone Disabled
PSPL N/A
ZC Freq N/A
Channel Test N/A

| | Tran | Vert | Long | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| PPV | 0.558 | 1.32 | 0.921 | mm/s |
| ZC Freq | 15 | 15 | 13 | Hz |
| Date | Sep 2, 2009 | Sep 2, 2009 | Sep 2, 2009 | |
| Time | 14:40:01 | 13:25:58 | 14:40:01 | |
| Sensorcheck | Disabled | Disabled | Disabled | |

Peak Vector Sum 1.40 mm/s on September 2, 2009 at 13:25:58

N/A: Not Applicable

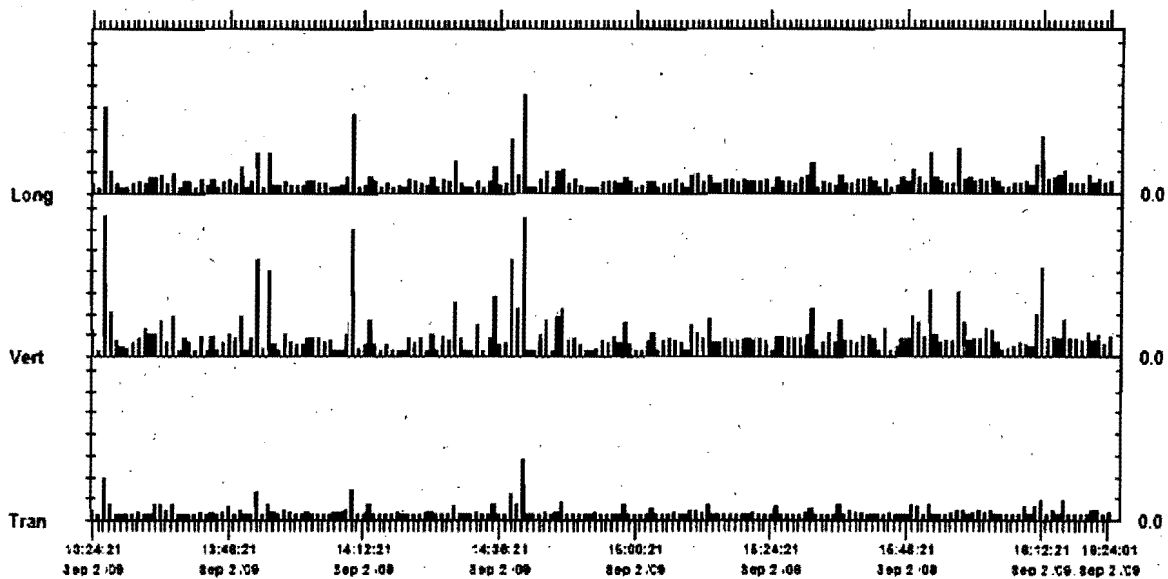
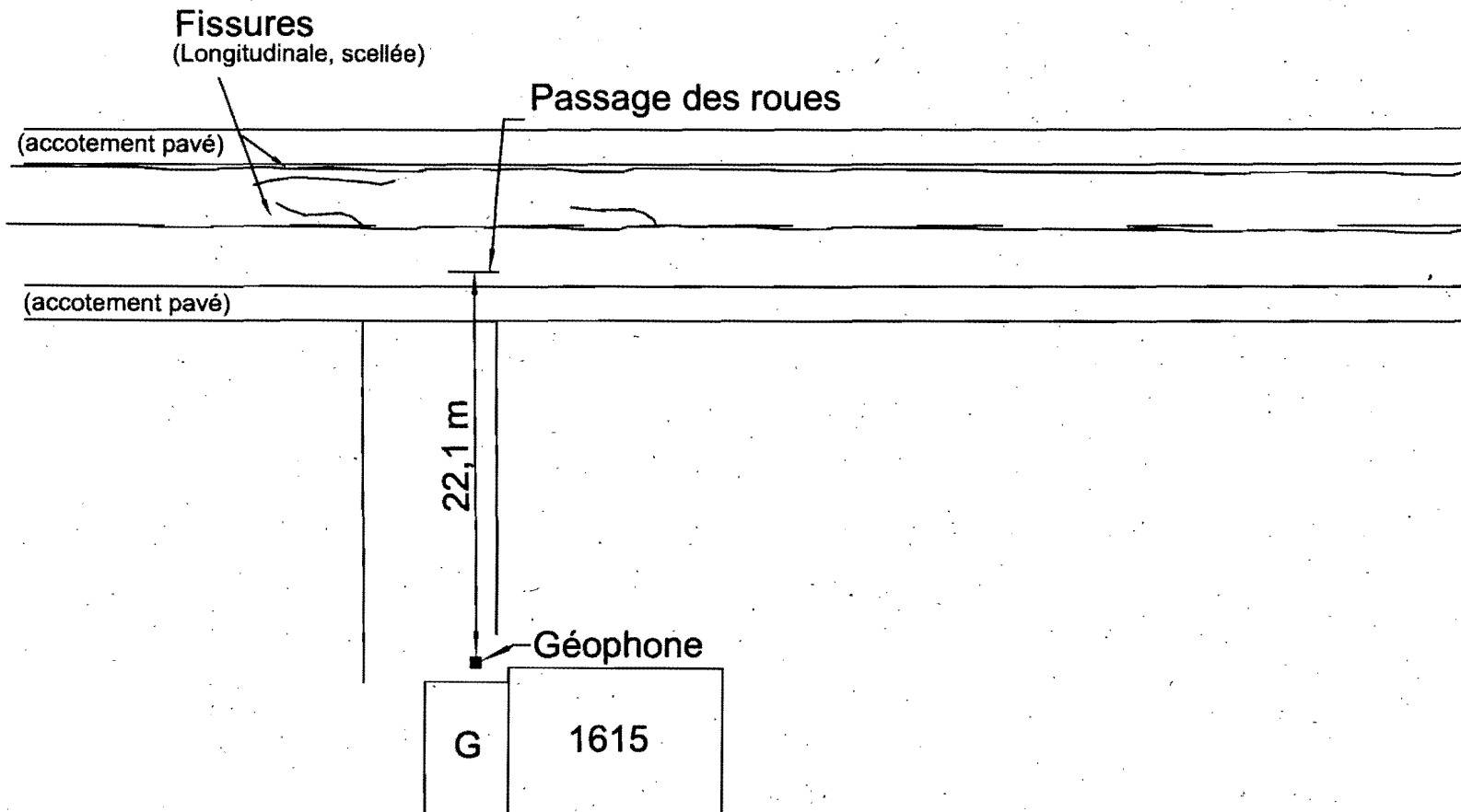
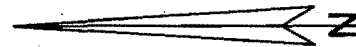


Tableau 1
 Résumé des résultats des événements retenus
 [REDACTED] 1197, Chemin des Patriotes
 Municipalité de Mont St-Hilaire

