



ÉCRANS ANTIBRUIT

NORME

Directrice générale des
infrastructures et des technologies

AM Leclerc
Anne-Marie Leclerc, ing., M. ing.

Tome

IV

Chapitre

7

Page

1

Date

98 10 01

Table des matières

7.1	Introduction	3	7.7.1.2	Butte avec soutènement	11
7.2	Références	3	7.7.1.3	Butte surmontée d'un mur antibruit	11
7.3	Protection du milieu sonore	3	7.7.2	Mur antibruit	11
7.3.1	Principes de base de la conception d'écrans antibruit	3	7.8	Conception structurale des murs antibruit	12
7.3.2	Types d'écrans	5	7.9	Insertion visuelle	14
7.3.3	Choix de l'écran en fonction des caractéristiques du site et des diverses sections types	5	7.9.1	Notes générales	14
7.4	Principes généraux d'acoustique	5	7.9.2	Étude visuelle	14
7.4.1	Transmission	5	7.9.3	Objectifs d'insertion	14
7.4.2	Réflexion	7	7.9.4	Mesures d'insertion	14
7.4.2.1	Notes générales	7	7.9.4.1	Considérations relatives à l'apparence du mur	14
7.4.2.2	Solutions	7	7.9.4.2	Contraintes d'implantation	15
7.4.2.3	Matériau absorbant – Coefficient d'absorption	8	7.9.4.3	Protection des arbres et arbustes	18
7.5	Principes généraux de conception	8	7.10	Bibliographie	18
7.5.1	Matériau	8			
7.5.2	Sécurité	9			
7.5.3	Entretien	9			
7.6	Choix de l'écran antibruit : sections types	9			
7.7	Matériaux d'écrans antibruit	10			
7.7.1	Butte	10			
7.7.1.1	Butte simple	10			

Tome IV
Chapitre 7
Page 2
Date 98 10 01

ÉCRANS ANTIBRUIT



Directrice générale des infrastructures et des technologies

Anne-Marie Leclerc, ing., M. ing.

NORME

Liste des figures

Figure 7.3–1 Propagation des ondes sonores en présence d'un écran antibruit	4
Figure 7.4–1 Angle d'inclinaison des écrans parallèles	7
Figure 7.9–1 Mesures d'insertion relatives à la base du mur antibruit	16
Figure 7.9–2 Légère variation de hauteur au sommet du mur antibruit	17
Figure 7.9–3 Extrémité du mur antibruit	17

Tableau

Tableau 7.7–1 Avantages et désavantages de matériaux servant à la construction d'écrans antibruit de type mur	13
--	-----------

Table des dessins normalisés

001	Aménagements de buttes
002	Aménagements de buttes et autres systèmes
003	Aménagements de murs antibruit
003	Aménagements de murs antibruit <i>(suite)</i>



ÉCRANS ANTIBRUIT

NORME

Directrice générale des
infrastructures et des technologies

AM Leclerc
Anne-Marie Leclerc, ing., M. ing.

Tome

IV

Chapitre

7

Page

3

Date

98 10 01

7.1 Introduction

La présente norme a pour objet de répondre au besoin de réduire les niveaux sonores par l'implantation d'écrans antibruit.

Pour être efficaces, les écrans antibruit de type mur aménagés le long de routes doivent satisfaire à certains critères de conception et d'exploitation, c'est-à-dire qu'ils doivent posséder certaines caractéristiques acoustiques et physiques.

Le présent chapitre expose les aménagements possibles d'écrans antibruit et leurs diverses caractéristiques.

7.2 Références

La présente norme renvoie à l'édition la plus récente des documents suivants :

NORMES :

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM)

ASTM C384-90a «Standard Test Method for Impedance and Absorption of Acoustical Materials by the Impedance Tube Method».

ASTM E90 «Standard Test Method for Laboratory Measurement of Airborne Sound Transmission Loss of Building Partitions».

ASTM E413 «Classification for Rating Sound Insulation».

ASTM E1050-90 «Impedance and Absorption of Acoustical Materials Using a Tube, Two Microphones and a Digital Frequency Analysis System».

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION (CSA)

CSA C22.3 No 2 «General Grounding Requirements and Grounding Requirements for Electrical Supply Stations».

CSA Z107.9-M «Standard for Noise Barrier on Roadways» (à paraître).

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

Tome I – *Conception routière*, chapitre 7 «Distance de visibilité» et chapitre 13 «Dispositifs de retenue».

Tome II – *Construction routière*, chapitre 8 «Clôtures et repères».

Tome III – *Ouvrages d'art*, chapitre 5 «Murs».

Tome VII – *Matériaux*, norme 2102 «Matériaux granulaires pour fondations, sous-fondation, couche de roulement granulaire et accotement» et norme 9101 «Matériaux pour l'aménagement paysager».

7.3 Protection du milieu sonore

7.3.1 Principes de base de la conception d'écrans antibruit

La réduction du bruit procurée par un écran dépend en grande partie de la hauteur de la source. Les deux principales sources de bruit routier se situent au niveau de la chaussée (bruit de roulement) et à environ 2,5 m au-dessus de la chaussée (échappement et moteur des camions lourds).

Lorsqu'un écran brise la ligne de vue entre la source et le récepteur, une réduction du bruit de 5 dBA est possible en théorie.

Une réduction de 10 dBA est relativement facile à atteindre à l'aide d'un écran de hauteur et longueur raisonnables. Une réduction de 15 dBA est difficile à obtenir et demande la construction de hautes structures, un indice d'affaiblissement en transmission élevé et un montage très étanche de l'écran antibruit.

Un objectif de 20 dBA de réduction est très difficile à atteindre et représente la limite maximum de réduction qu'un écran peut procurer. Lorsqu'une efficacité de plus de 15 dBA en réduction de bruit est nécessaire pour protéger adéquatement un secteur sensible au bruit, des mesures complémentaires à l'écran antibruit doivent être envisagées.

Il est reconnu que l'efficacité d'un écran antibruit peut être mesurée par rapport à certains points comme :

- la transmission à travers l'écran;
- la réflexion (ou absorption) sur l'écran;
- la diffraction sur les arêtes supérieures et latérales de l'écran.

La figure 7.3-1 illustre ces phénomènes.

Cependant, les sites sur lesquels sont implantés les écrans possèdent des caractéristiques acoustiques très variables. Chaque site constitue un cas distinct à analyser de façon spécifique afin de trouver la solution la plus appropriée.

