

## Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE) 2018 – 2023 du Gers

Etude réalisée à la demande du Département du Gers – DGA Investissements et Territoires – Direction Déplacements Infrastructures – Service Modernisation Infrastructures.

Etude n°19.05.48.9.1

Réalisé par Cédric Ré  
Relecture Roland Gaven

NUMÉRO DE LA VERSION	DATE DE LA VERSION	IDENTIFICATION DU RAPPORT ACTUEL
1	21/01/2020	
2	14/10/2020	
3	31/03/2021	x

## Sommaire

1. Contexte et objet de l'étude .....	3
2. Synthèse des résultats de la Carte de Bruit Stratégique.....	3
2.1. Réseau routier concerné par la directive européenne – 3 <sup>ème</sup> échéance .....	3
2.2. Synthèse des résultats de la cartographie du bruit.....	3
2.3. Observations et investigations complémentaires.....	3
2.4. Population en dépassement de seuils et antériorité .....	4
2.5. Etablissements sensibles.....	4
3. Détermination et localisation des zones calmes.....	4
4. Mesures arrêtées au cours des 10 dernières années .....	5
4.1. Aménagement du réseau routier .....	5
4.2. Modification limite de vitesse réglementaire .....	5
4.3. Modification d'enrobé d'infrastructure .....	5
5. Mesures programmées sur les 5 années à venir .....	5
6. Résumé non technique du PPBE 2018-2023.....	5
A. Inventaire des actions du département du Gers contre le bruit.....	6
B. Notions d'acoustique.....	8

## 1. Contexte et objet de l'étude

L'objet de l'étude est de réaliser le PPBE 2018 – 2023 suite à la révision des CBS (Cartes de Bruit Stratégiques). Ce PPBE entre dans le cadre de la Directive Européenne n°2002/49.CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement et aux textes d'application dans le droit français, il fait suite à l'arrêté du 32-2018-12-18-002 du 18 décembre 2018 portant approbation des cartes de bruit des infrastructures routières dont le trafic annuel est supérieur à 3 millions de véhicules.

Le présent document, élaboré par le département du Gers, constitue le PPBE relatif aux infrastructures routières départementales concernées par la troisième échéance.

## 2. Synthèse des résultats de la Carte de Bruit Stratégique

### 2.1. Réseau routier concerné par la directive européenne – 3<sup>ème</sup> échéance

Les cartes de bruit de 3<sup>ème</sup> échéance des infrastructures routières du Gers sont jointes à l'arrêté le 18 décembre 2018. Une section dont le trafic annuel est supérieur à 3 millions de véhicules et dont le Département du Gers est gestionnaire expose des riverains à des niveaux sonores dépassant les seuils fixés par l'arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévision de bruit dans l'environnement.

Cette section est la suivante :

VOIE	DEBUT	FIN	PR DEBUT	PR FIN
RD 929	Giratoire RN21 à Pavie	Rond-point rue du Cédon à Pavie	PR 0	PR 2+150

Longueur de la section concernée : 2 150m

### 2.2. Synthèse des résultats de la cartographie du bruit

Les Cartes de Bruit Stratégiques de troisième échéance réalisées par le CEREMA en 2017 établissent, à partir des données socio-démographiques fournies par l'INSEE selon une approche 3D, des statistiques sur l'exposition au bruit des populations d'une part et des établissements sensibles (santé et éducation) d'autre part. Le nombre de personnes exposées aux seuils réglementaires ( $L_{den}>68dB(A)$  et  $L_n>62dB(A)$ ), pour la section de la RD929 évoquée au paragraphe 2.1 et selon les CBS 3<sup>ème</sup> échéance est indiqué dans les tableaux ci-dessous :

VOIE	Population exposée	Etablissements d'enseignement	Etablissements de soins et de santé
RD929	109	0	0

Nombre de personnes exposées au-delà du seuil réglementaire de  $L_{den}>68dB(A)$

VOIE	Population exposée	Etablissements d'enseignement	Etablissements de soins et de santé
RD929	75	0	0

Nombre de personnes exposées au-delà du seuil réglementaire de  $L_n>62dB(A)$

### 2.3. Observations et investigations complémentaires

Le PPBE de 2013 indiquait déjà que la section de RD929 évoquée dans le paragraphe 2.1 était en dépassement de seuil. Afin de confronter les résultats théoriques (issus des CBS) à la réalité du terrain, une campagne de mesures de courte durée (avec comptage de trafic) avait été réalisée en octobre 2013. Cette campagne mettait en évidence que la RD929 au niveau de Pavie exposait les riverains à des bruits routiers dépassant les limites fixées par la directive, et que 110 personnes seraient à protéger du bruit routier. Le rapport de la campagne de mesure d'octobre 2013 met en évidence des disparités de trafic entre les interventions sur le terrain et les trafics théoriques, aussi, il était conseillé, dans le précédent PPBE, de réaliser une nouvelle campagne de mesures de longue durée (24h) avec des comptages routiers précis.

