



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Université Mohamed Khider-Biskra Faculté des Sciences et de la technologie Département : Architecture

Année universitaire : 2019—2020

1^{ère} année master en Architecture

Matière : Equipement 2 Acoustique du bâtiment

Enseignant : Dr MEZERDI Toufik

Cour N°6: RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION:
ÉCRANS ANTIBRUIT



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT



1. Introduction

Bien réduire les effets négatifs du bruit routier nécessite la bonne compréhension de tous les phénomènes physiques conditionnant ce type particulier de bruit, **depuis son émission, jusqu'à sa réception**. De fait, ce sont bel et bien les phénomènes physiques qui conditionnent l'efficacité des dispositifs utilisés pour réduire les incidences du bruit routier. La figure 1 présentée ci-dessous synthétise les **trois phénomènes physiques principaux du bruit routier, à savoir l'émission du bruit par les véhicules, sa propagation dans l'environnement urbain, et enfin sa réception au droit et à l'intérieur des habitations**.

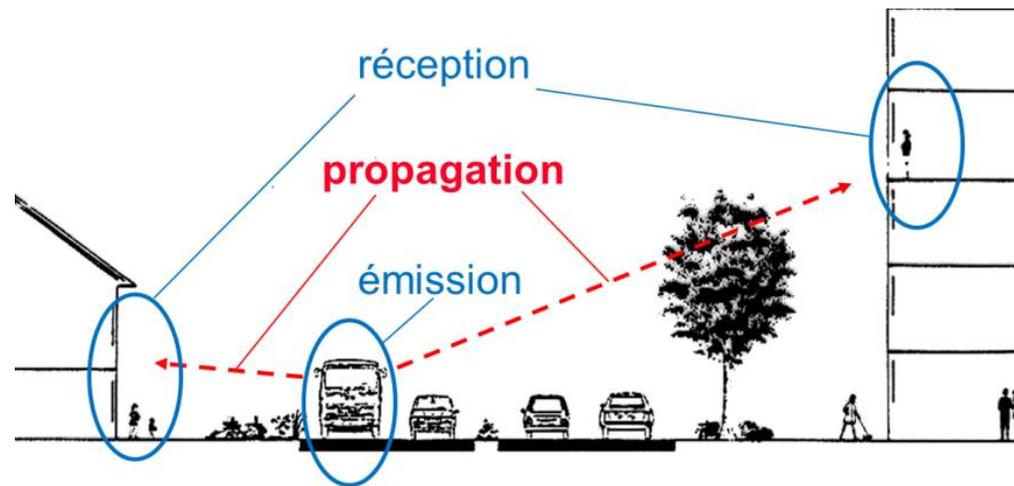


Figure 1 - Les trois phénomènes physiques principaux du bruit routier: l'émission, la propagation et la réception



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT



les dispositifs utilisés afin de **réduire le bruit routier lors de sa propagation**, à savoir **les écrans antibruit** et les revêtements (acoustiquement) absorbants permettant de réduire les réflexions sur des parois.

Effectivement, le plus souvent, il s'agit de réduire la propagation du bruit en interposant des obstacles entre les véhicules et l'environnement: les écrans antibruit sont généralement utilisés à cet effet.

Toutefois, lors de sa propagation dans l'environnement, le bruit routier peut aussi se réfléchir sur des parois (acoustiquement réfléchissantes) telles que des murs de soutènement, voire même des écrans antibruit (s'ils ne sont pas acoustiquement absorbants): il s'agit alors de **réduire les réflexions du bruit** pouvant intervenir sur des parois ; des **revêtements (acoustiquement) absorbants** sont alors utilisés à cet effet.

Dans la suite du texte, ces deux types de dispositifs seront regroupés sous l'intitulé commun «**dispositifs antibruit**» pour toute explication applicable à l'ensemble des deux.



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT



L'écran acoustique est un obstacle que l'on intercale entre la source du bruit, les bâtiments et les riverains (bord de la route) à protéger et qui atténue par absorption et réflexion, la transmission et la propagation directe des bruits aériens incidents générés par les circulations routières ou ferroviaires. L'écran acoustique est la solution reconnue comme la plus efficace pour le traitement du bruit à la source. Disposés le long des grands axes routiers, autoroutiers et ferroviaires, ils constituent de véritables "pièges à décibels".





2. Les phénomènes physiques en jeu

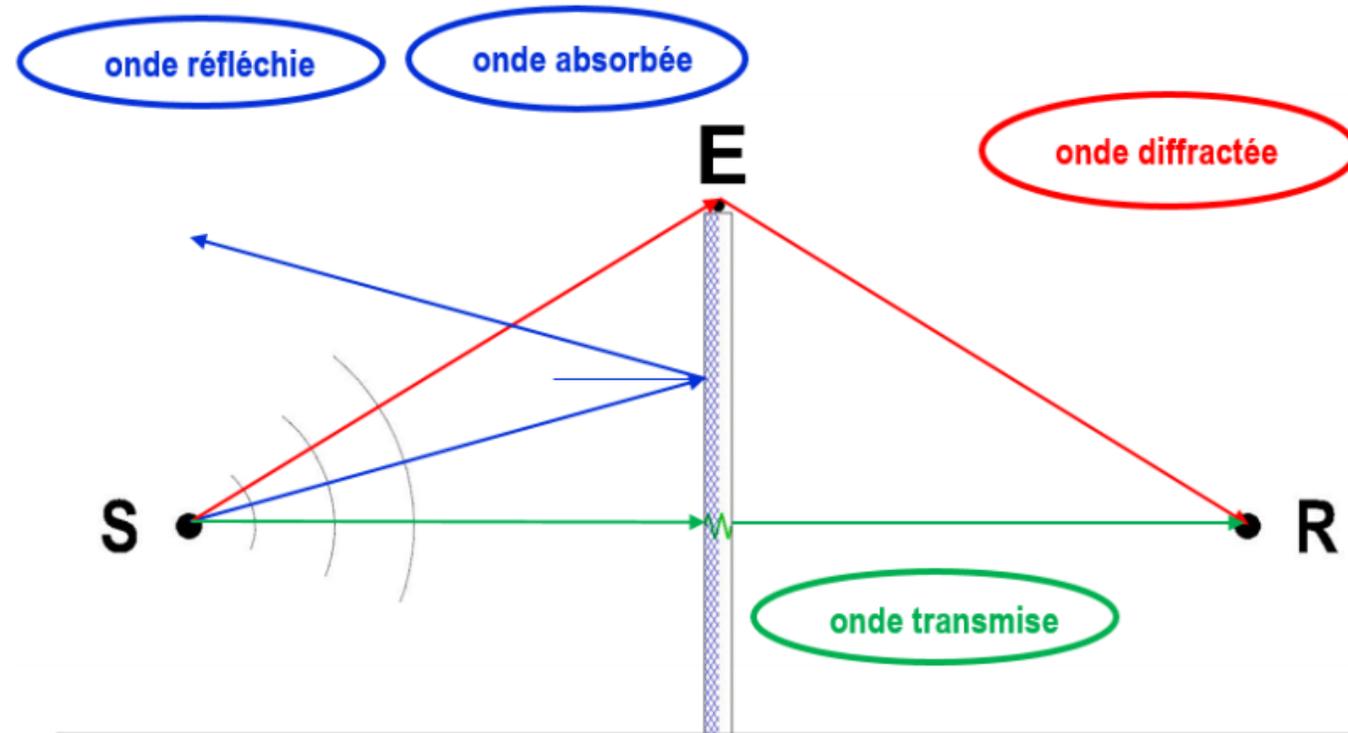


Figure 2 - Les trois phénomènes physiques présents lors de la propagation du bruit routier: la réflexion, la diffraction et la transmission



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT





2.1 La réflexion

2.1.1 Les réflexions simples

La figure 3 présente l'effet d'une onde qui se propage vers un obstacle et qui s'y réfléchit.

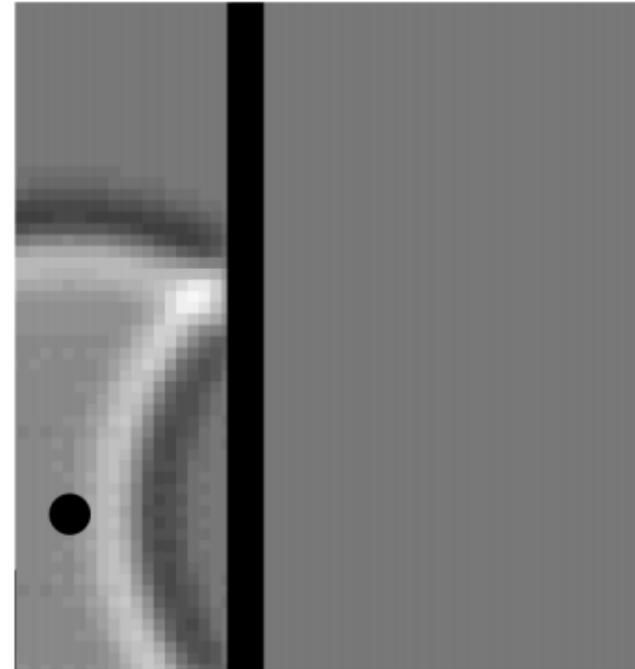
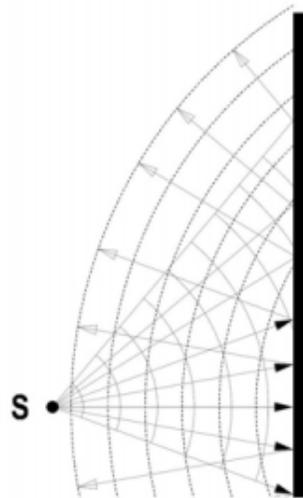


Figure 3 – Réflexion simple sur un obstacle



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT



Suivant les principes présentés à la figure 4, lorsqu'une onde incidente arrive sur une paroi (acoustiquement) réfléchissante, elle s'y réfléchit de façon assez similaire à celle des images pour un miroir: c'est comme si une source image S' , symétrique à la paroi, prenait le relai du rayonnement, et l'énergie réfléchié repart face à la paroi. On parle alors de réflexion «spéculaire»: tout rayon incident se réfléchit de façon «spéculaire», c'est-à-dire que le rayon réfléchi repart du côté de la source avec un angle identique à l'angle sous lequel il arrivé sur la paroi.

