

Projet d'achèvement de la mise à 2 x 2 voies
de la liaison Castres - Toulouse par mise en concession



5 Étude bruit

**CETE du
Sud
OUEST**

Juillet 2009



DREAL Midi-Pyrénées

Liaison Autoroutière Castres-Toulouse

Préparation du Débat Public

Dossier du Maître d’Ouvrage

Volet « Bruit »

Juillet 2009



Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Bordeaux
24, rue Carton – BP 58 33019 Bordeaux cedex
téléphone 05 56 70 63 19 – télécopie 05 56 70 63 33

17-33Z327

DREAL Midi-Pyrénées

Liaison Autoroutière Castres-Toulouse

Préparation du Débat Public

Dossier du Maître d’Ouvrage

Volet « Bruit »

Donneur d’ordre	Diffusion
CETESO/Département Aménagement et Infrastructures pour DREAL Midi-Pyrénées	CETESO/DAI..... 1 ex. DREAL Midi-Pyrénées 1 ex. LRPC/EGR/BAU 1 ex. CETESO/Documentation 1 ex.

Nom des interlocuteurs: Pierre SAMBLAT (CETESO/DAI) / Matthieu ATHANASE (DREAL Midi-Pyrénées)

Le Chargé d’Affaire,

Jean-François PUYMERAIL

Bordeaux, mercredi 29 juillet 2009

Le Directeur du Laboratoire,

Yves PASCO



Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Bordeaux
24, rue Carton – BP 58 33019 Bordeaux cedex
téléphone 05 56 70 63 19 – télécopie 05 56 70 63 33

1. INTRODUCTION.....	4
2. EVALUATION SOMMAIRE DE L'IMPACT SONORE D'UNE LIAISON AUTOROUTIERE RELIANT CASTRES A TOULOUSE (LACT).....	4
2.1 METHODE MISE EN OEUVRE	4
2.1.1 Remarques préliminaires.....	4
2.1.2 Démarche proposée.....	5
2.2 TRAFICS ET GEOMETRIES DE MODELISATION.....	6
2.3 RESULTATS PAR SCENARIO.....	7
2.3.1 Empreintes sonores	7
2.3.2 Population exposée.....	9
2.3.3 Commentaires	10
3. CONCLUSION.....	10
4. ANNEXES	11
4.1 TABLEAUX DE VALEURS NUMERIQUES	11
4.1.1 Données d'entrée.....	11
4.1.2 Résultats	13
4.1.2.1 Empreintes sonores.....	13
4.1.2.2 Période dimensionnante.....	16
4.2 DOCUMENTS CARTOGRAPHIQUES (TRACES ET REPERAGE DES BATIMENTS).....	19
4.3 LE BRUIT DES INFRASTRUCTURES ROUTIERES : NOTIONS GENERALES	22
4.3.1 Le bruit et sa propagation.....	22
4.3.1.1 <i>Les indicateurs : de la pression acoustique au L_{Aeq}</i>	22
4.3.1.2 <i>L'émission sonore du transport routier</i>	24
4.3.1.3 <i>De l'émission sonore à l'exposition : la propagation du son</i>	27
4.3.2 Le cadre réglementaire.....	28
4.3.2.1 <i>Les textes réglementaires</i>	28
4.3.2.2 <i>Le contenu des principales obligations</i>	28
4.3.3 Le bruit routier : mesures génériques de réduction	29
4.3.3.1 <i>Choix du mode de protection</i>	29
4.3.3.2 <i>Influence du profil en travers sur les niveaux sonores</i>	29
4.3.3.3 <i>Les écrans acoustiques</i>	31
4.3.3.4 <i>Les buttes de terre</i>	32



Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Bordeaux
24, rue Carton – BP 58 33019 Bordeaux cedex
téléphone 05 56 70 63 19 – télécopie 05 56 70 63 33

1. Introduction

La Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Midi-Pyrénées a souhaité l'assistance du CETE du Sud-Ouest afin de préparer le Débat Public relatif à la création d'une liaison autoroutière reliant Castres à Toulouse, désignée sous le sigle « LACT ».

La mission confiée comprend entre autres la constitution du dossier du Maître d'Ouvrage (échéance mi 2009).

Dans ce cadre, le Département Aménagement et Infrastructures a sollicité en interne le LRPC de Bordeaux (LRB), pour apporter son concours concernant la problématique « Bruit ».

L'objectif, au stade actuel d'avancement des études, est de fournir des éléments d'appréciation et de comparaison des 3 scénarii envisagés (réseau actuel en scénario de REFERENCE, AUTOROUTE complète, ou AMénagement PROGressif (AM_PROG) pour lesquels des prévisions de trafic routier ont été établies à l'horizon 2025 en Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) tous véhicules, pourcentages de poids-lourds (PL) sur 24 heures, et vitesses moyennes des véhicules légers (VL) et des PL par tronçon.

Plus largement, le présent document, qui s'inscrit dans le cadre de la constitution du dossier du Maître d'Ouvrage, a vocation à fournir à ce dernier la plus large palette possible de réponses aux questionnements relatifs aux nuisances sonores qui pourraient se faire jour lors du Débat ; dans cette optique, le lecteur trouvera en annexe et à titre de rappel, un exposé général sur le bruit et sa propagation, la réglementation applicable aux infrastructures routières en matière de limitation des nuisances sonores, et un panorama des différentes familles de protections envisageables.



2. Evaluation sommaire de l'impact sonore d'une Liaison Autoroutière reliant Castres à Toulouse (LACT)

2.1 Méthode mise en oeuvre

2.1.1 Remarques préliminaires

❶ Comme cela est désormais établi (cf annexe §4.3.1), le niveau sonore en un point donné est fortement conditionné, pour un trafic donné, par divers paramètres, dont en premier lieu le profil en travers de la voie et de ses abords, et l'existence ou non d'obstacles à la propagation du son, et notamment la rangée de bâtiments la plus proche de l'infrastructure pour ceux situés plus en retrait.

Une étude fine des niveaux sonores nécessite par conséquent de connaître précisément les caractéristiques géométriques essentielles du projet à évaluer, et en particulier selon l'expression consacrée, « dans les premiers mètres à partir de l'infrastructure » ; en effet, le niveau sonore reçu à quelque distance est fortement conditionné par les atténuations de l'onde sonore intervenues à proximité de la source, eu égard à la variation logarithmique du niveau de pression acoustique en fonction de la distance.

Dans le cas de la présente étude, dont l'objectif essentiel est de fournir les éléments comparatifs d'appréciation entre les 3 scénarii envisageables, il convient de mettre en oeuvre une méthode d'analyse garantissant des résultats de niveau de précision identique pour chaque scénario. Or en l'espèce, les sections en tracé neuf intervenant dans les scénarii « AUTOROUTE » et « AM_PROG » ne sont définies en l'état actuel du projet que par un fuseau d'étude et aucun tracé précis n'est disponible, et à fortiori aucune configuration de profil en travers ou de profil en long.

La réalisation d'une analyse du type « distribution détaillée des niveaux sonores » est donc illusoire au stade actuel d'avancement du projet pour ces deux scénarii ; par voie de conséquence, une modélisation de l'état futur à l'aide d'un logiciel spécialisé mettant en oeuvre la NF S 31-133 (NMPB-Routes 1996) doit être écartée dans le cas présent.

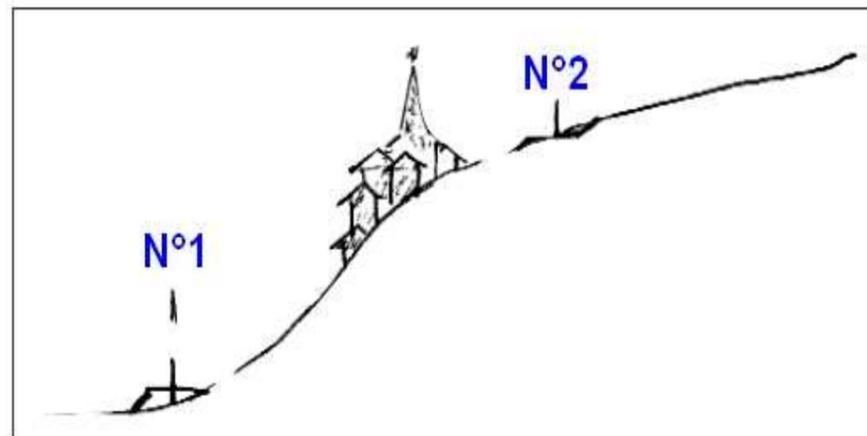
❷ Par ailleurs la réglementation nationale en vigueur limite la contribution sonore de la nouvelle route (sections en tracé neuf) ou de la voie modifiée (la plupart des sections du scénario AM_PROG) à des niveaux d'exposition que le Maître d'Ouvrage (l'Etat) sera tenu de respecter, sans limitation de durée.

Les seuils les plus bas en la matière, pour les logements, exprimés en $L_{Aeq T}^1$, sont de 60 dB(A) pour la période diurne (6h-22h) et de 55 dB(A) pour la période nocturne (22h-6h). Par mesure de précaution il est proposé de retenir ces seuils, garants d'exhaustivité, pour l'analyse à réaliser.

Le lecteur pourra s'étonner qu'en matière d'indicateurs acoustiques retenus pour la présente étude le choix ne se soit pas porté sur l'indicateur **Lden** (cf définition au §4.3.1.1) introduit par la directive européenne n°2002/49/CE du 25 juin 2002 et représentatif de la gêne ressentie par la population exposée aux nuisances sonores. La raison en est que pour cet indicateur « européen » seules ont été définies des « valeurs limites » destinées à permettre l'identification des bâtiments sensibles² exposés à des niveaux sonores jugés intolérables et désignés sous le terme de « Points Noirs du Bruit » devant faire l'objet d'actions de résorption ; cette définition exclut celle de « valeurs guides » plus basses que les valeurs limites et destinées celles-là à fonder une réglementation permettant de dire la limite au delà de laquelle le Maître d'Ouvrage créant ou modifiant une infrastructure est tenu de protéger la population riveraine. Dans ce dernier cas, cette protection sera préférentiellement réalisée « à la source », c'est à dire par la mise en place de dispositifs limitant la contribution sonore de l'infrastructure le plus en amont possible ; le lecteur est invité à se reporter en annexe (§4.3.3) pour un aperçu de ces dispositifs et de leur efficacité.

③ En toute logique, pour être exhaustive, l'évaluation de l'impact sonore de chaque scénario de la LACT devrait donc intégrer l'étude des protections à réaliser et par conséquent prendre en compte l'aptitude des milieux traversés à la protection par écran ou butte en terre, notamment lorsque celle-ci s'impose au plan réglementaire.

Or, il n'existe pas de correspondance directe entre l'ampleur des impacts à réduire et celle des protections à la source à mettre en œuvre, celle-ci étant intimement liée à la configuration topographique du site et du bâti ; ainsi, certaines configurations, relativement peu nuisante dans une situation sans protections, pourra en définitive s'avérer plus difficile à traiter sur le plan acoustique qu'une autre pourtant plus nuisante en l'absence de protections, mais pour laquelle celles-ci seront plus efficaces.



¹ Il s'agit du niveau (Level) sonore continu équivalent pondéré A sur l'intervalle de temps T considéré, soit le niveau sonore constant qui produirait, sur l'intervalle de temps en question, la même énergie acoustique que le niveau réel, lequel est par nature fluctuant. Voir également définition au §4.3.1.1.

² Bâtiments à usage d'habitation, d'enseignement, de soins, de santé ou d'action sociale

Ainsi, dans l'exemple ci-dessus, le tracé N°1, plus éloigné des zones d'habitat qui le dominant, sera très difficile à masquer alors que le tracé N°2 plus proche, dont l'impact en absence de protections est plus fort, sera aisément traité par un déblai ou une butte en terre de faible hauteur

2.1.2 Démarche proposée

Au vu des remarques précédentes, seule une évaluation sommaire des impacts sonores de ce que pourrait être la Liaison Autoroutière Castres-Toulouse (LACT) peut être raisonnablement proposée au stade actuel des études.

La comparaison des 3 scénarii d'aménagement possibles peut être réalisée par exemple par la quantification des populations exposées à des niveaux sonores dépassant les « valeurs guides » évoquées précédemment, soit 60 dB(A) sur la tranche horaire 6h-22h (dénommée période « Jour ») et de 55 dB(A) sur la tranche horaire 22h-6h (dénommée période « Nuit »).

Pour ce faire, la démarche suivante, appliquée à chaque scénario est proposée :

- ① Détermination des débits horaires de véhicules et proportions de Poids Lourds sur les périodes diurne (6h-22h) et nocturne (22h-6h), à partir des TMJA et %PL sur 24 heures

Méthode :

Application des dispositions de la Note d'Information n°77 du Service d'Etudes sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements (SETRA) « Calcul prévisionnel de bruit routier – profils journaliers de trafic sur routes et autoroutes interurbaines » (Avril 2007) pour le scénario AUTOROUTE et la section Soual-Castres du scénario AM_PROG, et application des coefficients figurant dans les Observatoires du Bruit des Transports Terrestres des départements du Tarn et de la Haute-Garonne dans les autres cas.

- ② Calcul de la largeur des « empreintes », soit des isophones calculés par une méthode approchée, correspondant à $L_{Aeq 6h-22h} = 60$ dB(A) (période diurne) et $L_{Aeq 22h-6h} = 55$ dB(A) (période nocturne) par utilisation de la méthode simplifiée développée par le SETRA pour la production des cartes de bruit stratégiques (cf circulaire MEDAD du 7 juin 2007 §D1)

Hypothèses :

- Axe en plan respectant le fuseau fourni par le Maître d'ouvrage pour les sections en tracé neuf ;
- Profil en travers et profil en long plans (route au TN, pente 0%) ;
- Aucun obstacle à la propagation du son (hypothèse maximaliste) ;
- Conditions météorologiques de propagation forfaitaires de la Nouvelle Méthode de Prévision du Bruit dite NMPB – Routes 96, soit 100 % favorables pour la période nocturne, 50% favorables et 50% homogènes pour la période diurne, ce qui conduit, par précaution, à surestimer les niveaux sonores (cf §4.3.1.3 – note de bas de page n°5).

③ Calcul de la population concernée sur la base des données IRIS de l'INSEE et du calcul par IRIS des surfaces habitables par bâtiment.

Concrètement la table *Bâtiment.tab* de la BD_TOPO© de l'Institut Géographique National permet d'identifier les bâtiments autres qu'à usage administratif, religieux, sportif, industriel ou commercial (voir illustration au §4.2).

Puis les bâtiments de superficie inférieure à 25 m² (garages, remises, abris de jardin, etc...) sont éliminés.

Le champ « hauteur » permet d'appréhender le nombre d'étages.

Un ratio d'occupation du sol peut être évalué pour chaque unité de calcul (commune, IRIS, etc...), d'où le calcul de la population concernée par chaque empreinte « agglomérée », c'est à dire la réunion des empreintes élémentaires associées à un scénario et à une période horaire donnés.

2.2 Trafics et géométries de modélisation

Dans un souci de cohérence et de transparence, l'analyse a été effectuée sur la totalité de l'itinéraire reliant l'A68 à Castres, en incluant par conséquent l'A680 actuellement en service.

