

PRÉLIMINAIRE

DOCUMENTATION COTREM

IMPACT SONORE  
DU  
TRANSPORT EN COMMUN

Yves Ste-Marie, physicien

CANQ  
TR  
GE  
230  
Ex. 1

MINISTÈRE DES TRANSPORTS  
Centre de documentation  
35, rue de Port-Royal Est  
3e étage  
Montréal (Québec)  
H3L 3T1

473452

Gouvernement du Québec  
Ministère des Transports  
Direction Générale du Génie  
Service de la Circulation  
Division des Etudes de l'Environnement  
Montréal

DOCUMENTATION COTREM

IMPACT SONORE  
du  
TRANSPORT EN COMMUN

Yves Ste-Marie, physicien

QMTKA  
CANQ  
1R  
GÉ  
230  
Éx.1

Page couverture: H.Khandjian

Environnement - Transports

PRÉLIMINAIRE



GOUVERNEMENT  
DU QUÉBEC

MINISTÈRE  
DES TRANSPORTS

Montréal, le 9 mars 1977

Monsieur Gilles Lussier  
Directeur général adjoint,  
Comité des Transports de la  
Région de Montréal  
2, Complexe Desjardins  
C.P. 129  
Montréal, Québec  
H5B 1E6

SUJET: "Impact sonore du transport  
en commun"

Rapport de monsieur Yves Ste-Marie,  
physicien, à la Division des Etudes  
de l'Environnement

---

Monsieur,

Suite à la demande que vous avez formulée auprès de monsieur Henri Perron, sous-ministre adjoint, le 9 novembre 1976 et à sa réponse favorable du 12 janvier 1977, vous voudrez bien trouver ici un rapport produit par monsieur Yves Ste-Marie, physicien à notre Division, et portant sur l'étude des impacts sonores du transport en commun.

Ce rapport répond plus qu'au point 4.2.9. du programme du C.T.R.M., point intitulé: le bruit de la circulation. En fait, ce travail est en lui-même une somme résumée des connaissances dans divers domaines reliées au sujet principal.

Entre autre, on retrouvera sous forme de chapitres clairement présentés, une introduction sur les indices de bruit utilisés en planification, des modèles de simulation, une discussion sur les sources de bruit de trains de divers types, une étude de l'impact sonore d'un "métro", les limites souhaitables à l'intérieur des wagons et dans les stations, une recherche

sur les vibrations, l'examen du cas des stations souterraines et extérieures, les niveaux sonores pour les employés; de plus, un modèle est proposé pour les vibrations de surface causées par les trains. S'ajoute à cela une étude particulière du cas des autoroutes Décarie et Métropolitain. Un chapitre est réservé, en outre, à l'intensité moyenne dans le tissu urbain. Dans le cas des effets de l'impact sonore sur les riverains, en relation avec un zonage possible, l'examen est fait de la situation après implantation d'un système de transport en surface (modèle de prédiction), de la situation actuelle par le biais de mesures directes et une méthode de quantification d'impact est aussi proposée.

Il sera donc possible, à l'aide de ce rapport, de répondre aux questions que les planificateurs auront à se poser, lors de leur proposition d'aménagement, pour tenir compte de l'impact sonore de tout projet.

Ce rapport de 111 pages plus annexes se termine sur 6 recommandations, traitant des points suivants:

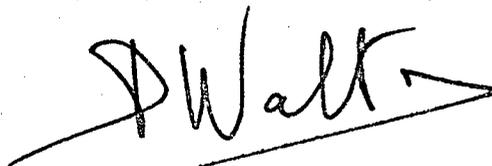
- 1- Indices de bruits recommandés;
- 2- Méthode d'analyse pour implantation d'un système intégré de transport en commun de moindre impact sonore;
- 3- Cas des trains "diésel-électrique" et "électrique";
- 4- Etablissement de nouveaux modèles et développement de ceux-ci, pour l'étude d'analyse d'impact, dans le cas des débarcadères ou terminus d'autobus, "SLR", tramways, etc.;
- 5- Minimisation de l'impact sonore "métro";
- 6- Confort des usagers et employés, sur le plan sonore.

Nous nous permettons d'insister tout particulièrement sur la quatrième recommandation (no 4, page 110) dont l'importance est primordiale dans le cadre d'une politique globale de protection et d'amélioration de la qualité de la vie en liaison avec le transport en commun, et compte tenu d'un zonage "urbanistico-écologique"

des territoires desservis.

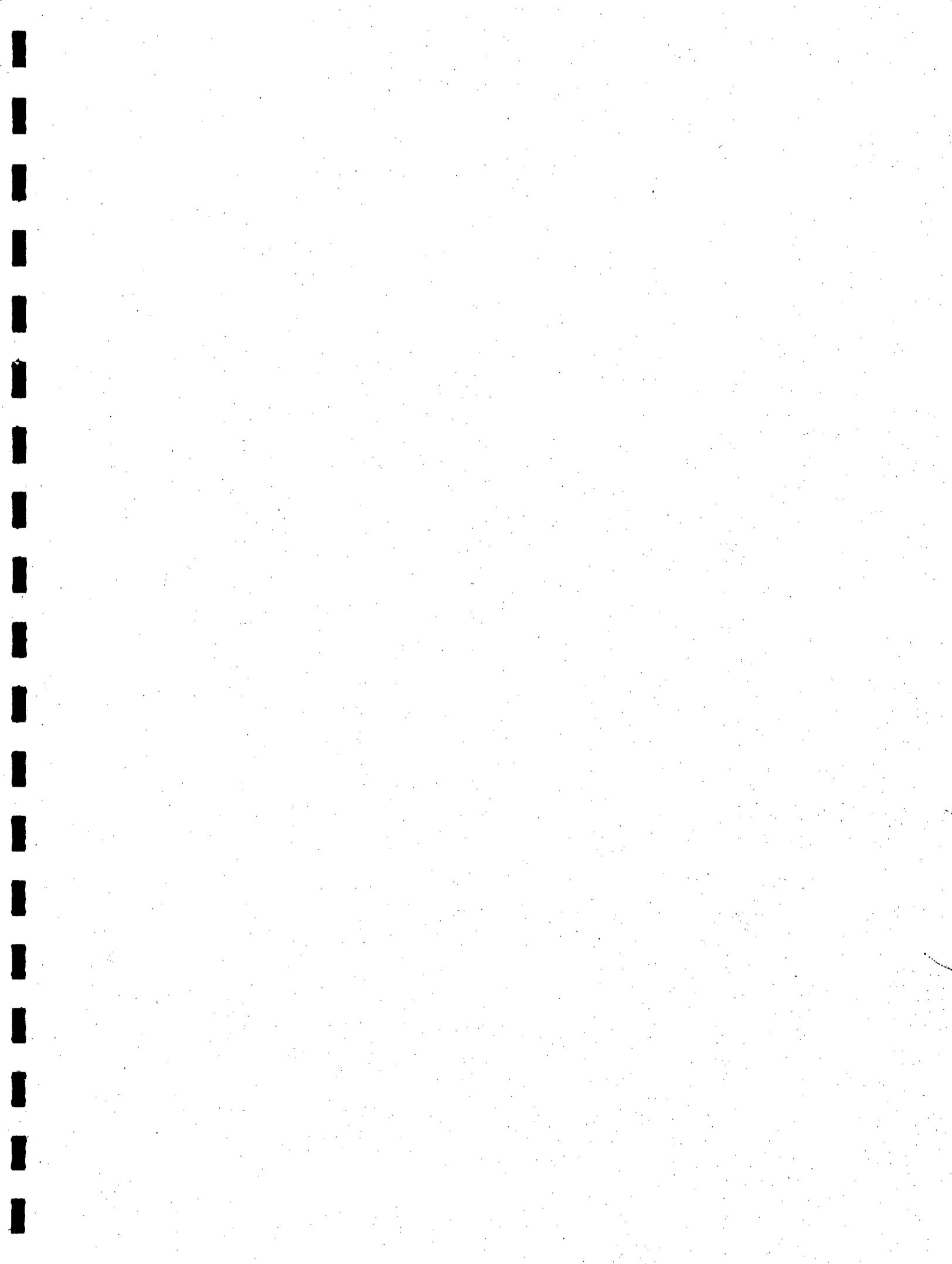
Pour nous, nous considérons ce rapport de monsieur Ste-Marie comme un excellent travail de base et nous espérons qu'il saura vous rendre tous les services que vous en attendez. D'ores et déjà, il va nous servir dans l'esprit de l'établissement de notre rapport sur "les effets des moyens de transport sur la qualité de la vie" que nous devons vous soumettre sous peu.

En vous remerciant d'avoir donné à l'ensemble de la Division des Etudes de l'Environnement et à moi-même l'occasion de participer à cette expérience du plus haut intérêt, veuillez me croire votre bien dévoué.

A handwritten signature in black ink that reads "DWaltz" with a stylized flourish at the end.

DW/jl

Daniel Waltz, écologiste  
Chef, Division des  
Etudes de l'Environnement



## INTRODUCTION

L'Organisation Internationale de la Santé a défini la santé comme étant: un état physique, mental et social de bien-être, plutôt qu'une absence de maladies ou d'infirmité. Si l'on utilise cette définition, il est évident que le bruit et les vibrations sont des facteurs ayant une influence importante sur la santé de l'homme.

Certains effets du bruit sont bien connus, tels: l'interférence avec la conversation, l'écoute de la télévision ou de la radio, perte d'efficacité dans le travail mental et physique, perte temporaire ou permanente de la sensibilité auditive, perturbations du sommeil, etc... D'autres effets sont souvent cités, mais ceux-ci n'ont pas encore été prouvés hors de tout doute, tels: l'augmentation du stress, perte d'équilibre mental, etc...

Les effets dus aux vibrations sont moins bien connus que ceux du bruit; cela se reflète par la pauvreté de la littérature traitant de tels effets. Nous savons que les vibrations peuvent causer des problèmes au niveau des reins et des tissus, inhiber les réflexes, changer la pression sanguine, la respiration et le métabolisme, être la source d'inconfort, de vertiges et de nausées. A un niveau plus élevé, elles peuvent endommager des structures ou de la machinerie.

L'importance de tels effets nous oblige à prendre en considération les problèmes du bruit et des vibrations associés à un système intégré de transport en commun, et ce au niveau de l'utilisateur et du non-utilisateur (communauté riveraine).

Même si un niveau excessif de bruit ou de vibrations incommode les utilisateurs comme les non-utilisateurs, ces derniers sont généralement plus perturbés à cause de leur exposition plus prolongée et le sentiment d'être des victimes n'ayant aucune compensation pour les préjudices qu'on leur a causés.

L'intérêt accru de la collectivité face à son environnement et à la qualité de vie fait que celle-ci est de plus en plus exigeante face au contrôle du bruit, des vibrations et de la pollution en général. Pour gagner la faveur du public, un système intégré de transport en commun doit répondre à ses demandes d'ordre physique et psychologique.

BUTS DU RAPPORT

- 1- Introduire les principaux indices de bruit utilisés comme instruments de planification du territoire.
- 2- Décrire les différentes utilisations du territoire, compatibles avec les valeurs des différents indices présentés.
- 3- Donner les principales relations entre chacun des indices présentés.
- 4- Recommander les indices qui devraient être utilisés comme instruments de planification.
- 5- Fournir des modèles de simulation permettant d'évaluer la valeur des indices recommandés.
- 6- Fournir une méthode de quantification d'impact sonore.
- 7- Fixer les niveaux maximaux dans les véhicules et les stations pour assurer le confort des usagers du transport en commun.
- 8- Discuter brièvement de l'importance des principales sources de bruit d'un train.

- 9- Evaluer la réduction potentielle du bruit le long des autoroutes Décarie et Boul. Métropolitain ainsi que dans le tissu urbain, suite à l'implantation d'un système intégré de transport en commun dans la région de Montréal.
- 10- Présenter une copie des règlements existants de la Ville de Montréal en ce qui a trait au bruit.
- 11- Faire les recommandations jugées nécessaires.

TABLE DES MATIERES

<u>SUJETS</u>	<u>PAGE</u>
INTRODUCTION.....	I
BUTS DU RAPPORT.....	III
CHAPITRE I- Indices de bruit.....	1
1- Niveaux statistiques.....	2
2- Niveau $L_{eq}$ .....	6
3- Niveau $L_{DN}$ .....	8
4- Niveau CNEL.....	9
Indices proposés.....	10
Interrelations entre ces indices de bruit.....	12
CHAPITRE II- Modèles de simulation et quantification de l'impact sonore.....	13
Résumé des possibilités des différents modèles présentés.....	16
Modèle I.....	18
Modèle II.....	21
Modèle III.....	24

Modèle IV.....	33
Modèle V.....	41
CHAPITRE III- Quantification de l'impact sonore.....	54
CHAPITRE IV- Discussion sur les sources de bruit d'un train...	57
A) Locomotive "diésel-électrique".....	57
B) Train dit "électrique".....	60
C) Bruit émis par les voitures sur rails.....	61
D) Sifflet et cloche d'une locomotive.....	65
E) Bruit produit par l'interaction roues/rails..	68
1- Glissement des roues sur les rails.....	68
2- Friction entre le patin des roues et le rail.....	69
3- Mouvement radial des essieux.....	69
CHAPITRE V- Impact sonore d'un métro sur une communauté.....	70

CHAPITRE VI-	Niveaux limites souhaitables à l'intérieur des véhicules et dans les stations.....	75
1-	A l'intérieur des véhicules lorsqu'il n'y a pas de passagers.....	76
	Discussion.....	77
2-	Vibration à l'intérieur du véhicule dus à l'équipement auxiliaire lorsque le véhicule est au repos.....	81
	Discussion.....	83
3-	Stations souterraines.....	84
	Discussion.....	85
4-	Stations à l'extérieur.....	87
	Discussion.....	88
5-	Niveaux sonores pour les employés.....	89
CHAPITRE VII-	Modèle pour les vibrations de surface causées par le passage d'un train.....	90

CHAPITRE VIII-	Variation des niveaux $L_5$ , $L_{10}$ et $L_{50}$ due à une diminution du débit automobile sur les autoroutes Décarie et Boulevard Métropolitain.....	93
	Autoroute où les camions ne sont pas autorisés..	98
CHAPITRE IX-	Intensité sonore moyenne dans le tissu urbain....	100
	Discussion.....	107
CHAPITRE X-	Recommandations.....	108
ANNEXE	1- Lettre de M. Raymond Le Bourdais, ing. Surintendant, Division de la salubrité et du contrôle du bruit.....	112
	2- Copie des règlements de la Ville de Montréal (relatif au bruit).....	117
BIBLIOGRAPHIE.....		139

## CHAPITRE I

### INDICES DE BRUIT

Une description complète d'un bruit doit comprendre son amplitude, son contenu spectral, et les variations de ces deux paramètres dans le temps. Toutefois, nous devons choisir entre un raffinement extrême dans les techniques de mesure et une approche pratique qui n'est pas complexe outre-mesure pour évaluer l'impact sonore sur les gens. Une telle mesure devrait:

- 1- Etre applicable à l'évaluation de l'impact causé par une exposition prolongée au bruit et ce, en différents lieux et sous différentes conditions;
- 2- Etre en corrélation de façon acceptable avec les effets connus du bruit sur les individus et sur le public;
- 3- Etre simple, pratique et précise. En principe, elle devrait être utile comme instrument de planification et simple à mettre en vigueur;
- 4- Etre telle que l'équipement nécessaire pour la mettre en vigueur aie des caractéristiques standards facilement retrouvables sur le marché;
- 5- Etre étroitement reliée avec les méthodes couramment utilisées;
- 6- Etre prévisible (avec une tolérance acceptable) à partir de la connaissance de l'évènement physique produisant le bruit. (réf.: 17)

Nous présenterons ici un certain nombre d'indices de bruit qui sont couramment utilisés pour quantifier l'impact sonore sur une communauté. Tous ces indices ne sont pas indépendants les uns des autres, vous trouverez à la fin de ce chapitre les relations qui existent entre certains d'entre eux.

1- Niveaux statistiques:

Les niveaux sonores statistiques  $L_N$ . Où  $L_N$  est le niveau dépassé pendant N% du temps durant lequel s'est effectué l'échantillonnage.

$L_0$  est le niveau maximal (niveau de pointe).

Certains auteurs préconisent un niveau  $L_0$  maximal de 70 dB (A) en façade des résidences. (voir réf.: 1 et 16)

Tandis que la référence (47) recommande plutôt pour les communautés:

Niveau maximal en dB (A)

<u>Catégories</u>	<u>Maisons uni- familiales</u>	<u>Maisons à plusieurs logements</u>	<u>Edifices commerciaux</u>
Faible densité résidentielle	70	75	80
Densité moyenne résidentielle	75	75	80
Haute densité résidentielle	75	80	85
Commerciale	80	80	85
Industrielle	80	85	85

Utilisations particulières des terrains

<u>Cas</u>	<u>Niveau maximal en dB (A)</u>
Amphithéâtres	60
Lieux de villégiatures	65
Salles de concert, studios de TV et de radio, auditoriums	70
Eglises, théâtres, écoles, hôpitaux, musées, librairies	75

L'Administration des Routes des Etats-Unis a publié, en avril 1972, des normes et procédures provisoires (P.P.M. 90-2) qui lient les niveaux préconisés  $L_{10}$  à l'utilisation du terrain. Pour bénéficier de l'aide fédérale, les projets routiers doivent comprendre des mesures de réduction du niveau de bruit, sauf lorsqu'une exemption particulière leur a été accordée. Les limites à l'extérieur pour le niveau  $L_{10}$  sont les suivantes:

Zone A:

-60 dB (A) pour les parcs et les espaces verts où le silence est un élément essentiel.

Zone B:

-70 dB (A) pour les zones résidentielles, les hôtels, les motels, les écoles, les églises, les bibliothèques, les hôpitaux, les terrains de récréation, de jeux et de sports, et les parcs; de plus, le niveau de bruit intérieur dans les bâtiments de cette catégorie ne doit pas dépasser 55 dB (A).

Zone C:

-75 dB (A) pour les zones bâties non comprises dans les catégories ci-dessus.

-55 dB (A) pour l'intérieur des résidences, motels, hôtels, écoles, églises, librairies, hôpitaux, auditoriums et salles de conférences.

En France, on recommande pour la norme de bruit diurne un niveau  $L_{50}$  ne dépassant pas 40 à 45 dB (A) dans les zones habitées, les bureaux et les écoles.

Ce niveau peut être augmenté de 5 dB (A) pour les bâtiments administratifs et commerciaux. En général, le niveau de 45 dB (A) à l'intérieur est considéré comme correspondant à 60 dB (A) à l'extérieur.

Pour la construction de logements, on tend à distinguer trois zones:

- une zone de confort (  $L_{50} < 60$  dB (A) ).
- une zone pour laquelle des dispositions particulières d'isolement doivent être prises (  $60$  dB (A)  $< L_{50} < 70$  dB (A) ).
- une zone où la construction de logements ne devrait pas être autorisée (  $L_{50} > 70$  dB (A) ).

## 2- Niveau $L_{eq}$ :

Le niveau sonore  $L_{eq}$  qui est défini par l'équation suivante:

$$L_{eq} = 10 \log \left\{ \frac{1}{T} \int_0^T 10^{L(t)/10} dt \right\}$$

où T est la période d'observation et L (t) est le niveau sonore au temps t.

L'E.P.A. aux Etats-Unis préconise les niveaux suivants pour le  $L_{eq}$ .

<u>Effets</u>	<u>Niveaux</u>	<u>Lieux</u>
Perte d'audition	$L_{eq}$ (8h) < 75 dB (A)	au travail
Interférences avec les activités à l'extérieur; ennui, désagrément.	$L_{eq}$ (8h) < 55 dB (A)	à l'extérieur, terrains de jeux, etc.
Interférences avec les activités à l'intérieur; ennui, désagrément.	$L_{eq}$ (24h) < 45 dB (A)	intérieur des résidences, écoles, etc...

(Réf.: 17 et 31).

Tandis que le Service des Affaires Sociales de la Ville de Montréal préconise les valeurs suivantes pour un  $L_{eq}$  (1h):

<u>Zone</u>	<u>Jour</u> 7:30h - 23h	<u>Nuit</u> 23h - 7:30h
Résidentielle	$L_{eq} (1h) \leq 58$	$L_{eq} (1h) \leq 48$
Commerciale	$L_{eq} (1h) \leq 62$	$L_{eq} (1h) \leq 52$
Industrielle	$L_{eq} (1h) \leq 65$	$L_{eq} (1h) \leq 55$

(voir annexe)

### 3- Niveau $L_{DN}$ :

Le niveau sonore  $L_{DN}$  qui est défini par l'équation suivante:

$$L_{DN} = 10 \log \frac{1}{24} \left\{ \int_{7h.}^{22h.} \frac{L(t)}{10} dt + \int_{22h.}^{7h.} \frac{(L(t) + 10)}{10} dt \right\}$$

où  $L(t)$  est le niveau sonore au temps  $(t)$

L'utilisation de cet indice pour quantifier l'exposition d'une communauté au bruit semble vouloir se généraliser aux Etats-Unis. En fait, cet indice n'est pas autre chose que le  $L_{eq}$  avec une pondération différente pour le niveau sonore  $L(t)$  durant le jour ou la nuit.

#### Niveaux préconisés:

$$L_{DN} \leq 55 \text{ dB (A)}$$

à l'extérieur dans les zones résidentielles, les hôpitaux et tous les endroits à l'extérieur où les gens passent une partie de leur temps ainsi que les lieux où le calme est un élément essentiel pour leurs utilisations.

$$L_{DN} \leq 45 \text{ dB (A)}$$

à l'intérieur des résidences

(voir références 17 et 31).

4- Niveau CNEL:

Le CNEL (Community Noise Equivalent Level) est défini par l'équation suivante:

$$\text{CNEL} = 10 \log \frac{1}{24} \left\{ \int_{7h.}^{19h.} L(t) / 10 dt + \int_{19h.}^{22h.} (L(t) + 3) / 10 dt + \int_{10}^{22h.} (L(t) + 10) / 10 dt \right\}$$

où  $L(t)$  est le niveau sonore au temps  $(t)$ .

INDICES PROPOSES

Les indices que nous proposons comme instrument de planification sont donnés dans le tableau qui suit. Les valeurs de ceux-ci sont applicables à tout système de transport de surface (trains, autobus, SLR, automobiles, etc...).

Tableau des indices proposés

Niveaux maximaux en dB(A)  
à l'extérieur

Utilisation des terrains

$L_{DN} \leq 55$

Secteur résidentiel

$L_{DN} \leq 55$

Hôpitaux

$L_{DN} \leq 60$

Motel, hôtel et pour les communautés près d'une route achalandée, d'un aéroport, d'activités commerciales ou industrielles, etc.

$L_{eq} (1h) \leq 60$

Ecoles, églises, parcs

$L_{eq} (1h) \leq 70$

Terrains de jeux, secteur exclusivement commercial ou industriel

$L_{eq} (1h) \leq (L_{eq} (existant) - 5)*$

\*Pour les amphithéâtres ou autres utilisations du terrain requérant des considérations particulières au niveau du bruit.

Le  $L_{DN}$  tient compte de la sensibilité accrue des gens face au bruit durant la nuit en ajoutant 10 dB (A) comme facteur de pondération au niveau sonore  $L(t)$  entre 22h. et 7h.

Pour ce qui est des écoles, églises, parcs et des secteurs commerciaux ou industriels, ceux-ci sont habituellement utilisés entre 7h. et 22h.; il n'y a donc aucune raison justifiant une pénalisation pour le niveau sonore  $L(t)$  entre 22h. et 7h. Toutefois, la fréquence moyenne des passages de train, autobus, etc.. durant les heures de pointe est souvent dix fois plus élevée que celle entre 22h. et 7h., ce qui implique une diminution du niveau  $L_{eq}$  de plus de 10 dB(A) durant la nuit en comparaison de celui durant les heures de pointe. (réf.: 15, 17, 31).

Interrelations entre ces indices de bruit

Dans le cas où le bruit a une distribution dite normale (Gaussienne), nous obtenons:

$$L_1 \approx L_{50} + 2.35 \sigma_L$$

$$L_{10} \approx L_{50} + 1.28 \sigma_L$$

$$L_{90} \approx L_{50} - 1.28 \sigma_L$$

$$L_{eq} \approx L_{10} + 0.115 \sigma_L^2 - 1.28 \sigma_L$$

$$L_{eq} \approx L_{50} + 0.115 \sigma_L^2$$

où  $\sigma_L$  est l'écart type de la distribution des niveaux sonores.

$$L_{DN} \approx 10 \log 1/24 \left\{ (15 \times 10 \cdot \frac{L_{eqD}}{10}) + (9 \times 10 \cdot (L_{eqN} + 10)/10) \right\}$$

où :  $L_{eqD}$  est le niveau  $L_{eq}$  obtenu entre 7h. et 22h.

$L_{eqN}$  est le niveau  $L_{eq}$  obtenu entre 22h. et 7h.

$$CNEL \approx L_{DN}$$

## CHAPITRE II

### MODELES DE SIMULATION ET QUANTIFICATION DE L'IMPACT SONORE

Le but de ces modèles de simulation est de permettre la quantification de l'impact sonore résultant d'une action sur le milieu.