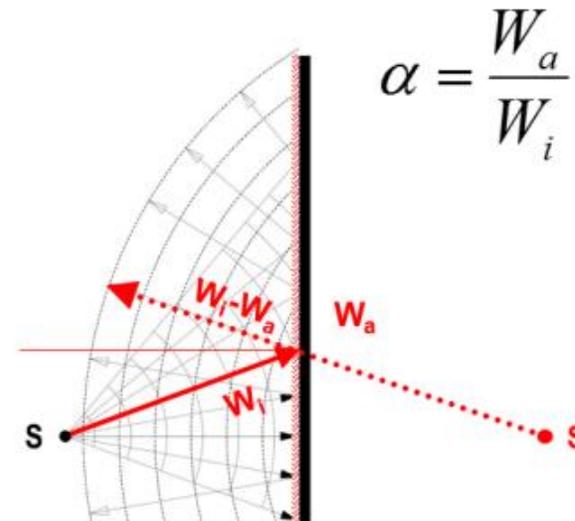


Figure 4 – Loi de la réflexion spéculaire: angle de réflexion = angle d'incidence



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT



On peut mettre des matériaux (acoustiquement) absorbants sur la paroi de sorte à réduire l'énergie réfléchie (ou encore l'énergie de la source image fictive S'): suivant les caractéristiques d'absorption acoustique du revêtement utilisé, cette réduction peut être plus ou moins forte.

On définit le **coefficient d'absorption acoustique α** comme étant le rapport entre l'énergie réfléchie W_a et l'énergie incidente W_i (voir formule à la figure 4). Le coefficient d'absorption acoustique α d'un dispositif antibruit est une de ses caractéristiques intrinsèques (caractéristiques propres au produit) les plus importantes:

En pratique, les réflexions redirigent l'énergie sonore dans l'environnement: elles peuvent ainsi **y augmenter le bruit (jusqu'à + 3 dB(A))** dans des zones sensibles qui n'auraient pas été touchées de la même façon en l'absence de ces réflexions. La figure 5 montre des exemples de réflexions simples:



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT



- sur les maisons (traitement difficile: nécessité d'adapter les façades)
- sur des écrans antibruit
- sur des murs de soutènement

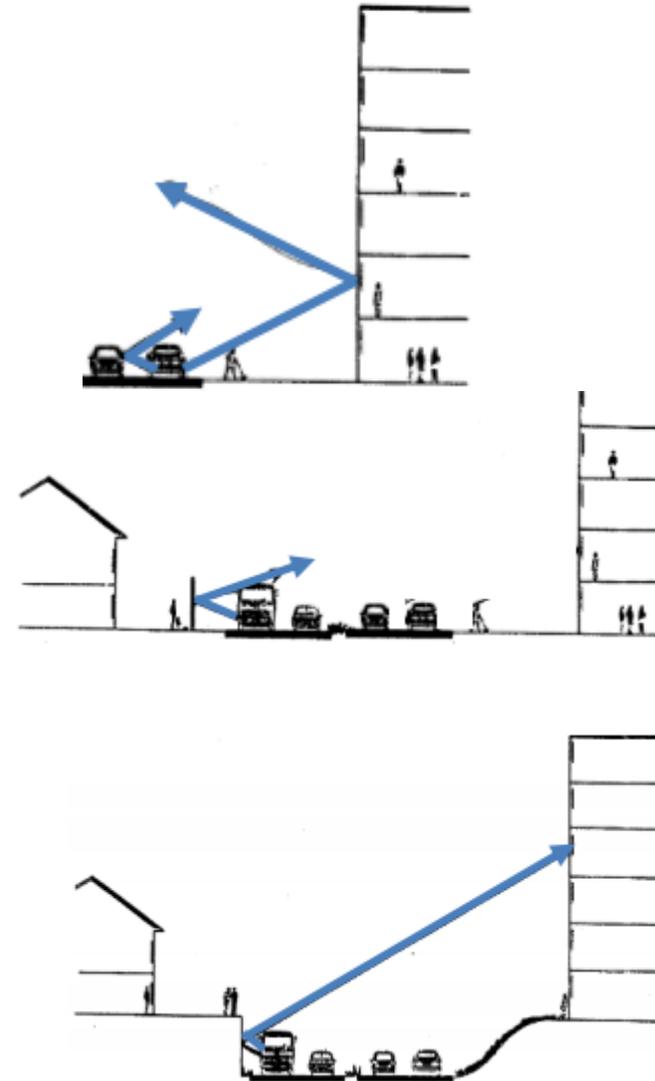


Figure 5 – Différents exemples de réflexions simples en zone urbaine



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT



Dans les deux derniers cas, pour réduire l'effet de ces réflexions, l'utilisation de revêtements (acoustiquement) absorbants est conseillée: leur efficacité à réduire le bruit global du côté exposé aux réflexions peut aller jusqu'à 3 dB(A).

Parfois, dans l'objectif de renvoyer les ondes réfléchies «vers le ciel», il est fait recours à des écrans ou des parois (acoustiquement) réfléchissantes, mais **inclinées**: cette intention peut cependant être contrecarrée par des effets météorologiques qui pourraient rediriger l'énergie ainsi réfléchie.

Le recours à des revêtements (acoustiquement) absorbants permet par contre d'absorber directement cette énergie et reste conseillé plutôt que d'utiliser des écrans ou des parois (acoustiquement) réfléchissantes inclinés, comme l'indique la figure 6 suivante.

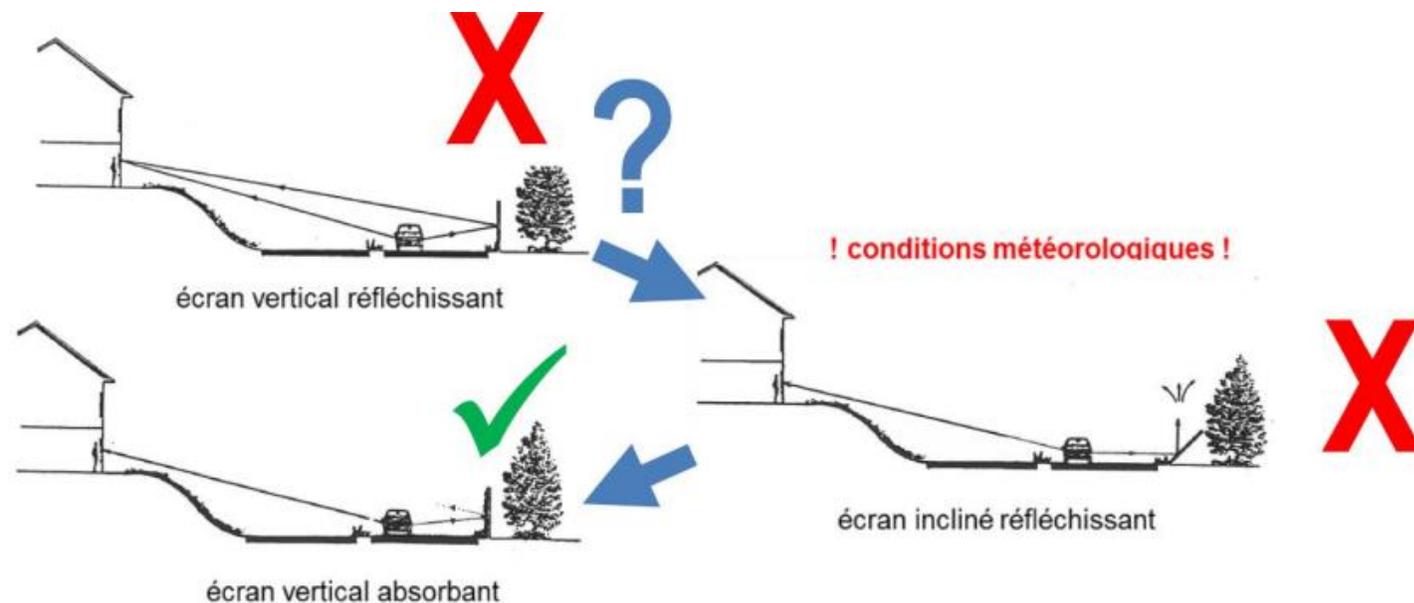


Figure 6 – L'inclinaison des écrans / parois réfléchissantes n'absorbe pas les ondes incidentes!



2.1.2 Les réflexions multiples

Les réflexions multiples sont des réflexions qui existent lorsque deux parois (acoustiquement) réfléchissantes se retrouvent face à face. Cette situation est alors très défavorable car les ondes sonores se réfléchissent sans arrêt d'une paroi vers l'autre, comme un effet «ping-pong», la figure 7 en montre différents exemples en milieu urbain:

- sur les maisons (traitement difficile: nécessité d'adapter les façades)
- sur des écrans antibruit parallèles ou
- sur des murs de soutènement parallèles, tranchées à ciel ouvert, bouches de tunnels

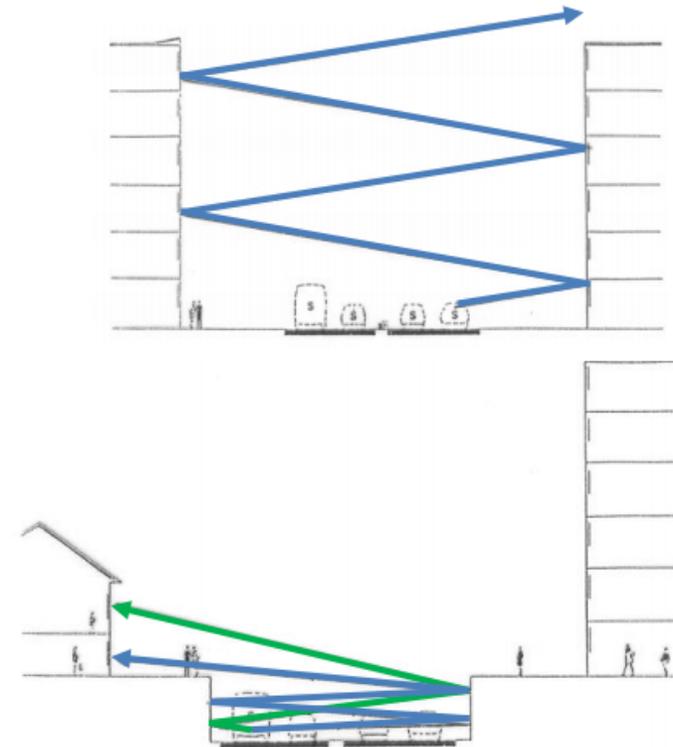


Figure 7 – Différents exemples de réflexions multiples en zone urbaine



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT



Dans les deux derniers cas, pour réduire l'effet de ces réflexions multiples, l'utilisation de revêtements (acoustiquement) absorbants est encore une fois conseillée: leur efficacité à réduire le bruit global du côté exposé aux réflexions peut alors aller de 3 à plus de 8 dB(A).