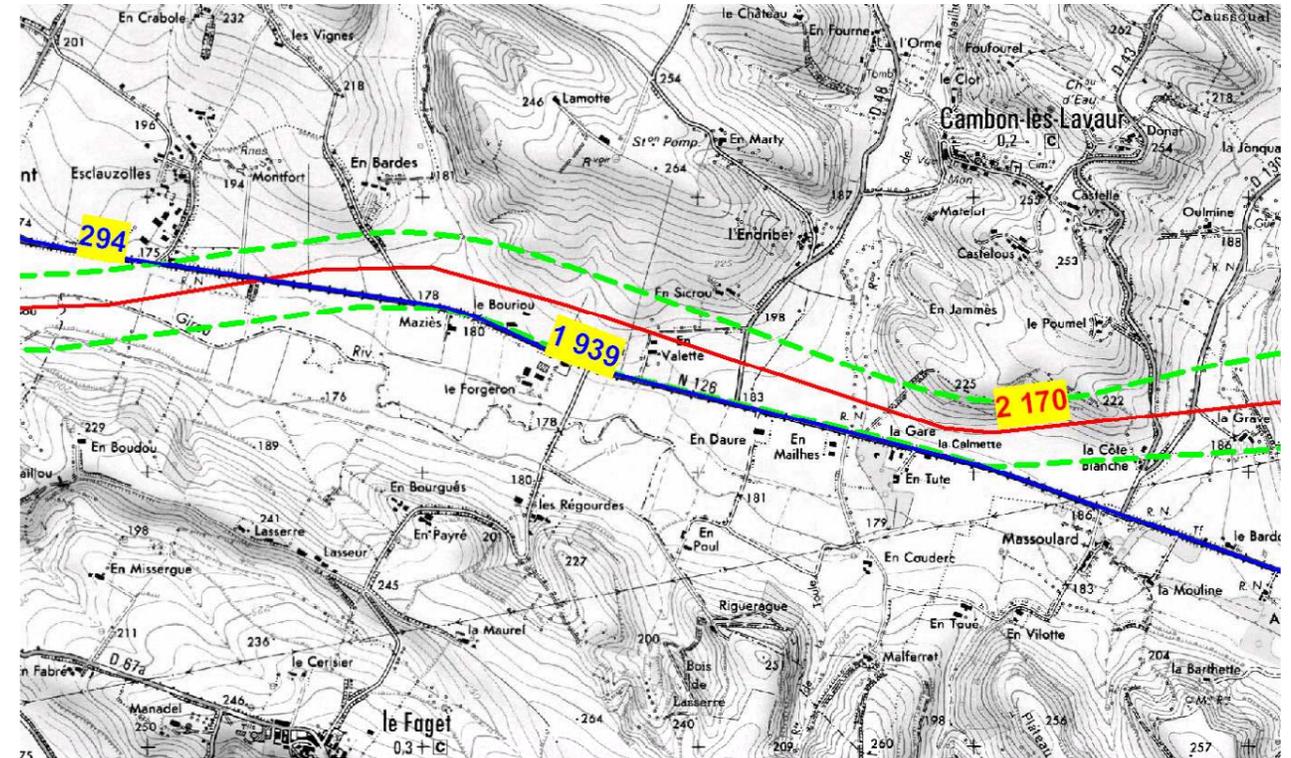
Les TMJA et la part de poids lourds dans le trafic total sur 24 heures, tels qu'issus des modèles de trafic [table *MapInfo® Réseau_LACT_Trafic.tab - 10 juin 2009*], sont rappelées en annexe §4.1.1 par scénario et section (« tronçon ») de voie. Le repérage par « ID » (pour Identifiant) des sections tel que figurant dans la table d'origine a été conservé, une section physique pouvant ainsi apparaître sous des IDentifiants différents suivant le scénario considéré, ce qui occasionne alors des valeurs nulles (trafics et pourcentages de PL sur 24 heures) pour au moins un des deux autres scénarii étudiés.

Les tableaux de calcul des débits horaires tous véhicules et des parts de PL dans le trafic total sur la période diurne et la période nocturne, établis suivant la méthode décrite au § 2.1.2 ① figurent à la suite des précédents.

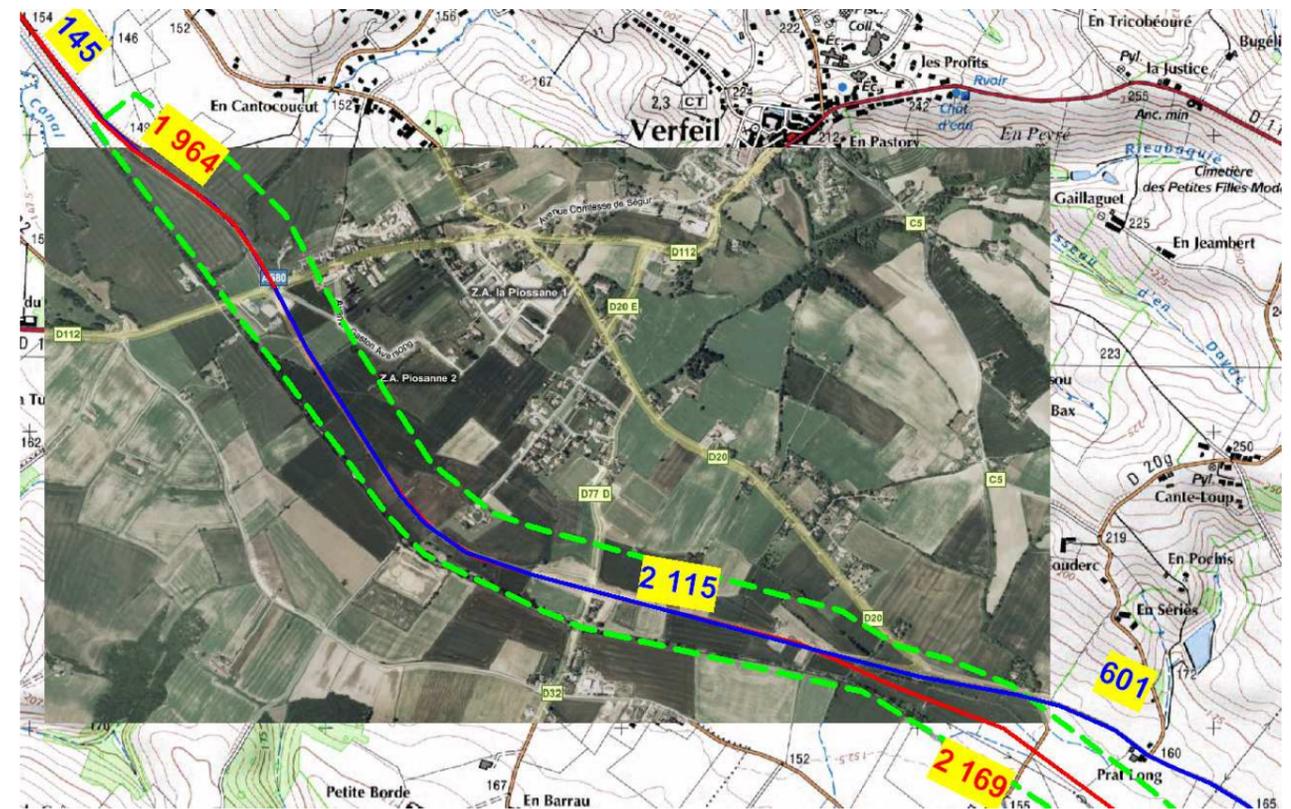
Ces trafics horaires ont été affectés aux différentes sections de voie repérées par leur identifiant, une fois le tracé de ces dernières recalé sur leur géométrie réelle telle qu'elle apparaît sur les supports suivants :

- SCAN25© de l'Institut Géographique National (mise à jour de 2006) dans le cas général ;
- Photos satellite mises à disposition des internautes à l'adresse www.bing.com/maps/ [Microsoft Corporation NAVTEQ et IGN – 2009] pour les sections les plus récemment mises en service non répertoriées sur le support précédent ;
- Table *fuseau_troncon.tab* du 28/05/2009 communiquée par le Maître d'Ouvrage pour les tracés à l'étude.

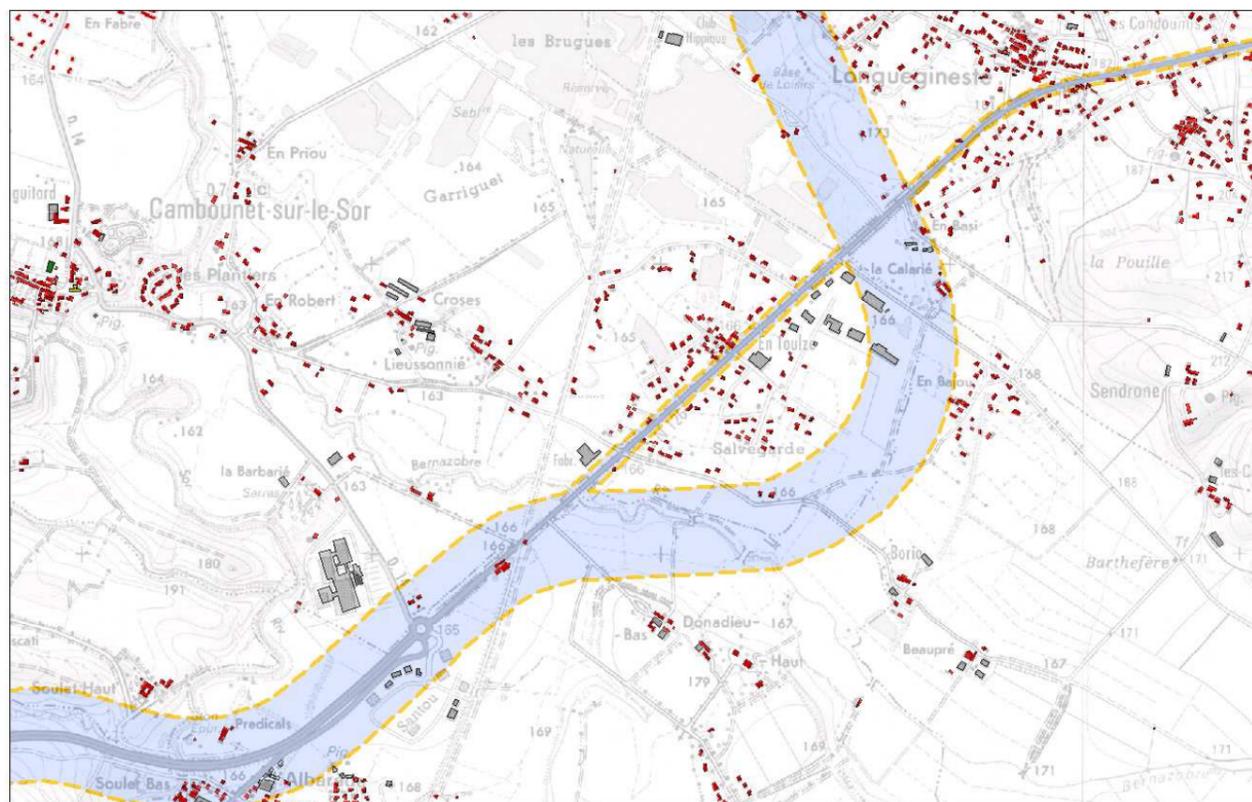
Divers exemples sont donnés ci-après à titre indicatif, sur lesquels le fuseau précité apparaît en trait interrompu vert clair.



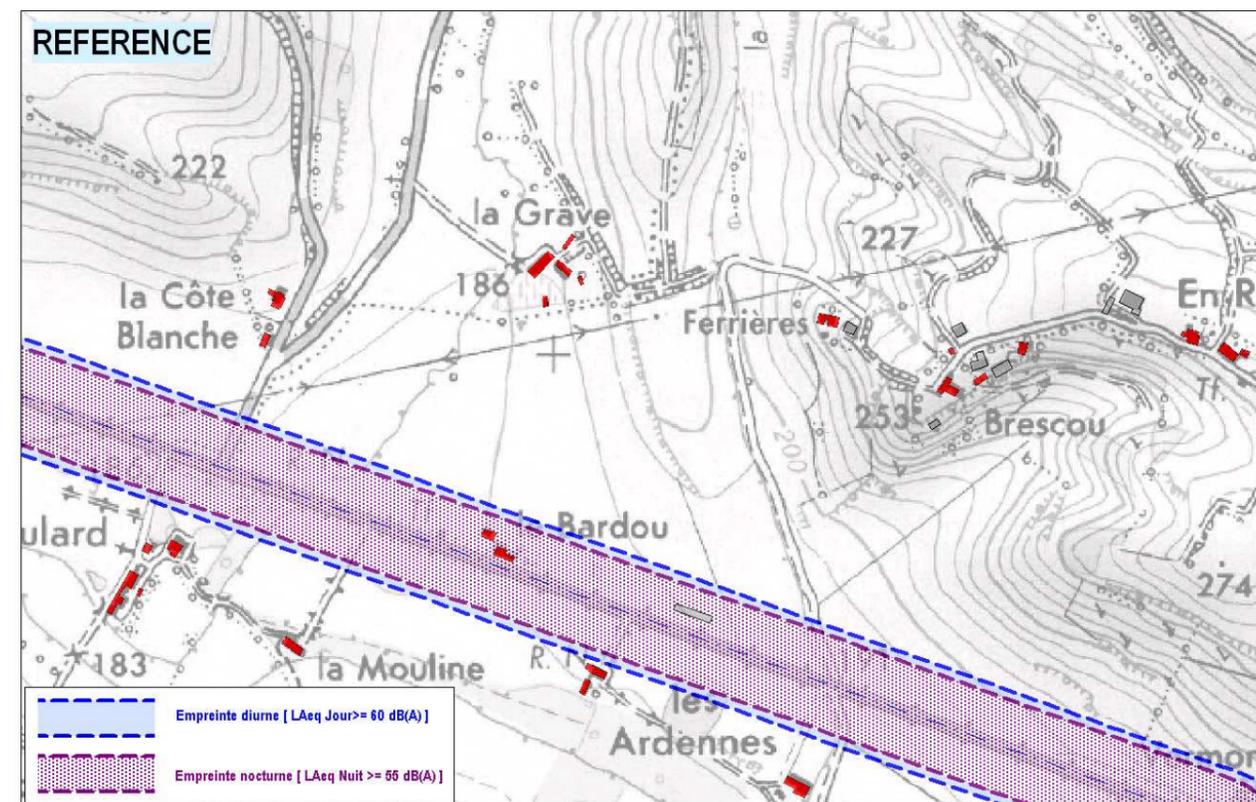
Cas général : recalage de la géométrie des tronçons de voie sur le SCAN25©



Cas du contournement de Verfeil



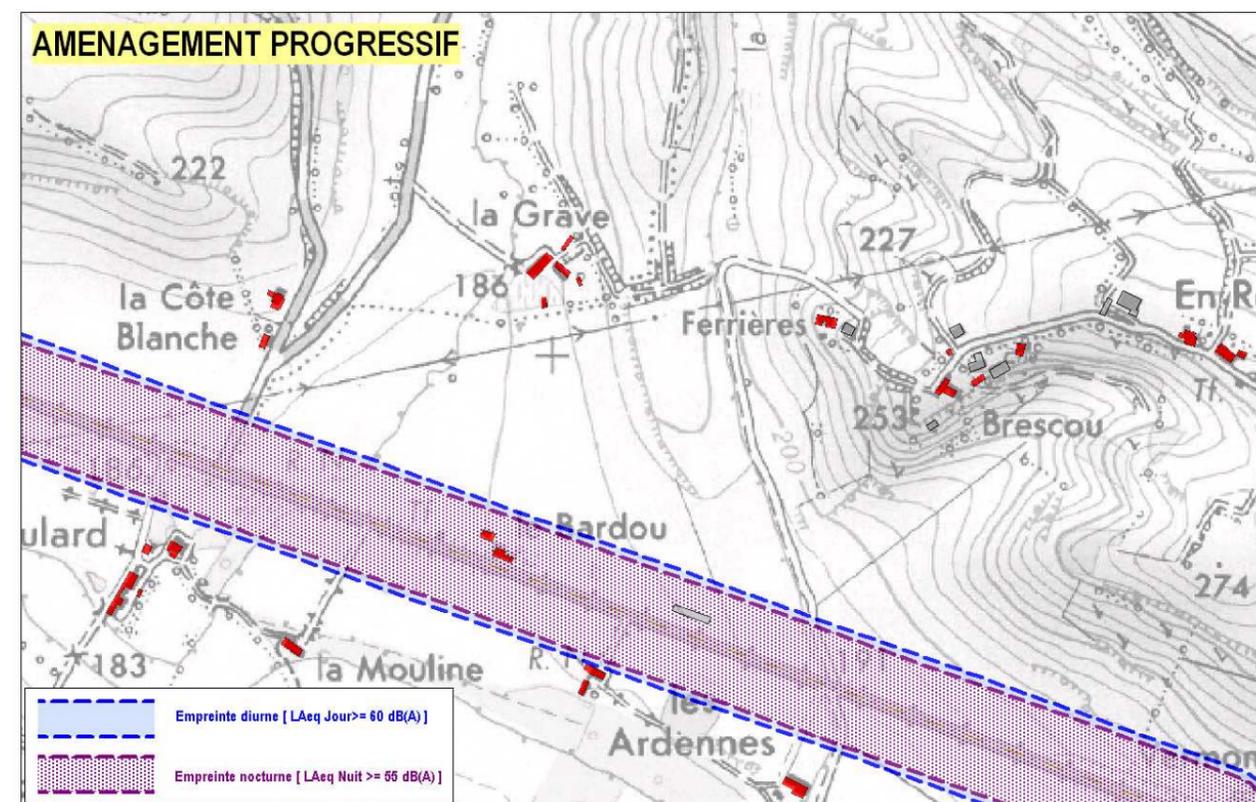
Empreinte agglomérée « AMENAGEMENT PROGRESSIF JOUR » (extrait)



