



Gouvernement du Québec
Ministère des Transports

Service de l'Environnement



VILLE DE QUÉBEC

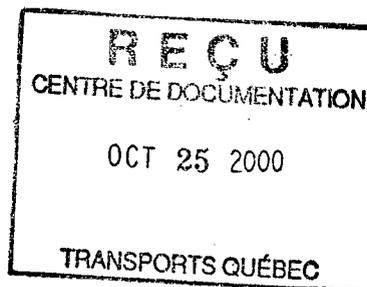
QUARTIER LES SAULES, CÔTÉ NORD

CANQ
TR
PT
PL
132

EFFICACITÉ ACOUSTIQUE DE L'ÉCRAN ANTIBRUIT CONSTRUIT
EN BORDURE DE L'AUTOROUTE 40



492917



**EFFICACITÉ ACOUSTIQUE DE L'ÉCRAN ANTIBRUIT CONSTRUIT
EN BORDURE DE L'AUTOROUTE 40**

VILLE DE QUÉBEC

QUARTIER LES SAULES, CÔTÉ NORD

CANQ
1R
PT
PL
132

Août 1994

SOMMAIRE

La réduction sonore obtenue suite à la construction d'un écran antibruit doit être documentée de façon à vérifier la rentabilité de l'investissement effectué et démontrer que les méthodes et outils de calcul utilisés ont généré un dimensionnement approprié de l'écran antibruit.

Une évaluation de l'efficacité acoustique de l'écran antibruit construit en 1991 en bordure de l'autoroute de la Capitale à Québec a été réalisée. La construction de cet écran fait suite à une plainte formulée en 1985 par les citoyens du quartier Les Saules situé au nord de l'autoroute 40.

L'analyse de l'efficacité acoustique de l'écran antibruit a été réalisée à l'aide de la méthodologie décrite au document «Sound Procedures for Measuring Highway Noise» du Federal Highway Administration des États-Unis. Cette méthode utilise un microphone de référence (là où il n'y a pas d'atténuation du bruit) en combinaison avec un ou des microphones derrière l'écran en zone protégée du bruit.

Des relevés sonores ont été réalisés sur quatre sites dans la zone d'étude en juillet 1993. Ces relevés d'une durée variable de 30 minutes à une heure ont été effectués simultanément à des comptages de véhicules avec classification selon trois catégories (automobiles, camions intermédiaires et camions lourds). Le logiciel Stamina 2.0 a ensuite été utilisé pour déterminer l'efficacité acoustique de l'écran.

La méthode est la suivante. Stamina est utilisé pour simuler avec les données de circulation recueillies sur le site, les niveaux sonores avant (sans écran) et après construction (avec écran) à un point déterminé, soit la position des points de relevés derrière l'écran. Les niveaux mesurés sont alors comparés aux niveaux sonores simulés. Pour obtenir la perte par insertion ou l'efficacité de l'écran, les niveaux sonores mesurés après construction sont soustraits aux niveaux simulés avant construction.

L'effet possible des réflexions entre les écrans nord et sud a été évalué à l'aide d'un logiciel développé par le groupe d'acoustique de l'Université de Sherbrooke (G.A.U.S.). Ce logiciel a permis de déterminer s'il y a eu une perte d'efficacité de l'un ou des écrans suite à la construction de l'écran antibruit du côté nord de l'autoroute 40.

Les niveaux sonores mesurés et calculés à l'aide de Stamina diffèrent tout au plus de 0,9 dBA à la position du microphone de référence (à 2 mètres au-dessus de l'écran) et de 1,5 dBA à la position derrière l'écran.

La réduction sonore obtenue suite à la réalisation de l'écran antibruit est de près de 10 dBA à la première rangée de maisons. Ces dernières se situent maintenant en zone de climat sonore faiblement perturbé. Une réduction de 10 dBA correspond à une impression de réduction de moitié du bruit perçu par un auditeur.

La réduction des niveaux sonores visée avant la construction de l'écran (de 7 à 10 dBA à la première rangée de maison) a donc été atteinte. Finalement, il semble que la présence d'un deuxième écran au sud de l'autoroute 40 ait réduit d'environ 1 dBA l'efficacité acoustique de l'écran nord.

Cette étude a été réalisée par le personnel du Service de l'environnement du ministère des Transports du Québec, sous la responsabilité de madame Louise Maurice, urbaniste et chef du Service.

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Line Gamache

ingénieure

Soutien technique
Hrant Khandjian

édition et graphisme

TABLE DES MATIÈRES

EQUIPE DE TRAVAIL	ii
LISTE DES TABLEAUX	iv
LISTE DES FIGURES	iv
LISTE DES ANNEXES	v
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE	3
3.0 MÉTHODOLOGIE D'INVENTAIRE ET D'ANALYSE	5
3.1 Notes générales	5
3.2 Inventaires	6
3.2.1 Relevés sonores	6
3.2.2 Débits de circulation	6
3.3 Analyse des données	7
4.0 DESCRIPTION DES SITES DE MESURE	8
5.0 ANALYSE DES RÉSULTATS	13
5.1 Résultats généraux	13
5.2 Ajustement du modèle	14
5.3 Réduction sonore	17
5.4 Comparaison des réductions sonores théorique et mesuré	18
6.0 CONCLUSION	19
BIBLIOGRAPHIE	20

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:	Niveaux sonores calculés versus mesurés Microphone de référence	14
Tableau 2:	Niveaux sonores calculés versus mesurés Microphone #1	15
Tableau 3:	Effet des réflexions entre les écrans antibruit situés au sud et au nord de l'autoroute 40	16
Tableau 4:	Efficacité acoustique des écrans construits .	17
Tableau 5:	Comparaison entre l'efficacité acoustique calculée avant et après la construction de l'écran antibruit situé au nord de l'autoroute 40	18

LISTE DES FIGURES

Figure 1:	Localisation de la zone d'étude	2
Figure 2:	Utilisation du sol et localisation des écrans antibruit construits	4
Figure 3:	Position des microphones	5
Figure 4:	Localisation des relevés sonores	9
Figure 5:	Montage du microphone - Site 1	8
Figure 6:	Montage des microphones - Site 2	10