La figure 8 montre l'effet des réflexions multiples dans le cas d'une route à 2 x 2 bandes en tranchée à ciel ouvert et d'une profondeur de 6 m dont les murs sont soit (acoustiquement) réfléchissants, soit (acoustiquement) absorbants.

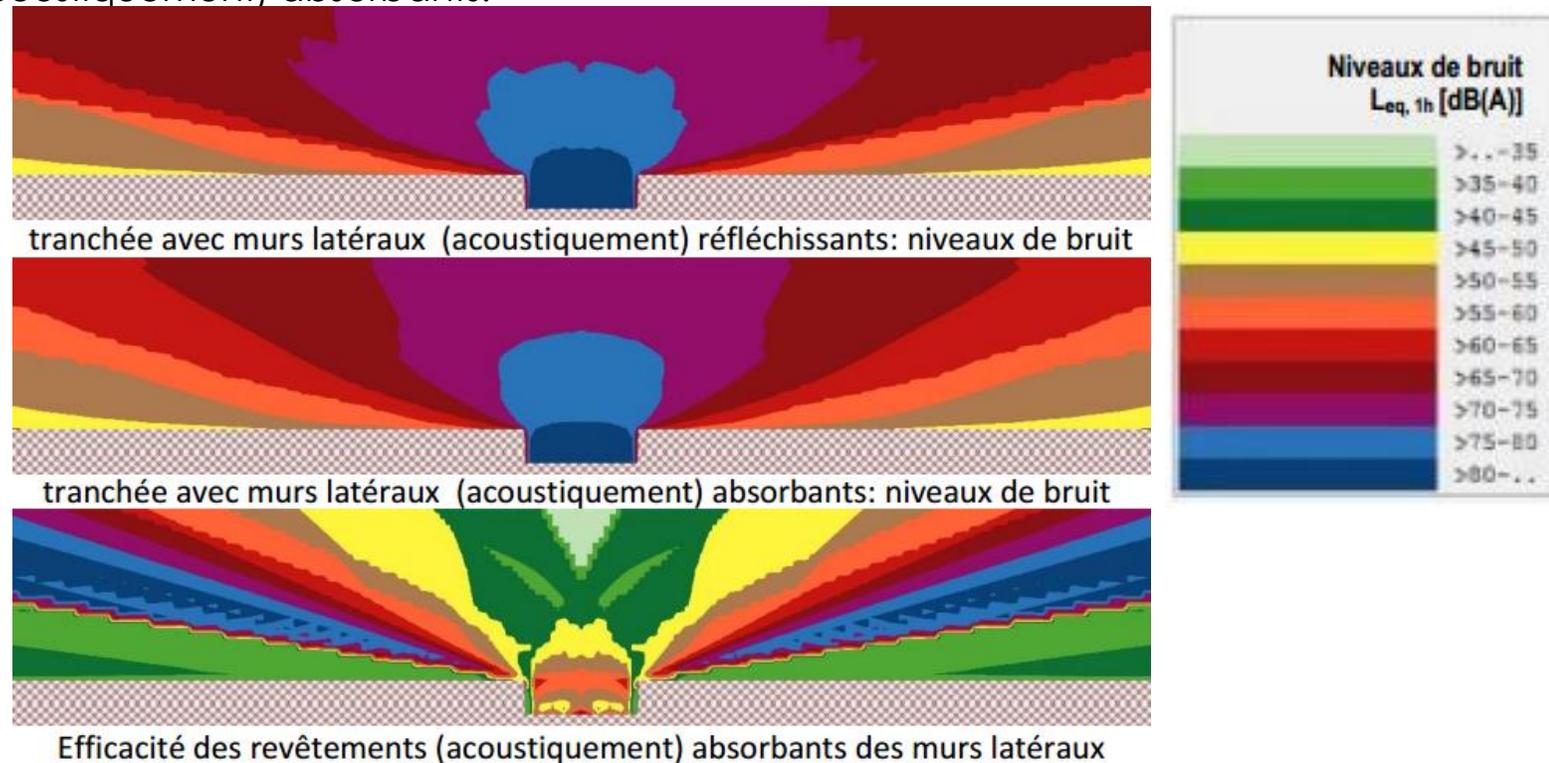


Figure 8 – Cartes de bruit verticales montrant l'effet des réflexions multiples
(niveau de bruit équivalent $L_{Aeq, 12h}$)



2.1.3 Les interactions avec les caisses des véhicules

Les réflexions multiples peuvent aussi intervenir entre des parois (acoustiquement) réfléchissantes et les caisses des véhicules qui circulent devant celles-ci: en effet, si les véhicules peuvent (en grandes lignes) être assimilés à des sources ponctuelles de bruit, ces véhicules correspondent en fait à de vrais volumes se déplaçant sur la route, volumes dont les parois (caisses des véhicules) sont aussi (acoustiquement) réfléchissantes. Ce faisant, des interactions s'installent entre les parois (acoustiquement) réfléchissantes et les véhicules lorsque ceux-ci leur font face: c'est donc aussi **un phénomène de réflexions multiples, mais ici avec une dimension temporelle tout à fait particulière (les effets «accompagnent»** le véhicule alors que celui-ci chemine sur la route). La figure 9 ci-après schématise cet effet.



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT

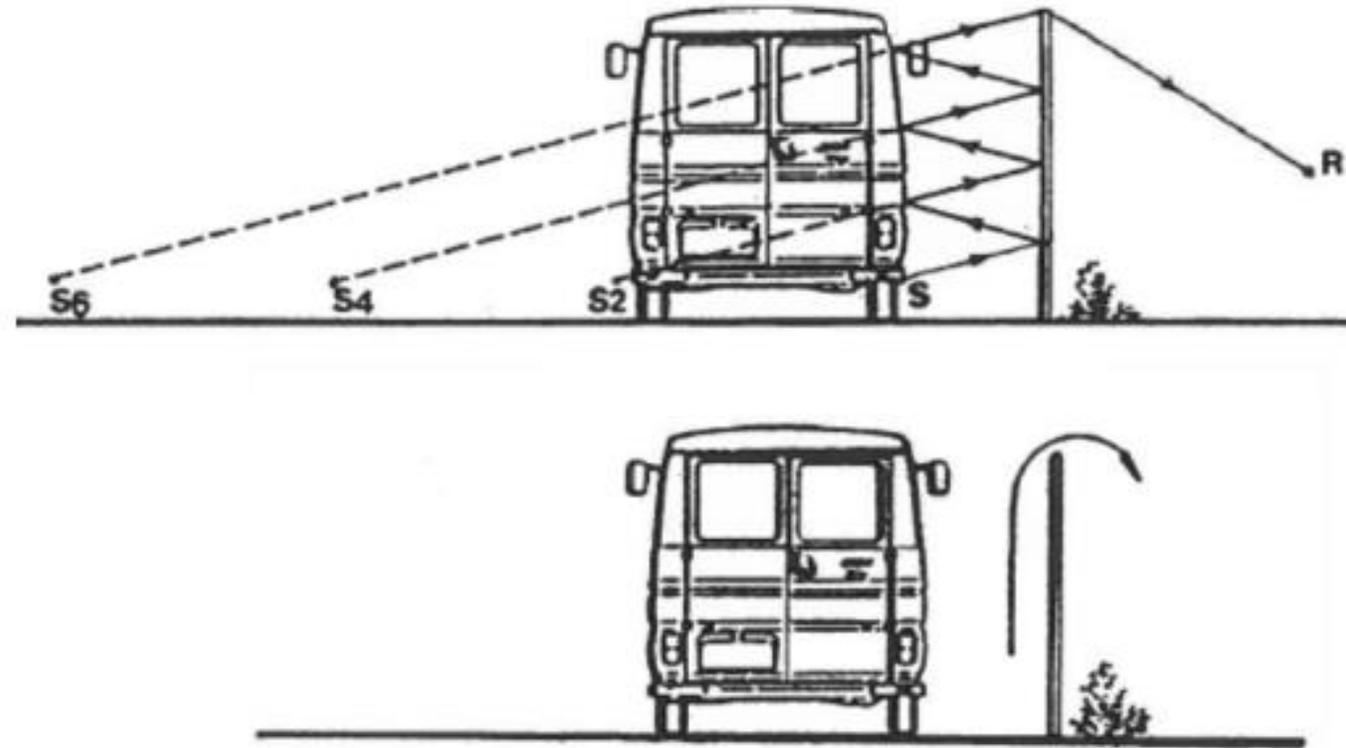


Figure 9 – Interactions entre une camionnette et une paroi (acoustiquement) réfléchissante
(comme si la source de bruit était artificiellement remontée)



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT



Ainsi, en «remontant» artificiellement la hauteur de la source de bruit, ces interactions vont réduire notablement l'effet protecteur que pourraient apporter des obstacles interposés entre les véhicules et l'environnement. Cet effet est d'autant plus prononcé que les véhicules sont hauts (rehausse fictive de la source de bruit) et longs (augmentation de la durée de l'effet): malheureusement, les véhicules

les plus hauts et les plus longs sont bel et bien les camions, c'est-à-dire les plus bruyants des véhicules circulant. **Une fois encore, pour réduire l'effet de ces interactions (réflexions multiples), l'utilisation de revêtements (acoustiquement) absorbants est conseillée sur les parois: leur efficacité à réduire le surcroît de bruit va cependant varier en fonction du déplacement du véhicule.**

La figure 10 superpose l'évolution temporelle du niveau de bruit au passage d'un camion de 4 m de haut: **en champ libre, devant un écran antibruit (acoustiquement) réfléchissant, et devant un écran antibruit (acoustiquement) absorbant.** Cette figure permet non seulement de bien démontrer le caractère spatio-temporel des interactions, mais aussi l'intérêt d'utiliser un écran antibruit de type (acoustiquement) absorbant: l'écran acoustiquement réfléchissant, s'il permet effectivement de réduire le bruit sur l'ensemble du passage du camion, présente le désavantage de pouvoir augmenter le bruit (par rapport au champ libre sans écran) lorsque les interactions sont les plus fortes. Il est difficilement acceptable de préconiser un écran qui puisse, dans les cas défavorables, augmenter le niveau de bruit existant: c'est la raison pour laquelle, à l'exception des écrans (visuellement) transparents, et donc (acoustiquement) réfléchissants, la plupart des écrans antibruit utilisent des matériaux (acoustiquement) absorbants.