Certains modèles de prédiction du bruit routier peuvent être utilisés pour guider la conception d'un écran antibruit.

Le ministère des Transports du Québec recommande l'utilisation du modèle de prédiction Stamina 2.0/Optima dans le cadre d'études sonores en vue de déterminer les caractéristiques physiques (hauteur, longueur, emplacement) d'un écran. Cependant, tout autre modèle peut être utilisé s'il respecte les deux conditions suivantes :

- être conforme à la méthode de calcul présentée dans le document «FHWA, Highway Traffic Noise Prediction Model», rapport n° FHWA-RD-77-108;
- utiliser une courbe d'émission de référence de bruit déterminée par la méthode présentée dans le manuel «Procedure for Measuring Highway Noise : Final Report», Dp- 45-1R.

Les équations de base qui régissent le modèle de prédiction du bruit routier sont tirées du document FHWA-RD-77-108 «FHWA Highway Traffic Noise Prediction Model» du Federal Highway Administration des États-Unis.

Les données de base de ce modèle sont :

- le volume de circulation par classes de véhicules : automobiles, camions intermédiaires (2 essieux), camions lourds (3 essieux et plus);
- la vitesse affichée (à moins que la vitesse observée soit connue et beaucoup au-dessus de celle affichée);
- la localisation de la route et des récepteurs;
- la capacité d'absorption du sol.

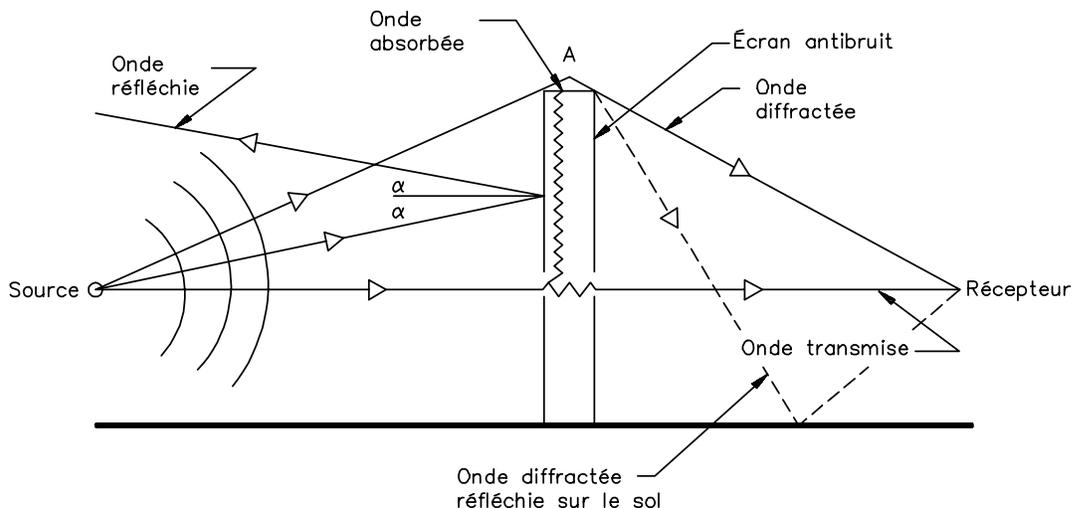


Figure 7.3-1
Propagation des ondes sonores en présence d'un écran antibruit



NORME

ÉCRANS ANTIBRUIT

Directeur général adjoint
Infrastructures et technologies


Jean-Pierre Tremblay, ing.

Tome

IV

Chapitre

7

Page

5

Date

94 06 29

Ce modèle permet d'optimiser les dimensions et l'emplacement de l'écran proposé, et ce principalement en fonction de la diffraction.

7.3.2 Types d'écrans

Le concept d'écran, par définition, s'applique à tout objet qui dissimule ou protège.

L'écran antibruit peut être caractérisé par ces deux fonctions :

- dissimuler une source à la perception d'un récepteur donné;
- protéger ce récepteur des effets de cette source si ces effets sont considérés comme gênants.

En ce qui concerne le bruit routier, tout élément implanté en bordure de la voie de circulation et qui possède les deux propriétés ci-dessus peut donc être considéré comme «écran au bruit de la circulation» : bâtiments, ouvrages, entrepôts, remblais d'ouvrages, buttes de terre, murs, etc.

Cependant, pour que l'écran «dissimule» et «protège» efficacement contre le bruit, il doit posséder des caractéristiques techniques précises. Un écran antibruit conçu spécifiquement à cette fin peut être constitué :

- d'une butte;
- d'un mur;
- d'une combinaison des deux.

a) Butte

La butte est une éminence de terre à sommet aplati, d'une pente, d'une hauteur et d'une longueur données. Cet aménagement s'intègre mieux qu'un mur au milieu environnant mais exige une emprise plus large. Son efficacité pour atténuer le bruit est légèrement supérieure à celle d'un mur d'une hauteur équivalente.

b) Mur

Il a une hauteur, une longueur et une épaisseur données. Son avantage est qu'il requiert un espace minime, ce qui lui permet de s'adapter à des situations problématiques lorsque la route est déjà construite. Un mur peut être situé en bordure d'une route ou sur une structure (pont, pont d'étagement, etc.). De plus, il peut offrir une texture variée, grâce à l'utilisation de différents matériaux. Une attention particulière doit être apportée à l'aspect esthétique du mur.

c) Butte et mur

Dans certains cas, il peut être intéressant (principalement pour des raisons esthétiques) d'opter pour la solution butte surmontée d'un mur pour atteindre la hauteur désirée. Toutefois, lorsque possible, il est préférable de choisir la solution butte, qui a une efficacité acoustique supérieure à celle de la combinaison butte et mur.

7.3.3 Choix de l'écran en fonction des caractéristiques du site et des diverses sections types

Le choix du type d'écran est fonction principalement de l'espace disponible entre la source et le récepteur. Soulignons cependant qu'un écran est plus efficace s'il est situé près de la source de bruit (la route) ou près des récepteurs (résidences). Il faut donc éviter de placer l'écran à mi-chemin entre la source et le récepteur, car il faudra alors augmenter sa hauteur pour une même efficacité.

7.4 Principes généraux d'acoustique

7.4.1 Transmission

Tout matériau utilisé pour la construction d'un mur antibruit laisse passer plus ou moins

Tome IV
Chapitre 7
Page 6
Date 94 06 29

ÉCRANS ANTIBRUIT



Directeur général adjoint
Infrastructures et technologies

Jean-Pierre Tremblay, ing.

