



VADEMECUM DU BRUIT ROUTIER URBAIN



Les paramètres influençant la production et la propagation du bruit routier





La fiche consiste en un texte ordonné et continu sur sa partie de droite.
Les encadrés de la partie de gauche apportent un complément d'information.



Le lecteur peut se reporter à l'encadré situé sur la page de gauche constituant un complément d'information au texte figurant en **CARACTÈRES GRAS**, en **MAJUSCULES** et en **MAUVE**.



Le lecteur peut se reporter à la fiche x spécifiée au centre du pictogramme pour de plus amples informations.



Les chiffres x en exposant renvoient aux ouvrages référencés en fin de fiche.



Mise en évidence d'une notion ou d'un élément important.

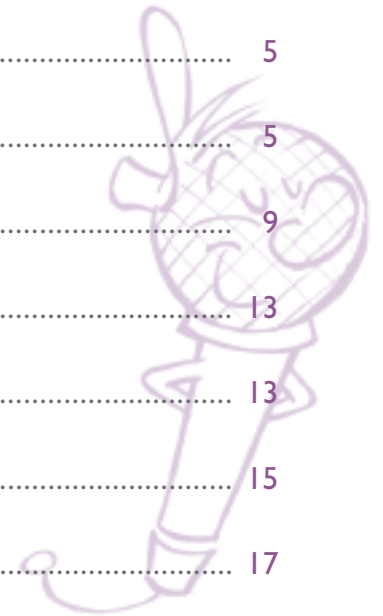


Mot ou concept suivi de sa définition.



TABLE DES MATIÈRES

■	■	■	■	■	■	■	■	■
Introduction								3
Les sources du bruit routier								5
Le bruit d'un véhicule								5
Le bruit de plusieurs véhicules								9
La propagation du bruit routier								13
Propagation du bruit en champ libre.....								13
Propagation du bruit en conditions réelles.....								15
Les dispositifs limitant la propagation du bruit								17



INTRODUCTION

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

A la source du bruit routier se trouvent bien évidemment les véhicules mais aussi la route lorsqu'un véhicule l'emprunte. Ces sources peuvent être localisées plus précisément au niveau du moteur du véhicule et du point de contact entre les pneus et la chaussée.

De manière générale, le bruit peut être atténué en agissant notamment à la source ou lors de sa propagation. En ce qui concerne le bruit routier, la diminution des nuisances acoustiques, obtenue en imposant des limites à l'émission des moteurs, est une manière d'agir à la source. Par ailleurs, l'action sur la propagation des ondes sonores peut, par exemple, se concrétiser par l'implantation de murs anti-bruit.

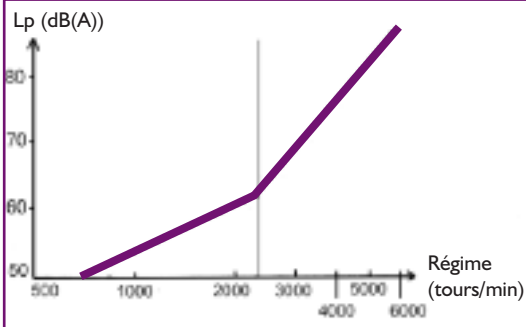
Certaines questions se posent au sujet de l'émission et de la propagation du bruit routier :



- ♪ Comment la vitesse influence-t-elle le bruit produit par le véhicule ?
- ♪ Le passage d'un véhicule sur différents types de revêtement engendre-t-il toujours le même bruit ?
- ♪ Le type de véhicule influence-t-il le bruit émis ?
- ♪ Le bruit du véhicule dépend-il du comportement du conducteur ?
- ♪ Quelles sont les infrastructures qui permettent de réduire la propagation du bruit routier ?

Les réponses à ces diverses interrogations peuvent être trouvées dans les pages qui suivent.