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT

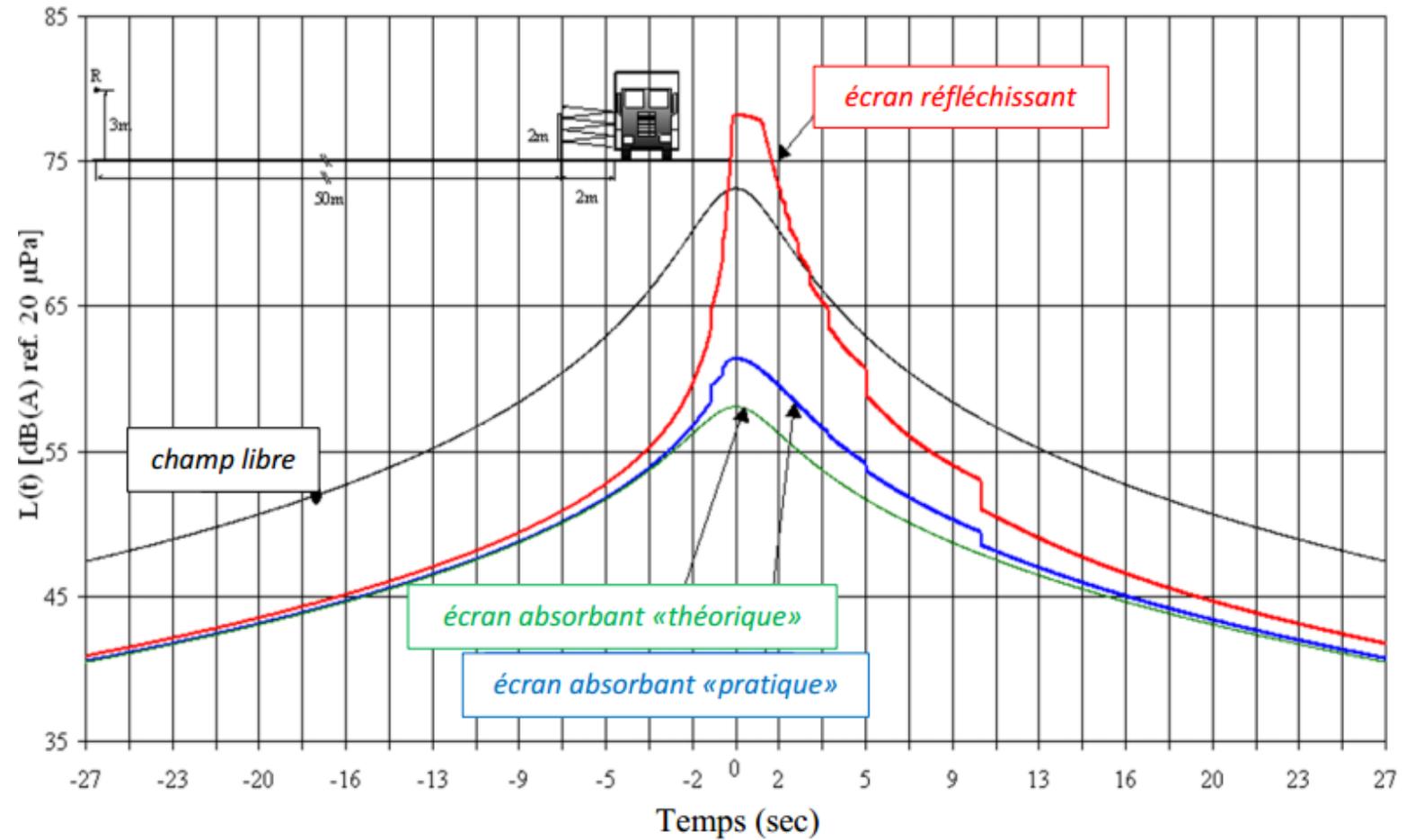


Figure 10 – Evolution temporelle du bruit au passage d'un camion avec ou sans écran



2.1.4 Les réflexions multiples: les tunnels

Plus les réflexions sont nombreuses, plus elles peuvent devenir gênantes pour l'environnement.

Avec «deux fois deux» parois parallèles (les deux murs latéraux, le sol et le plafond) généralement (acoustiquement) réfléchissantes, les tunnels sont les pires cas de réflexions multiples: les ondes qui y sont émises ne peuvent que s'y réfléchir à l'envi, sans se dissiper.

La figure 12 présente la progression d'un véhicule vers, puis dans un tunnel:

- lorsque le véhicule est suffisamment loin du tunnel, la quasi-totalité de l'énergie acoustique qu'il rayonne ne rentre pas dans le tunnel;

- progressivement, le véhicule va rayonner une partie de plus en plus grande d'énergie vers le tunnel, et de moins en moins grande vers l'extérieur, jusqu'au moment où il s'y trouvera complètement;

- à ce moment, à l'exception des extrémités ouvertes du tunnel, le véhicule se retrouvera «enfermé» dans le tunnel où le bruit se réfléchira «à l'infini» (réflexions multiples, comme les images à l'infini dans un local équipé de miroirs sur toutes ses faces).



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT

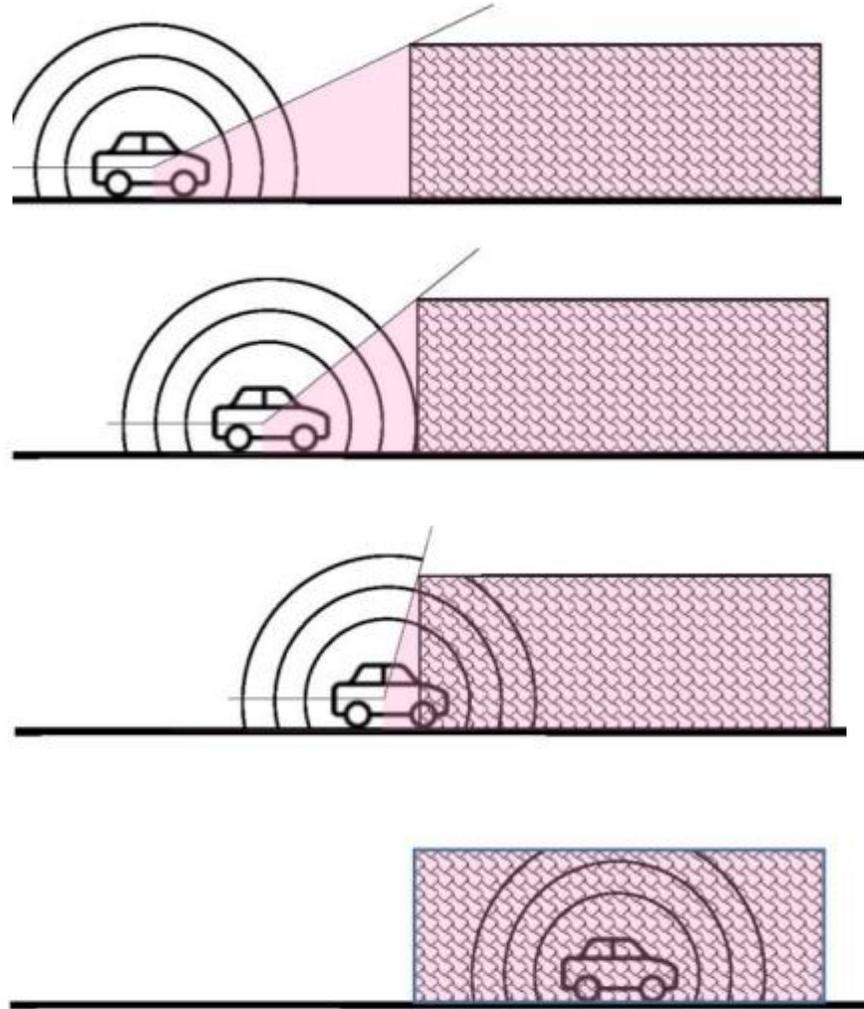


Figure 12 – Progression d'un véhicule entrant dans un tunnel:
le tunnel capte de plus en plus d'énergie qu'il renvoie vers ses extrémités



La figure 13 présente l'évolution temporelle du niveau de bruit au passage d'un véhicule à proximité d'une bouche de tunnel (:

- le niveau de bruit augmente d'abord progressivement jusqu'au moment où il passe devant le point récepteur (point où le niveau de bruit est calculé);
- puis le niveau redescend lorsque le véhicule s'éloigne;
- ensuite, il rentre dans le tunnel, qui renvoie l'énergie qu'il capte vers l'extérieur, ce qui relève le niveau de bruit au point récepteur: cet effet persiste tant que le véhicule chemine à l'intérieur du tunnel.

