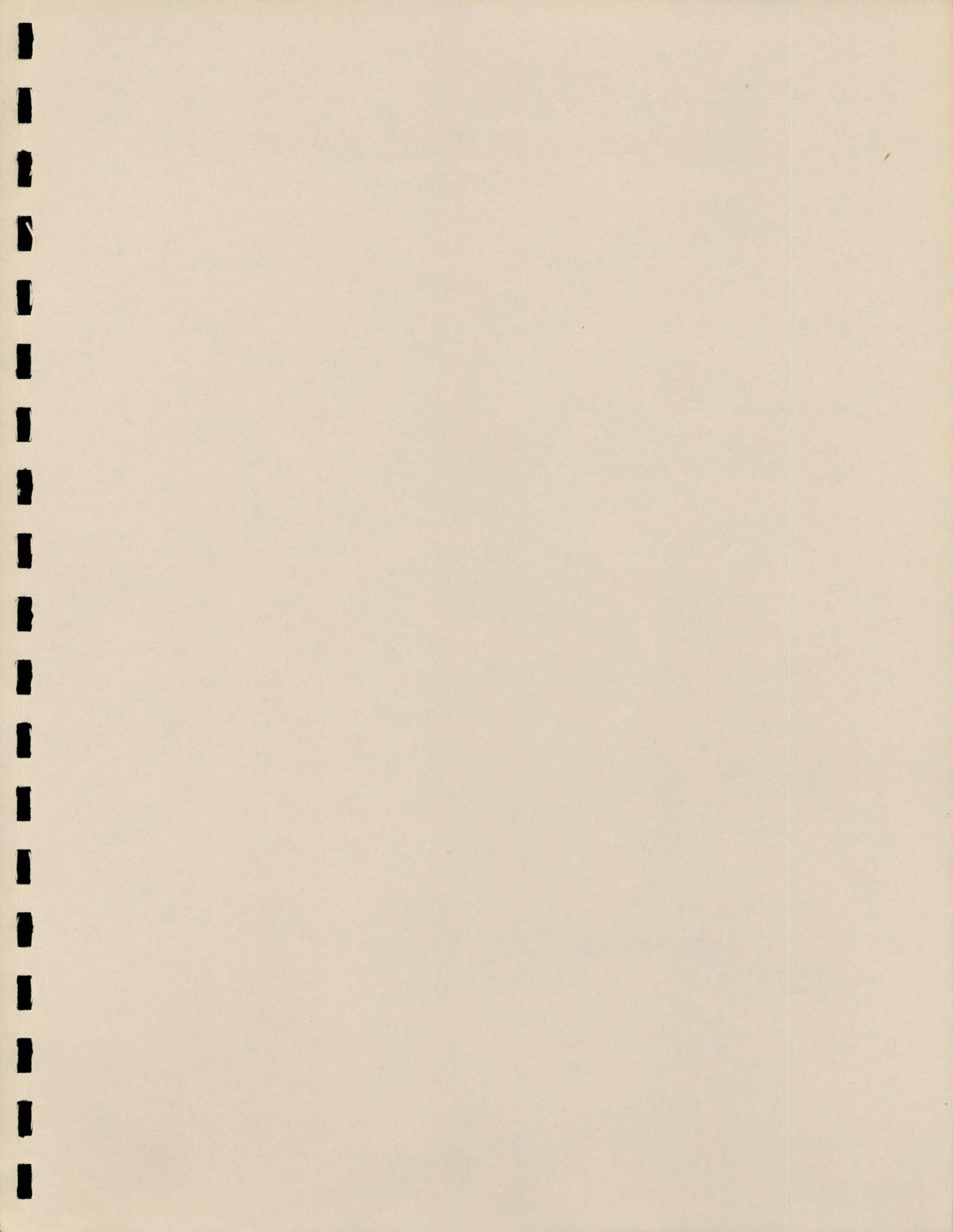




CANQ
TR
GE
206
Ex. 2

LE BRUIT DE LA CIRCULATION ROUTIÈRE



470150



GOUVERNEMENT DU QUÉBEC
MINISTÈRE DES TRANSPORTS
DIRECTION GÉNÉRALE DU GÉNIE
SERVICE DE LA CIRCULATION

ÉTUDES RÉGIONALES
MONTRÉAL

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
700, BOUL. RENÉ-LÉVESQUE EST,
21^e ÉTAGE
QUÉBEC (QUÉBEC) - CANADA
G1R 5H1

LE BRUIT DE LA CIRCULATION ROUTIÈRE

INDICES D'ÉVALUATION DE PÉRTURBATION
MODÈLES DE PRÉDICTION
RÉDUCTION DES IMPACTS

YVES STE - MARIE, physicien

Direction
DANIEL WALTZ, écologiste

CAWQ
TR
GE
206
Ex. 2



GOUVERNEMENT
DU QUÉBEC

MINISTÈRE
DES TRANSPORTS

Montréal, le 1er mars 1976.

A: M. Gilles Lussier, ing.
Chef
Service de la Circulation
Montréal

De: M. Daniel Waltz, écologiste
Chef, Division des Etudes Régionales
Service de la Circulation
Montréal

Sujet: "Le bruit de la circulation
routière"; rapport d'étude
et recommandations.

Monsieur,

Le bruit de la circulation comme élément de pollution de l'environnement humain n'est plus à démontrer. Ce qui est des plus grave, c'est l'importance croissante du niveau sonore année après année, conjointement à l'accroissement de l'étendue des zones atteintes. Evidemment, ce phénomène est lié à différents facteurs d'augmentation dont l'accroissement démographique, le nombre de véhicules, les distances parcourues, les déplacements périphériques urbains, les résidences secondaires de plus en plus semi-permanentes, les longues périodes de loisirs, le goût des voyages, l'augmentation de la production et de la consommation, la souplesse du transport par route comparée à d'autres modes, l'introduction de systèmes de transports combinés, etc....

D'autre part, trop souvent la construction domiciliaire est déficiente quant à l'emploi de matériaux isolants et les mesures de protection anti-bruit encore peu employées. Enfin, les zonages qui devraient être la base même des mesures de protection sont souvent peu opérants et, fréquemment, laissent à désirer quand ils existent.

La forte tendance, devenue récemment généralisée, de considérer la protection et l'amélioration de la qualité de l'environnement comme devant être une préoccupation prioritaire, a conduit les responsables de l'aménagement du territoire à chercher à remédier à cet aspect de la pollution.

Diverses solutions, au moins partielles, ont été étudiées. En gros, il est possible d'attaquer le problème sous deux angles différents, soit au niveau des véhicules automobiles eux-mêmes, soit au niveau de l'implantation des structures routières. Bien sûr, il est souhaitable d'entreprendre simultanément de telles études de ces deux points de vue.

La présente étude est une première étape en vue de faire suite à la demande formulée dans sa lettre du 22 août 1975 par monsieur Henri Perron, ingénieur, sous-ministre adjoint, (voir annexes: 1 & 2). Découlant de ce travail et de quelques exemples de traitement de données sélectionnées pour diverses sections d'autoroutes et de voies principales que nous avons examinées, il sera possible d'établir une procédure générale d'évaluation du bruit pour les cas types. Il restera bien sûr, à tout concepteur, de devoir s'adapter à chacun des cas en particulier. D'autre part, au niveau des mesures de protection ou correctives (minimisation d'impacts, etc...) chaque cas spécifique devrait être étudié en détail conjointement par les divers spécialistes concernés, ingénieurs, écologistes, environnementalistes, physiciens, etc... puisqu'aucune méthode complète, simple et suffisamment détaillée ne peut être établie à l'avance avec une certitude de succès suffisante.

On retiendra que le but principal de ce rapport est de:

- 1- Familiariser les concepteurs-responsables avec les principes de physique reliés à la nature et aux propriétés du bruit, ainsi qu'aux indices de bruit utilisés pour l'évaluation des perturbations;
- 2- Permettre à ces concepteurs-responsables de formuler à bon escient, des demandes auprès des spécialistes (environnementalistes et physiciens de l'environnement) afin d'établir des prédictions de niveau de bruit à l'aide de modèles de simulation, en s'appuyant sur des données sélectives appropriées en fonction des besoins et des facteurs spécifiques du milieu local;
- 3- Rendre disponible aux concepteurs responsables, à l'aide des recommandations des spécialistes de l'environnement, des éléments de solution pour réduire l'impact de la pollution sonore, compte tenu de l'ensemble des facteurs du milieu environnant.

C'est pourquoi les diverses parties de cette étude sont présentées en cinq groupes principaux:

- A- Les chapitres I à III traitent du bruit, de ses indices et des normes relatives au bruit de la circulation.
- B- Le chapitre IV présente certains exemples de modèles de simulation quoiqu'un nouveau modèle, non présenté ici, plus souple bien que plus complexe vienne d'être utilisé pour une étude demandée à la Division des Etudes Régionales (voir rapport d'évaluation du bruit de la circulation sur une alternative du projet de la route 117 dans la municipalité de Labelle).
- C- Les considérations géométriques sont traitées au chapitre V formant une partie importante de ce rapport et intéressante pour tous les concepteurs.

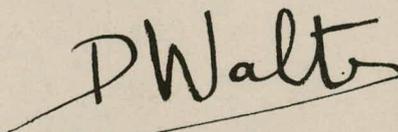
D- Quelques recommandations qui nous paraissent devoir être soulignées sont présentées en conclusion et rappellent l'importance de:

- a) réduire le bruit à la source;
- b) contrôler le zonage;
- c) utiliser des dispositifs de réduction du bruit (relief naturel, route en déblai, barrières, etc...)

A ce sujet, rappelons qu'il est essentiel de ne pas confondre l'effet psychologique de certaines mesures (écrans de verdure, etc...) et les effets physiologiques d'autres mesures (talus anti-bruit, etc...).

E- Enfin, l'ensemble est suivi d'une bibliographie dont certains éléments sélectionnés ont été commentés afin de fournir une assistance documentaire supplémentaire pour les utilisateurs.

En terminant, je tiens à vous dire combien nous avons tous été heureux de l'opportunité qui nous a été donnée d'étudier cet important problème et de pouvoir, par ce rapport, commencer à apporter une contribution pratique aux efforts entrepris par notre Ministère, pour protéger l'environnement et améliorer la qualité de la vie.



DW/11

Daniel Waltz, écologiste



COUVERNEMENT
DU QUÉBEC

MINISTÈRE
DES TRANSPORTS

QUEBEC, le 28 août 1975.

A Monsieur Gilles Lussier, ing.,
Chef du Service de la Circulation,
Région Ouest.

DE LA DIRECTION DE LA CIRCULATION

SUJET: Evaluation du bruit causé par la circulation
sur les autoroutes et autres tronçons de
routes importants en milieu urbain.

Aurais-tu l'obligeance de prendre connaissance de la note de l'ingénieur Henri Perron, sous-ministre adjoint, et de demander à monsieur Daniel Waltz, écologiste, de préparer une procédure générale qui pourrait être suivie par nos ingénieurs pour évaluer l'intensité du bruit causé par la circulation sur les routes urbaines prévues par le Ministère.

Cette procédure devra être relativement simple et prévoir suffisamment de possibilités pour permettre de compléter l'étude de la plupart des cas d'avant-projet que nous préparons.

Il y aurait lieu aussi d'évaluer la possibilité que la Direction de la Circulation fasse l'acquisition de deux (2) appareils permettant l'évaluation de l'intensité du bruit.

JACQUES HEBERT, ING.,
Directeur.

JH/ppm



Québec, le 22 août 1975.

Mémoire à monsieur Jacques Hébert, Ing.,
Directeur de la Circulation.

OBJET: Evaluation du bruit causé par la circulation
sur les autoroutes et autres tronçons de
routes importants en milieu urbain.

J'ai pris connaissance de l'étude faite par les spécialistes Waltz et Ste-Marie, pour évaluer le bruit sur un tronçon de l'autoroute 50 dans les limites de Montébello.

Etant donné l'importance qu'on donne aujourd'hui à la qualité de l'environnement, je suis d'avis qu'une telle évaluation devrait être faite dans tous les cas de localisation de telles artères en milieu urbain.

S'il-vous-plaît demander à monsieur Waltz d'établir une procédure à cet effet, laquelle tout concepteur pourrait facilement suivre dans la rédaction d'un avant-projet.

Bien vôtre,

Le sous-ministre adjoint et
directeur général du génie,

ORIGINAL SIGNÉ PAR

HENRI PERRON

HENRI PERRON, ING.

c.c.: Régistrare.



TABLE DES MATIERES

OBJECTIFS	2
INTRODUCTION	3
SOMMAIRE	4
CHAPITRE I Le bruit	8
CHAPITRE II Indices de bruit	19
CHAPITRE III Normes relatives au bruit de la circulation	21
CHAPITRE IV Modèles de simulation	25
CHAPITRE V Considérations géométriques	39
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	63
BIBLIOGRAPHIE 1. Liste	67
2. Commentaires de quelques ouvrages	72

OBJECTIF
INTRODUCTION
SOMMAIRE

OBJECTIFS

- 1- Familiariser les responsables du "design" des autoroutes avec les principes de physique nécessaires à la bonne compréhension de la nature et des propriétés du bruit.
 - 2- Familiariser ces responsables avec les indices de bruit utilisés pour évaluer les perturbations causées par ce dernier.
 - 3- Permettre à ces responsables de formuler à bon escient des demandes auprès des spécialistes (environnementalistes et physiciens de l'environnement), ce, afin d'établir des prédictions de niveau de bruit causé par une situation fictive à l'aide de modèles de simulation.
 - 4- Fournir à ces responsables, par la voie des recommandations des spécialistes de l'environnement, des éléments de solution pour réduire le bruit à un niveau acceptable.
-

INTRODUCTION

Le problème du bruit n'est vraiment devenu une question d'intérêt général que depuis quelques années seulement, ceci comme beaucoup d'autres problèmes touchant l'environnement. Cette apathie a eu pour effet de laisser le problème du bruit atteindre un point tel qu'il est aujourd'hui très souvent onéreux ou difficile de réduire les émissions sonores à un niveau acceptable.

En particulier, le bruit produit par la circulation sur les autoroutes devient de plus en plus important. Cette augmentation du niveau sonore est due à une double prolifération: celle des autoroutes et celles des véhicules.

Cette augmentation du bruit doit être freinée et tous les moyens doivent être mis en oeuvre pour en réduire l'impact sur les gens vivant en bordure des autoroutes.

C'est la raison pour laquelle le bruit devient un paramètre important, devant être pris en considération lors du "design" des futures autoroutes. Ceci aura pour effet d'empêcher de commettre les mêmes erreurs que celles faites dans le passé.

SOMMAIRE

Le bruit, pour les acousticiens, est habituellement défini comme un signal sonore indésirable. Cette définition fait intervenir un jugement subjectif de la personne à ce signal. Pour un individu, un signal peut être considéré comme agréable alors que pour un autre, ce même signal peut être déplaisant ou importun.

D'une façon générale, la très grande majorité des gens considère le bruit provenant de la circulation sur les voies rapides comme indésirable, ce bruit étant une source de perturbations et de désagréments pour les riverains des autoroutes.

Dans bon nombre de cas, le bruit peut s'avérer être un facteur important dans le choix de l'emplacement d'une résidence. Plusieurs propriétés ont déjà perdu leur valeur marchande d'origine suite à l'implantation d'une autoroute.

C'est pour ces raisons que les "concepteurs" soucieux du bien-être de la population et responsable du "design" des autoroutes doivent considérer le bruit comme un paramètre important lors de l'élaboration d'une autoroute.

Pour tenir compte du facteur bruit, il faut nécessairement être en mesure d'évaluer l'importance des perturbations causées par ce dernier. Plusieurs modèles de simulation présentés dans cet ouvrage permettent de prédire l'importance de cette source, compte tenu du volume de la circulation, sa composition, la vitesse moyenne, l'heure de la journée, des agencements structuraux, de la topographie, des types de chaussée, etc...

Cette évaluation est faite en estimant principalement les niveaux statistiques L_{10} , L_{50} et L_{90} . Ces niveaux représentent respective-

ment les niveaux sonores dépassés 10%, 50% et 90% du temps de la période d'échantillonnage.

L_{10} représente pratiquement l'intensité des points sonores.

L_{50} est le niveau médian

L_{90} est le bruit de fond.

La différence ($L_{10} - L_{50}$) donne l'importance du détachement des pointes sonores par rapport au niveau médian.

Plusieurs études ont démontré que la distribution des niveaux de bruit était normale, c'est donc dire que $\frac{L_{10} - L_{90}}{2,56} = \sigma$ (comme d'ordinaire σ est pris comme étant l'écart type de la distribution).

La valeur de σ nous donne une idée de l'évasement de la distribution des niveaux de bruit, 95% de la surface sous la courbe de distribution est comprise entre les niveaux $L_{50} - 2\sigma$ et $L_{50} + 2\sigma$.

D'autres indices sont aussi utilisés pour évaluer l'importance de l'impact sonore causé par la circulation sur les autoroutes; les deux principaux sont le T.N.I. (Traffic Noise Index) et le L_{NP} (Level of Noise Pollution).

$$T.N.I. = 4 (L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30$$

$$L_{NP} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T 10^{L/10} dt + 2.65\sigma$$

Les sources de bruit les plus importantes sont les camions: à basse vitesse ce sont leurs tuyaux d'échappements et à des vitesses supérieures à 45 milles/heure, c'est le bruit provenant du contact du pneu avec la chaussée qui est prépondérant.

Le bruit émis par de tels véhicules lourds est particulièrement difficile à atténuer et ce pour diverses raisons:

- 1- Intensité importante dépassant souvent 90 db(A) à 50' du bord de la chaussée.
- 2- Tuyau d'échappement situé dans bien des cas à 10' au-dessus du sol.
- 3- Le spectre du bruit émis par de tels véhicules se situe en très grande partie dans la région du spectre où les bruits sont le plus difficile à atténuer. (région en-dessous de 4,000 Hz).

Plusieurs méthodes peuvent être prises pour contrôler le bruit de la circulation:

- 1- Contrôler le bruit à la source.
- 2- Interposer des obstacles entre la source et le récepteur.
- 3- Agir sur le récepteur.

Malheureusement, même si la première approche pour circonvenir le bruit de la circulation paraît être la plus logique, il semble qu'elle soit peu prometteuse. En effet, on ne s'attend pas à une réduction appréciable du niveau sonore émis par les véhicules dans un avenir rapproché.

L'alternative qui s'offre donc pour réduire l'impact du bruit de la circulation est la suivante:

- 1- Utiliser des dispositifs anti-bruit tels que le talus, la route en dépression, le mur anti-bruit, etc...
- 2- Utiliser un plan de zonage interdisant la construction de logements domiciliaires en des lieux où l'impact du bruit est important et permettre des utilisations industrielles, commerciales, ou agricoles compatibles avec un environnement sonore bruyant. Chaque cas doit être envisagé comme particulier, ne pouvant permettre une généralisation inconsidérée pouvant conduire à de graves erreurs.

CHAPITRES I
II
III

CHAPITRE I

LE BRUIT

Définition:

Les acousticiens définissent généralement le bruit comme étant un signal sonore indésirable.

Cette définition signifie que chaque fois où un signal sonore nous cause une perturbation en fatiguant notre sens auditif, en nous empêchant d'entendre un autre signal, en nous empêchant de dormir ou de travailler, etc... nous le qualifions de bruit peu importe qu'il soit intense ou bas, qu'il soit harmonieux ou confus.