Plusieurs modèles existent déjà pour l'implantation d'une nouvelle autoroute, aéroport, cours de triage ou ligne de chemin de fer. Malheureusement, je n'ai pu retrouver dans la littérature de tels modèles pour les lignes et débarcadaires d'autobus. A cet effet, monsieur Henri Bessette, Directeur du Service de Planification de la CTCUM me communiqua qu'aucune étude ou relevé du niveau de bruit près d'un terminus d'autobus ou d'un débarcadère n'avait été faite à sa connaissance par la CTCUM. De même, il lui a été impossible de me fournir ou citer des documents ou ouvrages à cet effet.

Il s'agit là d'une lacune importante qui doit être comblée si l'on veut être en mesure de minimiser l'impact sonore produit par l'implantation d'un système intégré de transport en commun dans la région de Montréal.

Nous nous limiterons donc, dans le cadre de cet ouvrage, à présenter cinq modèles de simulation pouvant être utilisés pour un système intégré de transport en commun sur rails.

Nous recommandons l'utilisation du modèle V parce que celui-ci:

1. est relativement précis et permet le traçage des lignes "isotoniques" pour les trains ayant des locomotives "diésel-électrique" et "électrique";
2. est le plus complet et le plus souple de tous les modèles présentés dans cet ouvrage;
3. permet l'évaluation des indices  $L_{eq}$  et  $L_{DN}$  que nous préconisons comme instrument de planification.

Toutefois, lorsqu'une estimation grossière et rapide est suffisante, les modèles IV ou II sont mieux appropriés.

Pour quantifier l'impact sonore d'un projet quelconque, il faut réaliser les trois conditions suivantes:

- a) Evaluer à l'aide de modèles de simulation les niveaux  $L_{DN}$  et  $L_{eq}$  (heure de pointe) qui prévaudront après l'implantation du projet et ce, en traçant les lignes dites "isotoniques";
- b) Evaluer à l'aide d'instruments à cet effet, les niveaux  $L_{DN}$  et  $L_{eq}$  (heure de pointe) existant avant l'implantation du projet;

- c) Utiliser une méthode de quantification d'impact, telle que celle présentée au chapitre III "Quantification d'impact".

RESUME DES POSSIBILITES DES DIFFERENTS MODELES PRESENTES:

- Modèle I- Il permet de trouver les niveaux statistiques  $L_0$ ,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{90}$  et  $L_{100}$  comme fonction de la distance de la voie ferrée, de la vitesse du train, du nombre de wagons et de la fréquence des passages.
- Modèle II- Il permet de trouver le niveau  $L_{DN}$  à 100 pi. de la voie ferrée comme fonction du nombre de trains durant le jour et la nuit. Ce modèle peut être modifié pour évaluer les niveaux  $L_{eq}(H)$  ou CNEL. (Note: H est la période d'observation).
- Modèle III- Il permet de trouver le niveau de pointe comme fonction de la vitesse, des caractéristiques des rails, de la distance et de la topographie.
- Modèle IV- Il permet de trouver les niveaux sonores  $L_{eq}(H)$ ,  $L_{DN}$  et CNEL comme fonction de la distance, la vitesse du train, le nombre de wagons, etc...

Celui-ci peut être modifié de telle sorte qu'il permette d'évaluer les mêmes niveaux sonores pour un train ayant une locomotive "électrique".

Modèle V- Il permet de trouver les niveaux  $L_{DN}$ , CNEL et  $L_{eq}(H)$  pour trains du type "diésel-électrique" ou "électrique" comme fonction de la distance, des caractéristiques des rails, du gradient, de la topographie, etc...

MODELE I -

Ce modèle est extrait de la référence (42).

Ce modèle n'est applicable qu'aux trains ayant des locomotives du type "diésel-électrique".

L'essentiel de ce dernier est résumé par l'équation suivante:

$$(1) \quad L_i = A_0 + A_1 1_n \left\{ d_{\min}^2 + (V \times 0.005 i \times HW)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} + A_2 \left\{ 1_n \left( d_{\min}^2 + (V \times 0.005 i \times HW)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right\}^2 + A_3 1_n \left( \frac{V}{70} \right)$$

où:  $i = 0, 10, 50, 90$  ou  $100$

$L_0$  représente le niveau sonore maximal durant la période considérée;

$L_{10}$ ,  $L_{50}$  et  $L_{90}$  représentent respectivement les niveaux qui ont été dépassés pendant 10, 50 et 90% de la période d'échantillonnage.

$L_{100}$  est le niveau minimal de la période considérée.

$d_{\min} \equiv$  distance minimale entre l'observateur et la voie ferrée en pieds.

$V \equiv$  vitesse en milles/heure

$HW \equiv$  temps écoulé entre le passage de deux trains consécutifs en seconde.

$A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$  et  $A_3$  sont fonction des caractéristiques du train, la configuration des rails, la topographie, etc...

L'équation (1) est applicable aux cas où :

- a) il y a plus d'un train durant la période considérée;
- b) le train file à une vitesse constante;
- c) la longueur des trains durant la période d'observation est la même;
- d) l'intervalle de temps entre le passage de deux trains consécutifs demeure constant durant la période considérée.

Les constantes  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$  et  $A_3$  ont été déterminées empiriquement, leurs valeurs sont données dans le tableau I.

Tableau I

	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$
train (2 voitures)	97.2	2.1	0.90	10.1
train (4 voitures)	98.4	-2.5	-0.46	10.1
train (8 voitures)	104.2	-2.6	-0.48	10.1

EXEMPLE:

Soit un observateur situé à 50 pieds d'une voie ferrée sur laquelle circulent des trains de quatre voitures. La vitesse du train est 50 milles/heure et l'intervalle de temps entre le passage de deux trains consécutifs est 4 minutes.

On obtient donc:

$$L_i = 98.4 - 2.5 \ln \left[ 2500 + 3600i^2 \right]^{\frac{1}{2}} - 0.46 \left[ \ln (2500 + 3600i^2)^{\frac{1}{2}} \right]^2 + 10.1 \ln (50/70)$$

$$\text{soit : } L_0 \approx 78 \text{ dB(A)}$$

$$L_{10} \approx 60 \text{ dB(A)}$$

$$L_{50} \approx 45 \text{ dB(A)}$$

$$L_{90} \approx 40 \text{ dB(A)}$$

$$L_{100} \approx 39 \text{ dB(A)}$$

MODELE II -

Ce modèle est extrait de la référence (41).

L'essentiel de ce modèle est résumé par l'équation suivante:

$$L_{DN} = \overline{\text{SENEL}} + 10 \log (n_D + 10 n_N) - 49.4 \text{ dB(A)}$$

$$\text{où: } L_{DN} \equiv L_{\text{Day and night}} \equiv 10 \log 1/24 \left[ \int_{7h}^{22h} \frac{L(t)}{10} dt + \int_{22h}^{7h} \frac{L(t) + 10}{10} dt \right]$$

$L(t)$  est le niveau sonore en dB(A) au temps  $t$ .

SENEL  $\equiv$  "Single Event Noise Exposure Level"

Le "SENEL" est une mesure de l'énergie acoustique totale d'un évènement.

$$\text{SENEL} \equiv 10 \log \left[ \int_{t_1}^{t_2} 10^{L(t)/10} dt \right]$$

$(t_2 - t_1)$  est l'intervalle de temps durant lequel se produit l'évènement considéré.

$$\text{SENEL} \approx NL_{\max} + 10 \log t_e$$

où:  $NL_{\max}$  est le niveau sonore maximal produit durant le passage de train.

$t_e \equiv 2/3$  de la période durant laquelle le niveau sonore est à moins de 10 dB(A) du niveau maximal

$\overline{\text{SENEL}} \equiv$  Moyenne arithmétique des différents SENEL mesurés durant une journée entière.

$n_D \equiv$  nombre de trains durant la période comprise entre 7h. et 22h.

$n_N \equiv$  nombre de trains durant la période comprise entre 22h. et 7h.

$49.4 \equiv 10 \log$  (nombre de secondes dans une journée).

On a trouvé expérimentalement que  $\overline{\text{SENEL}} = 95 \pm 3$  dB(A) à 100 pieds avec un intervalle de confiance de 90% pour les trains "diésel-électrique" filant à des vitesses comprises entre 32 et 60 milles/heure.

Note: Ce  $\overline{\text{SENEL}}$  est une fonction des trains, de la topographie, des conditions atmosphériques, etc....

EXEMPLE:

Soit un observateur situé à 100 pieds de la voie ferrée. Supposons que pour celui-ci on ait un SENEL  $\approx 95$  dB(A) et que  $n_D = 100$  et  $n_N = 50$ . On obtient alors pour cet observateur:

$$L_{DN} = 95 + 10 \log ( 100 + 500 ) - 49.4 \text{ dB(A)} \mp 3 \text{ dB(A)}$$

$$L_{DN} \approx 73.4 \text{ dB(A)} \mp 3 \text{ dB(A)}$$

Ce modèle peut être modifié pour trouver le niveau  $L_{eq}(H)$  ou CNEL.

Note: H est la période d'observation.

MODELE III -

Ce modèle est extrait de la référence (28).

Il permet de trouver le niveau maximal en dB(A) produit par le passage d'un train roulant sur des rails soudés.

L'essentiel de ce modèle est résumé par l'équation suivante:

$$L_p(50 \text{ pi.}) = 85 + 30 \log \left( \frac{V}{60} \right) + 5 \text{ dB(A)} \quad (1)$$

V  $\equiv$  vitesse en milles/heure

La variation de  $\pm 5$  est due aux différentes conditions des rails, des roues ainsi qu'au "design" des véhicules.

A cette équation (1), nous devons ajouter un facteur de correction qui tient compte des conditions des rails et des roues. Ces facteurs de corrections sont résumés dans le tableau (1).

Tableau I

<u>Conditions (roues/rails)</u>	<u>Facteur de correction</u>
Rails avec joints	8 à 10 dB(A)
Roues ayant des irrégularités "Flats"	8 à 10 dB(A)
Rails neufs ou rugueux	3 à 6 dB(A)
Roues rugueuses	3 à 6 dB(A)
Cannelures	jusqu'à 15 dB(A)

Note: Un seul facteur correctif du tableau (1) doit être ajouté à l'équation (1). Dans le cas où plusieurs de ceux-ci semblent applicables à une situation donnée, nous devons choisir celui ayant la plus grande valeur.

De la même façon, il existe un facteur correctif pour les structures aériennes (ponts, viaducs, etc..). Ces facteurs correctifs sont résumés au tableau II.

Tableau II

<u>Type de structure</u>	<u>Facteur de correction</u>
Structure de béton	
Toutes les structures avec un lit de ballast	0 à 5 dB(A)
Poutres d'acier avec tablier de béton ou dormants libres "Open tie deck"	5 à 12 dB(A)
Poutres d'acier avec tablier de plaques en acier	10 à 20 dB(A)

ATTENUATION AVEC LA DISTANCE

L'atténuation avec la distance est une fonction de la longueur du train. Cette fonction est illustrée à la figure (1). La valeur trouvée à l'aide de cette figure doit être ajoutée à l'équation (1).

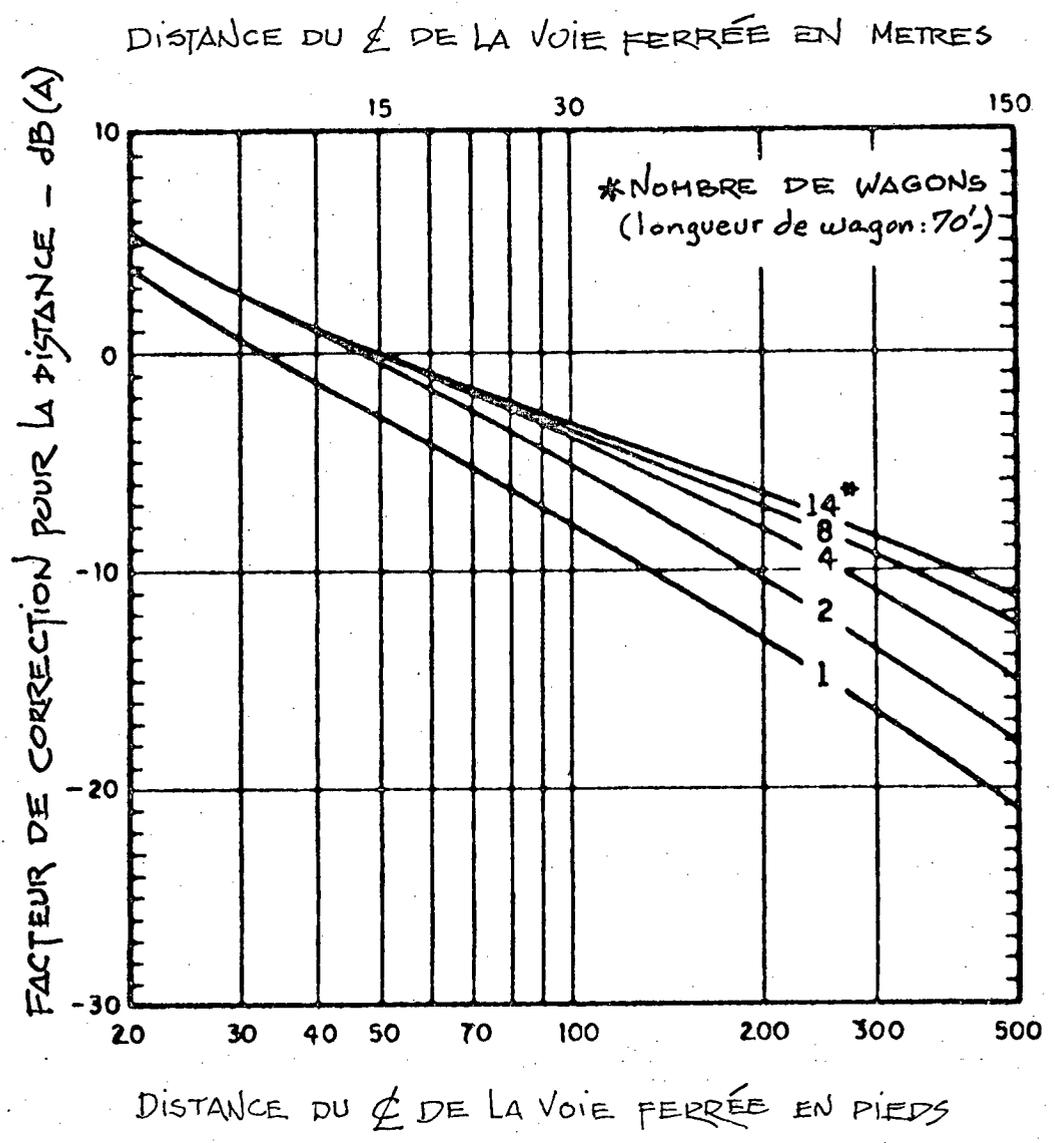


Figure (1)

CORRECTION LORSQUE LE TRAIN EST DANS UNE TRANCHEE:

Lorsque le train est dans une tranchée, tel qu'illustré à la figure (2), le bruit sur les côtés peut être réduit d'une façon significative. Dans ce cas, le bruit provient de deux sources: la source effective et la source image (voir fig. 2, page (29)). Pour calculer le bruit en un point, nous devons trouver l'intensité sonore produite par chacune des sources en ce point et les additionner. Pour ce faire, on doit se servir de l'abaque à la figure (3), page (30).

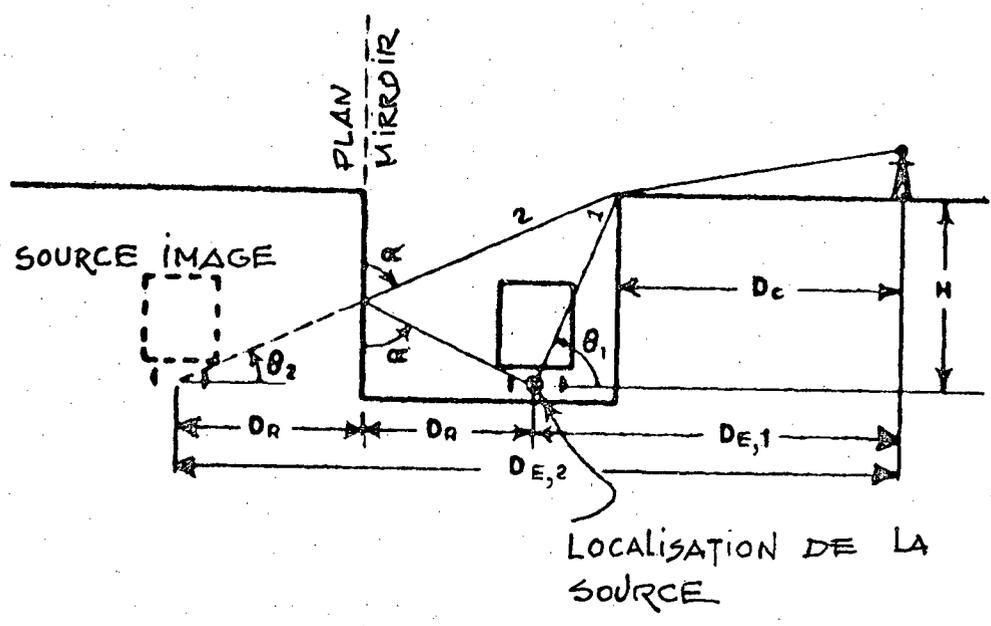


Figure (2)

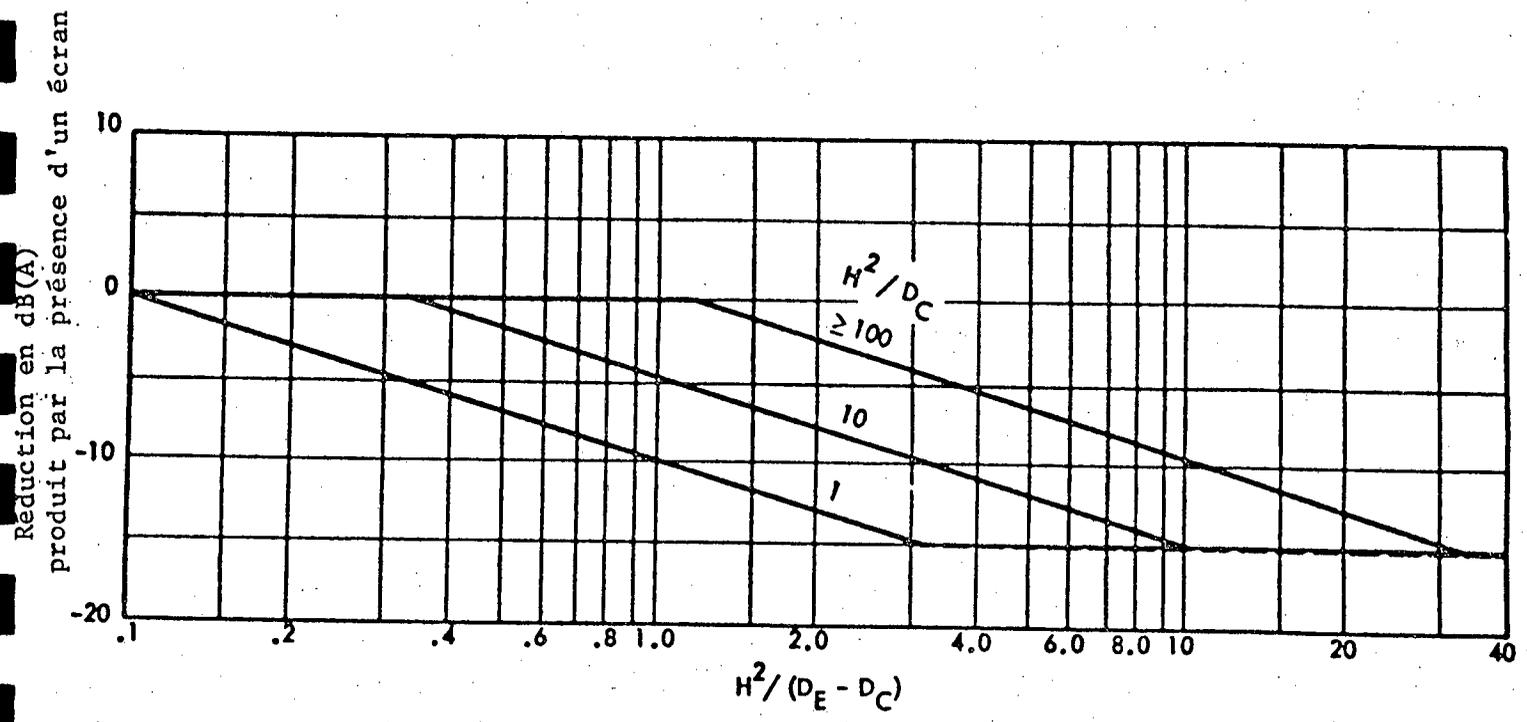


Figure (3)

EXEMPLE:

Un train composé de quatre véhicules file dans une tranchée à 40 milles/heure sur des rails soudés ayant un lit de ballast. On peut remarquer la présence d'irrégularité dans les roues "flats".

La géométrie du tranché est donnée par:

$$D_c = 37'$$

$$H = 12'$$

$$D_{E,1} = 59'$$

$$D_{E,2} = 111'$$

Résultats

	<u>Source effective</u>	<u>Source image</u>
Equation (1)	80 $\pm$ 5	80 $\pm$ 5
Facteur de correction pour l'état des roues	10	10
Correction pour la distance (fig.2)	-1	-4
Réduction offerte par la tranchée (abaque à la page (30)).	-15	-10
Total	74 $\pm$ 5	76 $\pm$ 5

En additionnant les intensités des deux sources, on obtient:

$78 \pm 5$  dB(A).

MODELE IV -

Ce modèle est extrait de la référence (50).

Bruit produit par une locomotive du type "diésel-électrique".

a) Pour une vitesse  $< 20$  milles /h. :

$$L_{\max_L} = 83.6 + 0.15 \left\{ \frac{n}{e} \right\} - 20 \log(50/d) \quad (1)$$

b) Pour une vitesse  $> 20$  milles/heure :

$$L_{\max_L} = 94.8 + 23.5 \log(v/60) + 0.15 \frac{n}{e} + 20 \log(50/d) \quad (2)$$

c) Pour une locomotive électrique avec une vitesse entre 24 et 60 milles/h.:

$$L_{\max_L} = 54 + 30 \log(V/15)$$

(voir référence 37).

où: n est le nombre de wagons par train et e le nombre de locomotives.

pour:  $0 < n < 35$  ,  $e = 1$

$35 < n < 70$  ,  $e = 2$

$70 < n < 105$  ,  $e = 3$

$105 < n$  ,  $e = 4$

$L_{\max_L}$  est le niveau sonore maximal produit par la locomotive

v est la vitesse en milles/heure

d est la distance en pieds entre l'observateur et la voie ferrée.

Tandis que le niveau  $L_{eq}$  pour la locomotive est donné par:

$$L_{eq_L} = L_{max_L}(d) + 10 \log (d/55) + 3 \quad (3)$$

où :  $L_{eq_L}$  est le niveau  $L_{eq}$  produit par la locomotive .

$d$  est la distance entre l'observateur et la voie ferrée.

Le niveau total  $L_{eq}$  durant une période de  $H$  heure produit par le passage d'un train est donné par l'équation suivante:

$$L_{eq}(H) = 10 \log \left[ \frac{1}{H \times 3600} \left\{ 10^{0.1 L_{eq_L} T_L} + 10^{0.1 L_{eq_W} T_W} \right\} \right] \quad (4)$$

où :  $H$  est le nombre d'heure considéré.

$L_{eq_L}$  a été défini par l'équation (3)

$T_L$  = temps de la locomotive

$$T_L \cong e N \left\{ \frac{55}{v} \right\} \left\{ \frac{15}{22} \right\} \text{ sec.} \quad (5)$$

où:  $N$  est le nombre de trains durant la période  $H$

$e$  est le nombre de locomotives par train

$v$  est la vitesse en milles/heure

$$L_{eq_W} \cong 87.8 + 25.7 \log v/60 + 10 \log 50/d - 5 \log \left[ 1 + 4 \left\{ \frac{d}{57n} \right\}^2 \right] \quad (6)$$

$$T_W \cong n N \left\{ \frac{57}{v} \right\} \left\{ \frac{15}{22} \right\} \text{ sec.} \quad (7)$$

Ce modèle peut être modifié de telle sorte qu'il permette d'évaluer le CNEL ou le  $L_{DN}$ ; pour ce faire, on doit poser  $H = 24$  h et substituer à  $N$  les valeurs suivantes dans les équations (5) et (7).

Pour trouver le CNEL:

$$N = (n_D + 3 n_e + 10 n_N) \quad (8)$$

où :  $n_D$  est le nombre de trains entre 7h. et 19h.

$n_e$  est le nombre de trains entre 19h. et 22h.

$n_N$  est le nombre de trains entre 22h. et 7h.

Pour trouver le  $L_{DN}$  :

$$N = (n_D + 10 n_N) \quad (9)$$

où :  $n_D$  = nombre de trains entre 7h. et 22h.

$n_N$  = nombre de trains entre 22h. et 7h.

Exemple:

L'exemple suivant permettra de clarifier ce dernier modèle.

Tableau des données

Soit :  $H = 24 \text{ h.}$

$N = 60$  entre 7h. et 19h.

$N = 30$  entre 19h. et 22h.

$N = 10$  entre 22h et 7h.

$n = 30 \text{ wagons / trains} \Rightarrow e = 1$

$v = 80 \text{ milles/h.}$

$d = 200 \text{ pieds.}$

Nous calculerons d'abord le  $L_{eq}$  (24h.) puis le CNEL et enfin le  $L_{DN}$ .