Une nouvelle campagne de mesures a été réalisée en décembre 2019 aux mêmes emplacements que les mesures initiales, mais sur une période de 24h et avec des comptages au niveau de chacun des deux points de mesure. Ces

mesures ont été recalées par rapport aux trafics utilisés pour les CBS, les résultats de mesures sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Emplacement du point de mesure	L <sub>den</sub> (dB(A))	L <sub>n</sub> (dB(A))
20, rue d'Etigny (Pavie) en R+1	73.5	64.5
Route d'Auch (Pavie) en R+1	72.0	63.0

Ces mesures confirment les niveaux d'exposition sonore présentés dans les CBS indiquant que la RD929 depuis le giratoire RN21 jusqu'au rond-point rue Cédon à Pavie est une zone à enjeu en dépassement de seuil.

#### 2.4. Population en dépassement de seuils et antériorité

Les bâtiments situés dans les zones de dépassement de seuil, traités comme des potentiels PNB, sont soumis au respect d'un critère d'antériorité (appelés à l'annexe 2 de la circulaire du 25 mai 2004 relative à la résorption des PNB).

La circulaire fait état de la date de l'arrêté du 6 octobre 1978 (relatif à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation contre les bruits de l'espace extérieur). Tous les bâtiments dont le permis de construire a été déposé avant le 6 octobre 1978 entrent dans le critère d'antériorité. Egalement les dates d'intervention sur l'infrastructure incriminée sont à comparer aux dates de permis.

L'antériorité du bâti riverain par rapport à celle de 1978 et par rapport aux dates d'interventions, permet de déterminer les « ayant droit » à la protection acoustique dans le cadre d'une opération de Points Noirs du Bruit.

Sur la zone à enjeu considérée en dépassement de seuil (RD 929 depuis le giratoire RN21 jusqu'au rond-point rue Cédon à Pavie), l'antériorité du bâti concerné (6 octobre 1978) semble confirmé pour l'ensemble des habitations.

#### 2.5. Etablissements sensibles

Aucun établissement sensible n'est concerné par un dépassement de seuil du bruit des routes départementales étudiées.

### 3. Détermination et localisation des zones calmes

La notion de zone calme a été introduite par la directive européenne relative à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement et transposée à l'article L.572-6 du code de l'environnement.

Elle peut se définir comme un espace où l'environnement est soumis à des niveaux acoustiques faibles et sans agression sonore.

Un PPBE prévoit, s'il y a lieu, de définir les critères de détermination et la localisation de zones calmes ainsi que les objectifs de préservation les concernant.

Le Conseil Départemental du Gers n'étant généralement pas propriétaires des terrains qui bordent son réseau routier, n'a pas émis de besoin en zone calme.