Chaque fois que l'on parle d'ennui causé, on établit une relation entre un phénomène et un individu. Cette relation est une relation de circonstances, d'état psychologique ou de résistance de la personne en fonction de la nature et de l'intensité de ce phénomène dans son ambiance.

Sources de bruit:

Le bruit peut être formé par un corps en vibration qui transmet ce mouvement à l'air ambiant sous forme de compressions et de détentes successives qui se propagent en s'éloignant de sa source.

Il peut aussi être formé par la rencontre de l'air en mouvement avec un corps au repos.

Signature du bruit:

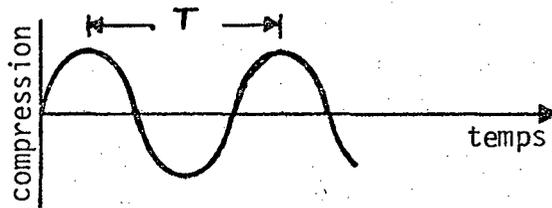
Nous pouvons distinguer le bruit d'une explosion, du bruit d'un autobus ou d'un camion; de la même façon, il nous est facile de distinguer le tic-tac d'une montre, du bruit d'un marteau pneumatique.

Ces caractéristiques physiques qui nous permettent de distinguer et reconnaître chaque bruit sont si intimement liées au bruit lui-même qu'on les appelle signature du bruit. "Graphique illustrant l'intensité du bruit en fonction du temps".

Période, fréquence, longueur d'onde:

Une note de diapason est un son pur qui ébranle l'air de telle sorte que les compressions et les détentes se succèdent un peu comme les ondulations à la surface d'un liquide. Ces ondulations se propagent à une vitesse constante qui dépend de la pression et de la température. (Vitesse du son dans l'air à T.P.N. \approx 700 milles /heure).

La période (T) est définie comme étant le temps qui s'écoule entre le passage de deux maximums de compression successifs en un point donné Po.



L'unité de la période est donc en sec.

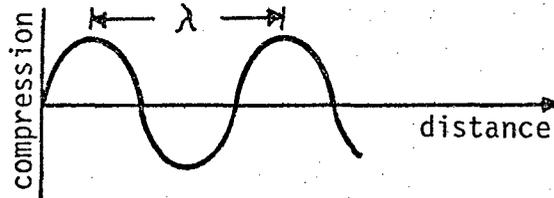
La fréquence (f) est définie comme étant l'inverse de la période.

$$f = 1/T$$

L'unité de f est donc en sec^{-1} = Hertz

Physiquement, la fréquence correspond au nombre de cycles ou de périodes par sec.

L'espace qui sépare le maximum de deux compressions simultanées voisines dans la direction de propagation est la longueur d'onde (λ).



La fréquence, la vitesse et la longueur d'onde sont reliées entre eux par la formule.

$$c = f \lambda = \lambda / T \quad \text{où } (c) \text{ est la vitesse}$$

Le son du diapason est un son pur; en termes mathématiques, on dit qu'un son pur est une fonction sinusoïdale du temps.

Octave, timbre:

Lorsque nous entendons simultanément plusieurs sons purs, le rapport de leur fréquence peut être simple. Si le rapport de leur fréquence est égal à $\frac{1}{2}$ ou 2, on dit que nous avons l'octave.

Ces rapports peuvent être un peu plus complexes et former un accord si les intensités sont égales; si les intensités sont différentes, les sons plus faibles forment avec le plus fort ce que l'on appelle le timbre (c'est la qualité sonore par laquelle on peut distinguer les voix et les instruments de musique).

D'autre part, plusieurs sons purs simultanés dont les fréquences ne sont pas en rapport simple forment un son complètement discordant; si le nombre de ces différents sons est grand, on entend un bruit confus.

Spectre audible, analyse de bruit:

D'habitude on groupe les sons par catégorie de fréquence: à l'intérieur d'octaves pour pouvoir mesurer non pas l'intensité de telle fréquence du bruit, mais celle de l'octave.

Ainsi on peut utiliser les valeurs suivantes:

75 à 150 Hertz	} Spectre audible
150 à 300 Hertz	
300 à 600 Hertz	
600 à 1,200 Hertz	
1,200 à 2,400 Hertz	
2,400 à 4,800 Hertz	
4,800 à 9,600 Hertz	
9,600 à 19,200 Hertz	}

Unité de référence du bruit:

Ce que nous appelons intensité sonore ou intensité physique d'un son est le travail qu'il fournit par unité de temps et unité de surface. Le point de référence habituellement utilisé comme base pour la mesure de l'intensité du bruit est l'intensité (I) la plus basse que l'oreille moyenne puisse entendre à une fréquence de 1,000 Hertz.

$$I_0 = 10^{-16} \text{ watt/cm}^2$$

Cette intensité peut aussi s'exprimer en pression (P_0) puisque $I \propto P^2$

$$P_0 = 2 \times 10^{-4} \text{ microbar}$$

On utilise plutôt le décibel (db) comme unité de mesure d'intensité de bruit.

Déf.: I en db = $10 \log_{10} I/I_0$

$$I \text{ en db} = 10 \log_{10} P^2/P_0^2 = 20 \log_{10} P/P_0$$

La mesure du niveau d'intensité de bruit exprimé en décibel est donc égale à 10 fois le logarithme décimal du rapport de l'intensité actuelle à l'intensité de référence, cette dernière étant égale à 10^{-16} watt/cm².

Habituellement, c'est la pression sonore que l'on mesure : la valeur en décibel du niveau de pression sonore est égal à 20 fois le logarithme décimal du rapport de la pression sonore actuelle à la pression de référence, celle-ci étant égale à 2×10^{-4} microbar.

Les principales raisons pour lesquelles on utilise le db sont les suivantes:

1- Grand écart entre la puissance des bruits les plus faibles et les plus forts.

$$\frac{P \text{ (tic tac d'une montre)}}{P \text{ (réacté)}} \simeq 10^{-15}$$

2- Pour tout niveau de pression sonore, la différence la plus faible que l'oreille puisse distinguer est 1 db.

3- L'oreille entend suivant une loi logarithmique. Un accroissement du niveau sonore de 10 db est perçu par un sujet moyen comme étant un dédoublement de l'intensité de ce dernier.

Quelques propriétés de l'échelle en db:

L'échelle en db a la propriété de permettre d'apprécier facilement des comparaisons de valeurs variant de 1 à 10^{15} .

Une même augmentation en db correspondra à des valeurs absolues

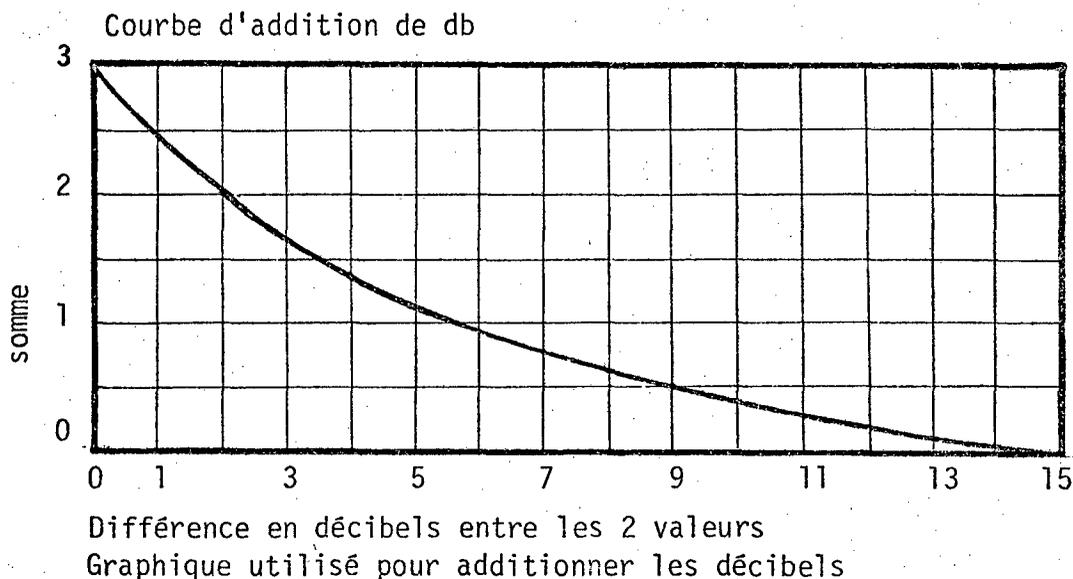
de plus en plus grandes au fur à mesure qu'elle s'ajoutera à des quantités de db de plus en plus grandes.

Ainsi, si une machine produit 60 db, deux machines semblables produiront 63 db.

$$\begin{aligned} \text{En effet, } 10 \log_{10} \frac{2I}{I_0} &= 10 \log_{10} 2 + 10 \log_{10} \frac{I}{I_0} \\ &\approx 3 \text{ db} + 10 \log_{10} \frac{I}{I_0} \end{aligned}$$

Si elles avaient produit 90 db, deux machines semblables auraient produit 93 db. C'est donc dire que dans le premier cas, l'augmentation de 3 db à nécessité un apport de 60 autres db, alors que dans le second cas, les 3 db ajoutés équivalaient à une autre valeur de 90 db.

Une loi logarithmique régit les additions de db et cette loi suit la courbe ci-bas.



Elle s'applique à toutes les valeurs de db. On notera que sur

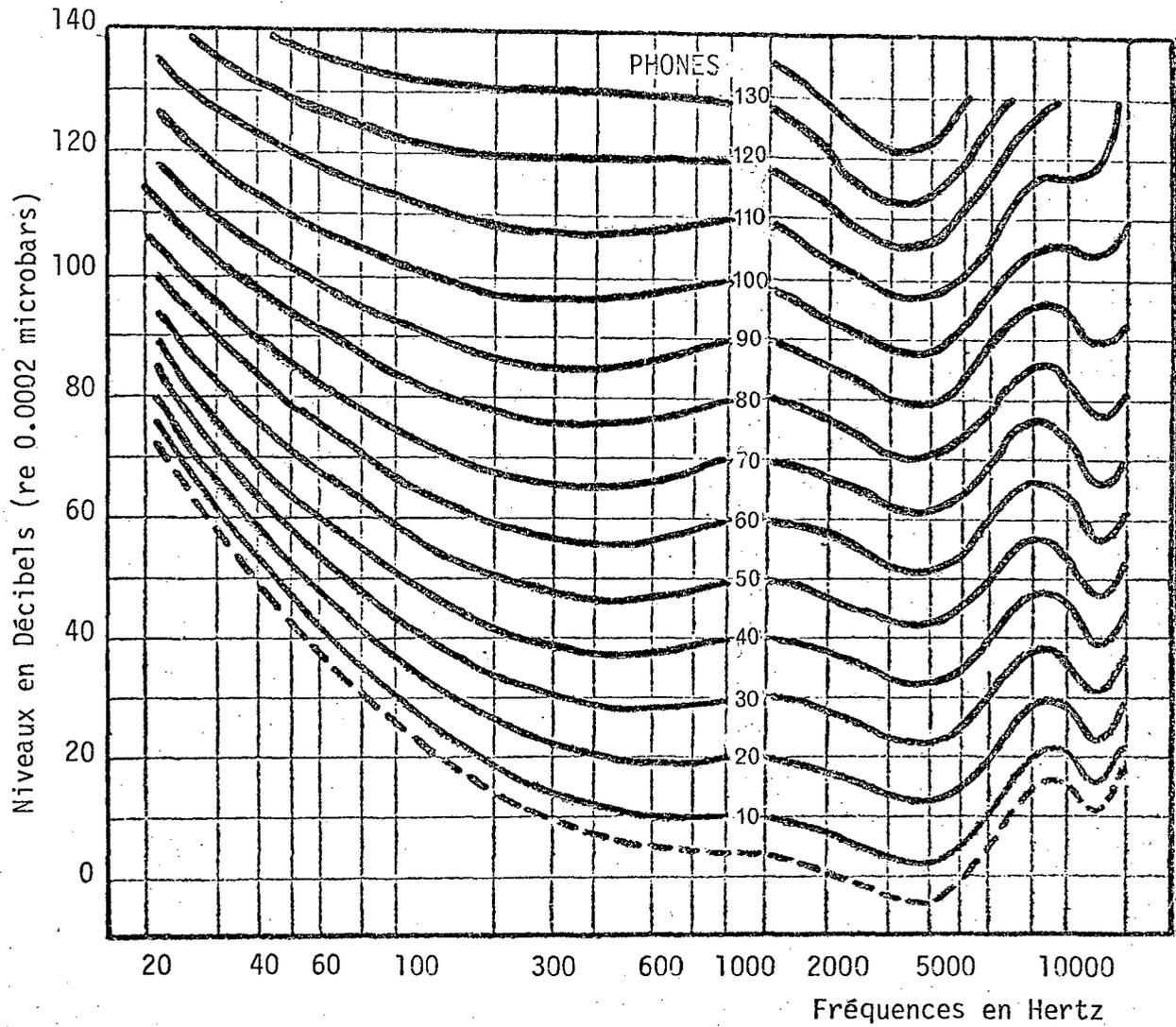
cette courbe, lorsque deux bruits ont entre eux une différence de 6db, la somme des deux bruits ajoute 1 db à celui qui est le plus élevé: ainsi, si nous avons une source de 90 db et une autre de 84 db, les deux sources ensemble donneront 91 db; si nous avons une source de 120 db et une autre de 114 db, la somme des deux donnera 121 db. Ce qui veut dire que dans le premier cas, un bruit de 84 db sera nécessaire pour percevoir une augmentation de bruit; dans le 2e cas un bruit de 114 db sera nécessaire pour percevoir l'augmentation si l'on a déjà 120 db.

On considère habituellement comme significative une augmentation ou diminution du niveau sonore si elle est au moins de 6 db.

Isophonie et courbes isophones:

La valeur de 0 décibel a été établie à 1,000 Hz comme étant le seuil de l'audition. Or, nous savons que l'oreille humaine n'entend pas également toutes les fréquences: ainsi, une série de courbes d'égale sensation sonore ou courbes isophones a-t-elle été établie à différents niveaux pour relier la sensation sonore à la fréquence. Ces courbes isophones donnent, en phones*, pour chaque fréquence la valeur en db, qu'elles ont à 1,000 Hz. Aux environs de 120 phones, la sensation auditive devient désagréable et pénible, entre 130 et 140 phones, la sensation devient douloureuse.

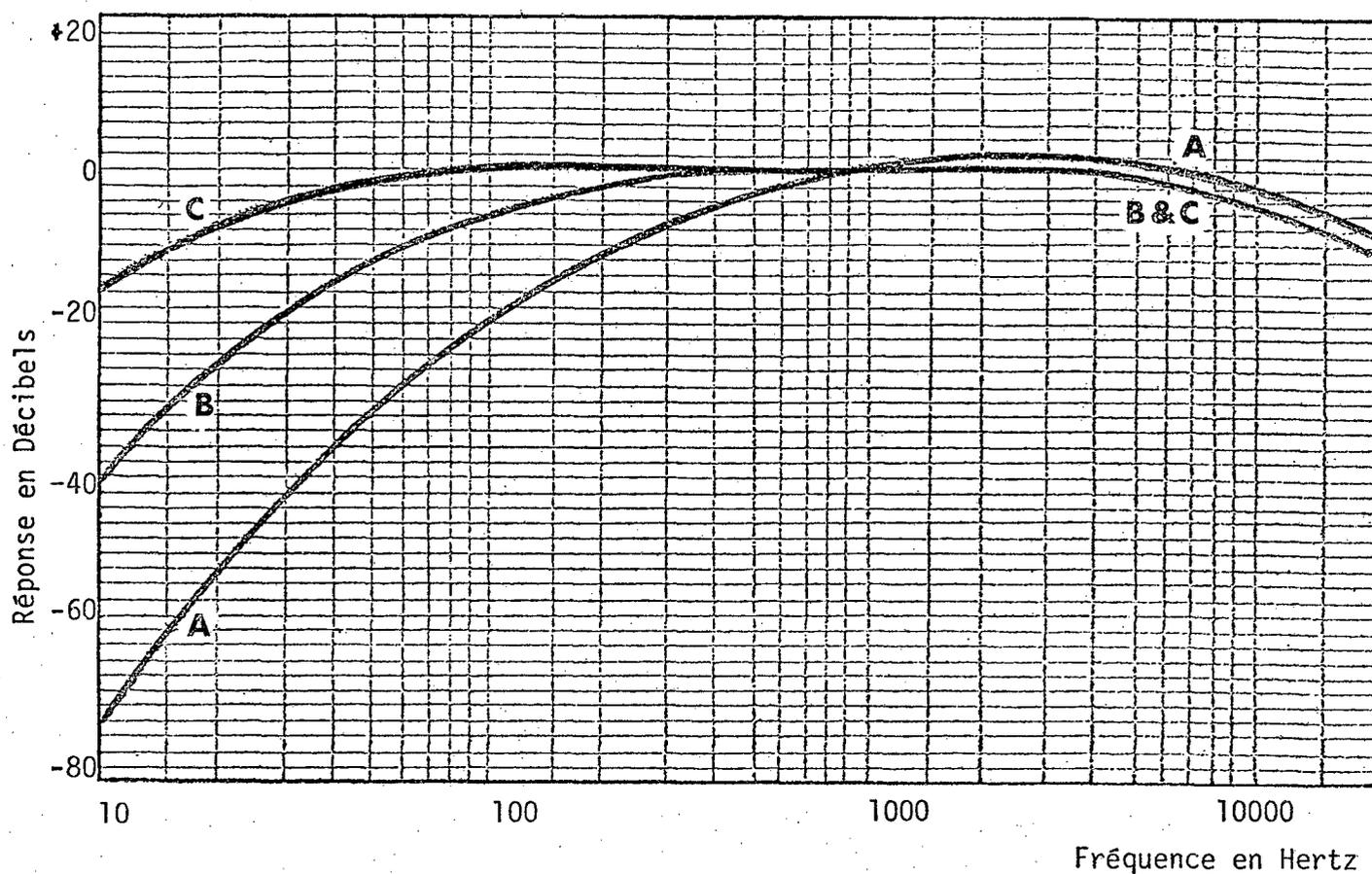
*Le phone est une unité artificielle créé pour comparer l'intensité des bruits de fréquence quelconque à un son pur de 1,000 Hz.



Courbes isosoniques normales pour sons purs, d'après les recommandations I.S.O.

Par lui-même, le db ne constitue pas un moyen suffisant de mesure objective du bruit. Il permet d'établir l'intensité relative des bruits en fonction de leur niveau global de pression sonore

sans tenir compte de la réponse décroissante de l'oreille aux basses et aux hautes fréquences. Afin de recréer au mieux la réponse de l'oreille humaine, les sonomètres sont souvent équipés de trois filtres de pondération fréquentielle définie suivant une norme internationale, les filtres "A", "B" et "C".



Courbes de correction A, B et C normalisées pour les sonomètres

L'unité de la mesure faite à l'aide de tels sonomètres est soit le db (A), le db (B) ou le db (C), dépendamment du filtre utilisé.

Pour ce qui est du bruit de la circulation, plusieurs études statistiques ont démontré que le db(A) était l'unité la plus en mesure d'évaluer correctement la nuisance causée par dernier. "Voir Highway Noise, Measurement, Simulation and Mixed Reactions Rapport 78".