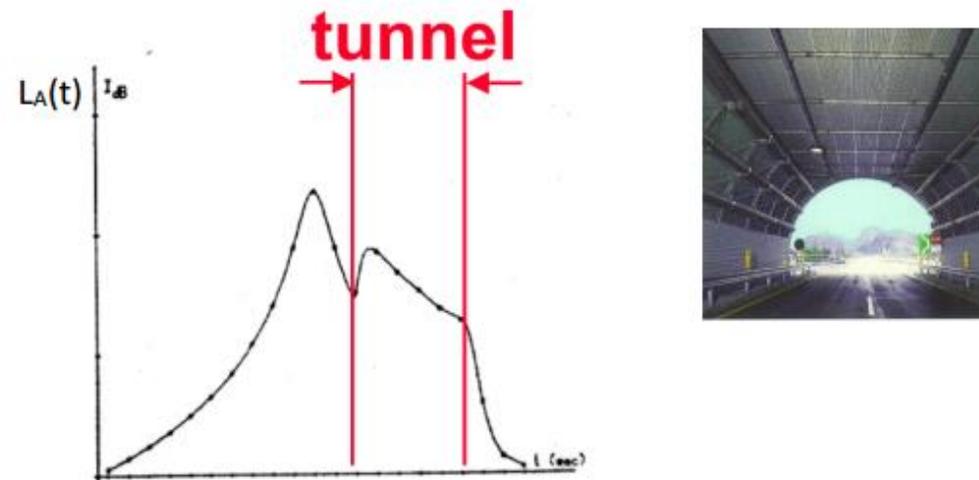


Figure 13 – Evolution temporelle du niveau de bruit $L_A(t)$ au passage d'un véhicule à proximité de la bouche d'un tunnel



2.2 La diffraction

2.2.1 Le phénomène physique

Lorsqu'on interpose un obstacle devant une source lumineuse on crée une zone d'ombre: en acoustique, interposer un obstacle entre une source de bruit et nos oreilles (sauf bien sûr un casque de protection antibruit) ne nous empêche pas de continuer à entendre ce bruit. L'énergie se diffracte sur les bords de l'obstacle pour se re-propager derrière celui-ci: c'est la diffraction.

Ce phénomène est le même en optique qu'en acoustique, sauf que les longueurs d'ondes sont nettement plus courtes en optique qu'en acoustique. En optique, les longueurs d'ondes vont de 300 à 800 nanomètres, un nanomètre correspondant à 1 millionième de mètre. En acoustique, elles vont de 17 mm (fréquences aiguës à 20 000 Hz) à 17 m (fréquences basses à 20 Hz): les obstacles sont donc «vus» par les ondes acoustiques comme des obstacles nettement plus petits et donc plus faciles à «contourner» que pour des ondes optiques, dont la longueur est 1 million de fois plus petite.



Afin d'illustrer le phénomène de la diffraction, la figure 15 utilise **le principe de Huygens-Fresnel** selon lequel un front d'onde initié par une source d'ondes peut être décomposé en une série de nouvelles sources secondaires qui rayonnent ensuite pour recomposer le **front d'ondes** suivant: elle permet de mieux comprendre comment un **front d'onde** de même ordre de grandeur qu'un écran antibruit (quelques mètres) «passe» par-dessus le sommet de l'écran pour atteindre ce qu'on appelle la zone d'ombre (zone d'ombre: zone située sous la **ligne d'ombre**, soit la ligne joignant la source de bruit au sommet de l'écran: au-dessus de cette zone, on voit directement la source, en dessous on se retrouve dans la zone d'ombre de l'écran).

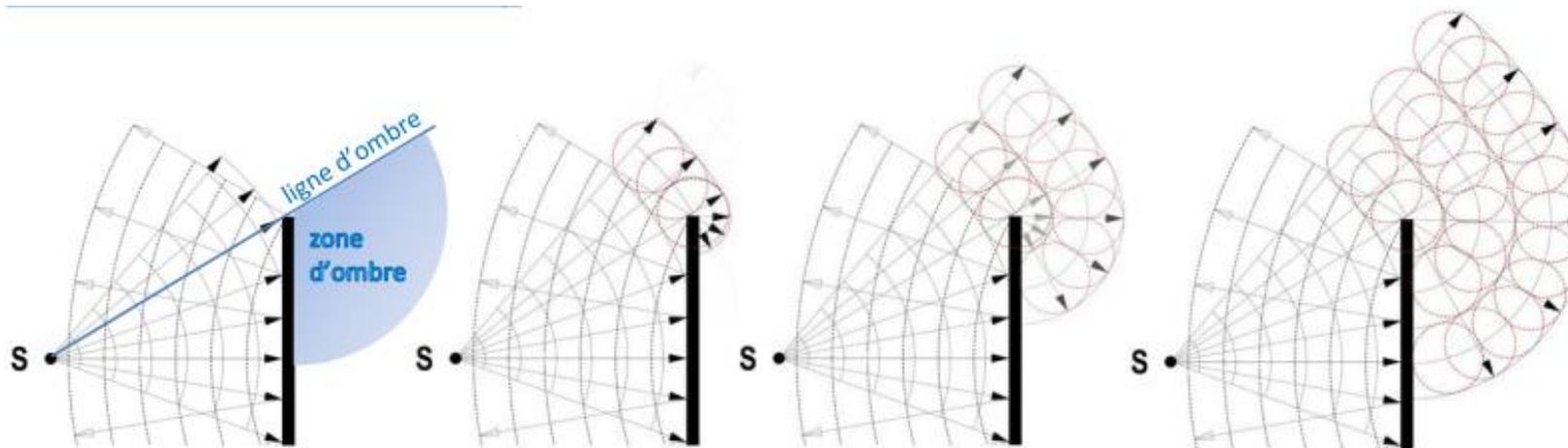


Figure 15 – Propagation d'un front d'onde sur un obstacle (principe de Huygens-Fresnel)



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT



La figure 16 en présente une animation qui inclut également l'onde réfléchie du côté de la source de bruit: on y voit clairement que l'onde «passe» de l'autre côté de l'écran, tout en s'atténuant.

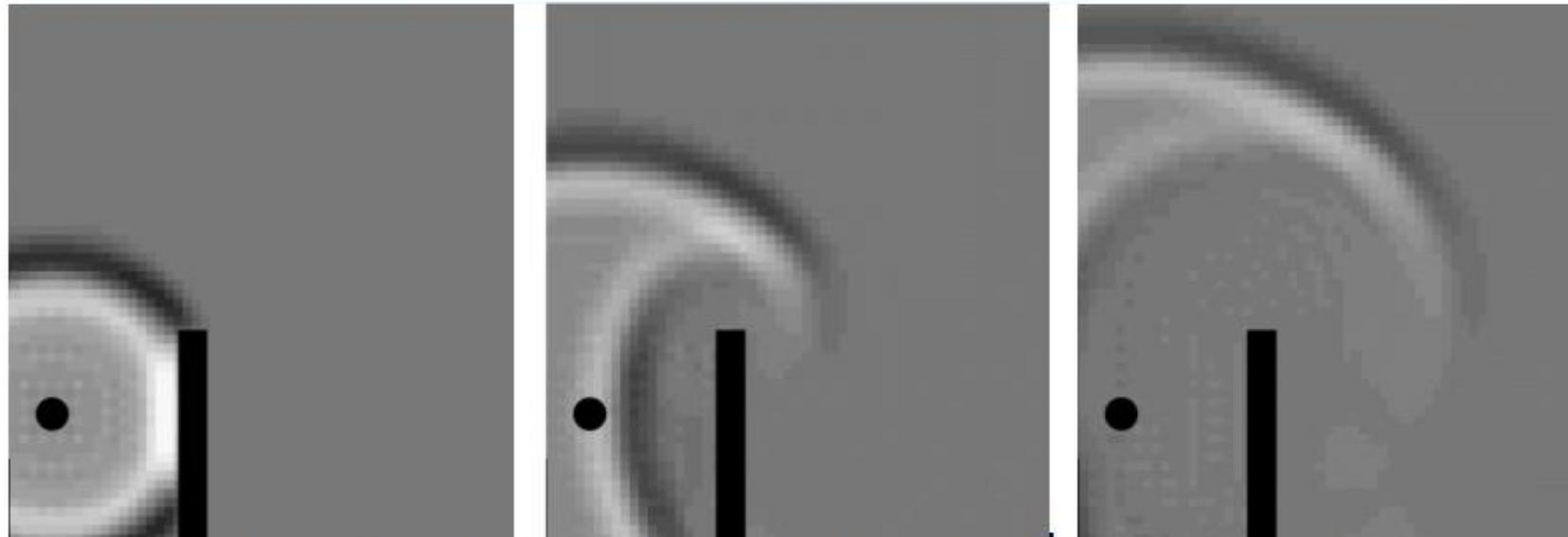


Figure 16 – Propagation d'un front d'onde sur un obstacle réfléchissant

En fait, l'exemple de la figure 16, simplifié pour illustrer le phénomène de la diffraction, ne considère qu'un seul front d'onde et une seule réflexion sur l'obstacle: en réalité, le long d'une route, les ondes sont entretenues de façon continue par les véhicules («le bruit») et il y a un sol de part et d'autre de l'obstacle qui pourrait ici être, par exemple, un écran antibruit.



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT



La figure 17 présente une animation qui correspond mieux à la réalité, mais qui ignore encore les possibles interactions avec la caisse des véhicules.

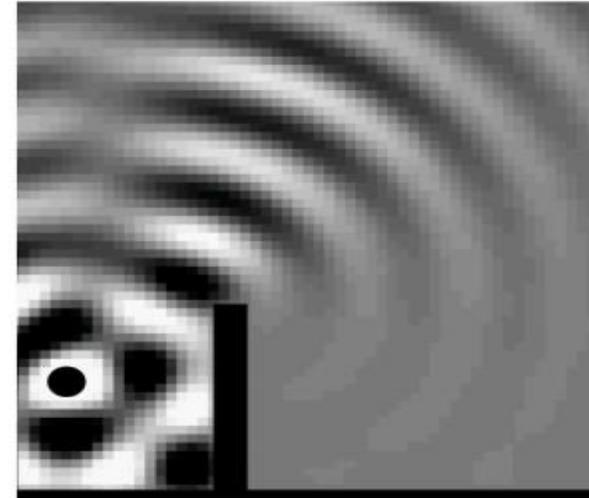


Figure 17 – Propagation d’ondes entretenues sur un obstacle réfléchissant avec réflexions sur le sol

Les interactions sont considérées à la figure 18 (cette figure illustre d’ailleurs les interactions véhicules / écrans mentionnées au chapitre précédent).