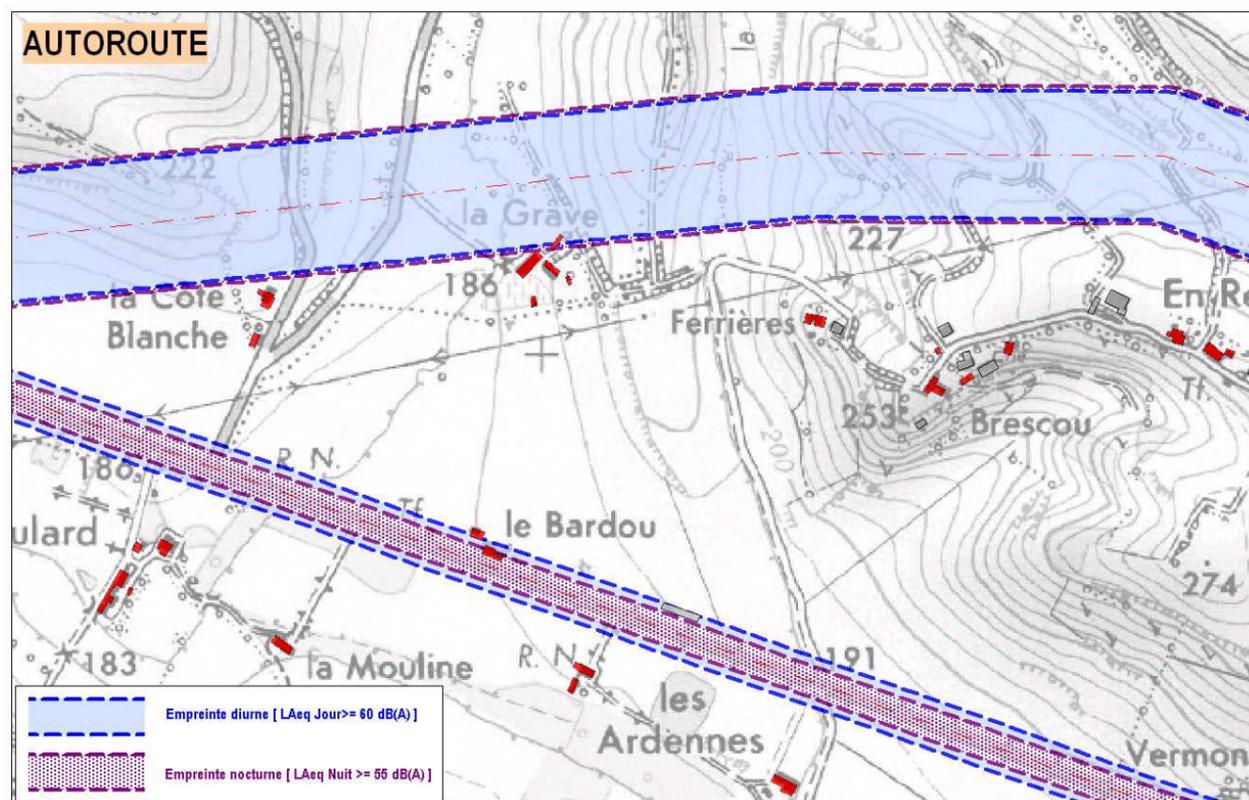
Scénario « REFERENCE » : période dimensionnante = JOUR

La comparaison des largeurs d’empreintes par tronçon permet par ailleurs de mettre en évidence la période dimensionnante pour les 3 scénarii. Les figures suivantes illustrent à titre d’exemples les résultats obtenus (cf annexe §4.1.2.2) ; ceux-ci rappellent, si besoin était que la seule comparaison des trafics entre les deux périodes ne saurait préjuger de la conclusion en la matière, la différence des conditions de propagation – globalement bien plus favorables en période nocturne – pouvant dans certains cas peser sur le résultat au point de l’inverser.

Ainsi la période dimensionnante est généralement la période diurne, sauf pour les sections concédées ou destinées à l’être (A680 actuelle ou sections en tracé neuf du scénario AUTOROUTE et repérées par la mention « Autoroute T/C » dans les tableaux de données ou de résultats) pour lesquelles la période nocturne s’avère dimensionnante.



Scénario « AM_PROG » : période dimensionnante = JOUR



Scénario « AUTOROUTE »

Période dimensionnante = JOUR pour l'itinéraire historique et NUIT pour la voie à créer



2.3.2 Population exposée

Les tableaux suivants font apparaître, pour chaque période horaire, les estimations du nombre de personnes exposées au delà des « valeurs guides », pour chacun des 3 scénarii envisagés, calculées respectivement sur la base des données de population 1999 et 2006.

Le lecteur est par ailleurs invité à se reporter en annexe (fin du §4.2) pour les résultats détaillés par commune.

DEPARTEMENT	REFERENCE_1999	AM_PROGR_1999	AUTOROUTE_1999
Jour			
Hte-GARONNE	46	47	38
TARN	750	696	663
TOTAUX_Jour	796	743	701
Nuit			
Hte-GARONNE	45	47	30
TARN	669	566	604
TOTAUX_Nuit	714	613	634

Nombre de personnes exposées en 2025 au delà des « valeurs guides » en l'absence de protections (Estimation sur données de population 1999)

DEPARTEMENT	REFERENCE_2006	AM_PROGR_2006	AUTOROUTE_2006
Jour			
Hte-GARONNE	54	55	41
TARN	809	741	702
TOTAUX_Jour	863	796	743
Nuit			
Hte-GARONNE	53	55	33
TARN	722	609	635
TOTAUX_Nuit	775	664	668

Nombre de personnes exposées en 2025 au delà des « valeurs guides » en l'absence de protections (Estimation sur données de population 2006)

Dès lors, peuvent être calculés les écarts par rapport à la situation de REFERENCE, en termes de personnes exposées.

ANNEE	DEPARTEMENT	AMPROG_Jour	AUTOROUTE_Jour	AMPROG_Nuit	AUTOROUTE_Nuit
1999	HAUTE-GARONNE	1	-8	2	-15
	TARN	-54	-87	-103	-65
	TOTAL	-53	-95	-101	-80
2006	HAUTE-GARONNE	1	-13	2	-20
	TARN	-68	-107	-113	-87
	TOTAL	-67	-120	-111	-107

2.3.3 Commentaires

Des deux paragraphes qui précèdent, on peut tirer les enseignements suivants :

1. Quelque soit le scénario d'aménagement considéré, « AUTOROUTE » ou « AMénagement PROGressif », il est loisible d'espérer une amélioration globale de la population exposée par rapport au scénario de REFERENCE (maintien du réseau actuel) ;
2. Cette amélioration concerne a priori de l'ordre de 10 à 15 % de la population exposée en REFERENCE, ce pourcentage variant suivant le scénario et la période horaire considérés ;
3. Le scénario « AUTOROUTE » apparaît plus favorable en ce qui concerne la diminution des nuisances diurnes, et le scénario « AMénagement PROGressif » plus favorable quant à la diminution des nuisances nocturnes au voisinage de l'itinéraire ;
4. L'avantage « nuit » du scénario « AMénagement PROGressif » semble diminuer avec le temps, comme le montre l'examen comparatif des évaluations 1999 et 2006, tandis que le scénario « AUTOROUTE » semble de plus en plus favorable quant à la diminution des nuisances sonores diurnes.

3. Conclusion

L'exercice effectué dans le cadre de la présente étude a permis d'ébaucher une hiérarchisation des trois scénarii envisagés quant au devenir de l'itinéraire reliant Castres et Toulouse au plan de la lutte contre les nuisances sonores.

Celle-ci méritera d'être confirmée par la réalisation de modélisations détaillées prenant en compte les caractéristiques géométriques et topographiques précises, inaccessibles au stade actuel des études ; leurs résultats, croisés à l'occupation du sol prévisible à l'horizon d'étude, soit 2025, elle-même associée aux projections de population correspondantes permettront seuls d'espérer une plus grande pertinence des estimations du nombre de personnes exposées en l'absence de protections, et d'avancer dans l'insertion environnementale du projet.

Quoi qu'il en soit, il paraît en dernier lieu utile de rappeler qu'en tout état de cause les conclusions établies dans le cadre d'études acoustiques, quelles que soit leur degré de précision, ne préjugent en rien de la gêne effectivement ressentie par la population riveraine, ni a fortiori de la sensibilité de cette dernière aux nuisances sonores, ces deux paramètres conditionnant a contrario directement le degré d'acceptation d'un projet.

&

4. ANNEXES

4.1 Tableaux de valeurs numériques

4.1.1 Données d'entrée

Evaluation sommaire de l'impact sonore d'une LACT
Données d'entrée 2025 (TMJA tous véhicules et %PL) par section et par scénario

IDentifiant	VIT_VL	VIT_PL	REFERENCE		AM_PROG		AUTOROUTE		Route	NumArc
			TMJA	% PL _{24h}	TMJA	% PL _{24h}	TMJA	% PL _{24h}		
51	85	80	10677	10,0%	11794	10,8%	4215	3,9%	N126	9000246
145	90	75	8864	11,0%	9856	12,0%	0	0,0%	A680	152381
294	70	60	9958	10,6%	11006	11,5%	3573	4,3%	N126	108164
589	50	40	9958	10,6%	11006	11,5%	3573	4,3%	N126	108164
601	75	60	10201	10,7%	11199	11,6%	2534	9,2%	D42	152383
609	75	60	10070	9,9%	11087	10,9%	2423	6,3%	D42	108020
611	75	60	10201	10,7%	11199	11,6%	2534	9,2%	D20	107998
899	50	40	28556	5,8%	13437	2,3%	17128	2,6%	N126	117265
1836	110	83	19992	8,4%	24742	8,5%	12402	5,6%	N126	9000253
1837	85	80	12129	10,3%	529	25,7%	4189	6,6%	N126	108581
1933	50	40	26653	5,9%	11538	1,7%	15115	2,1%	N126	117265
1934	50	40	18047	8,6%	2932	6,2%	6509	4,6%	N126	117265
1935	70	60	18047	8,6%	2932	6,2%	6509	4,6%	N126	117265
1936	70	60	18047	8,6%	2932	6,2%	6509	4,6%	N126	117265
1937	80	70	18522	8,8%	3226	6,2%	6654	4,8%	N126	117265
1938	85	80	9958	10,6%	11006	11,5%	3573	4,3%	N126	9000246
1939	85	80	9958	10,6%	11006	11,5%	3573	4,3%	N126	108164
1964	110	87	0	0,0%	0	0,0%	9346	11,3%	Autoroute T/C	2147483647
2115	75	60	9908	11,0%	10909	11,9%	2625	8,0%	N126	9000243
2116	100	80	9152	11,4%	10274	12,3%	0	0,0%	N126	9000249
2118	100	80	8866	11,3%	10925	13,0%	0	0,0%	N126	9000249
2169	130	87	0	0,0%	0	0,0%	8049	11,4%	Autoroute T/C	2147483647
2170	130	87	0	0,0%	0	0,0%	6678	14,6%	Autoroute T/C	2147483647
2171	130	87	0	0,0%	0	0,0%	8344	13,6%	Autoroute T/C	2147483647
2172	130	87	0	0,0%	0	0,0%	16084	9,5%	Autoroute T/C	2147483647
2173	110	83	0	0,0%	22856	7,9%	0	0,0%	AM_PROG	2147483647
2174	110	83	0	0,0%	14097	10,9%	0	0,0%	AM_PROG	2147483647
2177	110	83	0	0,0%	22856	7,9%	0	0,0%	AM_PROG	2147483647

Source : table Reseau_LACT_Trafic.tab du 10 juin 2009

Evaluation sommaire de l'impact sonore d'une LACT
Débits horaires 2025 tous véhicules et %PL par section, par scénario et par période horaire

IDentifiant	VIT_VL	VIT_PL	SCENARIO « REFERENCE »				SCENARIO « AMENAGEMENT PROGRESSIF »				SCENARIO « AUTOROUTE »				Route	NumArc
			JOUR		NUIT		JOUR		NUIT		JOUR		NUIT			
			Débit hor. TV	% PL	Débit hor. TV	% PL	Débit hor. TV	% PL	Débit hor. TV	% PL	Débit hor. TV	% PL	Débit hor. TV	% PL		
51	85	80	628	10	98	14	690	10	105	17	247	4	44	8	N126	9000246
145	90	75	515	10	98	20	572	11	110	21	0	0	0	0	A680	152381
294	70	60	585	10	92	15	647	11	102	16	210	4	32	6	N126	108164
589	50	40	585	10	92	15	647	11	102	16	210	4	32	6	N126	108164
601	75	60	598	10	95	13	657	11	104	15	149	9	23	12	D42	152383
609	75	60	591	10	93	12	650	11	103	14	142	6	22	8	D42	108020
611	75	60	598	10	95	13	657	11	104	15	149	9	23	12	D20	107998
899	50	40	1681	6	256	9	792	2	119	4	1009	2	151	4	N126	117265
1836	110	83	1176	8	182	12	1455	8	225	12	730	5	111	8	N126	9000253
1837	85	80	713	10	111	15	31	25	5	36	245	6	45	12	N126	108581
1933	50	40	1569	6	239	9	680	2	102	3	891	2	133	3	N126	117265
1934	50	40	1061	8	164	12	173	6	26	9	383	4	58	7	N126	117265
1935	70	60	1061	8	164	12	173	6	26	9	383	4	58	7	N126	117265
1936	70	60	1061	8	164	12	173	6	26	9	383	4	58	7	N126	117265
1937	80	70	1089	9	169	13	190	6	29	9	392	5	59	7	N126	117265
1938	85	80	585	10	92	15	647	11	102	16	210	4	32	6	N126	9000246
1939	85	80	585	10	92	15	647	11	102	16	210	4	32	6	N126	108164
1964	110	87	0	0	0	0	0	0	0	0	543	10	104	20	Autoroute T/C	2147483647
2115	75	60	582	11	91	16	641	12	101	17	154	8	24	12	N126	9000243
2116	100	80	538	11	85	16	604	12	95	17	0	0	0	0	N126	9000249
2118	100	80	521	11	82	16	642	13	102	18	0	0	0	0	N126	9000249
2169	130	87	0	0	0	0	0	0	0	0	468	10	90	20	Autoroute T/C	2147483647
2170	130	87	0	0	0	0	0	0	0	0	387	13	77	25	Autoroute T/C	2147483647
2171	130	87	0	0	0	0	0	0	0	0	484	12	95	24	Autoroute T/C	2147483647
2172	130	87	0	0	0	0	0	0	0	0	937	9	176	17	Autoroute T/C	2147483647
2173	110	83	0	0	0	0	1339	7	200	12	0	0	0	0	AM_PROG	2147483647
2174	110	83	0	0	0	0	824	10	126	17	0	0	0	0	AM_PROG	2147483647
2177	110	83	0	0	0	0	1339	7	200	12	0	0	0	0	AM_PROG	2147483647

4.1.2 Résultats

4.1.2.1 Empreintes sonores

Evaluation sommaire de l'impact sonore d'une LACT **Résultats détaillés (empreintes) - 1/3**