## 4. Mesures arrêtées au cours des 10 dernières années

### 4.1. Aménagement du réseau routier

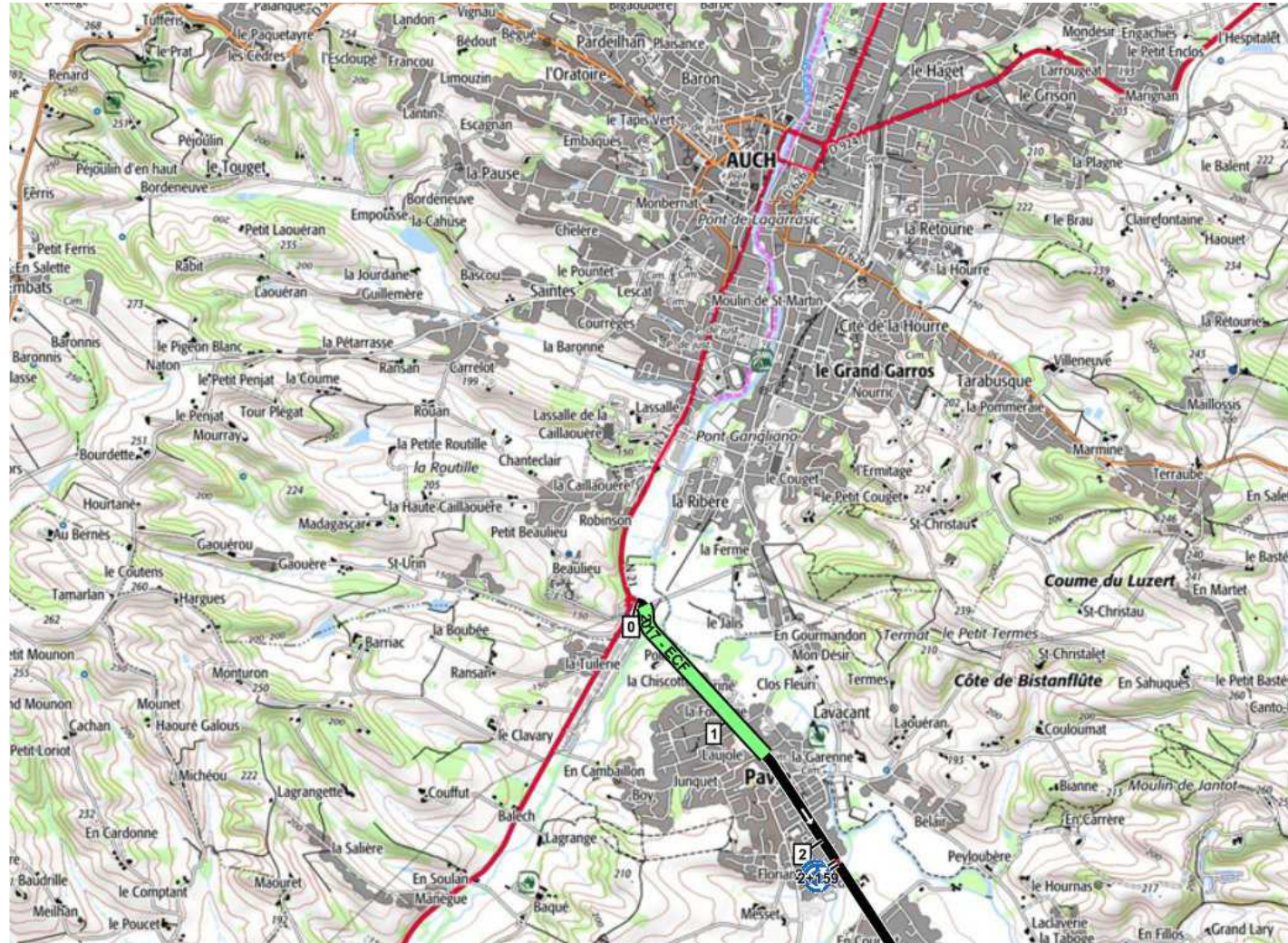
Les mesures prises par le Département du Gers ayant pour effets la diminution du niveau d'exposition des populations au bruit ont principalement consisté en l'aménagement du réseau routier (traverse d'agglomérations, aménagement de sécurité, giratoire, ...). Les mesures sont listées en annexe A du présent document.

### 4.2. Modification limite de vitesse réglementaire

Conformément au décret n°2018-487 du 15 juin 2018, la vitesse maximale réglementaire est passée de 90 à 80 km/h. Cette modification a une légère incidence sur la diminution du niveau d'exposition sonore des riverains des sections concernées (environ 1dB(A) pour les logements les plus exposés selon nos estimations).

### 4.3. Modification d'enrobé d'infrastructure

Sur la RD929, du PR 0+000 à 1+340, l'enrobé a été modifié avec mise en place d'un ECF (Enrobé Coulé à Froid) bicouche 0/4 0/6. Le schéma ci-dessous permet d'identifier la zone concernée par cette modification :



Cet enrobé a des conséquences sur l'atténuation sonore due au trafic routier qui est de l'ordre de 1.5 à 2 dB(A) pour les logements les plus proches selon nos estimations (en considérant que le revêtement avant mise en place du nouvel enrobé est du BB 0/14 de 10 ans).

## 5. Mesures programmées sur les 5 années à venir

- Projet d'aménagement de la traverse de Pavie comprenant un travail sur la structure afin de lisser le profil en long (diminution des déformations en surface) et aussi un renouvellement de la couche de roulement par un enrobé « phonique » (s'agissant d'une compétence de la commune de Pavie au titre de la sécurité en traversée d'agglomération, celle-ci doit prévoir des travaux en 2023/2024).
- Requalification en zone 30 de la zone du centre-ville de Pavie (s'agissant d'une compétence de la commune de Pavie au titre de la sécurité en traversée d'agglomération, celle-ci décidera de la mise en œuvre de cette proposition).
- Mise en place d'un contournement du bourg de Pavie par le Sud avec un itinéraire obligatoire pour les Poids-Lourds. Cette déviation permettrait d'éviter la traversée de Pavie (RD929) pour les véhicules en provenance du Sud (Lannemezan) et en direction du Nord (Auch). Cette déviation protégerait les 110 habitants exposés au bruit, en réduisant le trafic et en interdisant le passage des Poids-Lourds. Le projet de contournement est passé sous maîtrise d'ouvrage des services de l'État en 2017. Le projet est en cours d'étude et nous n'avons pas connaissance d'un calendrier de réalisation des travaux.