| Date | Type de véhicules et direction | Tran | | Vert | | Long | | Geo |
|--------------|--------------------------------|--------|------|-------|------|--------|------|-------|
| | | PPV | Freq | PPV | Freq | PPV | Freq | PVS |
| | | mm/s | Hz | mm/s | Hz | mm/s | Hz | mm/s |
| 02-sept 2009 | | | | | | | | |
| 13:25:56 | Semi Sud | 0.397 | 17 | 1.32 | 15 | 0.794 | 14 | 1.40 |
| 13:26:46 | Semi Sud | 0.143 | 15 | 0.413 | 15 | 0.206 | 16 | 0.439 |
| 13:35:51 | Semi Nord | 0.159 | 15 | 0.333 | 16 | 0.175 | 11 | 0.355 |
| 13:38:16 | Semi Sud | 0.143 | 17 | 0.381 | 19 | 0.190 | 19 | 0.392 |
| 13:49:46 | Camionnette | 0.0952 | 20 | 0.381 | 16 | 0.238 | 16 | 0.394 |
| 13:52:36 | Semi Sud | 0.270 | 18 | 0.921 | 17 | 0.365 | 15 | 0.970 |
| 13:55:06 | 6 roues Sud | 0.159 | 18 | 0.810 | 17 | 0.381 | 16 | 0.856 |
| 14:10:16 | 2 Semi(N+S) | 0.286 | 17 | 1.19 | 16 | 0.730 | 15 | 1.27 |
| 14:13:06 | Semi Nord | 0.111 | 17 | 0.333 | 14 | 0.143 | 12 | 0.343 |
| 14:27:51 | Semi Sud | 0.127 | 12 | 0.508 | 16 | 0.302 | 11 | 0.510 |
| 14:31:36 | 6 roues Sud | 0.0794 | 21 | 0.302 | 21 | 0.111 | 15 | 0.316 |
| 14:35:01 | Semi Sud | 0.143 | 9.7 | 0.556 | 16 | 0.238 | 20 | 0.556 |
| 14:37:46 | 6 roues Sud | 0.238 | 18 | 0.905 | 15 | 0.508 | 16 | 0.915 |
| 14:39:11 | Semi Sud | 0.143 | 9.7 | 0.444 | 18 | 0.175 | 14 | 0.477 |
| 14:40:01 | Semi Sud | 0.556 | 15 | 1.30 | 14 | 0.921 | 13 | 1.35 |
| 14:43:46 | N/D | 0.0794 | 26 | 0.333 | 20 | 0.206 | 17 | 0.371 |
| 14:46:01 | N/D | 0.0794 | 19 | 0.381 | 18 | 0.206 | 16 | 0.419 |
| 14:46:36 | Semi Sud | 0.175 | 11 | 0.444 | 13 | 0.222 | 12 | 0.509 |
| 14:57:36 | Semi Nord | 0.143 | 12 | 0.317 | 13 | 0.143 | 11 | 0.325 |
| 15:09:46 | Semi Nord | 0.0952 | 18 | 0.302 | 17 | 0.143 | 18 | 0.322 |
| 15:12:31 | Semi Sud | 0.143 | 16 | 0.349 | 16 | 0.175 | 18 | 0.375 |
| 15:30:41 | N/D | 0.111 | 16 | 0.444 | 20 | 0.286 | 18 | 0.516 |
| 15:36:06 | Semi Nord | 0.143 | 16 | 0.333 | 17 | 0.127 | 14 | 0.350 |
| 15:49:06 | Semi Sud | 0.143 | 14 | 0.365 | 15 | 0.222 | 12 | 0.397 |
| 15:49:31 | Bus scol. Sud | 0.127 | 17 | 0.317 | 20 | 0.127 | 18 | 0.328 |
| 15:49:36 | Bus scol. Sud | 0.0952 | 20 | 0.317 | 23 | 0.0952 | 13 | 0.330 |
| 15:52:21 | Bus scol. Sud | 0.159 | 18 | 0.619 | 17 | 0.365 | 17 | 0.681 |
| 15:56:36 | N/D | 0.0952 | 13 | 0.603 | 14 | 0.413 | 12 | 0.629 |
| 15:57:31 | N/D | 0.0952 | 24 | 0.317 | 8.5 | 0.0794 | 17 | 0.328 |
| 16:11:21 | Semi Sud | 0.127 | 15 | 0.397 | N/A | 0.270 | 17 | 0.481 |
| 16:11:26 | Semi Sud | 0.190 | 17 | 0.841 | 15 | 0.524 | 15 | 0.875 |
| 16:16:01 | Semi Nord | 0.190 | 11 | 0.333 | 13 | 0.190 | 12 | 0.344 |

Figure 3: Vue en plan détaillée
1615 Chemin des Patriotes
Mont St-Hilaire



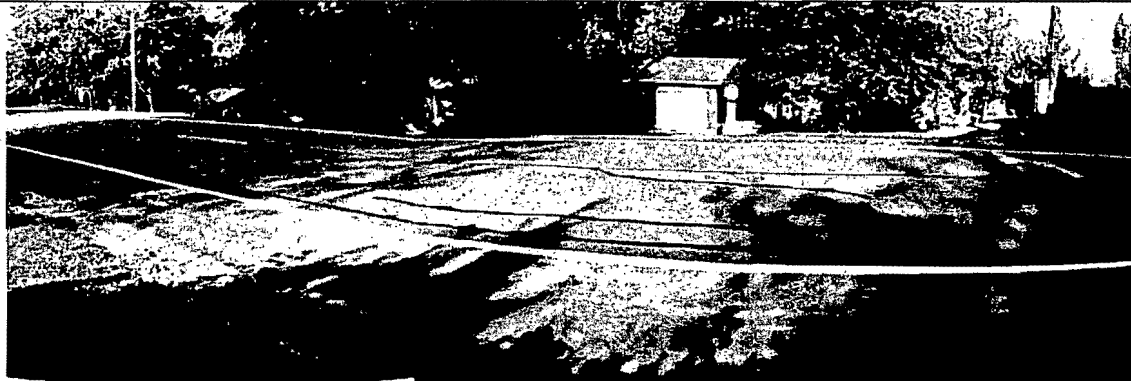


Photo 4 : Vue de l'état du pavage en face du numéro civique 1615, Chemin des Patriotes (route 133).



Photo 5 : Positionnement du géophone au coin nord-est sur le pavage de l'entrée du garage.



Rapport d'événements

Histogram Start Time 08:38:41 September 3, 2009
 Histogram Finish Time 10:15:57 September 3, 2009
 Number of Intervals 1755 at 5 seconds
 Range Geo: 31.7 mm/s
 Sample Rate 1024sps
 Job Number: 4

Serial Number EA6228 V 5.12-6.0 BlastMate III
 Battery Level 5.3 Volts
 Calibration January 23, 2009 by Instantel Inc.
 File Name K228CVJP_E50

Notes
 Localisation: 1515, route 133
 Client: [REDACTED]
 Utilisateur: [REDACTED]
 Firme: MTC

Autres Notes

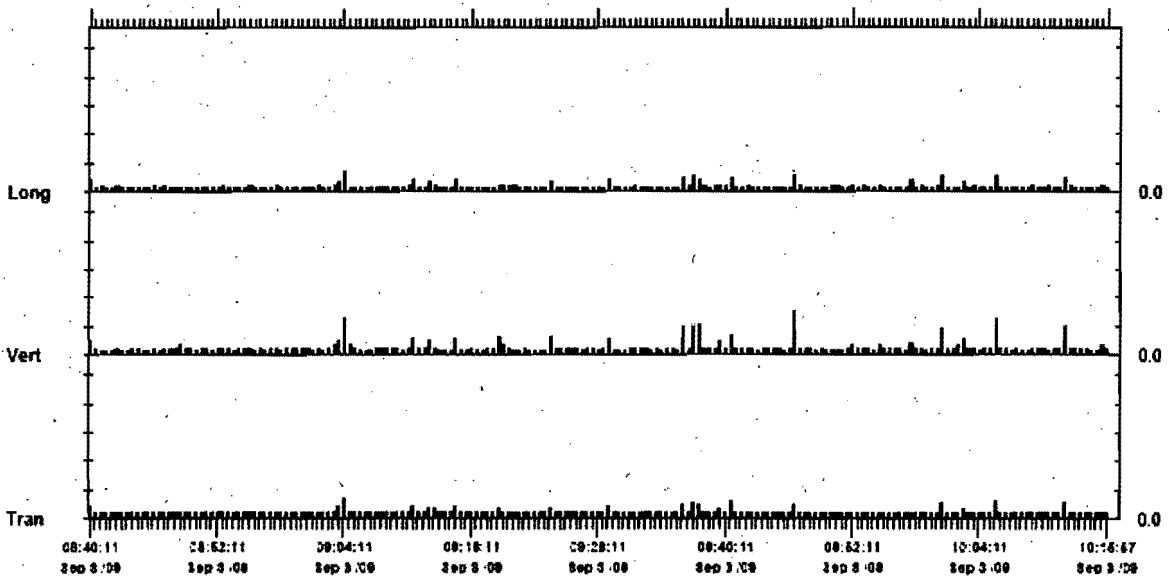
Post Event Notes

Microphone Disabled
 PSPL N/A
 ZC Freq N/A
 Channel Test N/A

| | Tran | Vert | Long | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|------|
| PPV | 0.143 | 0.302 | 0.143 | mm/s |
| ZC Freq | 9.3 | 10 | 5.5 | Hz |
| Date | Sep 3 '09 | Sep 3 '09 | Sep 3 '09 | |
| Time | 09:03:51 | 09:46:38 | 09:03:51 | |
| Sensorcheck | Disabled | Disabled | Disabled | |