Identifiant	VIT_VL	VIT_PL	SCENARIO « REFERENCE »								Route	NumArc
			JOUR				NUIT					
			Débit hor. VL	Débit hor. PL	d _{empreinte} 65 dB(A)	d _{empreinte} 60 dB(A)	Débit hor. VL	Débit hor. PL	d _{empreinte} 60 dB(A)	d _{empreinte} 55 dB(A)		
51	85	80	568	60	38	78	84	14	27	66	N126	9000246
145	90	75	464	51	34	70	79	19	30	74	A680	152381
294	70	60	525	60	29	62	78	14	20	50	N126	108164
589	50	40	525	60	26	57	78	14	19	49	N126	108164
601	75	60	536	62	31	65	82	13	20	52	D42	152383
609	75	60	534	57	30	64	82	12	20	50	D42	108020
611	75	60	536	62	31	65	82	13	20	52	D20	107998
899	50	40	1586	95	42	85	235	22	32	78	N126	117265
1836	110	83	1080	96	69	140	160	22	54	130	N126	9000253
1837	85	80	642	71	41	84	95	17	30	74	N126	108581
1933	50	40	1480	89	40	82	219	21	30	75	N126	117265
1934	50	40	973	88	36	75	144	20	27	68	N126	117265
1935	70	60	973	88	41	83	144	20	30	73	N126	117265
1936	70	60	973	88	41	83	144	20	30	73	N126	117265
1937	80	70	997	93	47	94	147	21	34	82	N126	117265
1938	85	80	525	60	37	76	78	14	26	64	N126	9000246
1939	85	80	525	60	37	76	78	14	26	64	N126	108164
1964	110	87	0	0	0	0	0	0	0	0	Autoroute T/C	2147483647
2115	75	60	520	62	31	65	77	14	21	54	N126	9000243
2116	100	80	478	60	40	82	71	14	28	70	N126	9000249
2118	100	80	464	57	39	81	69	13	27	68	N126	9000249
2169	130	87	0	0	0	0	0	0	0	0	Autoroute T/C	2147483647
2170	130	87	0	0	0	0	0	0	0	0	Autoroute T/C	2147483647
2171	130	87	0	0	0	0	0	0	0	0	Autoroute T/C	2147483647
2172	130	87	0	0	0	0	0	0	0	0	Autoroute T/C	2147483647
2173	110	83	0	0	0	0	0	0	0	0	AM_PROG	2147483647
2174	110	83	0	0	0	0	0	0	0	0	AM_PROG	2147483647
2177	110	83	0	0	0	0	0	0	0	0	AM_PROG	2147483647

Evaluation sommaire de l'impact sonore d'une LACT
Résultats détaillés (empreintes) - 2/3

Identifiant	VIT_VL	VIT_PL	SCENARIO « AMENAGEMENT PROGRESSIF »								Route	NumArc
			JOUR				NUIT					
			Débit hor. VL	Débit hor. PL	d _{empreinte} 65 dB(A)	d _{empreinte} 60 dB(A)	Débit hor. VL	Débit hor. PL	d _{empreinte} 60 dB(A)	d _{empreinte} 55 dB(A)		
51	85	80	619	71	41	83	88	17	30	74	N126	9000246
145	90	75	510	62	37	76	87	24	34	82	A680	152381
294	70	60	575	72	32	67	85	17	22	57	N126	108164
589	50	40	575	72	29	62	85	17	22	55	N126	108164
601	75	60	583	74	34	71	89	15	23	58	D42	152383
609	75	60	582	68	33	69	89	14	22	56	D42	108020
611	75	60	583	74	34	71	89	15	23	58	D20	107998
899	50	40	774	18	18	42	114	4	11	30	N126	117265
1836	110	83	1336	120	79	160	197	28	64	150	N126	9000253
1837	85	80	23	8	d < 10 m	12	3	2	d < 10 m	d < 10 m	N126	108581
1933	50	40	669	11	15	36	99	3	d < 10 m	24	N126	117265
1934	50	40	162	10	d < 10 m	19	24	2	d < 10 m	12	N126	117265
1935	70	60	162	10	d < 10 m	23	24	2	d < 10 m	15	N126	117265
1936	70	60	162	10	d < 10 m	23	24	2	d < 10 m	15	N126	117265
1937	80	70	178	11	11	29	26	3	d < 10 m	18	N126	117265
1938	85	80	575	72	40	82	85	17	29	72	N126	9000246
1939	85	80	575	72	40	82	85	17	29	72	N126	108164
1964	110	87	0	0	0	0	0	0	0	0	Autoroute T/C	2147483647
2115	75	60	567	74	34	70	84	17	23	60	N126	9000243
2116	100	80	532	72	44	89	79	17	32	78	N126	9000249
2118	100	80	561	81	46	93	83	19	35	83	N126	9000249
2169	130	87	0	0	0	0	0	0	0	0	Autoroute T/C	2147483647
2170	130	87	0	0	0	0	0	0	0	0	Autoroute T/C	2147483647
2171	130	87	0	0	0	0	0	0	0	0	Autoroute T/C	2147483647
2172	130	87	0	0	0	0	0	0	0	0	Autoroute T/C	2147483647
2173	110	83	1238	100	74	150	175	25	59	140	AM_PROG	2147483647
2174	110	83	739	85	58	110	105	21	44	100	AM_PROG	2147483647
2177	110	83	1238	100	74	150	175	25	59	140	AM_PROG	2147483647

Evaluation sommaire de l'impact sonore d'une LACT
Résultats détaillés (empreintes) - 3/3

Identifiant	VIT_VL	VIT_PL	SCENARIO « AUTOROUTE »								Route	NumArc
			JOUR				NUIT					
			Débit hor. VL	Débit hor. PL	d _{empreinte} 65 dB(A)	d _{empreinte} 60 dB(A)	Débit hor. VL	Débit hor. PL	d _{empreinte} 60 dB(A)	d _{empreinte} 55 dB(A)		
51	85	80	238	9	15	36	41	3	10	29	N126	9000246
145	90	75	0	0	0	0	0	0	0	0	A680	152381
294	70	60	202	9	d < 10 m	25	30	2	d < 10 m	15	N126	108164
589	50	40	202	9	d < 10 m	19	30	2	d < 10 m	12	N126	108164
601	75	60	135	13	d < 10 m	24	21	3	d < 10 m	15	D42	152383
609	75	60	134	9	d < 10 m	22	20	2	d < 10 m	13	D42	108020
611	75	60	135	13	d < 10 m	24	21	3	d < 10 m	15	D20	107998
899	50	40	984	25	22	50	146	6	14	38	N126	117265
1836	110	83	691	39	49	98	102	9	34	82	N126	9000253
1837	85	80	230	15	16	39	39	6	13	34	N126	108581
1933	50	40	873	18	19	45	129	4	11	32	N126	117265
1934	50	40	366	17	12	31	54	4	d < 10 m	22	N126	117265
1935	70	60	366	17	16	39	54	4	d < 10 m	26	N126	117265
1936	70	60	366	17	16	39	54	4	d < 10 m	27	N126	117265
1937	80	70	373	18	20	46	55	4	11	32	N126	117265
1938	85	80	202	9	13	33	30	2	d < 10 m	21	N126	9000246
1939	85	80	202	9	13	33	30	2	d < 10 m	21	N126	108164
1964	110	87	488	56	45	91	83	21	42	98	Autoroute T/C	2147483647
2115	75	60	142	12	d < 10 m	26	21	3	d < 10 m	18	N126	9000243
2116	100	80	0	0	0	0	0	0	0	0	N126	9000249
2118	100	80	0	0	0	0	0	0	0	0	N126	9000249
2169	130	87	419	48	48	96	71	18	43	100	Autoroute T/C	2147483647
2170	130	87	335	51	44	89	57	20	41	95	Autoroute T/C	2147483647
2171	130	87	424	60	50	100	72	23	47	110	Autoroute T/C	2147483647
2172	130	87	857	80	72	150	146	30	69	160	Autoroute T/C	2147483647
2173	110	83	0	0	0	0	0	0	0	0	AM_PROG	2147483647
2174	110	83	0	0	0	0	0	0	0	0	AM_PROG	2147483647
2177	110	83	0	0	0	0	0	0	0	0	AM_PROG	2147483647

Evaluation sommaire de l'impact sonore d'une LACT
Période dimensionnante

IDentifiant	Route	REFERENCE			AM_PROG			AUTOROUTE		
		dempreinte jour	dempreinte nuit	Période dimensionnante	dempreinte jour	dempreinte nuit	Période dimensionnante	dempreinte jour	dempreinte nuit	Période dimensionnante
51	N126	78	66	JOUR	83	74	JOUR	36	29	JOUR
145	A680	70	74	NUIT	76	82	NUIT			
294	N126	62	50	JOUR	67	57	JOUR	25	15	JOUR
589	N126	57	49	JOUR	62	55	JOUR	19	12	JOUR
601	D42	65	52	JOUR	71	58	JOUR	24	15	JOUR
609	D42	64	50	JOUR	69	56	JOUR	22	13	JOUR
611	D20	65	52	JOUR	71	58	JOUR	24	15	JOUR
899	N126	85	78	JOUR	42	30	JOUR	50	38	JOUR
1836	N126	140	130	JOUR	160	150	JOUR	98	82	JOUR
1837	N126	84	74	JOUR	12	10	JOUR	39	34	JOUR
1933	N126	82	75	JOUR	36	24	JOUR	45	32	JOUR
1934	N126	75	68	JOUR	19	12	JOUR	31	22	JOUR
1935	N126	83	73	JOUR	23	15	JOUR	39	26	JOUR
1936	N126	83	73	JOUR	23	15	JOUR	39	27	JOUR
1937	N126	94	82	JOUR	29	18	JOUR	46	32	JOUR
1938	N126	76	64	JOUR	82	72	JOUR	33	21	JOUR
1939	N126	76	64	JOUR	82	72	JOUR	33	21	JOUR
1964	Autoroute T/C							91	98	NUIT
2115	N126	65	54	JOUR	70	60	JOUR	26	18	JOUR
2116	N126	82	70	JOUR	89	78	JOUR			
2118	N126	81	68	JOUR	93	83	JOUR			
2169	Autoroute T/C							96	100	NUIT
2170	Autoroute T/C							89	95	NUIT
2171	Autoroute T/C							100	110	NUIT
2172	Autoroute T/C							150	160	NUIT
2173	AM_PROG				150	140	JOUR			
2174	AM_PROG				110	100	JOUR			
2177	AM_PROG				150	140	JOUR			

Evaluation sommaire de l'impact sonore d'une LACT
Résultats détaillés (population concernée) - 1/2

Période JOUR

CODE_INSEE	COMMUNE	REFERENCE_Jour	AM_PROGR_Jour	AUTOROUTE_Jour	REFERENCE_Jour_2006	AM_PROGR_Jour_2006	AUTOROUTE_Jour_2006
81015	APPELLE	1	1	1	1	1	1
81022	BANNIERES	7	7	3	10	10	4
81050	CAMBON-LES-LAVAU	27	29	20	33	35	24
81054	CAMBOUNET-SUR-LE-SOR	68	29	37	87	37	48
81076	CUQ-TOULZA	56	58	32	64	66	37
81098	FREJEVILLE	0	0	0	0	0	0
81127	LACROISILLE	3	3	2	4	4	3
81162	MAURENS-SCOPONT	24	24	24	26	26	26
81173	MONTCABRIER	2	2	0	2	2	0
81219	PUYLAURENS	17	17	20	18	18	21
81251	SAINT-GERMAIN-DES-PRES	28	18	23	35	22	29
81273	SAIX	325	235	269	328	237	271
81289	SOUAL	73	94	56	78	100	60
81298	TEULAT	13	14	3	14	15	3
81318	VILLENEUVE-LES-LAVAU	7	7	4	10	10	6
81325	VIVIERS-LES-MONTAGNES	0	2	2	0	2	2
81065	CASTRES	99	156	167	99	156	167
	TARN	750	696	663	809	741	702
	ECARTS / REFERENCE		-54	-87		-68	-107
31074	BONREPOS-RIQUET	0	0	0	0	0	0
31082	BOURG-SAINT-BERNARD	16	17	18	17	18	19
31117	CASTELMAUROU	0	0	0	0	0	0
31179	LE FAGET	0	0	2	0	0	2
31194	FRANCARVILLE	0	0	4	0	0	4
31228	GRAGNAGUE	0	0	0	0	0	0
31304	LOUBENS-LAURAGAIS	0	0	0	0	0	0
31501	SAINT-MARCEL-PAULEL	0	0	0	0	0	0
31511	SAINT-PIERRE	0	0	0	0	0	0
31534	SAUSSENS	0	0	0	0	0	0
31571	VENDINE	8	8	1	11	11	1
31573	VERFEIL	22	22	13	26	26	15
	HAUTE-GARONNE	46	47	38	54	55	41
	ECARTS / REFERENCE		1	-8		1	-13
	TOTAUX	796	743	701	863	796	743
	ECARTS / REFERENCE		-53	-95		-67	-120

Estimation du nombre de personnes concernées par l'empreinte $LA_{eq} 6h-22h \geq 60 \text{ dB(A)}$ par commune, par scénario et sur la base des données de population 1999 et 2006

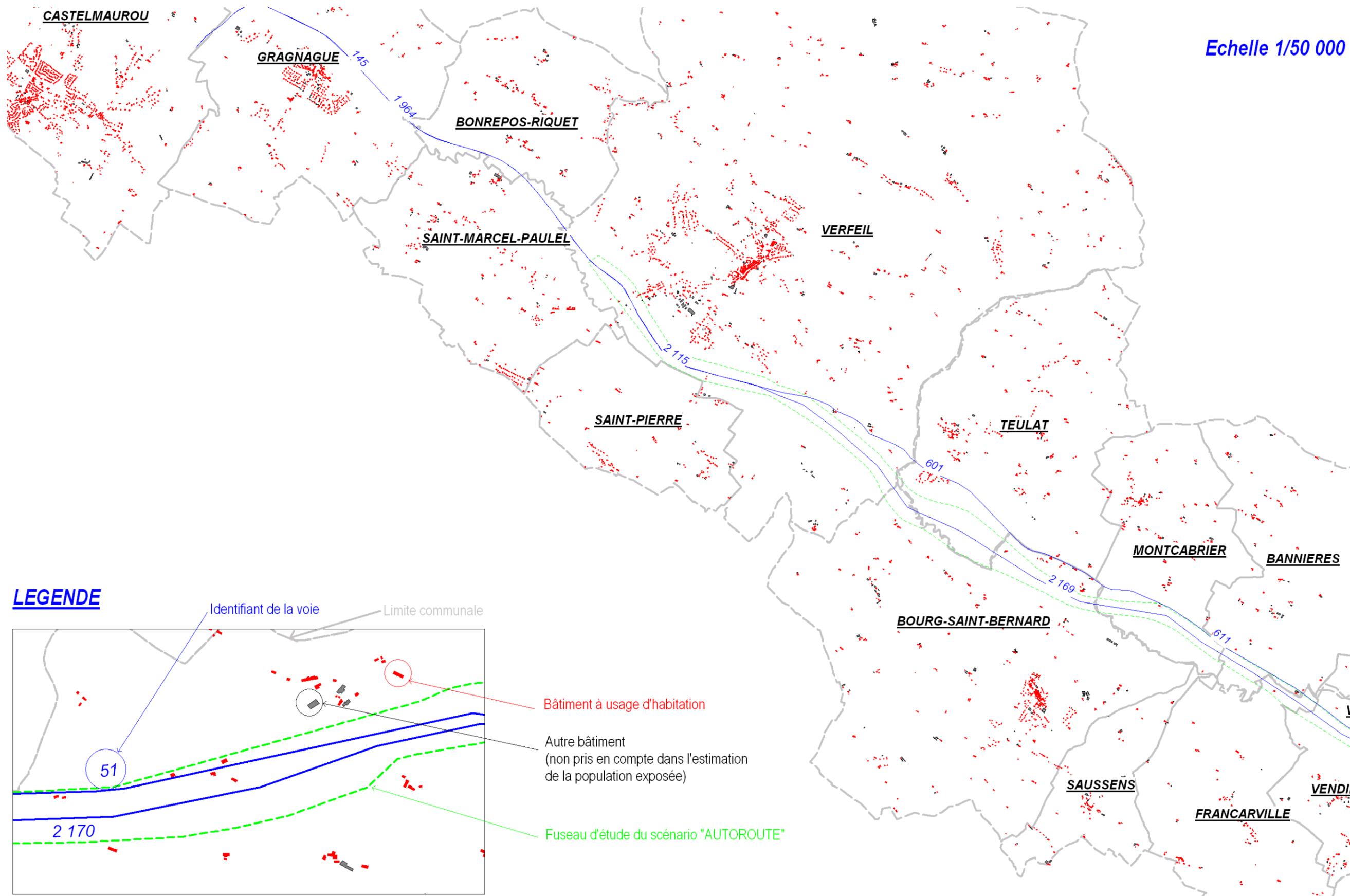
Evaluation sommaire de l'impact sonore d'une LACT
Résultats détaillés (population concernée) - 2/2