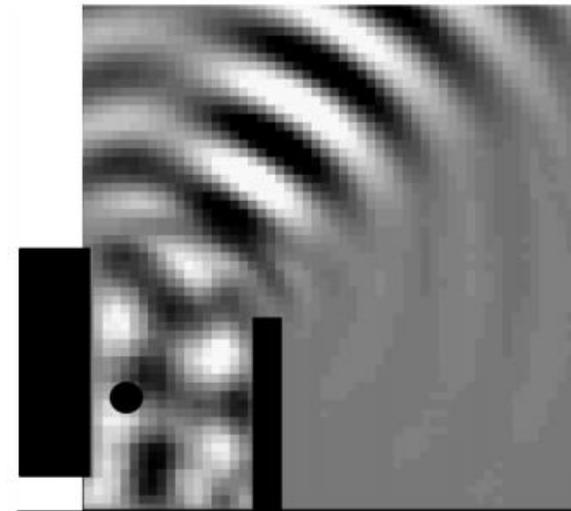


Figure 18 – Propagation d’ondes entretenues: écran réfléchissant et interactions avec un camion



2.2.2 Comment calculer la performance des écrans antibruit

Pour ce qui concerne **l'atténuation apportée par les écrans antibruit**, celle-ci a été étudiée expérimentalement par Z. Maekawa dès 1968: il a établi un abaque (voir figure 19) grâce auquel il est possible de déterminer l'efficacité des écrans.

Pour ce faire, il convient tout d'abord de déterminer le nombre de Fresnel N . δ laam

$$N = \frac{2 \delta}{\lambda}$$

δ : la différence entre le parcours de l'onde acoustique sans écran et celui avec l'écran (en m).

λ : la longueur d'onde (en m).

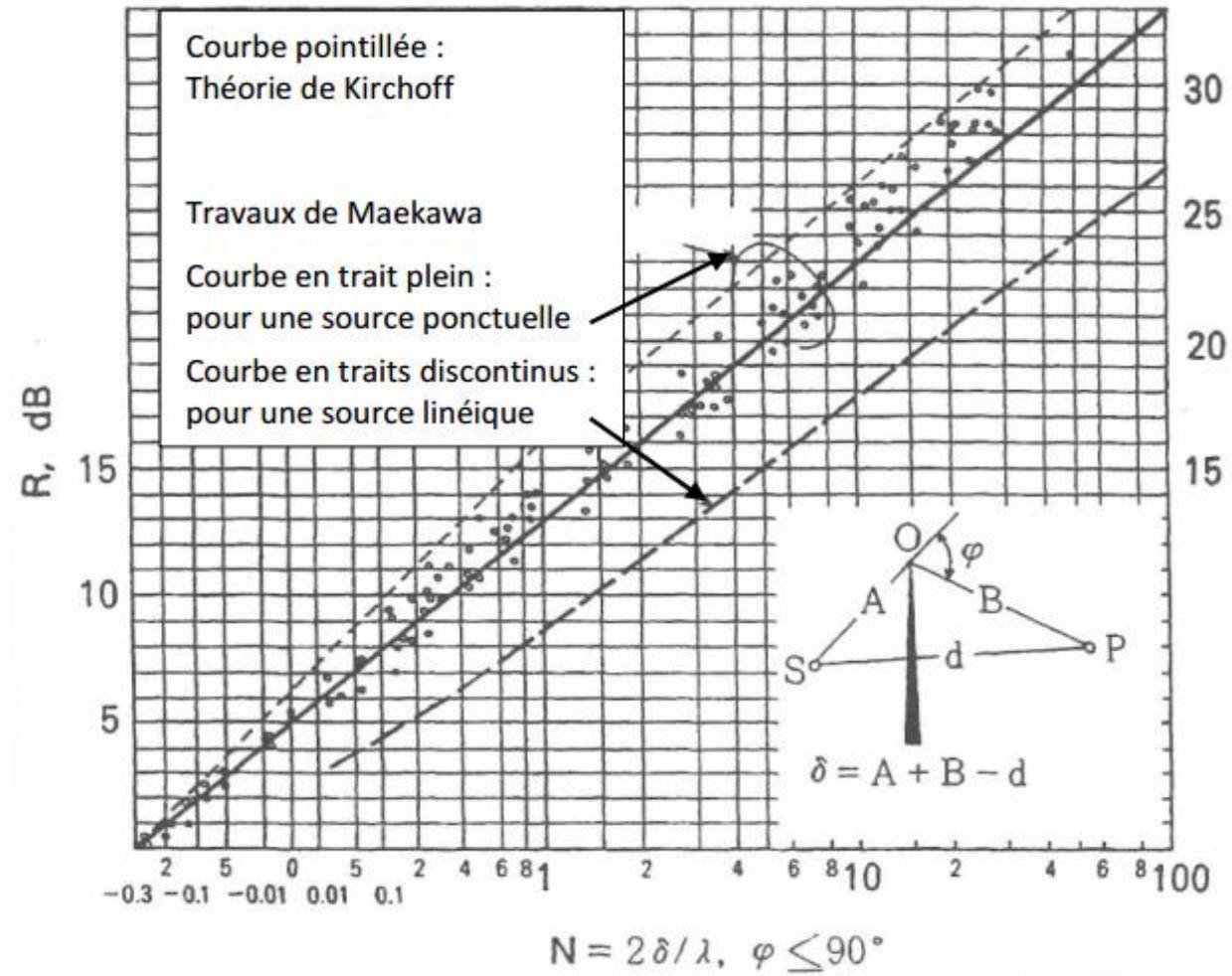


Figure 19 – Abaque de Maekawa: efficacité des écrans antibruit



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT



27

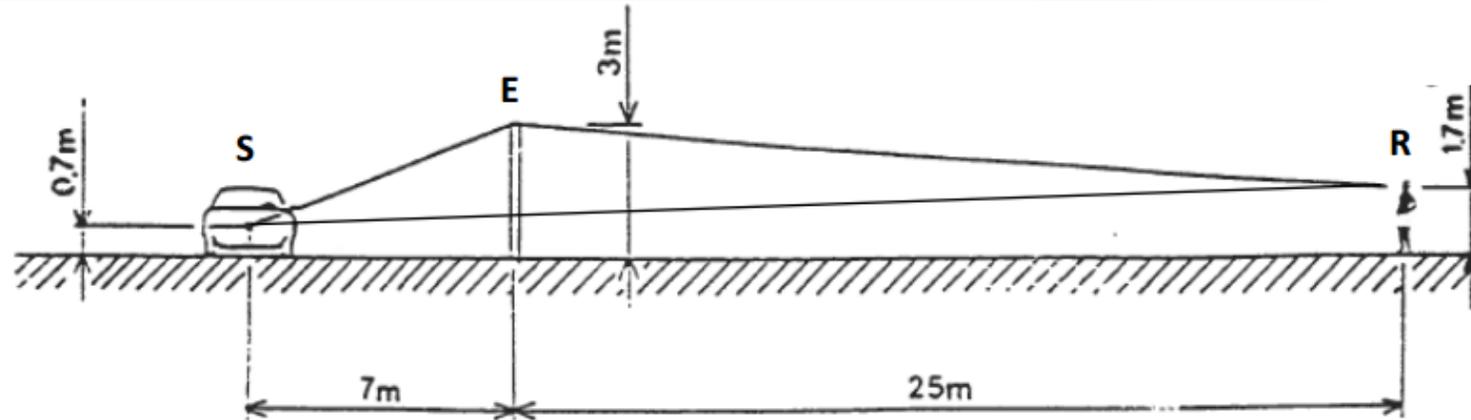


Figure 20 – Exemple pour un calcul simplifié de l'efficacité d'un écran antibruit

La figure 20 ci-dessus montre, par un exemple pratique, le calcul simplifié de l'efficacité d'un écran antibruit:

- de 3 m de haut, et considéré ici sans réflexion aucune;
- un véhicule situé à 7 m devant l'écran;
- une source de bruit fictive représentant ce véhicule à 0,7 m au-dessus de la route;
- et un piéton situé à 25 m derrière l'écran.



Dans cet exemple, en considérant une fréquence de 1 000 Hz, soit une longueur d'onde $\lambda = 0,34$ m, et la différence de parcours $\delta = SE + ER - SR = 0,39$ m, le nombre de Fresnel $N = 2,3$. En reprenant cette valeur sur l'abaque de Maekawa (figure 19 ci-dessus), on obtient une efficacité de l'écran de **16,5 dB** à 1 000 Hz.

En considérant un bruit de type routier, suivant son spectre normalisé [suivant NBN EN 1793-3], l'efficacité de l'écran passe à 14,5 dB(A).

2.2.3 Où placer un écran antibruit ?

La figure 21 montre qu'un **écran antibruit est d'autant plus efficace que sa ligne d'ombre est élevée: un** récepteur R restant à la même position se trouve en effet plus bas dans la zone d'ombre et est d'autant mieux protégé. Cela se traduit par une plus grande différence de parcours

$\delta = SE + ER - SR$, et donc un nombre de Fresnel N plus grand.