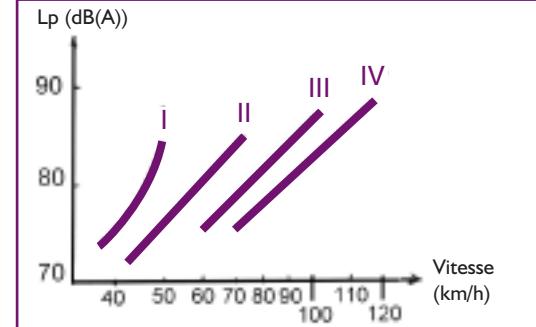
LE RÉGIME ET LA PUISSANCE DU MOTEUR



Le graphique de gauche exprime le niveau sonore à 3 m d'une voiture en fonction du régime du moteur.

Celui de droite donne le niveau sonore à 7,5 m d'un véhicule en fonction du rapport (vitesse I,II,III et IV) et donc de sa vitesse de déplacement.

La puissance du moteur a une faible influence sur le niveau sonore produit par le véhicule :



Cylindrée en cc niveau sonore à 7,5 m du véhicule

< 1100	101
de 1100 à 1600	100
> 1600	99

vitesse : 60km/h

Source : DENDAL J.

LA DÉCLIVITÉ DE LA ROUTE

La pente de la route a une légère influence sur le bruit produit par le véhicule. En effet, lorsque le véhicule emprunte une montée, le moteur doit développer plus de puissance pour déplacer le véhicule. Ainsi, la méthode hollandaise "SRMI" prescrit les corrections suivantes en fonction de l'importance de la pente :

<3% : **0 dB(A)** 3 à 5 % : **+1 dB(A)** 5 à 8 % : **+2 dB(A)** >8% : **+3 dB(A)**



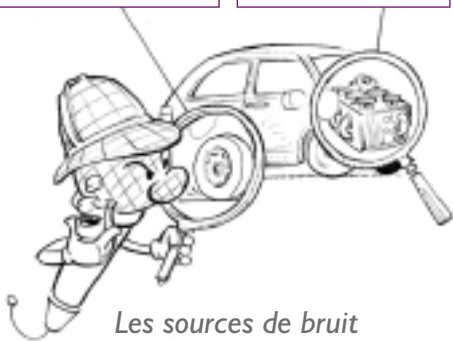
LES SOURCES DU BRUIT ROUTIER



LE BRUIT D'UN VÉHICULE

bruit de roulement

bruit du moteur



Les sources de bruit principales d'une voiture

Il est évident que le bruit engendré par le passage d'un véhicule est d'autant plus important que sa vitesse est élevée. Le bruit routier est originaire de deux sources majeures : le moteur et le contact des pneus avec le revêtement. Lorsque le véhicule roule lentement, c'est le **bruit du moteur** qui est perçu. En règle générale, à partir de 40 km/h, le **bruit de roulement** des pneus sur le revêtement de la route prédomine. Au cours du déplacement d'un véhicule, ces deux sources sont constamment présentes mais se masquent l'une l'autre selon la vitesse du véhicule.

LES PARAMÈTRES INFLUENÇANT LE BRUIT DU MOTEUR

Le bruit du moteur dépend de son **régime**, c'est-à-dire de la vitesse à laquelle il tourne. Lorsque le moteur tourne rapidement, le **RÉGIME** est dit "haut". A l'inverse, quand le moteur tourne lentement, le régime est dit "bas". Ce phénomène est très bien perçu lorsqu'on passe de la première vitesse (haut régime) à la deuxième (bas régime). A ce moment, le moteur fait soudainement moins de bruit. Le bruit du moteur n'augmente donc pas progressivement avec la vitesse de déplacement de véhicule mais plutôt par palier à chaque changement de vitesse.



Le comportement du conducteur au volant influence grandement le bruit produit par le moteur. Le véhicule d'un conducteur ayant une conduite dite "sportive" est bruyant car son moteur tourne à haut régime.