NORME

d'énergie acoustique selon le type auquel il appartient et selon le spectre de fréquences du bruit qu'il sert à atténuer. L'énergie acoustique absorbée par un matériau est appelée «perte par transmission» et se définit comme étant 10 fois le logarithme du rapport entre la puissance acoustique de l'onde incidente et la puissance acoustique de l'onde transmise de l'autre côté. Plus la perte par transmission est élevée, plus la proportion d'énergie incidente passant au travers du matériau est faible.

Perte par transmission (ou indice d'affaiblissement acoustique) :

$$10 \log \frac{W_1}{W_2}$$

où

W_1 = puissance acoustique de l'onde incidente

W_2 = puissance acoustique de l'onde transmise

La transmission du son dans une paroi dépend de la nature du matériau et de l'étanchéité du dispositif formant l'écran. Dans le cas d'un panneau simple, la perte par transmission dépend de la masse surfacique (Loi de la masse) et croît de 4,5 dBA chaque fois que la masse double. Pour une paroi multiple, la perte par transmission dépend de la masse des panneaux élémentaires et de l'espace d'air entre ces derniers. On peut aussi considérer la rigidité du matériau, mais il y a peu de documentation disponible sur le sujet (difficile à mesurer). Finalement, il est extrêmement important que la fréquence de résonance des parois ne soit pas située dans le spectre du bruit routier; ceci pourrait créer une amplification du niveau de bruit.

L'indice d'affaiblissement acoustique d'un écran doit être de plus de 25 dBA par rapport au spectre du bruit routier normalisé, évalué selon les normes ASTM E90 «Standard Test Method for Laboratory Measurement of

Airborne Sound Transmission Loss of Building Partitions» et E413 «Classification for Rating Sound Insulation».

Les essais sur les matériaux de l'écran selon la norme ASTM E90 ne sont pas requis si l'une des deux conditions suivantes est respectée :

- la masse surfacique d'un matériau constituant un panneau n'est pas inférieure à 20 kg/m²;

ou

- l'indice d'affaiblissement en transmission du matériau constituant le panneau a déjà été démontré et reconnu pour être égal ou supérieur à 32.

À l'occasion des essais, l'échantillon de mur antibruit doit être assemblé selon la norme ASTM E90.

De plus, les joints du matériau doivent être étanches afin d'assurer l'efficacité acoustique de l'écran. La perte d'étanchéité de l'écran due aux trous, fentes, fissures ou ouvertures dans ou sous l'écran antibruit peuvent grandement réduire l'efficacité de ce dernier. Une ouverture représente un segment d'écran dont la perte par transmission (indice d'affaiblissement acoustique) est nulle, c'est-à-dire qu'il est supposé que la brèche transmet 100 % de l'énergie incidente. L'importance des fuites devient considérable lorsqu'une atténuation élevée par écran est nécessaire. Plus l'atténuation requise est élevée, plus le pourcentage de fuites doit être minime.

Dans le but de prévenir une perte d'efficacité acoustique, la base du mur antibruit doit être conçue de façon à ce que les panneaux constituant le mur soient enfouis d'au moins 100 mm pour éviter toute ouverture.

Le matériau doit être suffisamment rigide pour que les vibrations de la structure ne créent pas de nouvelles sources de bruit.



NORME

7.4.2 Réflexion

7.4.2.1 Notes générales

Lorsqu'une onde frappe un écran de type mur, cette dernière peut être réfléchié partiellement ou totalement par la paroi et renvoyée vers la source selon un angle égal à l'angle d'incidence. L'onde ainsi réfléchié peut aggraver un problème.

Dans certains cas, les réflexions n'auront pas d'importance; mais dans d'autres cas, il y aura lieu de s'en préoccuper.

Les réflexions n'auront pas d'importance quand :

- elles ne se propagent pas vers des activités sensibles au bruit (résidences, parcs, etc.);
- les ondes réfléchies passent au-dessus des bâtiments;
- la distance (L) entre des écrans parallèles est très importante par rapport à la hauteur (h) de ces écrans ($L > 20 h$).

Les réflexions seront gênantes quand :

- les ondes réfléchies sur l'écran sont orientées vers des secteurs sensibles au bruit situés en face de l'écran;
- elles augmentent sensiblement (≥ 2 dBA) le niveau sonore en façade de certains bâtiments (résidences, écoles, etc.);
- deux écrans de grande hauteur (> 3 m) sont implantés face à face et à peu de distance l'un de l'autre; les réflexions multiples peuvent diminuer leur efficacité si les conditions suivantes sont présentes :
 - les écrans sont parallèles l'un à l'autre;
 - il y a un recouvrement significatif des écrans (minimum 150 m);
 - $L < 60$ m;
 - $h / L \geq 1/20$;
 - si l'élévation des écrans est comparable.

Les problèmes causés par la réflexion peuvent être atténués par l'utilisation d'écrans inclinés par rapport à la verticale et par l'utilisation de matériaux absorbants.

7.4.2.2 Solutions

Pour éviter les problèmes causés par la réflexion à la suite de l'implantation d'un ou de plusieurs écrans antibruit, les actions possibles sont les suivantes :

a) pour des écrans installés d'un seul côté de la voie :

- utilisation d'un matériau absorbant;
- inclinaison de l'écran de façon à réfléchir les ondes vers des zones non sensibles au bruit. Dans ce cas, l'inclinaison doit varier entre 15 et 20° par rapport à la verticale de façon à ce que les ondes réfléchies passent au-dessus de la zone à protéger;

b) pour des écrans parallèles :

L'ajout d'absorbants ou l'inclinaison des écrans sont des solutions possibles.

Il convient de noter que la hauteur d'un écran incliné doit être légèrement supérieure à celle d'un écran vertical équivalent, puisque l'arête de diffraction est éloignée de la source par l'inclinaison de l'écran.

La valeur de l'angle d'inclinaison des écrans parallèles dépend des positions respectives de la source, du récepteur et des parois réfléchissantes. L'angle d'inclinaison, noté β , doit être tel que $\beta \geq \alpha / 2$ (voir figure 7.4-1).