## 6. Résumé non technique du PPBE 2018-2023

Le présent Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE 2018 – 2023 fait suite à la révision des Cartographies de Bruit Stratégique (CBS) de troisième échéance. Ce PPBE entre dans le cadre de la Directive Européenne n°2002/49.CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement et aux textes d'application dans le droit français, il fait suite à l'arrêté du 32-2018-12-18-002 du 18 décembre 2018.

Le présent document, élaboré par le département du Gers, constitue le PPBE relatif aux infrastructures routières départementales concernées par la troisième échéance, il a pour but de définir une approche permettant d'éviter, de prévenir ou de réduire les nuisances de l'exposition du bruit dans l'environnement.

La CBS de troisième échéance identifie une section gérée par le Département du Gers dont le trafic annuel est supérieur à 3 millions de véhicules qui expose des riverains à des niveaux sonores dépassant les seuils fixés par l'arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévision de bruit dans l'environnement. Cette section est la RD 929 entre le giratoire RN21 et le rond-point rue du Cédon à Pavie, soit une longueur de 2 150 m.

Les Cartes de Bruit Stratégiques de troisième échéance réalisées par le CEREMA en 2017 établissent, à partir des données socio-démographiques fournies par l'INSEE selon une approche 3D, des statistiques sur l'exposition au bruit des populations d'une part et des établissements sensibles (santé et éducation) d'autre part. Le nombre de personnes exposées aux seuils réglementaires ( $L_{den} > 68dB(A)$  et  $L_n > 62dB(A)$ ), pour la section de la RD929 précédemment évoquée est de 110 personnes.

Différentes solutions de réduction du bruit ont été proposées afin de protéger les populations exposées à un niveau de bruit dépassant les seuils limites. L'aménagement de la traverse dans un premier temps permettra de diminuer les nuisances sonores. Dans un second temps, le contournement du bourg de Pavie par le Sud avec un itinéraire obligatoire pour les Poids-Lourds permettrait d'éviter la traversée de Pavie (RD929) pour les véhicules en provenance du Sud (Lannemezan) et en direction du Nord (Auch).

# Annexe

---

## A. Inventaire des actions du département du Gers contre le bruit



## 2010

Aménagement de traverse : Eauze, Lalanne Arqué, Saint Blancard, Bézeril, Laveraët, Montegut sur Arros, Lombez, Tillac, Seysses Savès, Saint Puy, Ayguetinte.

Aménagement de sécurité : Monfort, voirie de l'Hôtel du département, Termes d'Armagnac.

## 2011

Aménagement de traverse : Perchède, Saramon, Ségoufielle, L'Isle Jourdain.

Aménagement de sécurité : Saint Sauvy.

Contournement : Barcelonne du Gers.

## 2012

Aménagement de traverse : Brugnens, Eauze, Laymont, Beccas, L'Isle de Noé.

Aménagement de sécurité : Gimont.

Giratoire : Marciac, Saint Clar.

Contournement : Barcelonne du Gers (terrassment), Nogaro (pré-étude).

## 2013

Aménagement de traverse : Fleurance, Miramont Latour, Pessan, Razengues.

Aménagement de sécurité : Estang, Miradoux.

Contournement : Barcelonne du Gers (terrassment), Solomiac (pré-étude), Riscle (pré-étude).

## 2014

Contournement : Barcelonne du Gers (chaussée), Auch (pré-étude).

Giratoire : Plaisance RD 946 – RD3.

## 2015

Aménagement de traverse : Mauvezin, Labastide-Saves.

Contournement : Barcelonne du Gers (mise en service).

## 2016

Aménagement de traverse : Solomiac, Ayguetinte, Vergoignan, Saramon, Touget, Laymont et Lupiac.

## 2017

Aménagement de traverse : Cologne, Manciet, Lias, L'Isle Jourdain, Saint-Puy Pessan, Monféran-Saves, Marsan et La Sauvetat.

## 2018

Aménagement de Traverse : Luppé-Violles, Pergain-Taillac et Castillon-Debat.

## 2019

Aménagement de traverse : Castelnau Barbarens, Pompiac, Castex, Cazaubon, Condom, Tachaires, Riscle, Tourneoute, Panjas et La Sauvetat.

## 2020

Aménagement de traverse : Fleurance, Saint-Clar, Cazaubon, Gimont, L'Isle-Jourdain, Eauze, Mauvezin, Marciac .

# Annexe

---

## B. Notions d'acoustique



## Note sur les nouveaux indices

La normalisation européenne impose depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2000 de nouvelles méthodes de calcul et d'évaluation de la qualité acoustique d'un bâtiment.

Des nouveaux indices ont donc été créés.