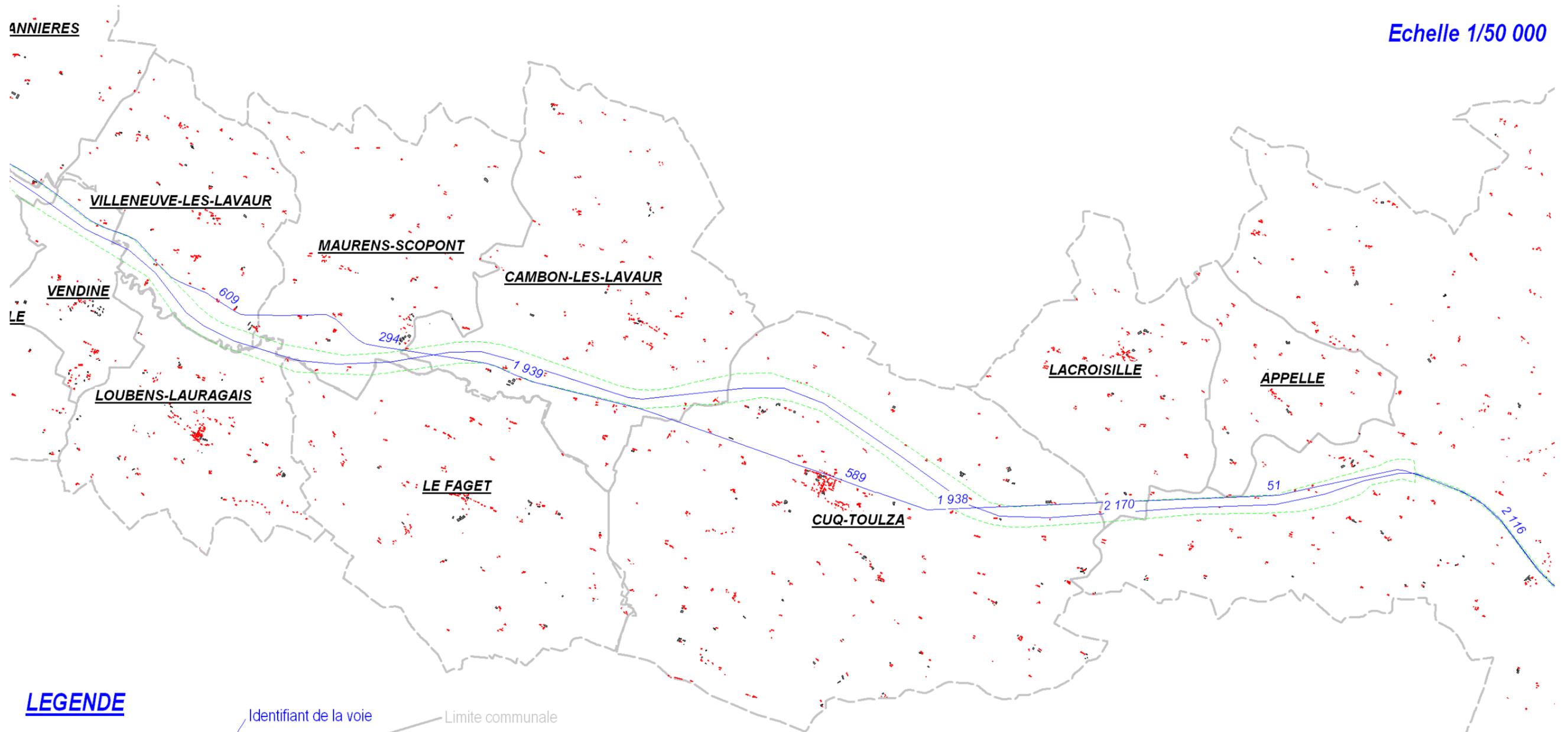
Période NUIT

CODE_INSEE	COMMUNE	REFERENCE_Nuit	AM_PROGR_Nuit	AUTOROUTE_Nuit	REFERENCE_Nuit_2006	AM_PROGR_Nuit_2006	AUTOROUTE_Nuit_2006
81015	APPELLE	1	1	1	1	1	1
81022	BANNIERES	7	7	2	10	10	3
81050	CAMBON-LES-LAVAU	23	27	14	28	33	17
81054	CAMBOUNET-SUR-LE-SOR	65	28	29	84	36	37
81076	CUQ-TOULZA	45	56	24	51	64	27
81098	FREJEVILLE	0	0	0	0	0	0
81127	LACROISILLE	2	2	2	3	3	3
81162	MAURENS-SCOPONT	18	18	24	20	20	26
81173	MONTCABRIER	2	2	0	2	2	0
81219	PUYLAURENS	15	17	20	15	18	21
81251	SAINT-GERMAIN-DES-PRES	26	17	18	32	21	22
81273	SAIX	279	184	236	281	185	238
81289	SOUAL	73	84	63	78	89	67
81298	TEULAT	11	13	1	12	14	1
81318	VILLENEUVE-LES-LAVAU	7	7	4	10	10	6
81325	VIVIERS-LES-MONTAGNES	0	0	2	0	0	2
81065	CASTRES	95	103	164	95	103	164
	TARN	669	566	604	722	609	635
	ECARTS / REFERENCE		-103	-65		-113	-87
31074	BONREPOS-RIQUET	0	0	0	0	0	0
31082	BOURG-SAINT-BERNARD	15	16	11	16	17	12
31117	CASTELMAUROU	0	0	0	0	0	0
31179	LE FAGET	0	0	2	0	0	2
31194	FRANCARVILLE	0	0	4	0	0	4
31228	GRAGNAGUE	0	0	0	0	0	0
31304	LOUBENS-LAURAGAIS	0	0	0	0	0	0
31501	SAINT-MARCEL-PAULEL	0	0	0	0	0	0
31511	SAINT-PIERRE	0	0	0	0	0	0
31534	SAUSSENS	0	0	0	0	0	0
31571	VENDINE	8	8	1	11	11	1
31573	VERFEIL	22	23	12	26	27	14
	HAUTE-GARONNE	45	47	30	53	55	33
	ECARTS / REFERENCE		2	-15		2	-20
	TOTAUX	714	613	634	775	664	668
	ECARTS / REFERENCE		-101	-80		-111	-107

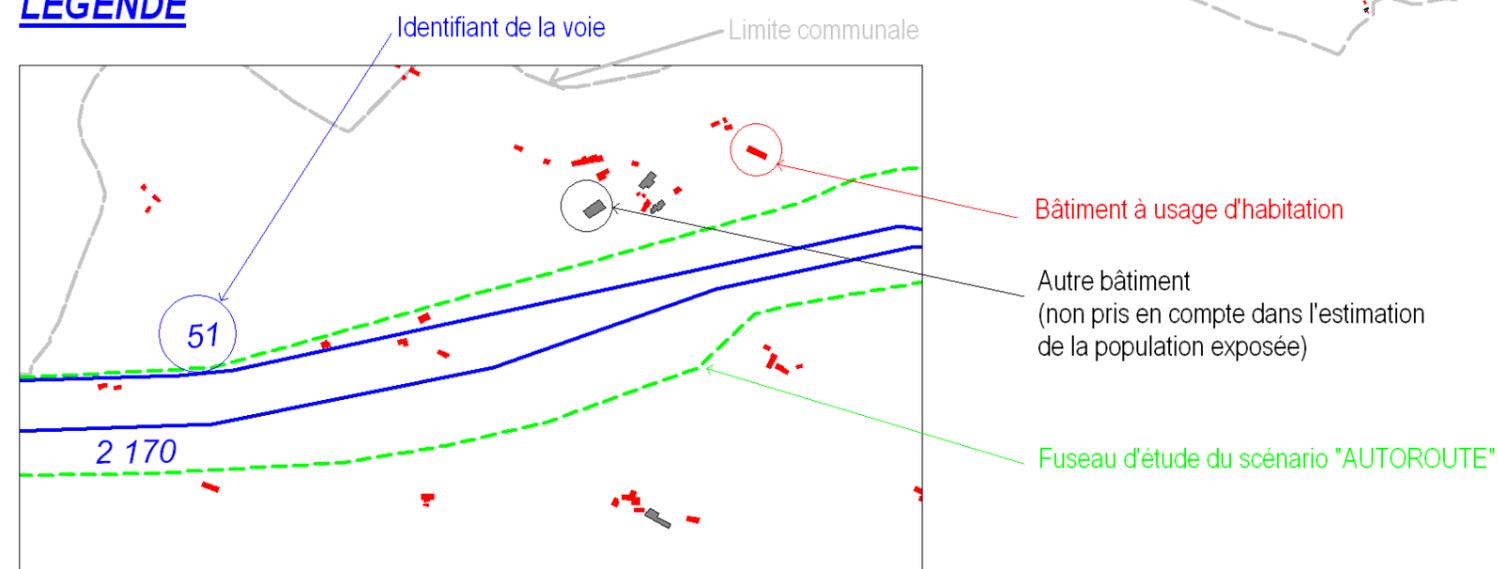
Estimation du nombre de personnes concernées par l'empreinte $LA_{eq\ 22h-6h} \geq 55\text{ dB(A)}$ par commune, par scénario et sur la base des données de population 1999 et 2006

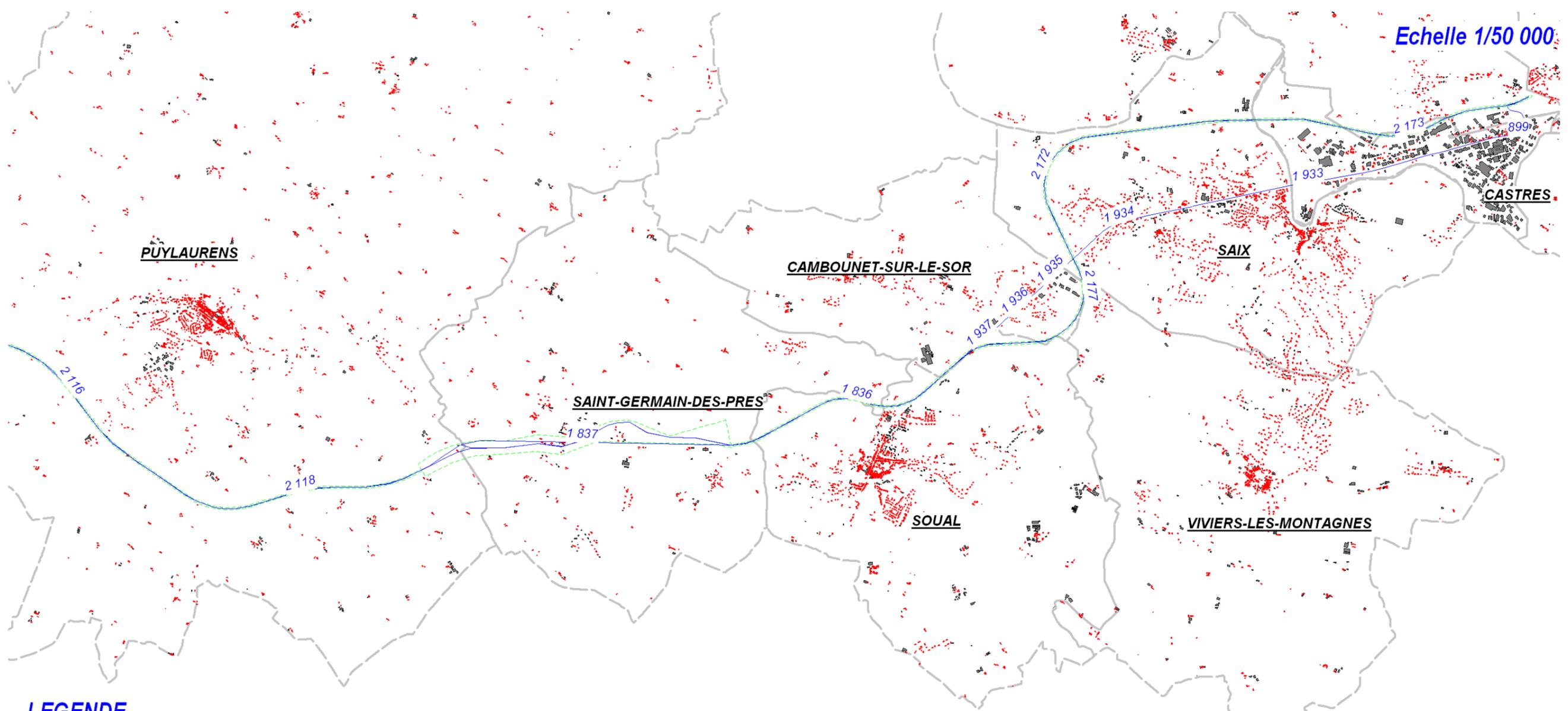
4.2 Documents cartographiques (tracés et repérage des bâtiments)



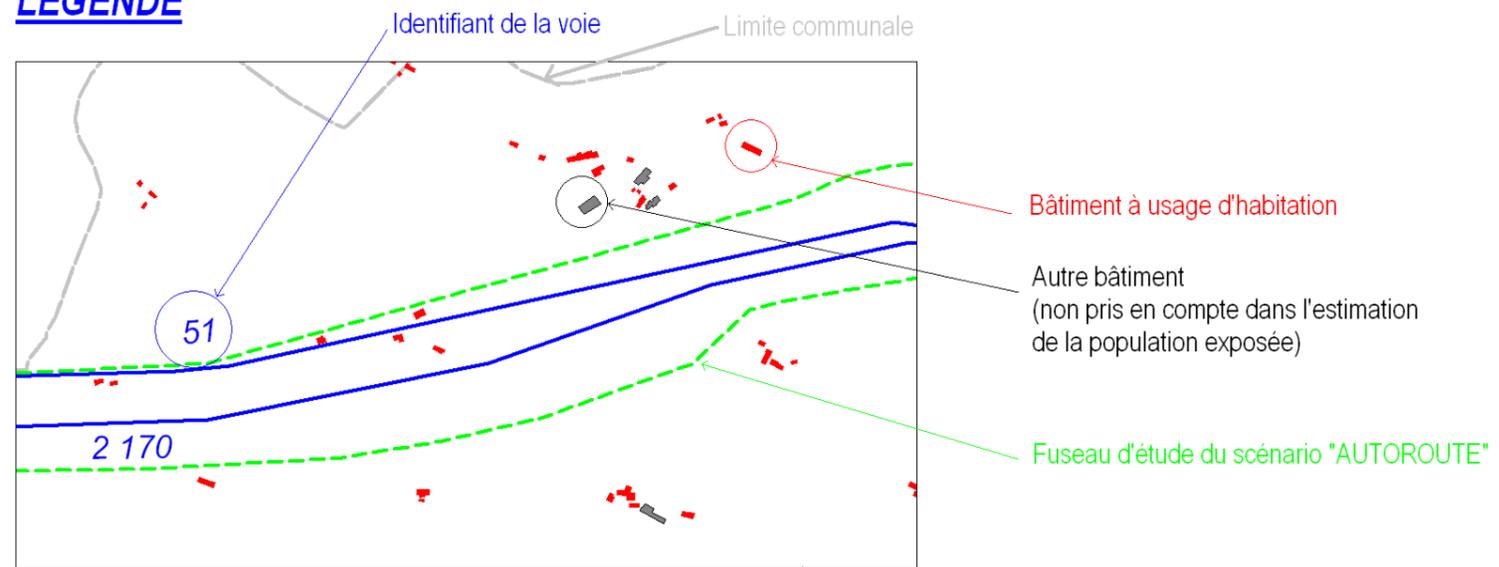


LEGENDE





LEGENDE



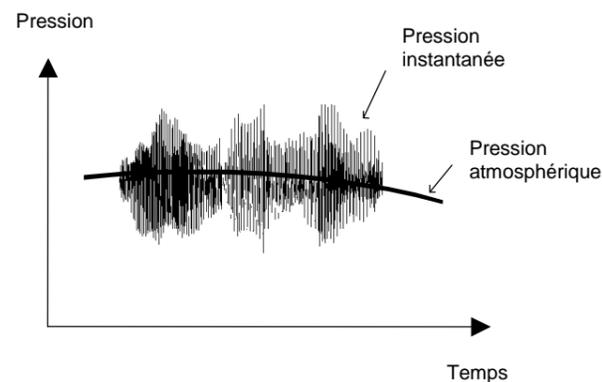
4.3 Le bruit des infrastructures routières : notions générales

4.3.1 Le bruit et sa propagation

4.3.1.1 Les indicateurs : de la pression acoustique au L_{Aeq}

La pression acoustique

La pression de l'air, appelée pression instantanée et exprimée en Pascal (Pa), est la somme de la pression atmosphérique, qui varie lentement dans le temps en fonction des conditions climatiques et à laquelle l'oreille humaine reste insensible, et de la pression acoustique, qui varie très rapidement et qui représente la variation de la pression instantanée perçue par l'oreille.