Figure 7:	Montage des microphones - Site 3	11
Figure 8:	Montage des microphones - Site 4	12
Figure 9:	Niveaux sonores calculés versus mesurés (Leq en dBA)	13

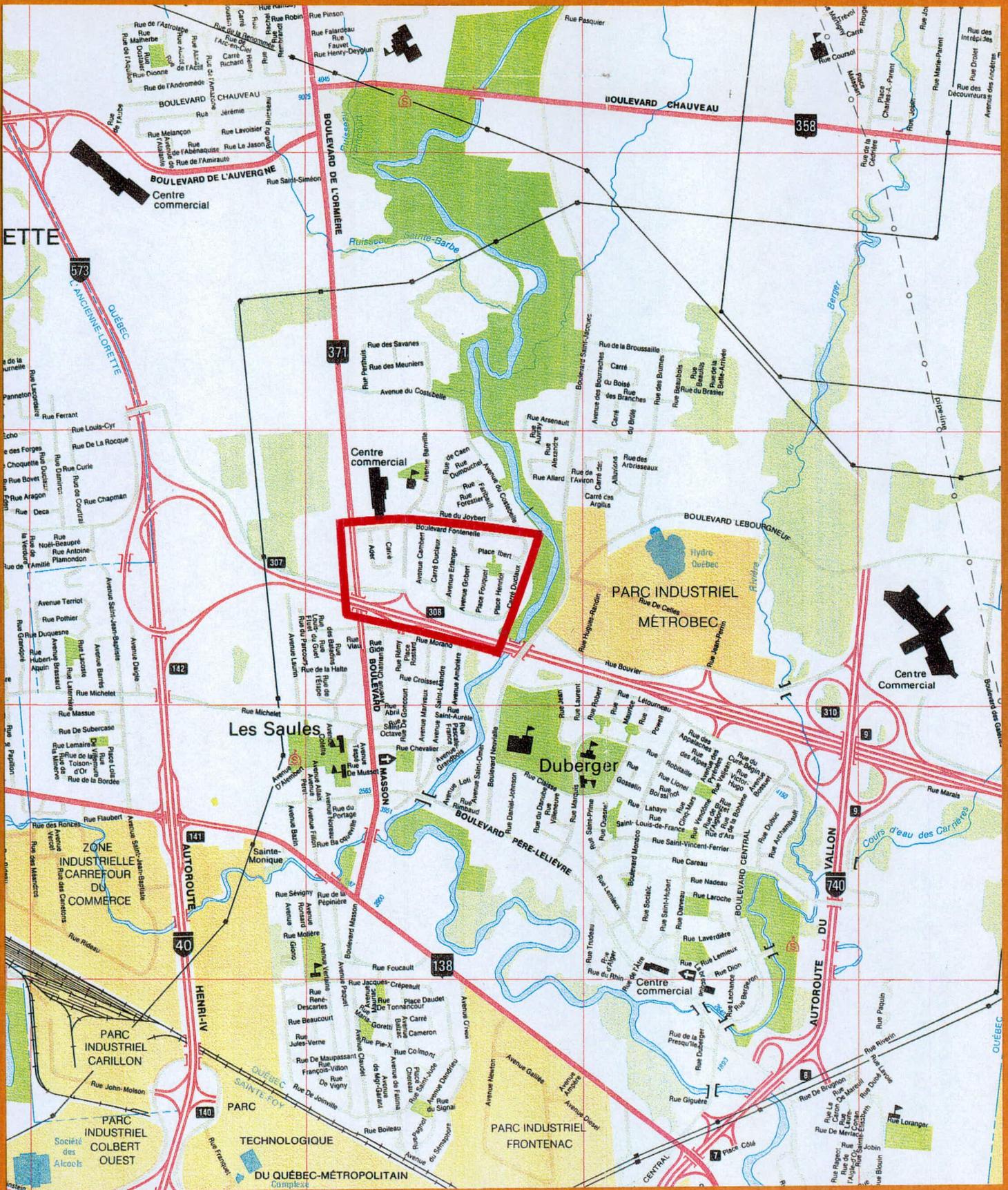
LISTE DES ANNEXES

Annexe 1:	Données recueillies aux sites de relevés
Annexe 2:	Calculs de l'efficacité acoustique

1.0 INTRODUCTION

Ce rapport présente les résultats de l'évaluation de l'efficacité acoustique de l'écran antibruit construit en 1991 en bordure de l'autoroute de La Capitale à Québec. La construction de cet écran fait suite à une plainte formulée en 1985 par les citoyens du quartier Les Saules situé au nord de l'autoroute 40. La figure 1 identifie la zone visée par la présente étude.

Le but de cette étude est de déterminer quelle est la réduction des niveaux sonores réellement obtenue sur le terrain par rapport à la réduction anticipée lors des simulations sonores. Le bénéfice obtenu (c'est-à-dire la réduction sonore) suite à la construction d'un écran antibruit doit être documenté de façon à vérifier la rentabilité de l'investissement et démontrer que la méthodologie utilisée ainsi que les outils de calcul génèrent un dimensionnement approprié de l'écran antibruit.



AUTOROUTE DE LA CAPITALE

VILLE DE QUEBEC, QUARTIER DES SAULES

LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE

FIGURE 1

2.0 DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude s'étend d'ouest en est du boulevard Masson à la rivière Saint-Charles, et du nord au sud, du boulevard Fontenelle à la rue Morand. L'utilisation du sol y est de type résidentiel. Du côté nord de l'autoroute 40, des édifices à appartements de trois étages et plus se situent entre le boulevard Masson et la rue Carré Ader. Toujours au nord, à partir de l'avenue Banville jusqu'à la rivière Saint-Charles se trouvent des résidences unifamiliales de même qu'en bordure de la rue Morand au sud de l'autoroute.

L'autoroute 40 se compose de trois voies de circulation dans chaque direction, des entrées et sorties pour l'autoroute sont situées à l'est du boulevard Masson près de l'avenue Banville. Dans cette zone, l'autoroute 40 a une pente ascendante vers l'ouest.