Peak Vector Sum 0.302 mm/s on September 3, 2009 at 09:46:38

N/A: Not Applicable

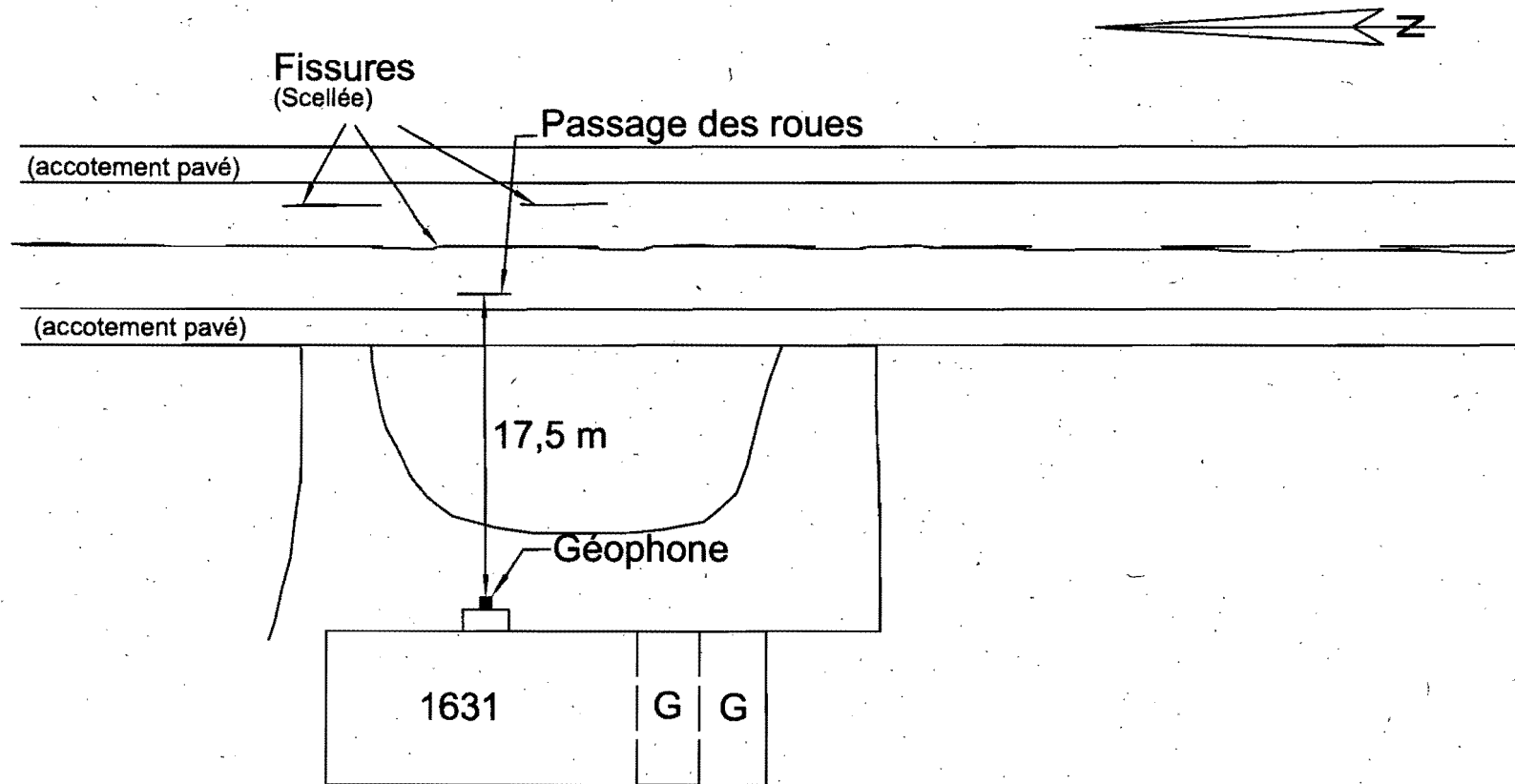


Time Scale: 30 seconds / div Amplitude Scale: Geo: 0.200 mm/s/div

Tableau 1
Résumé des résultats des événements retenus
[REDACTED], 1615, Chemin des Patriotes
Municipalité de Mont St-Hilaire

| Date | Type de véhicule et direction | Tran | | Vert | | Long | | Geo |
|----------|-------------------------------|--------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | | PPV | Freq | PPV | Freq | PPV | Freq | PVS |
| 2009 | | mm/s | Hz | mm/s | Hz | mm/s | Hz | mm/s |
| 09:46:36 | 6 roues Sud | 0.0952 | 11 | 0.302 | 10 | 0.111 | 9.7 | 0.306 |

Figure 4: Vue en plan détaillée
1631 Chemin des Patriotes
Mont St-Hilaire



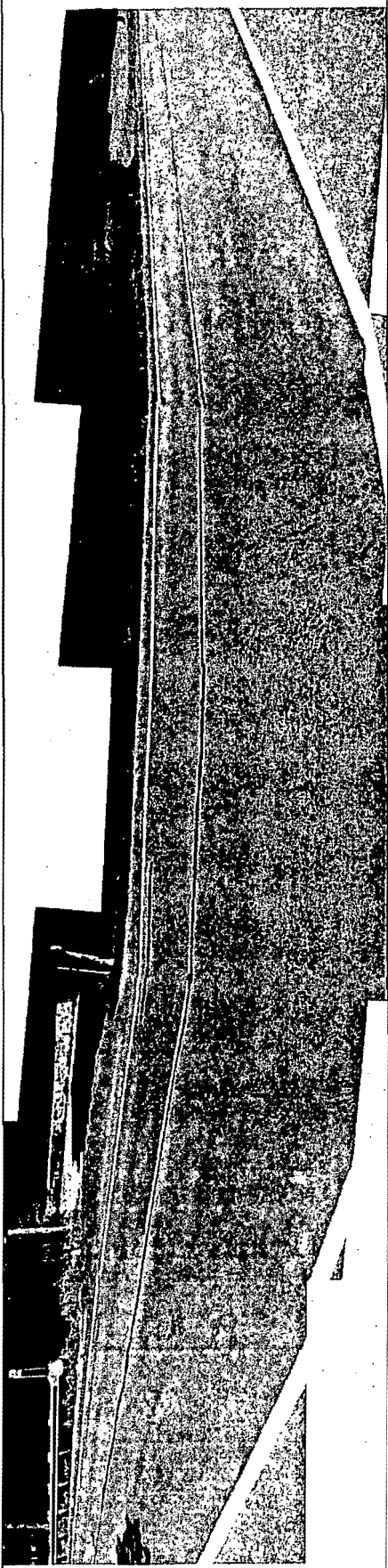
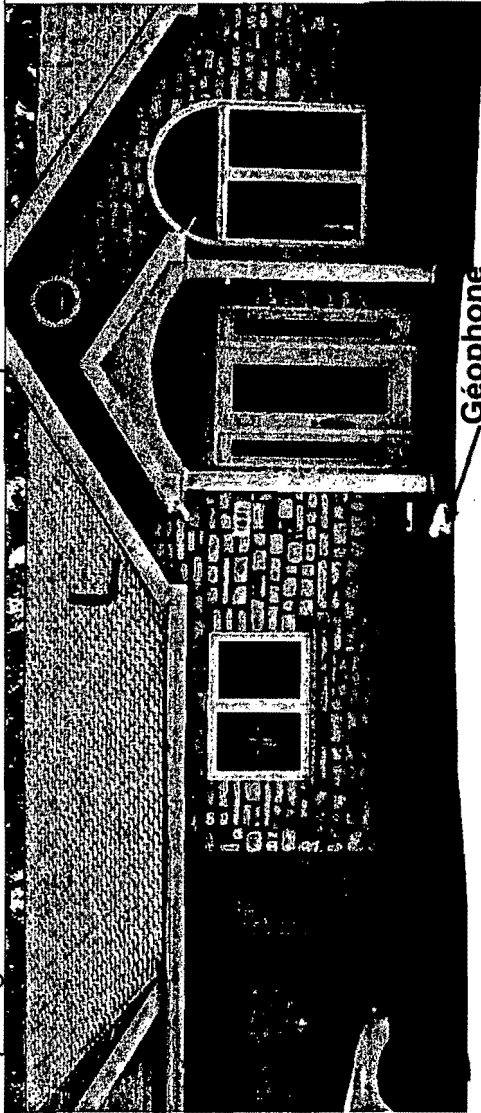


Photo 6 : Vue de l'état du pavage devant la résidence sise au numéro civique 1631, Chemin des Patriotes.