Le bruit du moteur dépend aussi de la **PUISSANCE** que ce dernier peut développer. Toutefois, le niveau acoustique ne varie que sensiblement avec la **puissance** du moteur.

La **DÉCLIVITÉ DE LA ROUTE** influence faiblement le bruit engendré par le véhicule. En effet, lorsque le véhicule emprunte une **côte**, le moteur doit être plus sollicité.



LE BRUIT DU PNEU

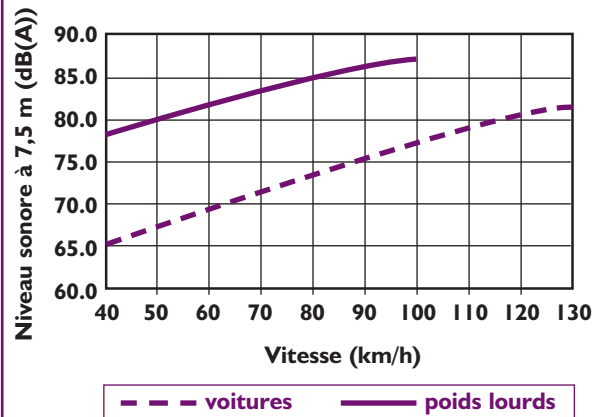
Le bruit du pneu lors du déplacement du véhicule trouve son origine principalement dans les vibrations. Celles-ci varient en intensité en fonction des paramètres suivants :

- ♪ la texture du revêtement routier;
- ♪ la vitesse de rotation de la roue;
- ♪ le profil et la géométrie du pneu;
- ♪ la rigidité du pneu.

Les vibrations produisent un bruit d'une fréquence comprise entre 500 et 1000 Hz, gamme perceptible par notre oreille. Il existe une autre source de bruit issue de l'échappement de l'air comprimé par le pneu lors du déplacement du véhicule.



BRUIT GLOBAL D'UNE VOITURE EN DÉPLACEMENT



Le schéma ci-contre illustre le bruit global produit par une voiture ou un camion circulant sur un revêtement mélange asphaltique dense en fonction de sa vitesse de déplacement.

La vitesse de déplacement de la voiture est indiquée sur l'axe horizontal et le niveau de pression sonore (mesuré à 7,5 m du véhicule) figure sur l'axe vertical. Ainsi, une voiture passant sur un revêtement asphaltique dense à une vitesse de 50 km/h produit en moyenne un niveau sonore de 68 dB(A). Dans les mêmes conditions, un poids lourd produit un niveau sonore de 80 dB(A).

Source: IBGE, A-Tech & FIGE, 1997





Enfin, le **type de moteur** est également un paramètre important. Un moteur au diesel fait plus de bruit qu'un moteur à l'essence ou au LPG. Signalons que le moteur le plus silencieux est le moteur électrique.

LES PARAMÈTRES INFLUENÇANT LE BRUIT DE ROULEMENT



Le **type de revêtement** influence le niveau sonore engendré par le passage d'un véhicule. Certains revêtements sont en effet plus absorbants d'un point de vue acoustique que d'autres. Il est à signaler qu'une base de données sur les revêtements du réseau routier des 19 communes de Bruxelles a été réalisée en 1997. Celle-ci reprend les types de revêtement, leur localisation et renseigne sur leur état respectif. L'IBGE et l'Administration de l'Équipement et des Déplacements (AED) s'appuient notamment sur cette base de données pour planifier la lutte contre le bruit. Il est à signaler qu'une remise à jour de cette banque de données a débuté en 2002.

Le bruit créé par le contact des **PNEUS** sur le revêtement routier augmente progressivement avec la vitesse de déplacement. Les **caractéristiques du pneu** telles que ses dimensions et la qualité de la gomme influencent également le bruit produit par un véhicule.



Pour rappel, une directive européenne impose les niveaux sonores maximums autorisés pour les pneus.