Finalement, deux écrans antibruit sont présents. Le premier au nord de l'autoroute fait l'objet de la présente étude. Il est constitué d'une butte prolongée par un mur en acier, la longueur totale de l'écran est d'environ 670 mètres et sa hauteur varie de 4 à 5,2 mètres. Cet écran débute à l'ouest de l'avenue Banville et se termine à la rivière Saint-Charles.

Le deuxième écran est situé au sud de l'autoroute 40. Il est constitué d'une butte et d'un mur en acier. Il débute à l'est du boulevard Masson et se termine près de la rivière Saint-Charles. Il a une longueur approximative de 530 mètres et sa hauteur combinée (butte surmontée d'un mur) est d'environ 5 mètres.

Il a été nécessaire de tenir compte de la présence de l'écran au sud construit antérieurement puisque des réflexions possibles entre les deux écrans antibruit pouvaient réduire l'efficacité acoustique de chaque écran.

La figure 2 présente l'utilisation du sol ainsi que la localisation des écrans antibruit.



ÉTUDE D'EFFICACITÉ ACOUSTIQUE
 AUTOROUTE 40
 VILLE DE QUÉBEC
 QUARTIER LES SAULES, CÔTÉ NORD

**UTILISATION DU SOL ET LOCALISATION
 DES ÉCRANS ANTIBRUIT CONSTRUITS**

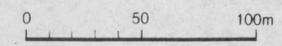
-  Unifamiliale
-  Multifamiliale
-  Écran antibruit (mur)

 Gouvernement du Québec
 Ministère des Transports
 Service de l'Environnement

Technicien (ne) : Pierrette Martin Date: 94-05-24

Échelle: 1 : 2 500

FIGURE 2



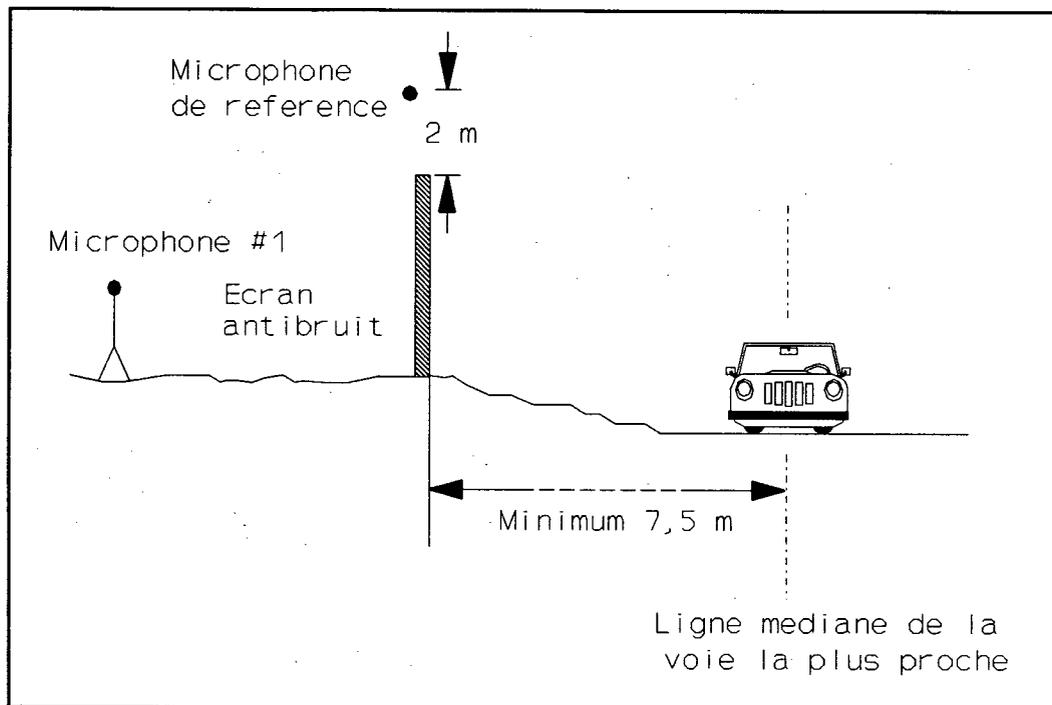
3.0 MÉTHODOLOGIE D'INVENTAIRE ET D'ANALYSE

3.1 NOTES GÉNÉRALES

L'analyse de l'efficacité acoustique de l'écran antibruit a été réalisée à l'aide de la méthodologie décrite au document «Sound Procedures for Measuring Highway Noise» du FHWA (référence 1). Cette méthode utilise un microphone de référence (là où il n'y a pas d'atténuation du bruit) en combinaison avec un ou des microphones derrière l'écran en zone protégée du bruit.

Pour la présente étude, la position choisie du microphone de référence est 2 mètres au-dessus de l'écran. La position relative des microphones est présentée à la figure 3. Le microphone identifié numéro 1 sur cette figure est toujours situé derrière l'écran.

Figure 3 : Position des microphones



Les données complètes (relevé sonore combiné à un comptage de véhicules) avant la construction de l'écran n'étant pas disponibles, les relevés sonores effectués avant cette construction n'ont pas été utilisés lors du calcul de l'efficacité de l'écran. Il a été nécessaire de simuler les niveaux sonores sans écran et de les comparer ensuite aux niveaux sonores mesurés. Le logiciel utilisé pour ces simulations est Stamina/Optima du FHWA (référence 2).

3.2 INVENTAIRES

3.2.1 RELEVÉS SONORES

Des relevés sonores à quatre sites dans la zone d'étude ont été réalisés le 28 juillet 1993. Ces relevés sont d'une durée variable de 30 minutes à une heure. Bien que cette durée puisse paraître courte, elle est suffisante pour déterminer l'efficacité acoustique d'un écran antibruit et elle est supérieure à celle recommandée dans le document «Sound Procedures for Measuring Highway Noise» qui est d'environ 8 minutes.

Ces relevés ont été réalisés à l'aide de deux analyseurs statistiques de bruit (modèles 4426 et 4427 de la compagnie Brüel and Kjaer). Pendant la période de relevés, la température, la vitesse du vent ainsi que le taux d'humidité ont été notés de même que les événements sonores particuliers. Ces observations ont été utilisées lors de l'analyse des données recueillies pour en vérifier la validité à chaque point de relevé.