Géophone

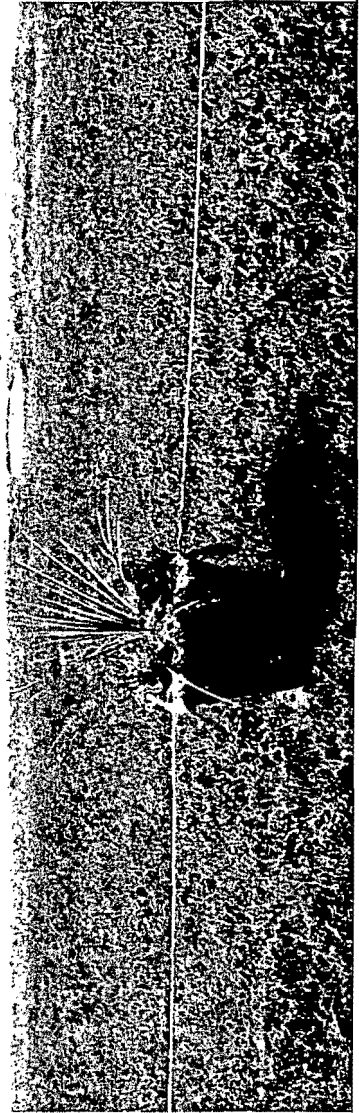


Photo 7 : Positionnement du géophone à droite de l'entrée principale.



Rapport d'événements

Histogram Start Time 14:17:25 September 1, 2009
Histogram Finish Time 18:03:18 September 1, 2009
Number of Intervals 1870 at 5 seconds
Range Geo: 31.7 mm/s
Sample Rate 3024sps
Job Number: 2

Serial Number BA9228 V 5.12-8.0 ElastMate III
Battery Level 8.3 Volts
Calibration January 23, 2009 by Instantel Inc.
File Name #228CVGF.P10

Notes

Localisation: 1531, route 133
Client: [REDACTED]
Utilisateur: [REDACTED]
Firme: MTC

Autres Notes

Post Event Notes

Microphone Disabled
PSPL N/A
ZC Freq N/A
Channel Test N/A

| | Tran | Vert | Long | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|------|
| PPV | 0.397 | 0.478 | 0.238 | mm/s |
| ZC Freq | >100 | 16 | >100 | Hz |
| Date | Sep 1, 09 | Sep 1, 09 | Sep 1, 09 | |
| Time | 15:28:50 | 15:08:20 | 14:28:10 | |
| Sensorcheck | Disabled | Disabled | Disabled | |

Peak Vector Sum 0.509 mm/s on September 1, 2009 at 15:08:20

N/A: Not Applicable

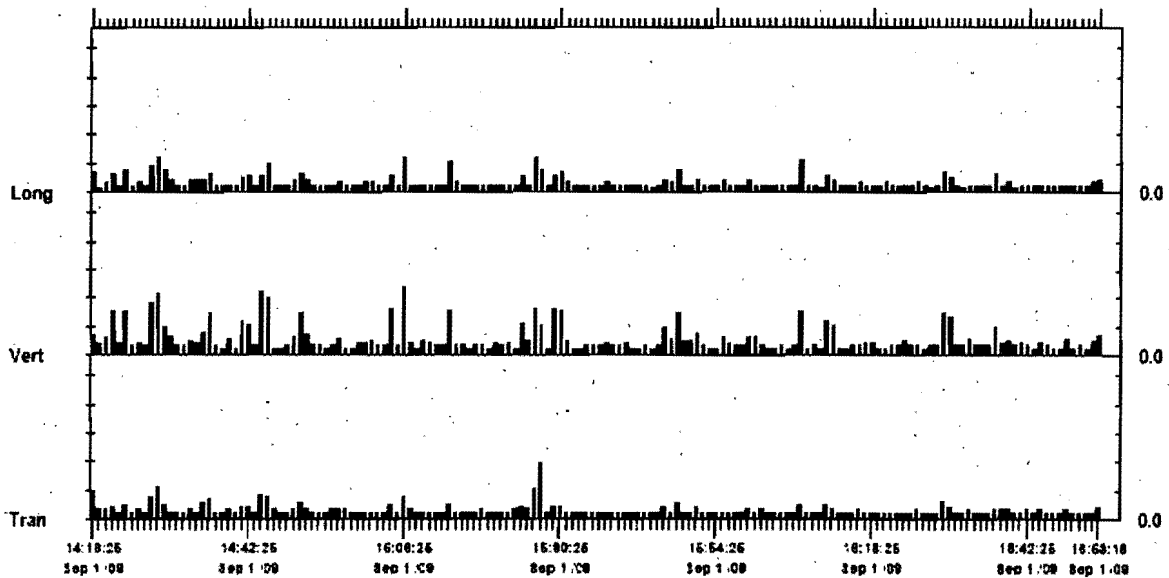


Tableau 1
 Résumé des résultats des événements retenus
 [REDACTED], 1631, Chemin des Patriotes
 Municipalité de Mont St-Hilaire

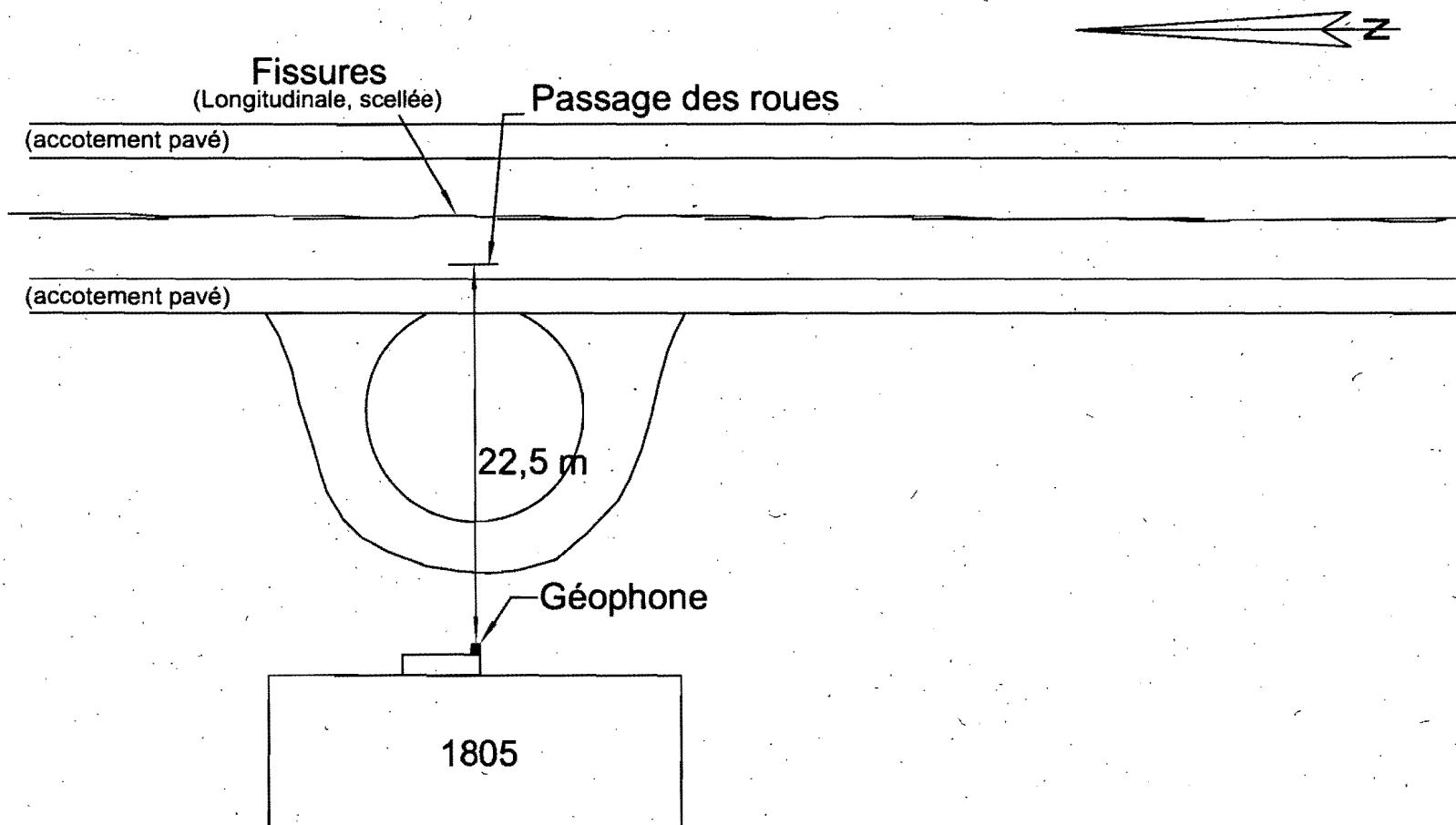
| Date | Type de véhicule et direction | Tran | Tran | Vert | Vert | Long | Long | Geo |
|----------|-------------------------------|--------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | | PPV | Freq | PPV | Freq | PPV | Freq | PVS |
| | | mm/s | Hz | mm/s | Hz | mm/s | Hz | mm/s |
| 14:20:30 | Semi Sud | 0,0794 | 20 | 0,302 | 15 | 0,127 | 14 | 0,302 |
| 14:23:15 | Semi Nord | 0,0952 | 8,7 | 0,302 | 14 | 0,159 | 15 | 0,305 |
| 14:27:35 | Semi Nord | 0,0794 | 17 | 0,317 | 17 | 0,19 | 15 | 0,338 |
| 14:44:25 | Semi Sud | 0,175 | 6,1 | 0,444 | 12 | 0,111 | 8,4 | 0,447 |
| 15:03:55 | Semi Sud | 0,0952 | 19 | 0,317 | 15 | 0,111 | 13 | 0,328 |
| 15:06:20 | Semi Sud | 0,159 | 13 | 0,476 | 15 | 0,238 | 15 | 0,509 |
| 15:12:50 | Semi Sud | 0,0794 | >100 | 0,302 | 20 | 0,206 | 17 | 0,314 |
| 15:28:50 | Semi Sud | 0,0794 | 18 | 0,317 | 14 | 0,111 | 17 | 0,318 |
| 15:30:25 | Semi Sud | 0,0794 | 10 | 0,302 | 16 | 0,143 | 18 | 0,309 |
| 16:06:55 | Semi Sud | 0,0952 | 13 | 0,302 | 14 | 0,143 | 14 | 0,304 |