C'est la raison pour laquelle on utilise cette unité dans la très grande majorité des ouvrages traitant du bruit de la circulation.

Ce chapitre I a été inspiré de la référence (26).

TABLEAU DES VALEURS APPROXIMATIVES DE DIFFERENTS BRUITS
EN DB

140 - 150	Puissant moteur de réacté à 50 pi.
130 - 140	Seuil de la douleur
125 - 130	Foreuse à tête multiple dans les mines à 50 pi.
120 - 125	Seuil de la sensation désagréable
115 - 120	Moteur diésel à 50 pi.
100 - 120	Motocyclette, motoneige à 50 pi.
90 - 100	Bruit général de fonderie
85 - 90	Circulation bruyante
75 - 80	Réunion sociale importante
60 - 65	Conversation entre deux personnes
55	Bureau bruyant
40	Bureau calme
35	Quartier résidentiel la nuit
20	Nuit calme d'hiver à la campagne

CHAPITRE II

INDICES DE BRUIT

Idéalement, une seule mesure objective du bruit devrait être applicable à toutes les sources de bruit. Malheureusement, il ne semble pas qu'une telle mesure soit actuellement utilisable. Nous devons plutôt nous servir d'un certain nombre d'indices de bruit dont voici les principaux.

1- Les niveaux sonores statistiques L_{10} , L_{50} et L_{90} . Ces niveaux représentent successivement les niveaux dépassés 10%, 50% et 90% du temps pendant lequel a été fait la mesure du bruit.

L_{10} : donne une idée du niveau des pointes sonores

L_{50} : représente le niveau de bruit moyen

L_{90} : représente le bruit de fond.

2- La différence ($L_{10} - L_{50}$) donne une idée de l'importance du détachement des pointes sonores par rapport au niveau moyen. (Cette différence est algébrique et non logarithmique).

3- Le T.N.I. (Traffic Noise Index)

$$\text{T.N.I.} = 4 (L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30 \text{ db (A)}$$

On peut reprocher à cette mesure de ne déterminer aucun critère de niveau mais de fixer plutôt le champ des niveaux L_{10} et L_{90} . Elle tient cependant compte de la nuisance causée par les variations de l'intensité du bruit dans le temps.

4- Le L_{NP} (Level of Noise Pollution)

$$L_{NP} = L_{eq} + (L_{10} - L_{90}) = L_{eq} + 2.56 \sigma$$

où

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left[I/T \int_0^T 10 \frac{L(t)}{10} dt \right]$$

où T est le temps pendant lequel est effectué la mesure de bruit et $L(t)$ est le niveau sonore au temps t .

σ est l'écart type de la distribution de l'intensité sonore en fonction du temps.

$$\sigma = \left\{ I/T \int_0^T (L(t) - L_m)^2 dt \right\}^{\frac{1}{2}} = \left\{ \frac{L_{10} - L_{90}}{2.56} \right\}$$

où

$$L_m = I/T \int_0^T L(t) dt$$

L_m est le niveau sonore moyen

CHAPITRE III

NORMES RELATIVES AU BRUIT DE LA CIRCULATION

Un certain nombre de pays ont adopté des législations visant à limiter les niveaux de bruit émis par les véhicules. Ces réglementations sont résumées dans une étude sur le bruit de la circulation urbaine publiée par le groupe consultatif de l'O.C.D.E. sur la recherche en matière de transport.(9)

En principe, ces limitations à la source devraient permettre la régulation du bruit de la circulation; néanmoins, celui-ci est fonction, non seulement du bruit émis par chaque véhicule, mais également de variables telles que débit et vitesse, composition de la circulation, etc... En fin de compte, c'est le bruit général de la circulation qui affecte l'individu. C'est pourquoi toute norme relative au bruit de la circulation doit utiliser un indice de bruit qui permette de le mettre en relation avec la réaction des individus.

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 des bâtiments 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 ($60 \text{ db(A)} < L_{50} < 70 \text{ db(A)}$)
- une zone où la construction de logements ne devraient pas être autorisée ($L_{50} > 70 \text{ db(A)}$)

Les règlements japonais stipulent des niveaux de bruit extérieur L_{50} pour différents types de zones résidentielles.

Niveau diurne $L_{50} = 50 \text{ db(A)}$ pour les zones exclusivement résidentielles.

Ce niveau correspond à un niveau nocturne de 40 db (A) .

Pour les zones en bordure de route à deux voies, la valeur permise maximale est portée à 50 db (A) et, pour les zones en bordure de voies de largeur supérieure, à 60 db (A) . Un niveau diurne maximal de 60 db (A) est stipulé pour les zones comprenant des bâtiments à usage commercial et industriel ainsi qu'un nombre important d'habitations. Ce niveau peut être porté à 65 db (A) dans le cas des zones en bordure de routes. Ces règlements de mai 71 prévoient une période limitée de cinq ans pour la mise en vigueur.

En Scandinavie, une Commission des Autorités responsables de la Construction du Logement a recommandé un niveau de 30 db (A) comme constituant le niveau moyen d'énergie acceptable par 24 heures, L_{eq} , à l'intérieur des habitations. Ce niveau est considéré comme étant l'équivalent de 55 db (A) en dehors des habitations, ces dernières étant supposées être équipées de fenêtres à double vitrage fermées.

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 de bruit 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 du bruit, sauf lorsqu'une exemption particulière leur a été accordée.

Les limites extérieures spécifiées 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 dépassé 55 db(A);

Zone C:

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

Réf.: "Effets de la circulation et des routes sur l'environnement en zones habitées" O.C.D.E. Paris 1973.(9)

Autres normes:

Des recherches et des études statistiques ont démontré qu'un T.N.I. = 74 db(A) ou un L_{np} = 80 db(A), ou un $(L_{10} - L_{50}) = 6$ db (A) étaient des normes à la limite de l'acceptable.

Réf.: "Highway Noise A Design Guide for Highway Engineers" Rapport 117 (18)

CHAPITRE IV

CHAPITRE IV

MODELES DE SIMULATION

CES MODELES PERMETTENT:

- 1- D'EVALUER EN UN POINT LE BRUIT PRODUIT PAR UNE SITUATION FICTIVE DE CIRCULATION : NOMBRE DE VEHICULES, COMPOSITION DE LA CIRCULATION, VITESSE MOYENNE, ETC...
- 2- D'EVALUER L'IMPORTANCE DE L'ENNUI CAUSE PAR CE DERNIER.
- 3- D'EVALUER LA REDUCTION DU BRUIT QU'IL FAUDRAIT OBTENIR POUR QUE CE DERNIER SOIT REDUIT A UN NIVEAU ACCEPTABLE.
- 4- D'EVALUER LA POSITION, LA HAUTEUR, ETC..., QUE DEVRAIENT AVOIR UN TALUS, UN MUR, ETC ... POUR OBTENIR LA REDUCTION SOUHAITEE.

MODELE DE BOLT, BERANECK & NEWMAN (B.B.N.)

Ce modèle est le plus souple qu'il m'a été permis d'étudier. En effet, il permet de tenir compte d'une foule de variables telle que la vitesse de la circulation, sa composition, le nombre de véhicules/heure, l'éloignement, le type de section, qu'elle soit en déblai, en remblai, élevée, etc..., la présence d'obstacles telle qu'une barrière, un mur, etc...

Ce modèle est présenté dans le rapport 117 du "Highway Research Board" son titre est "Highway Noise a Design Guide for Highway Engineers" (1971). (18)

Grâce à ce modèle, une évaluation du bruit peut être faite pas à pas, en suivant la procédure décrite dans le rapport et en remplissant correctement les feuilles de travail incorporées dans la procédure à suivre.

Le rapport comprend aussi un exemple et sa solution complète. Ce cas type permettra à toute personne intéressée par le modèle B.B.N. de bien le comprendre et l'assimiler. Il contient aussi une seconde méthode permettant d'évaluer rapidement le bruit causé par la circulation. Cette dernière est moins précise que la première et fournit en général des résultats dont les valeurs sont plus élevées. C'est la raison pour laquelle la première méthode doit être utilisée lorsque les estimations faites par la seconde sont au-dessus des normes jugées acceptables.

Plusieurs expériences ont été faites dans le but d'évaluer la méthode B.B.N. Voir "Noise Barrier Evaluation and Alternatives for Highway Noise Control" Rapport 180 (1970), Ministère des Transports et des Communications de l'Ontario et "Highway Noise a Field Evaluation of Traffic Noise Reduction Measures" Rapport 144 "Highway

Research Board" 1973.

Suite à ces expériences, des modifications ont dûes être apportées au modèle B.B.N.. Ces dernières sont dans le rapport 144 "Highway Noise a Field Evaluation of Traffic Noise Reduction Measures" et sont présentées de telles sortes qu'elles peuvent être juxtaposées aux procédures décrites dans le rapport 117 "Highway Noise a Design Guide for Highway Engineers".(18 - 19 - 23)

MODELE TENANT COMPTE DES VARIATIONS TEMPORELLES DU FLUX
ROUTIER.

Ce modèle et les exemples ont été tirés du "Transportation Engineering Journal" May 1973, "Effects and Control of Highway Traffic Noise" (8) Il est à remarquer que ce dernier constitue un raffinement du modèle B.B.N. modifié. Il permet en effet de tenir compte des variations du flux de la circulation avec les heures de la journée. Pour ce faire, une méthode doit être développée pour déterminer séparément les variations temporelles du volume d'automobiles et de camions.

Soit $V_e(t)$ le nombre de camions/heure au temps t et $V_a(t)$ le nombre d'automobiles/heure au temps t :

$$V_e(t) = P'_e(t) \{P'_a(t) N\} \quad (1)$$

$$V_a(t) = \{1 - P'_e(t)\} \{P'_a(t) N\} \quad (2)$$

où

$$P'_a(t) = \left\{ \frac{\text{Nombre de véhicules au temps } t}{\text{Nombre de véhicules à l'heure de pointe}} \right\}$$

$$P'_a(t) = \frac{V_e(t) + V_a(t)}{V_e(T) + V_a(T)}$$

Note: véhicule = véhicule passager + camions.

$$P'_e(t) = \left\{ \frac{\text{Nombre de camions au temps } t}{\text{Nombre de véhicules au temps } T} \right\} = \frac{V_e(t)}{V_e(T) + V_a(T)}$$

N = nombre des véhicules durant les heures de pointes.

Appelons "T" l'heure de pointe de l'équation (2), on obtient

$$V_a(t) = \{1 - P'_e(T)\} N \quad (3)$$

puisque $P'_a(T) = 1.0$ par définition.

Soit C le nombre de véhicules passager équivalant à la capacité de la voie rapide durant les heures de pointes. Il est à remarquer que chaque camion a été remplacé par E voitures pour le calcul de C .

$$\text{On obtient alors: } C = V_a(T) - E \{P'_e(T) N\} \quad (4)$$

En isolant N à partir de (3) et (4) et en substituant dans (1) et (2) on obtient:

$$V_a(t) = \frac{[1 - P'_e(t) P'_a(t) C]}{[1 + (E - 1) P'_e(T)]} \quad (5)$$

$$V_c(t) = \frac{P'_a(t) P'_e(t) C}{[1 + (E - 1) P'_e(T)]} \quad (6)$$

Ces deux équations sont très générales et peuvent s'appliquer à une foule de cas.

Considérons le cas particulier suivant:

$T = 4:00$ p.m.

$C = 5,460$ véhicules passager/heure

$P'_c(T) = 0.08$ et $E = 2$

En utilisant (5) et (6) et en substituant ces données, on obtient:

$$V_a(t) = 5,056 \{1 - P'_e(t)\} P'_a(t) \quad (7)$$

$$V_c(t) = 5,056 P'_a(t) P'_e(t)$$

Pour calculer le bruit produit, il faut déterminer $P'_a(t)$ et $P'_c(t)$. Nous nous servirons des résultats de "Highway Capacity Manual - 1965 - Highway Research Board, Special Report 87, 1965", (15) voir fig. (1) et (2). On supposera une vitesse constante de 55 milles/h. pour les automobiles et camions. L'on déterminera les niveaux sonores L_{10} et L_{50} à 200 et 1,000 pieds du bord de la chaussée en se servant de la méthode B.B.N. On prendra le nombre de lignes comme étant (4) quatre.

fig. (1)

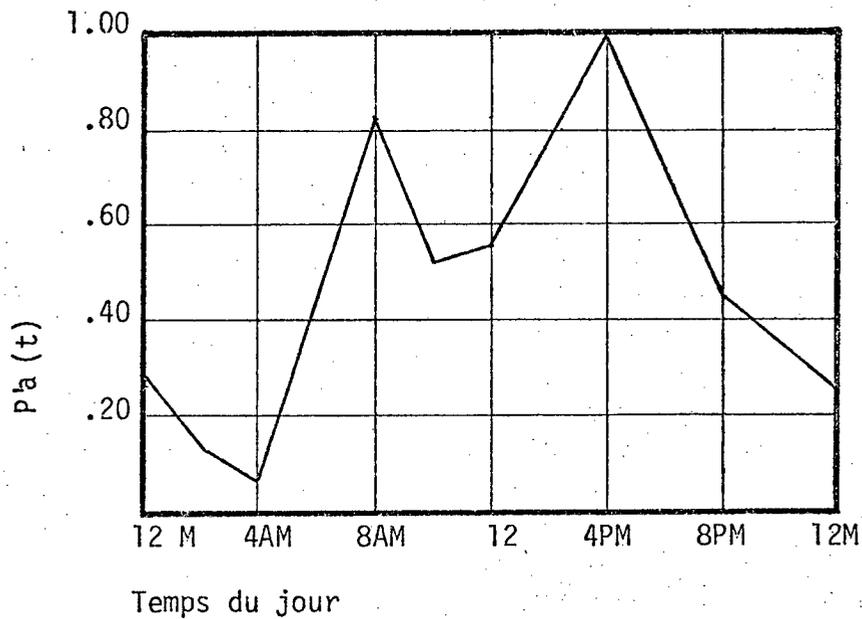
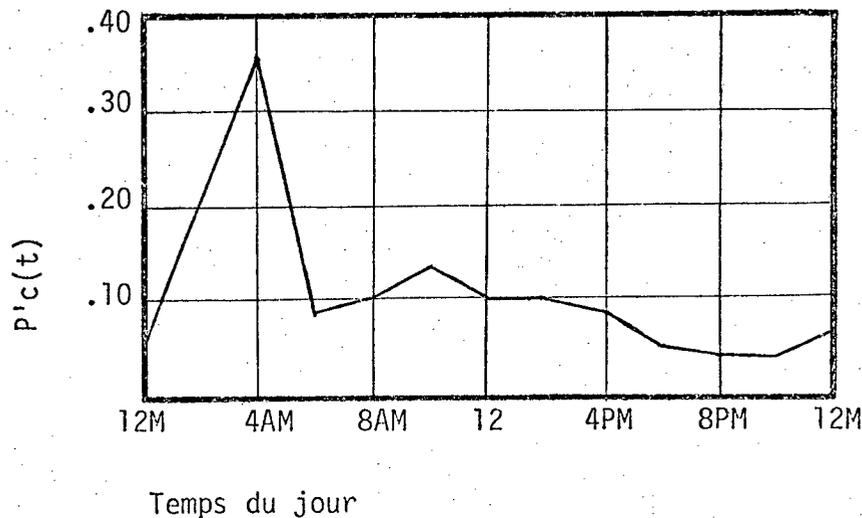
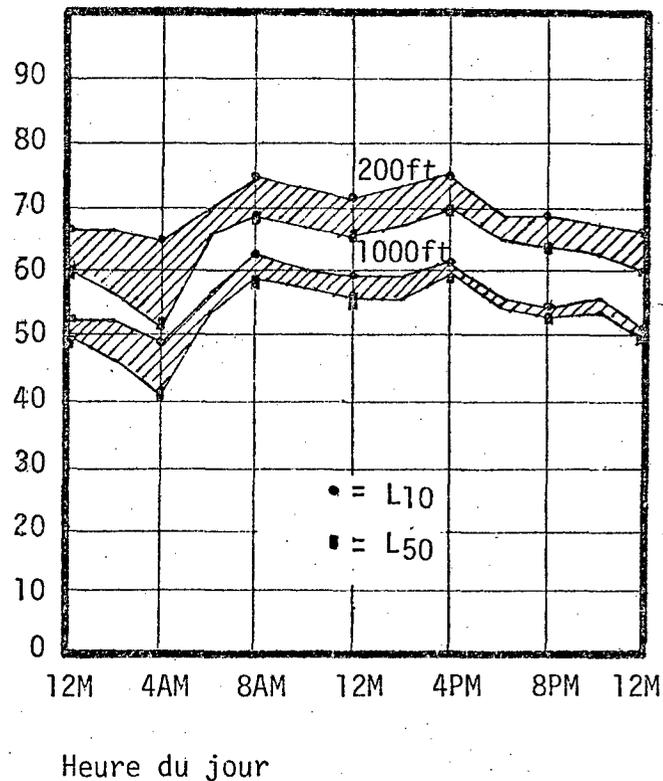


fig. (2)



Les niveaux L_{10} et L_{50} sont illustrés à la figure (3), pour des distances de 200 et 1,000 pieds du bord de la chaussée.

Fig. (3)



Il est intéressant de remarquer que le niveau de bruit est fonction du temps et que la variation peut être de 19 db (A) durant la journée.

Il est évident que ($L_{10} - L_{50}$) diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la chaussée.

Le résultat de ($L_{10} - L_{50}$) est un bon indicatif de l'importance des niveaux de pointe par rapport au niveau moyen.

Prenons un cas particulier:

soit $t = 4:00$ a.m.

on obtient alors $L_{10} - L_{50} = 12$ db (A) à 200 pieds.

Ce résultat indique que le passage d'un camion est susceptible d'éveiller une personne en train de dormir.

Pour évaluer l'importance des camions sur le niveau de bruit, supposons que C demeure constant et que le rapport P'_e soit changé. La vitesse demeure constante, c'est-à-dire égale à 55 milles/heure et de la même façon E est encore égal à 2.

A partir de ces conditions V_a et V_e peuvent être trouvés en solutionnant simultanément:

$$\begin{aligned} V_a + EV_e &= C \\ \text{et} \quad \{V_a + V_e\} P'_e &= V_e \end{aligned}$$

on obtient alors:

$$V_e = \frac{P'_e C}{[1 + (E - 1) P'_e]}$$

et

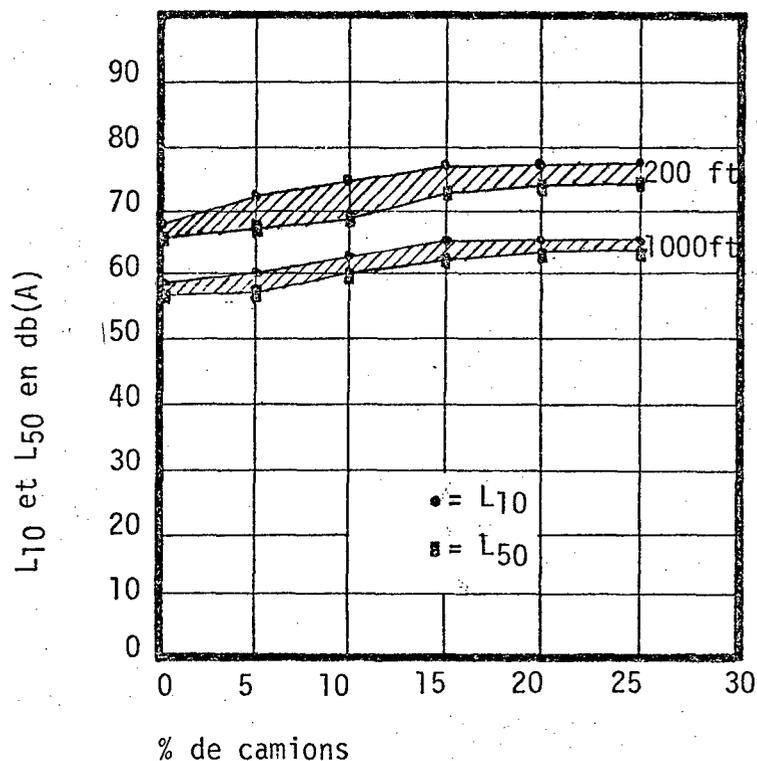
$$V_a = \frac{(1 - P'_e) C}{[1 + (E - 1) P'_e]}$$

en substituant les valeurs de C et E on obtient:

$$V_e = \frac{5,460 P'_e}{[1 + P'_e]} \quad \text{et} \quad V_a = \frac{5,460 (1 - P'_e)}{1 + P'_e}$$

La figure (4) illustre les niveaux L_{10} et L_{50} à des distances de 200 et 1000 pieds de la chaussée, comme fonction du pourcentage de camions constituant la circulation.