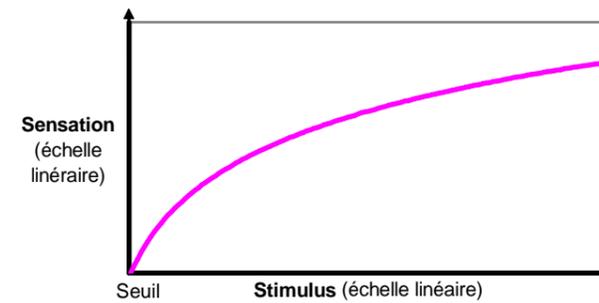


pression acoustique = pression instantanée – pression atmosphérique

Le niveau de pression acoustique, le décibel

Les valeurs de la pression acoustique peuvent s'étendre sur une plage considérable. Entre le plus faible bruit audible d'amplitude $p = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa et le seuil de la douleur, approximativement 20 Pa, la pression acoustique est multipliée par 1 million.

L'échelle des pressions a rapidement été jugée peu pratique et des valeurs logarithmiques ont été utilisées. Furent définis le Bel et son sous-multiple le décibel, noté dB. L'échelle des bruits entre le seuil d'audibilité et la douleur a ainsi été ramenée à des valeurs comprises entre 0 et 120 dB. Le second intérêt de ce changement est que l'on se rapprochait beaucoup plus de la progression des sensations auditives par l'intermédiaire des décibels que par celui des pressions acoustiques ; en effet, la sensation auditive varie comme le logarithme de l'excitation.



Cette grandeur appelée niveau de pression acoustique ou « niveau sonore » et notée $L_p(t)$ s'exprime en décibels (dB) :

$$L_p(t) = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{1}{\tau} \int_{t-\frac{\tau}{2}}^{t+\frac{\tau}{2}} \frac{p^2(\theta)}{p_0^2} \cdot d\theta \right)$$

où : p est la pression acoustique ;
 p_0 est la pression de référence égale au seuil d'audibilité : $2 \cdot 10^{-5}$ Pa ;
 τ est la durée d'intégration.

C'est ce niveau de pression acoustique qui est directement fourni par les appareils de mesure comme les sonomètres. En général, la durée d'intégration τ utilisée par les sonomètres est de 125 ms ou de 1 s.

Le cumul des niveaux sonores

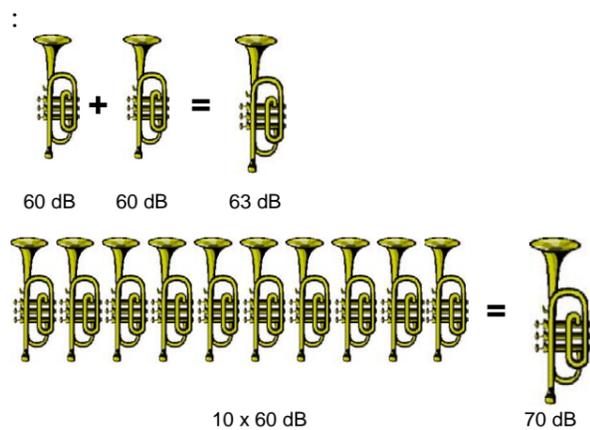
L'emploi d'une échelle logarithmique pour la représentation des niveaux de bruit conduit à des règles de calcul peu habituelles, inhérentes au calcul logarithmique. Ce mode de représentation permet, outre les avantages déjà présentés plus haut, d'expliquer les effets de masque de sources sonores de nature différentes.

Les niveaux de pression acoustique provenant de sources indépendantes (ie non corrélées), ne se cumulent pas au récepteur de façon arithmétique : 60 dB + 60 dB ne font pas 120 dB. Pour le bruit d'origine routière, les sources n'étant pas corrélées, ce sont les énergies, et donc les carrés des pressions qui s'ajoutent : $p_{\text{total}}^2 = p_1^2 + p_2^2$.

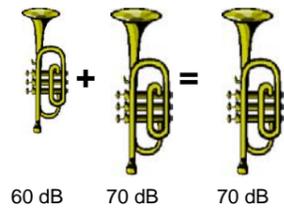
Le cumul des niveaux sonores obéit donc à une loi logarithmique : si n sources (S_1, S_2, \dots, S_n) indépendantes contribuent chacune par un niveau de pression acoustique L_i , le niveau de pression total reçu L_r est :

$$L_r = 10 \cdot \log_{10} \left[\sum_{i=1}^{i=n} 10^{\frac{L_i}{10}} \right]$$

Quelques exemples



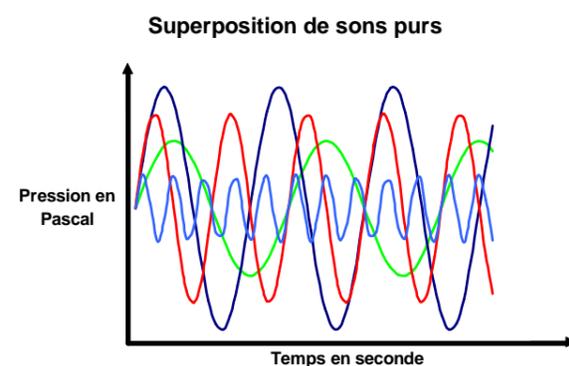
De façon générale, si n sources produisent chacune au récepteur un niveau L , le niveau global est égal à $L + 10 \cdot \log_{10}(n)$.



Le niveau de bruit le plus élevé « masque » presque totalement le plus faible dès lors qu'il y a au moins 10 décibels d'écart. Ce phénomène est d'ailleurs appelé communément l'effet de masque.

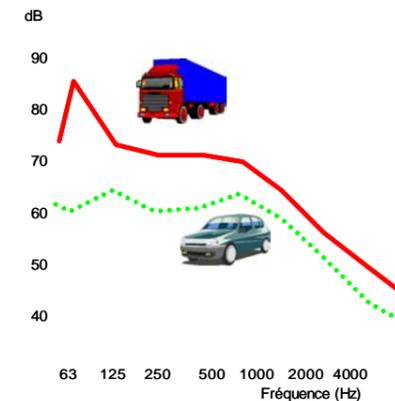
Le spectre sonore et la pondération A

Le bruit routier, comme la plupart des bruits, est un son complexe composé d'une multitude de sons purs. Un son pur est une fonction sinusoïdale du temps caractérisée par sa fréquence (nombre d'oscillations par seconde) ou sa longueur d'onde (distance parcourue pendant une oscillation).



Ainsi, dans la pratique, le signal sonore peut être exprimé en fonction :

- du temps, au moyen du niveau de pression acoustique, dont la principale utilité est de synthétiser le résultat sous forme d'un nombre scalaire unique ;
- de la fréquence, la décomposition d'un son par fréquences étant appelée le spectre sonore.

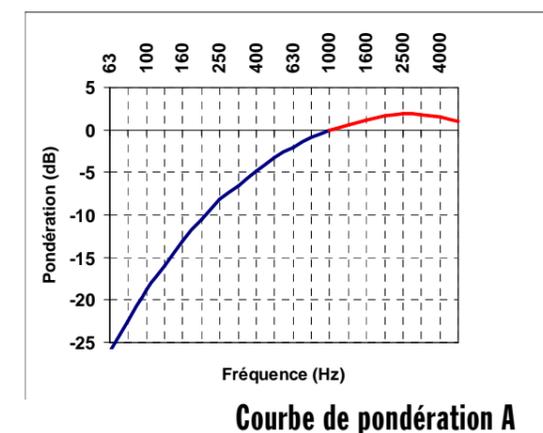


Exemple de spectres de véhicules

Le domaine audible peut être décomposé en trois plages :

- les sons graves : 20 à 360 Hz,
- les sons médiums : 360 à 1 400 Hz,
- les sons aigus : 1 400 à 20 000 Hz.

L'oreille humaine n'a pas la même sensibilité au bruit à toutes les fréquences : très sensible dans les médiums, elle perçoit moins bien les graves et les aigus. Ceci conduit à mettre au point des unités dites physiologiques, prenant compte de la sensation effective de l'oreille, par l'intermédiaire de courbes de pondération. L'unité utilisée pour le bruit routier est le décibel (A), ou dB(A), qui correspond à la courbe de pondération A.



Quelques repères :

- Une variation de bruit d'1 dB(A) est à peine perceptible.
- Une variation de 3 dB(A) est perceptible.
- Une variation de 10 dB(A) correspond à une sensation de « deux fois plus fort ».

Le niveau sonore continu équivalent LAeq (T) (noté également parfois LAeq_T)

Le bruit routier étant un phénomène essentiellement variable dans le temps, on a recours pour caractériser le bruit perçu sur un intervalle de temps donné à un indice énergétique : le niveau de bruit ou de pression équivalent sur la période T exprimé en décibels (A) et noté LAeq (T)

Le LAeq (T) représente le niveau de bruit constant qui aurait été produit avec la même énergie que le bruit existant réellement pendant la période T considérée. Il exprime donc la moyenne de l'énergie reçue.

$$LAeq(T) = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{1}{T} \int_T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right)$$

où : p(t) est la pression acoustique instantanée ;
p₀ est la pression de référence égale au seuil d'audibilité : 2.10⁻⁵ Pa.

Pour caractériser la nuisance sonore, la réglementation française actuelle a retenu un indicateur diurne, le LAeq (6h-22h) et un indicateur nocturne, le LAeq (22h-6h), estimés sur la base de paramètres représentatifs des conditions moyennes annuelles.

La directive européenne n°2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement impose deux nouveaux indicateurs, le L_{DEN} et le L_N, qui sont des dérivés du LAeq (T). Le L_{DEN} est un indicateur du niveau de bruit global pendant la journée, la soirée et la nuit utilisé pour qualifier la gêne liée à l'exposition au bruit. Il combine le LAeq de jour, de 6h à 18h, le LAeq de soirée, de 18h à 22h, et le LAeq de nuit, de 22h à 6h, avec une correction de 5 dB(A) pour la soirée et de 10 dB(A) pour la nuit et aucune pour le jour. Le L_N est un indicateur du niveau sonore pendant la nuit, égal au LAeq sur la période de nuit de 22h à 6h, qui qualifie les perturbations du sommeil.

La directive européenne exige qu'en façade de bâtiment seul le son incident soit pris en compte dans le calcul du L_{DEN} et du L_N. Cette spécificité a été traduite conventionnellement par une diminution des niveaux sonores équivalents pondérés A de 3 dB(A).

$$L_{DEN} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{LAeq(6h-18h)}{10}} + 4 * 10^{\frac{LAeq(18h-22h)+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{LAeq(22h-6h)+10}{10}} \right) \right) - 3$$

$$L_N = LAeq(22h-6h) - 3$$

4.3.1.2 L'émission sonore du transport routier

Les sources de bruit d'un véhicule routier

Le bruit émis par un véhicule circulant sur une infrastructure routière résulte de différents facteurs pouvant être regroupés en trois principales catégories :

- le bruit aérodynamique ;
- le bruit d'origine mécanique ou « bruit moteur » ;
- le bruit de roulement résultant du contact pneumatique / chaussée.

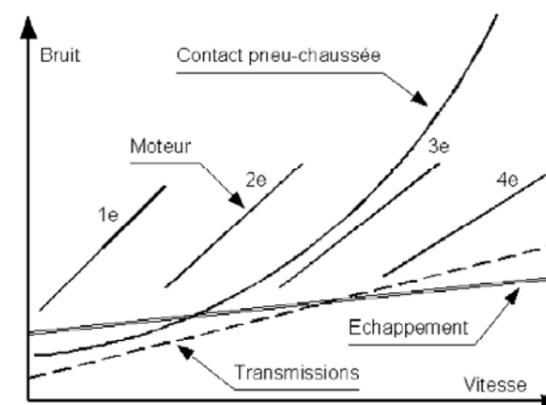
Le bruit aérodynamique résulte des turbulences du flux d'air autour et au travers du véhicule en circulation. Cette source de bruit est négligeable aux vitesses auxquelles circulent les véhicules en agglomération. Sur voies rapides ou autoroutes, elle devient plus importante en particulier pour les poids lourds.

Le bruit d'origine mécanique englobe le bruit généré par le groupe motopropulseur du véhicule dans son ensemble, ce qui inclut l'admission et l'échappement, le bloc moteur, la boîte de vitesse et la transmission ainsi que les ventilateurs.

Le bruit de contact pneumatique / chaussée dépend du type de pneumatique ainsi que du type de revêtement de chaussée.

Contribution relative des principales sources

Pour un mode de conduite et un véhicule moyens, le bruit d'origine mécanique prédomine par rapport aux autres sources de bruit pour des vitesses inférieures à environ 40 km/h et lorsque que le 1^{er} ou le 2nd rapport de boîte de vitesses sont engagés. En 3^{ème} rapport de boîte de vitesses, les bruits d'origine mécanique et de roulement s'équivalent. Enfin, le bruit de roulement prédomine dès que le 4^{ème} rapport est engagé et ceci reste vrai pour le 5^{ème} rapport.



Contributions respectives des sources de bruit sur un véhicule léger

Source : Note d'information Cftr n°4 Juin 2001 « Influence de la couche de roulement de la chaussée sur le bruit du trafic routier »

Facteurs influençant l'émission acoustique d'un véhicule ou d'un flot de véhicules

La motorisation

L'influence du type de motorisation a été étudiée par l'INRETS et le LCPC notamment. Une partie des résultats est reportée dans le rapport « Integration of low-noise pavements with other noise abatement measures » établi en 2005 dans le cadre du projet européen SILVIA – Sustainable road surfaces for traffic noise control. Des écarts notables ont été relevés à faible vitesse en 1^{ier} et 2nd rapports de boîte de vitesses ; ces écarts sont bien moins marqués dès le 3^{ème} rapport de boîte de vitesses. Les véhicules à moteur diesel sont très souvent les plus bruyants. Les moteurs hybrides et électriques offrent une réduction substantielle de l'émission sonore par rapport à celle des véhicules à motorisation diesel.

Concernant les autobus, une étude réalisée par l'Union Technique de l'Automobile et du Cycle (UTAC) pour la RATP met en évidence une réduction de 4 dB(A) du bruit émis au ralenti par un bus fonctionnant au gaz naturel par rapport à un bus fonctionnant au diesel ou au GPL mais des niveaux voisins pour les trois filières à 50 km/h.

Les pneumatiques

Des travaux réalisés par l'INRETS ont permis de montrer que l'influence du type de pneumatique sur l'émission sonore d'un véhicule adoptant un mode de conduite neutre (rapport de boîte de vitesses adapté et vitesse constante) n'excède pas 4 dB(A) pour des vitesses comprises entre 50 km/h et 130 km/h.