3.2.2 DÉBITS DE CIRCULATION

Un comptage des véhicules avec classification a été effectué simultanément pendant trois des quatre relevés sonores. Ces véhicules ont été classés selon 3 catégories : automobiles, camions intermédiaires (2 essieux, autobus, roulottes) et camions lourds (3 essieux et plus).

3.3 ANALYSE DES DONNÉES

Les principaux objectifs de l'analyse des données recueillies sur les différents sites est de vérifier l'efficacité acoustique de l'écran antibruit construit et déterminer si la présence de deux écrans parallèles réduit de façon notable l'efficacité d'un ou des deux écrans.

Avant la construction de l'écran antibruit du côté nord de l'autoroute, il a été déterminé par calcul et simulation, que dû à la largeur de l'autoroute et la hauteur relative des écrans, une réduction d'efficacité des écrans par un phénomène de réflexions multiples n'était pas à prévoir. L'ajout de matériaux absorbants sur les parois de l'écran antibruit n'a pas été jugé nécessaire. Il faut mentionner toutefois que les outils disponibles pour calculer le phénomène de réflexions multiples entre des écrans parallèles sont limités. Les données recueillies près de l'écran sud permettent de vérifier l'exactitude des prévisions faites lors de la conception de l'écran nord.

L'outil utilisé pour évaluer l'efficacité acoustique d'un écran est le logiciel Stamina 2.0 décrit précédemment. La méthode est la suivante. Stamina est utilisé pour simuler avec les données de circulation recueillies sur le site, les niveaux sonores avant (sans écran) et après construction (avec écran) à un point déterminé, soit la position des points de relevés derrière l'écran (microphone #1). Les niveaux mesurés sont alors comparés aux niveaux sonores simulés. Si le logiciel a été bien ajusté aux différents sites, les niveaux simulés devraient se rapprocher des niveaux mesurés. Si ce n'est pas le cas, le modèle doit être ajusté et il est possible que des relevés sonores supplémentaires soient nécessaires pour réduire l'écart entre les relevés et les simulations à l'intérieur d'une marge d'erreur tolérable (1 à 2,5 dBA). Pour obtenir la perte par insertion ou l'efficacité de l'écran, les niveaux sonores mesurés après construction sont soustraits aux niveaux simulés avant construction.

L'effet des réflexions est évalué à l'aide d'un logiciel développé par le groupe d'acoustique de l'Université de Sherbrooke (G.A.U.S.). Il utilise comme données de base les débits, la position des écrans, des voies et des récepteurs, la hauteur et la longueur des écrans de même que le caractère absorbant ou non du matériau constituant les écrans. Il a permis de déterminer s'il y a eu une perte d'efficacité de l'un ou des écrans suite à la construction de l'écran antibruit du côté nord de l'autoroute 40.

4.0 DESCRIPTION DES SITES DE MESURE

Tel qu'il a été mentionné précédemment, quatre sites de relevés ont été étudiés. Cette section présente les différentes caractéristiques des sites de même que la position des microphones. La figure 4 présente la localisation des relevés sonores.

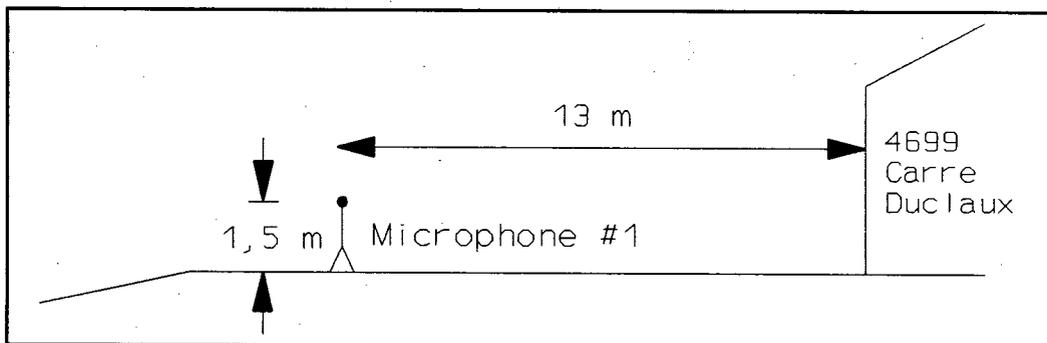
Site 1 Cour arrière du 4699 carré Duclaux

Ce site n'est pas protégé par l'écran antibruit. Suite à une demande de quelques résidents qui désiraient conserver leur accès à la rivière, une section de l'écran prévue en 1987 n'a pas été construite. Le relevé sonore effectué sur ce site a servi à vérifier si le niveau sonore projeté sans écran, lors de la révision de l'étude en 1991, était réaliste.

Un relevé sonore d'une heure, de 9h30 à 10h30, sans comptage de véhicules a été effectué sur ce site. Le microphone était situé à 1,5 mètre au-dessus du sol et à environ 13 mètres de la résidence.

La figure 5 présente le montage du microphone en vue transversale. Quelques arbres et arbustes bordent le terrain en descendant vers la rivière et la cour arrière est recouverte principalement de gazon.

Figure 5 : Montage du microphone - Site 1



ÉTUDE D'EFFICACITÉ ACOUSTIQUE
 AUTOROUTE 40
 VILLE DE QUÉBEC
 QUARTIER LES SAULES, CÔTÉ NORD

LOCALISATION DES RELEVÉS SONORES

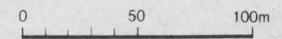
- Relevé sonore d'une heure
- Relevé sonore de 30 minutes
- ▬▬▬▬ Écran antibruit (mur)