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT

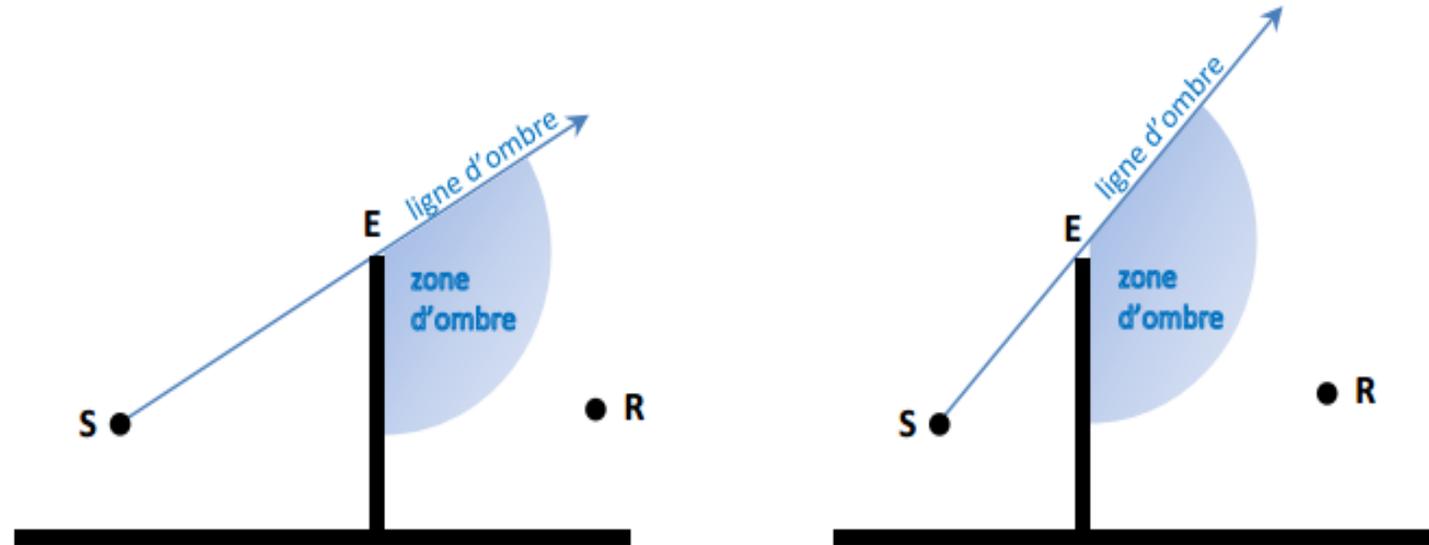


Figure 21 – Plus l'écran est proche de la source de bruit, plus la ligne d'ombre est relevée, et plus l'écran est efficace



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT



Cependant, il ne faut pas oublier qu'une rue, ou une route, peut comporter plusieurs bandes de circulation: **certaines bandes sont donc plus proches de l'écran, certaines autres plus éloignées. Sur les bandes plus éloignées, les lignes d'ombre sont plus basses, et l'écran sera donc moins efficace** à en réduire le bruit de l'autre côté de l'écran (voir figure 22).

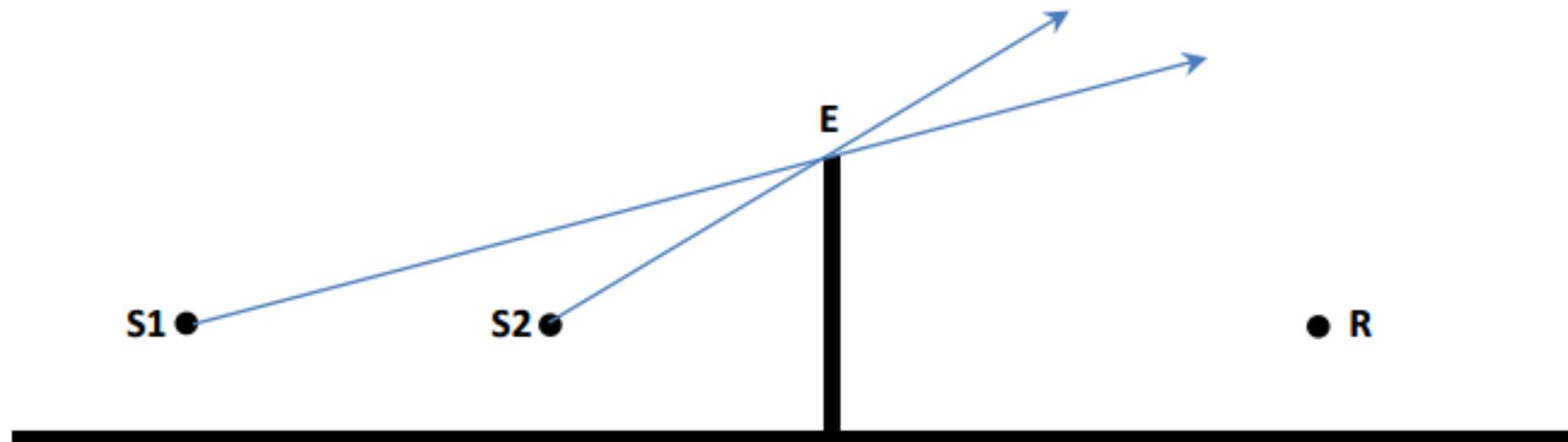


Figure 22 – Un écran est moins efficace sur les sources de bruit les plus éloignées



2.2.4 Les buttes en terre

Souvent végétalisées, les buttes en terre peuvent constituer des obstacles à la propagation du bruit routier visuellement plus appréciés que les écrans antibruit «classiques».

Cependant, ces buttes en terre nécessitent **une emprise au sol nettement plus importante qu'un écran antibruit de même hauteur**, ce qui en abaisse la ligne d'ombre comme l'indique la figure 23.

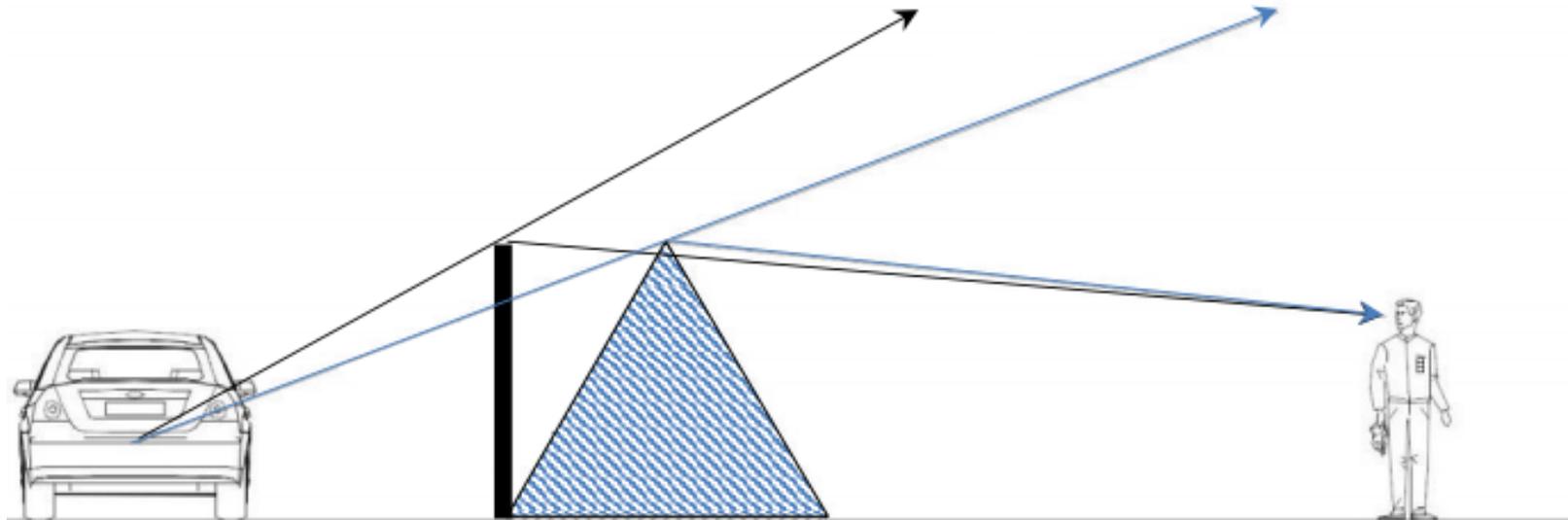


Figure 23 – Buttes en terre: l'emprise abaisse la ligne d'ombre et diminue l'efficacité



2.3 La transmission (au bruit aérien)

2.3.1 Le phénomène physique

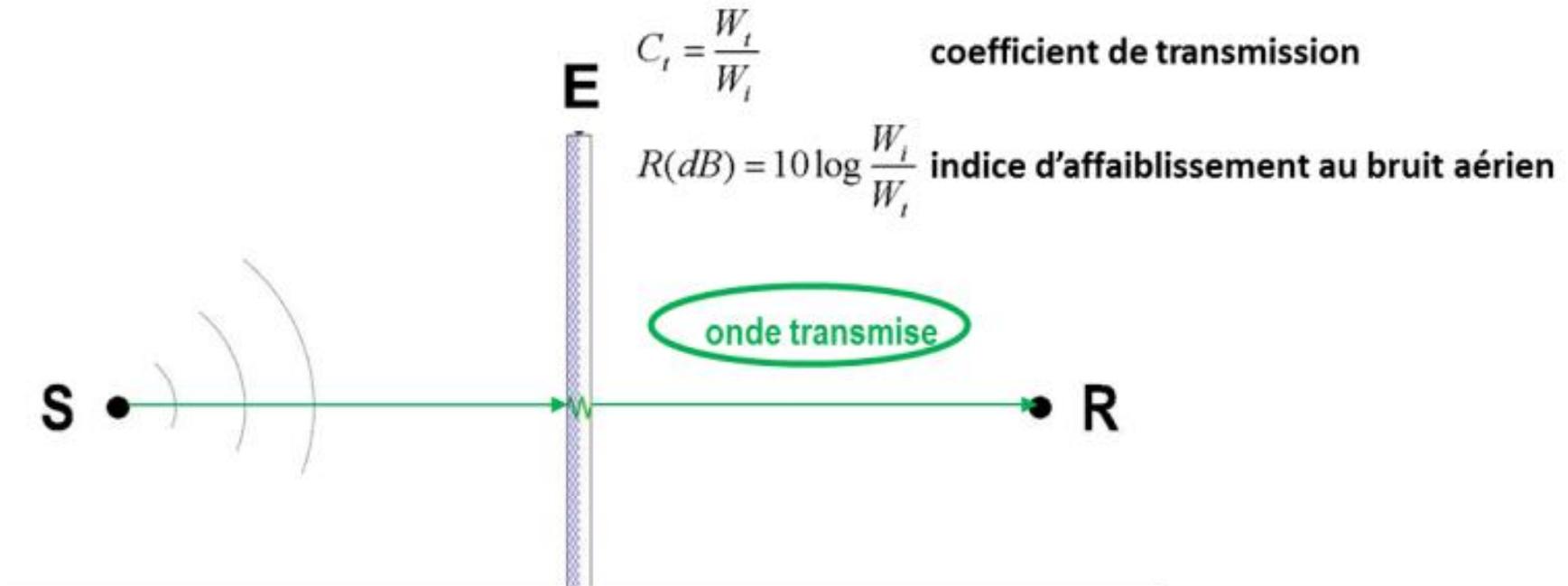


Figure 27 – Transmission (au bruit aérien) d'un écran antibruit



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT



La figure 27 explicite le phénomène de transmission dite «au bruit aérien» d'une onde. Depuis l'émission du bruit par la source S , jusqu'à la réception de ce bruit au récepteur R , nous avons les étapes suivantes:

- l'onde sonore est émise depuis la source et se propage vers l'écran;
- le front d'onde atteint la surface de l'écran: une partie de l'énergie incidente est réfléchiée vers le côté non protégé de l'écran, c'est-à-dire le «côté source», suivant les caractéristiques d'absorption acoustique de l'écran ; une autre partie est absorbée (voir 11.2.1 ci-dessus);
- une autre partie de cette énergie incidente est, quant à elle, transmise au travers de l'écran et se propage alors de l'autre côté de l'écran: on parle alors de transmission aux bruits aériens;

On caractérise la performance à la transmission au bruit aérien d'un écran antibruit par son coefficient de transmission C_t qui correspond au rapport entre l'énergie transmise W_t et l'énergie incidente W_i . Cependant, dans la pratique, c'est plutôt l'indice d'affaiblissement acoustique aux bruits aériens qui est utilisé: cet indice exprime de façon logarithmique (en dB) la réduction de l'énergie lors de son passage au travers de l'écran.