Valeur de  $L_{eq}(24h.)$

En substituant dans (3), on obtient:

$$L_{eqL} \approx L_{maxL}(200) + 3.56$$

$$L_{maxL}(200) = 94.8 + 23.5 \log 80/60 + (0.15 \times 30) + 20 \log 50/200$$

$$L_{maxL}(200) \approx 90.2$$

$$\text{d'où } L_{eqL} \approx 93.8$$

$$T_L \approx 1 \times 100 \left\{ \frac{55}{80} \right\} \left\{ \frac{15}{22} \right\} \text{ sec.}$$

$$T_L \approx 47 \text{ sec.}$$

$$L_{eqw} = 87.8 + 25.7 \log 80/60 + 10 \log 50/200 - 5 \log \left[ 1 + 4 \left( \frac{200}{57 \times 30} \right)^2 \right]$$

$$L_{eqw} \approx 85$$

$$T_w \approx 30 \times 100 \left\{ \frac{57}{80} \right\} \left\{ \frac{15}{22} \right\} \text{ sec.}$$

$$T_w \approx 1457.4 \text{ sec.}$$

En substituant ces résultats dans (4), on obtient:

$$L_{eq}(24h.) = 10 \log \left\{ \frac{1}{24 \times 3600} \left( (10^{9.38} \times 47) + (10^{8.5} \times 1457.4) \right) \right\}$$

$$L_{eq}(24h.) \simeq 68 \text{ dB(A)}$$

Le % des gens incommodés par un tel niveau de bruit est donné par l'équation suivante:

$$\% \text{ des gens incommodés} = -22 + 1.5 L_{eq}(24h.) \mp 18\%$$

Voir référence (50).

On obtient donc:

$$\% \text{ des gens incommodés} = -22 + 1.5 \times 68 \mp 18\%$$

$$\simeq 80 \mp 18\%$$

Valeur du CNEL

En substituant les valeurs du tableau des données dans (8), on obtient:

$$N = \{60 + (3 \times 30) + (10 \times 10)\} = 250$$

En portant cette valeur dans (5) et (7), on obtient:

$$T_L = 1 \times 250 \left\{ \frac{55}{80} \right\} \left\{ \frac{15}{22} \right\} \text{ sec.}$$

$$T_L \approx 117 \text{ sec.}$$

$$T_W = 30 \times 250 \left\{ \frac{57}{80} \right\} \left\{ \frac{15}{22} \right\} \text{ sec.}$$

$$T_W \approx 3643 \text{ sec.}$$

on obtient donc:

$$\text{CNEL} = 10 \log \left\{ \frac{1}{24} \times 3600 \left( (10^{9.38} \times 117) + (10^{8.5} \times 3643) \right) \right\}$$

$$\text{CNEL} \approx 72 \text{ dB(A)}$$

Valeur du  $L_{DN}$

En substituant les valeurs du tableau des données dans (9), on obtient:

$$N = (90 + (10 \times 10)) = 190$$

En portant cette valeur dans (5) et (7), on obtient:

$$T_L = 1 \times 190 \left\{ \frac{55}{80} \right\} \left\{ \frac{15}{22} \right\} \text{ sec} \approx 89 \text{ sec.}$$

$$T_W = 30 \times 190 \left\{ \frac{57}{80} \right\} \left\{ \frac{15}{22} \right\} \text{ sec} \approx 2769 \text{ sec.}$$

on obtient donc:

$$L_{DN} = 10 \log \left\{ \frac{1}{24 \times 3600} \left( (10^{9.38} \times 89) + (10^{8.5} \times 2769) \right) \right\}$$

$$L_{DN} \approx 71 \text{ dB(A)}$$

$$L_{DN} \approx \text{CNEL}$$

MODELE V -

Un modèle permettant d'évaluer le "CNEL" et le " $L_{DN}$ " comme fonction de la vitesse des trains, de leurs fréquences, du gradient de la voie, des barrières acoustiques, etc... est présenté à la référence (8).

Ce modèle est simple à utiliser; toutefois, il exige plus de calculs que ceux qui ont été décrits précédemment. Il peut-être utilisé pour déterminer les niveaux  $L_{DN}$ ,  $L_{eq}$  et CNEL. Ce modèle a une imprécision de  $\pm 3$  dB(A) pour des distances inférieures à 700 pieds de la voie ferrée.

Ce dernier modèle peut être résumé par les équations suivantes:

$$CNEL = \overline{SENEL} + 10 \log (n_D + 3 n_e + 10 n_N) - 49.4$$

$$L_{DN} = \overline{SENEL} + 10 \log (n_D + 10n_N) - 49.4$$

Dans le cas du CNEL:

$n_D$  = nombre de trains entre 7h. et 19h.

$n_e$  = nombre de trains entre 19h. et 22h.

$n_N$  = nombre de trains entre 22h. et 7h.

Dans le cas du  $L_{DN}$ :

$n_D$  = nombre de trains entre 7h. et 22h.

$n_N$  = nombre de trains entre 22h. et 7h.

où  $\overline{\text{SENEL}}$  : est la valeur moyenne du niveau SNEL pour une catégorie donnée de train.

SNEL = "Single event noise exposure level"

$$\text{où : } \text{SENEL} = 10 \log \left[ 10 + \frac{\overline{\text{SENEL}}_L}{10} + 10 + \frac{\overline{\text{SENEL}}_W}{10} \right]$$

$\text{SENEL}_L$  = Niveau SNEL pour la locomotive

$\text{SENEL}_W$  = Niveau SNEL pour les wagons

$$\text{où : } \text{SENEL}_W = C_1 + C_2 + C_3 + \alpha_W - \alpha_{bw}$$

$$C_1 = 50 + 20 \log V$$

où :  $V$  = vitesse en milles/heure

$$C_2 = 10 \log \left\{ 0.68 \times \frac{L}{v} \right\}$$

où  $L$   $\equiv$  longueur du train en pieds

$v$   $\equiv$  vitesse en milles/heure

$C_3$  est un facteur de correction tenant compte des conditions de la voie ferrée. Les valeurs que peut prendre  $C_3$  sont résumées dans le tableau qui suit:

<u>Caractéristiques des rails</u>	<u><math>C_3</math></u>
1- Rails soudés	0
2- Rails discontinus (joints)	8
3- Passage à niveau, aiguillage ou croisements	8
4- Rayon de courbure $< 600'$	8*
5- Rayon de courbure $600' < R < 900'$	2*
6- Rayons de courbure $> 900'$	0
7- Structures aériennes	
a) structure en acier léger	20
b) structure en acier lourd	10
c) structure en béton	0

\*Pour d'autres valeurs de rayons de courbure, interpoler entre les valeurs 4 et 5 du tableau ci-haut.

N.B.: Dans le cas où plus d'un facteur s'appliquent, considérer le facteur le plus élevé seulement.

La valeur de  $\alpha_w$  peut être trouvée à l'aide de la figure à la page (45).

$\alpha_{bw}$  est la réduction de bruit obtenue à l'aide d'une barrière ou d'un obstacle quelconque interposé entre le train et l'observateur.

$\alpha_{bw}$  peut être calculé en se servant de la méthode décrite à la référence (10).

Dans le cas du  $SENEL_w$ , la source de bruit doit être prise au niveau de l'axe des essieux.

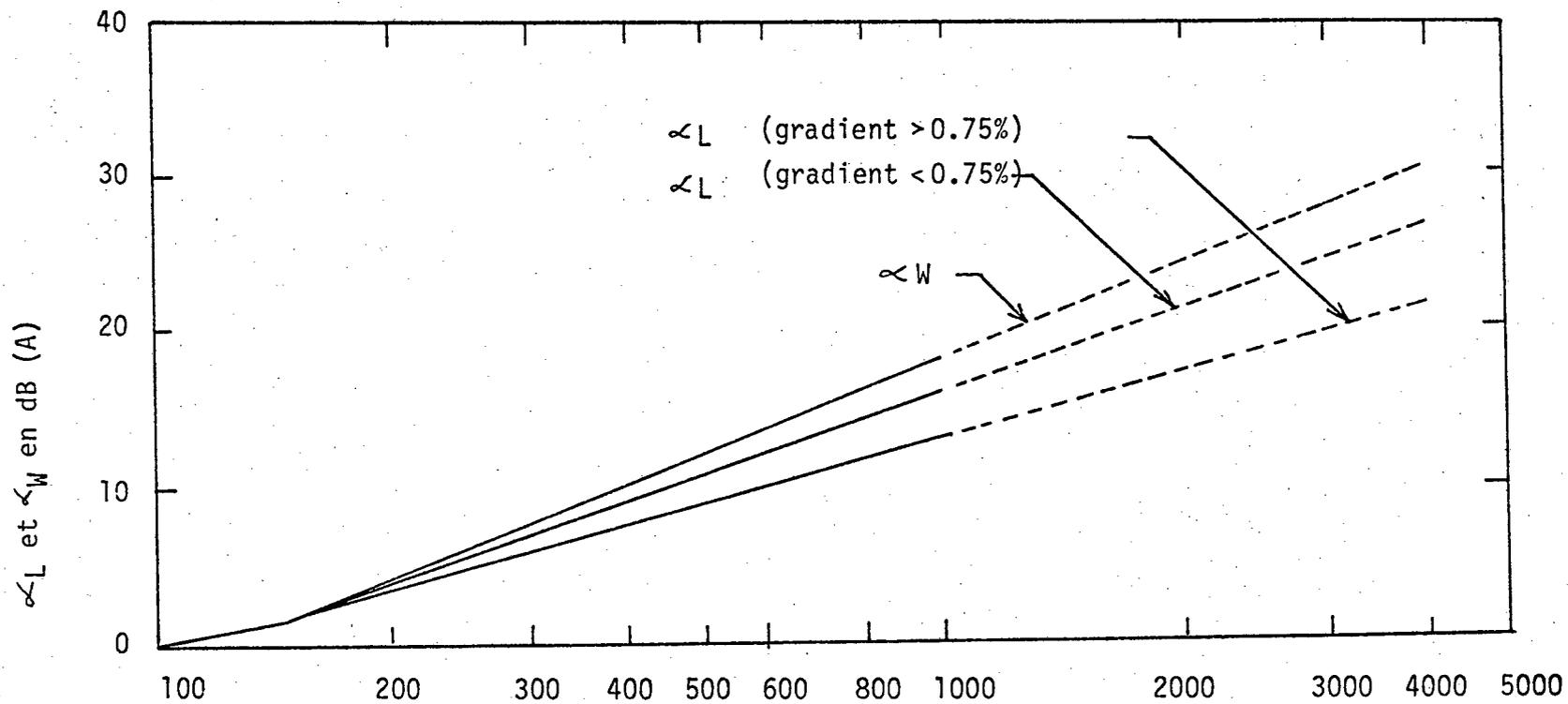
$$SENEL_L = C_4 + C_5 - \alpha_L - \alpha_{bL}$$

La valeur de  $C_4$  pour un train "électrique diésel" peut être trouvée à l'aide de la figure à la page (46).

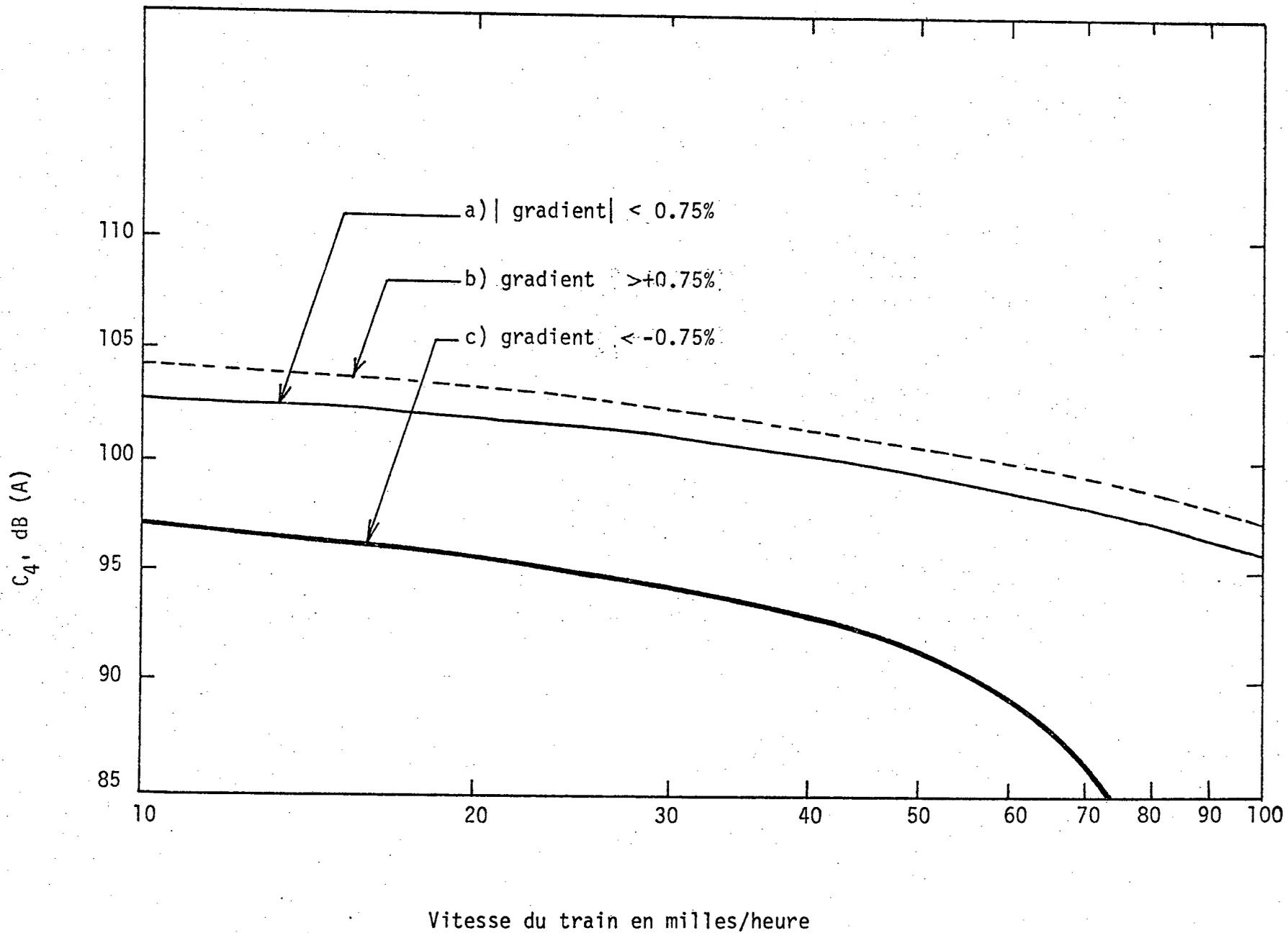
$C_5 = 3$  (lorsque plus d'une locomotive est en opération et que le train roule sur un gradient positif)

$C_5 = 0$  (dans les autres cas)

$\alpha_L$  peut être déterminé à l'aide de la figure à la page (45) et  $\alpha_{bL}$  peut être déterminé à l'aide de la référence (10), cette fois-ci, la source de bruit doit être prise comme étant à 15 pieds au-dessus des rails plutôt qu'au niveau de l'axe des essieux.



Distance entre l'observateur et les rails en pied.



Dans le cas où la locomotive est du type "électrique" ,

$$\text{SENEL}_L \approx 54 + 30 \log \left( \frac{V}{15} \right) - \alpha_{bL}$$

Voir référence (37).

Note: Lorsque la locomotive est "électrique", la source de bruit doit être prise comme étant au niveau de l'axe des essieux.

Exemple:

Pour clarifier ce dernier modèle, nous utiliserons l'exemple suivant:

En une section donnée, le gradient en direction "Est" est de 2.2% tandis qu'en direction "Ouest", il est de -2.2%.

La vitesse moyenne des trains en direction Est est 35 milles/heure et en direction Ouest de 28 milles/heure. La longueur moyenne des trains en direction Est est 3,600 pieds tandis qu'en direction Ouest, elle est de 2,760 pieds. Le nombre de trains par jour en direction Est et Ouest est donné par le tableau suivant:

7h. à 19h.	=	10 trains
19h. à 22h.	=	3 trains
22h à 7h.	=	5 trains

Tous ces trains sont de types "électrique-diésel".

Les rails sont soudés, il n'y a aucune courbe, passage à niveau, aiguillage ou structure aérienne sur cette section.

On obtient donc pour un observateur situé à 800 pieds de la voie ferrée et pour lequel il n'y a aucune barrière acoustique interposée entre lui et la voie ferrée:

Direction Est

1)  $C_1 = 50 + 20 \log 35$

$C_1 \approx 80.8$

2)  $C_2 = 10 \log \left( 0.68 \times \frac{3,600}{35} \right)$

$C_2 \approx 18.5$

3)  $C_3 = 0$

Direction Ouest

$C_1 = 50 + 20 \log 28$

$C_1 \approx 78.9$

$C_2 = 10 \log \left( 0.68 \times \frac{2,600}{28} \right)$

$C_2 \approx 18.0$

$C_3 = 0$

POUR LES WAGONS

Direction "EST":

 $\alpha_w$  à 800 pieds  $\approx 16.5^*$ 

\*voir figure à la page (45).

 $\alpha_{bw} = 0$ Sachant que  $SENE_{LW} = C_1 + C_2 + C_3 - \alpha_w - \alpha_{bw}$ 

on obtient:

 $SENE_{LW} \approx 82.8 \text{ dB(A)}$ 

Direction "OUEST":

 $\alpha_w$  à pieds  $\approx 16.5$  $\alpha_{bw} = 0$  $SENE_{LW} \approx 80.4 \text{ dB(A)}$ 

PRÉLIMINAIRE

POUR LES LOCOMOTIVES

Direction "EST":

$$C_4 \approx 102^*$$

\*voir figure à la page ( 46)

$$C_5 = 0$$

$$\alpha_L \text{ à } 800 \text{ pieds} \approx 12.0^{**}$$

\*\* voir figure à la page ( 45)

$$\alpha_{bL} = 0$$

Sachant que  $SENEL_L = C_4 + C_5 - \alpha_L - \alpha_{bL}$  on obtient:

$$SENEL_L \approx 90 \text{ dB(A)}$$

$$\text{Sachant que } SENEL = 10 \log \left[ 10 \frac{SENEL_L}{10} + 10 \frac{SENEL_W}{10} \right]$$

on obtient:

Direction "EST":

$$SENEL \approx 90.7 \text{ dB(A)}$$

Direction "OUEST":

$$C_4 \approx 95$$

$$C_5 = 0$$

$$\alpha_L \text{ à } 800 \text{ pieds} \approx 14.5$$

$$\alpha_{bL} = 0$$

$$SENEL_L \approx 80.5$$

Direction "OUEST"

$$SENEL \approx 83.5 \text{ dB(A)}$$

Valeur du CNEL

Sachant que:

$$\text{CNEL} = \text{SENEL} + 10 \log (n_D + 3 n_e + 10 n_N) - 49.4$$

et

$$L_{\text{DN}} = \text{SENEL} + 10 \log (n_D + 10 n_N) - 49.4$$

on obtient:

Direction "EST":

$$\text{CNEL} = 90.7 + 10 \log \{ 10 + (3 \times 3) + (5 \times 10) \} - 49.4$$

$$\text{CNEL} \approx 59.7 \text{ dB(A)}$$

Direction "OUEST":

$$\text{CNEL} = 83.5 + 10 \log \{ 10 + (3 \times 3) + (5 \times 10) \} - 49.4$$

$$\text{CNEL} \approx 52.5 \text{ dB(A)}$$

d'où:  $\text{CNEL}_{\text{total}} \approx 60.4 \text{ dB(A)}$

Valeur du  $L_{DN}$

Direction "EST":

$$L_{DN} = 90.7 + 10 \log (13 + 50) - 49.4$$

$$L_{DN} \approx 59.2 \text{ dB(A)}$$

Direction "OUEST":

$$L_{DN} = 83.5 + 10 \log (13 + 50) - 49.4$$

$$L_{DN} \approx 52.1 \text{ dB(A)}$$

$$\text{d'où: } L_{DN} (\text{total}) \approx 60. \text{ dB(A)}$$

Note:  $L_{DN} \approx \text{CNEL}$

### CHAPITRE III

#### QUANTIFICATION DE L'IMPACT SONORE

Le FHWA, aux Etats-Unis, a développé une méthode pour évaluer l'impact sonore produit sur une communauté par l'implantation d'un nouvel autoroute, cette méthode est présentée à la référence (15). Celle-ci peut être généralisée aux chemins de fer, débarcadaires d'autobus, aéroports, etc... Nous présenterons ici une adaptation de cette dernière.

La fraction des gens qui est affectée par l'implantation d'un nouveau projet de transport est donnée par l'équation suivante:

$$FI = 0.05 (L - L_e) \quad \text{pour } L > L_e$$

$$FI = 0 \quad \text{pour } L \leq L_e$$

$$FI = 1.0 \quad \text{pour } L \geq L_e + 20$$

où L est le niveau  $L_{DN}$  ou  $L_{eq}$  (heure de pointe) évalué à l'aide de modèles de simulation ou mesuré à l'aide d'appareils à cet effet et  $L_e$  est donné dans le tableau I qui suit:

Tableau I

Valeurs de  $L_e$  en dB (A)Utilisation des terrains

$$L_{DN} \leq 55$$

Secteur résidentiel et hôpitaux

$$L_{DN} \leq 60$$

Motels, hôtels et pour les communautés près d'une route acheminée, d'un aéroport, d'activités commerciales ou industrielles, etc...

$$L_{eq}(1h) \leq 60$$

Ecoles, églises, parcs

$$L_{eq}(1h) \leq 70$$

Secteur exclusivement commercial ou industriel et terrains de jeux.

$$\text{soit: } NII = \sum_i FI_i P_i$$

$$\frac{i}{P} = \frac{P_i}{P}$$

où : NII = "Noise Impact Index"

 $FI_i$  = valeur de FI dans la classe  $i$  $i$  = indice de la classe { Chaque classe est séparée par un }  
intervalle de 5 dB (A) $P = \sum_i P_i$  = population totale exposée à un excès de bruit tel que défini par les valeurs au tableau I ci-dessus.

L'impact sonore est donné par:

$$\Delta I = \left\{ \frac{P_{LB} - P_{LA}}{P_B} \right\} \times 100\%$$

où:  $\Delta I$  = variation d'impact en %

$P_{LB}$  = valeur de  $P_L$  avant l'implantation du projet

$P_{LA}$  = valeur de  $P_L$  après l'implantation du projet

$P_B$  = population totale affectée par un excès de bruit  
avant l'implantation du projet et ce, en se servant  
des valeurs indiquées au tableau de la page ( 55).

Si  $\Delta I$  est négatif => impact néfaste

Si  $\Delta I$  est positif => impact positif.

## CHAPITRE IV

### DISCUSSION SUR LES SOURCES DU BRUIT D'UN TRAIN

La figure (1) à la page (58) illustre le niveau de bruit enregistré à 100 pieds de la voie ferrée lors du passage d'un train.

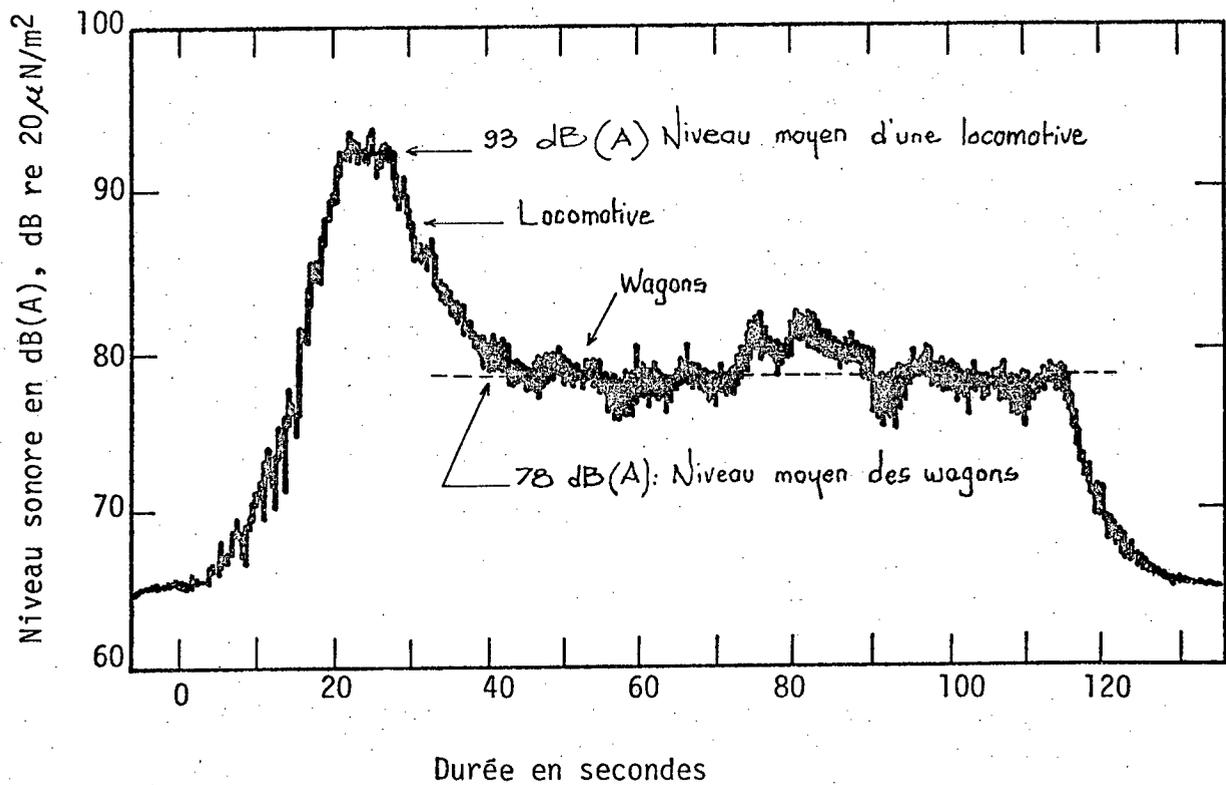
Selon la littérature (voir réf. à la fin du chapitre), il semblerait que le bruit produit par la locomotive ne soit pas une fonction de la vitesse, mais plutôt de la puissance de celle-ci, du "Throttle-Setting", du type de locomotive (diésel-électrique, turbine, électrique), du gradient de la voie ferrée, etc... Tandis que le bruit des wagons (interaction roues/rails) serait une fonction de leurs vitesses et des rails (nature des rails, type de tablier, présence d'aiguillage ou de passage à niveau, courbes, etc.).