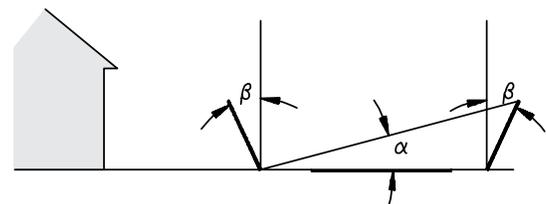


Figure 7.4-1

Angle d'inclinaison des écrans parallèles

Tome IV
Chapitre 7
Page 8
Date 98 10 01

ÉCRANS ANTIBRUIT

Ann Leclerc

Directrice générale des infrastructures et des technologies Anne-Marie Leclerc, ing., M. ing.

NORME

7.4.2.3 Matériau absorbant – Coefficient d'absorption

Le coefficient d'absorption est exprimé par un pourcentage qui indique le degré d'absorption du matériau pour une fréquence spécifique. Le coefficient augmente en même temps que l'épaisseur du matériau. Lorsque le mur antibruit est constitué de matériaux absorbants, les recommandations suivantes doivent être respectées :

- la mesure du coefficient d'absorption doit se faire sous incidence normale selon la méthode du tube d'impédance (norme ASTM C384–90a «Standard Test Method for Impedance and Absorption of Acoustical Materials by the Impedance Tube Method») ou selon la méthode du doublet microphonique (norme ASTM E1050–90 «Impedance and Absorption of Acoustical Materials Using a Tube, Two Microphones, and a Digital Frequency Analysis System»).

Ces deux méthodes permettent d'obtenir les coefficients d'absorption en fonction de la bande de fréquence désirée. Dans le cas du bruit routier, il faut considérer la bande de 100 à 5000 Hz lors des mesures;

- l'évaluation du coefficient d'absorption doit tenir compte des deux côtés du panneau si les deux sont absorbants; sinon, seul le côté absorbant du panneau doit être pris en considération;
- pour être considéré comme étant absorbant, le matériau doit avoir un coefficient d'absorption d'au moins 25 % à 250 Hz, 50 % à 500 Hz, 75 % de 800 à 1 250 Hz et 50 % de 1 600 à 5 000 Hz;
- le choix du type et de l'épaisseur du matériau absorbant doit être fait en fonction du spectre de bruit routier considéré (qui est lui-même fonction de type de revêtement de la route).

7.5 Principes généraux de conception

7.5.1 Matériau

Peu importe le matériau utilisé, l'écran antibruit doit respecter les exigences générales suivantes :

- les murs antibruit situés sur une structure avec joints de dilatation doivent faire l'objet d'une attention particulière. Le mur doit être conçu et installé de façon à permettre aux panneaux de s'ajuster aux mouvements de la structure sans toutefois réduire l'efficacité acoustique du mur;
- les éléments constituant l'écran antibruit doivent être conçus et orientés de façon à empêcher la rétention d'eau, l'accumulation et l'infiltration de poussière et de débris à l'intérieur ou à la surface de ces éléments;
- les matériaux utilisés dans la fabrication de l'écran doivent permettre d'obtenir un mur qui résiste à la neige et à la glace, aux cycles de gel et dégel, aux agents de déglçage, aux fungus, aux insectes, à l'acidité du sol et aux rayons ultraviolets. Il ne doit pas rouiller, ou se tacher ou pourrir, et il doit nécessiter un minimum d'entretien et être ignifuge;
- le dispositif d'écran proposé doit avoir déjà été utilisé dans des conditions d'exposition semblables et aux mêmes fins, et avoir démontré un comportement satisfaisant durant une période d'au moins cinq ans;
- les panneaux modulaires doivent être conçus pour respecter les charges de transport et faciliter les opérations de maintenance.



7.5.2 Sécurité

Les points suivants touchant la sécurité doivent être pris en compte au moment de la conception de l'écran antibruit :

- isoler l'écran, si nécessaire, au moyen de barrières de sécurité ou de glissières (sur sa section courante ou à ses extrémités);
- s'assurer que la chute d'éléments de l'écran ne constitue pas un danger;
- prévoir des portes permettant l'accès aux bornes d'incendie existantes ou projetées, adjacentes à la route; dans chaque cas, il faut se conformer aux règlements du Service d'incendie de la municipalité concernée pour la localisation des portes;
- prévoir la mise à la terre, conformément à la norme CSA C22.3 n° 2, «General Grounding Requirements and Grounding Requirements for Electrical Supply Stations», de tout panneau métallique ou poteau lorsqu'il y a possibilité de formation d'arcs électriques due à la proximité de lignes de haute tension.

7.5.3 Entretien

Sur le plan de l'entretien, il faut :

- s'assurer que les réparations puissent se faire aisément;
- prévoir des pièces de rechange pour remplacer celles qui sont brisées (accidents, vandalisme, etc.);
- protéger tous les éléments métalliques contre la corrosion;
- minimiser les risques de vandalisme en utilisant, entre autres choses, des revêtements antigraffiti;
- rechercher un niveau élevé d'auto-nettoyage;
- tenir compte de la facilité à déblayer la neige et à tondre le gazon.

- prévoir un entretien régulier, puisqu'il y aura une accumulation possible des déchets près de l'écran.

7.6 Choix de l'écran antibruit : sections types

Le choix du type d'écran est fonction de l'espace disponible entre la source de bruit et le récepteur. Les dessins normalisés 001 à 004 représentent les sections types possibles. Celles-ci tiennent compte de l'espace disponible, de l'entretien et de la sécurité.

Afin de faciliter l'insertion visuelle de l'écran tout en profitant de propriétés d'absorption du bruit, la construction de buttes est privilégiée (voir le dessin normalisé 001). Lorsque la butte ne peut être construite à la hauteur prescrite par l'étude acoustique faute d'espace, la solution préconisée est, de prime abord, d'ajouter un ou plusieurs murs de soutènement à l'ouvrage.

Ces murs de soutènement, limités à une hauteur maximale de 1500 mm dans le but de faciliter leur intégration visuelle, sont installés de préférence du côté des propriétés riveraines. Ils peuvent être montés en gradin; le palier doit alors avoir une largeur minimale de 1000 mm afin de permettre l'aménagement de bacs de plantations. Il est également possible de concevoir un système de murs de soutènement plus élaboré comprenant des murs de différentes hauteurs ainsi que des bacs de plantations séparés.