Le revêtement

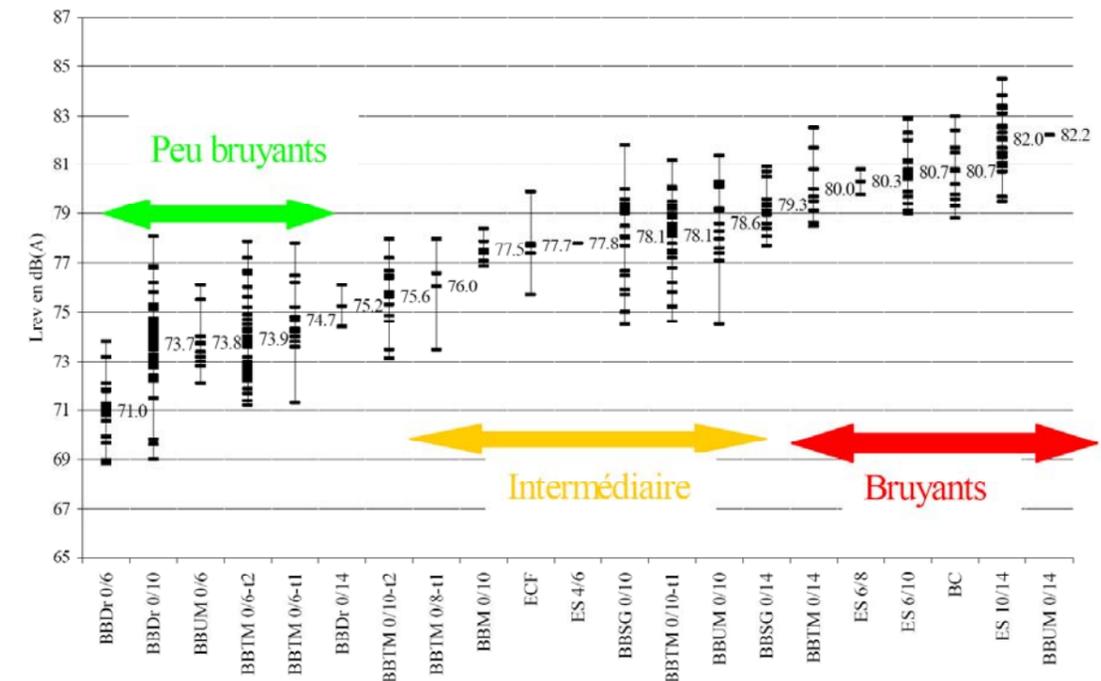
Le revêtement influence principalement le bruit de contact pneumatique / chaussée ; il constitue donc un paramètre important dans l'émission sonore d'un véhicule lorsque cette source devient prédominante à savoir pour des vitesses supérieures à 50-60 km/h et lorsque le 4^{ème} ou le 5^{ème} rapport de boîte de vitesses sont engagés. En milieu urbain, l'influence du revêtement est donc le plus souvent nettement plus faible.

Le revêtement de chaussée est un paramètre important dans l'émission sonore d'un véhicule.

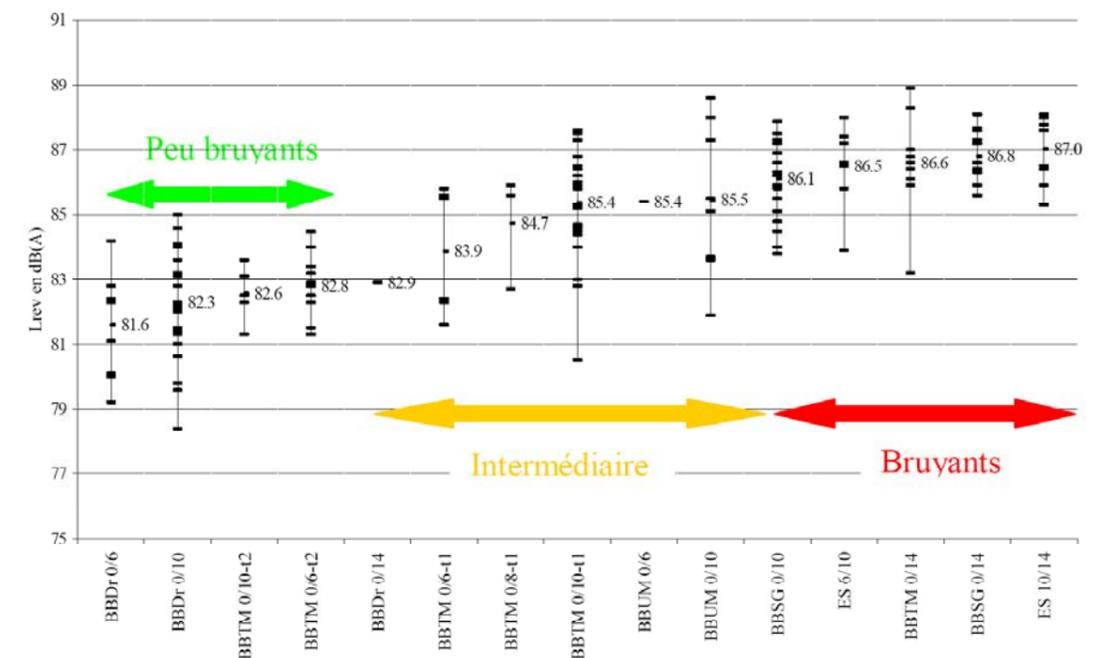
En bordure de voie, les écarts d'un revêtement à un autre peuvent être importants.

Le LRPC de Strasbourg alimente une base de données grâce aux résultats de mesures effectuées selon la norme NF S 31-119 par le réseau des laboratoires de Ponts et Chaussées. Les deux figures suivantes en fournissent une synthèse : la première montre le niveau sonore en bordure de voie (noté L_{rev} ou L_{Amax}) correspondant à des véhicules légers circulant à 90 km/h en fonction des différents types de revêtement et la seconde montre le niveau sonore correspondant à des poids lourds circulant à 80 km/h.

Base de données des revêtements : 288 mesures VI/VL (L_{Amax}, température de 20°, vitesse 90 km/h)



Base de données des revêtements : 167 mesures VI/TR (L_{Amax}, température de 20°, vitesse 80 km/h)



Bases de données des émissions sonores d'un véhicule léger et d'un poids lourd en fonction du revêtement

Source : Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Strasbourg

Ces résultats mettent en évidence les deux paramètres essentiels qui agissent sur la réduction du bruit de roulement : la taille des granulats et la porosité de l'enrobé. Ils montrent également que le revêtement a moins d'influence sur le bruit émis par un poids lourd que sur le bruit émis par un véhicule léger, du fait de la part plus importante de la contribution sonore du moteur dans le bruit émis par les poids lourds.

Parmi les revêtements les moins bruyants, on trouve les bétons bitumineux drainant 0/6 et 0/10 ainsi que les bétons bitumineux très minces et ultra minces à faible granulométrie 0/6. Par rapport à des revêtements plus classiques, des différences de niveaux sonores allant jusqu'à 8 dB(A) ont été mesurées en bordure de voie. En agglomération, à des vitesses plus faibles, ce gain est moindre. Par ailleurs, il faut avoir à l'esprit que ces différences entre revêtement ont tendance à diminuer au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la source.

La rampe ou le profil en long

L'effet de rampe est assez difficile à quantifier au plan acoustique dans la mesure où il modifie à la fois l'émission des véhicules (régime moteur) et leur vitesse :

- à vitesse égale, un véhicule est plus bruyant en montée que sur route horizontale de fait de son régime moteur plus élevé. Cet effet est surtout sensible en deçà de 70 km/h pour les véhicules légers et en deçà de 60 km/h pour les poids lourds ;
- la vitesse moyenne diminue avec la rampe.

Il est important de noter que l'effet d'une rampe est moins important sur une voie à double sens que sur une voie à sens unique montant dans la mesure où il n'affecte que le trafic montant. En effet, les véhicules montants sont plus bruyants que sur une route horizontale alors que les véhicules descendants émettent sensiblement le même bruit que sur une route horizontale.

La vitesse et l'allure

La vitesse influe principalement sur le bruit de roulement alors que l'allure, qui prend en compte les accélérations et les décélérations et donc le régime moteur, influe principalement sur le bruit moteur.

Aussi, en agglomération, sur les axes où la vitesse est limitée à 50 km/h, la vitesse influe peu sur l'émission sonore ; c'est le régime moteur, donc le caractère fluide, accéléré ou décéléré de la circulation, qui conditionne le bruit émis.

On distingue essentiellement deux types d'écoulement :

- L'écoulement fluide continu : lorsque les véhicules ont une vitesse sensiblement constante sur le tronçon de route étudié.
- L'écoulement pulsé indifférencié : lorsque la vitesse des véhicules n'est pas stabilisée et que de nombreux véhicules sont soit en accélération soit en décélération. Il est toutefois possible de distinguer un écoulement pulsé accéléré d'un écoulement pulsé décéléré.

A vitesse identique, un trafic pulsé est toujours plus bruyant que le même trafic fluide. Cet effet est surtout sensible aux basses vitesses et n'a quasiment pas d'influence sur l'émission acoustique à partir de 50 km/h.

A des vitesses plus élevées (supérieures à 60 km/h pour les véhicules légers et 70-80 km/h pour les poids lourds), auxquelles le bruit de roulement domine, la vitesse est un facteur essentiel. La figure suivante montre la valeur exprimée en dB(A) du niveau sonore L_{Aeq} (1 heure) provoqué par la circulation d'un véhicule léger ou d'un poids lourd par heure pour un type d'écoulement et un type de profil en travers en fonction de leur vitesse. Le niveau sonore généré par un trafic de Q véhicules est ensuite donné par la formule générale suivante :

$$L_{Aeq}(Q \text{ véhicules}) = L_{Aeq}(1 \text{ véhicule}) + 10 * \log_{10}(Q)$$

Le débit de véhicules

Le débit (volume de circulation en un temps donné) constitue le paramètre de base en matière de bruit émis par un trafic. L'émission acoustique d'une infrastructure routière varie en fonction de 10 fois le logarithme du débit. Il convient toutefois de prendre en compte, dans cette loi de variation, les différents types de véhicules qui circulent et dont les émissions sonores ne sont pas les mêmes. Un moyen simple et rapide d'appréhender l'effet de la répartition du débit entre véhicules légers et poids lourds consiste à introduire la notion de « débit total équivalent » définie par la relation suivante :

$$Q_{eq\text{véh/h}} = Q_{VL/h} + E \times Q_{PL/h}$$

où : $Q_{VL/h}$ est le débit moyen de véhicules légers pour l'heure moyenne représentative de la période considérée (6h-18h, 18h-22h, 6h-22h, 22h-6h),

$Q_{PL/h}$ est le débit moyen de poids lourds pour l'heure moyenne représentative de la période considérée,

E est le facteur d'équivalence acoustique qui dépend, entre autres, des conditions de circulation et de la pente de la voie.

Le coefficient d'équivalence est un moyen simple de prendre en compte les différences d'émission sonore entre les catégories de véhicules. Il traduit le fait qu'un poids lourd « équivaut acoustiquement », selon la situation, à 4 à 20 véhicules légers.

		Rampe de la route		
		≤ 2 %	4 %	≥ 6 %
Vitesse moyenne du flot	120 km/h	4	5	6
	100 km/h	5	6	7
	50 km/h	10	16	20

*Facteur d'équivalence entre un poids lourd et un véhicule léger
(extrait de la norme NF S 31-085)*

A titre indicatif, à composition égale, une erreur de 25% sur les trafics induit une erreur de 1 dB(A) sur les niveaux sonores et une erreur de 60% induit une erreur de 2 dB(A). Cet exemple vaut non seulement pour une erreur sur les trafics mais également pour une variation des trafics résultant d'une action de maîtrise du trafic.

Quelques repères :

- Un doublement du débit équivalent entraîne une augmentation du niveau sonore de 3 dB(A) ; de la même manière, une réduction de moitié du débit équivalent fait baisser le niveau sonore de 3 dB(A).
- Reporter 10 000 véh/jour sur une voie qui en écoule 5 000 entraîne une augmentation du bruit de 5 dB(A), alors que dévier 10 000 véh/jour d'une voie qui en écoulait 70 000 ne fait baisser le niveau de bruit que de 1 dB(A).
- Sur voie rapide, en circulation fluide et en l'absence de rampe ($e = 5$), le niveau est augmenté de 1,5 dB(A) avec 10% de poids lourds, de 2,5 dB(A) avec 20% de poids lourds et de 3,5 dB(A) avec 30% de poids lourds.

4.3.1.3 De l'émission sonore à l'exposition : la propagation du son

L'évaluation de l'exposition sonore d'une façade d'un bâtiment à l'aide des méthodes courantes passe systématiquement par deux étapes :

- la détermination de l'émission acoustique de la source,
- la détermination de l'atténuation du bruit due à sa propagation entre la source et le point récepteur.

D'une manière générale, les atténuations sont liées aux phénomènes suivants :

- La divergence géométrique : l'énergie se répartit sur une surface d'onde de plus en plus grande, elle se disperse donc dans l'espace. Ce phénomène dépend uniquement des paramètres géométriques et de la nature de la source.
- L'absorption atmosphérique : la mise en mouvement des molécules de l'air, support de la propagation de l'onde sonore, consomme de l'énergie. Cet effet, proportionnel à la distance de propagation, est variable en fonction de la fréquence.
- L'effet de masque : la présence d'un obstacle entre la source et le récepteur masque tout ou partie de l'énergie acoustique.
- L'effet de sol : lors de la propagation de l'onde acoustique au voisinage du sol, des interférences se créent entre l'onde directe et l'onde réfléchie sur le sol. L'atténuation résultante est d'autant plus importante que l'on se propage près du sol, que la distance augmente et que le sol est absorbant. Cet effet varie selon la fréquence.
- La diffraction : lorsqu'une onde intercepte une arête géométrique, cette arête se comporte comme une source secondaire et rayonne de l'énergie à son tour.

- La réfraction : dans une atmosphère parfaitement homogène et isotrope, le son se propagerait en ligne droite. Dans la réalité, compte tenu du vent et du gradient de température, les trajets de propagation sont courbes ; ce qui peut conduire à « contourner » certains obstacles, ou encore à réduire l'effet de sol. Cet effet n'est significatif qu'à partir d'une distance de la source sonore supérieure à une centaine de mètres.

La prise en compte de l'ensemble de ces phénomènes suppose de recourir à des modèles de calcul complexes.

A ce jour, on peut distinguer quatre niveaux de complexité de modèles pour le calcul de la propagation du bruit :

- Très simplifié : on peut en première approche ne retenir que la divergence géométrique pour le calcul. C'est le choix qui a été fait pour déterminer les secteurs affectés par le bruit définis dans le classement sonore. Le modèle est essentiellement basé sur l'effet de distance.
- Simplifié : en plus de l'atténuation liée à l'éloignement, on prend en compte les effets de masque. Cela suppose que l'emplacement des bâtiments et divers obstacles est connu. Cette méthode correspond à la méthode simplifiée du guide du bruit. Elle permet de prendre en compte également les effets de diffraction sur les obstacles et notamment les écrans.
- Détaillé : l'ensemble des phénomènes propagatifs sont pris en compte essentiellement en 2D. Cette méthode correspond à la méthode détaillée du Guide du Bruit. Cela suppose que l'emplacement des bâtiments et divers obstacles, leur hauteur, la topographie, la nature des sols, le profil en travers sont connus.
- Très détaillé : il s'agit ici de modèles informatiques prenant en compte des sites complexes et des phénomènes physiques plus détaillés, notamment l'influence de certaines conditions météorologiques. C'est le cas de la méthode décrite dans la norme NF S 31-133³. Ces modèles nécessitent presque systématiquement l'utilisation d'outils informatiques.

Ainsi les données d'entrées nécessaires à la caractérisation de l'atténuation du son entre la source et le point récepteur varient en fonction de la complexité du modèle de propagation retenu.



³ Cette norme pose le principe d'un calcul détaillé des niveaux sonores moyens sur une longue période d'observation suivant deux types de conditions météorologiques bien distinctes :

- conditions favorables à la propagation du son, qui réhaussent les niveaux sonores au point d'observation ;
- conditions homogènes (atmosphère stable et homogène, sans effet sur la propagation des ondes sonores).

Le résultat final est obtenu en cumulant les niveaux sonores calculés dans les deux types de conditions, pondérés par la probabilité d'occurrence des conditions favorables sur le site considéré et son complément. Cela revient à reconstruire un profil des conditions atmosphériques au cours d'une longue période, en assimilant les conditions défavorables à la propagation (celles où le bruit reçu est le moins fort – par vent contraire entre autres) à des conditions homogènes, ce qui va dans le sens d'une meilleure protection des riverains.

4.3.2 Le cadre réglementaire

4.3.2.1 Les textes réglementaires

La réglementation en vigueur a pour origine l'article 12 de la loi n°92-1444 du 31 décembre 1992 (dite " Loi Bruit ").

Ses dispositions ont été détaillées par :

- le décret n° 95-22 du 9 janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres,
- l'arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières.

Ces textes sont applicables, quel que soit le maître d'ouvrage :

- à tous les projets (routes nouvelles et modifications significatives de routes existantes) pour lesquels l'ouverture d'une enquête publique (enquête pour une D.U.P. ou enquête " Bouchardeau ") a été décidée après le 10 novembre 1995 ;
- lorsqu'elles ne font pas l'objet d'une enquête publique, à toutes les modifications significatives de routes existantes dont les travaux ont débuté après le 10 novembre 1995.

La circulaire Equipement (Direction des Routes) - Environnement (Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques) du 12 décembre 1997, " relative à la prise en compte du bruit dans la construction de routes nouvelles ou l'aménagement de routes existantes du réseau national " (NOR : EQUR 97 0 1908 C), a précisé les modalités d'application de ces textes sur le réseau routier national.