LE BRUIT D'UNE VOITURE EN DÉPLACEMENT

Les nuisances sonores que produit une **VOITURE LORS DE SON DÉPLACEMENT** est donc le résultat de 2 types de bruit : le bruit du moteur (régime, puissance, type, etc.) et le bruit de roulement (caractéristiques des pneus et du revêtement).



MÉTHODES D'ÉVALUATION DES CARACTÉRISTIQUES DU TRAFIC

Il existe des méthodes manuelles et des méthodes automatisées pour estimer les paramètres du trafic routier.

La technique “manuelle” consiste à placer une personne en un point du réseau routier. Cette personne va réaliser un recensement visuel d'une ou plusieurs des caractéristiques du trafic (nombre de véhicules par heure, origine et destination, type de véhicules, etc.).

La technique automatique fait appel à l'informatique et à l'électronique. Un dispositif piezoélectrique, un récepteur pneumatique déposé sur la chaussée ou encore une boucle inductive disposée sous la chaussée permet de compter les véhicules et d'identifier leur type. Le système de radar est utilisé pour mesurer la vitesse. Enfin, la présence de caméras permet de renseigner sur le type de conduite.



L'INTENSITÉ DU TRAFIC

Rappelons que le bruit engendré par deux sources sonores identiques est plus élevé de 3 dB par rapport au bruit émis par une seule des deux sources. Si le niveau de bruit $L_{Aeq,T}$ créé en un point par 50 voitures passant en une heure est de l'ordre de 60 dB, il sera de l'ordre de 63 dB si l'intensité de trafic est doublée, soit 100 voitures par heure.

Pour évaluer l'intensité du trafic en un point du réseau routier, c'est-à-dire le nombre de véhicules sur la période considérée, il importe de définir différentes catégories de véhicules :

- 🎵 les véhicules légers ayant un poids total en charge inférieur à 3,5 tonnes;
- 🎵 les véhicules lourds ayant un poids total en charge supérieur à 3,5 tonnes;
- 🎵 les véhicules deux-roues motorisés.

Le trafic routier dans la Région de Bruxelles-Capitale suit actuellement une évolution de +2,5 % par an.



LE BRUIT DE PLUSIEURS VÉHICULES

Le bruit produit par un ensemble de véhicules dépend fortement des **caractéristiques du trafic**. En effet, les situations sonores sont très différentes si le trafic est :

- ♪ rapide ou lent;
- ♪ continu ou interrompu;
- ♪ fluide ou congestionné.



Ces paramètres sont influencés par l'intensité et le type d'écoulement du trafic mais également par les caractéristiques de la voirie (largeurs, sinuosité, présence de ralentisseurs, feux rouges, etc.).

Les **CARACTÉRISTIQUES DU TRAFIC** sont évaluées quantitativement et qualitativement de façon manuelle ou automatisée.



L'INTENSITÉ DU TRAFIC

L'**INTENSITÉ DU TRAFIC** correspond au nombre de véhicules passant à un endroit donné pendant une période de temps donnée.

Actuellement, l'intensité du trafic aux heures de pointes d'un axe routier important à Bruxelles, par exemple la rue de la Loi, est de l'ordre de 5000 véhicules par heure. Par contre, une petite rue de quartier aux mêmes heures ne comptera pas plus de 300 véhicules par heure.

TYPE D'ÉCOULEMENT

On peut distinguer 4 types d'écoulement du trafic routier :