Site 4

1805, Chemin des Patriotes

- Figure 5
- Relevé photographique
- Rapport des séances d'enregistrement sous forme d'histogramme
- Tableau 1 : Résumé des résultats des événements retenus supérieurs à 0,3 mm/s

Figure 5: Vue en plan détaillée
1805 Chemin des Patriotes
Mont St-Hilaire



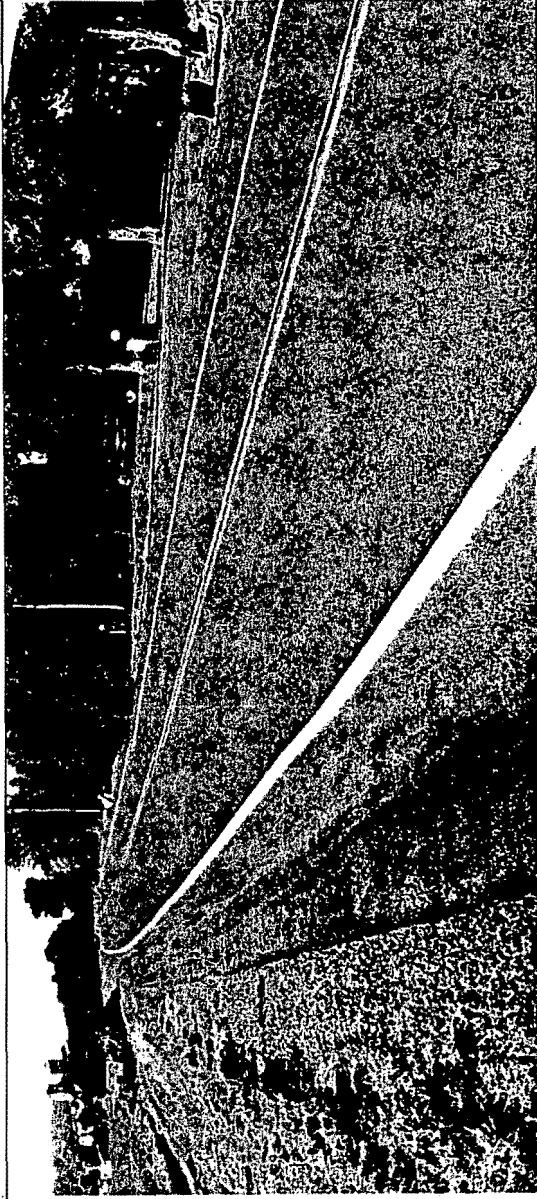


Photo 8 : Vue de l'état du pavage en face de la résidence sise au 1805.

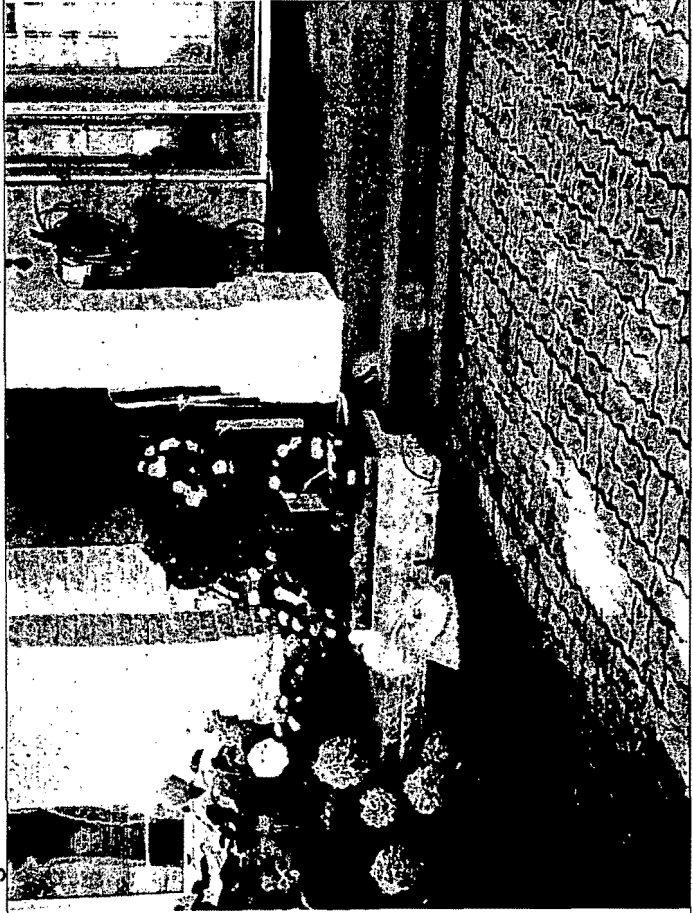


Photo 9 : Vue de la résidence sise au numéro civique 1805, Chemin des Patriotes.