#### A) LOCOMOTIVE "diésel-électrique":

Les principales sources de bruit chez ce type de locomotive sont: l'échappement, le carter, les ventilateurs de refroidissement.

Le bruit produit par l'échappement d'une telle locomotive peut être évalué par l'équation suivante:

$$L (50 \text{ pi.}) = 98 + 10 \log (\text{HP}/1500) - T - 3 (\text{"throttle-setting"} - 8)$$



Niveau typique du bruit produit par le passage d'un train comme fonction du temps et ce, à une distance de 100 pi. d'un train filant à 32 milles/h. sur une voie ferrée ayant un gradient de + 0.6%, (Tehachapi Summit).

Figure 1

Cette équation est valable pour les échappements sans silencieux.

où : HP est la puissance de la locomotive en HP

T = -6 pour les locomotives turbines

T = 0 dans tous les autres cas.

Le bruit produit par le carter peut être donné par l'équation suivante:

$$L (50 \text{ pi.}) = 89 + 30 \log (RPM/900) + 10 \log (HP/1500)$$

D'une façon générale, le bruit produit par le carter est inférieur de 9 dB (A) à celui de l'échappement.

La contribution des différentes sources de bruit chez une locomotive (électrique - diésel) est résumée dans le tableau I.

Tableau I

<u>Source</u>	<u>L (50 pi.) en dB (A)</u>
Echappement	86 - 93.5
Carter	80 - 85.5
Ventilateurs (G.E. 1973)	80 - 84
Interraction roues/rails à 40 milles/h.	78

Ces résultats indiquent que la principale source de bruit d'une locomotive est son échappement. Dans bien des cas, celui-ci est situé à environ 15 pieds au-dessus du sol.

Le bruit émis par une locomotive comme fonction du gradient est illustré à la page (62).

Rayonnement sonore d'une locomotive "directivité":

La "directivité" d'une locomotive "Diésel-électrique" est illustrée à la page (63).

B) Train dit "électrique":

Le bruit émis par un train dont la source d'énergie est l'électricité plutôt que le diésel est donné par l'expression suivante:

$$L_{MAX}(100 \text{ pi.}) = 54 + 30 \log(V/15) \quad (1)$$

où V est la vitesse en milles/h.

Cette équation n'est applicable qu'aux locomotives électriques circulant sur des rails soudés en bon état, sur un lit de ballast.

Pour trouver le niveau de pointe à une distance "d" en pieds de la voie ferrée, il faut ajouter à l'équation (1), le facteur  $\Delta L$  défini par l'expression suivante:

$$\Delta L = 10 \log \left\{ \frac{278.7}{d} \tan^{-1} \frac{l}{2d} \right\}$$

ou l = longueur du train en pieds.

d = distance en pieds entre l'observateur et la voie ferrée.

La source prédominante de bruit pour un train "électrique" est l'interaction roues/rail pour des vitesses supérieures à 50 milles/h., alors qu'à des vitesses moindres, c'est le système de refroidissement.

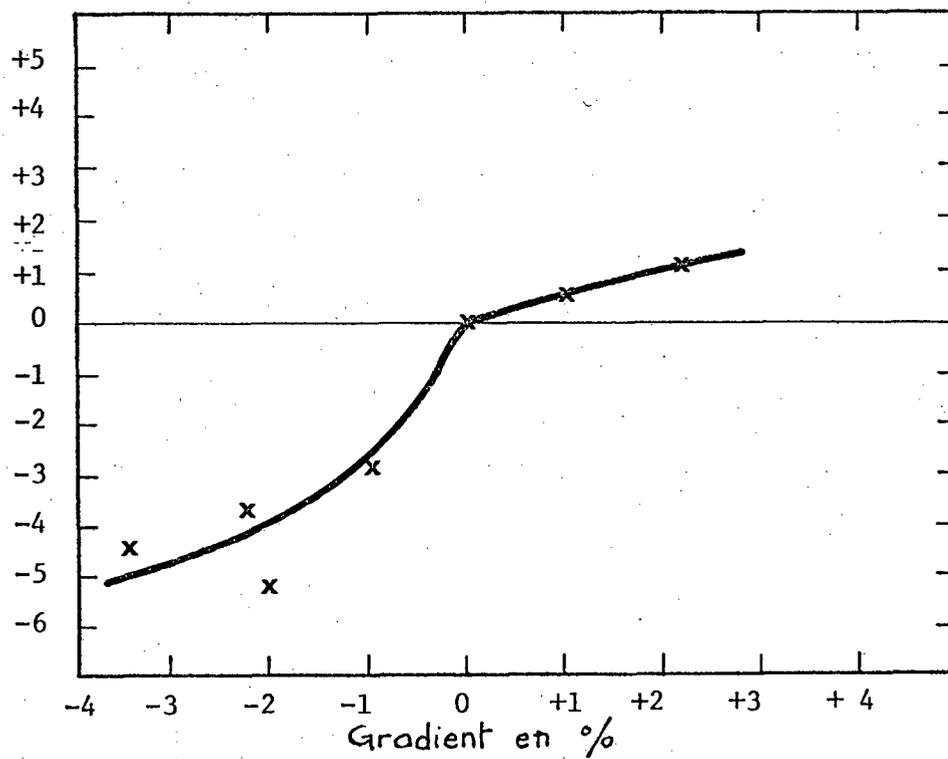
C) Bruit émis par les voitures sur rails:

Le bruit émis par les voitures lorsqu'elles roulent sur des rails soudés avec un lit de ballast est donné par l'expression suivante:

$$L_{\text{MAX}}(100 \text{ pi.}) = 66 - 30 \log (V/20)$$

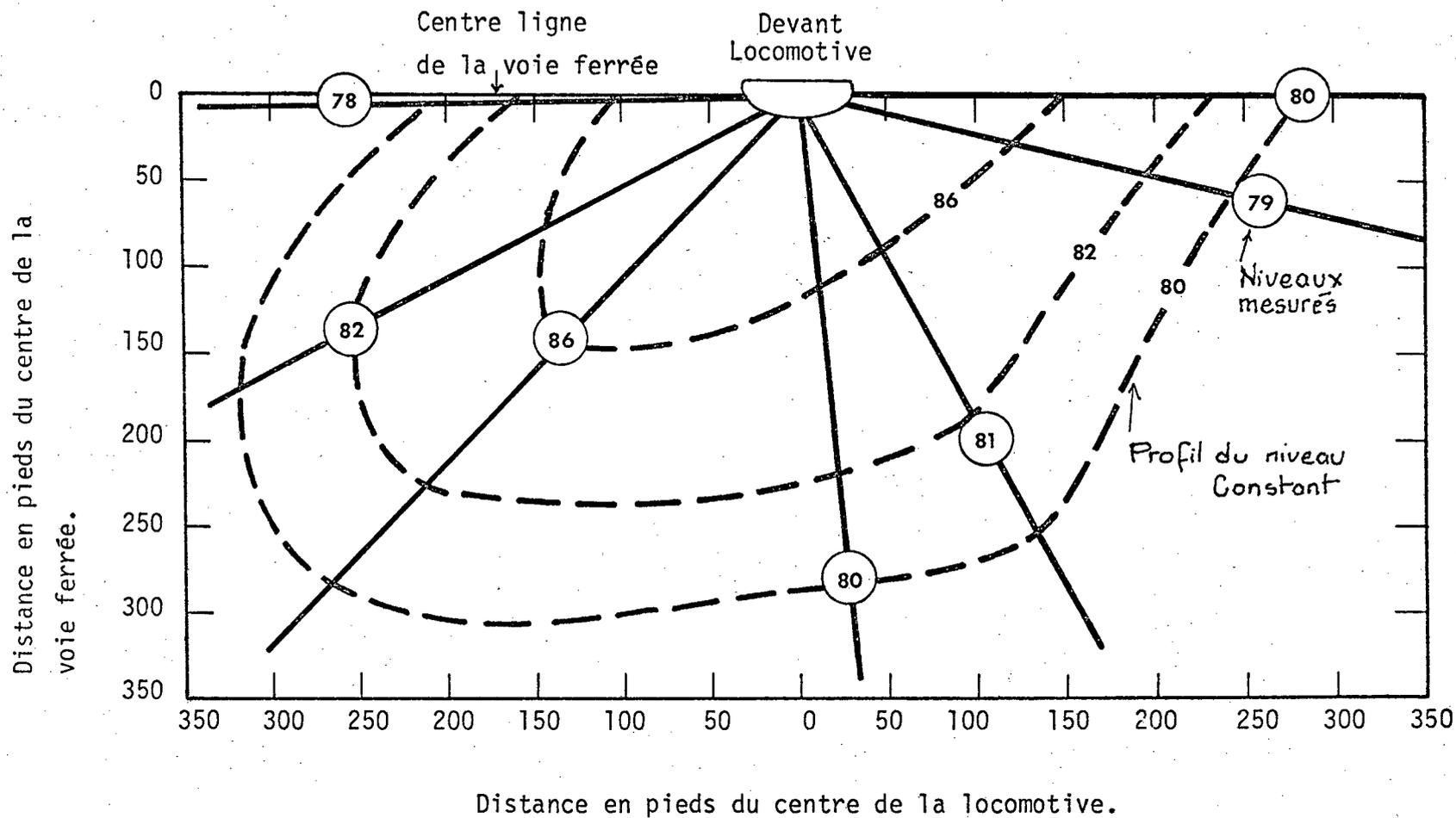
Des facteurs de corrections doivent être ajoutés à ce niveau pour tenir compte de la condition des rails, du type de tablier et des irrégularités des roues "flats". Ces facteurs sont résumés au tableau II.

Variation en dB(A) du niveau sonore d'une locomotive.  
Re = niveau moyen d'une locomotive roulant sur une voie  
ayant un gradient de 0%.



Variations du niveau sonore d'une locomotive  
comme fonction du gradient de la voie ferrée.

Figure 2



Directivité du bruit produit par une locomotive stationnaire (EMD GP35 2500HP) au "Throttle Setting 8". Les niveaux sonores sont en dB(A). Cette expérience a été effectuée au "Missouri Pacific Centennial Yard, Ft., Worth, Texas."

Figure 3

Tableau II

<u>Variabes</u>	<u>Accroissement en dB(A) du niveau sonore</u>
1- Rails avec joints plutôt que soudés	4 à 8
2- Présence d'un passage à niveau ou d'aiguillage	6 à 8
3- Irrégularités dans les roues (aplatissements, cannelures)	jusqu'à 15
4- Passage sur un pont ou viaduc	
a) structure légère en acier	jusqu'à 30
b) structure lourde en acier	jusqu'à 15
c) structure de béton	0 jusqu'à 12
5- Rayons de courbure	
a) $R < 600$ pieds	15 à 25
b) $600 \text{ pieds} < R < 900 \text{ pieds}$	5 à 15

Note: Ces facteurs de correction agissent indépendamment les uns des autres. Lorsque plusieurs de ceux-ci sont combinés, l'accroissement net n'est pas égal à la somme de chacun des facteurs, mais habituellement égal à la valeur du plus grand.

D) Sifflet et cloche d'une locomotive:

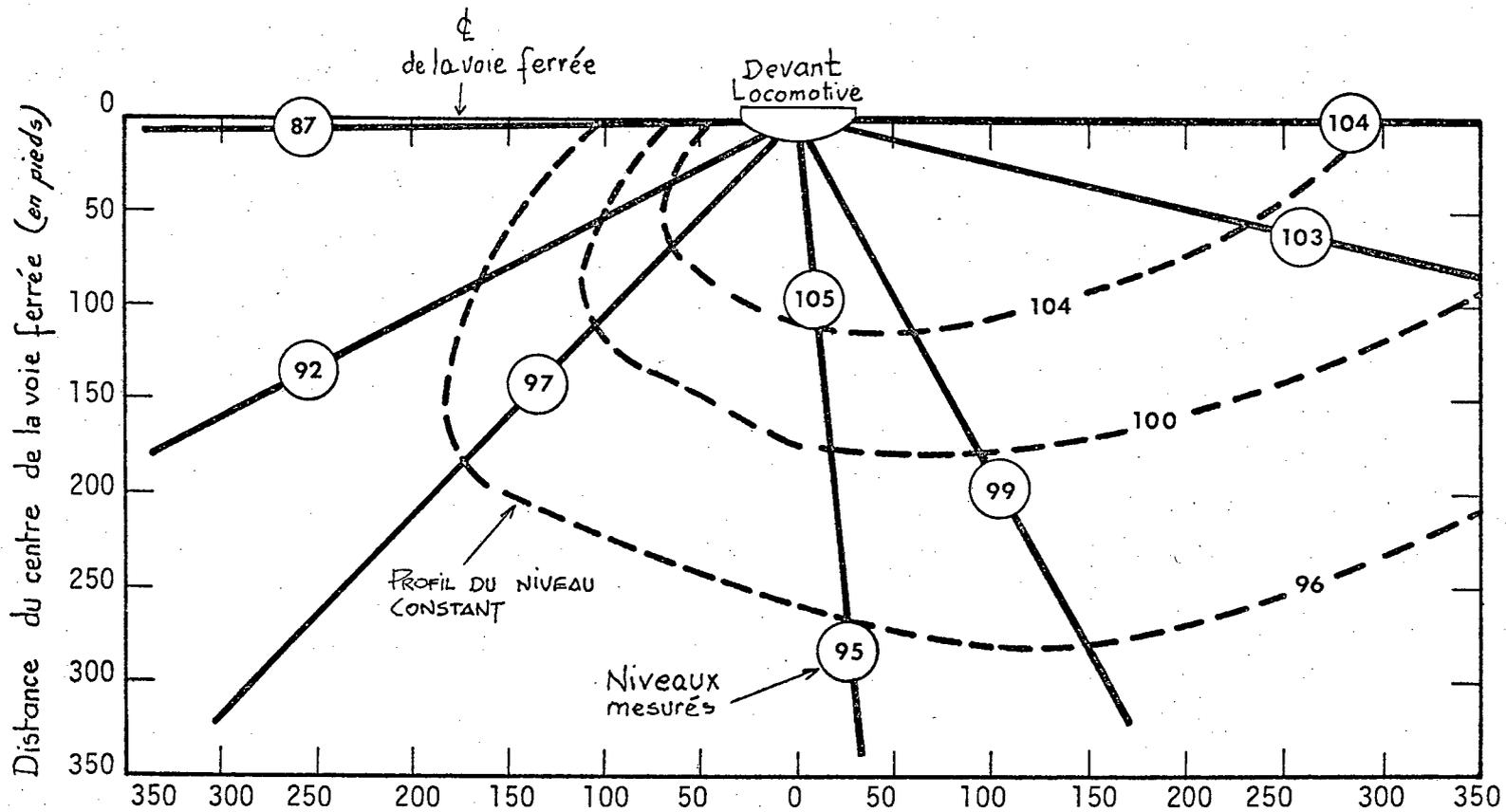
L'intensité sonore d'un sifflet d'une locomotive est donnée par l'expression suivante:

$$L_s(d \text{ pi.}) = 105 + 20 \log (50/d) \mp 10$$

où d est la distance en pieds de la locomotive tandis que l'intensité maximale de la cloche est donnée par:

$$L_e(d \text{ pi.}) = 71 + 20 \log (100/d)$$

Les schémas aux pages ( 66 ) et ( 67 ) illustrent la directivité et le contenu spectral d'un sifflet de locomotive.



Directivité du sifflet d'une locomotive stationnaire (EMD GP 35 2500HP)

Les niveaux sonores sont en dB(A). Cette expérience a été effectuée au "Missouri Pacific Centennial Yard, Ft., Worth, Texas".

Figure 4

Niveau de la bande "1/3 d'octave" avec pondération "A" (dB re 20 $\mu$ N/m<sup>2</sup>).

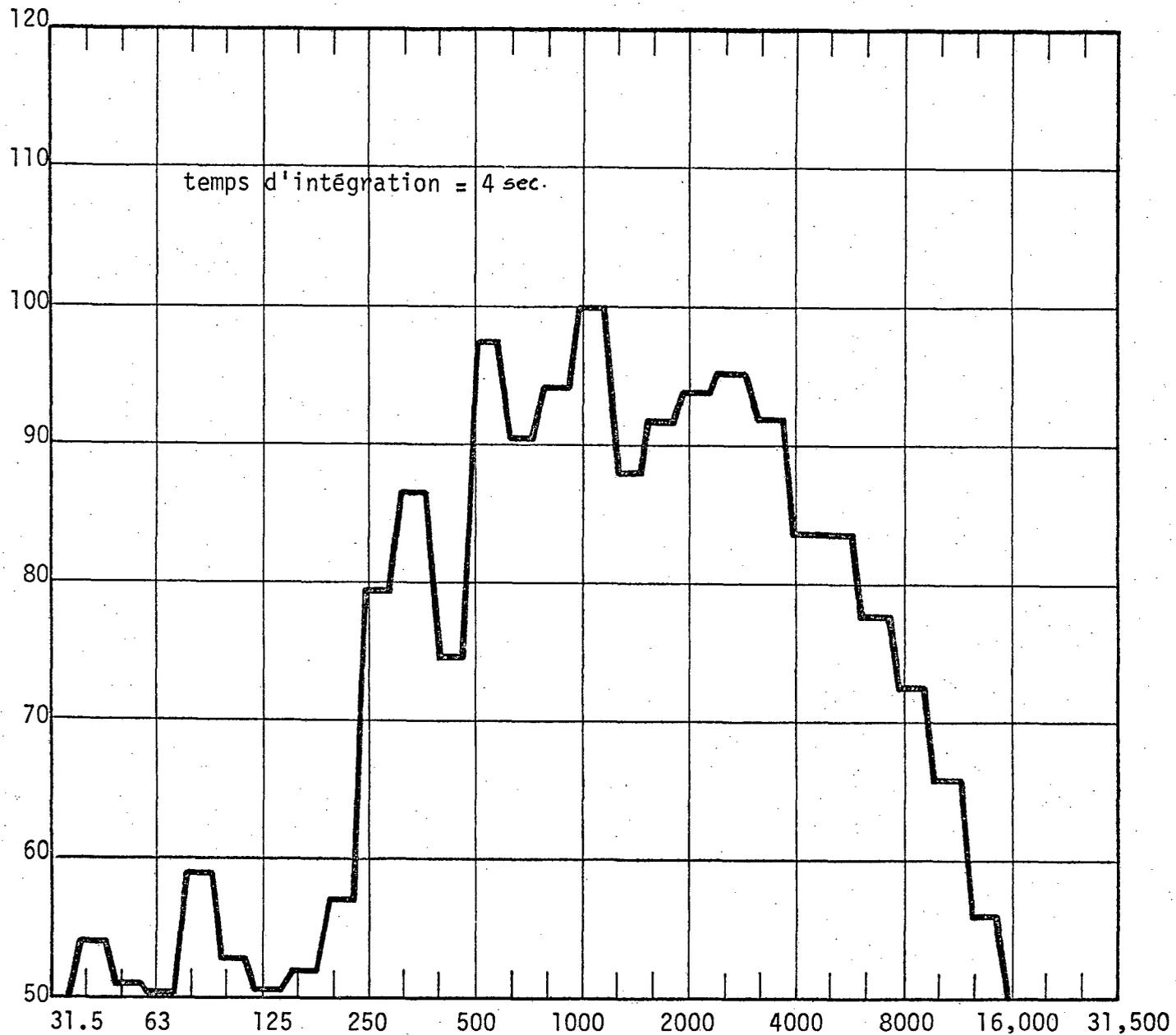


Figure 5

Spectre sonore d'un sifflet de locomotive fait avec un filtre 1/3 d'octave de pondération "A", à une distance de 250 pi. du devant d'une locomotive (EMD GP 35) au "Missouri Pacific Centennial Yard, Ft. Worth, Texas"

## E) BRUIT PRODUIT PAR L'INTERACTION DES ROUES/RAILS

Le crissement des roues d'un train est un bruit aigu ayant un ou deux sons purs dans la région du spectre sonore comprise entre 2.5 et 5K Hz. Ce bruit est produit lorsque des wagons négocient une courbe serrée dont le rayon de courbure est plus faible que 900 pieds (270 m.). D'une façon générale, il semble que ce bruit ne soit pas une fonction de la vitesse des wagons ou du rayon de courbure.

Ce crissement aurait comme origine un mécanisme que l'on pourrait nommer "adhérence-glissement". Lorsqu'un wagon négocie une courbe, il y a une force sur la route qui tend à la faire glisser sur le rail, mais la friction s'oppose à cette force. Celle-ci s'accroît jusqu'à atteindre la valeur de la force de friction; alors la roue commence à glisser. Le coefficient de friction dynamique étant habituellement plus faible que le coefficient de friction statique, la roue continue à glisser tant et aussi longtemps que la force en question excède la force de friction dynamique. Lorsqu'elle est moindre, la roue arrête de glisser et adhère sur le rail. Cette succession "adhérence et glissement" se poursuit à un rythme très rapide.

Trois phénomènes peuvent donner lieu à ces crissements dans une courbe:

### 1- Glissement des roues sur les rails:

Les roues à l'intérieur de la courbe doivent glisser sur le rail intérieur, puisque les roues intérieures et extérieures sont fixées à un même essieu.

2- Friction entre le patin des roues et le rail:

Cette friction a lieu lorsque le patin des roues extérieures frotte sur le rail extérieur de la courbe.

3- Mouvement radial des essieux:

Habituellement, les wagons ont à chacune de leurs extrémités, deux essieux parallèles reliés entre eux par un cadre fixe. Ces deux essieux parallèles ne peuvent être simultanément perpendiculaires aux rails dans une courbe. L'essieu avant tend à sortir de la courbe alors que l'essieu arrière tend à entrer dans la courbe.

Note: Ces renseignements relatifs aux sources de bruit chez un train ont été extraits des références ( 6, 8, 23 et 37).

## CHAPITRE V

### IMPACT SONORE D'UN METRO SUR UNE COMMUNAUTE

Plusieurs communautés ou individus croient que l'implantation d'un métro plutôt qu'un système de transport à la surface du sol élimine complètement l'impact environnemental associé à un tel système. Toutefois, l'expérience a montré qu'il en était autrement.

Quatre sources d'impact sont reliés à l'opération d'un métro:

- a) vibrations et bruit transmis du métro jusqu'aux édifices avoisinants au travers des strates géologiques.
- b) bruit aérien provenant du passage des trains et transmis à la surface au travers des puits de ventilation.
- c) bruit aérien produit par les ventilateurs.
- d) bruit aérien provenant des équipements auxiliaires tels: les stations de pouvoir électrique, les tours de refroidissement, etc...

Les sources b, c et d peuvent être traitées de façon conventionnelle à l'aide de boucliers, matériaux absorbants, déflecteurs, etc...

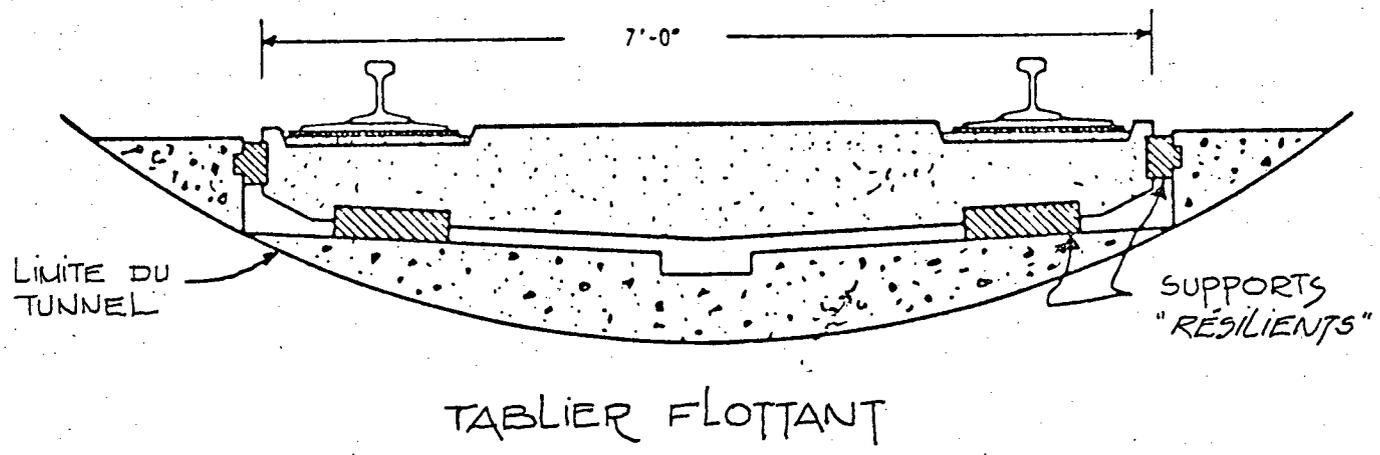
Cependant, le contrôle ou la réduction du bruit et des vibrations transmis au travers des strates géologiques est un problème complexe, requérant des techniques spéciales. Chaque élément situé sur le chemin de transmission doit être considéré et ce, à partir des rails jusqu'aux édifices adjacents.