Fig. (4)



Un fait intéressant à noter est qu'une variation du pourcentage de camions de 0 à 15% amène l'augmentation du niveau sonore de 6 à 8 db(A).

Il est aussi à remarquer que $L_{10} - L_{50}$ est petit lorsque les camions sont absents; cette différence demeure petite, même dans le cas où l'on est près de la chaussée.

Supposons que l'on ait maintenant deux voies au lieu de quatre et que la vitesse moyenne soit 70 milles/heure en comparaison de 55 milles/heure dans notre premier exemple.

Supposons que le volume de la circulation soit 1,400 véhicules/heure et que $P'_c(t) = 0.08$.

En comparant les résultats obtenus à partir de ces nouveaux paramètres avec les résultats du premier exemple on obtient:

Distance en pieds	Niveau de bruit	2e ex.	1er ex.
200	L ₁₀	71	74
	L ₅₀	66	70
	L ₁₀ -L ₅₀	5	4
1,000	L ₁₀	59	61
	L ₅₀	56	60
	L ₁₀ -L ₅₀	3	1

Un fait intéressant à remarquer est que L₁₀ et L₅₀ sont plus bas dans le deuxième exemple et ce pour les distances de 200 et 1000 pieds de la chaussée; par contre la différence L₁₀ - L₅₀ est plus élevée dans le deuxième cas.

MODELE PERMETTANT UNE MESURE APPROXIMATIVE DU BRUIT DE LA CIRCULATION

Ce modèle est proposé par le "Federal Highway Administration Noise Standards and Procedures";(25) il offre le grand avantage d'être très rapide et tient compte du plan de zonage proposé par les Américains. (Voir "Normes relatives au bruit de la circulation" pour la description des zones de type A, B et C).

Exemple:

Considérons le cas particulier où l'on a 300 véhicules/heure dont 5% est constitué de camions et que la vitesse moyenne soit 55 milles/heure. A l'aide du graphique de la page suivante, on obtient les résultats suivants:

Type de zone	L ₁₀ en db(A)	Distance en pied du bord de la chaussée
A	60	700
B	70	90
C	75	30

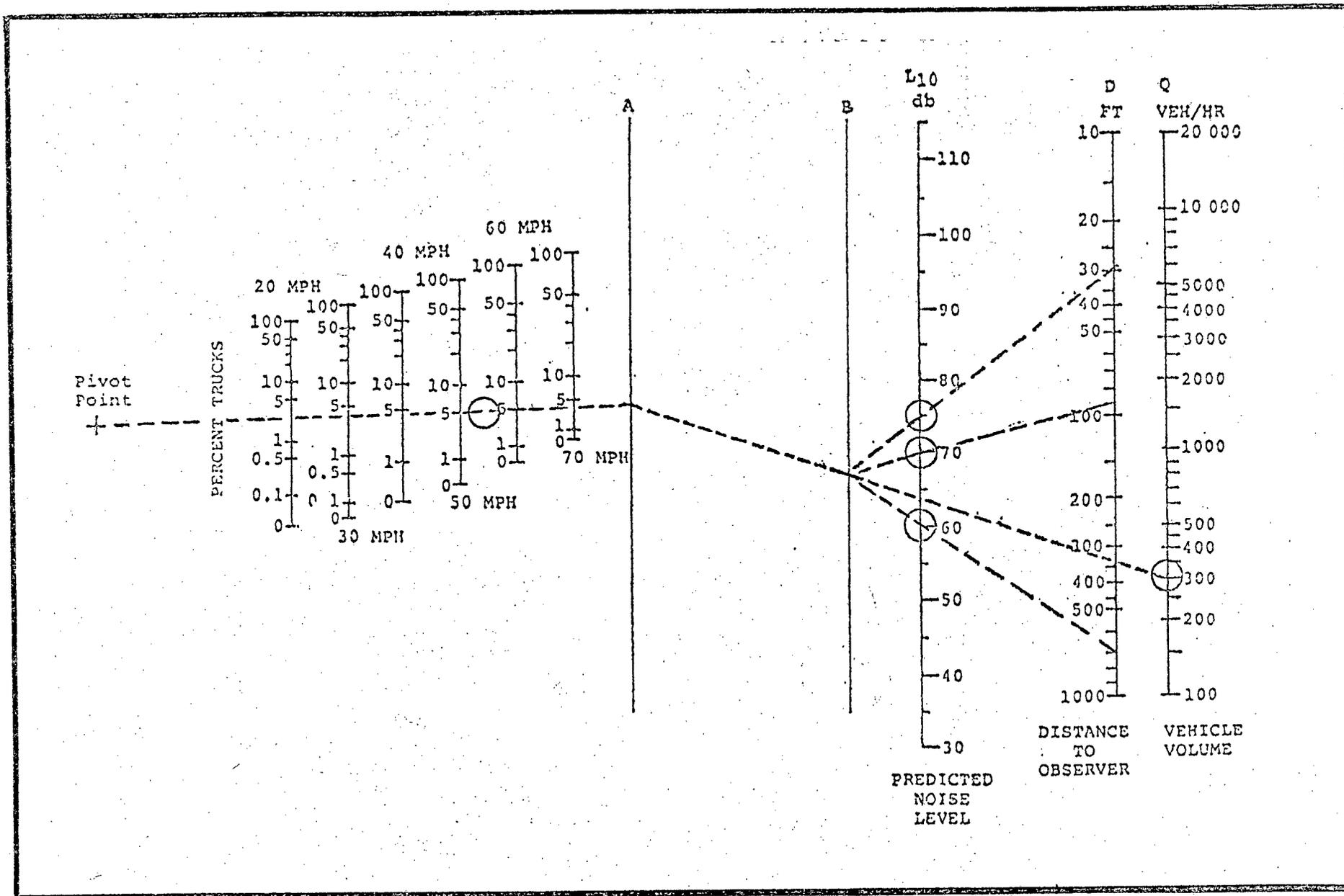
Pour une description des types de zone, voir "Normes relatives au bruit de la circulation".

Modèles empiriques

Ces deux derniers modèles résultent d'une étude faite en Grande-Bretagne par Johnson et Sanders "Journal of Sound and Vibration, (1968)" (11).

$$(1) L_{50} = (3.5 + 10 \log_{10} VS^3/D) \text{ db (A)}$$

$$(2) L_{50} = (20 + 10 \log_{10} VS^2/D) \text{ db (A)}$$



Abaque permettant la prédiction du niveau du bruit de la circulation (camions standards)

où V = nombre de véhicules/heure

S = vitesse moyenne

D = distance entre la chaussée et l'observateur

Comparons ces modèles pour les conditions suivantes:

V : 1,200 véhicules/heure

S : 40 milles/heure

D : 100 pieds

On obtient pour les deux modèles, les valeurs respectives 62.3 et 62.8 db (A); ils sont donc tous deux en bon accord.

CHAPITRE V

CHAPITRE V

CONSIDERATIONS GEOMETRIQUES

A- Le bruit s'atténue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de sa source. L'atténuation du bruit produit par une source ponctuelle est donnée par

$$\begin{aligned} L_p &= L_x - 10 \log_{10} \left\{ R/R_x \right\}^2 \text{ db(A)} \\ &= L_x - 20 \log_{10} \left\{ R/R_x \right\} \text{ db(A)} \end{aligned}$$

où L_p = pression sonore à une distance R de la source.

L_x = pression sonore à une distance R_x de la source.

Si $R = 2R_x$ on obtient:

$$\begin{aligned} L_p &= L_x - 20 \log_{10} \left\{ 2R_x/R_x \right\} \text{ db(A)} \\ L_p &= L_x - 6 \text{ db(A)} \end{aligned}$$

C'est donc dire que dans le cas où la source de bruit est une source ponctuelle, l'atténuation est de 6 db(A), toutes les fois que l'on double la distance entre la source et le point d'observation.

Si l'on a une source de bruit de type linéaire, dans ce cas l'atténuation est donnée par l'expression.

$$L_p = L_x - 10 \log_{10} \left\{ R/R_x \right\} \text{ db(A)}$$

dans le cas particulier où $R = 2R_x$, on obtient:

$$\begin{aligned} L_p &= L_x - 10 \log_{10} \left\{ 2R_x/R_x \right\} \text{ db(A)} \\ L_p &\approx L_x - 3 \text{ db(A)} \end{aligned}$$

l'atténuation dans le cas d'une source linéaire n'est que de 3db(A) chaque fois que l'on double la distance entre l'observateur et la source.

C'est donc dire que l'atténuation du bruit produit par une autoroute varie entre 3 db(A) et 6 db(A) chaque fois que l'on double la distance entre cette dernière et l'observateur.

D'une façon générale, on peut dire que cette atténuation est d'autant plus près de 6 db(A) que l'on est rapproché de l'autoroute ou que le trafic est clairsemé. De la même façon, cette atténuation est d'autant plus près de 3 db(A) que nous sommes éloignés de la route ou que le trafic est dense. Il est aussi à remarquer que $(L_{10} - L_{50})$ diminue lorsqu'on s'éloigne de la chaussée.

Johnson et Sanders "J. Sound and Vibration, 7, (1988)" ont développé un modèle mathématique reliant l'atténuation avec la distance entre les véhicules. Selon eux, l'atténuation de 6 db(A) est valable pour des distances à partir de la chaussée inférieure au douzième de la distance entre les véhicules, tandis que l'atténuation de 3 db(A) est valable pour des distances supérieures au demi espacement des véhicules. Entre les deux régions existe une zone de transition où l'atténuation se situe entre 3 et 6 db(A).

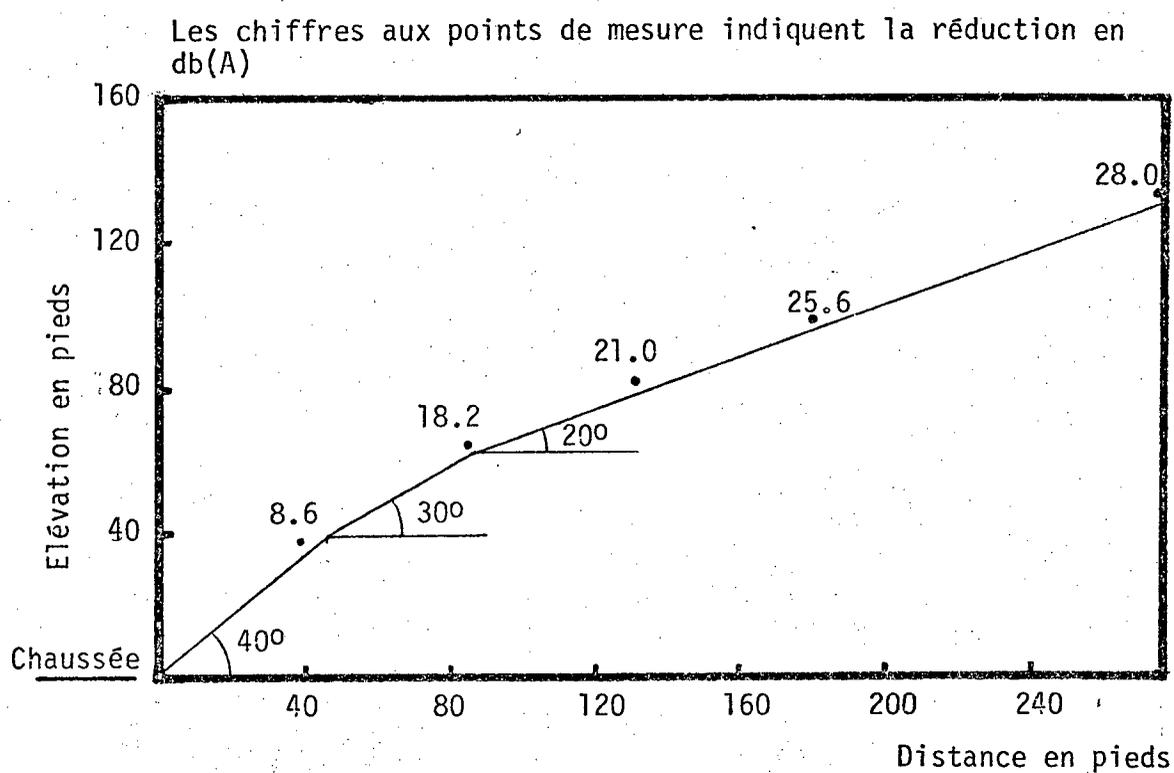
B- En plus de dépendre de la distance entre la route et l'observateur, l'intensité sonore est fonction du relief.

Nous allons illustrer cette dépendance en rapportant les résultats obtenus sur sept (7) sites différents.
Ces résultats ont été tirés de la référence No.7.

SITE I

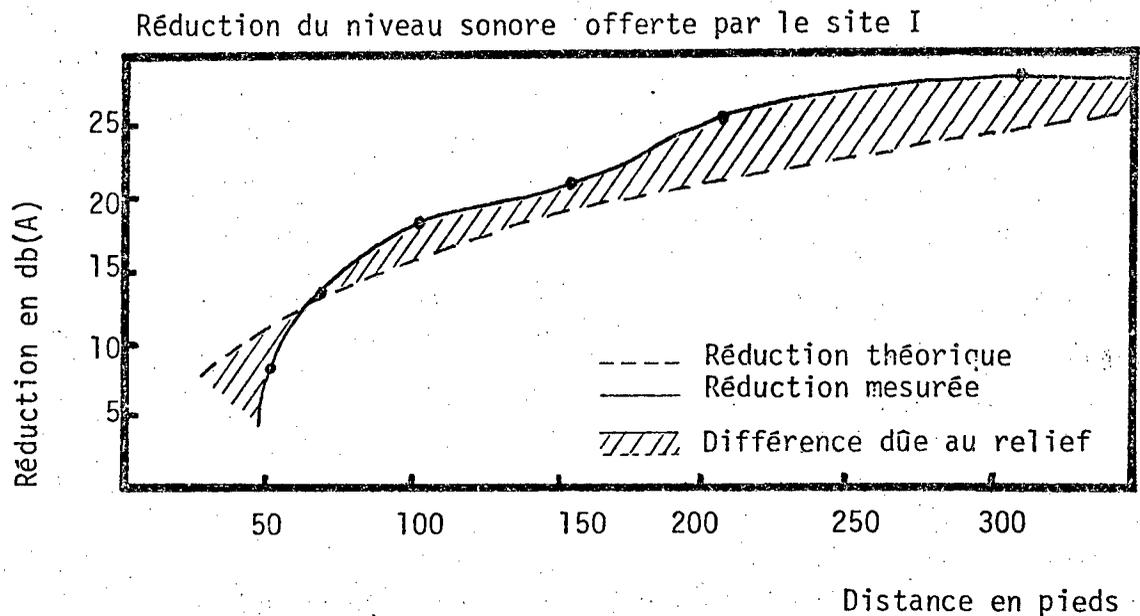
Ce site est caractérisé par un terrain en pente et dont l'escarpement est variable. Les mesures ont été prises à cinq positions différentes, illustrées à la figure no 5.

Fig. (5)



Comme nous pouvons l'observer à l'aide de la figure no 5A, l'atténuation mesurée à une distance au-delà de 50 pieds est partout supérieure à la valeur théorique qui elle ne tient compte que de l'atténuation due à la distance. Ceci résulte du fait que les points d'observation ne sont pas en ligne droite avec la source de bruit. (Il est à remarquer l'effet de l'écho pour des distances inférieures à 50 pieds).

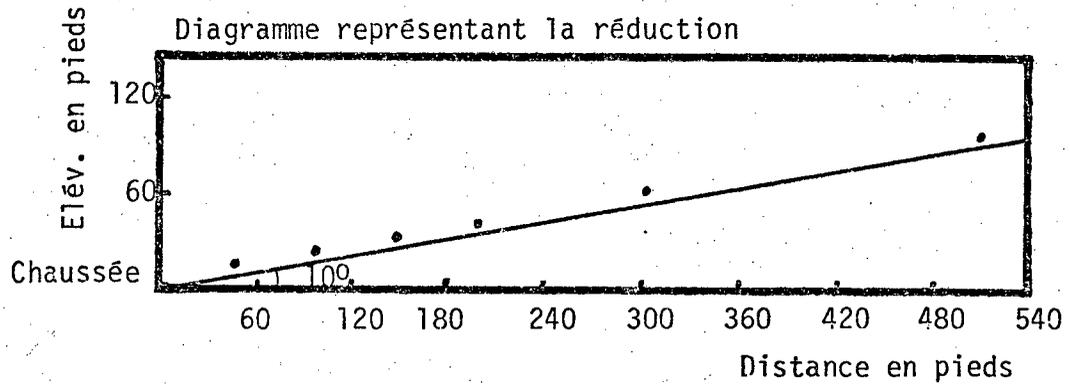
Fig. (5A)



SITE II

Ce site est semblable au no.1; la seule différence est que la pente du terrain y est constante. (fig. 6)

Fig. (6)

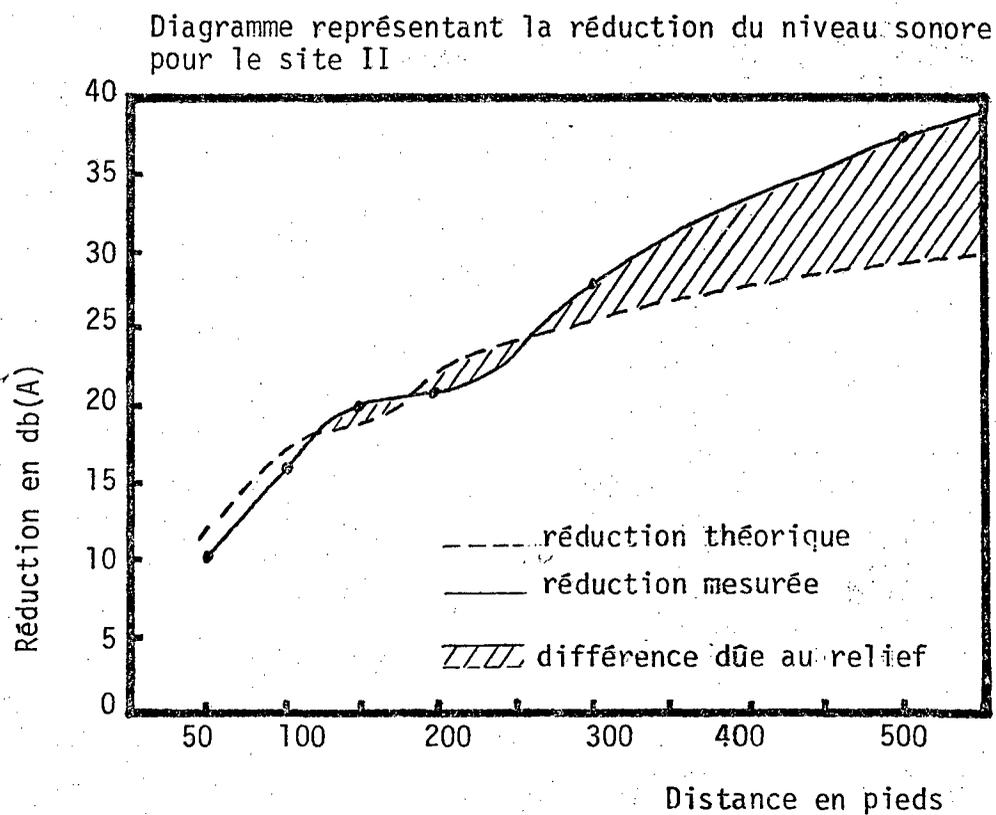


Coupe transversale du site II

Comme on peut le voir à l'aide de la figure no 6A, l'atténuation mesurée suit très bien l'atténuation théorique pour des distances inférieures à 250 pieds.