Rapport d'événements

Histogram Start Time 09:44:27 September 1, 2009
Histogram Finish Time 11:15:19 September 1, 2009
Number of Intervals 1048 at 5 seconds
Range Geo: 31.7 mm/s
Sample Rate 1024sps
Job Number: 1

Serial Number BA9228 V 5.12-8.0 BlastMate III
Battery Level 8.2 Volts
Calibration January 23, 2009 by Instantel Inc.
File Name K222CV30.A3D

Notes
 Localisation: 1805, route 133
 Client: [REDACTED]
 Utilisateur: [REDACTED]
 Firma: MTC

Autres Notes

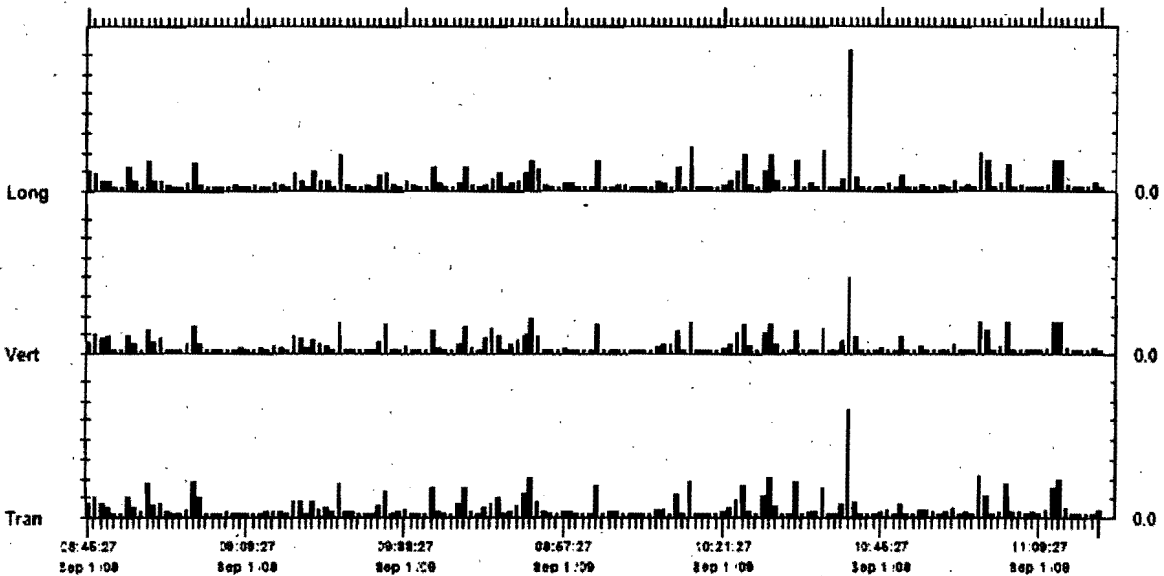
Post Event Notes

Microphone Disabled
PSPL N/A
ZC Freq N/A
Channel Test N/A

| | Tran | Vert | Long | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|------|
| PPV | 1.11 | 0.764 | 1.44 | mm/s |
| ZC Freq | 13 | 14 | 13 | Hz |
| Date | Sep 1, 09 | Sep 1, 09 | Sep 1, 09 | |
| Time | 10:40:17 | 10:40:17 | 10:40:17 | |
| Sensorcheck | Disabled | Disabled | Disabled | |

Peak Vector Sum 1.78 mm/s on September 1, 2009 at 10:40:17

N/A: Not Applicable



Time Scale: 1 minute/div Amplitude Scale: Geo: 0.200 mm/s/div

Tableau 1
 Résumé des résultats des événements retenus
 1805. Chemin des Patriotes
 Municipalité de Mont St-Hilaire

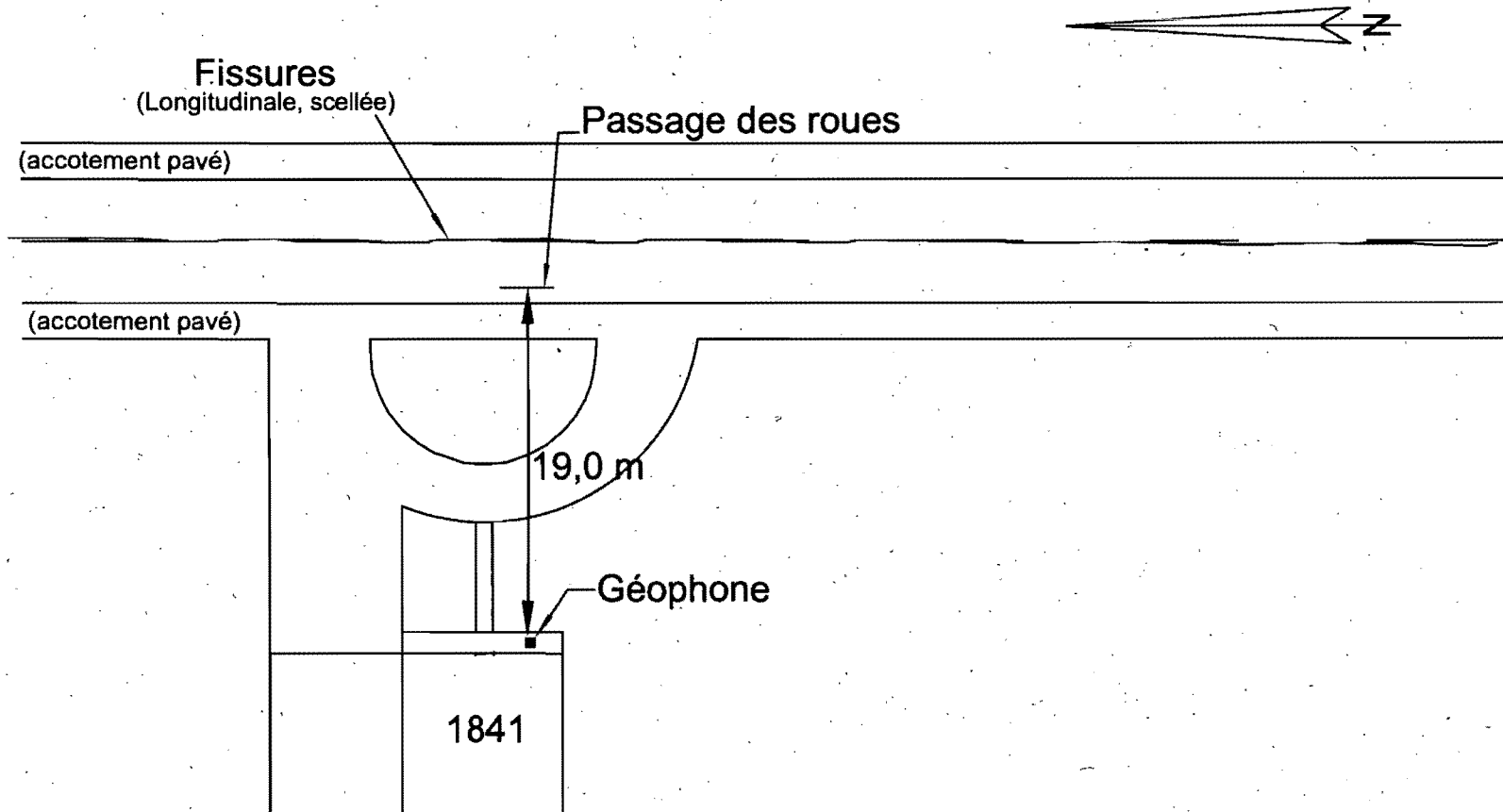
| Date 1 Septembre 2009 | Type de véhicule et direction | Tran | Tran | Vert | Vert | Long | Long | Geo |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | | PPV | Freq | PPV | Freq | PPV | Freq | PVS |
| | | mm/s | Hz | mm/s | Hz | mm/s | Hz | mm/s |
| 08:53:57 | N-D | 0,349 | 13 | 0,254 | 17 | 0,302 | 13 | 0,425 |
| 09:01:27 | 10 Roues Sud | 0,365 | 12 | 0,286 | 12 | 0,19 | 14 | 0,423 |
| 09:23:07 | Semi Nord | 0,349 | 21 | 0,317 | 10 | 0,365 | 18 | 0,474 |
| 09:29:37 | 10 Roues Nord | 0,19 | 11 | 0,302 | 11 | 0,19 | 15 | 0,329 |
| 09:37:02 | Semi Nord | 0,317 | 19 | 0,238 | 24 | 0,238 | 13 | 0,346 |
| 09:41:52 | Semi Sud | 0,302 | 12 | 0,254 | 14 | 0,238 | 19 | 0,345 |
| 09:51:32 | Semi Nord | 0,413 | 11 | 0,365 | 11 | 0,317 | 12 | 0,533 |
| 10:01:57 | Semi Nord | 0,333 | 11 | 0,302 | 18 | 0,317 | 14 | 0,461 |
| 10:15:57 | Semi Sud | 0,365 | 13 | 0,317 | 17 | 0,444 | 17 | 0,520 |
| 10:16:02 | Semi Sud | 0,349 | 12 | 0,238 | 12 | 0,175 | 13 | 0,391 |
| 10:24:22 | Semi Sud | 0,333 | 23 | 0,254 | 18 | 0,365 | 16 | 0,452 |
| 10:28:22 | Semi Sud | 0,317 | 17 | 0,27 | 20 | 0,365 | 15 | 0,509 |
| 10:31:57 | Semi Nord | 0,365 | 12 | 0,254 | 12 | 0,317 | 13 | 0,434 |
| 10:36:07 | Semi Nord | 0,302 | 14 | 0,27 | 16 | 0,413 | 13 | 0,513 |
| 10:40:17 | Semi Nord | 1,11 | 13 | 0,794 | 14 | 1,44 | 13 | 1,76 |
| 10:59:42 | Semi Nord | 0,429 | 13 | 0,286 | 12 | 0,286 | 14 | 0,531 |
| 11:01:12 | Semi Nord | 0,222 | 12 | 0,254 | 15 | 0,302 | 15 | 0,379 |
| 11:03:42 | Semi Sud | 0,349 | 12 | 0,317 | 16 | 0,27 | 15 | 0,420 |
| 11:11:12 | Semi Sud | 0,317 | 17 | 0,317 | 21 | 0,302 | 20 | 0,505 |
| 11:12:27 | Semi Sud | 0,381 | 10 | 0,317 | 10 | 0,238 | 16 | 0,508 |