L'amplitude de ces vibrations est habituellement trop faible pour constituer un danger pour les structures adjacentes ou même pour être ressenties par le public à la surface du sol ou dans les résidences situées à proximité. Toutefois, ces vibrations peuvent être transmises aux parois des habitations et produirent à l'intérieur de celles-ci un bruit de roulement, pouvant constituer une intrusion désagréable pour les résidents.

En utilisant les techniques les plus récentes pour le design des rails et des véhicules, les vibrations peuvent être réduites de façon à prévenir l'intrusion de bruit à des distances de 100 à 200 pieds (30 à 60 m.). En fait, cela dépend de la nature des strates, du type de construction des édifices, de la vitesse du train et ses caractéristiques, etc... .

Il semblerait que les véhicules dotés de pneus ou d'une suspension pneumatique créent des vibrations dont la fréquence est plus faible mais de même amplitude que celles produites par des véhicules avec des roues en acier (réf.: 6).

Lorsque les véhicules ont des roues en acier, une réduction substantielle peut être obtenue pour les fréquences de (31.5 → 500 Hz) en utilisant un tablier flottant. (voir schéma à la page ( 72 ).



On doit apporter une attention particulière à la nature des strates, car l'atténuation des vibrations avec la distance en dépend beaucoup. (voir réf.: 25).

Il semblerait que la présence d'eau dans le sol augmente l'efficacité du transfert d'énergie sous forme de vibrations entre le sol et le tunnel du métro ainsi qu'entre le sol et les parois des habitations, mais elle n'affecterait pas de façon significative les vibrations dans le sol une fois que l'énergie a été transmise au sol (réf.: 6).

Le tableau suivant donne les valeurs maximales en dB(A) à ne pas excéder pour le bruit transmis au travers des strates jusqu'à l'intérieur des habitations.

<u>Type de communauté</u>	<u>Type d'habitation</u>		
	<u>unifamiliale</u>	<u>multifamiliale</u>	<u>hôtel/motel</u>
Résidentielle à faible densité	30	35	40
Résidentielle à densité moyenne	35	40	45
Résidentielle à haute densité	35	40	45
Commerciale	40	45	50
Industrielle	40	45	55
Salles de concert ou studios d'enregistrement		25	
Auditoriums		30	
Eglises et théâtres		35	
Hôpitaux		35-40	
Ecoles et librairies		40	
Edifices commerciaux		45-55	

Note: Tous ces niveaux sont en dB(A)

Réf.: (6, 12, 13, 14, 25, 29 et 47).

CHAPITRE VINIVEAUX LIMITES SOUHAITABLES A L'INTERIEUR DES VEHICULES ET DANS LES STATIONS

Les valeurs limites des tableaux qui suivent sont considérées comme souhaitables compte tenu de la technologie existante.

Ces différents tableaux sont suivis d'une brève discussion. Ils ont été extraits de la référence (47).

1. A l'intérieur des véhicules lorsqu'il n'y a pas de passagers:

	<u>Niveaux sonores</u> <u>limites en dB(A)</u>
1.1. Le véhicule est à l'extérieur, file à sa vitesse maximale sur des rails soudés avec un lit de ballast. (ajouter 5 dB(A) lorsque les rails sont reliés par des joints).	70
1.2. Le véhicule est à l'extérieur, file à sa vitesse maximale sur un lit de béton plutôt qu'un ballast.	74
1.3. Le véhicule est dans un tunnel et file à sa vitesse maximale.	80
1.4. Le véhicule est au repos et tous les équipements auxiliaires sont en opération.	68
1.5. Le véhicule est au repos et un seul système de l'équipement auxiliaire est en opération.	65
1.6. Utilisation des portes.	72

## DISCUSSION

### Intérieur des véhicules:

Les niveaux fixés pour l'intérieur des véhicules doivent être mesurés à 4 pieds (1.2 m.) au-dessus du plancher, le long de la ligne centrale dudit véhicule, lorsqu'il n'y a pas de passagers. Ces mesures doivent être prises à l'aide d'instruments ayant des spécifications conformes aux standards "ANSI" SL. 4-1971 pour les sonomètres.

On utilisera la réponse lente du sonomètre lorsque le niveau sonore émis par la source est constant.

Exemple: bruit à l'intérieur d'un véhicule, bruit émis par l'équipement auxiliaire lorsque le véhicule est au repos.

La réponse rapide devra être utilisée lorsque la source de bruit est en mouvement ou que le niveau sonore émis par la source est transitoire.

Exemple: bruit à l'extérieur produit par le passage d'un véhicule, utilisation des portes, etc...

### Véhicules à l'extérieur:

Pour que les passagers soient confortables, et que la communication entre ceux-ci se fasse aisément, le niveau de bruit à l'intérieur des véhicules ne devrait pas excéder 70 dB(A), lorsque ledit véhicule opère dans des conditions normales, à sa vitesse maximale, sur des rails soudés avec un lit de ballast. Des efforts pour réduire d'une façon significative ce niveau ne sont pas souhaitables, si l'on veut garantir une certaine intimité de la conversation entre les passagers du véhicule.

Dans le cas où le véhicule opère sur un lit de béton ou sur une structure aérienne (pont, viaduc), le niveau intérieur ne devrait pas excéder 74 dB(A) lorsqu'il roule à sa vitesse maximale.

### Véhicules sous la terre (tunnel):

Lorsque le véhicule opère à sa vitesse maximale, un niveau de 80 dB(A) ne devrait pas être excédé à l'intérieur dudit véhicule. Trois solutions peuvent être envisagées pour rencontrer cette limite:

- a) Isoler adéquatement le véhicule;
- b) Recouvrir les murs du tunnel d'un matériel absorbant;
- c) Utiliser une combinaison des deux premières solutions.

Certaines difficultés lors de la sélection d'un matériel absorbant et durable pour les parois du tunnel ont déjà été rencontrées, indiquant qu'une réduction du bruit apportée à l'aide d'une meilleure isolation de l'habitacle du véhicule semble être préférable, bien que cela implique un véhicule plus lourd et plus coûteux. Dans d'autres cas, des succès ont été enregistrés lors du traitement acoustique des tunnels permettant ainsi des exigences moins rigoureuses pour l'isolement de l'habitacle des véhicules.

Une isolation accrue des murs, portes, fenêtres et toits n'est pas nécessaire lorsque le véhicule opère à l'extérieur. Seule l'isolation du plancher est de première importance dans ce cas (aucune surface réfléchissante autre que le sol à proximité du véhicule).

#### Équipement auxiliaire:

Lorsque le véhicule est au repos et que tous les équipements auxiliaires sont en opération, tels le système de ventilation, chauffage, compresseur, alternateur, etc..., le niveau à l'intérieur ne devrait pas excéder 68 dB(A). Lorsqu'un seul système de cet équipement opère, le bruit à l'intérieur ne devrait pas excéder 65 dB(A).

Le bruit produit par l'utilisation des portes ne devrait pas excéder 72 dB(A) à 1 pied (.3 m.) ou plus de la porte et ce, en utilisant la réponse rapide du sonomètre.

Sons purs:

Tous ces niveaux doivent être réduits de 3 dB(A) si des sons purs dans la région du spectre sonore comprise entre 300 et 4,000 Hz sont présents.

La présence des sons purs est significative si lors d'une analyse spectrale faite à l'aide d'un filtre 1/3 d'octave, le niveau dans l'une des bandes est de 4 dB(A) ou plus au-dessus de la moyenne arithmétique de deux bandes adjacentes ne contenant aucun son pur.

2. Vibrations à l'intérieur du véhicule dues à l'équipement auxiliaire lorsque le véhicule est au repos:

Les mesures de vibrations doivent être prises à l'intérieur des véhicules, sur les surfaces avec lesquelles les passagers sont normalement en contact, tels le plancher, cadre de sièges, etc....

Niveaux limites

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| 2.1. Amplitude maximale pour des fréquences allant jusqu'à 1.4 Hz.     | 0.01" "crête à crête" |
| 2.2. Accélération maximale, pour des fréquences allant de 1.4 à 20 Hz. | 0.10g. "crête"        |
| 2.3. Vitesse maximale pour une fréquence au-dessus de 20 Hz.           | 0.03"/sec. "crête"    |

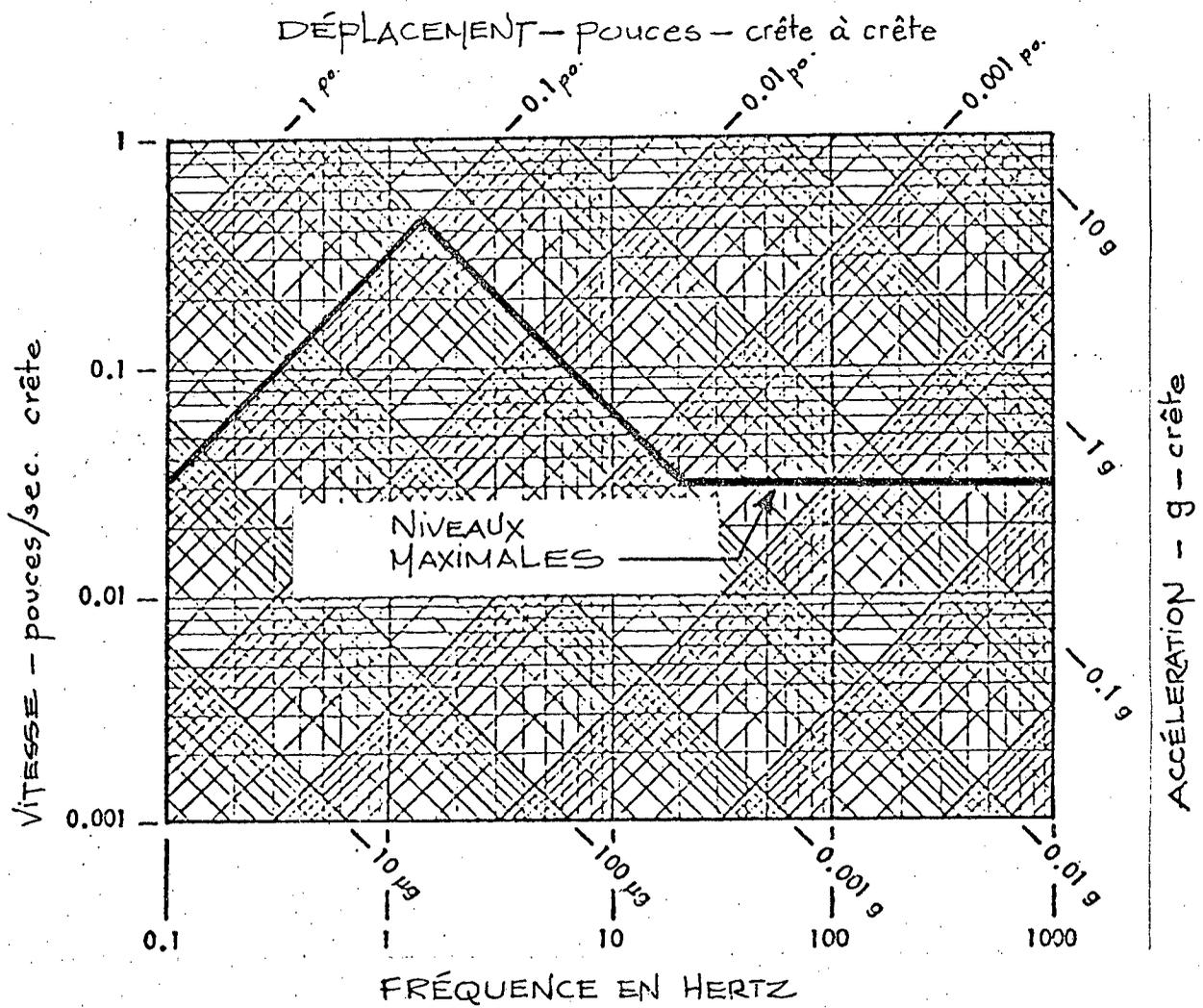


FIG. VIBRATIONS MAXIMALES À L'INTÉRIEUR DES VÉHICULES

## DISCUSSION

### Vibrations:

Les vibrations du plancher, des sièges, etc... peuvent, si elles sont fortes, incommoder les passagers du véhicule. D'une façon générale, on peut dire que la réponse de l'homme face aux vibrations est approximativement proportionnelle à:

- a) l'accélération pour les fréquences en-dessous de 20 Hz;
- b) la vitesse pour les fréquences au-dessus de 20 Hz.

Le rapport  $\left\{ \frac{\text{sensibilité aux vibrations horizontales}}{\text{sensibilité aux vibrations verticales}} \right\}$

varie entre .3 et .6 pour les fréquences supérieures à 1 Hz.

L'amplitude maximale des vibrations aux très basses fréquences doit être restreinte si l'on veut enrayer la perception visuelle des vibrations.

L'amplitude maximale de celles-ci devrait être limitée à 0.01" "crête à crête" pour les fréquences allant jusqu'à 1.4 Hz.

Jusqu'à des fréquences de 20 Hz, l'accélération des vibrations devrait être limitée à 0.01g. "crête" et au-dessus de 20 Hz, la vitesse des vibrations ne devrait pas excéder 0.03"/sec. "crête". Ces normes sont valables pour toutes les surfaces avec lesquelles les passagers sont normalement en contact.

### 3. Stations souterraines:

	<u>Niveaux sonores limites</u> <u>en dB(A)</u>
3.1. Bruit au niveau des plates-formes lorsque le train pénètre ou quitte la station,	80 - 85
3.2. Bruit au niveau des plates-formes lorsque le train passe au travers de la station.	85
3.3. Temps de réverbération sur l'aire des plates-formes,	1.2 à 1.4 sec.
Temps de réverbération sur l'aire des plates-forme, lorsqu'elles ont une coupe transversale grande (plusieurs voies),	1.4 à 1.6 sec.
3.4. Niveau sonore sur les plates-formes lorsque seulement le système de ventilation et les escaliers roulants sont en opération.	55
3.5. Niveau de bruit dans les cabines (téléphoniques et autres) à l'intérieur des stations.	50

La réduction significative minimale qui doit être obtenue à l'aide d'un traitement acoustique, pour le bruit réverbéré dans un tunnel, est de 7 dB(A).

## DISCUSSION

### Stations souterraines:

#### Bruit des trains:

Les trains qui opèrent à des vitesses maximales de 80 milles/h., peuvent, en utilisant leurs freins et leur accélération, entrer ou sortir des stations à 50 milles/h.; en fait, cela dépend de la longueur des plates-formes, des gradients à l'approche ou à la sortie, l'espacement entre les stations et d'autres facteurs.

Le niveau maximal de bruit ne devrait pas excéder 80 à 85 dB(A); pour ce faire, il y aurait lieu d'utiliser des fixations adéquates pour les rails et traiter les stations à l'aide de matériaux absorbant. Pour les trains "express" qui passent au-travers des stations sans s'arrêter, le niveau de bruit devrait être limité à 85 dB(A).

Lorsque le véhicule est au repos, le niveau de bruit en tous points sur les plates-formes ne devrait pas excéder 68 dB(A).

## DISCUSSION

### Bruit dans les stations à l'extérieur:

Le bruit sur les plates-formes des stations extérieures ne devrait pas excéder 75 à 80 dB(A) pour les trains roulant sur des rails soudés avec lit de ballast, et 80 à 85 dB(A) lorsque le lit est de béton.

La localisation des stations peut être un problème, surtout lorsqu'elles sont dans la bande médiane ou près d'une autoroute, dans l'emprise d'une voie ferrée, etc...

Dans certains cas, un traitement acoustique avec des murs, talus, etc... peut s'avérer obligatoire pour réduire le bruit sur les plates-formes.

5. Niveaux sonores pour les employés:

Pour enrayer l'exposition excessive des employés au bruit, le niveau  $L_{eq}(8h.)$  ne devrait pas excéder 75 dB(A) à la position de l'opérateur.  
(voir référence 17).

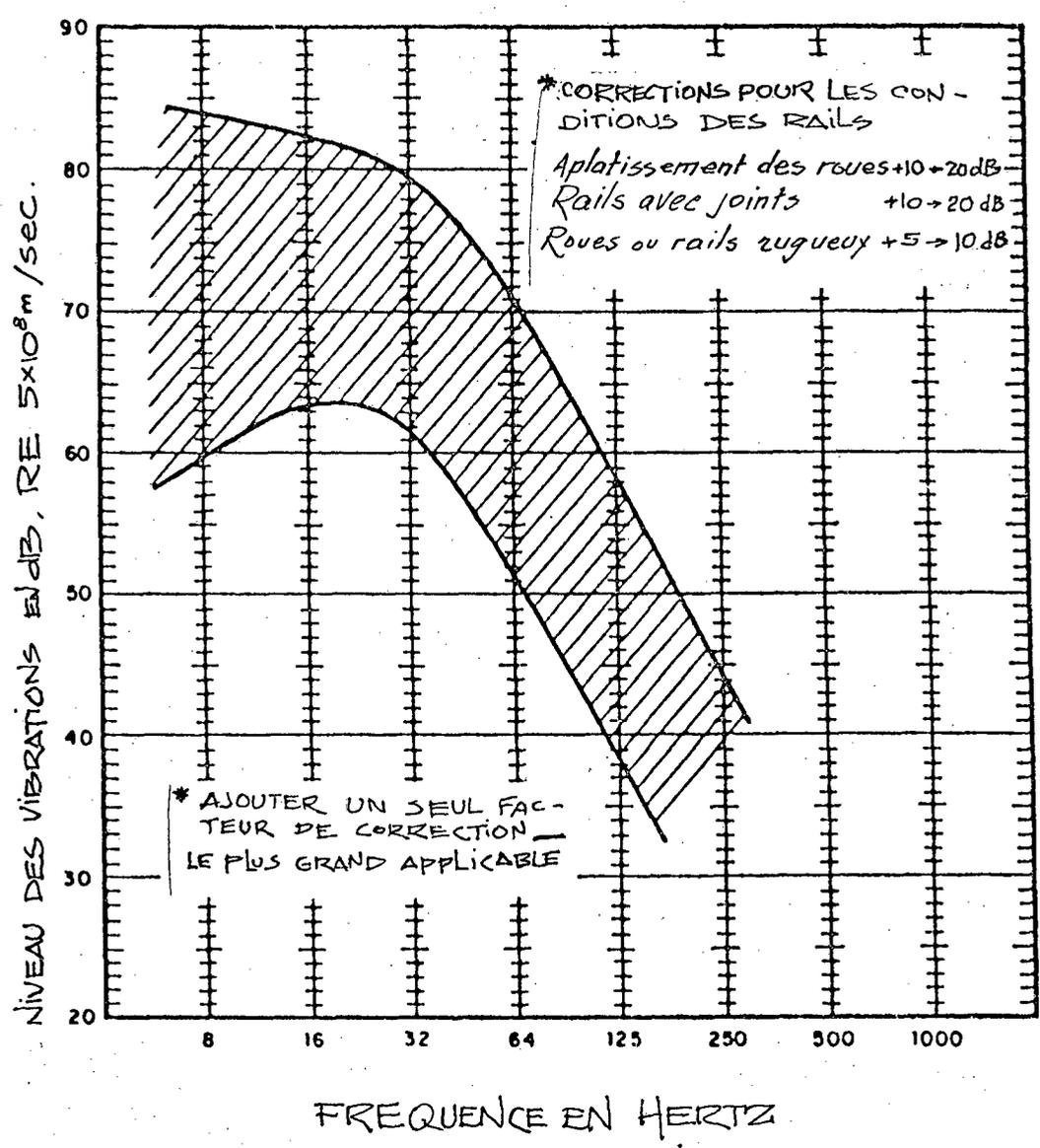
## CHAPITRE VII

### MODELE POUR LES VIBRATIONS DE SURFACE CAUSEES PAR LE PASSAGE D'UN TRAIN

Ce modèle de simulation a été extrait de la référence (22).

L'essentiel de ce modèle est résumé par les figures (1) et (2) aux pages ( 91) et ( 92).

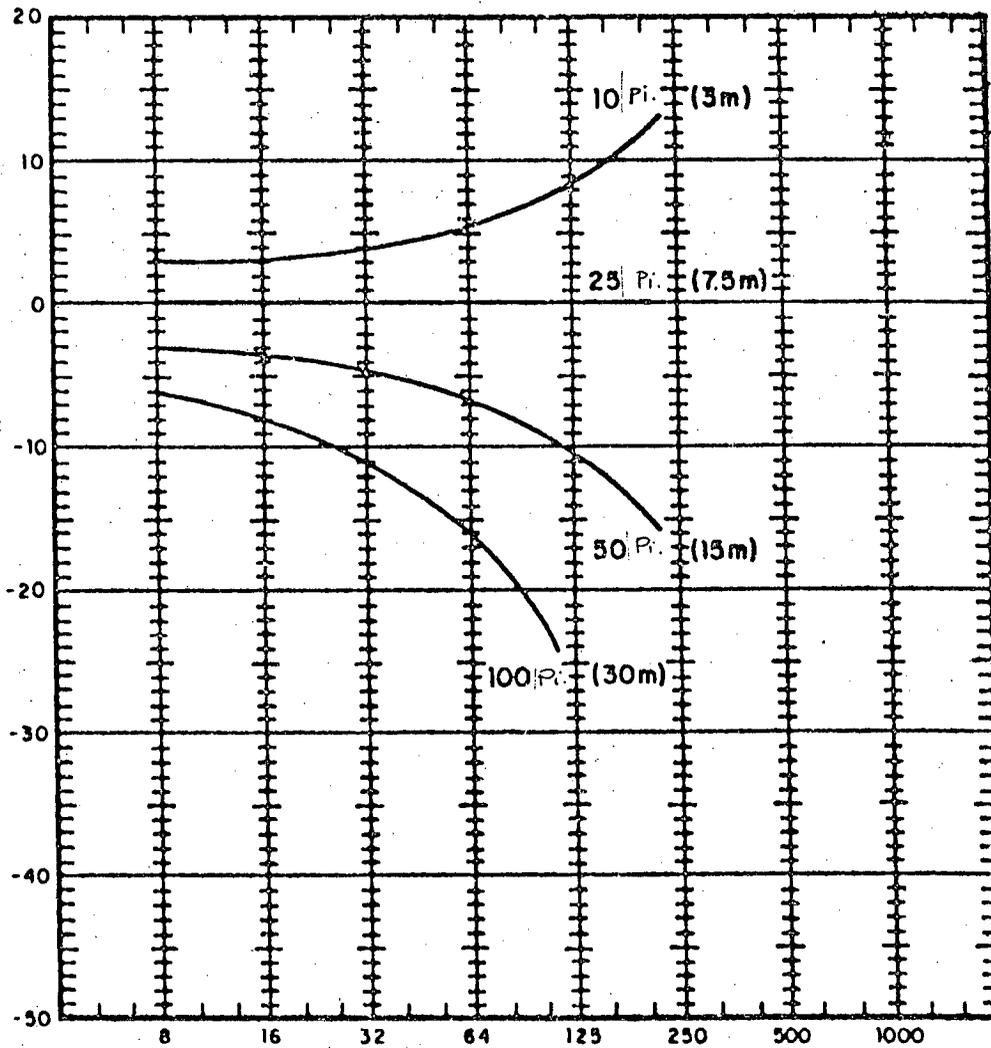
L'atténuation des vibrations avec la distance est fonction de la fréquence et de la nature du sol; elle est plus grande pour l'argile que pour le sable ou le gravier et est très faible pour la roche.



Ajouter  $20 \log V/60$  comme facteur de correction pour la vitesse. (V en milles/heure)

NIVEAUX DES VIBRATIONS à 25 pi. D'UNE VOIE FERRÉE AYANT DES RAILS SOUDÉS SUR UN LIT DE BALLAST

DIFFÉRENCE ENTRE L'AMPLITUDE DES VIBRATIONS POUR  
CERTAINES DISTANCES & 25 pi. en dB  
 $L_v(d) - L_v(25')$



FREQUENCE EN HERTZ

PROPAGATION DES VIBRATIONS À LA  
SURFACE DU SOL

## CHAPITRE VIII

### VARIATION DES NIVEAUX L<sub>5</sub>, L<sub>10</sub> et L<sub>50</sub> DUE A UNE DIMINUTION DU DEBIT AUTOMOBILE SUR LES AUTOROUTES DECARIE ET BOULEVARD METROPOLITAIN

Le bruit engendré par la circulation sur ces autoroutes constitue un impact sonore sévère pour les riverains de ces voies rapides.

L'importance de cet impact est une fonction de plusieurs paramètres, tels: le débit, la vitesse des véhicules, la composition de la circulation (% de camions), la topographie, les conditions atmosphériques (gradient thermique, vents, humidité), etc....