Gouvernement du Québec
 Ministère des Transports
 Service de l'Environnement

Technicien (ne) : Pierrette Martin ... Date : 94-05-24

Échelle : 1 : 2 500

FIGURE 4

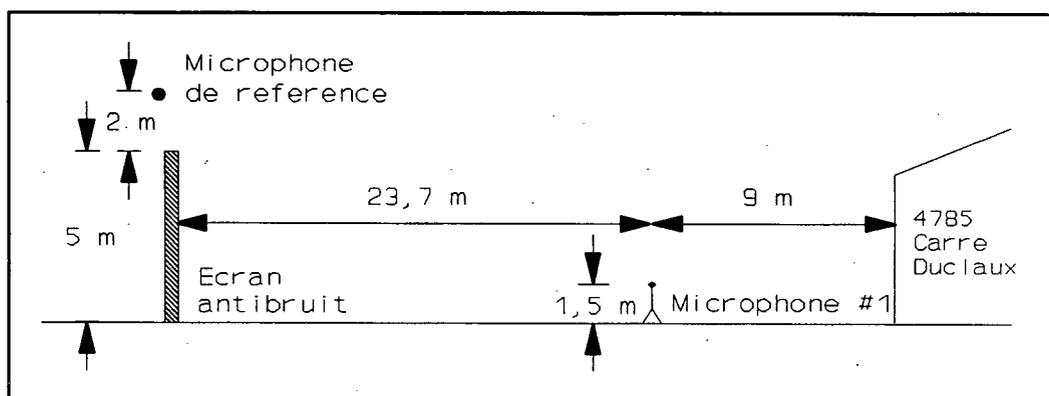


Site 2 Cour arrière du 4785 carré Duclaux

Ce site est protégé par l'écran antibruit de type mur d'une hauteur d'environ 5 mètres. Un relevé d'une durée d'une heure, de 11h00 à 12h00 avec comptage de véhicules a été effectué. Un plan de coupe a également été réalisé sur la rue Fouquet. Ce plan de coupe se compose de trois relevés sonores de 15 minutes effectués sur les terrains avant des résidences portant les numéros civiques 4530, 4560 et 4590. Il permet de vérifier quelle est la propagation du bruit (passant au-dessus de l'écran) dans le quartier en comparaison avec des mesures similaires effectuées en mai 1991.

Pour le relevé sur le site 2, deux microphones ont été utilisés. Le micro de référence était situé à 2 mètres au-dessus du sommet de l'écran et le microphone #1 derrière l'écran à 1,5 mètre au-dessus du sol. La figure 6 présente le montage des microphones en vue transversale. La cour arrière est recouverte principalement de gazon et il n'y a que quelques arbres ou arbustes très dispersés.

Figure 6 : Montage des microphones - Site 2



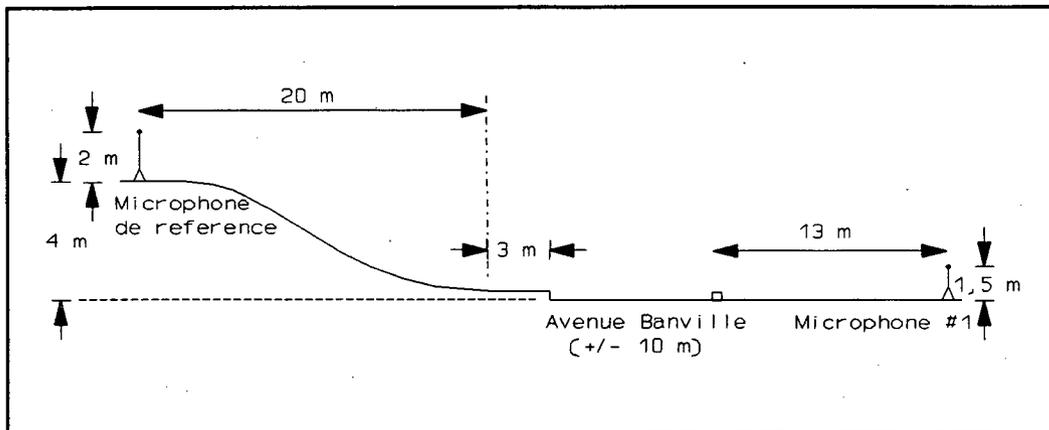
Site 3 Section butte entre les avenues Banville et Cambert

Ce site est protégé par l'écran de type butte dans la section à 4 mètres de l'écran. Un relevé d'une durée de 30 minutes, de 14h00 à 14h30 avec comptage de véhicules a été effectué. Deux microphones ont été utilisés. Le microphone de référence était situé à 2 mètres au-dessus du sommet de la butte et le microphone

#1, derrière l'écran à 1,5 mètre au-dessus du sol sur le terrain vacant entre les avenues Cambert et Banville.

La figure 7 présente le montage des microphones en vue transversale. Le terrain entre l'autoroute et les deux microphones est recouvert de gazon avec quelques arbres dispersés.

Figure 7 : Montage des microphones - Site 3



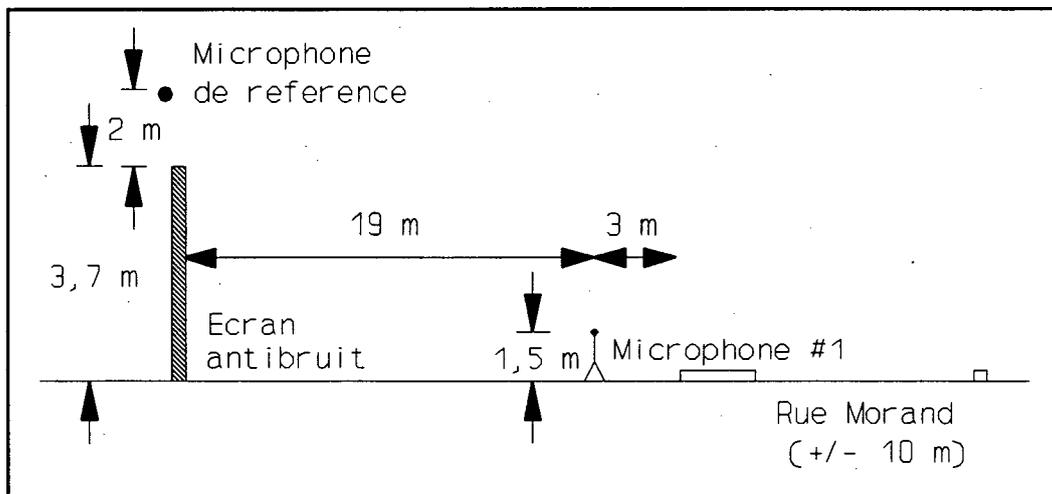
Site 4 Terrain vacant rue Morand, à l'est de l'avenue Saint-Léandre

Ce site est protégé par l'écran antibruit construit à la fin des années 80 du côté sud de l'autoroute de La Capitale. Un relevé sonore d'une durée de 30 minutes, de 15h00 à 15h30 avec comptage de véhicules a été effectué. Le relevé sonore réalisé à ce site servira à vérifier si l'efficacité acoustique de cet écran antibruit a été affectée par la présence de l'écran construit du côté nord de l'autoroute 40.