Jusqu'au 31 décembre 1999, l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré d'une paroi était caractérisé par les deux valeurs R rose et R route exprimées en dB(A).

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2000 l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré est caractérisé par une valeur unique  $R_w$  exprimée en dB.

Cette valeur unique est accompagnée de deux termes d'adaptation C et  $C_{tr}$ .

De la même manière les isolements acoustiques normalisés étaient exprimés avant le 1<sup>er</sup> janvier 2000 par la valeur  $D_{nAT}$  rose ou  $D_{nAT}$  route.

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2000, l'isolement acoustique pondéré  $D_{n,T,w}$  exprimé en dB permet de caractériser par une seule valeur l'isolement acoustique entre deux locaux en tenant compte de la durée de réverbération du local de réception.

Cette valeur unique est accompagnée de deux termes d'adaptation C et  $C_{tr}$ .

	INDICES D'EVALUATION DES BATIMENTS		INDICES D'EVALUATION DES PRODUITS	
	Ancien	Nouveau	Ancien	Nouveau
INDICE	$D_{nAT}$ rose $D_{nAT}$ route	$D_{n,T,w}(C,C_{tr})$ $D_{n,T,A} = D_{n,T,w} + C$ $D_{n,T,tr} = D_{n,T,w} + C_{tr}$	R rose, R route	$R_w(C,C_{tr})$ $R_A = R_w + C$ $R_{A,tr} = R_w + C_{tr}$
EQUIVALENCE	$D_{n,T,A} \approx D_{nAT} - 1$		$R_A \approx R \text{ rose} - 1$	
	$D_{n,T,tr} \approx D_{nAT} \text{ route}$		$R_{A,tr} \approx R \text{ route}$	
NOM	Isolement acoustique normalisé	Isolement acoustique standardisé pondéré	Indice d'affaiblissement acoustique	Indice d'affaiblissement acoustique pondéré
UNITE	dB(A) rose ou dB(A) route	dB	dB(A) rose ou dB(A) route	dB

## Indices d'affaiblissement acoustique pondérés $R_w$ , $R_A$ et $R_{A,tr}$

Il est plus simple de caractériser l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré d'une paroi par une valeur unique en dB : l'indice  $R_w$ . Cet indice est déterminé en comparant les valeurs mesurées par tiers d'octave (pour les bandes de tiers d'octave comprises entre 100 et 3150 Hz) à une courbe de référence donnée par la norme européenne NF EN ISO 717-1. L'indice  $R_w$  est accompagné de deux termes d'adaptation, C et  $C_{tr}$ , le premier par rapport à un bruit rose (niveau constant par bande d'octave), le second par rapport à un bruit routier (bruit normalisé).

On peut ainsi déterminer  $R_A = R_w + C$  et  $R_{A,tr} = R_w + C_{tr}$ . Les méthodes de calcul sont indiquées dans la norme NF EN ISO 717.

## Indices d'isolement acoustique pondérés $D_{nT,A}$ et $D_{nT,A,tr}$

A partir de ces indices d'affaiblissement on peut déterminer les isolements verticaux et horizontaux par la formule suivante (valable uniquement pour des structures classiques en béton et des maçonneries lourdes, l'isolement acoustique standardisé pondéré  $D_{nT,A}$  entre des locaux :

$$D_{nT,A} = (R_w + C) + 10 \cdot \log_{10}(0,32 \cdot V/S) - a$$

Où :

$D_{nT,A}$  est l'isolement acoustique standardisé pondéré (dB)

$R_w + C$  (ou  $R_A$ ) est l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré de la paroi séparative (dB)

V est le volume du local de réception ( $m^3$ )

S est la surface de la paroi séparative commune aux locaux d'émission et de réception ( $m^2$ )

a est la diminution d'isolement due aux transmissions latérales

$D_{nT,A}$  : Isolement acoustique standardisé pondéré - en dB.

Ce critère permet de définir la performance d'isolation entre deux locaux donnés (isolement considéré du local d'émission vers le local de réception). Plus l'isolement est élevé, plus le local de réception sera protégé du bruit généré dans le local d'émission.

$$D_{nT,A} = D_{nT,w} + C$$

$D_{nT,A,tr}$  : Isolement acoustique standardisé pondéré aux bruits extérieurs - en dB

Ce critère permet de définir les performances d'isolation entre l'extérieur du bâtiment et le local de réception considéré. Plus l'isolement est élevé, plus le local de réception sera protégé du bruit extérieur.

$$D_{nT,A,tr} = D_{nT,w} + C_{tr}$$

Ces indices sont définis dans la norme NF EN ISO 717-1. La méthode de mesurage de cet indice est défini dans la norme NF EN ISO 140-4.

## Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A $L_{A,eq,T}$

C'est la valeur du niveau de pression acoustique pondéré A d'un son continu stable qui au cours d'une période spécifiée T, a la même pression acoustique quadratique moyenne qu'un son considéré dont le niveau varie en fonction du temps (moyenne énergétique).

Pour caractériser le niveau sonore induit par une infrastructure de transport terrestre, les indicateurs à prendre en compte sont :

**L<sub>Aeq</sub> (6h-22h)** : niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A pendant la période de 6 heures à 22 heures ;  
**L<sub>Aeq</sub> (22h-6h)** : niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A pendant la période de 22 heures à 6 heures.  
**L<sub>day</sub> ou L<sub>d</sub>** : Niveau sonore moyen pour la période de nuit allant de 6h à 18h  
**L<sub>evening</sub> ou L<sub>e</sub>** : Niveau sonore moyen pour la période de nuit allant de 18h à 22h  
**L<sub>night</sub> ou L<sub>n</sub>** : Niveau sonore moyen pour la période de nuit allant de 22h à 6h  
**L<sub>den</sub>** : indicateur du niveau de bruit global pendant une journée (jour, soir et nuit) utilisé pour qualifier la gêne liée à l'exposition au bruit. Il est calculé à partir des indicateurs "L<sub>day</sub>", "L<sub>evening</sub>", "L<sub>night</sub>", niveaux sonores moyennés sur les périodes 6h-18h, 18h-22h et 22h-6h. Il est pondéré pour une journée divisée en 12 heures de jour (day), en 4 heures de soirée (evening) avec une majoration de 5 dB et en 8 heures de nuit (night) avec une majoration de 10 dB. Ces majorations sont représentatives de la gêne ressentie dans ces périodes.

$$L_{den} = 10 \log \left( \frac{12 * 10^{\frac{L_{Aeq}(6h-18h)}{10}} + 4 * 10^{\left(\frac{L_{Aeq}(18h-22h)}{10} + 5\right)} + 8 * 10^{\left(\frac{L_{Aeq}(22h-6h)}{10} + 10\right)}}{24} \right)$$

La directive européenne 2002/49/CE du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement précise que les données relatives à des mesures effectuées à l'avant d'une façade ou d'un autre élément réfléchissant doivent être corrigées afin d'exclure le facteur réfléchissant de cette façade ou de cet élément. D'une manière générale, cela implique une correction de 3 dB en cas de mesure. C'est pourquoi les indices utilisés dans les simulations acoustiques prennent en compte cette correction.

NOTA BENE

Dans le cadre des études de bruit avec simulation acoustique de façade, on prend en compte la réflexion sur les façades en diminuant de 3 dB le L<sub>den</sub> et le L<sub>night</sub>. On dit qu'on utilise les indices L<sub>den</sub> - 3 dB et L<sub>night</sub> - 3 dB. On appelle ces indices par abus de langage L<sub>den</sub> et L<sub>night</sub> même si ils ne correspondent pas tout à fait à la définition originelle.

### Indices acoustiques fractiles L<sub>x</sub>

Il s'agit du niveau L<sub>x</sub> atteint ou dépassé pendant x % du temps sur l'intervalle de temps considéré. On utilise généralement :

- L1 ou L5 pour caractériser les sons très bruyants ;
- L10 pour caractériser les bruits crêtes ;
- L50 pour le bruit médian ;
- L90 pour caractériser le bruit de fond ou enlever certains bruits parasites (abolements, équipements intermittents occasionnels, cris d'enfants, etc...).

Lorsqu'une onde sonore rencontre un écran, plusieurs phénomènes physiques interviennent (voir schéma ci-dessous):