Nous étudierons uniquement ici la variation du niveau de bruit comme fonction du débit horaire des automobiles, et ce, en faisant l'hypothèse que tous les autres paramètres demeurent constants.

En fait, la vitesse des véhicules sur une autoroute est une fonction du débit horaire des automobiles. De même, le débit horaire des véhicules lourds sur certaines autoroutes pourrait être une fonction complexe du débit horaire des automobiles.

Nous nous limitons au débit horaire des automobiles puisque celui-ci est de tous les paramètres, le plus susceptible de varier d'une façon notable suite à l'implantation d'un système intégré de transport en commun.

Pour cette étude, nous utiliserons le modèle de simulation présenté à la référence (33).

L'essentiel de ce modèle de simulation peut être résumé par ces trois équations:

$$L_{50} = 30.4 + 14.5 \log (V_e + 3 V_t) - 11.5 \log D + 0.16S \quad (1)$$

$$L_{10} = 52.7 + 11.2 \log (V_e + 3 V_t) - 1.48 \log D + 0.21S \quad (2)$$

$$L_5 = 56.5 + 11.1 \log (V_e + 3 V_t) - 16.0 \log D + 0.23S \quad (3)$$

où:

$L_5$ ,  $L_{10}$  et  $L_{50}$  sont respectivement les niveaux sonores en dB(A) dépassés pendant 5, 10 et 50% du temps durant lequel s'effectue l'échantillonnage.

$V_e$  = débit horaire des automobiles (poids  $\leq$  10,000 lbs)

$V_t$  = débit horaire des camions (poids  $\geq$  10,000 lbs)

$D$  = distance en pied entre l'observateur et l'arête de la chaussée

$S$  = vitesse moyenne du trafic en milles/heure

BOULEVARD METROPOLITAIN

En 1974, devant l'O.N.F. sur la voie en direction ouest, le débit horaire à la 30<sup>e</sup> heure était  $\approx 4,322$   $\frac{\text{véhicules}}{\text{heure}}$  tandis qu'en direction est, il était  $\approx 4,819$   $\frac{\text{véhicules}}{\text{heure}}$ .

Le débit total pour les deux voies à la 30<sup>e</sup> heure en 1974 est donc égal à :  $4,322 + 4,819 = 9,141$  véhicules/heure.

Sur ce boulevard, la composition du trafic est environ 12% de véhicules lourds (3 essieux et plus).

On obtient donc  $V_t = .12 \times 9,141 \approx 1,100$   $\frac{\text{véhicules lourds}}{\text{heure}}$

$$V_c = 9,141 - 1,100 \approx 8,040 \text{ autos/heure}$$

Calculons la réduction des niveaux  $L_{50}$ ,  $L_{10}$  et  $L_5$  en supposant que  $V_c$  soit réduit de 10%, 30%, 50% et 90%

En se servant de (1), (2) et (3), on obtient:

$$\Delta L_{50} = 14.5 \log \left\{ \frac{V_c + 3 V_t}{\alpha V_c + 3 V_t} \right\}$$

$$\Delta L_{10} = 11.2 \log \left\{ \frac{V_c + 3 V_t}{\alpha V_c + 3 V_t} \right\}$$

$$\Delta L_5 = 11.1 \log \left\{ \frac{V_c + 3 V_t}{\alpha V_c + 3 V_t} \right\}$$

où  $\alpha = .9$  dans le cas où  $V_c$  est réduit de 10%

$\alpha = .7$  dans le cas où  $V_c$  est réduit de 30%

$\alpha = .5$  dans le cas où  $V_c$  est réduit de 50%

$\alpha = .1$  dans le cas où  $V_c$  est réduit de 90%

On obtient donc pour une réduction de 10% de  $V_c$  sur le Boulevard

Métropolitain:

$$\Delta L_{50} = 14.5 \log \left\{ \frac{8,040 + (3 \times 1,100)}{(.9 \times 8,040) + (3 \times 1,110)} \right\} \approx .5 \text{ dB(A)}$$

$$\Delta L_{10} = 11.2 \log \left\{ \frac{8,040 + (3 \times 1,100)}{(.9 \times 8,040) + (3 \times 1,100)} \right\} \approx .35 \text{ dB(A)}$$

$$\Delta L_5 = 11.1 \log \left\{ \frac{8,040 + (3 \times 1,100)}{(.9 \times 8,040) + (3 \times 1,100)} \right\} \approx .35 \text{ dB(A)}$$

Dans le cas où  $V_c$  est réduit de 30% sur le Boulevard Métropolitain on obtient:

$$\Delta L_{50} = 14.5 \log \left\{ \frac{8,040 + 3,300}{(.7 \times 8,040) + 3,300} \right\} \approx 1.5 \text{ dB(A)}$$

$$\Delta L_{10} = 11.2 \log \left\{ \frac{8,040 + 3,300}{(.7 \times 8,040) + 3,300} \right\} \approx 1.2 \text{ dB(A)}$$

$$\Delta L_5 = 11.1 \log \left\{ \frac{8,040 + 3,300}{(.7 \times 8,040) + 3,300} \right\} \approx 1.2 \text{ dB(A)}$$

Pour une réduction de 50%, on obtient:

$$\Delta L_{50} = 14.5 \log \left\{ \frac{8,040 + 3,300}{(8,040 \times .5) + 3,300} \right\} \approx 2.7 \text{ dB(A)}$$

$$\Delta L_{10} = 11.2 \log \left\{ \frac{8,040 + 3,300}{(8,040 \times .5) + 3,300} \right\} \approx 2.1 \text{ dB(A)}$$

$$\Delta L_5 = 11.1 \log \left\{ \frac{8,040 + 3,300}{(8,040 \times .5) + 3,300} \right\} \approx 2.1 \text{ dB(A)}$$

Pour une réduction de 90%, on obtient:

$$\Delta L_{50} = 14.5 \log \left\{ \frac{8,040 + 3,300}{(8,040 \times .1) + 3,300} \right\} \approx 6.4 \text{ dB(A)}$$

$$\Delta L_{10} = 11.2 \log \left\{ \frac{8,040 + 3,300}{(8,040 \times .1) + 3,300} \right\} \approx 4.9 \text{ dB(A)}$$

$$\Delta L_5 = 11.1 \log \left\{ \frac{8,040 + 3,300}{(8,040 \times .1) + 3,300} \right\} \approx 4.9 \text{ dB(A)}$$

Ces résultats illustrent très clairement le fait que les niveaux sonores  $L_5$ ,  $L_{10}$  et  $L_{50}$  sont peu sensibles aux variations du débit horaire des automobiles sur le Boulevard Métropolitain à la 30<sup>e</sup> heure.

Les résultats que nous trouverons pour l'autoroute Décarie seraient sensiblement les mêmes puisque les débits sont du même ordre de grandeur (10,440 au lieu de 9,141 à la 30<sup>e</sup> heure en 1974) et ils ont tous les deux une circulation constituée par environ 12% de véhicules à trois (3) essieux et plus, c'est-à-dire des véhicules lourds.

Autoroute où les camions ne sont pas autorisés:

Dans le cas où la circulation de camions est interdite sur une section d'autoroute, c'est-à-dire  $V_t = 0$ , la variation des niveaux sonores  $L_5$ ,  $L_{10}$  et  $L_{50}$  comme fonction du débit des automobiles avant et après l'implantation d'un système intégré de transport en commun est donné par les expressions suivantes:

$$\Delta L_5 = 11.1 \log \left\{ \frac{V_c \text{ après}}{V_c \text{ avant}} \right\}$$

$$\Delta L_{10} = 11.2 \log \left\{ \frac{V_c \text{ après}}{V_c \text{ avant}} \right\}$$

$$\Delta L_{50} = 14.5 \log \left\{ \frac{V_c \text{ après}}{V_c \text{ avant}} \right\}$$

Pour une réduction du débit de 50%, on obtient:

$$\Delta L_5 = 11.1 \log .5 \approx -3.4 \text{ dB(A)}$$

$$\Delta L_{10} = 11.2 \log .5 \approx -3.4 \text{ dB(A)}$$

$$\Delta L_{50} = 14.5 \log .5 \approx -4.4 \text{ dB(A)}$$

Pour une réduction du débit de 90%, on obtient:

$$\Delta L_5 = 11.1 \log .1 = -11.1 \text{ dB(A)}$$

$$\Delta L_{10} = 11.2 \log .1 = -11.2 \text{ dB(A)}$$

$$\Delta L_{50} = 14.5 \log .1 = -14.5 \text{ dB(A)}$$

Ces résultats démontrent que même une diminution du débit des automobiles de 50% n'amènerait aucune réduction notable des niveaux  $L_5$ ,  $L_{10}$  et  $L_{50}$  le long d'une telle autoroute.

Pour qu'une telle diminution aie un effet notable sur ces niveaux  $L_5$ ,  $L_{10}$  et  $L_{50}$ , il faut nécessairement qu'elle soit supérieure à 70% environ.

CHAPITRE IXINTENSITE SONORE MOYENNE DANS LE TISSU URBAIN

L'intensité sonore moyenne en un point de la cité est une fonction du nombre des véhicules moteurs autour de ce point et de leur répartition spatiale.

Soit  $P_{R_0}$  la pression acoustique (valeur RMS) à une distance  $R_0$  d'un véhicule.

L'intensité  $I_j$  à une distance  $R_j$  est donnée par:  $I_j = P_j^2 / \rho C$

$$I_j = F \left( \frac{P_{R_0}^2}{\rho C} \right) \left( \frac{R_0^2}{R_j^2} \right) \text{EXP} \left\{ -\alpha (R_j - R_0) \right\}$$

où  $R_0^2 / R_j^2$  est le facteur tenant compte de la variation de l'intensité avec la distance.

$\rho$  = densité de l'air

$C$  = vitesse du son dans l'air

$F$  = facteur tenant compte des obstacles interposés entre la source et le récepteur, donnant ainsi lieu à un excès d'atténuation.

$\text{EXP} \left\{ -\alpha (R_j - R_0) \right\}$  est le facteur tenant compte de l'absorption du son dans l'air

$\alpha$  = constante de l'absorption atmosphérique.

**PRÉLIMINAIRE**

Pour simplifier les calculs, nous négligerons cette absorption atmosphérique. Cette approximation est valable pour les fréquences en-dessous de 500 Hz, puisque pour celles-ci, l'absorption atmosphérique est moins de  $\text{ldB}/\text{Km}$ .

Note: La bande de fréquence la plus importante pour le trafic urbain est centrée sur 500 Hz et la longueur caractéristique pour la dispersion dans le tissu urbain est environ .25 Km. ( voir référence 7).

Supposons que ces véhicules soient distribués au hasard sur un plan horizontal.

Appelons  $N$  le  $\left\{ \frac{\text{nombre de véhicules}}{\text{unité de surface}} \right\}$

La possibilité de trouver un véhicule dans un élément de surface  $dS$  est donc  $NdS$ .

L'intensité acoustique pour un observateur situé au point  $O$  est donnée par:

$$dI = F \left( \frac{P_{R_0}^2}{\rho C} \right) \left( \frac{R_0^2}{R^2} \right) NdS$$

Voir figure (1).

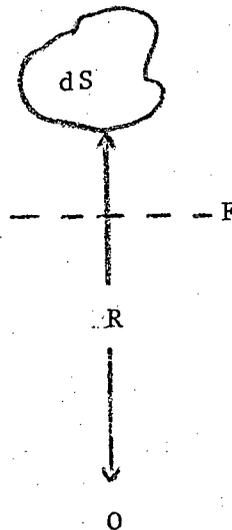


Figure (1)

$$I = \int_S F \left( \frac{P_{R_0}^2}{\rho_C} \right) \left( \frac{R_0^2}{R^2} \right) N dS$$

Faisons l'hypothèse que F et N ne sont pas fonction de la direction.

Le système a alors une symétrie circulaire. On peut donc remplacer

$dS$  par  $2\pi R dR$ . Voir figure (2).

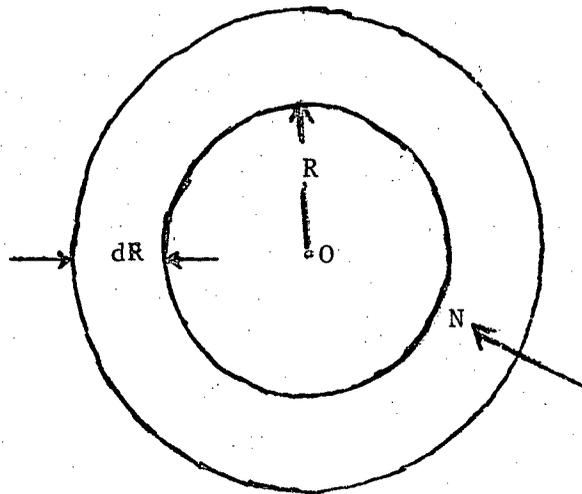


Figure (2)

L'intensité totale produite par tous les véhicules est donnée par:

$$I = 2\pi FN \left( \frac{P_{R_0}^2}{\rho_C} \right) \left( \frac{R_0^2}{R^2} \right) \int dR/R$$

Fixons les bornes d'intégration à  $R_{\max}$  et  $R_{\min}$ .

$R_{\max}$  étant de l'ordre de .25 Km comme nous l'avons vu précédemment,  
et  $R_{\min} \approx$  dimension d'un véhicule.

En résolvant on obtient :  $I = 2\pi FN \left( \frac{P_{R_0}^2}{\rho C} \right) R_0^2 \ln \left\{ \frac{R_{\max}}{R_{\min}} \right\}$

Cette dernière équation peut être écrite sous forme de dB; on obtient  
alors:

$$L_N = L_{R_0} - L_F + D_N$$

où  $L_N$  = intensité acoustique due à la distribution complète des  
véhicules

$L_{R_0}$  = intensité acoustique d'un seul véhicule à la distance  $R_0$

$L_F$  = est l'équivalent en dB du facteur écran

$D_N = 10 \log \left\{ 2\pi R_0^2 N \ln \frac{R_{\max}}{R_{\min}} \right\}$  est le facteur de distribution

Selon les références (2, 4 et 7)  $L_F \approx 15$  dB(A)

La variation du niveau  $L_N$  comme fonction de la variation de la densité de véhicules est donnée par :

$$L_N = 10 \log \left\{ \frac{N \text{ après}}{N \text{ avant}} \right\}$$

Ainsi donc, une diminution de moitié du nombre de véhicules par unité de surface amènerait une diminution de 3 dB du niveau  $L_N$ .

$$L_N = 10 \log \left\{ \frac{N \text{ avant} / 2}{N \text{ avant}} \right\} = -3 \text{ dB}$$

Si au lieu d'avoir un seul type de véhicules, nous en ayons plusieurs dans le tissu urbain,  $L_N$  total serait alors donné par la somme des différents  $L_N$  pour chaque type de véhicule. On peut diviser les différents véhicules en deux grandes classes :

Classe A : automobiles et camions légers.

Classe B : camions lourds, motocyclettes et autobus.

$$L_N \text{ total} = L_{N_a} + L_{N_b}$$

où  $L_{N_a}$  et  $L_{N_b}$  indiquent respectivement le niveau  $L_N$  pour la classe A et B.

Si  $L_{N_b} \approx L_{N_a}$ , toute diminution de N dans la classe A c'est-à-dire  $N_a$  n'amènerait aucune diminution notable du niveau  $L_N$  total.

Pour que l'introduction d'un nouveau système intégré de transport en commun aie pour effet une réduction notable du niveau  $L_{N_{total}}$  dans le tissu urbain, il faut que les trois conditions suivantes soient satisfaites simultanément.

Première condition:

$$\frac{N_{a \text{ AVI}} - N_{a \text{ API}}}{N_{a \text{ AVI}}} > 1/2$$

où  $N_{a \text{ AVI}}$  = Nombre de véhicules de la classe "A" par unité de surface avant l'introduction du nouveau système intégré de transport en commun.

$N_{a \text{ API}}$  = Nombre de véhicules de la classe "A" par unité de surface après l'introduction du nouveau système intégré de transport en commun.

Deuxième condition:

$$L_{N_b \text{ AVI}} + 10 \text{ dB} \leq L_{N_a \text{ AVI}}$$

où  $L_{N_b \text{ AVI}}$  = Niveau sonore produit par les véhicules de la classe "B" avant l'introduction du nouveau système intégré de transport en commun.

$L_{N_a \text{ AVI}}$  = Niveau sonore produit par les véhicules de la classe "A" avant l'introduction du nouveau système intégré de transport en commun.

Troisième condition:  $L_{N_b}$  API  $\leq$   $L_{N_b}$  AVI

où  $L_{N_b}$  API = Niveau sonore produit par les véhicules de la classe "B" après l'introduction du nouveau système intégré de transport en commun.

et  $L_{N_b}$  AVI = Niveau sonore produit par les véhicules de la classe "B" avant l'introduction du nouveau système intégré de transport en commun.

DISCUSSION

La première condition suppose que la réduction du nombre de véhicules de la classe "A" soit réduit à moins de la moitié de sa valeur originale. Cette condition sera sans aucun doute très difficile à réaliser, à moins que des mesures sérieuses soient prises pour décourager l'usage des automobiles dans le centre-ville.

La deuxième condition implique que le niveau sonore produit par les véhicules de la classe "B" est négligeable en comparaison de celui produit par ceux de la classe "A". Sachant que les véhicules de la classe "B" sont de 10 à 20 dB plus bruyants que ceux de la classe "A", il faut donc que  $N_{bAVI} < 100 N_{aAVI}$ .

La troisième condition suppose que le nombre de véhicules de la classe "B" ne sera pas accru d'une façon notable après l'introduction du nouveau système intégré de transport en commun.

CHAPITRE XRECOMMANDATIONS

1. Nous recommandons au C.T.R.M. d'utiliser comme instrument de planification du territoire, les indices de bruits suivants.

Tableau des indices proposés

<u>Niveaux maximaux en dB(A)</u>	<u>Utilisation des terrains</u>
<u>à l'extérieur</u>	
$L_{DN} \leq 55$	Secteur résidentiel et hôpitaux
$L_{DN} \leq 60$	Motel, hôtel et pour les communautés près d'une route achalandée, d'un aéroport, d'activités commerciales ou industrielles, etc...
$L_{eq} (1h) \leq 60$	Ecoles, églises, parcs
$L_{eq} (1h) \leq 70$	Terrains de jeux, secteurs exclusivement commerciaux ou industriels.
$L_{eq} (1h) \leq (L_{eq} (\text{existant}) - 5)*$	

\*Pour les amphithéâtres ou autres utilisations du terrain requérant des considérations particulières au niveau du bruit.

2. Comme méthode d'analyse pour l'implantation d'un système intégré de transport en commun de moindre impact sonore sur la communauté, nous recommandons l'utilisation de la technique présentée au chapitre III de cet ouvrage.

Cette technique d'analyse est applicable à tout mode de transport de surface: trains, SLR, tramways, autos, etc.... Pour l'utiliser, il faut évaluer la valeur des indices de bruit proposés avant et après l'implantation du projet.

Ces valeurs peuvent être connues avant la concrétisation du projet en se servant d'appareils de mesure à cet effet. Pour ce qui est des valeurs qui prévaudront après la réalisation du projet, elles peuvent être prédites à l'aide de modèles de simulation.

3. Dans le cas de trains de type "diésel-électrique" ou "électrique", nous recommandons l'utilisation du modèle V qui est présenté au chapitre II de cet ouvrage. Toutefois, lorsqu'une estimation grossière et rapide est suffisante, les modes IV ou II sont mieux appropriés.
  
4. Puisque la méthode d'analyse d'impact qui est présentée au chapitre III de cet ouvrage est applicable à tout mode de transport de surface et que l'utilisation de celle-ci exige l'utilisation de modèles de simulation permettant d'évaluer la valeur des indices de bruit proposés après l'implantation d'un projet, nous recommandons au C.T.R.M. de prendre les dispositions nécessaires pour que de tels modèles soient trouvés ou développés pour les débarcadères ou terminus d'autobus, SLR, tramways, etc...

En fait, de tels modèles devraient être développés pour tous les modes de transport en commun qui sont envisagés par le C.T.R.M.

5. Pour minimiser l'impact sonore d'un métro sur une communauté, nous recommandons au C.T.R.M. d'adopter comme ligne directrice les niveaux qui sont fixés au chapitre V de cet ouvrage.
  
6. Pour assurer le confort des usagers du transport en commun et protéger adéquatement le sens auditif des employés, nous recommandons au C.T.R.M. d'adopter comme ligne directrice les niveaux qui ont été fixés pour l'intérieur des véhicules et des stations au chapitre VI de cet ouvrage.

*Yves Ste-Marie*  
Yves Ste-Marie,  
physicien

ANNEXE I

Lettre de M. Raymond Le Bourdais, ing.  
Surintendant, Division de la salubrité et  
du contrôle du bruit.

VILLE DE MONTRÉAL



CITY OF MONTRÉAL

SERVICE DES AFFAIRES SOCIALES  
DEPARTMENT OF SOCIAL AFFAIRS

1125 est, rue Ontario  
Montréal H2L 1R2

le 2 février 1977

REÇU

7 FEV 1977

SERVICE DE LA CIRCULATION  
DIVISION DE MONTREAL

Monsieur Yves Ste-Marie, physicien  
Division des études de l'environnement  
Service de la circulation  
Ministère des transports du Québec  
255 est, boul. Crémazie, 9ième étage  
Montréal H2M 1L5

Objet: Bruit de la circulation - CTRM -

Monsieur,

Suite à la demande concernant le bruit de la circulation, faite par monsieur Aimé Desautels, directeur du comité des transports de la région de Montréal, le 12 janvier 1977, à monsieur Jean Séguin, vous trouverez ci-jointe une copie du rapport que nous avons préparé à cet effet.

Bien à vous,

Raymond LeBourdais, ing.  
Surintendant  
Division de la salubrité et  
du contrôle du bruit

GD/cb

pj

c.c.: Aimé Desautels  
Jean Séguin

RAPPORT DU SERVICE DES AFFAIRES SOCIALES  
DE LA VILLE DE MONTREAL  
DESTINE AU COMITE DES TRANSPORTS  
DE LA REGION DE MONTREAL

DONNEES ET RECOMMANDATIONS  
CONCERNANT LE BRUIT COMMUNAUTAIRE  
A MONTREAL

Préparé par: Gérard Dansereau, ing.  
Division de la salubrité et  
du contrôle du bruit  
Service des affaires sociales  
Ville de Montréal.

Février 1977.

AVANT-PROPOS

Le 12 janvier 1977, monsieur Aimé Desautels, directeur général du comité des transports de la région de Montréal (C.T.R.M.), faisair parvenir à monsieur Jean Séguin, directeur du service des affaires sociales, une lettre lui demandant sa collaboration pour une étude relative au bruit de la circulation.

Suite à l'étude du devis sommaire #4.2.9 que nous faisait parvenir le C.T.R.M. et intitulée: "Le bruit de la circulation", nous avons regroupé sous trois items principaux les informations pertinentes que nous possédions.

- A - Données sur le bruit - carte de bruit de fond.
- B - Règlements existants.
- C - Seuil de niveau tolérable.

Vous trouverez, dans les pages qui suivent, une description sommaire de ces trois items. Nous pouvons également vous assurer de notre entière collaboration, si, suite à l'analyse de ce rapport, des études subséquentes de notre part s'avéraient nécessaires.

A - Données sur le bruit - carte de bruit de fond.

La ville de Montréal possède présentement des données sur le bruit de fond qui existe à Montréal. Ces mesures ont été prises durant l'été 1971 par un groupe d'étudiants, à l'aide de sonomètre en réponse lente. Ces valeurs étaient estimées en prenant la valeur minimum lue, sur le sonomètre, durant une période de cinq (5) minutes. Les relevés ont été faits à chaque intersection de rue de la ville de Montréal.

Les valeurs ainsi obtenues ont ensuite été traitées par ordinateur dans le but de transformer ces valeurs discrètes en valeurs continues. Il serait donc possible de fournir une carte de bruit de la ville de Montréal indiquant l'intensité du bruit de fond pour l'été 1971. La quantité de travail pour réaliser un tel projet serait de l'ordre de 60 jours-homme.

B - Règlements existants

Les règlements sur le bruit qui existent présentement à la ville de Montréal sont les suivants:

- # 1448 - Règlement concernant le bruit et abrogeant en tout ou en partie certains règlements.
- # 2504 - Règlement modifiant le règlement # 1448 concernant le bruit, tel que modifié par les règlements # 1820 et # 2451.
- # 3072 - Règlement modifiant le règlement # 1448 concernant le bruit, tel qu'il a été modifié par les règlements # 1820, 2451 et 2504.
- # 4996 - Règlement sur le bruit.

L'article #2 du règlement # 1448 s'applique à toutes sortes de bruits de façon générale et interdit ceux qui sont excessifs et insolites, de nature à troubler la paix et la tranquillité du voisinage. Les articles # 9 à 14 inclusivement sont des interdictions spécifiques se rapportant aux véhicules automobiles. Le 1448 devrait être abrogé incessamment.

Le nouveau règlement # 4996 devrait être appliqué dans un avenir rapproché par la ville de Montréal. La première partie traite du bruit émis par les véhicules automobiles ce qui signifie tout véhicule mû par un autre pouvoir que la force musculaire et adapté au transport sur les chemins publics mais non sur les rails.

Pour ce qui est des autres types de transports, on peut se servir, comme guide, de la partie #2 du règlement intitulé: "Bruit dans les lieux habités", qui interdit un bruit selon l'intensité perçue à la réception, c'est-à-dire au lieu perturbé.