La raison de ce fait est que les points d'observation sont en ligne directe avec la source. L'atténuation plus grande que l'atténuation théorique pour des distances supérieures à 250 pieds est due à l'absorption du bruit par le terrain gazonné.

Fig. (6A)

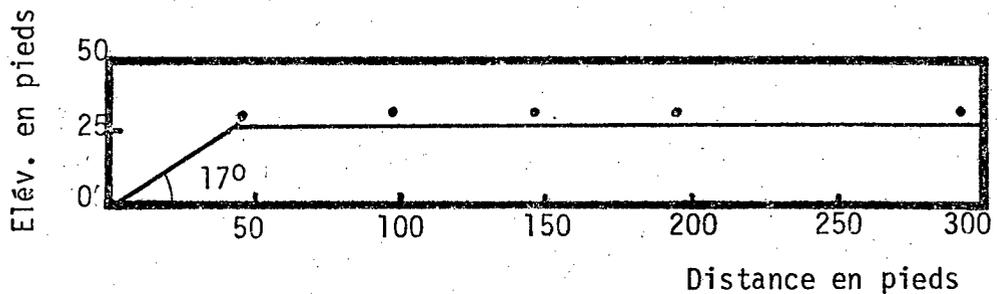


Réduction du niveau sonore offerte par le site II

SITE III

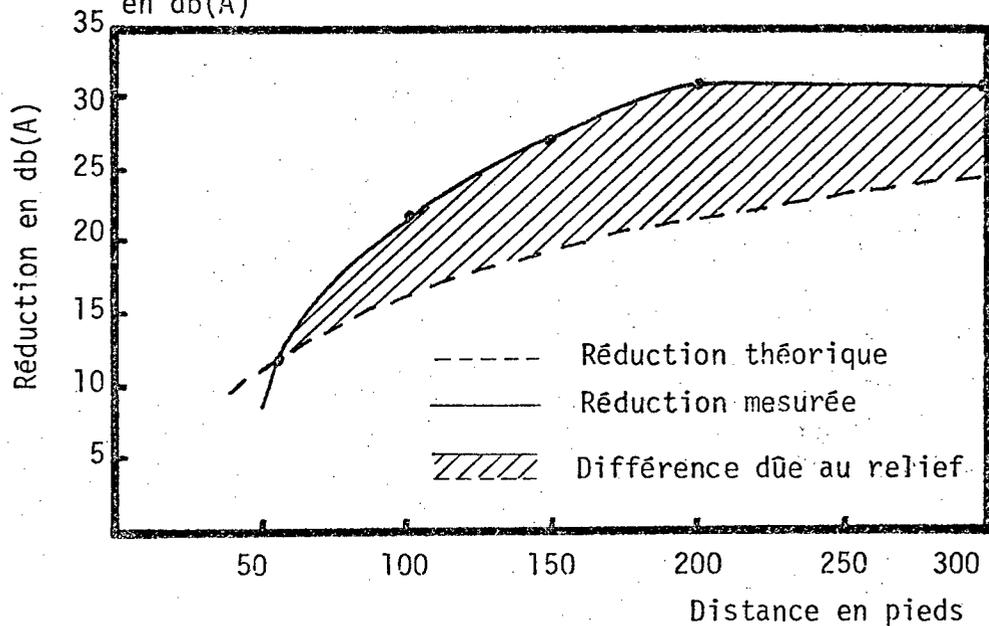
Dans ce cas, l'élévation est maintenue constante. (figure 7)
 Les résultats obtenus sont particulièrement intéressants. On peut y noter un écart d'environ 10 db(A) entre l'atténuation théorique et l'atténuation mesurée, et ceci pour des distances variant entre 100 et 250 pieds de l'autoroute. Pour des distances plus grandes, cet écart devient moins important. (figure 7A)

Fig. (7)



Coupe transversale du site III

Diagramme représentant la réduction du niveau sonore en db(A)



Réduction du niveau sonore offerte par le site III

Fig. (7A)

SITE IV

Dans ce cas, la distance est maintenue constante, seule varie l'élévation. (fig. 8 & 8')

Fig. (8)

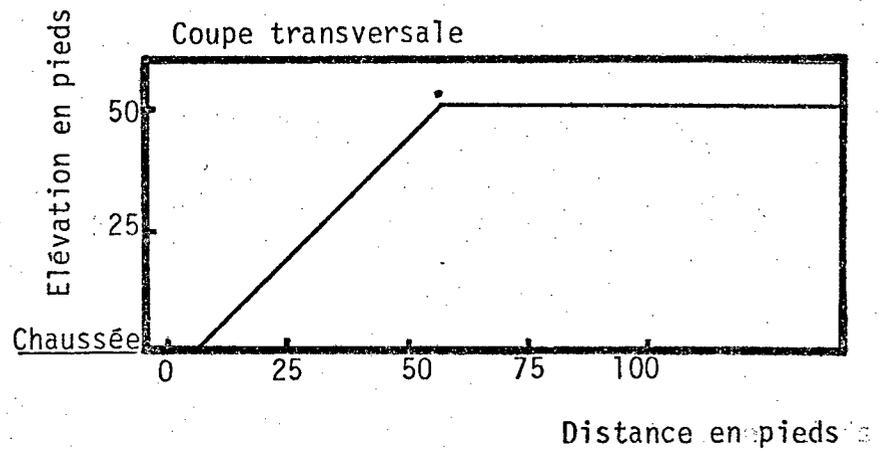
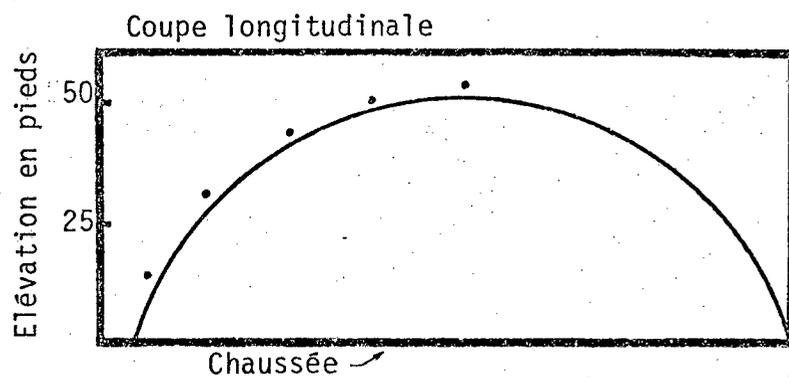
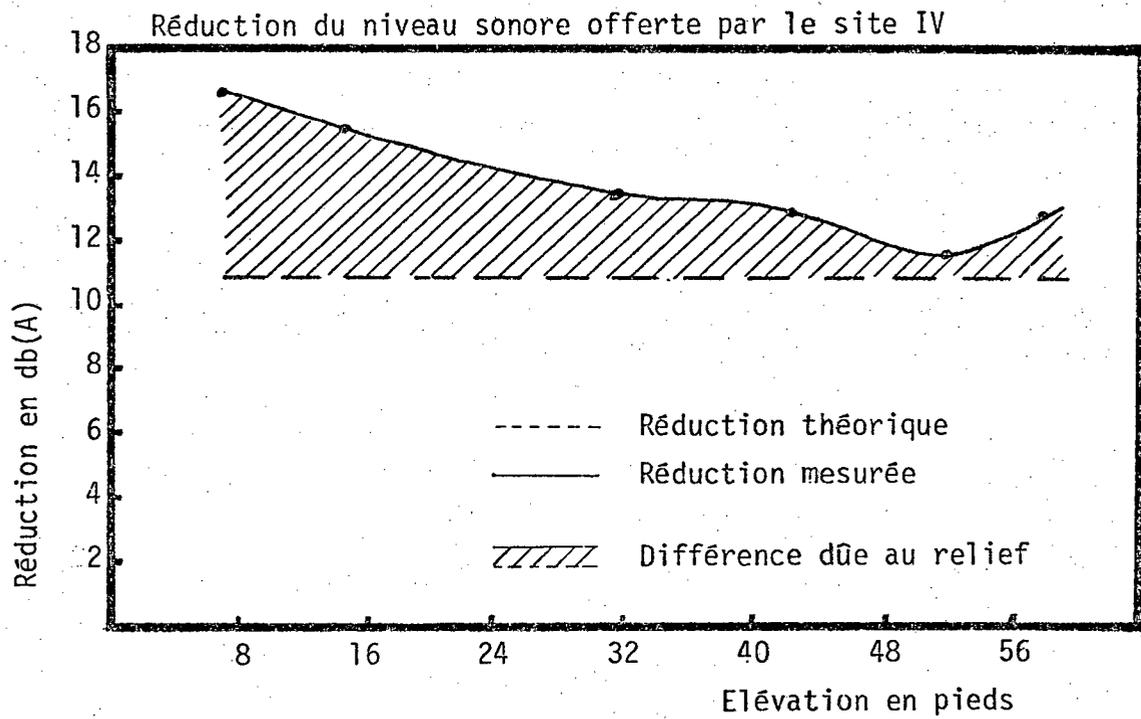


Fig. (8')



Comme on peut le voir sur la figure 8A, l'écart minimum entre les deux courbes a lieu à une élévation de 54 pieds. Ce résultat est dû à la présence d'un écho.

Fig. (8A)



SITE V et Va

Sur ces deux sites, la distance horizontale a été maintenue constante, seule l'élévation variait.

Sur le site V, (fig. 9) le détecteur a été placé à 87 pieds du bord de la chaussée, tandis que sur le site Va, il a été placé à 137 pieds de la chaussée. (fig. 9')

Fig. (9)

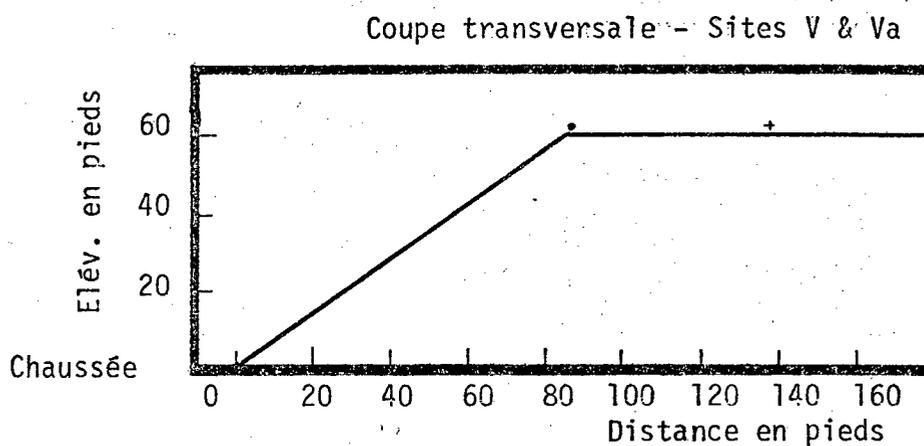
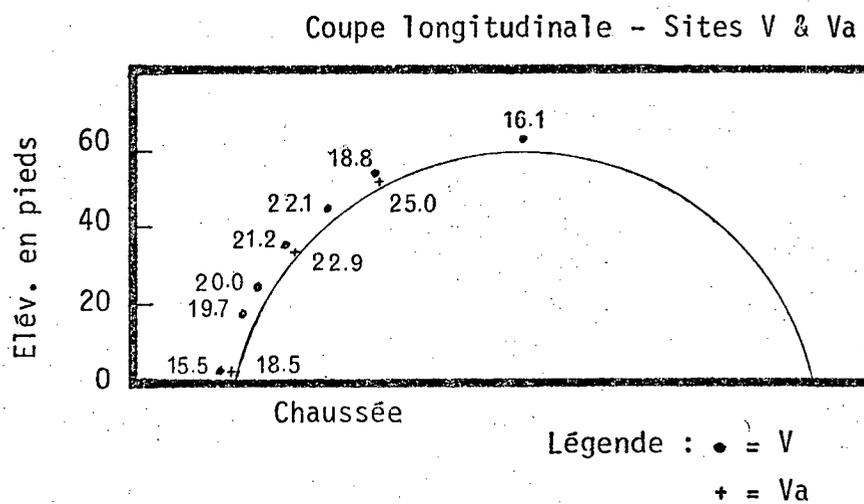
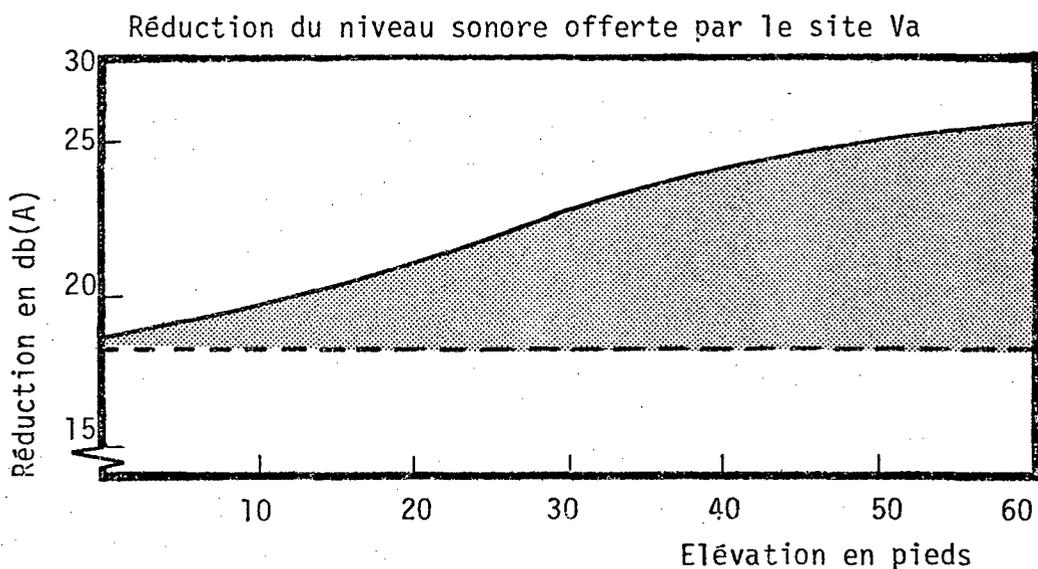
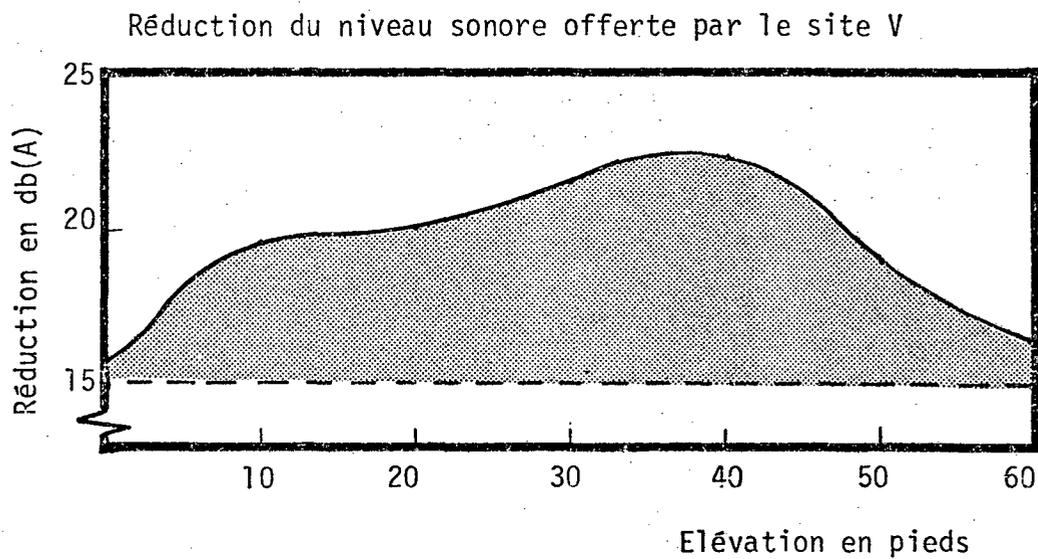


Fig. (9')



L'atténuation maximum obtenue sur le site V est d'environ 7 db(A) et ceci pour une élévation de 40 pieds. Il est à noter que cette atténuation décroît pour de plus grandes élévations. Dans le cas Va, l'atténuation maximum est environ 7db(A), mais elle demeure à peu près constante pour des élévations supérieures à 50 pi.