Deux microphones ont été utilisés. Le microphone de référence était situé à 2 mètres au-dessus du sommet du mur antibruit et le microphone #1, derrière l'écran à 1,5 mètre au-dessus du sol. La figure 8 présente le montage des microphones en vue transversale.

Le terrain entre les deux micros est recouvert de gazon avec quelques arbres et arbustes dispersés.

Figure 8 : Montage des microphones - Site 4



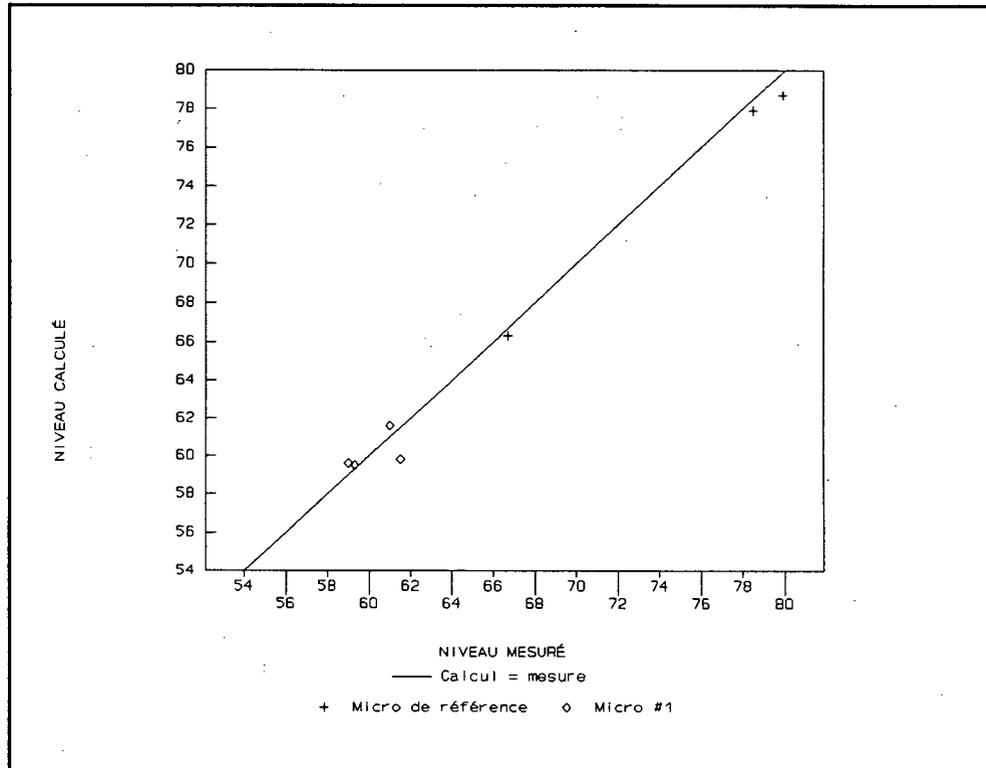
Les données recueillies aux quatre sites de relevés sont présentées à l'annexe 1.

5.0 ANALYSE DES RÉSULTATS

5.1 RÉSULTATS GÉNÉRAUX

Les niveaux sonores ont été calculés aux points de relevés des différents sites à l'aide du logiciel Stamina décrit à la section 3.1. La figure 9 permet de visualiser la relation entre les niveaux sonores calculés et mesurés et indique avec quelle précision le logiciel prédit les niveaux sonores en site réel. Ce graphique est basé sur les données des quatre sites considérés et des deux positions des microphones (référence et numéro 1 derrière l'écran). La ligne diagonale sur ce graphique représente le cas d'accord parfait entre les niveaux sonores calculés et mesurés.

Figure 9 : Niveaux sonores calculés versus mesurés
(Leq en dBA)



Les niveaux calculés et mesurés diffèrent tout au plus de 0,9 dBA à la position du microphone de référence et de 1,5 dBA à la position derrière l'écran.

5.2 AJUSTEMENT DU MODÈLE

L'ajustement du modèle s'est fait principalement à partir des données recueillies au microphone de référence situé au-dessus de l'écran puisque la géométrie y est simple et qu'en principe il n'y a pas d'effet d'écran pouvant interférer avec la propagation des ondes sonores. Une bonne correspondance entre les niveaux calculés et mesurés à cette position indique que les hypothèses formulées au sujet de la propagation du bruit et des données de circulation sont acceptables. Cet ajustement se fait principalement à l'aide d'un facteur qui tient compte du type de sol (absorbant ou réfléchissant) et d'un facteur qui considère l'effet d'écran au bruit produit par des rangées de maisons et des bâtiments commerciaux entre autres.

Pour les microphones de référence situés aux sites 2 et 4, le sol a été considéré réfléchissant puisque l'espace compris entre l'écran et les voies de roulement est assez étroit. Pour le site 3, le sol a été considéré absorbant dû à l'éloignement du site de la route. Le tableau 1 présente les niveaux calculés et mesurés aux différents sites à la position du microphone de référence.

Tableau 1 : Niveaux sonores calculés versus mesurés
Microphone de référence

SITE	NIVEAU SONORE, Leq EN dBA	
	CALCULÉ	MESURÉ
2	79	79,9
3	66	66,7
4	78	78,5

Comme il est possible de le constater les niveaux calculés avec Stamina sont légèrement inférieurs à ceux mesurés.