4.3.2.2 Le contenu des principales obligations

La contribution sonore de la route est évaluée à une distance de 2 m en avant des façades avec les fenêtres fermées et dans des conditions de circulation moyennes représentatives de l'ensemble de l'année (T.M.J.A.).

L'étude d'impact de l'aménagement doit mentionner les hypothèses de trafic et les méthodes prévisionnelles utilisées pour évaluer les niveaux de bruit, ainsi que les principes des mesures de protection envisagées (merlon, écran antibruit, isolation de façades, autres).

Les niveaux sonores maximaux définis par la réglementation s'appliquent sans limite temporelle.

Pour le réseau national, la circulaire du 12 décembre 1997 demande d'évaluer les niveaux sonores prévisionnels à un horizon de vingt ans après la mise en service.

- **Pour les routes nouvelles, dont toutes les sections neuves du scénario « AUTOROUTE »** les seuils réglementaires applicables dépendent de la nature des locaux et du niveau sonore ambiant initial de la zone, selon les dispositions rappelées dans le tableau suivant :

Nature des locaux	Niveau sonore ambiant initial (avant réalisation de la voie nouvelle)	Contribution sonore de la seule route nouvelle (LAeq)	
		6 h - 22 h (diurne)	22 h - 6 h (nocturne)
Logements	modéré de jour et de nuit *	60 dB(A)	55 dB(A)
	non modéré de jour et modéré de nuit *	65 dB(A)	55 dB(A)
	modéré de jour et non modéré de nuit*	65 dB(A)	60 dB(A)
	non modéré de jour ni de nuit*		
Bureaux	modéré de jour et de nuit *	65 dB(A)	aucune obligation
	autres cas	aucune obligation	
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale : salle de soins et de repos des malades	indifférent	57 dB(A)	55 dB(A)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale : autres locaux	indifférent	60 dB(A)	55 dB(A)
Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	indifférent	60 dB(A)	aucune obligation

* Le niveau sonore ambiant initial est le niveau existant sur le site toutes sources sonores confondues.
Il est : - modéré de jour si le LAeq ambiant (6 h - 22 h) est < 65 dB (A),
- modéré de nuit si le LAeq ambiant (22 h - 6 h) est < 60 dB (A).

- **Pour les aménagements de routes existantes, dont les sections du scénario « AMénagement PROGRESSIF » situées entre Verfeil et Soual,** les seuils réglementaires applicables dépendent en outre de la contribution initiale de la route existante.

Avant toute chose, la transformation doit être significative au sens des articles 2 et 3 du décret n° 95-22 du 9 janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres, à savoir vérifier conjointement les deux conditions suivantes :

- elle résulte de travaux - à l'exclusion des travaux de renforcement de chaussées, des travaux d'entretien, des aménagements ponctuels et des aménagements de carrefours non dénivelés ;
- elle engendre, à terme, une augmentation de plus de 2 dB(A) de la contribution sonore de la seule route, par rapport à ce que serait cette contribution à terme en l'absence de la modification ou transformation.

Pour le réseau routier national, la circulaire du 12 décembre 1997 demande de réaliser cette comparaison à un horizon de 20 ans après la mise en service).

Si la modification n'est pas significative au sens de cette définition, aucune exigence n'est fixée.

Si la modification est significative, la contribution sonore de la route après modification devra respecter les seuils diurnes et nocturnes suivants :

Nature des locaux	Contribution actuelle de la route existante	Niveau sonore ambiant initial de jour (avant transformation)*	Seuil à respecter pour la seule route après transformation
Logements	≤ 60 dB(A)	< 65 dB(A)	60 dB(A)
		≥ 65 dB(A)	65 dB(A)
	> 60 et ≤ 65 dB(A)	< 65 dB(A)	Valeur de la contribution actuelle de la route
		≥ 65 dB(A)	65 dB(A)
	> 65 dB(A)	≥ 65 dB(A)	65 dB(A)
Bureaux	indifférent	< 65 dB(A)	65 dB(A)
		≥ 65 dB(A)	aucune obligation
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale : salles de soins et de repos des malades	≤ 57 dB(A)	indifférent	57 dB(A)
	> 57 et ≤ 65 dB(A)		Valeur de la contribution actuelle de la route
	> 65 dB(A)		65 dB(A)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale : autres locaux	≤ 60 dB(A)	indifférent	60 dB(A)
	> 60 et ≤ 65 dB(A)		Valeur de la contribution actuelle de la route
	> 65 dB(A)		65 dB(A)
Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	≤ 60 dB(A)	indifférent	60 dB(A)
	> 60 et ≤ 65 dB(A)		Valeur de la contribution actuelle de la route
	> 65 dB(A)		65 dB(A)

Nature des locaux	Contribution actuelle de la route existante	Niveau sonore ambiant initial de nuit (avant transformation)*	Seuil à respecter pour la seule route après transformation
Logements	≤ 55 dB(A)	< 60 dB(A)	55 dB(A)
		≥ 60 dB(A)	60 dB(A)
	> 55 et ≤ 60 dB(A)	< 60 dB(A)	Valeur de la contribution actuelle de la route
		≥ 60 dB(A)	60 dB(A)
	> 60 dB(A)	≥ 60 dB(A)	60 dB(A)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale (y compris salles de soins et de repos des malades)	≤ 55 dB(A)	indifférent	55 dB(A)
	> 55 et ≤ 60 dB(A)		Valeur de la contribution actuelle de la route
	> 60 dB(A)		60 dB(A)

* Le niveau sonore ambiant initial est le niveau existant sur le site toutes sources sonores confondues (y compris la route dans son état initial).

4.3.3 Le bruit routier : mesures génériques de réduction

4.3.3.1 Choix du mode de protection

Comme spécifié par le décret 95-22, lorsqu'il y a nécessité de concevoir des dispositifs de protection acoustique, **les niveaux réglementaires seront obtenus en priorité par un traitement de l'infrastructure ou de ses abords.**

Ainsi, dans les situations courantes, on cherchera, autant que possible à prendre en compte les nuisances sonores dès le stade des études de conception d'une route, et mettre ainsi à profit les possibilités d'agir sur :

- ses caractéristiques géométriques (tracé, profil en long, profil en travers) ;
- les conditions de circulation (allure, vitesse) ;
- la création des protections à la source et notamment d'écrans et buttes en terre.

Si le respect des niveaux sonores réglementaires par ces seules dispositions s'avère incompatible avec les impératifs techniques (problèmes de stabilité des sols par exemple), économiques (coût d'un ouvrage de protection disproportionné en regard du nombre de locaux à protéger), ou d'insertion dans l'environnement (forte intrusion visuelle, suppression d'ensoleillement sur une façade proche, hauteur d'écran rédhitoire du point de vue du traitement architectural, etc.), les solutions adoptées seront du type mixte, associant une protection à la source et un renforcement de l'isolement des façades. Les protections à la source seront alors dimensionnées pour assurer le respect des objectifs réglementaires pour les espaces au sol proches des bâtiments, le complément nécessaire aux étages supérieurs étant apporté par le renforcement de l'isolement des façades. Enfin, dans certains cas, les solutions d'isolations de façades seules constitueront la solution la meilleure.

Il est à noter que l'arrêté du 5 mai 1995 stipule que l'isolement de façade à mettre en oeuvre ne peut être inférieur à 30 dB(A), quel que soit le cas.

4.3.3.2 Influence du profil en travers sur les niveaux sonores

Trois situations types peuvent être rencontrées :

- Situation n°1 : route au niveau du terrain naturel : - elle sert de situation de références sur laquelle asseoir les comparaisons
- Situation n°2 : route en remblai ;
- Situation n°3 : route en déblai

Les exemples qui suivent, dans lesquels le terrain naturel est simplifié (zone de plaine), permettent de mettre en évidence l'impact de la morphologie du site sur les niveaux sonores.

- **Situation n°1 (référence) : route au terrain naturel (T.N.)**

La coupe isophonique transversale (carte verticale) ci-dessous d'une route au TN met clairement en évidence l'atténuation des niveaux sonores en fonction de la distance et l'effet d'absorption des ondes par le sol.



Route au TN – 1340 véhicules/heure à 110 km/h dont 7 % de PL⁴ – échelle des hauteurs dilatée 10 fois
Intervalle entre isophones = 5 dB(A)

- **Situation n°2 : route en remblai**

Le fait de construire une route en remblai a deux effets antagonistes sur le niveau sonore à son voisinage :

- D'une part, dans la zone proche du remblai, et cela d'autant plus que sa hauteur est importante, il y a création d'une « zone d'ombre », dans laquelle le bruit peut être réduit ;
- D'autre part, pour des zones plus éloignées, il y a augmentation du niveau sonore par rapport à la situation de référence « route au TN » ; ceci est dû au fait que l'élévation de la source diminue l'effet d'absorption des ondes par le sol

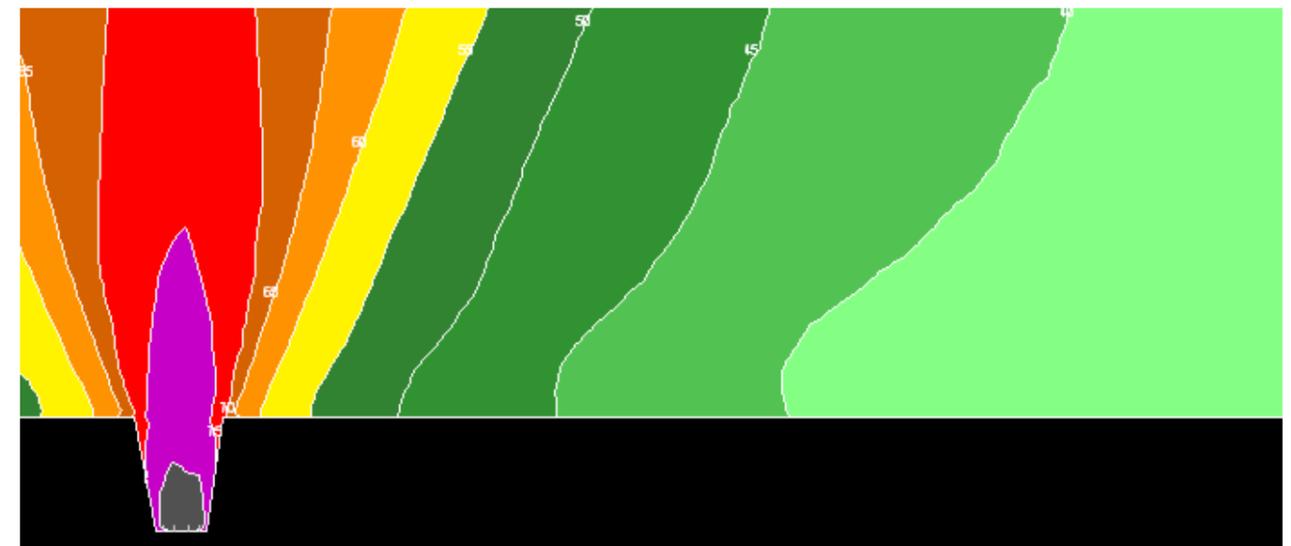
L'illustration suivante illustre ce double phénomène.



Route sur remblai hauteur 4 m – 1340 véhicules/heure à 110 km/h dont 7 % de PL – échelle des hauteurs dilatée 10 fois

- **Situation n°3 : route en déblai**

Le déblai constitue une protection naturelle efficace, le haut de déblai jouant le rôle d'un écran acoustique. L'illustration ci-dessous montre l'effet important en terme d'affaiblissement des niveaux sonores, par rapport à la situation « route au TN », d'un déblai de 4 mètres de profondeur.



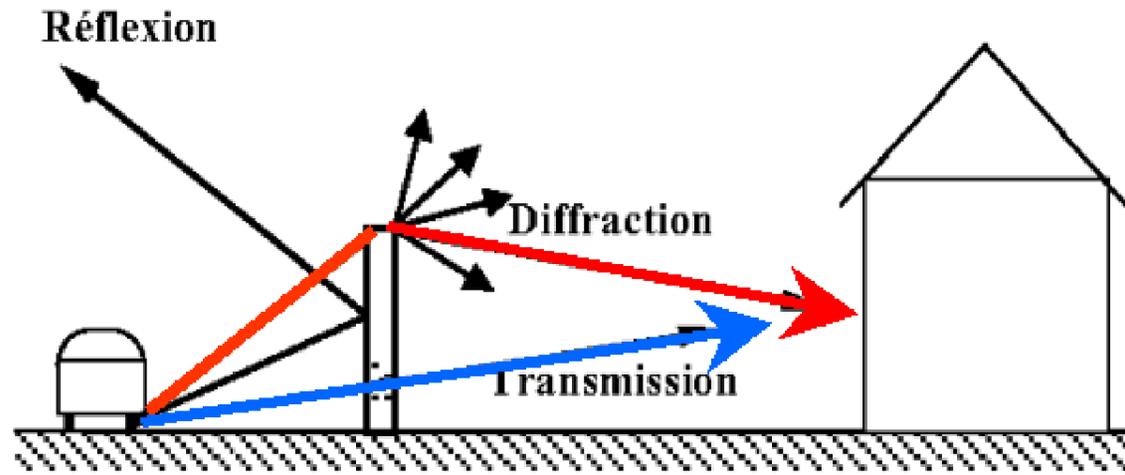
Route en déblai hauteur 4 m – 1340 véhicules/heure à 110 km/h dont 7 % de PL – échelle des hauteurs dilatée 10 fois

⁴ cf Annexe 4.1 :ID 2173 / Arc Num 2147483647/ Scénario AM_PROG / période Jour

4.3.3.3 Les écrans acoustiques

Ils conviennent aux zones où l'on dispose de peu d'espace, ainsi que sur tous les remblais. Ils peuvent être verticaux ou inclinés, réfléchissants ou absorbants sur une ou deux faces, éventuellement et en tant que de besoin surmontés de dispositifs additionnels tels que des "casquettes", des couronnements...

La fonction première de l'écran est de s'opposer à la transmission directe du son, les ondes sonores se propageant à l'arrière de l'écran après diffraction sur les arêtes (sommet ou extrémités) - Pour assurer cette efficacité en transmission, la plupart des matériaux conviennent pourvu que la masse par unité de surface, et l'étanchéité du dispositif soient suffisantes pour s'opposer à la transmission directe du son.



L'atténuation apportée par l'écran est proportionnelle à la différence de marche (1) - (2) et dépend donc essentiellement de la géométrie de l'écran et de sa position par rapport à la source et à la zone à protéger... pourvu que l'onde transmise soit négligeable devant l'onde diffractée

Ce type de protection permet d'obtenir des gains moyens de 5 à 7 dB(A) et dans le meilleur des cas, des gains de 10 à 12 dB(A) en fonction des configurations, comme le montrent à titre d'exemple les illustrations suivantes :

Exemple d'affaiblissement des niveaux sonores obtenu avec une protection à la source du type écran acoustique

Intervalle entre isophones = 5 dB(A)



Route au TN – 1340 véhicules/heure à 110 km/h dont 7 % de PL – échelle des hauteurs dilatée 10 fois



Même situation avec écran absorbant de hauteur 2 m

4.3.3.4 *Les buttes de terre*

En zone rurale ou en zone périurbaine, la butte de terre constitue la protection souvent privilégiée.

Leur inconvénient essentiel est la consommation importante d'espace (pour une butte de 3 mètres de hauteur, avec une pente de 2/3 et une largeur au sommet de un mètre, l'emprise atteint 10 mètres). Elles représentent des protections économiques si l'emprise est disponible et si l'on dispose d'excédents de déblais ou de matériaux impropres au réemploi en remblai.

Par rapport aux écrans, elles présentent des avantages sur les plans acoustique et paysager : absence de réflexions vers des zones bâties, surface relativement absorbante, possibilité de végétaliser les abords.

Pour une même efficacité, elles doivent en général être légèrement plus hautes que les écrans. En effet, l'arête est plus éloignée de la voie et le profil en travers de l'obstacle que représente la butte s'oppose moins à la propagation des ondes sonores que dans le cas d'un écran droit.

Les gains obtenus par mise en place d'une butte de terre sont comparables au cas des écrans : gains moyens de 5 à 7 dB(A) et dans le meilleur des cas, des gains de 10 à 12 dB(A) en fonction des configurations