#### C - Seuils de niveau tolérable

Nos recommandations concernant les seuils de niveaux tolérables sont données sous la forme du Leq de la source seulement pour une période d'une heure. Ce qui signifie que l'on calcule l'énergie moyenne sur une période d'une heure en comptant zéro décibel comme énergie lorsque la source n'est pas audible. Cependant pour la période de la nuit soit de 23 heures à 7 heures, la valeur à retenir ne sera jamais inférieure à l'intensité de la source, lorsqu'elle fonctionne, moins 10 décibels "A".

Nous avons décidé de présenter nos recommandations sous cette forme dans le but de rendre nos normes compatibles le plus possible avec les modèles usuels de simulation de bruit de système de transport.

Les valeurs du tableau qui suit indiquent les intensités permises à la réception compte-tenu du type de zone et de la période de la journée.

TABLEAUX DES NIVEAUX TOLERABLES

Zone	Niveau tolérable (dBA)	
	JOUR 7.30 h - 23 h	NUIT 23 h - 7.30
Résidentiel	58	48
Commercial	62	52
Industriel	65	55

ANNEXE II

Copie des règlements de la Ville de Montréal  
( relatif au bruit ).



## No 1448

Règlement concernant le bruit et abrogeant, en tout ou en partie, certains règlements.

(Adopté par le Conseil le 18 août 1937; tel que modifié par le règlement no 1820.)

*Définition.*

ARTICLE 1. — Pour les fins du présent règlement, le mot "bruit" signifie un son ou un ensemble de sons harmonieux ou non, perceptibles par l'ouïe.

*Industries, etc.*

ARTICLE 2. — Toute personne, compagnie, société, raison sociale ou corporation qui, par ou à l'occasion de l'exploitation, de la conduite ou de l'exercice de son industrie, commerce, métier ou occupation quelconque, fera ou laissera faire un bruit excessif et insolite, de nature à troubler la paix et la tranquillité du voisinage, encourra la peine prévue au présent règlement.

*Travaux de construction, etc.*

ARTICLE 3. — Entre 10 heures du soir et 7 heures du matin, en aucun endroit de la cité, situé à moins de 500 pieds d'une maison habitée, il est défendu d'exécuter ou de faire exécuter

By-law concerning noise and to repeal, in whole or in part, certain by-laws.

(Adopted by the Council on 18th August 1937; as amended by By-law No. 1820.)

*Definition.*

ARTICLE 1. — For the purposes of this by-law, the word "noise" means a sound or combination of sounds, harmonious or not, perceivable by the organ of hearing.

*Industries, etc.*

ARTICLE 2. — Any person, company, firm, concern or corporation who or which makes or allows to be made, in the course of or in connection with the operation, conduct, or carrying on of his or its industry, business, trade or avocation whatever, any excessive and unusual noise such as will disturb the peace and tranquillity of the neighborhood, shall be liable to the penalty provided in this by-law.

*Construction works, etc.*

ARTICLE 3. — Between 10 o'clock in the evening and 7 o'clock in the morning, at any place in the City located at a distance less than 500 feet from any inhabited house, it is for-

No 1448

— 2 —

No. 1448

des travaux de construction, de reconstruction, de modification ou de réparation d'un bâtiment ou d'une structure, d'un véhicule automobile, d'une chaudière à vapeur, d'une machine à vapeur ou de toute autre machine, ou de faire ou de permettre qu'il soit fait des travaux d'excavation au moyen d'une pelle à vapeur ou de tout autre appareil mécanique qui fait du bruit.

Néanmoins, dans des circonstances spéciales, le Comité exécutif pourra accorder des permis pour l'exécution de tels travaux entre 10 heures du soir et 7 heures du matin.

Radio, piano ou autre instrument.

ARTICLE 4. — Aucune personne, propriétaire, locataire ou occupant d'un édifice ou d'une partie quelconque d'un édifice, ou en ayant la charge, la surveillance ou la direction, ne permettra ou ne souffrira qu'il y soit fait usage d'un radio, d'un phonographe, d'un piano automatique ou d'un autre instrument ou appareil propre à produire ou à reproduire les sons, de façon à causer un bruit excessif ou insolite et à nuire au bien-être, au confort et au repos des personnes du voisinage.

Haut-parleur ou autre appareil amplificateur de sons.

ARTICLE 5. — Aucun haut-parleur, microphone, amplificateur, ou autre appareil transmetteur, relié à un radio, pho-

bidden to carry out or cause to be carried out any works in connection with the construction, reconstruction, alteration or repairing of any building or structure, motor car, steam boiler, steam engine or other engine or machine whatsoever, or to do or cause to be done any excavation works with a steam shovel or any other mechanical device which makes noise.

However, in special circumstances, the Executive Committee may grant permits for the carrying out of such works between 10 o'clock in the evening and 7 o'clock in the morning.

Radio, piano or other instrument.

ARTICLE 4. — No person, being the owner, tenant or occupant of a building or of any part of a building, or being in charge thereof or having the supervision or management of the same, shall allow or suffer a radio, phonograph, automatic piano or other instrument or device by which sounds can be produced or reproduced to be so used therein as to make an excessive or unusual noise and to interfere with the well-being, comfort and repose of the persons residing in the vicinity.

Loud-speaker, amplifier, etc.

ARTICLE 5. — No loud speaker, microphone, amplifier or other transmitting apparatus connected with a radio, phono-

No 1448

— 3 —

No. 1448

nographe, ou autre instrument ou appareil producteur de sons, ne devra être installé dans ou près des murs, portes ou fenêtres de l'édifice ou de partie de tel édifice où se trouve ledit appareil ou instrument, de façon à ce que les sons reproduits et transmis soient projetés à l'extérieur dudit édifice ou de partie d'icelui, vers les rues, ruelles ou places publiques de la cité.

Toutefois, le présent article ne s'applique pas aux réunions publiques ou aux places d'amusement autorisés par le directeur du service de la police.

Usage d'un instrument dans un but de publicité ou de sollicitation.

ARTICLE 6. — Aucune personne, compagnie, société, raison sociale ou corporation ne doit faire ou permettre qu'il soit fait sur la propriété dont elle a la possession, l'occupation ou la garde, aucun bruit susceptible d'être entendu sur une rue ou une ruelle ou dans une place publique, dans les limites de la cité, au moyen de la voix, ou au moyen d'un sifflet, d'un cliquetis, d'une cloche, d'un gong, d'un claqueur, d'un marteau, d'un tambour, d'une corne, d'un porte-voix, d'un piano ou de tout autre instrument musical ou non, dans le but d'annoncer ses marchandises ou d'attirer l'attention ou de solliciter le patronage du public pour quoi que ce soit.

graph or other sound producing instrument or apparatus, shall be installed in or near the walls, doors or windows of the building or part of the building in which such apparatus or instrument is placed, so that the sounds reproduced and transmitted shall be projected outside of such building or part thereof toward the streets, lanes or public places of the City.

However, this article shall not apply to public meetings or places of amusement authorized by the Director of the Police Department.

Use of an instrument as a means of advertisement or solicitation.

ARTICLE 6. — No person, company, firm, concern or corporation shall make or allow to be made on the property which he or it is in possession of or occupies or is in charge of, any noise liable to be heard on a street, lane or public place within the City limits, either with the voice, or by means of a whistle, jingle, bell, gong, clapper, hammer, drum, horn, speaking-trumpet, piano or other instrument, musical or not, for the purpose of advertising his or its merchandise or of attracting attention or of soliciting the patronage of the public for whatever it may be.

No 1448

— 4 —

No. 1448

**Machine à moteur.**

ARTICLE 7. — Il est défendu de se servir, dans un but de gain, après 10 heures du soir et avant 7 heures du matin, d'une machine à coudre, à laver ou à repasser ou de tout autre machine ou instrument muni ou non d'un moteur électrique ou à essence, de façon que le bruit en soit entendu par les occupants des logements voisins.

**Animaux.**

ARTICLE 8. — Aucune personne ne doit avoir en sa possession ou sous sa garde, dans les limites de la cité, un ou des animaux dont le chant intermittent ou les cris réitérés peuvent être entendus des voisins ou sur une rue, ou une ruelle ou sur une place publique.

**Avertisseur.**

ARTICLE 9. — Le propriétaire ou la personne en charge d'un véhicule ne doit faire résonner ou permettre de faire résonner son avertisseur, que dans des cas urgents.

**Silencieux.**

ARTICLE 10. — Tout véhicule automobile doit être muni d'un silencieux, de construction assez parfaite pour empêcher tout bruit intense.

**Ferrailles.**

ARTICLE 11. — Les conducteurs de véhicules chargés de ferrailles, d'articles métalliques ou d'autres articles de ce genre

**Motor machines at night.**

ARTICLE 7. — It is forbidden to use for gain, after 10 o'clock in the evening and before 7 o'clock in the forenoon, a sewing machine or a washing or ironing machine or other machine or instrument, provided or not with an electric or gasoline motor, in such a way that the noise made by the same can be heard by the occupants of neighboring dwellings.

**Animals.**

ARTICLE 8. — No person shall have in his possession or in his custody within the City limits, one or more animals whose intermittent or reiterated cries can be heard by the neighbors or on a street, lane or public place.

**Horn or klaxon.**

ARTICLE 9. — The owner or person in charge of a vehicle shall sound his horn or klaxon or allow the same to be sounded only in urgent cases.

**Muffler.**

ARTICLE 10. — Every motor vehicle shall be provided with a muffler, so constructed as to prevent any intense noise.

**Scrap-iron.**

ARTICLE 11. — The drivers of vehicles loaded with scrap-iron, metal articles or other similar articles which make a

No 1448

— 5 —

No. 1448

qui font du bruit, doivent prendre les moyens nécessaires pour l'assourdir.

*Véhicule automobile stationnaire.*

ARTICLE 12. — Il est défendu de faire fonctionner le moteur d'un véhicule automobile stationnaire, à une vitesse susceptible de causer un bruit de nature à nuire à la paix et à la tranquillité des occupants des maisons voisines.

*Freins et bandages de roues.*

ARTICLE 13. — Les véhicules circulant dans la cité doivent être munis de freins silencieux et les véhicules hippomobiles dont les roues sont munies de bandages métalliques doivent être conduits au pas de cheval.

*Automobile muni d'un radio.*

ARTICLE 14. — Il est défendu à toute personne en charge de ou occupant une automobile ou tout autre véhicule muni d'un radio ou d'un autre instrument de musique de faire fonctionner ou permettre de faire fonctionner cet instrument, de façon à nuire à la paix et à la tranquillité publiques.

*Sirène.*

ARTICLE 15. — L'usage d'une sirène est défendu, à moins que l'on n'ait obtenu de la Cité un permis à cet effet.

ARTICLE 16. — Abrogé par le règlement no 1820.

noise shall take the necessary measures in order to deaden such noise.

*Standstill vehicles.*

ARTICLE 12. — It is forbidden to operate the motor of a motor vehicle at a standstill, at a speed liable to cause such a noise as will disturb the peace and the tranquillity of the occupants of the houses in the vicinity.

*Silent brakes and tires.*

ARTICLE 13. — All vehicles driven in the City shall be provided with silent brakes and horse-drawn vehicles the wheels whereof are equipped with metal tires shall be driven at a walking gait of the horse or horses.

*Automobile provided with a radio.*

ARTICLE 14. — It shall be unlawful for any person in charge of or occupying an automobile or other vehicle provided with a radio or other musical instrument to put into operation such instrument or to allow the same to be put into operation, in such manner as to disturb public peace and tranquillity.

*Siren.*

ARTICLE 15. — The use of a siren is prohibited unless a permit to that effect be previously obtained from the City.

ARTICLE 16. — Repealed by By-law No. 1820.

No 1448

— 6 —

No. 1448

*Colporteurs, etc.*

ARTICLE 17. — Les colporteurs, marchands de glace ou autres marchands ambulants peuvent vendre leurs marchandises à la criée dans les rues, ruelles ou places publiques de la cité, mais il leur est défendu de pousser des cris bruyants susceptibles de troubler la paix publique.

*Musicien ambulant.*

ARTICLE 18. — Il est défendu à tout musicien ambulant de jouer d'aucun instrument dans les rues et places publiques avant 9 heures du matin et après 8 heures du soir.

*Police.*

ARTICLE 19. — Le service de la police est chargé de la mise à exécution du présent règlement.

*Interprétation.*

ARTICLE 20. — Dans le cas où une clause quelconque de la version anglaise du présent règlement ne concorderait pas avec la clause correspondante de la version française, le texte français, dans lequel ledit règlement a été préparé, prévaut.

*Abrogation.*

ARTICLE 21. — Sont abrogés les règlements nos 169, 369, 486, 1049, 1159 et 1210, ainsi que l'article 44 du règlement no 432, l'article 21 du règle-

*Peddlers, etc.*

ARTICLE 17. — Peddlers, ice dealers or other itinerant traders may hawk their merchandise in the streets, lanes or public places of the City, but they are forbidden to cause a disturbance of the public peace by boisterous outcries.

*Itinerant musician.*

ARTICLE 18. — It shall be unlawful for any itinerant musician to play any musical instrument on the streets or public places before 9 o'clock in the forenoon and after 8 o'clock in the evening.

*Police Department.*

ARTICLE 19. — It shall devolve upon the Police Department to enforce this by-law.

*Interpretation.*

ARTICLE 20. — In case any clause of the English version of this by-law should not agree with the corresponding clause of the French version, the French text, in which said bylaw has been prepared, shall prevail.

*Abrogation.*

ARTICLE 21. — By-laws Nos. 169, 369, 486, 1049, 1159 and 1210, as well as Article 44 of By-law No. 432, Article 21 of By-law No. 828 and Articles

No 1448

— 7 —

No. 1448

ment no 828 et les articles 93, 96, 102 et 103 du règlement no 1319.

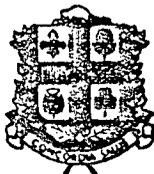
93, 96, 102 and 103 of By-law No. 1319, are repealed.

## Pénalité

## Penalty

ARTICLE 22. — Quiconque contreviendra à quelque une des dispositions du présent règlement sera passible d'une amende, avec ou sans frais, et à défaut de paiement immédiat de ladite amende ou de ladite amende et des frais, selon le cas, d'un emprisonnement, le montant de ladite amende et le terme dudit emprisonnement devant être fixés par la Cour du Recorder de la Cité de Montréal, à sa discrétion; mais ladite amende n'excédera pas quarante dollars et le terme de l'emprisonnement ne sera pas pour une période de plus de soixante jours, ledit emprisonnement, cependant, devant cesser en tout temps avant l'expiration du terme fixé par ladite Cour du Recorder, sur paiement de ladite amende, ou de ladite amende et des frais, selon le cas, et si l'infraction se continue, le contrevenant sera passible de l'amende et de la pénalité ci-dessus édictées pour chaque jour durant lequel l'infraction se continuera.

ARTICLE 22. — Any person infringing any of the provisions of this by-law shall be liable to a fine, with or without costs, and in default of the immediate payment of said fine, with or without costs, as the case may be, to imprisonment, the amount of said fine and the term of imprisonment to be fixed by the Recorder's Court of the City of Montréal, at its discretion; but the said fine shall not exceed forty dollars, and the term of imprisonment shall not be for a longer period than sixty days, the said imprisonment, however, to cease at any time before the expiration of the term fixed by the said Recorder's Court, on payment of the said fine or fine and costs, as the case may be, and if the infringement continues, the offender shall be liable to the penalty above mentioned for each day during which the infringement is continued.



## No 2504

**Règlement modifiant le règlement no 1448 concernant le bruit, tel que modifié par les règlements nos 1820 et 2451.**

**By-law to amend By-law No. 1448 concerning noise, as amended by By-laws Nos. 1820 and 2451.**

À une séance du Comité exécutif de la Cité de Montréal tenue le 18 novembre 1959, et à la séance du Conseil de la Cité de Montréal tenue le 1er décembre 1959,

At a meeting of the Executive Committee of the City of Montréal held on November 18th, 1959 and at the meeting of the Council of the City of Montréal held on December 1st, 1959,

Il est décrété et statué comme suit :

It was ordained and enacted as follows :

**ARTICLE 1.** — L'article 5 du règlement 1448 tel que remplacé par le règlement no 2451 est de nouveau remplacé par l'article suivant :

**ARTICLE 1.** — Article 5 of By-law No. 1448, as replaced by By-law No. 2451, is again replaced by the following article :

“**ARTICLE 5.** — Aucun haut-parleur, microphone, amplificateur, ou autre appareil transmetteur, relié à un radio, phonographe, ou autre instrument ou appareil producteur de sons, ne devra être installé dans ou près des murs, portes ou fenêtres de l'édifice ou de partie de tel édifice où se trouve ledit appareil ou instrument, de façon à ce que les sons reproduits et transmis soient projetés à l'extérieur dudit édifice ou de partie d'icelui, vers les rues, ruelles ou places publiques de la cité.

“**ARTICLE 5.** — No loud speaker, microphone, amplifier or other transmitting apparatus connected with a radio, phonograph or other sound producing instrument or apparatus, shall be installed in or near the walls, doors or windows of the building or part of the building in which such apparatus or instrument is placed, so that the sounds reproduced and transmitted shall be projected outside of such building or part thereof towards the streets, lanes or public places of the City.

No 2504

--- 2 ---

No. 2504

Il est permis, cependant, pour faire entendre du chant et de la musique, d'utiliser les appareils et instruments mentionnés à l'alinéa précédent entre neuf (9) heures du matin et dix (10) heures du soir durant la période des fêtes, soit du 1er décembre de chaque année au 7 janvier suivant inclusivement.

Les dispositions du premier alinéa du présent article ne s'appliquent pas aux réunions publiques ou aux places d'amusements autorisées par le directeur du service de la police."

ARTICLE 2. — Le présent règlement fait, à toutes fins que de droit, partie du règlement no 1448 qu'il modifie.

It shall be allowed however, in order to emit singing or music, to use the apparatus and instruments mentioned in the preceding paragraph between nine (9) o'clock in the morning and ten (10) o'clock in the evening during the Holiday season, namely from December 1st each year to the following January 7th, inclusive.

The provisions of the first paragraph of the present article shall not apply to public meetings or places of amusement authorized by the Director of the Police Department."

ARTICLE 2. — This by-law shall form part, to all intents and purposes, of By-law No. 1448 which it amends.



## No 3072

Règlement modifiant le règlement no 1448 concernant le bruit, tel qu'il a été modifié par les règlements nos 1820, 2451 et 2504.

A une séance du Comité exécutif de la Ville de Montréal tenue le 8 janvier 1965, et à la séance du Conseil de la Ville de Montréal tenue le 15 janvier 1965.

Il est décrété et statué comme suit :

ARTICLE 1. — L'article 3 du règlement no 1448 est modifié en y ajoutant le paragraphe suivant :

« Tout constable de la Ville doit, sur la plainte de tout citoyen ou sur simple constatation de sa part, arrêter à vue toute personne qui viole les dispositions du présent article et qui ne peut exhiber un permis spécial autorisant l'exécution de tels travaux entre dix (10) heures du soir et sept (7) heures du matin. »

ARTICLE 2. — L'article 22 du règlement no 1448 est remplacé par le suivant :

« ARTICLE 22. — Quiconque contrevient à quelqu'une des

By-law to amend By-law No. 1448 concerning noise, as amended by By-laws Nos. 1820, 2451 and 2504.

At a meeting of the Executive Committee of the City of Montreal held on January 8, 1965, and at the meeting of the Council of the City of Montreal held on January 15, 1965,

It was ordained and enacted as follows :

ARTICLE 1. — Article 3 of By-law No. 1448 is amended by adding the following paragraph :

"Any constable of the City shall, on complaint from any citizen or upon simply witnessing such violation, arrest on sight any person infringing the provisions of this article and who is unable to show a special permit authorizing the carrying out of such works, between ten (10) P.M. and seven (7) A.M."

ARTICLE 2. — Article 22 of By-law No. 1448 is replaced by the following :

"ARTICLE 22. — Any person infringing any of the provisions

No 3072

- 2 -

No. 3072

dispositions du présent règlement est passible d'une amende, avec ou sans frais, et à défaut du paiement immédiat de ladite amende avec ou sans frais, selon le cas, d'un emprisonnement. Le montant de ladite amende et le terme dudit emprisonnement doivent être fixés par la Cour municipale de la Ville de Montréal, à sa discrétion; mais ladite amende ne doit pas excéder cent dollars et le terme de l'emprisonnement ne doit pas dépasser soixante jours. L'emprisonnement, cependant, doit cesser en tout temps avant l'expiration du terme fixé par la Cour municipale, si le paiement de ladite amende, ou de ladite amende et des frais, selon le cas, est reçu par la Cour. Si l'infraction se continue, le contrevenant est passible de l'amende et de la sanction ci-dessus édictées pour chaque jour durant lequel l'infraction se continue. Cependant, lorsqu'il s'agit d'une infraction à l'article 3 du présent règlement, le maximum de l'amende est de \$200.00. »

ARTICLE 3. — Le présent règlement fait partie du règlement no 1448.

of this by-law shall be liable to a fine with or without costs, and in default of the immediate payment of the said fine, with or without costs, as the case may be, to imprisonment. The amount of the said fine and the term of imprisonment are to be fixed by the Municipal Court of the City of Montreal at its discretion; but the said fine shall not exceed one hundred dollars and the term of imprisonment shall not be for more than sixty days. The said imprisonment, however, shall cease at any time before the expiry of the term set by the said Municipal Court if the payment of the said fine or of the said fine and costs, as the case may be, is received by the Court. If the infringement continues, the offender shall be liable to the fine and the penalty provided above for each day during which the infringement is continued. However, in the case of an infringement against Article 3 of this by-law, the maximum fine is \$200.00."

ARTICLE 3. — This by-law forms part By-law No. 1448.



Règlement  
By-law

4996

**Règlement sur le bruit.**

A la séance du conseil de la ville de Montréal tenue le 21 juin 1976,

le conseil décrète:

1. Tout bruit d'une intensité supérieure au niveau maximum fixé dans une ordonnance édictée en vertu du présent règlement, et tout bruit spécifiquement prohibé par le présent règlement, constitue une nuisance et est interdit comme étant contraire à la paix et à l'ordre publics.

2.0 Aux fins de l'application du présent règlement, le comité exécutif peut édicter des ordonnances ayant pour objet

2.1 de désigner les préposés de la Ville chargés d'exercer les fonctions dont il est question au présent règlement ou dans l'une ou plusieurs parties du présent règlement, et décrire ces fonctions;

2.2 de fixer le niveau de l'intensité de tout bruit visé par le présent règlement qui, dans les circonstances décrites et les cas mentionnés dans une partie du présent règlement, ne peut être dépassé sans que ne soient encourues les pénalités prévues dans cette partie;

**By-law concerning noise.**

At the meeting of the Council of the City of Montreal held on June 21, 1976,

Council ordained:

1. Any noise exceeding in intensity the maximum level as determined in an ordinance enacted pursuant to this by-law, and any noise specifically prohibited under this by-law, shall constitute a nuisance and be forbidden as being contrary to public peace and order.

2.0 For the purpose of applying this by-law, the Executive Committee may enact ordinances the object of which is to:

2.1 appoint the City officials to be responsible for the performance of the duties referred to in this by-law or in one or several parts thereof, and to describe such duties;

2.2 determine the level of intensity of any noise covered by this by-law which, in the conditions described and the cases mentioned in a part of this by-law, cannot be exceeded without the penalties provided for in the said part being incurred;

4996

- 2 -

4996

2.3 de déterminer toute méthode appropriée de mesure de l'intensité d'un bruit visé par le présent règlement;

2.4 de désigner ou décrire tout appareil ou instrument à utiliser lors des mesures, analyses ou autres opérations à effectuer en application du présent règlement;

2.5 de déterminer certaines aires à l'égard desquelles il estime nécessaire de particulariser les normes de bruit établies au présent règlement ou dans toute ordonnance édictée en vertu du présent règlement;

2.6 de distinguer certaines périodes de la journée;

2.7 d'établir les modalités et la forme de tout avis dont il est question dans une partie du présent règlement.

#### PARTIE I

##### Bruit émis par les véhicules automobiles

3.0 Aux fins de la présente partie,

3.1 "véhicule automobile" ou "véhicule" signifie tout véhicule mû par un autre pouvoir que la force musculaire et adapté au transport sur les chemins publics mais non sur des rails;

3.2 "détenteur" comprend le conducteur, le locataire, le possesseur et le dernier propriétaire immatriculé d'un véhicule automobile;

2.3 determine any appropriate procedure to measure the intensity of a noise covered by this by-law;

2.4 designate or describe any apparatus or instrument to be used in measuring, analysis or other operations to be carried out pursuant to the application of this by-law;

2.5 determine certain areas with respect to which it may deem necessary to specify the noise standards determined in this by-law or in any ordinance enacted pursuant to this by-law;

2.6 distinguish certain periods of the day;

2.7 stipulate the terms and form of any notice referred to in a part of this by-law.

#### PART I

##### Noise produced by motor vehicles

3.0 For the purposes of this part,

3.1 "motor vehicle" or "vehicle" shall mean any vehicle driven other than by muscular power and adapted for transportation on public roads, but not on tracks;

3.2 "holder" shall include the driver, the lessee, the owner and the last registered owner of a motor vehicle;

4996

- 3 -

4996

3.3 "réviser", à l'égard d'un véhicule automobile, signifie faire subir les vérifications et les réparations nécessaires pour qu'il soit dans un état qui satisfasse aux exigences de la présente partie.