Site 5

1841, Chemin des Patriotes

- Figure 6
- Relevé photographique
- Rapport des séances d'enregistrement sous forme d'histogramme
- Tableau 1 : Résumé des résultats des événements retenus supérieurs à 0,3 mm/s

Figure 6: Vue en plan détaillée
1841 Chemin des Patriotes
Mont St-Hilaire



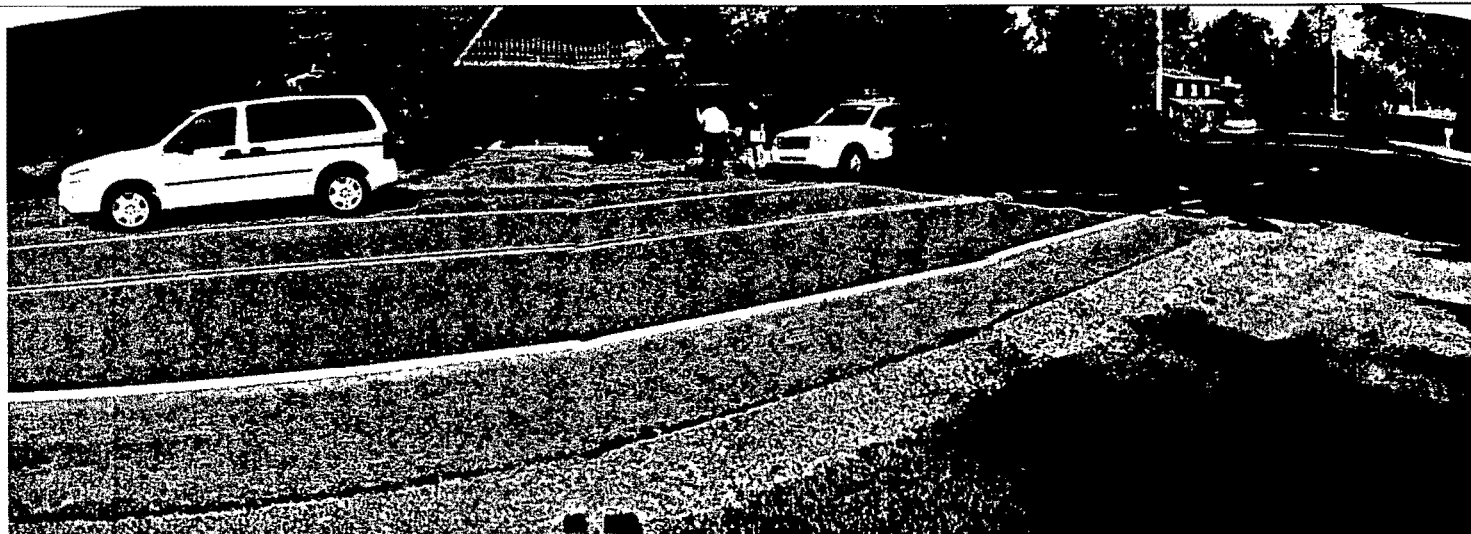


Photo 10 : Vue de l'état du pavage en face de la résidence sise au 1841.



Photo 11 : Positionnement du géophone à droite de l'entrée principale directement sur la dalle de béton.



Rapport d'événements

Histogram Start Time 09:54:36 September 2, 2009
 Histogram Finish Time 10:06:41 September 2, 2009
 Number of Intervals 884 at 5 seconds
 Range Geo: 31.7 mm/s
 Sample Rate 1024sps
 Job Number: 2

Serial Number BA6228 V 5.12-6.0 BlastMate III
 Battery Level 5.3 Volts
 Calibration January 23, 2009 by InstanTel Inc.
 File Name K228CVHV.F00

Notes
 Localisation: 1841, route 133
 Client:
 Utilisateur: [REDACTED]
 Firma: MTC

Autres Notes

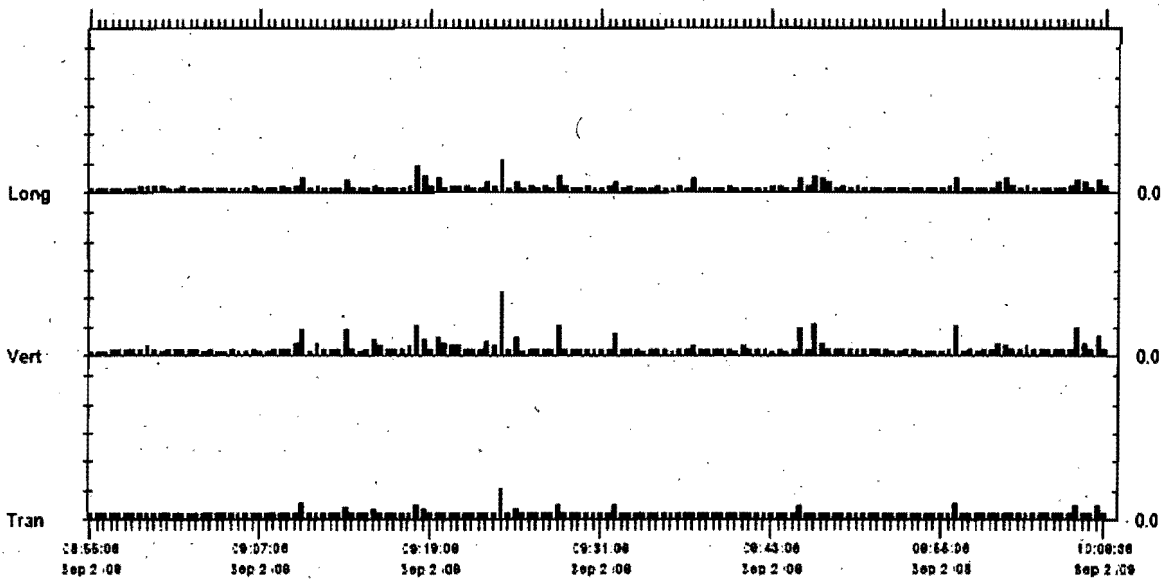
Post Event Notes

Microphone Disabled
 PSPL N/A
 ZC Freq N/A
 Channel Test N/A

| | Tran | Vert | Long | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|------|
| PPV | 0.208 | 0.444 | 0.222 | mm/s |
| ZC Freq | 11 | 11 | 11 | Hz |
| Date | Sep 2 '09 | Sep 2 '09 | Sep 2 '09 | |
| Time | 09:23:48 | 09:23:48 | 09:23:48 | |
| Sensorcheck | Disabled | Disabled | Disabled | |

Peak Vector Sum 0.503 mm/s on September 2, 2009 at 09:23:48

N/A: Not Applicable



Time Scale: 30 seconds/div Amplitude Scale: Geo: 0.200 mm/s/div



Rapport d'événements

Histogram Start Time 10:13:21 September 2, 2009
Histogram Finish Time 11:48:32 September 2, 2009
Number of Intervals 1154 at 5 seconds
Range Geo: 31.7 mm/s
Sample Rate 1024sps
Job Number: 2