- ♪ **fluide continu** : les véhicules roulent à vitesse constante. Il n'y a donc pas d'accélération et de décélération. L'intensité du trafic est stable dans le temps et dans l'espace. Ce type d'écoulement est rencontré sur les autoroutes en condition normale;
- ♪ **pulsé continu** : une part importante des véhicules se déplace à vitesse variable (accélération et décélération). L'intensité du trafic n'est pas stable dans le temps et dans l'espace. Ce type d'écoulement est rencontré sur les voies urbaines de centre-ville;
- ♪ **pulsé accéléré** : une part importante des véhicules est en accélération. L'intensité du trafic n'est pas stable dans le temps et dans l'espace. Ce type d'écoulement est rencontré sur les bretelles d'accès aux autoroutes, en aval d'un carrefour ou après un stop;
- ♪ **pulsé décéléré** : une part importante des véhicules est en décélération. L'intensité du trafic n'est pas stable dans le temps et dans l'espace. Ce type d'écoulement est rencontré aux sorties d'autoroutes, en amont d'un carrefour et à l'approche d'un stop.

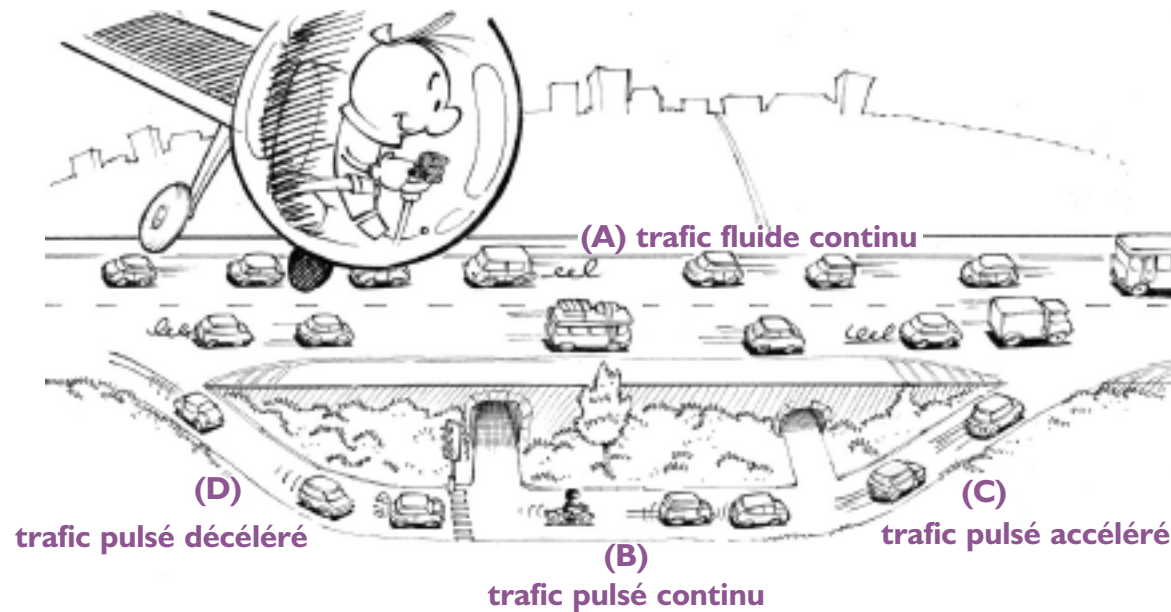


Les outils de planification permettent d'agir sur les paramètres du trafic (intensité et écoulement) et donc de réduire le bruit.