- La diffraction
- La transmission
- La réflexion

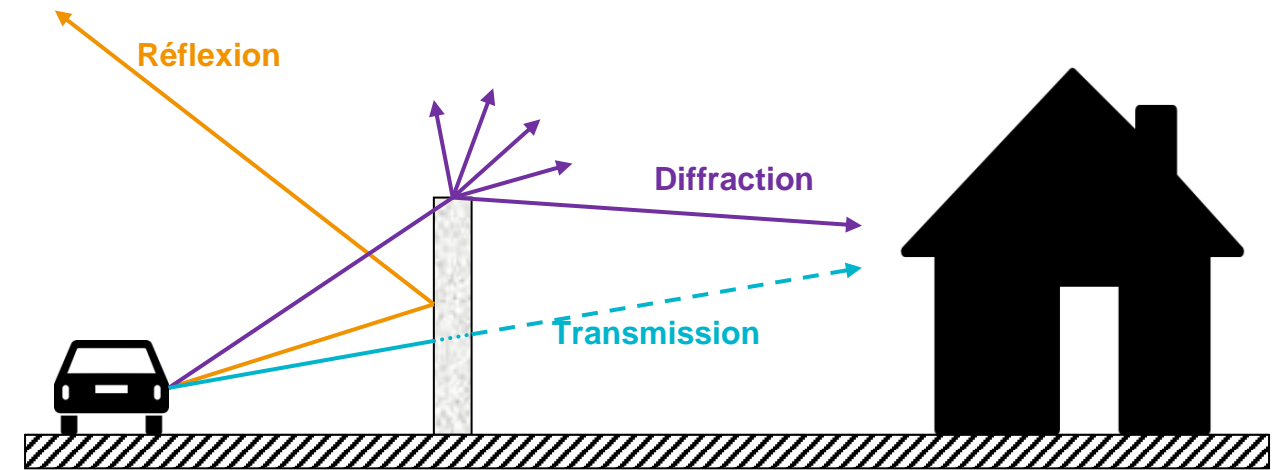


Figure 1: Principe de fonctionnement d'un écran anti bruit

#### La diffraction

L'efficacité d'un écran sur un bâtiment qui se situe derrière est conditionnée par le phénomène de diffraction. En effet, quand une onde sonore rencontre un écran celle-ci est atténuée et continue sa propagation en direction du récepteur. Pour déterminer le niveau de cette atténuation, il faut prendre en compte la différence de marche imposée par l'écran. La différence de marche est la différence de distance entre le trajet direct sans écran et le trajet diffracté. L'amplitude de l'atténuation liée à la diffraction dépend donc des caractéristiques géométriques de l'écran (hauteur).

#### La transmission

L'onde transmise est l'onde qui se propage vers le récepteur au travers de l'écran et qui par la suite est cumulée à l'onde diffractée. Ainsi, pour qu'un écran soit performant, il faut que l'énergie transmise à travers celui-ci soit négligeable par rapport à l'énergie transmise par diffraction. Il convient de rappeler que lorsqu'un signal sonore dont le niveau est inférieur de plus de 10 dB à un autre signal, alors il est négligeable. Il est donc nécessaire que le niveau sonore de l'onde transmise soit atténué de 10 dB de plus que le niveau sonore de l'onde diffractée. Pour cela, il convient que l'écran doit avoir un indice d'affaiblissement minimum de 25 dB face à un spectre de bruit routier.

#### La réflexion

Le phénomène de réflexion intervient lorsque l'onde sonore rencontre l'écran et se réfléchit sur celui-ci. Cette onde réfléchie est problématique car, elle peut faire augmenter le niveau sonore au niveau des récepteurs qui y sont exposés. Comme c'est le cas dans cette étude où des habitations sont présentes du côté opposé où va être implanté l'écran par rapport à la voie. Pour cela, l'utilisation de matériaux absorbants sur la face de l'écran où est émis le bruit (côté route) permet de réduire efficacement les problèmes de réflexion. L'absorption acoustique d'un matériau est définie par le coefficient d'absorption alpha (α) qui varie en fonction de la fréquence.

## Propagation du bruit dans l'environnement en fonction des conditions météorologiques

La propagation acoustique dans un milieu où la célérité du son varie a pour principal effet d'incurver les rayons sonores vers le bas ou vers le haut suivant que le gradient vertical de célérité du son est positif (conditions favorables à la propagation), négatif (conditions défavorables à la propagation), l'état transitoire, et souvent très bref, entre ces 2 états représente des conditions homogènes de propagation.

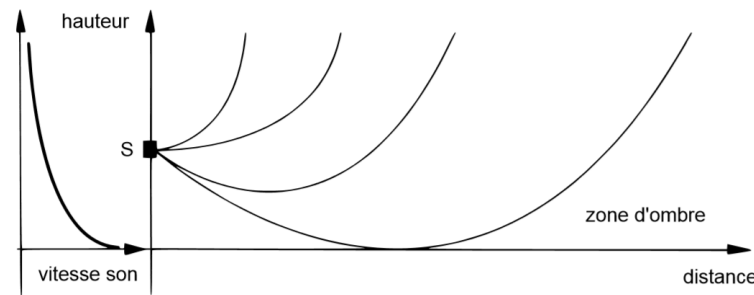
### Propagation du son en présence d'un gradient vertical du son négatif

**Origine thermique** : dans ce cas, la température décroît avec la hauteur au-dessus du sol. Ce phénomène se produit pendant la journée : le soleil chauffe le sol, ce dernier communique sa chaleur aux basses couches de l'atmosphère, il s'ensuit que la température de l'air au voisinage du sol est plus élevée qu'en hauteur. La vitesse du son décroît avec la hauteur par rapport au sol.