4. Les dispositions de la présente partie sont applicables en tout temps, sans égard à l'état et aux conditions de la circulation, à tout véhicule automobile qui se trouve dans la ville.

5. Commet une infraction et est passible de la pénalité prévue à l'article 11 du présent règlement, tout détenteur d'un véhicule automobile qui émet un bruit d'une intensité supérieure au niveau maximum fixé dans une ordonnance édictée en vertu de l'article 2 du présent règlement.

6. Nonobstant l'article 5 du présent règlement, si le bruit émis par le véhicule automobile est dû à une manœuvre brutale destinée à éviter un accident alors que le véhicule roule d'une manière conforme aux règlements de la circulation, aucune infraction n'est censée avoir été commise.

7.1.0 Outre le bruit dont il est question à l'article 5 du présent règlement, sont spécifiquement prohibés:

7.1.1 le bruit provenant d'un silencieux inefficace ou de dispositifs d'échappement en mauvais état;

7.1.2 le bruit produit par le crissement des pneus d'un véhicule

3.3 "check", with respect to a motor vehicle, shall mean to have the required checks and repairs made so that the said vehicle may be in such a condition as to meet the requirements of this part.

4. The provisions of this part shall apply at all times, regardless of traffic state or conditions, to all motor vehicles located in the city.

5. Shall be guilty of a violation and be liable to the penalty provided for at Article 11 of this by-law, any holder of a motor vehicle which produces a noise exceeding in intensity the maximum level as determined in an ordinance enacted pursuant to Article 2 of this by-law.

6. Notwithstanding Article 5 of this by-law, should the noise produced by a motor vehicle result from a sudden maneuver designed to avoid an accident at a time when the said vehicle is being operated in a manner consistent with traffic regulations, no violation will be considered to have been committed.

7.1.0 Apart from noise covered under Article 5 of this by-law, the following shall be specifically prohibited:

7.1.1 noise produced by an inadequate muffler or by exhaust devices in poor condition;

7.1.2 noise produced by the screaming of motor vehicle tires,

4996

- 4 -

4996

automobile, sauf dans le cas d'une manœuvre prévue à l'article 6 du présent règlement;

7.1.3 le bruit provenant de l'utilisation du moteur d'un véhicule à des régimes excessifs, notamment lors du démarrage ou de l'arrêt, ou produit par des accélérations répétées;

7.1.4 le bruit provenant de l'utilisation inutile ou abusive d'un klaxon, d'un sifflet, d'une sirène ou de tout appareil analogue dans un véhicule automobile;

7.1.5 tout bruit excessif ou insolite provenant de la radio ou de tout appareil analogue propre à reproduire des sons dans un véhicule automobile.

7.2 Commet une infraction et est passible de la pénalité prévue à l'article 11 du présent règlement, le détenteur d'un véhicule automobile dans lequel ou à l'usage duquel est produit un bruit spécifiquement prohibé au paragraphe 7.1.

8. Dans les cas mentionnés à l'article 5 et au sous-paragraphe 7.1.1 du présent règlement, le détenteur peut être tenu d'amener le véhicule, aux jour, heure et lieu indiqués dans l'avis qui lui est remis à cette fin et où il sera procédé à l'examen dudit véhicule.

9. Lorsque, lors d'un examen effectué en application de l'article 8 du présent règlement, il est constaté que l'intensité du bruit émis par un véhicule automobile est

except in the case of a maneuver as provided for at Article 6 of this by-law;

7.1.3 noise produced by the use of the motor of a vehicle at excessive speeds, particularly on starting or stopping, or resulting from repeated acceleration;

7.1.4 noise resulting from the needless or excessive use of a horn, a whistle, a siren or any similar device in a motor vehicle;

7.1.5 any excessive or unusual noise produced by a radio or any similar apparatus designed to reproduce sounds in a motor vehicle.

7.2 Shall be guilty of a violation and be liable to the penalty provided for at Article 11 of this by-law, the holder of a motor vehicle in which or through the use of which is produced a noise specifically prohibited at paragraph 7.1.

8. In the cases mentioned at Article 5 and at sub-paragraph 7.1.1 of this by-law, the holder of a vehicle may be held to bringing it in, on the day, at the time and place shown on the notice issued to him to such effect, where the said vehicle will be inspected.

9. When, at the time of the inspection carried out pursuant to Article 8 of this by-law, it is noted that the intensity of the noise produced by a motor vehicle exceeds

4996

— 5 —

4996

supérieure au niveau fixé pour fins d'examen dans une ordonnance édictée en vertu de l'article 2 du présent règlement, le détenteur du véhicule peut être tenu, en conformité de l'avis qui lui est remis à cet effet, de la présenter de nouveau à l'examen après l'avoir dûment fait réviser, dans un délai prescrit qui ne doit, en aucun cas, dépasser un mois à compter de la date du premier examen.

10. Le défaut de se conformer à l'un des avis mentionnés aux articles 8 et 9 du présent règlement constitue une infraction et rend le détenteur passible de la pénalité prévue à l'article 11 du présent règlement.

11. Le détenteur qui commet une infraction décrite à la présente partie est passible d'une amende d'au plus cent dollars (\$100.00), avec ou sans frais, et d'un emprisonnement d'au plus soixante (60) jours à défaut de paiement de l'amende ou de l'amende et des frais dans un délai d'au plus quatre-vingt-dix (90) jours, ledit emprisonnement devant toutefois cesser dès le paiement de l'amende ou de l'amende et des frais, selon le cas.

12.0 Le comité exécutif peut, aux fins de l'application de la présente partie, édicter des ordonnances ayant pour objet

12.1 d'établir différentes catégories de véhicules;

12.2 de déterminer le lieu où doit se faire l'examen d'un véhicule automobile aux fins de la présente

the noise level as determined for inspection purposes in an ordinance enacted pursuant to this by-law, the holder of the said vehicle, in accordance with the notice delivered to such effect, may be required to bring it in again to be inspected after having it duly checked, within a period of time which shall not, in any case, exceed one month as of the date of the first inspection.

10. Failure to conform to any of the notices mentioned at Articles 8 and 9 of this by-law shall constitute a violation and make the holder subject to the penalty provided for at Article 11 of this by-law.

11. The holder who is guilty of a violation described in this part shall be liable to a fine not to exceed one hundred (100) dollars, with or without costs, or to imprisonment for a period not to exceed sixty (60) days, should he fail to pay the fine or the fine and costs within a period of ninety (90) days at the most, the imprisonment to cease immediately, however, upon the payment of the fine or fine and costs, as the case may be.

12.0 For the purpose of applying this first part, the Executive Committee may enact ordinances designed to:

12.1 determine different categories of vehicles;

12.2 determine the location where the inspection of a motor vehicle shall take place pursuant

4996

- 6 -

4996

partie et établir toutes règles spéciales relatives à ce lieu et à la façon de procéder à cet examen.

to the terms of this first part and stipulate all special regulations governing such location and the procedure to be followed for such inspection.

## PARTIE II

### Bruit dans les lieux habités

13.0 Aux fins de la présente partie,

13.1 "bruit d'ambiance" signifie un ensemble de bruits habituels de diverses provenances, y compris des bruits d'origine extérieure, à caractère plus ou moins régulier et repérables dans un temps déterminé en dehors de tout bruit perturbateur;

13.2 "bruit de fond" signifie un bruit d'un niveau équivalent à la valeur atteinte ou dépassée par le bruit d'ambiance durant quatre-vingt-quinze pour cent (95%) du temps d'observation;

13.3 "bruit perturbateur" signifie tout bruit repérable distinctement du bruit d'ambiance et considéré comme source pour fins d'analyse, et comprend tout bruit défini comme tel au présent article;

13.4 "bruit stable" signifie tout bruit perturbateur dont le niveau ne subit pas de variations importantes entre certaines valeurs limites qui sont fonction du lieu et de la période de la journée, telles qu'établies par ordonnance;

13.5 "bruit fluctuant" signifie tout bruit perturbateur dont le ni-

## PART II

### Noise in inhabited premises

13.0 For the purposes of this part,

13.1 "environment noise" shall mean a combination of usual noises from various sources, including noises which are exterior in origin, more or less regular in character which can be detected within a given period of time excluding any disturbing noise;

13.2 "background noise" shall mean a noise of a level equivalent to that reached or exceeded by the environment noise during ninety-five (95) percent of the period of time of observation;

13.3 "disturbing noise" shall mean any noise which can be detected as separate from the environment noise and considered as a source for analysis purposes, and shall include any noise defined as such in the present article;

13.4 "steady noise" shall mean any disturbing noise the level of which shows no major variation within certain values which are dependent on the location and on the time of day, as determined by ordinance;

13.5 "undulating noise" shall mean any disturbing noise the

4996

- 7 -

4996

veau subit des variations supérieures à celles qui sont retenues pour l'évaluation du bruit stable tel que défini au présent article;

13.6 "bruit à caractère impulsif" signifie tout bruit perturbateur comportant des impulsions discrètes de bruit, tels le martelage ou le rivetage;

13.7 "bruit porteur d'information" signifie tout bruit perturbateur comportant des éléments verbaux ou musicaux distincts des autres éléments sonores qui le composent;

13.8 "bruit comportant des sons purs audibles" signifie tout bruit perturbateur dont l'énergie acoustique est concentrée autour de certaines fréquences;

13.9 "bruit intermittent" signifie tout bruit perturbateur entrecoupé de pauses;

13.10 "bruit normalisé" signifie tout bruit perturbateur auquel a été appliqué, lors d'une mesure effectuée en conformité d'une ordonnance édictée en vertu du présent règlement, l'indice de correction prescrit eu égard aux caractéristiques de ce bruit, à la durée d'émission et au bruit de fond, le nombre de décibels ainsi obtenu étant le niveau de l'intensité de bruit à retenir pour fins de comparaison avec les échelles maximales de tolérance établies dans ladite ordonnance;

13.11 "lieu habité" signifie un bâtiment ou un espace non bâti, dans lequel ou sur lequel des per-

level of which shows variations greater than those determined for the evaluation of a steady noise as defined in this article;

13.6 "pulsing noise" shall mean any disturbing noise involving discrete pulsating noise such as hammering or riveting;

13.7 "information - bearing noise" shall mean any disturbing noise involving verbal or musical elements separate from the other sound elements making it up;

13.8 "noise involving audible pure tones" shall mean any disturbing noise the acoustical energy of which is concentrated around certain frequencies;

13.9 "intermittent noise" shall mean any disturbing noise recurring on and off;

13.10 "standardized noise" shall mean a disturbing noise to which has been applied, as a result of a measuring test in accordance with an ordinance enacted pursuant to this by-law, the correction index prescribed in keeping with the characteristics of such noise, the duration of its emission and background noise, the number of decibels thus arrived at being the noise intensity level to be retained for comparison with maximum tolerance scales determined by the aforesaid ordinance;

13.11 "inhabited premises" shall mean a building or an un-built area, in which or on which

sonnes résident, travaillent ou séjournent et comprend une habitation, un édifice à bureaux, un hôpital, un campement ou tout autre lieu analogue ou partie d'un tel lieu qui constitue un local distinct aux termes d'une ordonnance édictée en vertu du présent règlement;

13.12 "lieu perturbé" signifie un lieu habité défini au présent article, dont l'ambiance subit l'influence d'un bruit perturbateur;

13.13 "occupant" désigne toute personne qui séjourne, travaille ou réside dans un lieu perturbé défini au présent article;

13.14 "usager" désigne toute personne qui utilise un objet, appareil ou instrument au moyen duquel est émis un bruit perturbateur visé au présent règlement, et comprend le propriétaire, le locataire ou tout possesseur d'un tel objet, appareil ou instrument, ou quiconque en a la garde.

14. L'émission d'un bruit perturbateur d'une intensité supérieure au niveau maximum de bruit normalisé fixé par ordonnance à l'égard d'un lieu habité qu'affecte cette émission est interdite et punissable de la manière prévue à l'article 20 du présent règlement.

15.1.0 Outre le bruit dont il est question à l'article 14 du présent règlement, sont spécifiquement prohibés:

15.1.1 le bruit provenant d'un appareil sonore qui diffuse à l'extérieur des bâtiments;

individuals reside, work or stay and shall include a dwelling, an office building, a hospital, a camping site or any other similar site or part of such site constituting distinct premises under the terms of an ordinance enacted pursuant to this by-law;

13.12 "disturbed premises" shall mean inhabited premises as defined in this article, the environment of which is subjected to a disturbing noise;

13.13 "occupant" shall designate any individual who stays, works or resides in disturbed premises as defined in this article;

13.14 "user" shall designate any individual using an object, apparatus or instrument through which a disturbing noise as defined in this article is emitted, and shall include the owner, lessee or holder of such object, apparatus or instrument, or whoever is responsible therefor.

14. The emission of a disturbing noise higher in intensity than the maximum standardized noise level determined by ordinance with respect to the inhabited premises subjected to such emission shall be prohibited and be punishable as provided for at Article 20 of this by-law.

15.1.0 In addition to the noise referred to in Article 14 of this by-law, shall be specifically prohibited:

15.1.1 noise produced by an apparatus emitting sound outside a building;

17.2 Sous réserve du paragraphe 1 du présent article, l'analyse peut, dans les cas que le comité exécutif peut prévoir par ordonnance, consister en une simple identification, par la personne chargée d'effectuer l'analyse, du type, de la provenance et du niveau du bruit, sans l'usage des appareils et méthodes mentionnés audit paragraphe, et dans ce cas, le procès-verbal d'analyse doit en faire mention.

17.3 Nonobstant le paragraphe 1 du présent article, l'analyse par simple identification suffit dans le cas des bruits spécifiquement prohibés aux sous-paragraphes 15.1.1 à 15.1.4 du présent règlement.

18. Lorsque le procès-verbal de l'analyse effectuée conformément à l'article 17 du présent règlement établit que le bruit perturbateur dépasse le niveau maximum fixé par ordonnance ou est un bruit spécifiquement prohibé au présent règlement, une plainte peut être logée contre l'utilisateur de l'objet, appareil ou instrument au moyen duquel ce bruit est émis de même que contre toute personne qui peut être responsable d'une telle émission.

19.0 Le comité exécutif peut, aux fins de l'application de la présente partie, édicter des ordonnances ayant pour objet

19.1 de prescrire les méthodes de normalisation des bruits mesurés;

19.2 de classer les lieux habités en locaux distincts suivant

17.2 Subject to paragraph 1 of this article, in those cases which the Executive Committee may provide for by ordinance, the analysis may involve simply the identification, by the person responsible for the carrying out this analysis, of the type, origin and level of the noise, without the use of the apparatus and methods mentioned in the aforesaid paragraph, and in such case, the analysis report shall state that fact.

17.3 Notwithstanding paragraph 1 of this article, analysis simply by identification shall be sufficient in the case of noises specifically prohibited under subparagraphs 15.1.1 to 15.1.4 of this by-law.

18. When the report of the analysis is carried out in accordance with Article 17 of this by-law determines that the disturbing noise exceeds the maximum level set by ordinance or is a noise specifically prohibited in this by-law, a complaint may be taken out against the user of the object, apparatus or instrument through which the noise is emitted as well as against any individual who may be responsible for such emission.

19.0 For the purpose of applying this by-law, the Executive Committee may enact ordinances the object of which is to

19.1 prescribe the methods for standardizing the noises measured;

19.2 classify inhabited premises into separate dwellings on

4996

- 11 -

4996

leur mode d'utilisation:

19.3 de déterminer, dans les circonstances ou à l'occasion d'événements, de fêtes ou de manifestations qu'il précise ou autorise, toutes modalités d'exception de caractère temporaire par dérogation aux sous-paragraphes 15.1.1, 15.1.3 et 15.1.4 du présent règlement.

#### Pénalité

20.0 L'utilisateur qui contrevient aux dispositions de la présente partie est passible

20.1 pour une première infraction, d'une amende d'au plus cent (\$100.00) dollars, avec ou sans frais,

20.2 pour une deuxième infraction à la même disposition du présent règlement, dans une période de douze (12) mois, d'une amende d'au moins cent (\$100.00) et d'au plus cinq cents (\$500.00) dollars, avec ou sans frais,

20.3 pour toute infraction subséquente dans la même période, une amende d'au moins cinq cents (\$500.00) dollars et d'au plus mille (\$1,000.00) dollars, avec ou sans frais,

20.4 et d'un emprisonnement d'au plus soixante (60) jours, à défaut du paiement de l'amende ou de l'amende et des frais dans un délai d'au plus quatre-vingt-dix (90) jours, ledit emprisonnement devant toutefois cesser dès le paiement de l'amende ou de l'amende et des frais, selon le cas.

the basis of the type of use made thereof;

19.3 determine any form of exception, temporary in character, to the provisions of sub-paragraphs 15.1.1, 15.1.3 and 15.1.4 of this by-law, under circumstances or on the occasion of events, celebrations or demonstrations which it may determine or authorize.

#### Penalty

20.0 The user who violates the provisions of this part shall be liable

20.1 for a first violation, to a maximum fine of one hundred (100) dollars, with or without costs,

20.2 for a second violation of the same provision of this by-law, within a twelve (12) -month period, to a fine of at least one hundred (100) dollars and at the most five hundred (500) dollars, with or without costs,

20.3 for any subsequent violation within the same period, to a fine of at least five hundred (500) dollars and at the most one thousand (1,000) dollars, with or without costs,

20.4 and to imprisonment for sixty (60) days at the most, should he fail to pay the fine or fine and costs within a maximum period of ninety (90) days, such imprisonment to cease immediately, however, upon the payment of the fine or of the fine and costs, as the case may be.

BIBLIOGRAPHIE

1. "Can Noise Radiation from Highways be Reduced by Design"  
by Beaton J.L., and Bourget, L., Highway Research Record  
232 - 1968
2. "Community Noise Level" G.J. Thissen, National Research  
Council, Ottawa, Canada. N.R.C. 11531 - 1969
3. "Noise and Vibration Control for Transportation Systems"  
Department of Highways Ontario Canada RR 168 - October 1970  
by M.D. Harmelink
4. "Statistical Study of Traffic Noise" APS-476 by N. Olson and  
E.A.G. Shaw, Ottawa 1970 - N.R.C. 11270
5. "Highway Noise, A Design Guide for Highway Engineers" HRB-1971  
report 117 - BBN
6. "Noise and Vibration Characteristics of High Speed Transit  
Vehicles" Wilson, June 1971 - NTIS-PB-202 807
7. "Theory of Steady - State Urban Noise for an Ideal Homogenous  
City" by E.A.G. Slaw and N. Olson - Journal of Acoustical  
Society of America - December 1971 - NRC 12502

8. "Assesment of Noise Environments Around Railroad Operations"  
Jack W. Swing and Donald B. Pies - July 1973 - Wyle Laboratories,  
report WCR 73-5
9. "Bruit causé par le chemin de fer du Shinkansen" par Miyaji K.  
extrait du "Railway Gazette International", juillet 1973, p. 249
10. "Highway Noise a Field Evaluation of Traffic Noise Reduction  
Measures", report 144, HRB, 1973
11. "Policy and Procedure Memorandum 90-2" U.S. Department of Transportation  
Federal Highway Administration - 1973
12. "Metro's Noise and Vibration Control", B. Jackson, DeLeuw, Carter & Co.  
"Noise-Con-73" p. 134
13. "Design Performance of Floating Slab Truckbeds", K.G. Knight,  
G.P. Wilson - "Noise-Con-73" p. 146
14. "Control of Noise and Vibration in Buildings Adjacent to Subways"  
A.W. Paolillo - "Noise-Con-73" p. 152

15. "Design Guide for Highway Noise Prediction and Control" -  
B. Andrew Kugler, Daniel E. Commins, William J. Galloway,  
vol. I, nov. 1974
  
16. "Development of an Acoustic Rating Scale for Assessing Annoyance  
Caused by Wheel/Rail Noise in Urban Mass Transit" by T.J. Schultz  
february 1974 (NTIS PS-231 363)
  
17. "Information on Levels of Environmental Noise Requisite to Protect  
Helath and Wilfare with an Adequate Margin of Safety" - EPA -  
Mars 1974
  
18. "Noise Assesment and Abatement in Rapid Transit Systems, Report  
on the MBTA Pilot Study" L.G. Kurzweil, it al - NTIS - sept. 74  
PB-238 113
  
19. "Noise Level Measurements of Railroads" - Freight Yards and Wayside  
(Transportation Systems Center) - May 1974 - (NTIS PB-234 219)
  
20. "Noise Level in Railroad Operations" J.W. Swing, D.J. Inman -  
ASME 74 - WA/RT - 8

21. "Noise and Vibration of a Steel Wheel/Steel Rail Personalized Rapid Transit System" - Transportation System Center - January 1974 - (NTIS PB-227 806)
22. "Prediction and Control of Rail Transit Noise and Vibration - A State of the Art Assessment" Cambridge Collaborative, Incorporated April 1974 - NTIS- PB-233 363
23. "Railroad Environmental Noise: A State of the Art Assessment" by E.K. Bender, R.A. Ely, P.J. Remington, M.J. Rudd- January 1974 - Bolt Beranach and Newman Inc.
24. "Wheel Rail Noise: A progress Report" Robert Lotz Inter-Noise 74 p. 229
25. "Environmental Impact of Subway Rapid Transit Systems" - George Paul Wilson, Robert J. Murray - Inter-Noise 74, p. 235
26. "Characterisation and Control of Railroad Noise", E.K. Bender, R.A. Ely, P.J. Remington, M.J. Rudd - Inter-Noise 74, p. 241
27. "Noise Control of New Rapid Transit Cars", Robert H. Spencer - Inter-Noise 74 - p. 247

28. "Prediction of Wayside Noiser from Rail Transit Vehicules"  
Jerome E. Manning, Leonard G. Kurzweil - Inter-Noise 74, p. 265
  
29. "Influence of Different Parameters in the Noise Emitted by  
Underground Railway Vehicules" - J.S. Santiago, J. Pons, A. Lara,  
M. Otamedi - Inter-Noise 74 - p. 269
  
30. "Acoustic Noise Characteristic of Transpo'72" - W.S. Murray,  
G.F. Swetnam - Inter-Noise 74 - p. 273
  
31. "Noise - How Much is too Much" Henning E. von Gierke and Daniel L.  
Johanson - Noise-Con 75, p. 5
  
32. "Noise Pollution - What can be Done ?", Edar A.G. Shaw - NRC 14538  
vol. 28 no. 1 - January 1975
  
33. "Ontario Highway Noise Prediction Method" by J.J. Hayek -  
Ministry of Transportation and Communications - January 1975
  
34. "Passenger Noise Envrionments of Enclosed Transportation systems"  
EPA - NTIS - PB - 245 409 - June 1975

35. "Rapport sur la pollution par le bruit et la fumée" -  
Joseph Misrachi - CNR - Dep.t du Matériel roulant - Février 1975
36. "An Investigation of Railroad Car Retarder Squel" by M.G. Faulkner  
and A. Mioduchowski - Department of Mechanical Engineering,  
University of Alberta, Edmonton - extrait de L'acoustique et la  
lutte anti-bruit au Canada - october 1976 - vol. 4 no. 4
37. "Environmental Noise Assessment of Railroad Electrification" -  
Carl E. Hanson - Inter-Noise 76 - p. 161
38. "Estimation and Consideration of the Shinkanson Noise for a Newly-  
Established Line (Now Tohoku Line)" Tadamato Nimura, Masanuo Ebata,  
Takeyo Takahashi - Inter-Noise 76 - p. 197
39. "Designinig a National Study of Railway Noise in Great Britain" -  
J.M. Fields, J.G. Waker, J.B. Large - Inter-Noise 76 - p. 203
40. "A train Noise Guileline for London" J.Jimson, N. Deva - Aditya  
Inter-Noise 76 - p. 209
41. "Studying the Noise Impact of a Railroad Grade Crossing Elimination  
Project" - William Bawlby - Inter-Noise 76 - p. 213

42. "Rail Rapid Transit Associated Noise Analysis" T.C. Chen  
R.A. Michalow - Inter-Noise 76 - p. 217
43. "Computer - Assisted Planning for Rail Transit Noise Control"  
Robert Lotz - Inter-Noise 76 - p. 221
44. "Noise and Vibration Impact of the MBTA Subway Extension at  
Harvard Square" Larry E. Wittig, Carl E. Hanson - Inter-Noise 76  
p. 225
45. "Subway Tunnel Acoustics - Influence of Sound Absorption Treatment  
of Tunnel Walls" Tor Kihlman, George P. Wilson - Inter-Noise 76  
p. 229
46. "The Analysis and Control of Rolling Noise in Urban Rail Transit  
Systems" Paul J. Remington - Inter-Noise 76 - p. 233
47. "Guidelines and Principles for Design of Rapid Transit Facilities"  
2-8 Noise and Vibration - Robert J. Dietz - Gannett Fleming Corddry  
and Carpenter, Inc. - septembre 1976
48. "Highway Traffic Noise Prediction Methods" Transportation Research  
Circular - January 1976 no 175

49. "Le bruit de la circulation routière" Yves Ste-Marie, Ministère des Transports, Gouvernement du Québec, 1976
  
50. "The Assessment of Annoyance Due to Train Noise" by J.R. Hemingway Noise Pollution Control Section, Ministry of the Environment, Ontario  
extrait de L'acoustique et la lutte anti-bruit au Canada, octobre 1976, vol. 4 no. 4.

Faint, illegible markings or ghosting of text at the top of the page.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 106 347