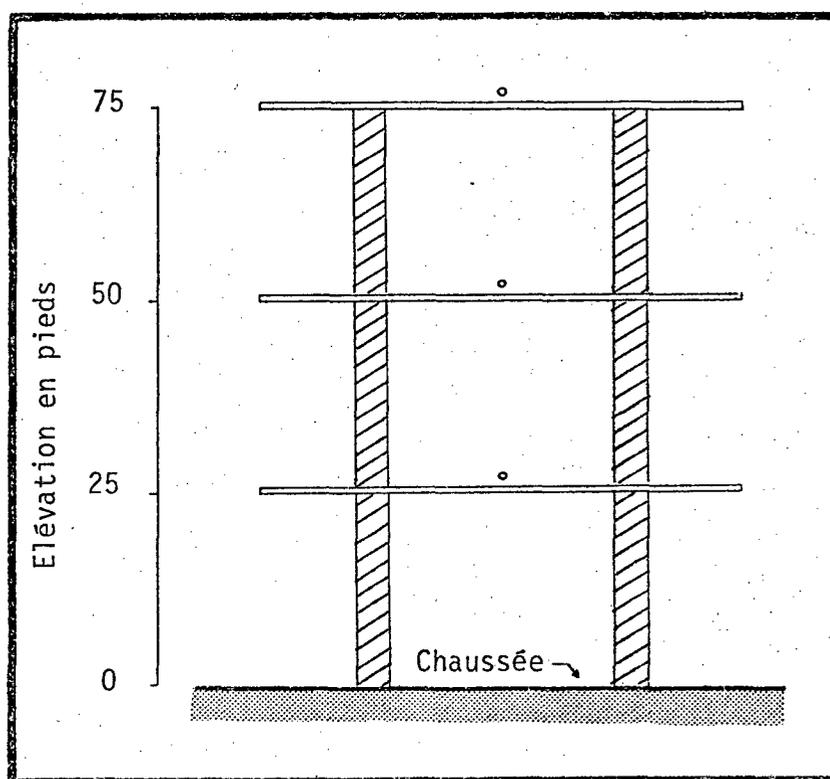
- - - - - Atténuation théorique
 ———— Atténuation mesurée
 [shaded area] Différence due au relief

SITE VI

Cette figure nous montre la section d'un échangeur. Cette section est constituée de trois voies qui sont à différents niveaux. (fig. 10)

Fig. (10)

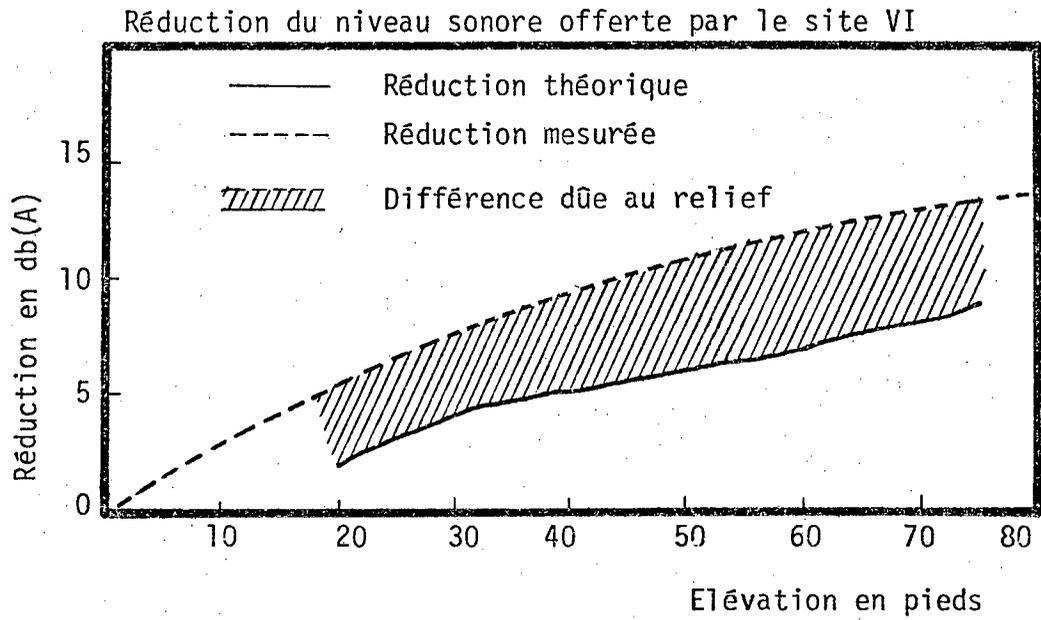
Coupe transversale



Il est intéressant de remarquer que l'atténuation mesurée

est inférieure à l'atténuation théorique, ce qui est dû aux multiples réflexions sur les parois de l'échangeur (fig.10A).

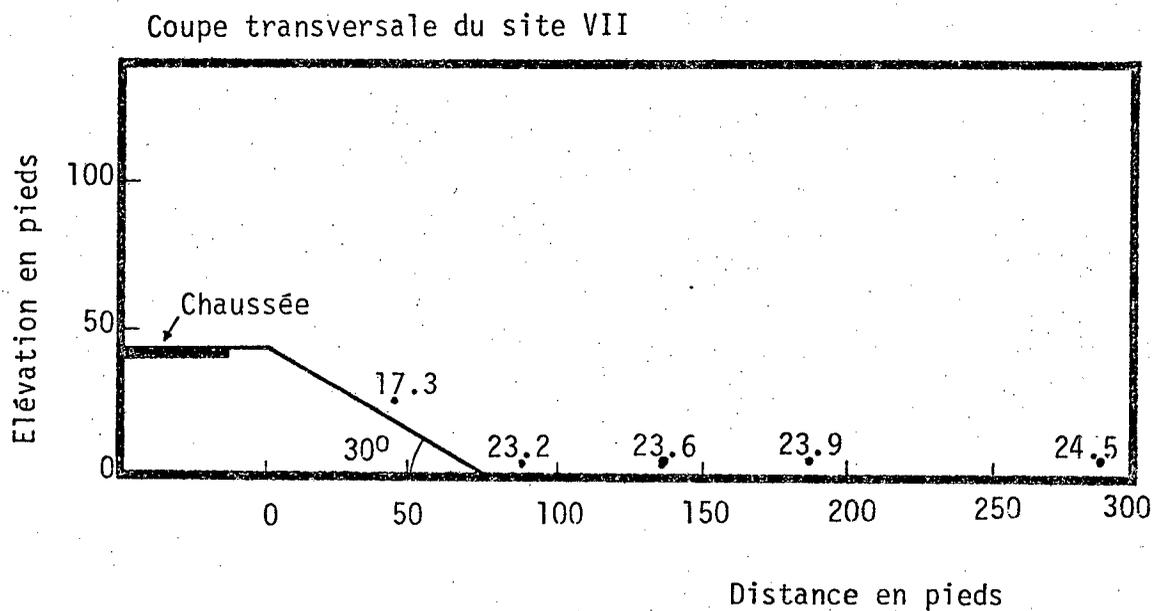
Fig. (10A)



SITE VII

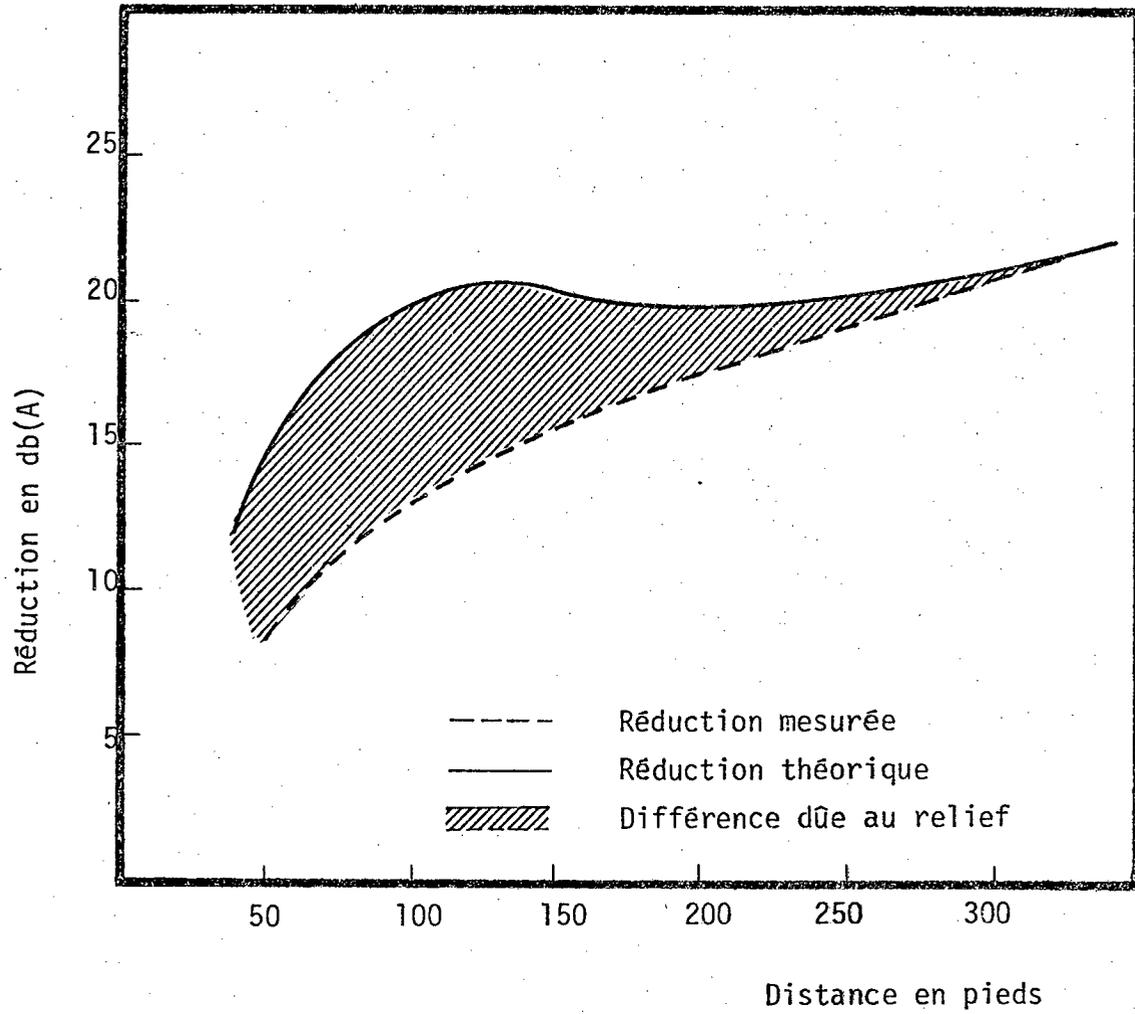
Cette figure (11) illustre l'atténuation produite par une voie élevée.

Fig. (11)



L'atténuation mesurée est supérieure à l'atténuation théorique pour des distances inférieures à 200 pieds entre la chaussée et l'observateur.

Réduction du niveau sonore offerte par le site VII



SITE VIII

Cette figure (fig. 12) illustre l'atténuation d'ue à une barrière d'arbre; comme on peut le voir à l'aide des résultats obtenus, une telle barrière est très peu efficace. En effet, on évalue à 3 db(A) par 100 pieds d'épaisseur l'atténuation d'ue à un tel type de barrière (fig. 12A).

Coupe transversale du site VIII

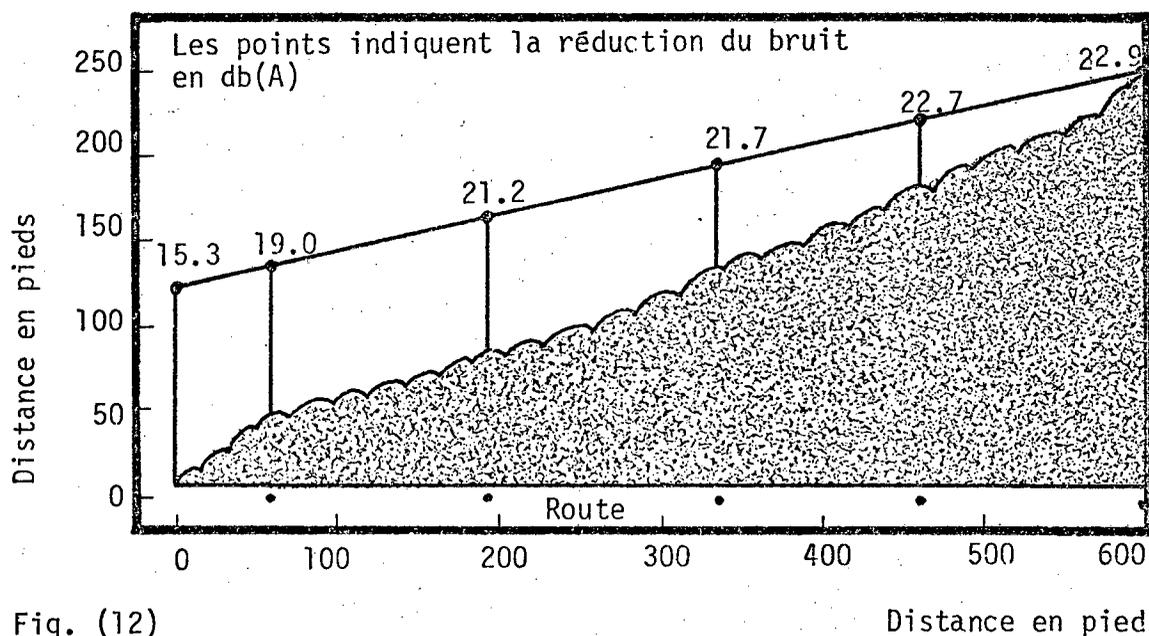


Fig. (12)

Distance en pieds

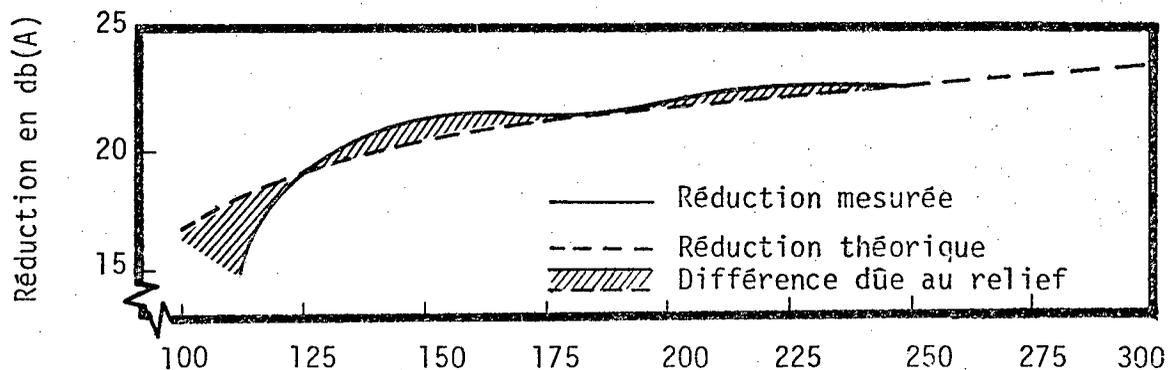


Fig. (12A)

Distance en pieds

Réduction du niveau sonore offerte par le site VIII

Pour que l'atténuation soit significative, il faudrait une épaisseur d'au moins 300 pieds l'été et peut-être plus l'hiver dû à la perte des feuilles. Mais ce type de barrière offre l'avantage d'être très esthétique et s'avère être excellent pour arrêter la poussière issue de la route.

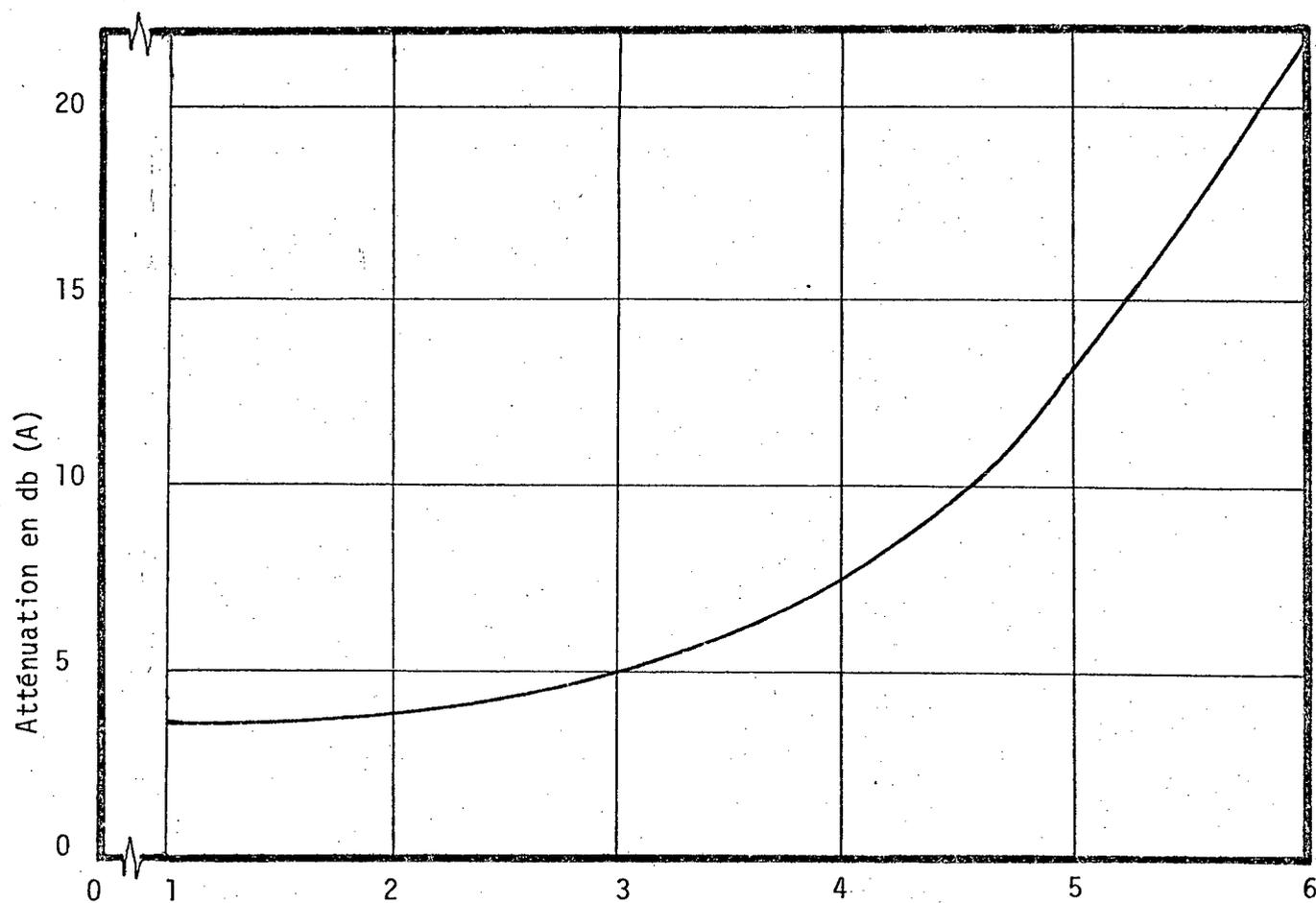
Il est à remarquer que lorsque l'on a utilisé ce type de protection suite à des plaintes ou protestations, ces dernières ont alors cessées, même si l'atténuation était intangible. C'est donc dire que le seul fait de cacher la source de bruit à l'aide de végétation a un effet psychologique important sur les riverains, le bruit étant alors ressenti comme moins désagréable.

Des études ont démontré que les feuilles des arbres reverberaient inégalement le bruit produit par la circulation. Cette réflexion est fonction de la fréquence du son; elle est d'autant plus importante que la fréquence est près de 4,000 Hz. La longueur d'onde correspondant à de telles fréquences est comparable à la dimension des feuilles.

En effet $C/f = \lambda$
 en substituant $\frac{1,100 \text{ pi. sec.}}{4,000 \text{ Hz}}$ $\approx 4 \text{ po.}$
 on obtient

Cependant le bruit causé par la circulation routière occupe principalement la région du spectre en-dessous de 2,000 Hz.

Le graphique ci-dessous représente l'atténuation produite par une barrière d'arbres dont l'épaisseur est de 250 pieds et dont la hauteur est 37 pieds.



en abscisse: 1 = octave de 150 à 300 Hz
2 = octave de 300 à 600 Hz
3 = octave de 600 à 1,200 Hz
4 = octave de 1,200 à 2,400 Hz
5 = octave de 2,400 à 4,800 Hz
6 = octave de 4,800 à 9,600 Hz

LES BARRIERES ANTI-BRUIT

L'objectif poursuivi par ces dernières est de réduire le bruit causé par la circulation. Pour ce faire, elles doivent être interposées entre la source de bruit et l'observateur. La réduction obtenue est d'autant plus grande que la barrière est haute et située près de la source de bruit ou de l'observateur.