**Origine aérodynamique** : lorsque le vent souffle en direction opposée à la direction de propagation du son, la vitesse du vent vient se soustraire à celle de la vitesse du son en atmosphère immobile. La vitesse du son, dans la direction de propagation, diminue donc avec la hauteur au-dessus du sol.

L'effet acoustique de ces conditions thermiques ou aérodynamiques peut être représenté sur la figure ci-après.

#### Propagation acoustique en conditions défavorables



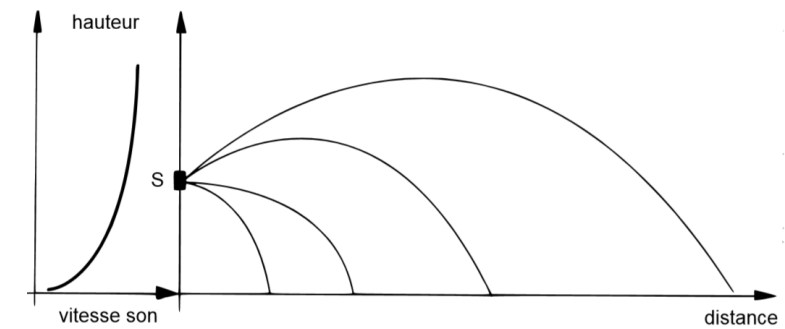
Les rayons acoustiques sont remontants. Dans ces conditions, le niveau sonore à grande distance est plus faible qu'en l'absence d'effets météorologiques. En théorie, il existe même une "zone d'ombre" dans laquelle aucun rayon acoustique direct ne pénètre, et où le niveau sonore, très faible, résulte en réalité des phénomènes de diffraction et de turbulence. Ce type de conditions est donc défavorable à la propagation du son. Dans le présent document il est qualifié de **conditions "défavorables"**.

### Propagation du son en présence d'un gradient vertical du son positif

**Origine thermique** : la nuit, lorsque le ciel est dégagé, le sol rayonne et se refroidit plus facilement que l'air. Les basses couches de l'atmosphère deviennent plus froides que les couches supérieures, et la température de l'air croît avec la hauteur au-dessus du sol. Cette situation est appelée "inversion de température". Elle correspond à une situation de gradient vertical de vitesse du son positif.

**Origine aérodynamique** : si la direction du vent correspond à la direction de propagation de l'onde acoustique, la somme algébrique de la vitesse du son en atmosphère homogène et de la vitesse du vent fournira un profil de vitesse du son qui augmente avec la hauteur. L'effet acoustique de ces conditions est représenté à la Figure C.3.

#### Propagation acoustique en conditions favorables



Les rayons acoustiques sont redescendants. Dans ces conditions, le niveau sonore à grande distance est plus élevé qu'en l'absence d'effets météorologiques. Cette situation météorologique est donc favorable à la propagation du son. Dans le présent document elle est appelée conditions "favorables". Par exemple, de jour, les conditions favorables sont obtenues pour des vents portants depuis la source vers le récepteur de vitesse supérieure à 1.5 m/s par temps couvert et supérieure à 3 m/s par temps ensoleillé. De nuit, ces conditions sont obtenues en l'absence de vent ou par vent portant. On considère que l'inversion de température est systématique.

### Propagation du son en présence d'un gradient vertical du son nul

La probabilité de présence conjointe de situations thermiques et aérodynamiques données sur un site est très variable. En particulier, les situations micro météorologiques qui induisent une absence de ces effets sont relativement rares. Ceci se traduit d'un point de vue acoustique par l'absence de gradient vertical de vitesse du son. Ce phénomène peut se produire dans deux types de circonstances

- Lorsque la vitesse du vent est totalement nulle ET que la température de l'air est constante en fonction de la hauteur au-dessus du sol. Ceci se produit en général de façon fugace à proximité du lever et du coucher du soleil, ou dans des conditions de couverture nuageuse épaisse et totale.
- Lorsque les effets thermiques et aérodynamiques ont tendance à se compenser. C'est le cas, par exemple, de la présence d'un vent contraire à la direction de propagation, de nuit, lorsque le ciel est dégagé, ou encore par une journée fortement ensoleillée avec présence d'un vent portant moyen ou faible. Toutefois, cette compensation ne peut se faire que pour des valeurs bien précises de ces phénomènes, et elle ne se fait pas nécessairement pour toutes les hauteurs.

Ces deux phénomènes sont relativement rares, et la propagation du son en l'absence de gradient vertical de vitesse du son doit davantage être considérée comme une frontière entre les deux modes de propagation précédents que comme un mode de propagation à part entière. Dans ce document, cette situation est qualifiée d'« homogène », en sous-entendant qu'il s'agit de conditions de propagation dans un milieu homogène. Ces conditions conduisent à une propagation sonore en rayons rectilignes.

#### Propagation acoustique en conditions homogènes