En remplacement d'une butte simple, une autre solution consiste à installer au sommet de la butte un mur antibruit d'une hauteur minimale de 1000 mm, pour des considérations d'ordre esthétique, ou variant de 1200 à 2400 mm pour garantir le nonaccès lorsque requis (se référer au Tome II – *Construction*, chapitre 8 «Clôtures et repères»), selon le cas. Cette butte peut être construite selon l'espace disponible et ainsi permettre d'at-

Tome IV
Chapitre 7
Page 10
Date 98 10 01

ÉCRANS ANTIBRUIT

Ann-Marie Leclerc

Directrice générale des
infrastructures et des technologies Ann-Marie Leclerc, ing., M. ing.

NORME

teindre la pleine hauteur d'écran requise par l'étude acoustique.

Il est également possible de recourir à une solution composée à la fois d'une butte, d'un mur antibruit et d'un ou de plusieurs murs de soutènement.

Ces aménagements de buttes sont représentés dans le dessin normalisé 002.

Lorsque l'espace pour construire un écran est très restreint, le mur antibruit devient la solution à retenir.

Les écrans antibruit peuvent être implantés le long d'autoroutes ou de routes nationales à accès contrôlés. Les aménagements d'écrans antibruit peuvent être implantés le long d'une section de route au profil en travers de type urbain, avec ou sans glissière rigide latérale, ou de type rural (voir le dessin normalisé 003).

Il faut souligner que la position de l'écran antibruit par rapport à la route est donnée pour des cas généraux. Il est important de veiller à ce que l'aspect de la sécurité soit pris en considération à l'étape de la conception de l'écran antibruit, principalement le dégagement latéral en bordure de la route, et ce pour deux raisons : les distances de visibilité à respecter et le facteur de collision que constituent les obstacles fixes à proximité d'une voie de circulation.

Le dégagement latéral peut augmenter ou diminuer selon la vitesse de base de la route et la pente du talus. L'implantation de l'écran antibruit ne doit pas nuire aux distances de visibilité prescrites dans le Tome I – *Conception routière*, chapitre 7 «Distance de visibilité», et doit respecter les dégagements latéraux présentés au chapitre 13 «Dispositifs de retenue».

Une attention particulière doit être apportée à la protection des extrémités et arêtes de l'écran, qui présentent toujours un risque plus important d'accidents, tant en fréquence qu'en gravité.

De plus, le concepteur doit apporter une attention particulière à l'emplacement de la

clôture d'emprise, et ce pour des raisons de sécurité et de facilité d'entretien.

7.7 Matériaux d'écrans antibruit

7.7.1 Butte

Pour la construction d'une butte antibruit, les matériaux suivants peuvent être utilisés: tous les matériaux compactables sauf les sols organiques, les sols contaminés et les rebuts. Les composantes de ces sols doivent être d'origine minérale. Le choix d'un matériau dépend de son état, de la hauteur de la butte à construire et des conditions climatiques. Si cela est nécessaire, l'état du matériau doit être amélioré par le traitement approprié.

Le matériau recouvrant les 100 derniers millimètres après tassement est de la terre végétale (une surépaisseur d'environ 20 % est ajoutée au moment de la mise en place, avant tassement). La terre végétale servant à l'engazonnement doit être conforme aux spécifications du Tome VII – *Matériaux*, norme 9101 «Matériaux pour l'aménagement paysager».

Exceptionnellement, une partie de la butte peut être constituée par un matériau granulaire; par exemple, lorsque celle-ci vient s'appuyer latéralement sur un ouvrage d'art, on utilise un matériau MG 112. Les matériaux granulaires doivent être conformes aux spécifications du Tome VII – *Matériaux*, norme 2102 «Matériaux granulaires pour fondations, sous-fondation, couche de roulement granulaire et accotement».

7.7.1.1 Butte simple

Une butte non surmontée d'un mur est construite par couches successives de remblai. Le remblai est déposé et épandu en couches uniformes d'une épaisseur maximale de 300 mm après tassement sur la pleine largeur requise par la pente prescrite de la butte. Le concepteur doit veiller à la



ÉCRANS ANTIBRUIT

NORME

Directeur général adjoint
Infrastructures et technologies

Jean-Pierre Tremblay, ing.

Tome

IV

Chapitre

7

Page

11

Date

94 06 29

stabilité de la butte, mais celle-ci ne doit pas être compactée à outrance afin de permettre la croissance normale des végétaux herbacés ou arbustifs.

7.7.1.2 Butte avec soutènement

Dans le contexte de l'implantation d'un écran antibruit, il peut y avoir utilisation d'un mur de soutènement. Ces murs sont décrits au Tome III – *Ouvrages d'art*, chapitre 5 «Murs».

Le fini de la surface visible de ces murs doit être soigné et doit répondre aux conditions d'insertion visuelle liées au milieu récepteur. Divers traitements de surface sont possibles et de multiples modèles de parements existent. Ils peuvent être faits de béton, d'acier, de bois ou de matériaux de synthèse.

7.7.1.3 Butte surmontée d'un mur antibruit

Une butte surmontée d'un mur antibruit est construite de la même façon qu'une butte non surmontée d'un mur, sauf dans la partie qui sert de fondations au mur antibruit placé à son sommet. Cette partie de la butte doit répondre aux exigences de capacité portante liées au mur. Ces exigences sont spécifiées pour chaque cas.

7.7.2 Mur antibruit

Les matériaux généralement utilisés pour la construction d'écrans antibruit de type mur sont le béton (maçonné, préfabriqué ou coulé sur place), le métal (acier, aluminium), le bois (contre-plaqué, charpenté), le verre et les plastiques. Ces matériaux sont assemblés sur semelles continues ou intermittentes, sur poteaux ou pieux.

Ces matériaux doivent être conformes aux exigences liées aux matériaux prévues à la norme CSA Z107.9-M «Standard for Noise Barrier on Roadways».