L'efficacité de ces dernières est toutefois limitée à environ 15 db(A) à cause de la diffraction du bruit au-dessus d'elles. (Valeur typique 8db(A)). Cette diffraction est d'autant plus importante que la longueur d'onde du bruit est grande. C'est donc dire que le bruit produit par les camions est moins atténué que le bruit généré par les automobiles.

La réduction du bruit produite par une barrière s'estompe au fur et à mesure que l'on s'en éloigne.

Le type de matériel dont est constitué la barrière est peu important, en autant qu'il ait une densité minimum de 4 lb/pi² l'empêchant de vibrer.

Le recouvrement de ces dernières par une substance absorbante peut réduire le bruit d'environ 3 db(A) au maximum.

Ces barrières doivent être situées le plus près possible de la source de bruit ou de l'observateur.

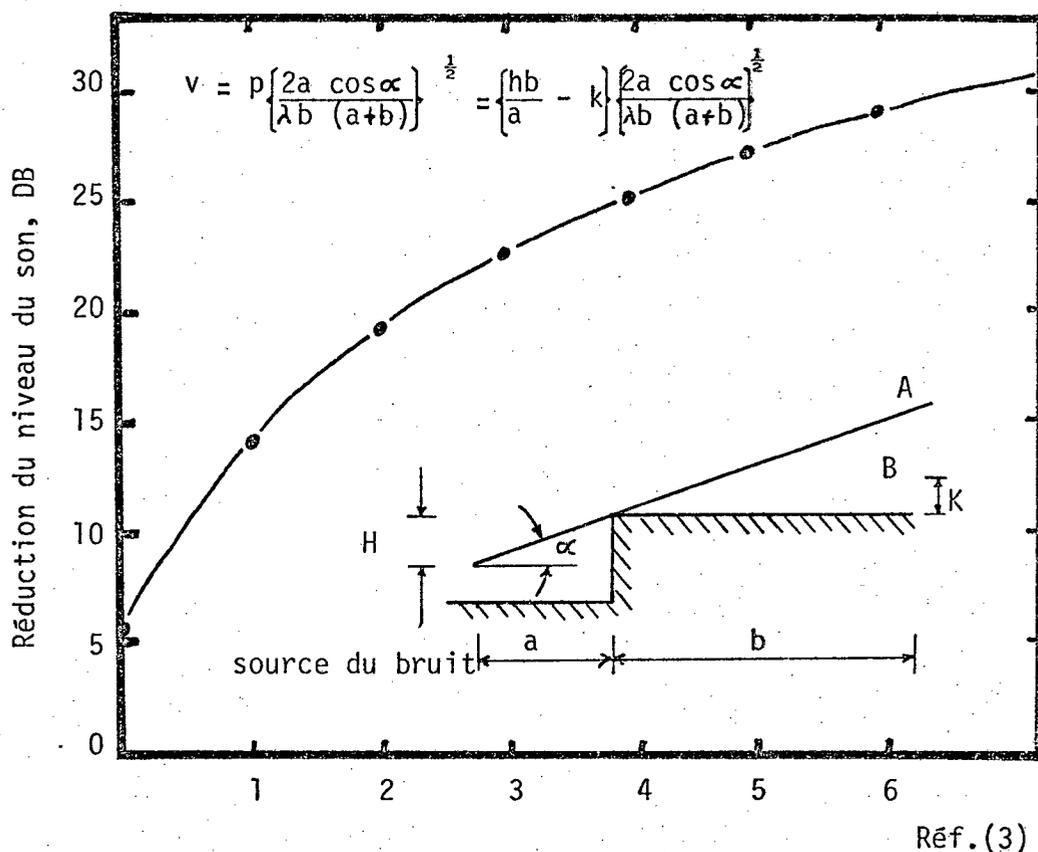
Des murs, des maisons, le relief peuvent agir comme barrière anti-bruit, en autant qu'ils soient interposés entre la source de bruit et l'observateur.

Paramètre d'une barrière anti-bruit

Les paramètres importants d'une barrière sont:

- 1- sa hauteur;
- 2- sa position

Nous présenterons dans les pages qui suivent quelques modèles mathématiques reliant l'atténuation aux paramètres (1) et (2).



Considérons le cas particulier suivant:

$$h = 15 \text{ pi.} \quad a = 30 \text{ pi.} \quad b = 300 \text{ pi.}$$

$$K = 5 \text{ pi.} \quad \lambda = \text{longueur d'onde} \approx 2.5 \text{ pi.}$$

Note: Le λ utilisé = longueur d'onde effective
(voir référence "A design guide for highway engineers"
(18)).

En substituant on obtient:

$$V = \left[\frac{15 \times 300}{30} - 5 \right] \left[\frac{2 \times 30 \times 30}{\sqrt{900 + 225}} \right]^{\frac{1}{2}} \frac{1}{2.5 \times 300 \times 330}$$

$$V \approx 2.2$$

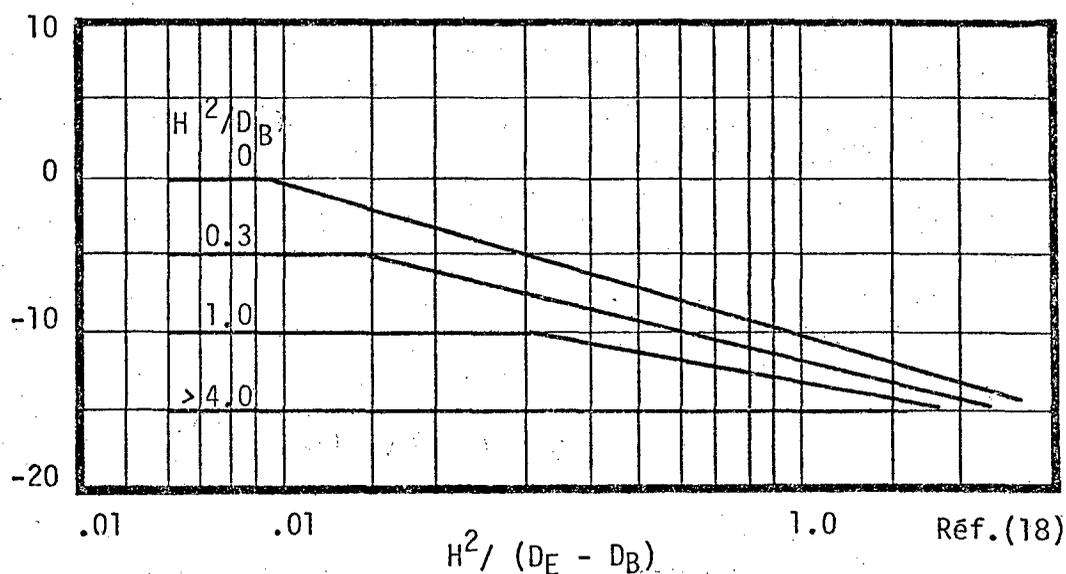
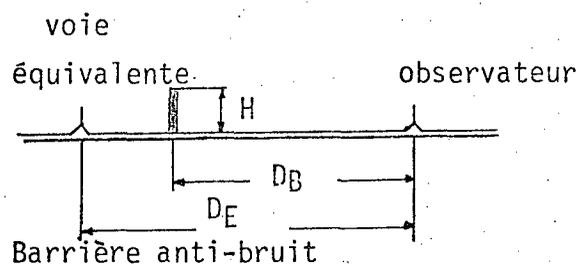
L'atténuation correspondante est ≈ 20 db

Atténuation = Atténuation d'ue + Atténuation d'ue
totale à la distance à la barrière

A une distance de 330 pieds, correspond une atténuation ≈ 22 db

$$\text{Atténuation totale} = 22 \text{ db} + 20 \text{ db} = 42 \text{ db}$$

(Ne pas oublier que l'atténuation maximum que puisse donner une barrière est ≈ 15 db(A)).



Abaque permettant de trouver la réduction du bruit offerte par une barrière

Considérons le cas suivant: $h = 15$ pi., $D_E = 100$ pi.

et $D_B = 70$ pi.

$$\frac{H^2}{D_B} = 15 \times 15 / 70 \approx 3.2$$

Or $4 \geq 3.2 \geq 1$

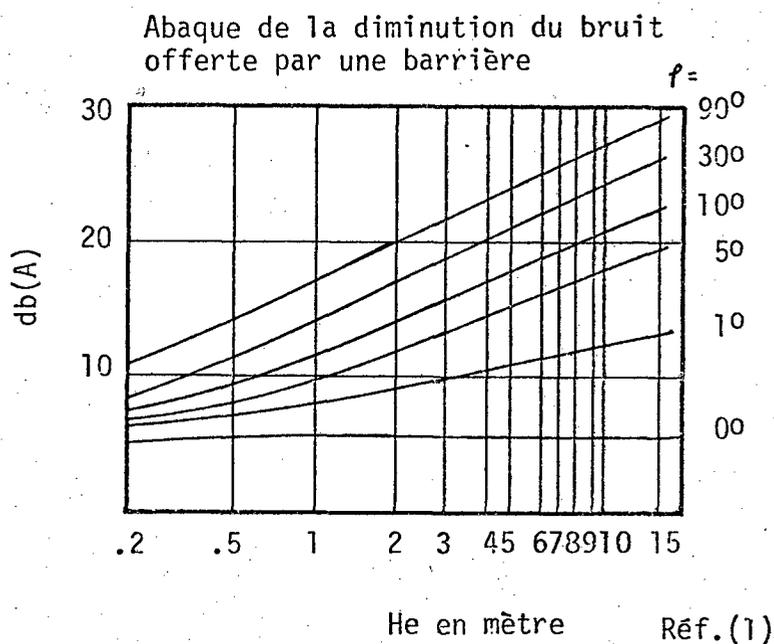
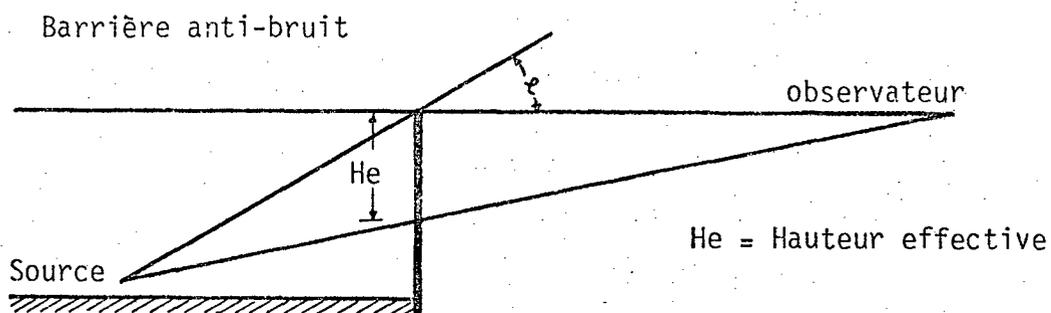
$$\frac{H^2}{(D_B - D_E)} = \frac{15 \times 15}{100 - 70} = 7.5$$

L'atténuation correspondante = 15 db

Atténuation totale = Atténuation due à la distance + 15db

$$10 \text{ db} + 15 \text{ db} = 25 \text{ db}$$

(Ne pas oublier que l'atténuation maximum que puisse donner une barrière est de 15 db(A)).



Prenons comme cas particulier: $He = 3$ mètres et $\varphi = 30^\circ$

L'atténuation due à la barrière est 18 db(A).

Pour avoir l'atténuation totale, il faut additionner à cette atténuation, l'atténuation due à la distance.

(A ne pas oublier: l'atténuation maximum que puisse donner une barrière est d'environ 15 db(A)).

CONCLUSIONS & RECOMMENDATIONS

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

On peut considérer trois approches différentes pour réduire l'impact du bruit causé par la circulation routière:

- 1- Réduire le bruit à la source;
- 2- Contrôler l'utilisation des terrains en bordure d'une voie rapide (zonage);
- 3- Utiliser des dispositifs pour réduire le bruit (profiter du relief, route en déblai, barrière, fenêtre, etc...).

1- Le bruit à la source:

Les camions diésels sont, sur la route, la source la plus importante de bruit. La plupart de ces derniers sont dotés de silencieux inefficaces ou endommagés et font souvent usage de pneus rechapés très bruyants.

La réduction du bruit à la source est la solution la plus logique et celle ayant le plus grand potentiel. Des véhicules moins bruyants amèneraient une réduction substantielle du bruit le long de milliers de milles de routes déjà existantes là où des mesures correctives sont impossibles.

On doit toutefois reconnaître que le problème tout entier ne peut être corrigé à la source. Il semble très peu probable que l'on réussisse à réduire substantiellement le bruit causé par la majorité des véhicules exceptions faites de certaines voitures sport, motocyclettes et camions. On s'attend à ce que cette réduction soit de 10 db(A) seulement.

On peut considérer comme très souhaitable l'adoption de normes fixant le niveau de bruit émis par les véhicules. De la même façon, il serait souhaitable que des dispositions soient prises contre les conducteurs faisant usage de véhicules produisant

un niveau de bruit supérieur aux normes fixées par la loi.

Les agents chargés de faire respecter ces règlements devraient être munis de sonomètre à impulsion, permettant une mesure instantanée de l'intensité sonore maximum émise par un véhicule en marche.

2- Le zonage:

De la même façon que l'on devrait prohiber la construction d'habitations à des endroits où les risques d'inondations ou de glissements de terrains sont grands, on devrait empêcher certaines utilisations du terrain en des lieux où le bruit est un problème. (Ceci ne devant pas nécessairement dire que ces lieux doivent rester vacants). Des activités commerciales, agricoles ou industrielles peuvent coexister avec un environnement bruyant et de la même façon, d'autres activités peuvent aussi s'accommoder d'un tel entourage, à la condition d'être bien situées ou protégées par l'utilisation d'isolants acoustiques ou de dispositifs anti-bruit.

Le zonage est une technique administrative permettant de diriger l'utilisation des terrains en accord avec un plan ordonné du développement de la communauté. Ce contrôle peut se faire de deux façons différentes:

- 1- En réglementant les utilisations du terrain;
- 2- En réglementant certains détails spécifiques relatifs aux projets de développement ou de construction.

Le zonage peut exiger certaines constructions spécifiques tendant à réduire le bruit. Ces dernières incluent les zones tampons, les barrières anti-bruit, etc..

Il peut également interdire la circulation des camions ou motocyclettes dans certains quartiers la nuit.

3- Les dispositifs anti-bruit:

A- Une réduction d'environ 5 db(A) peut être obtenue par l'utilisation d'un asphalte comme revêtement de la chaussée, plutôt qu'un ciment grossier.

B- Une réduction d'environ 15 db(A) peut être obtenue par l'utilisation du relief comme écran anti-bruit.

C- La route en déblai est celle offrant la plus grande réduction du bruit. Cette réduction est souvent de l'ordre de 10 db(A).

La végétation même très dense est un atténuateur médiocre, environ 3 à 5 db(A) par 100 pieds de végétation. Elle possède par contre le grand avantage d'avoir un effet psychologique important sur les riverains. Dans la plupart des cas où l'on en a fait usage, une seule rangée d'arbres a suffi à enrayer presque complètement les protestations des gens vivant en bordure de la chaussée.

Il faut cependant faire attention et ne pas confondre effet psychologique et effet physiologique. Le seul fait que la source de bruit soit invisible ne signifie pas pour autant que les effets psychologiques soient totalement disparus. Et l'on est en droit de se poser la question:

"Devrait-on convenablement protéger les gens, ou se contenter de les satisfaire ?"

BIBLIOGRAPHIE

1: LISTE BIBLIOGRAPHIQUE*

*Pour commentaires de quelques ouvrages voir page 72

- 1- "L'ANALYSE DU BRUIT EN MILIEUX URBAINS, MIGNERON J.G.,
ING., L'INGENIEUR NO 274, JANVIER 1972, p. 11 à 19.
- 2- "THE AUDIBLE LANDSCAPE", préparé pour: U.S. DEPARTMENT
OF TRANSPORTATION OFFICES OF RESEARCH AND DEVELOPMENT,
NOVEMBRE 1974, 95 p.
- 3- "CALCULATION OF MATER VEHICULE NOISE /ALONGSIDE LEVEL
AND DEPRESSED ROADWAYS", NORTWOOD T.D., OLYNYH D., NO 433,
FEVRIER 1965, 24 p.
- 4- "CAN NOISE RADIATION FROM HIGHWAY BE REDUCED BY DESIGN",
HIGHWAY RESEARCH RECORD NO 236, 1968, p. 1 à 8.
- 5- "COMPUTER MODEL FOR HIGHWAY NOISE PREDICTION"
TRANSPORTATION ENGINEERING JOURNAL OF A.S.C.E., VOL. 100
NO T.2, MAI 1974, p. 325 à 335.
- 6- "DIFFRACTION OF SOUND AROUND CORNERS AND OVER WIDE BARRIERS",
PIERCE ALLAN D., JOURNAL OF ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA,
VOL. 55, NO 5, MAI 1974, p. 941 à 954.
- 7- "EFFECT OF HIGHWAY LANDSCAPE DEVELOPMENT ON NEAR BY PROPERTY",
NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH, REPORT 75, 1969, 82 p.
- 8- "EFFECTS AND CONTROL OF HIGHWAY TRAFFIC NOISE", TRANSPORTATION
ENGINEERING JOURNAL OF A.S.C.E., VOL. 99, NO T.2, MAI 1973, p. 307
à 322.

- 9- EFFETS DE LA CIRCULATION ET DES ROUTES SUR L'ENVIRONNEMENT EN ZONES HABITEES", préparé par un groupe de recherche routière de L'O.C.D.E., JUILLET 1973, 103 p.
- 10- "ETUDE DES IMPLICATIONS ACOUSTIQUES DE LA FUTURE AUTOROUTE NO 13 DANS SA TRAVERSEE DE VILLE LACHINE, ACOUSTEC INC., DECEMBRE 1972, 40 p.
- 11- "THE EVALUATION OF NOISE FROM FREELY FLOWING ROAD TRAFFIC", JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION, 1968, p. 247 à 262.
- 12- "FUNDAMENTALS AND ABATEMENT OF HIGHWAY TRAFFIC NOISE", U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, AVRIL 1974, 70 p.
- 13- "GEOMETRIC DESIGN IMPLICATIONS AND VEHICULE NOISE", HIGHWAY RESEARCH, RECORD NO 390, 1972, p. 45 à 55.
- 14- "GUIDE ON EVALUATION OF TRAFFIC NOISE", AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, 1974, 48 p.
- 15- "HIGHWAY CAPACITY MANUAL", HIGHWAY RESEARCH BOARD, SPECIAL REPORT art. 87, 1965, 411 p.
- 16- "HIGHWAY NOISE AND ACOUSTICAL BUFFER ZONES", TRANSPORTATION ENGINEERING JOURNAL OF A.S.C.E., VOL. 100, NO T. 2, MAI 1974, p. 325 à 335.
- 17- "HIGHWAY NOISE (MEASUREMENT, SIMULATION AND MIXED REACTIONS)", NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, REPORT 78, 1969, 78 p.
- 18- "HIGHWAY NOISE (A DESIGN GUIDE FOR HIGHWAY ENGINEERS)", NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, REPORT 117, 1971, 79 p.

19- "HIGHWAY NOISE (A FIELD EVALUATION OF TRAFFIC NOISE REDUCTION MEASURES)", NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, REPORT 144, 1973, 80 p.