LE TYPE D'ÉCOULEMENT

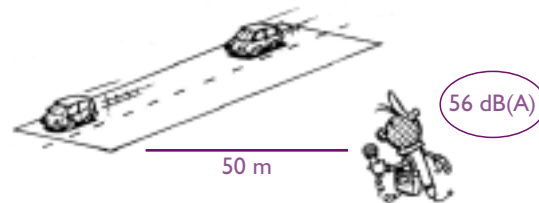
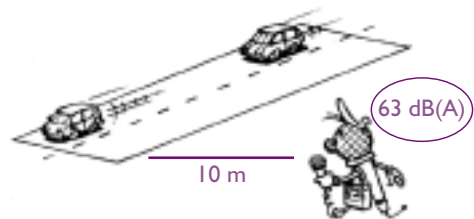
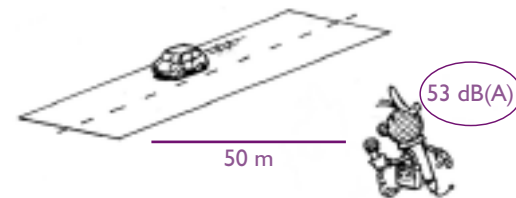
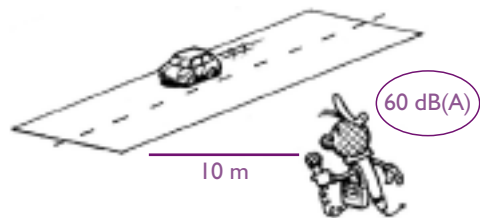
LE TYPE D'ÉCOULEMENT prend en considération l'accélération et la décélération du véhicule sur la section de route étudiée. Il existe quatre grands types d'écoulement : fluide continu, pulsé continu, pulsé accéléré et pulsé décéléré.



Le type d'écoulement du trafic va influencer fortement le niveau de bruit. Si l'écoulement est fluide, les véhicules roulent à vitesse constante. Le moteur peut donc tourner à bas régime. Par contre, si la circulation est pulsée, les véhicules accélèrent et décélèrent constamment, ce qui provoque des variations importantes du régime du moteur et par conséquent des variations d'intensité sonore importantes.

LA PROPAGATION EN CHAMP LIBRE

Ce type de propagation théorique du bruit peut être évalué grâce à des formules simples. Ces formules sont développées dans l'ouvrage technique. Les illustrations ci-dessous en constituent une application.



LA PROPAGATION DU BRUIT ROUTIER

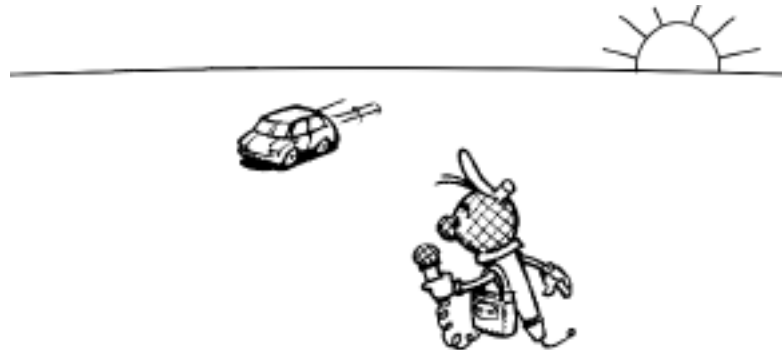


PROPAGATION DU BRUIT EN CHAMP LIBRE



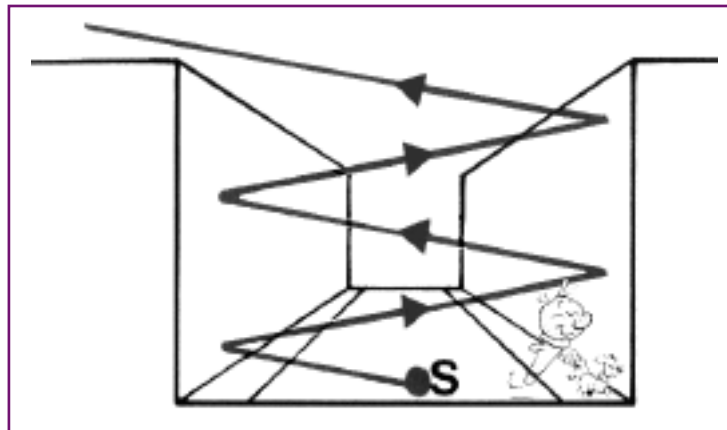
LA PROPAGATION DU BRUIT EN CHAMP LIBRE se réalise dans un espace ne comportant aucun obstacle (murs, etc.). Elle ne tient pas compte des conditions météorologiques ni de l'absorption du bruit par le sol et l'atmosphère.