Voici quelques avantages et désavantages des matériaux pouvant être utilisés dans la construction d'écrans antibruit de type mur. Ceci ne constitue pas une liste exhaustive des matériaux : il s'agit uniquement de ceux qui sont le plus couramment utilisés.

a) Béton de ciment

- Préférer le béton préfabriqué au béton coulé sur place.

b) Bois haute densité

- Disponible en panneaux préfabriqués;
- les planches doivent avoir une épaisseur minimale de 40 mm et être bien emboîtées les unes dans les autres afin d'éviter tout risque de gauchissement sous l'effet des variations de température;
- les planches sont retenues à l'aide d'un cadre de bois (avec joints entre les cadres).

c) Bois traité (injecté)

- Traitement sous vide et pression dans un autoclave. Le produit est composé de sels métalliques (insecticide et fongicide).

d) Métal

- Deux parois d'acier galvanisé, séparées de plusieurs centimètres, constituent un panneau métallique;
- il y a possibilité de mettre un matériau absorbant dans la lame d'air ainsi qu'un côté en tôle perforée.

e) Composé métallique absorbant

- Composition d'un panneau :
 - tôle pleine profilée (prévient la transmission du bruit);
 - matériau absorbant;
 - tôle perforée du côté de la source de bruit (laisse pénétrer le bruit jusqu'au matériau absorbant et protège ce dernier);

ÉCRANS ANTIBRUIT

Directrice générale des
infrastructures et des technologies

AM Leclerc
Anne-Marie Leclerc, ing., M. ing.



NORME

- matériau absorbant constitué de :
 - laine de verre recouverte de néoprène antidéfibatoire;
 - laine de roche recouverte de tissus antidéfibatoires;

Les perforations dans la tôle sont très importantes (forme, densité, localisation, etc.).

Les matériaux poreux ou fibreux doivent :

- pouvoir être lavés ou remplacés facilement;
- avoir une bonne tenue mécanique (pas de fissures ou d'éclatement);
- subir un traitement de siliconage pour les imperméabiliser;
- ne pas se désagréger sous l'effet des vibrations;
- être résistants aux chocs;
- avoir de bonnes qualités acoustiques absorbantes;
- être résistants au feu et aux divers embruns venant de la route.

f) Verre

- Esthétique;
- prévoir un stock de pièces pour remplacer celles brisées (accidents, vandalisme, etc.);
- favoriser le verre trempé; en cas de bris, il se fragmente en petits morceaux peu coupants;
- nécessite un entretien fréquent;
- utilisation limitée aux :
 - sites où une percée visuelle est fortement souhaitable (sites exceptionnels ou raisons de sécurité);
 - sites où une transparence est réclamée par les citoyens;
 - sites à faible probabilité de vandalisme.

g) Plastique transparent

- Polycarbonate :
 - constitué de plaques transparentes (teintées ou non);
 - ordinaires ou antiabrasion;
 - offre une très bonne résistance aux chocs (perce sans éclater);
 - conserve de bonnes qualités mécaniques à toutes températures;
 - est facile à couper, à percer et à usiner;
- Méthacrylate (polyméthacrylate de méthyle) :
 - est constitué de plaques transparentes;
 - est moins coûteux que le polycarbonate ordinaire;
 - offre une bonne résistance aux chocs courants;
 - est facile à manipuler;
 - est sensible aux variations de température;
 - devient cassant et très fragile aux températures inférieures à 0 °C;
 - éclate sous l'effet d'un gros impact;
 - est difficile à percer et à découper.

Le plastique transparent se pose comme le verre sauf qu'il faut tenir compte d'une plus grande dilatation thermique. Le coût de nettoyage de ce matériau est non négligeable et est supérieur au coût de nettoyage du verre.

Le tableau 7.7-1 présente une liste des avantages et des désavantages de quelques matériaux utilisés dans la construction d'écrans antibruit de type mur.

7.8 Conception structurale des murs antibruit

En matière de conception structurale des murs antibruit, se reporter à la norme CSA



NORME

ÉCRANS ANTIBRUIT

Directrice générale des
infrastructures et des technologies

AM Leclerc
Anne-Marie Leclerc, ing. M. ing.

Tome

IV

Chapitre

7

Page

13

Date

98 10 01

Tableau 7.7-1

Avantages et désavantages de matériaux servant à la construction d'écrans antibruit de type mur

Matériau	Durabilité	Déformation	Entretien	Hydrofuge	Ignifuge	Sensibilité aux fungus-insectes	Sensibilité aux graffiti	Sensibilité aux rayures et U.V.	Traitement anticorrosion	Vandalisme
Béton de ciment	grande	nulle	minimal	oui	oui	nulle	minimale	N/A	N/A	peu sensible
Bois haute densité	bonne	faible	minimal	oui	oui	faible	moyenne	N/A	N/A	sensible
Bois traité (injecté)	bonne	faible	minimal	oui	peu	faible	moyenne	N/A	N/A	sensible
Métal (acier)	bonne	nulle	minimal	oui	oui	nulle	minimale	N/A	oui	peu sensible
Verre	moyenne	nulle	fréquent*	oui	oui	nulle	minimale	moyenne (rayures)	N/A	très sensible
Plastique transparent										
a) Polycarbonate	moyenne	nulle	fréquent*	oui	moyen- nement	nulle	minimale	grande	N/A	sensible
b) Méthacrylate	faible	dépend des variations de température	fréquent*	oui	peu	nulle	minimale	moyenne (U.V.) grande (rayures)	N/A	sensible

* Pour conserver la transparence du matériau.

N/A : Non applicable.

Tome IV
Chapitre 7
Page 14
Date 94 06 29

ÉCRANS ANTIBRUIT

Directeur général adjoint
Infrastructures et technologies



Jean-Pierre Tremblay, ing.

NORME

Z107.9-M «Standard for Noise Barrier on Roadways».

7.9 Insertion visuelle

7.9.1 Notes générales

La construction d'un écran antibruit modifie le paysage dans lequel il est implanté. Ainsi, l'écran peut affecter la vue des riverains vers la route et vers les paysages au-delà de l'écran, et limiter et encadrer de façon importante le champ visuel des usagers de la route, ce qui, conséquemment, diminue en nombre et en qualité les paysages qui leur sont visibles.

Il est nécessaire de veiller à l'aménagement attrayant et intégré de l'écran antibruit. Pour les riverains, cet aménagement devient un des éléments du cadre de vie, et pour les usagers, comme l'écran se situe dans une bande parallèle et attenante aux voies de circulation, il constitue une part importante du paysage.

7.9.2 Étude visuelle

Le développement d'un projet d'écran antibruit passe par la prise en compte du milieu visuel et de ses éléments, au moyen d'une étude visuelle dont l'aboutissement est l'élaboration de mesures visant à insérer l'écran dans le paysage existant afin d'atténuer les impacts visuels.