Serial Number BA9228 V 6.12-8.0 BlastMate III
Battery Level 8.5 Volts
Calibration January 23, 2009 by Instantel Inc.
File Name K228CVHZ.260

Notes
Localisation: 1941, route 133
Client:
Utilisateur:
Firme: MTC

Autres Notes

Post Event Notes

Microphone Disabled
PSPL N/A
ZC Freq N/A
Channel Test N/A

| | Tran | Vert | Long | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|------|
| PPV | 0.127 | 0.288 | 0.127 | mm/s |
| ZC Freq | 12 | 15 | 21 | Hz |
| Date | Sep 2, 09 | Sep 2, 09 | Sep 2, 09 | |
| Time | 10:47:11 | 10:21:18 | 10:13:31 | |
| Sensorcheck | Disabled | Disabled | Disabled | |

Peak Vector Sum 0.307 mm/s on September 2, 2009 at 10:47:11

N/A: Not Applicable

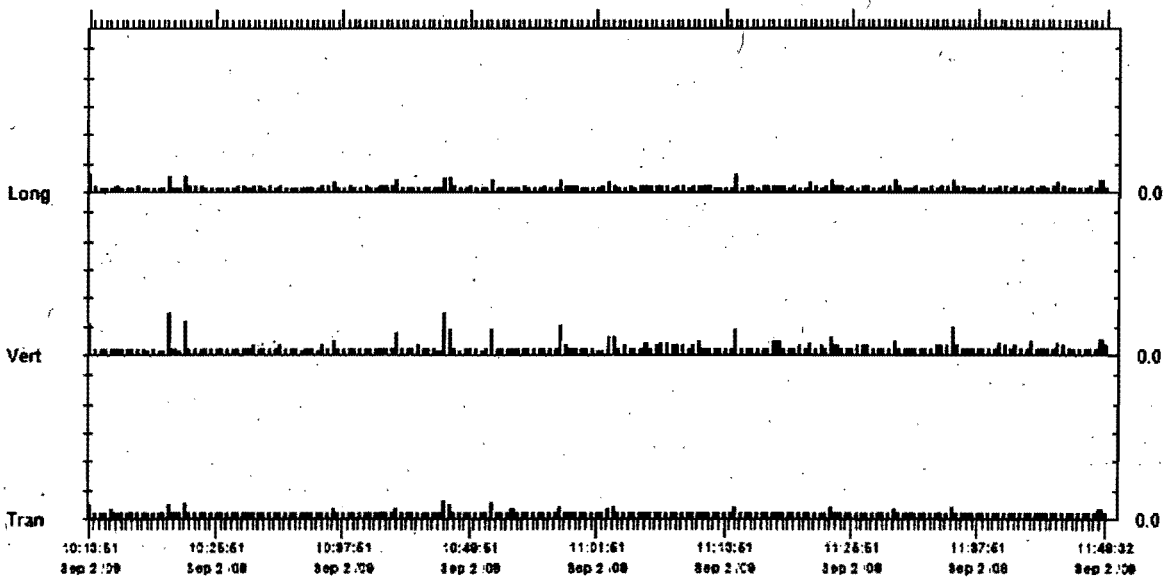


Tableau 1
Résumé des résultats des événements retenus
[REDACTED], 1841, Chemin des Patriotes
Municipalité de Mont St-Hilaire

| Date | Type de véhicules et direction | Tran | Tran | Vert | Vert | Long | Long | Geo |
|------------------|--------------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| 2 septembre 2009 | | PPV | Freq | PPV | Freq | PPV | Freq | PVS |
| | | mm/s | Hz | mm/s | Hz | mm/s | Hz | mm/s |
| 09:23:46 | Semi Nord | 0,206 | 11 | 0,444 | 11 | 0,222 | 11 | 0,503 |

Annexe 2

- Tableau 2 : Divers seuils de vibrations
- Tableau 3 : Valeurs de référence d'après Schwenzfeier

Tableau 2
Divers seuils de vibrations

| IDENTIFICATION | VITESSE (mm/s) | NORME |
|--|----------------|------------------------------|
| Seuil de perception | 0,15 à 0,30 | Whiffin et Leonard 1971 |
| Vibrations irritantes | 2 | Reiher et Meister 1931 |
| Ruines et monuments historiques fragiles | 2 | Allemande 1971 |
| Édifices atteints de dommages apparents (fissures dans les murs) | 3 à 10 | Allemande 1983 (DIN 4150) |
| Limite entre les plaintes et les dommages persistants | 6 | Lande et Johansson 1974 |
| Édifices en bon état, même avec des fissures dans le revêtement | 5 à 20 | Allemande 1983 (DIN 4150) |
| Édifices solides Ex: édifices industriels | 20 à 50 | Allemande 1983 (DIN 4150) |

TABLEAU 3

VALEURS DE RÉFÉRENCE POUR LA VITESSE MAXIMALE DE VIBRATION EN MM/S (d'après Schwenzfeier)

| PAYS | RÉFÉRENCE | DATE | GAMME DE FRÉQUENCE CONSIDÉRÉE (Hz) | TYPE DE LA CONSTRUCTION | | | OBSERVATIONS |
|-----------------------------|-------------|------|--|--|--|---|---|
| | | | | Monument ou construction en mauvais état | Construction courante de qualité moyenne à bonne | Bâtiment indus- trielle et construction de qualité supérieure | |
| Angleterre | Ashay Parks | 1976 | -- | 7,5 | 12 | 25 | -- |
| Allemagne Fédérale (RFA) | DIN 4150 | 1983 | <10, 50, 100 | 3 à 10 | 5 à 20 | 20 à 50 | -- |
| Allemagne de l'Est | KDT | 1972 | 3, 30, 60, 100 | 2 à 14 | 10 à 70 | 30 à 200 | -- |
| Australie | ASCA | 1967 | -- | 15 | 25 | 50 | -- |
| Autriche | NÖT | 1980 | -- | 3 à 5 | 10 | 10 à 40 | -- |
| France | AFTES | 1976 | >10 | 2,5 à 7,5 | 7,5 à 22,5 | 22,5 à 70 | VI de 1000 à 4500 m/s |
| | AFTES | 1982 | -- | -- | 10 à 30 | -- | Critère « gêne » |
| ISO | Projet GB | 1972 | 8 à 80 | (4, 15) | 8,3 | (16,6) | Construction en bon état. Fonction de la des- tination et de l'heure. |
| Russie | -- | -- | -- | 10 | 30 | ? | -- |
| Suède | Langefors | 1967 | -- | 18 | 35 | 70 | VI de 1000 à 4500 m/s |
| USA | USBM | 1971 | 4, 10, 40, 100 | -- | 13 à 50 | -- | -- |
| | Chae | 1978 | -- | 12 à 25 | 50 | 100 | -- |
| Tchécoslovaquie | CSN | 1973 | -- | 10 | 20 à 25 | 35 à 80 | -- |

Correctifs apportés à la chaussée suite aux relevés de septembre 2009

Objet : Réfection du chemin des Patriotes
Étude de vibration – Chemin des Patriotes
Ville de Mont-Saint-Hilaire
Dossier n° : 8603-08-0609
Projet n° : 154040711

Certaines interventions ont été effectuées aux endroits suivants le 1^{er} décembre 2009 :

- 1805, chemin des Patriotes (voie direction nord) :
 - Objectif : reprise d'un joint de pavage non conforme et réparation de certains dommages causés à la chaussée suite à un accident routier à cet endroit;
 - Intervention : un planage et pavage a été effectué à cette localisation;
 - Date d'intervention : le 1^{er} décembre 2009;
 - Ce type d'intervention est régulièrement utilisé pour corriger ce genre d'irrégularité.

- 1197, chemin des Patriotes (voie direction sud) :
 - Objectif : réparer les dommages causés à la chaussée par un véhicule routier (sans connaissance la nature exacte de l'incident);
 - Intervention : un planage et pavage a été effectué à cette localisation; suivi d'une correction du profil par la méthode de chauffage par infrarouge;
 - Date d'intervention : le 1^{er} décembre 2009;
 - Il s'agit d'un type d'intervention tout indiqué pour ce genre de cas.