Lors du passage d'une voiture dans ces conditions, le niveau acoustique à l'immission dépend de la distance séparant l'observateur de la route mais également de la vitesse du véhicule et du bruit à l'émission.



PROFILS DE RUES

Les axes routiers sont, par endroit, bordés d'habitations. Celles-ci peuvent se trouver de part et d'autre de l'axe ou uniquement d'un côté. Dans le premier cas, on parle de "rue en profil U" et dans le deuxième de "rue en profil L". Ce type de disposition des habitations va influencer fortement la propagation du bruit. Ainsi, de nombreuses réflexions du bruit sur les parois sont constatées dans les "rues en profil U", augmentant ainsi le niveau sonore subi par l'observateur situé dans la rue.



Rue en profil U

Source : *Bruit et formes urbaines, CETUR 1981*



PROPAGATION DU BRUIT EN CONDITIONS RÉELLES



En situation réelle, la propagation du bruit est influencée par tous les éléments qui se trouvent sur son trajet tels que les murs, les caractéristiques du sol et les conditions météorologiques.

Les paragraphes suivants développent les éléments spécifiques qui influencent la propagation du bruit routier en conditions réelles.



Le relief et les caractéristiques du sol

Le relief peut modifier fortement la propagation du bruit. L'exemple le plus frappant est celui de l'écho apparaissant en montagne. De manière plus modérée, le relief peut constituer des obstacles à la propagation du bruit. Une route en déblai (en contrebas) par rapport au terrain naturel est généralement moins bruyante.

De même, la nature du sol influence les niveaux sonores par le jeu de l'absorption et de la réflexion du bruit. Ainsi, une falaise ou un revêtement routier en béton réfléchit fortement le bruit tandis qu'un sol recouvert de végétation a un grand pouvoir absorbant.

Les obstacles urbains

Les **FAÇADES DES IMMEUBLES**, les véhicules à l'arrêt, les panneaux de signalisation, les monuments, les plantations et les palissades sont des exemples d'éléments urbains qui influencent la propagation du bruit. En effet, ces différentes surfaces réfléchissent ou absorbent le bruit de manière plus ou moins importante.



LES MURS ANTI-BRUIT

Les murs anti-bruit sont soit particulièrement :

- 🎵 **réfléchissants** : dans ce cas, ils répercutent en grande partie le bruit reçu. La façon dont le mur est conçu permet une réflexion du bruit non dirigée vers les riverains. Ils sont le plus souvent compacts et construits en béton, matériaux plastiques ou bois;
- 🎵 **absorbants** : dans ce cas, le son est "retenu"* par les éléments les constituant. Ils font appel à des techniques plus innovantes : bétons de bois, bétons à base de matériaux expansés, caissons garnis de matériaux absorbants, etc.

Les murs anti-bruit efficacement placés peuvent améliorer la qualité de vie des riverains. Leur épaisseur varie de 10 à 50 cm et leur hauteur de 2 à 8 m suivant les matériaux qui les constituent, s'ils ont une fonction plutôt réfléchissante ou absorbante et suivant la hauteur des bâtiments à protéger. Ils peuvent être linéaires ou courbés vers la route. Ils sont généralement placés en position verticale mais dans certains cas, une inclinaison pouvant aller jusqu'à 30° leur est donnée. Un mur anti-bruit n'arrête jamais 100 % du son car une partie est diffractée et une autre est transmise.

La mise en place de dispositifs anti-bruit implique une étude préalable afin d'aboutir à une conception et une implantation optimales.



Mur en bois



Mur en béton



Mur en métal

Source : Benz Kotzen and Colin English

* transformé en chaleur

LES DISPOSITIFS LIMITANT LA PROPAGATION DU BRUIT



Il est possible d'entraver la propagation du bruit routier par l'implantation de dispositifs adéquats. Ces derniers sont principalement de trois types : le mur anti-bruit, la butte de terre et le recouvrement de l'axe routier. Ces dispositifs agissent au niveau de la propagation des ondes sonores.