20- "KINEMATIC SOUND SCREEN: UNIQUE SOLUTION TO HIGHWAY NOISE ABATEMENT", TRANSPORTATION ENGINEERING JOURNAL OF A.S.C.E., VOL.100, NO. T.1, FEVRIER 1974, p. 169 à 178.

21- "NOISE A FURTHER DESIGN CONSIDERATION", JONES I.D., M.Sc., M.I.C.E., A.M. INST. H.E., JOURNAL OF THE INSTITUTE OF HIGHWAY ENGINEERS, AOUT 1972, 6 p.

22- "NOISE ABATEMENT AND CONTROL", HIGHWAY RESEARCH, RECORD NO. 448, 1973, 68 p.

23- "NOISE BARRIER EVALUATION AND ALTERNATIVES FOR HIGHWAY NOISE CONTROL", MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATION, ONTARIO, REPORT RR 180, 1972, 35 p.

24- "PERFORMANCE TESTING OF FREEWAY NOISE BARRIERS", TRANSPORTATION ENGINEERING JOURNAL OF A.S.C.E., VOL. 99 NO. T.1, FEVRIER 1973, p. 123 à 138.

25- "POLICY AND PROCEDURE MEMORANDUM", TRANSMITTAL 279, (90-2), 8 FEVRIER 1973, U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION.

"NOISE STANDARDS AND PROCEDURES", 4 p. - (Appendice A de 1 p. et appendice B de 4 p.).

26- "LA POLLUTION PAR LE BRUIT", AUMONT A., PHYSICIEN, GOUVERNEMENT DU QUEBEC, JUIN 1972, 33 p.

27- "REVERBATION IN A CITY STREET", AYLOR D., PARLANGE J.Y.,
JOURNAL OF ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA, VOL. 54 NO. 6,
AOUT 1973, p. 1754 à 1756.

28- "TRANSPORTATION NOISE AND ITS CONTROL", U.S. DEPARTMENT
OF TRANSPORTATION, JUIN 1972, 27 p., DOT. P 5630.1

2: COMMENTAIRES DE QUELQUES OUVRAGES *

*Pour liste bibliographique voir page 67

"HIGHWAY NOISE MEASUREMENT, SIMULATION, AND MIXED REACTIONS"
RAPPORT 78, NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, (1969), 79p.

Ce rapport contient un modèle de simulation montrant clairement l'effet de la vitesse, de la proportion de camions, de la densité de la circulation sur les mesures de bruit faites à différentes distances de la chaussée. Il contient aussi les résultats d'une étude statistique faite en vue de déterminer l'unité physique de son, la plus susceptible d'évaluer la réponse psychologique au bruit, chez l'humain. Le db(A) s'est avéré être cette unité. Ce rapport contient plusieurs graphiques illustrant le bruit émis par différents types de véhicules ainsi que le bruit émis par la circulation roulant sur différents revêtements. Il contient aussi les résultats d'une enquête faite auprès de 300 personnes demeurant en bordure d'une voie rapide. Il s'est avéré que 70% des gens habitant dans les quartiers riches ont exprimé leur ennui relatif au bruit causé par la circulation sur une voie rapide, tandis que seulement 50% des gens habitant dans des quartiers défavorisés ont fait la même chose, même si dans ces quartiers défavorisés le bruit était souvent quatre fois supérieur.

Commentaires:

Cette étude sur le bruit de la circulation est fondamentale. Elle est citée comme référence par la très grande majorité des ouvrages faits sur ce sujet. Les expériences qui y sont décrites brillent par leur clarté et leur sérieux, et l'on peut considérer que les résultats obtenus sont dignes de foi.

Il est à noter que cette étude précède le rapport 117 fait par les mêmes auteurs "Highway Noise a Guide Line for Highway Engineers". C'est cette étude qui a permis à ces derniers d'élaborer le modèle de simulation B.B.N. (Bolt, Beranek, Newman).

"EFFECT OF HIGHWAY LANDSCAPE DEVELOPMENT ON NEAR BY PROPERTY"
HIGHWAY RESEARCH BOARD, REPORT 75, (1969), 82 p.

Cette étude porte sur les résultats d'une enquête faite auprès de gens vivant en bordure d'une autoroute. Elle avait pour but de déterminer:

- 1- La dépréciation des propriétés en bordure de l'autoroute.
- 2- Les préjudices causés par la présence de l'autoroute en fonction de la valeur des propriétés.

Ce rapport comporte aussi les résultats d'une étude faite pour mesurer la réduction du bruit produite par différents aménagements et trouver l'atténuation due à l'éloignement.

Résultats obtenus:

- 1- Les camions sont la source de bruit la plus incommode.
- 2- Le manque d'entretien du terrain en bordure de la chaussée est la seconde source la plus importante de mécontentement.
- 3- La présence de l'autoroute n'a aucun effet sur la valeur des propriétés adjacentes.
- 4- Les riverains accepteraient plus la présence d'une autoroute dans leur voisinage, si cette dernière était soustraite de leur vue à l'aide d'un aménagement paysagé.
- 5- La notion de préjudice causé par la présence de l'autoroute varie beaucoup avec les gens. On a pu remarquer que les gens vivant dans de vieux quartiers ou à des endroits où les loyers sont moins dispendieux acceptent plus facilement les difficultés par la présence d'une autoroute dans leur entourage.
- 6- Les études ont démontré que la route en déblai est la configuration offrant la plus grande réduction de bruit et que la végétation est un piètre atténuateur.
- 7- Les propriétaires d'édifices de plusieurs étages et adjacents

à une autoroute ont dû dans certains cas réduire le prix des loyers mal isolés contre le bruit.

Commentaires:

Cette étude a été faite en 1969. Je crois personnellement qu'une même enquête faite en 1975 mettrait en évidence une dépréciation des propriétés adjacentes à une autoroute. Il ne faudrait pas oublier qu'à cette époque les gens étaient moins exigeants pour la qualité de leur environnement. Ce serait faire une grave erreur que de négliger l'ampleur de cette prise de conscience.

On peut reprocher à cette étude l'emploi de l'expression "acceptent plus facilement" dans le résultat no 5. L'emploi de cette expression dénote un manque d'approfondissement de la part des auteurs et laisse soupçonner chez ces derniers un esprit entaché de bourgeoisie (ce terme étant pris au sens péjoratif). Un simple survol de la situation aurait montré que les gens qui habitent ces quartiers défavorisés n'acceptent pas plus que les gens riches un environnement bruyant. La seule différence entre ces deux groupes est leur mobilité. Les gens moins fortunés sont souvent obligés de demeurer dans de tels quartiers, faute de pouvoir trouver des loyers à prix modiques dans des quartiers moins bruyants.

L'étude de la réduction de bruit comme fonction du relief et de l'éloignement est particulièrement intéressante et les résultats obtenus sont une excellente source d'information. Il ne faudrait cependant pas oublier le fait que l'atténuation de 6 db(A) avec le dédoublement de la distance a été obtenue expérimentalement dûe au fait que la source de bruit était un gros camion, c'est-à-dire que cette dernière était une source se rapprochant d'une source ponctuelle idéale. Dans le cas où l'on aurait eu une circulation composée de plusieurs véhicules, l'atténuation avec le

dédoublément de la distance aurait été moindre. Il aurait été de l'ordre de 3 db(A) par dédoublément de la distance pour des points situés au-delà de 300 pieds du bord de la chaussée.

"HIGHWAY NOISE A DESIGN GUIDE FOR HIGHWAY ENGINEERS", HIGHWAY RESEARCH PROGRAM, REPORT 117, (1971), 79 p.

Ce rapport contient et discute différents modèles mathématiques permettant de prédire le bruit de la circulation et contient en particulier le modèle B.B.N.; ce dernier est accompagné de feuilles de travail permettant une démarche faite pas à pas. Un exemple fictif et sa solution sont présentés pour permettre à l'utilisateur de bien saisir la démarche à suivre.

Cette étude décrit et compare différentes approches pour la sélection d'un critère de bruit de la circulation. Cette sélection est faite à l'aide de comparaisons entre le bruit de la circulation et le bruit de fond, de mesures d'interférence à la conversation vocale ou au sommeil, de l'ennui causé par le bruit de la circulation.

Commentaires:

Ce volume me semble d'une importance capitale et je crois personnellement qu'une étude sérieuse sur le bruit de la circulation ne peut faire abstraction de cet ouvrage. Le modèle B.B.N. permet de tenir compte des paramètres de la circulation tels que la vitesse moyenne, la composition, le nombre de véhicules, etc... Le modèle proposé tient aussi compte de la végétation, de l'éloignement, des barrières anti-bruit, du type de pavé, des édifices interposés entre l'observateur et la source de bruit, etc... C'est le modèle le plus souple qu'il m'a été permis d'étudier. Certains auteurs reprochent à cette méthode sa longueur. Mais le rapport 117 propose une autre méthode plus courte (short-method); cette dernière fournit des résultats qui sont relativement près de la première et est beaucoup plus rapide. Plusieurs expériences ont été faites pour évaluer la probité de cette méthode de prédiction et suite à ces expériences des modifications à la méthode B.B.N. ont été apportées. Voir "HIGHWAY NOISE A FIELD EVALUATION OF TRAFFIC NOISE REDUCTION MEASURES" rapport 144, Appendice C.

"TRANSPORTATION NOISE AND ITS CONTROL", DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, U.S.A., (JUNE 1972), 27 p.

Cette revue fournit de l'information pertinente sur le bruit produit par les avions, camions et automobiles. Elle comporte en plus des graphiques illustrant la réduction du bruit obtenu à l'aide de barrières, de végétation et différentes configurations géométriques (voie élevée et route en déblai).

L'appendice A et B de cette revue est particulièrement clair et concis et il constitue une bonne introduction pour les personnes non familières avec la nature du bruit et ses caractéristiques physiques.

"ETUDE DES IMPLICATIONS ACOUSTIQUES DE LA FUTURE AUTOROUTE 13
DANS SA TRAVERSEE DE LA VILLE DE LACHINE", ACOUSTEC INC., DEC.1972
40 p.

Cette étude est très claire et précise. Elle constitue un modèle précieux pour ceux qui auraient à soumettre un rapport sur les implications acoustiques d'une future autoroute.

"EFFETS DE LA CIRCULATION ET DES ROUTES SUR L'ENVIRONNEMENT EN ZONES HABITEES", RAPPORT PREPARE PAR UN GROUPE DE RECHERCHE ROUTIERE DE L'OCDE, (JUILLET 1973), 103 p.

Ce rapport contient une brève description des principales unités de mesure du bruit de la circulation ainsi qu'un court résumé sur la procédure à suivre pour effectuer des mesures de bruit de la circulation; il comprend aussi deux modèles de prédiction du bruit de la circulation.

Commentaires:

La description des unités de mesure est très claire et constitue une bonne introduction pour les personnes non habituées au langage utilisé par les acousticiens. Le résumé sur les procédures à suivre pour effectuer des mesures de bruit est nettement insuffisant. Le premier modèle de prédiction est simple et rapide tandis que le second me paraît boiteux.

"NOISE ABATEMENT AND CONTROL", HIGHWAY RESEARCH, RECORD NO 448, (1973), 68 p.

Ce petit livre contient une suite d'articles relatifs au bruit de la circulation.

- 1- Unités utilisées pour mesurer le bruit de la circulation;
- 2- Identification et discussion portant sur les différentes sources de bruit, chez le camion, l'automobile et la motocyclette;
- 3- Discussion portant sur les standards promulgués par "Department of Housing and Urban Development" aux Etats-Unis;
- 4- Résumé de l'expérience décrite dans le rapport 144 "Highway Noise a Field Evaluation of Traffic Noise Reduction Measures";
- 5- Modèle de simulation utilisé en Californie par la division des autoroutes;
- 6- Guide des procédures à suivre lors de la cueillette des mesures de bruit de la circulation;
- 7- Résumé du rapport 180, (1972), "Noise Barrier Evaluation and Alternatives for Highway Noise Control", Ontario Ministry of Transportation and Communications;
- 8- Résumé de l'article "Kinematic Sound Screen: Unique Solution of Highway Noise Abatement", Transportation Engineering Journal, Février 1974.

Commentaires:

Ce travail constitue un excellent survol des principaux points concernant le bruit de la circulation et son contrôle. Les articles 2 et 5 y sont particulièrement intéressants.

"HIGHWAY NOISE A FIELD EVALUATION OF TRAFFIC NOISE REDUCTION MEASURES", RAPPORT 144, NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH, PROGRAM (1973), 80 p.

Cette étude a été faite pour évaluer la méthode de simulation B.B.N. et y apporter des modifications si nécessaire.

Pour ce faire, une étude de bruit de la circulation a été faite à six différents emplacements. On a évalué le volume de la circulation, sa composition, la vitesse des véhicules, etc... sur chacun des sites. Les résultats obtenus ont été comparés à ceux prédits par le modèle B.B.N.. Des modifications ont dûe être apportées au modèle. Ces dernières constituent l'appendice C de l'étude.

Commentaires:

Ce rapport comme les deux qui le précèdent, rapport 78 et 117, est très clair et précis. Les expériences sur les mesures de bruit ainsi que l'analyse des données pourraient servir de modèle à toute expérience faite dans ce domaine. L'appendice C de ce rapport est extrêmement important et doit être intégré au rapport 117.

"FUNDAMENTAL AND ABATEMENT OF HIGHWAY TRAFFIC NOISE", NOISE BARRIER DESIGN AND EXAMPLE ABATEMENT MEASURES, VOL. 2, (Avril 1974), 70 p.

Ce volume contient un résumé des principes physiques expliquant la réduction du bruit produite par une barrière ainsi qu'une description et une évaluation de plusieurs barrières anti-bruit construites aux Etats-Unis.

Commentaires:

Le résumé des principes physiques est clair, concis et d'une grande simplicité. La description et l'évaluation des barrières constituent un guide précieux pour les ingénieurs.

"THE AUDIBLE LANDSCAPE", URBAN SYSTEMS RESEARCH AND ENGINEERING INC. OF CAMBRIDGE, BERT M., COLLINS K. & CHEN M.E., FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, NOVEMBER 1974, 95 p.

Cet ouvrage décrit des techniques administratives et physiques pour réduire l'impact du bruit créé par la circulation sur les voies rapides.

L'appendice A relate le cas de trois (3) localités où le bruit causé par la circulation routière était un problème d'importance et indique les stratégies adoptées pour réduire l'impact du bruit.

Commentaires:

La première partie de ce manuel est particulièrement intéressante; elle traite de différentes techniques administratives et en particulier du zonage. La seconde partie traite des techniques physiques; on peut reprocher à cette dernière partie son manque de rigueur et sa trop grande simplicité.

Le tableau des pages 32 et 33 constitue un excellent résumé des techniques administratives pour réduire l'impact du bruit routier. Ce tableau contient des résultats, des coûts et des commentaires relatifs à l'usage de ces techniques administratives. Le tableau des pages 56 et 57 est similaire au premier tableau, mais traite plutôt des techniques physiques.

"GUIDE ON EVALUATION AND ATTENUATION OF TRAFFIC NOISE", AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, 1974, 48p.

Contenu de l'ouvrage:

- 1- Une description des principales unités pour mesurer le bruit de la circulation;
- 2- Un résumé des différentes approches pour le contrôle du bruit de la circulation;
- 3- Un appendice décrivant trois (3) différentes procédures pour la cueillette des mesures de bruit.

Commentaires:

Ceci est un ouvrage de vulgarisation dont l'appendice est particulièrement intéressant et pourrait servir de guide à toute personne intéressée par la prise de mesure du bruit de la circulation.

"NOISE BARRIER EVALUATION AND ALTERNATIVES FOR HIGHWAY NOISE CONTROL", RAPPORT (RR180), MINISTÈRE DES TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS DE L'ONTARIO, 35p.

Ce rapport contient:

- 1- Une description des caractéristiques physiques et des coûts de cinq (5) barrières différentes construites le long de l'autoroute 401 près du Toronto Métropolitain.
- 2- Une évaluation de la réduction du bruit offerte par ces dernières y est faite.
- 3- Une critique de la méthode de prédiction B.B.N. ainsi que des résultats de mesures de bruit faite sur les terrains adjacents à la 401.

Résultats obtenus:

Ces barrières se sont avérées inefficaces dans une très large mesure à réduire le bruit au niveau des maisons situées près de la voie rapide. L'efficacité de ces dernières aurait été plus grande si elles avaient eu une hauteur d'environ 25 pi. et même dans ce cas, l'atténuation du bruit n'aurait été sensible que pour les quelques premières rangées de maisons.

- 1- Une réduction de bruit de 8 à 14 db(A) pouvait être obtenue à l'arrière immédiat de la barrière, alors qu'à un niveau de 4 pi. au-dessus du sol et près de la première rangée de maisons, une réduction d'environ 4 db(A) pouvait être obtenue.
- 2- Aucune diminution du bruit n'a été enregistrée au second étage des habitations.
- 3- L'atténuation due à la barrière décroît avec l'éloignement.
- 4- Le matériel avec lequel est fabriqué la barrière n'a aucun effet notable.

5- Pour assurer une réduction d'environ 10 db(A) au niveau des maisons en bordure de la chaussée, il aurait fallu une barrière d'une hauteur de 20 à 25 pieds.

6- Même avec de telles barrières, les maisons plus éloignées ainsi que les seconds étages n'auraient pas été protégés par celles-ci.

Evaluation de la méthode B.B.N.:

1- Les niveaux sonores calculés pour des sites en bordure de la chaussée (60 à 140 pi.) et à une hauteur de 4 pi. au-dessus du sol sont en assez bon accord avec les valeurs mesurées expérimentalement (écart de ± 3 db(A)), tandis que pour des distances plus grandes, il y a une sur-estimation.

2- La réduction du bruit produite par la barrière à des points d'observation situés près de cette dernière mais relativement éloignés de la voie rapide est en général sur-estimée de 2 à 5 db (A).

3- La différence entre le niveau mesuré et le niveau théorique ne dépend pas exclusivement de la distance entre la source et l'observateur mais aussi de la hauteur de ce dernier par rapport au sol. Cette pratique de rapporter un seul niveau sonore pour une distance donnée entre la voie rapide et le point d'observation conduit à des erreurs allant de 5 à 10 db(A).

4- La réduction de bruit produite par les rangées de maison semble être juste.

Autres résultats:

En plus des études faites sur la réduction du bruit, ce rapport contient des résultats et des graphiques illustrant l'atténuation comme fonction de la fréquence du bruit. De la même façon, des mesures ont été faites pour apprécier l'importance des réflexions occasionnées par la présence de barrières.

Commentaires:

Il est difficile de discuter les résultats expérimentaux obtenus, mais il me semble que le ton de ce rapport est plutôt pessimiste. Si on s'en tenait à ce seul rapport, il serait tout à fait inutile de construire une barrière anti-bruit. Comment expliquer alors l'existence d'une multitude de barrières construites aux Etats-Unis (Voir Fundamentals and Abatement of Highway Traffic Noise Vol. 2) et le très grand nombre d'ouvrages très sérieux, suggérant les barrières anti-bruit comme moyen de réduction de ce dernier? Il faut aussi remarquer que l'évaluation de la méthode de prédiction (B.B.N.) a été faite avant les modifications apportées à cette dernière. (Voir Highway Noise A Full Evaluation of Traffic Noise Reduction Measures: Report 144).

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 104 562