- enfin, lorsque le front d'onde atteint le sommet E de l'écran, l'onde s'y diffracte (voir 11.2.2 ci-dessus) pour se propager de l'autre côté.



Comme indiqué à la figure 28, on constate donc que le bruit perçu du côté protégé de l'écran correspond au cumul de l'énergie transmise au travers de celui-ci **ET** de l'énergie diffractée en son sommet.

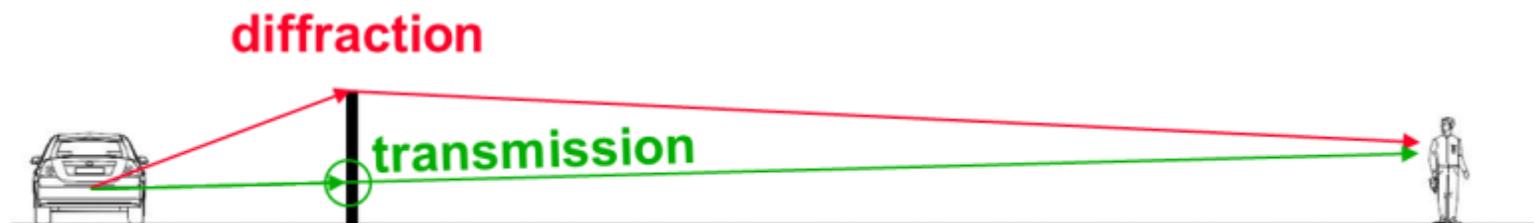


Figure 28 – Bruit derrière l'écran = énergie *transmise* + énergie *diffractée*

2.3.2 Limiter l'énergie transmise

On comprend donc bien l'intérêt de limiter l'énergie transmise, ceci afin d'obtenir la meilleure performance possible de l'écran. En règle générale, quand deux niveaux de bruits A et B s'additionnent, le résultat de cette addition (logarithmique) équivaut quasiment au niveau de bruit A, pour autant que le niveau B soit inférieur d'environ 15 dB au niveau A. Ainsi, pour que le bruit transmis au travers de l'écran soit négligeable par rapport à celui qui passe par-dessus l'écran (et qui, lui, est inévitable), la règle de base suivante est généralement appliquée: «L'effet de la transmission est «négligeable» pour autant que l'indice unique d'évaluation de l'isolation au bruit aérien DLR (dB) de l'écran soit de 15 dB supérieur à la performance ΔLA_{eq} (qui serait théoriquement obtenue par l'écran uniquement par effet de diffraction)»:



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT



$$DL_R > \Delta L_{Aeq} + 15 \text{ dB}$$

Ainsi, par exemple, pour un écran «classique» qui apporterait une réduction globale théorique de l'ordre de 8 dB sur le niveau de bruit L_{Aeq} du trafic routier, un indice d'affaiblissement acoustique au bruit aérien supérieur à 23 dB serait requis (voir figure 29 explicitée ci-après). La figure 29 montre l'efficacité réelle d'un écran antibruit de performance théorique de 8 dB (par diffraction) en fonction de ses performances à l'isolation au bruit aérien: cette figure montre également qu'il n'est pas nécessaire d'exiger plus que $DL_R = 23$ dB, car au-delà de ce niveau de performance, l'énergie transmise devient suffisamment négligeable. Ainsi, dans ce cas d'exemple, un écran antibruit de performance $DL_R = 23$ dB sera aussi performant qu'un écran antibruit de performance $DL_R = 50$ dB.

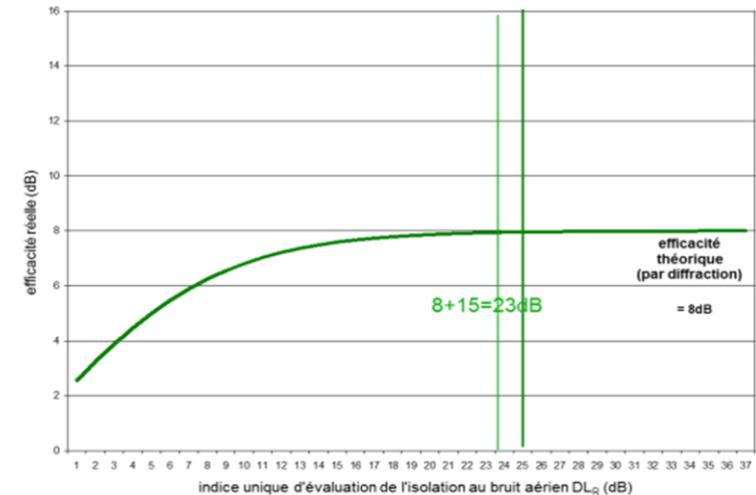


Figure 29 – Effet réducteur de la transmission suivant la performance à l'isolation au bruit aérien d'un écran



2.3.3 Cas particuliers influençant l'isolation à la transmission

Fuites localisées

Certaines fuites peuvent être induites par une mauvaise conception et/ou étanchéité d'assemblage, et survenir dès la mise en œuvre ou encore pendant le processus de vieillissement. L'effet de ces fuites peut aller de «négligeable» (fuites de très faibles dimensions, souvent inférieures au centimètre, et performances d'écran «classique»), à «très important» (fuites, même fines, mais sur des longueurs de l'ordre du mètre, soit les dimensions des éléments, et écrans prévus pour être très performants sans ces fuites). Dans tous les cas, on privilégiera des conceptions permettant une performance durable à l'étanchéité.

Dispositifs de drainage Des trous sont parfois nécessaires pour des raisons de drainage. Ces trous constituent des fuites localisées. Il convient de limiter la plus grande dimension de ces trous à maximum 5 cm.

Passage de la faune

Ces trous permettent le passage de petits animaux: il conviendra de les localiser le plus loin possible des zones les plus sensibles, voire de recourir à des dispositifs silencieux suivant leurs dimensions.



Passage de personnes

Lorsque des passages de personnes sont requis, il convient de les aménager afin d'en limiter les fuites acoustiques. Afin d'éviter ces inconvénients, tout en gardant l'accessibilité et la performance acoustique, on préconise généralement un «sas» (zone de recouvrement) de sorte à créer un «effet silencieux». On veille alors à ce que ce silencieux ait ses faces acoustiquement absorbantes, de sorte à bien y «freiner» la propagation des ondes. La figure 32

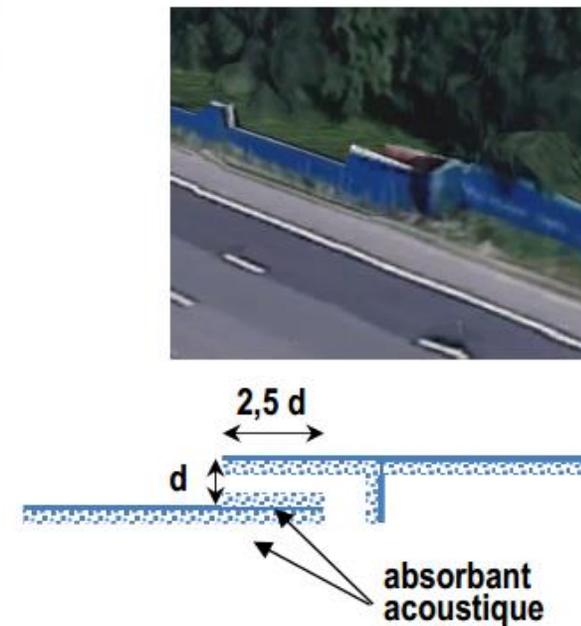


Figure 32 – E42 à Fleurus: sas acoustiquement absorbant permettant le passage de personnes



RÉDUIRE LE BRUIT ROUTIER PENDANT SA PROPAGATION: ÉCRANS ANTIBRUIT



Baulac, M. (2006). *Optimisation des protections anti-bruit routières de forme complexe* (Doctoral dissertation).

Koussa, F. (2012). *Evaluation de la performance acoustique des protections antibruit innovantes utilisant des moyens naturels: application aux transports terrestres* (Doctoral dissertation).

Leroux, M. (1998). Les écrans acoustiques: Perception et représentation des riverains. *Acoustique et Techniques*, 16, 29-32.

Dagenais, D., Froment, J., & Roberge, Y. (2007). 'Conception d'un écran anti bruit végétal adapté aux normes du Ministère des Transports du Québec. *Documentation et critères de conception, volet portant sur le végétal et l'esthétique*"rapport d'étape de la Chaire en paysage et environnement de l'Université de Montréal remis au Ministère des Transports du Québec, 07-2006.

Defrance, J., Bouilloud, L., Prémat, E., & Jean, P. (2002). Etude théorique et expérimentale de l'efficacité de couronnements d'écrans routiers. In *Congrès Français d'Acoustique*.