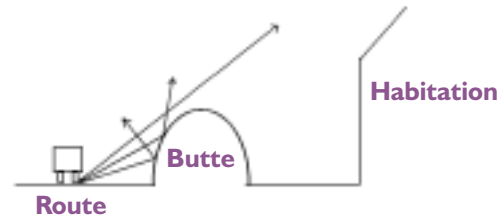


Le **MUR ANTI-BRUIT** se place entre les habitations et l'infrastructure routière, le plus proche possible de cette dernière. Il est constitué d'un matériau réfléchissant et/ou absorbant le bruit. Le mur anti-bruit a l'avantage d'occuper peu d'espace mais présente les inconvénients d'être souvent inesthétique et de couper le champ de vision.



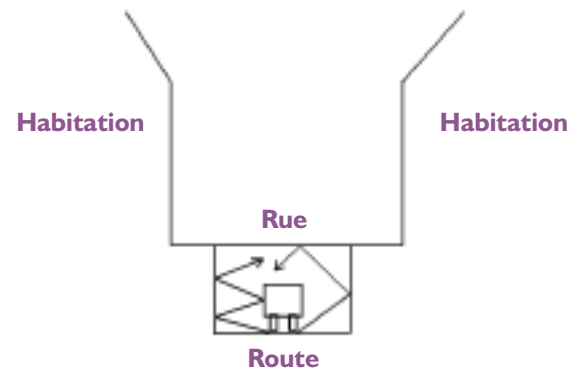
LES BUTTES

La mise en place d'une butte permet de constituer un obstacle à la propagation du son. Elles sont généralement conçues à partir des déblais qui sont dégagés lors de la construction de l'axe routier.



RECOUVREMENT DE L'AXE

Le recouvrement d'axes routiers importants permet de diminuer très fortement les nuisances sonores. De plus, si la structure le permet, un aménagement peut être prévu en surface (une zone piétonne, un espace vert, un parc, une place, un espace pour des activités de loisir et/ou une zone 30).





La **BUTTE** de terre, d'une épaisseur de quelques mètres, se place également entre les habitations et l'axe routier. Elle peut être caractérisée par une bonne absorption acoustique. Généralement, elles sont construites avec les volumes de terre déplacés lors de la création de la voirie. La butte a l'avantage d'être relativement esthétique mais a comme inconvénients majeurs d'occuper beaucoup d'espace, un besoin d'entretien et la nécessité d'importants volumes de terre lors de sa réalisation.



Dans les zones les plus denses ou les plus sensibles, comme les zones urbaines, il est possible de réaliser une **COUVERTURE TOTALE DE L'AXE ROUTIER**. Cette option est souvent le dernier recours car elle se révèle être la plus coûteuse. Les couvertures sont destinées à éliminer presque intégralement les bruits de la circulation et peuvent être de deux types : lourdes lorsqu'elles peuvent recevoir des aménagements en surface ou légères lorsque le toit ne supporte aucune charge.



Ces différentes infrastructures sont expliquées plus en détail dans la fiche traitant spécialement des dispositifs anti-bruit.

RÉFÉRENCES

- Benz Kotzen and Colin English, *Environmental noise barriers*, éditions E & FN SPON, 1999.
- CETUR, *Guide du bruit des transports terrestres, Préviation des niveaux sonores*, 1980.
- CETUR, *Bruit et formes urbaines*, 1981.
- Conseil Economique et Social (FR), *Le bruit dans la ville*, édition Journal Officiel de la République française, 1998.
- DENDAL J., *Acoustique de l'environnement*, Université de Liège, 1996.
- IBGE, A-Tech & FIGE, *Prescriptions administratives et techniques pour la préparation d'éléments de la planification en matière de lutte contre le bruit*, 1997.