7.9.3 Objectifs d'insertion

La recherche de la qualité paysagère et architecturale d'un écran antibruit est essentielle à l'insertion visuelle réussie de l'ouvrage dans le milieu récepteur. Cette recherche passe par la détermination, pour chaque section significative du projet, d'un objectif d'insertion (paysagère et architecturale). La stratégie de création préconisée comporte les quatre objectifs d'insertion suivants :

- 1– ouvrage devant s'intégrer au milieu récepteur sans intention d'en modifier expressément l'ambiance visuelle;
- 2– ouvrage devant constituer un élément structural d'un site en développement ou en réorganisation urbaine;
- 3– ouvrage inévitablement voué à retenir l'attention;
- 4– ouvrage sur lequel on veut attirer l'attention.

L'application de normes sur la forme et l'apparence de l'ouvrage concerne davantage les mesures d'insertion découlant des deux premiers objectifs, alors que les deux derniers objectifs se traduisent plutôt par un acte de création plus spécifique.

7.9.4 Mesures d'insertion

7.9.4.1 Considérations relatives à l'apparence du mur

En ce qui concerne l'application de l'un ou l'autre des deux premiers objectifs d'insertion, les mesures d'insertion suivantes doivent être respectées.

a) Style du mur

Le style du mur doit être sobre.

b) Forme du mur

Selon les conditions du terrain et l'espace disponible, la forme du mur, dans son ensemble, ne doit pas être totalement rectiligne.

Base du mur

Il faut tendre à briser la ligne de contact du mur avec le sol en un ou en quelques points lorsque sa longueur dépasse 200 m, afin d'intégrer un minimum d'animation dans cette partie du mur. Ainsi, la ligne de contact du mur avec le sol n'est pas totalement rectiligne.

Cela peut être fait de trois façons, soit :



ÉCRANS ANTIBRUIT

NORME

Directeur général adjoint
Infrastructures et technologies

Jean-Pierre Tremblay, ing.

Tome

IV

Chapitre

7

Page

15

Date

94 06 29

Cela peut être fait de trois façons, soit :

- en variant le relief du sol au pied de certaines portions du mur;
- en décalant vers l’arrière, de 1000 à 3000 mm, certaines portions du mur;
- en plantant quelques massifs ou haies d’arbustes devant le mur.

Ces solutions sont représentées à la figure 7.9–1.

Dans le cas de la deuxième façon, il faut vérifier les incidences de cet arrangement sur la sécurité routière et sur le rendement acoustique résultant des conditions propres au site.

Sommet du mur

Il faut briser l’horizontalité du mur, vu dans son ensemble, lorsque sa longueur dépasse 200 m.

Cela peut être fait de deux façons, soit :

- en faisant varier légèrement la hauteur entre deux portions voisines du mur, la différence de hauteur pouvant être de 300 à 1000 mm (voir figure 7.9–2);
- en donnant un traitement architectural au sommet du mur dans son ensemble ou par endroits à intervalles réguliers.

La longueur des portions de mur dont il est question ici varie entre 40 et 60 m.

c) Extrémités du mur

Pour diminuer le contraste des formes aux extrémités du mur et pour diminuer le contraste d’échelle par rapport à un piéton passant à cet endroit, augmenter graduellement la hauteur des deux premiers panneaux jusqu’à la hauteur prescrite par l’expertise acoustique (voir figure 7.9–3). En situation normale, la hauteur du premier panneau est de 2400 mm. La hauteur minimale des transitions entre les panneaux est de 300 mm.

Lorsque le mur fait office de clôture d’emprise, la hauteur du premier panneau doit être de 1200 à 2400 mm au minimum et respecter les critères du Tome II – *Construction*, chapitre 8 «Clôtures et repères». En d’autres cas, la hauteur du premier panneau est déterminée par le concepteur.

Dans la plupart des cas, l’augmentation graduelle de la hauteur de l’écran peut être faite à partir du point de départ de l’écran, tel que fixé par l’expertise acoustique; mais il se peut aussi que cette augmentation graduelle doive être faite en allongeant l’écran d’une longueur équivalente à celle des panneaux faisant la transition de hauteur. L’expertise acoustique doit confirmer si l’augmentation graduelle de la hauteur des panneaux est faite à même l’écran antibruit tel que fixé initialement ou si l’écran doit être allongé.

Le terme «panneau» désigne ici la plus petite subdivision de l’écran nécessaire afin d’en permettre le montage. La longueur d’un panneau varie habituellement entre 3000 et 5000 mm.

7.9.4.2 Contraintes d’implantation

Indépendamment des principes d’intervention déterminés pour un projet donné, par rapport au milieu visuel, il existe deux situations qui peuvent être considérées comme des contraintes à l’implantation d’un écran. Ces situations sont les suivantes :

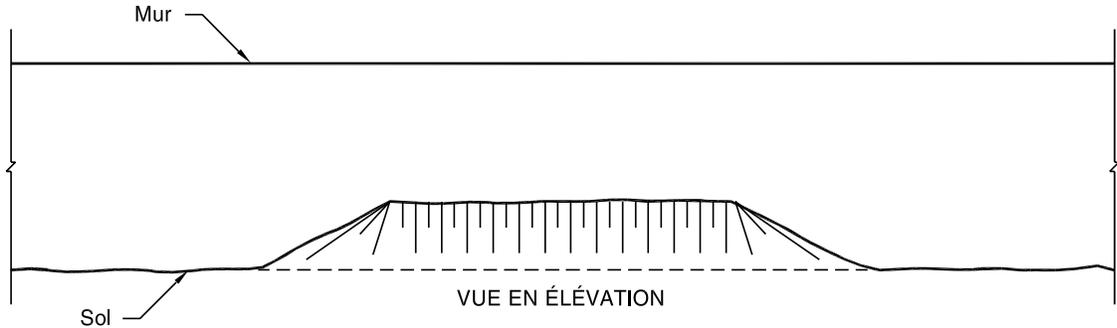
- obstruction de la vue sur un paysage exceptionnel;
- perte majeure d’ensoleillement.

Les mesures d’insertion, dans de telles situations, sont exceptionnelles.