Lorsqu'un écran est inséré dans un milieu, le logiciel utilisé, Stamina, pose comme hypothèse que les propriétés absorbantes d'un sol derrière l'écran sont nulles. Un facteur considérant l'effet d'écran (qui se traduit par une valeur en décibel qui est soustraite au niveau calculé par Stamina) a été utilisé pour tenir compte des conditions particulières de terrain telles que présence d'un sol absorbant derrière l'écran ou de végétation et rangées de maisons faisant obstacle au bruit. De tels facteurs ont été utilisés pour les microphones situés derrière l'écran ainsi que pour le site 1 et plan de coupe du site 2. Le tableau 2 présente les niveaux calculés et mesurés aux différents sites à la position du microphone #1.

Tableau 2 : Niveaux sonores calculés versus mesurés
Microphone #1

SITE	NIVEAU SONORE, Leq EN dBA	
	CALCULÉ	MESURÉ
1	60	59,3
2	60	61,5
2 : plan de coupe		
4530, Fouquet	54	53,0
4560, Fouquet	52	52,0
4590, Fouquet	51	50,5
3	60	59,0
4	62	61,0

Il y a une assez bonne concordance entre les niveaux calculés et mesurés. Pour tous les relevés (sauf le site 2), les niveaux sonores calculés sont légèrement supérieurs à ceux mesurés (1 dBA maximum). Ceci est probablement dû au fait que Stamina tient compte de façon plutôt imprécise de l'effet d'atténuation par la nature du sol et de l'atténuation du son par la distance.

Le niveau sonore calculé derrière l'écran au site 2 est inférieur à celui mesuré. Cette différence peut être causée par l'existence de réflexions des ondes sonores entre les écrans nord et sud. Puisque le logiciel Stamina ne permet pas de modéliser des écrans parallèles réfléchissant (il ne tient pas compte du phénomène des réflexions multiples entre les écrans), des vérifications ont été faites avec le logiciel développé par le Groupe d'acoustique de l'Université de Sherbrooke pour déterminer les effets dus aux réflexions multiples possibles entre les écrans. Ces vérifications ont été effectuées pour les sites 2 et 4 soit pour les deux sections de part et d'autre de l'autoroute constituées de murs réfléchissants. Les résultats apparaissent au tableau 3.

Tableau 3 : Effet des réflexions entre les écrans antibruit situés au sud et au nord de l'autoroute 40

SITE DU MICROPHONE #1, DERRIÈRE L'ÉCRAN	NIVEAU SONORE, Leq EN dBA		
	CAS ÉCRAN SUD CONSTRUIT SEULEMENT	CAS ÉCRAN NORD CONSTRUIT SEULEMENT	CAS ÉCRANS NORD ET SUD CONSTRUITS
2 (nord)	Augmentation de 2 dBA des niveaux existants	60,3	61,2
4 (sud)	61,7	-	62,2

Selon ces calculs, pour le site 2 il y a une réduction d'environ 1 dBA de l'efficacité potentielle de l'écran nord causée par la présence de l'écran au sud de l'autoroute. La réduction de l'efficacité acoustique de l'écran sud est de 0,5 dBA suite à la construction de l'écran nord.

Le côté sud de l'autoroute semble donc moins touché par le phénomène des réflexions multiples probablement dû à l'élévation relative des écrans antibruit. L'écran nord étant surélevé par rapport à l'écran sud, il est plus touché par les réflexions alors que du côté sud une partie plus importante des réflexions passe au-dessus des zones résidentielles.

5.3 RÉDUCTION SONORE

Le calcul de l'efficacité acoustique de l'écran est basé sur la comparaison de deux types de données :

- les niveaux sonores mesuré et calculé au microphone de référence;
- les niveaux mesuré (avec écran) et calculé (sans écran) à la position du microphone #1.

Le calcul détaillé de l'efficacité acoustique des écrans aux sites 2, 3 et 4 se trouve à l'annexe 2. Le tableau 4 présente les résultats pour chaque site.

Tableau 4 : Efficacité acoustique des écrans construits

SITE	RÉDUCTION DES NIVEAUX SONORES EN dBA
2 (nord) section mur	10,5
3 (nord) section butte	4
4 (sud)	11

L'efficacité acoustique au site 3 est moindre puisqu'il se situe près de l'extrémité ouest de l'écran nord. Toutefois, les niveaux sonores mesurés immédiatement derrière l'écran aux sites 2, 3 et 4 sont relativement faibles (près de 60 dBA) ce qui correspond à un climat sonore faiblement perturbé selon les critères du ministère des Transports.

Finalement, la comparaison des données recueillies au plan de coupe situé sur la rue Fouquet et des relevés similaires effectués en mai 1991, soit avant la construction de l'écran, a permis de déterminer que la réduction des niveaux sonores provenant de l'autoroute 40 y est de près de 8 dBA.

5.4 COMPARAISON DES RÉDUCTIONS SONORES THÉORIQUE ET MESURÉE

Le tableau 5 présente la comparaison des niveaux sonores et de l'efficacité acoustique prévue lors de l'étude de pollution sonore (avant la construction de l'écran) et des résultats obtenus par la présente étude.

Tableau 5 : Comparaison entre l'efficacité acoustique calculée avant et après la construction de l'écran antibruit situé au nord de l'autoroute 40

SITE	NIVEAU SONORE EN dBA		RÉDUCTION SONORE EN dBA	
	SANS ÉCRAN	AVEC ÉCRAN	PRÉVUE	MESURÉE
2 (4785, Carré Duclaux)	(1) 71 (2) 72	61 61,5	10	10,5
3 (entre Banville et Cambert)	(1) 63 (2) 63	59 59	4	4

(1) : Données provenant de l'étude de pollution sonore datée de mars 1987 et mise à jour en 1991.

(2) : Données provenant de la présente étude.

Comme il est possible de le constater, les réductions sonores anticipées au nord de l'autoroute 40 se sont réalisées malgré une faible réduction d'efficacité acoustique due à la présence de l'écran antibruit construit au sud.

6.0 CONCLUSION

Les mesures effectuées aux différents sites de même que les simulations informatiques ont permis de vérifier l'efficacité acoustique de l'écran situé au nord de l'autoroute de la Capitale à Québec. La réduction sonore anticipée selon l'étude révisée de mai 1991 était de 7 à 10 dBA à la première rangée de maisons. Cet objectif a été atteint tel que prévu pour la section d'écran constituée d'un mur. Les niveaux sonores aux résidences se situent près de 60 dBA ce qui, selon les critères du Ministère des Transports, représente un climat sonore faiblement perturbé.