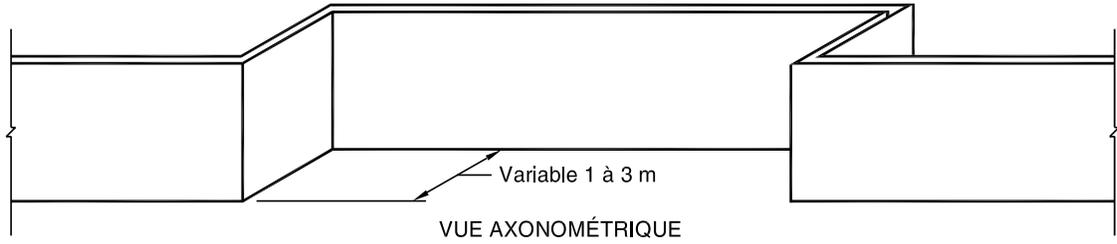
Il peut s’agir des mesures d’insertion suivantes :

- mise en place de sections d’écran transparentes;

A) Variation du relief à la base de certaines portions du mur



B) Décalage de certaines portions du mur



C) Plantation d'arbustes devant le mur

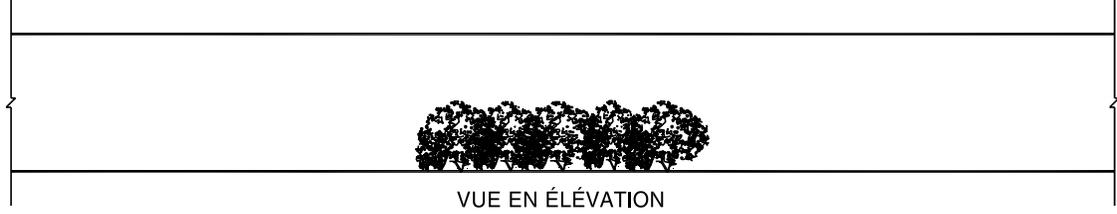


Figure 7.9-1
Mesures d'insertion relatives à la base du mur antibruit



ÉCRANS ANTIBRUIT

NORME

Directeur général adjoint
Infrastructures et technologies

Jean-Pierre Tremblay, ing.

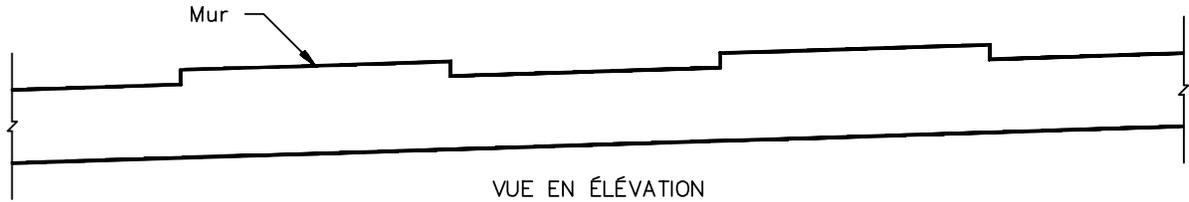


Figure 7.9-2
Légère variation de hauteur au sommet du mur antibruit

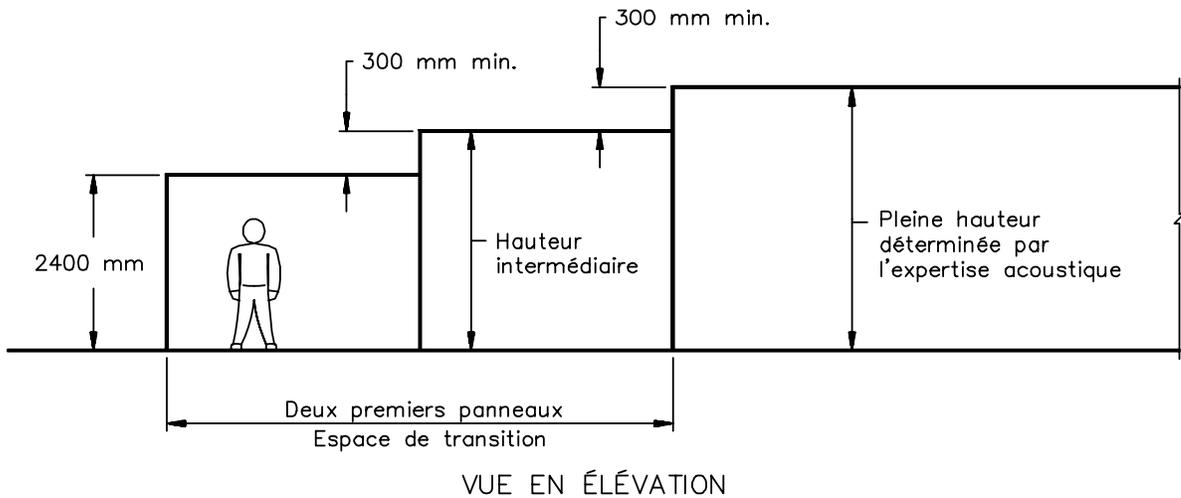


Figure 7.9-3
Extrémité du mur antibruit

Tome IV
Chapitre 7
Page 18
Date 94 06 29

ÉCRANS ANTIBRUIT

Directeur général adjoint
Infrastructures et technologies



Jean-Pierre Tremblay, ing.

NORME

- mise en place de sections d'écran translucides;
- installation de fenêtres à l'intérieur de l'écran.

7.9.4.3 Protection des arbres et arbustes

La détermination de la position du mur antibruit doit être faite de façon à préserver le plus possible les arbres et arbustes.

Toute mesure de protection des arbres et arbustes sur le site avant, pendant et après la construction de l'écran antibruit, qu'il s'agisse d'un mur, d'une butte ou d'un mur de soutènement, doit être conforme aux règles décrites au chapitre 10, «Arboriculture». Il en est de même pour toutes les mesures de remplacement ou de compensation à respecter, lorsqu'un arbre ou un arbuste doit inévitablement être détruit pour l'implantation ou la construction d'un écran antibruit.

7.10 Bibliographie

Pour compléter l'information sur le sujet, les titres suivants ont été consultés pour l'élaboration du présent chapitre.

Combattre le bruit de la circulation routière – Techniques d'aménagement et interventions municipales, ministère des Transports, Service de l'environnement, 1987, 98 p.

Noise Barrier Design Handbook – FHWA-RD-76-56, Simpson M.A., 1976, 260 p.

Noise Control for Engineers, Second Edition, Lord H.W., Gatley W.S., Evensen H.A., 1987, 435 p.

Recommandations techniques pour les ouvrages de protection contre le bruit – Guide du bruit des transports terrestres, CETUR, Centre d'études des transports urbains, France, 1978, 181 p.

Transportation Noise Reference Book, Nelson P.M., 1987, 509 p.