De même au site 1 (4699 carré Duclaux), là où une section d'écran prévue à l'origine n'a pas été construite, le niveau sonore est faiblement perturbé par la circulation routière.

Il faut souligner qu'une réduction de 10 dBA (soit 10 fois moins d'énergie sonore perçue) correspond à une impression de réduction de moitié du bruit perçu par un auditeur. Une diminution de 1 dBA n'est pratiquement pas perceptible.

Finalement, il semble que la présence de deux écrans parallèles réfléchissants réduise quelque peu leur efficacité acoustique respective (de près de 1 dBA pour l'écran nord). Il faut mentionner par contre que des écarts de moins de deux décibels entre les mesures et les simulations informatiques sont possibles considérant la précision des données utilisées ainsi que des modèles à représenter une situation réelle. Toutefois, le modèle développé par l'Université de Sherbrooke pour les écrans parallèles est plus précis que Stamina, les réductions d'efficacité acoustique calculées à l'aide de ce modèle sont donc plus fiables.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- William Bowlby, Sound Procedures for Measuring Highway Noise: Final Report, Report no. FHWA DP-45-IR, Federal Highway Administration, August 1981.
- 2- Barry, T.M., Reagan, J.A., FHWA Highway Noise Prediction Model, Report no : FHWA-77-108, U.S. Federal Highway Administration, Washington D.C., 20590, december 1978.

ANNEXE 1

Données recueillies aux sites de relevés

Les relevés sonores aux quatre sites considérés de même que les comptages de véhicules ont été réalisés mercredi le 28 juillet 1993. Les tableaux 1 et 2 présentent les niveaux sonores et les résultats des comptages.

Tableau 1 : Niveaux sonores enregistrés aux différents sites

SITE	DURÉE DU RELEVÉ	NIVEAUX SONORES Leq (durée) en dBA	
		MICRO DE RÉFÉRENCE	MICRO #1
1 (4699 carré Duclaux)	1 heure	-	59,3
2 (4699, carré Duclaux)	1 heure	79,9	61,5
2 : Plan de coupe			
4530, Fouquet	15 minutes	-	53,0
4560, Fouquet	15 minutes	-	52,3
4590, Fouquet	15 minutes	-	50,5
3 (entre Banville et Cambert)	30 minutes	66,7	59,0
4 (rue Morand)	30 minutes	78,5	61,0

Le symbole Leq (niveau équivalent) représente le niveau d'intensité sonore équivalent pour une période donnée. Le Leq représente le niveau de bruit constant qui aurait été produit avec la même énergie que le bruit réellement perçu pendant cette période.

Tableau 2 : Résultats des comptages de véhicules

SITE	DURÉE DU COMPTAGE	DÉBITS (véhicules/durée)		
		AUTOROUTE 40 DIRECTION OUEST	AUTOROUTE 40 DIRECTION EST	ENTRÉE OU SORTIE
2	1 heure	2676 (a) 97 (CI) 103 (CL)	2524 (a) 106 (CI) 69 (CL)	-
3	30 minutes	1683 (a) 45 (CI) 38 (CL)	1387 (a) 44 (CI) 39 (CL)	261 (a) 4 (CI) 3 (CL)
4	30 minutes	1843 (a) 55 (CI) 56 (CL)	1315 (a) 49 (CI) 35 (CL)	263 (total)

a : automobile.

CI : camions intermédiaires (2 essieux) incluant les autobus et roulottes.

CL : camions lourds (3 essieux et plus).

ANNEXE 2

Calculs de l'efficacité acoustique

L'efficacité acoustique des écrans a été déterminée à l'aide de la méthodologie décrite au document «Sound Procedures for Measuring Highway Noise» du FHWA (référence 1). La formule suivante a été utilisée :

$$\text{Efficacité acoustique} = Leq_{se}^{1-C} - Leq_{ae}^1$$

où

Leq_{se}^{1-C} = niveau calculé sans écran à la position du microphone 1

Leq_{ae}^1 = niveau mesuré avec écran à la même position

Site 2 : Cour arrière du 4785 carré Duclaux

Microphone de référence

Leq_{ae}^R (mesuré)

Leq_{ae}^{R-C} (calculé)

79,9

79 : écart = 0,9 dBA
(marge d'erreur acceptable:
± 1 dBA)

Microphone #1

Leq_{ae}^1 (mesuré)

Leq_{ae}^{1-C} (calculé)

61,5

60 : écart = 1,5
(marge d'erreur acceptable :
±2,5 dBA)

$$\begin{aligned} \text{Efficacité} &= Leq_{se}^{1-C} - Leq_{ae}^1 \\ &= 72 - 61,5 = 10,5 \text{ dBA} \end{aligned}$$

Site 3 : Section butte entre les avenues Banville et Cambert

Microphone de référence

Leq_{ae}^R (mesuré)

66,7

Leq_{ae}^{R-C} (calculé)

66 : écart = 0,7 dBA
(marge d'erreur acceptable :
 ± 1 dBA)

Microphone #1

Leq_{ae}^1 (mesuré)

59

Leq_{ae}^{1-C} (calculé)

60 : écart = 1 dBA
(marge d'erreur acceptable :
 $\pm 2,5$ dBA)

$$\text{Efficacité acoustique} = Leq_{se}^{1-C} - Leq_{ae}^1$$

$$= 63 - 59 = 4 \text{ dBA}$$

Site 4 : Terrain vacant rue Morand, à l'est de l'avenue Saint-Léandre

Microphone de référence

Leq_{ae}^R (mesuré)

78,5

Leq_{ae}^{R-C} (calculé)

78 : écart = 0,5 dBA
(marge d'erreur acceptable :
 ± 1 dBA)

Microphone #1

Leq_{ae}^1 (mesuré)

Leq_{ae}^{1-C} (calculé)

61

62 : écart = 1 dBA
(marge d'erreur
acceptable:
± 2,5 dBA)

$$\text{Efficacité} = Leq_{se}^{1-C} - Leq_{ae}^1$$

$$= 72 - 61 = 11 \text{ dBA}$$
