



Mise en œuvre de la Directive 2002/49/CE

Cartes de bruit stratégiques du réseau routier départemental et
communal dont le trafic dépasse 3 millions de véhicules par an
dans le département du Cantal

RAPPORT DE SYNTHÈSE

Version du 5 juillet 2012



Certio Medio Ambiente, S.L.
C/Baza, Parcela 6-I Polígono Juncaril,
18220 Albolote (Granada), Espagne
Tél. : +34 965 240 114
Fax : +34 958 490 046
www.certio.com



Apave Sudeurope S.A.S
10, rue François PERROUX
Parc d'activité Aftalion
34670 Baillargues
Tél. : 04 99 74 28 99
Fax : 04 67 45 62 61
www.apave.com

Table des matières

1. OBJET DE L'ÉTUDE	3
2. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE	4
3. CONTENU DES CARTES.....	5
4. MÉTHODOLOGIE D'ÉLABORATION DES CARTES DE BRUIT	6
4.1 CHOIX DE L'APPROCHE	6
4.2 LOGICIEL DE MODELISATION.....	7
4.3 MÉTHODE DE CALCUL	9
4.4 DONNÉES UTILISÉES.....	11
5. IDENTIFICATION DU RÉSEAU A CARTOGRAPHIER.....	17
5.1 RÉSEAU DÉPARTEMENTAL.....	17
5.2 RÉSEAU COMMUNAL	19
6. PRINCIPAUX RESULTATS	21
6.1 LES DOCUMENTS CARTOGRAPHIQUES	21
6.2 LES TABLEAUX	27
7. SUITE A DONNER.....	35
8. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	36

1. OBJET DE L'ÉTUDE

L'étude porte sur la réalisation des cartes de bruit stratégiques du réseau routier départemental et communal dont le trafic dépasse 3 millions de véhicules par an dans le département du Cantal.

Ce rapport présente un résumé de la méthode d'établissement des cartes et des principaux résultats de l'évaluation réalisée.

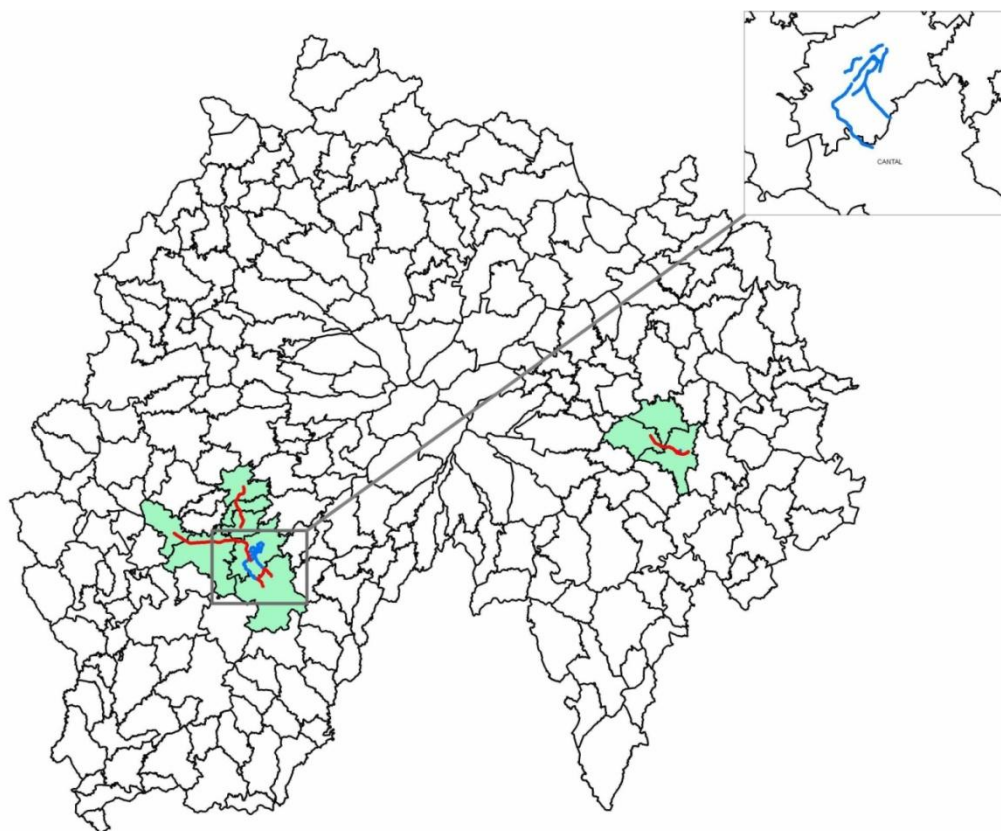


Figure 1 : Réseau départemental (en rouge) et communal (en bleu) concerné par l'étude.

2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Dans le cadre de la mise en œuvre de la directive européenne n° 2002/49/CE du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement [1], transposée en droit français par la loi n° 2005-1319 du 26 octobre 2005, traduite dans le code de l'environnement par les articles L. 572-1 à L. 572-11 et R572-1 à R572-11 [2] et l'arrêté du 4 avril 2006 [3], la direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement de la région Auvergne (DREAL) a mandaté le groupement Apave-Certio pour réaliser les cartes de bruit stratégiques du réseau routier départemental et communal dont le trafic annuel est supérieur à 3 millions de véhicules dans le département du Cantal (ce qui correspond à une moyenne journalière de 8200 véhicules).

A noter que cette étude vient compléter les cartes de bruit stratégiques 1^{ère} échéance élaborées par le centre d'études techniques de l'équipement de Lyon (CETE) en 2007 pour les infrastructures routières dont le trafic annuel était supérieur à 6 millions de véhicules.

3. CONTENU DES CARTES

Les cartes de bruit stratégiques sont destinées à permettre l'évaluation globale de l'exposition au bruit dans l'environnement et à établir des prévisions générales de son évolution [2]. Il s'agit donc d'une approche relativement macroscopique et synthétique, dont l'objectif principal est de procurer aux autorités responsables un repérage et une aide à la décision pour la définition des actions prioritaires à inclure dans les plans de protection du bruit dans l'environnement (PPBE).

Conformément aux textes de transpositions de la directive [3], les cartes de bruit comportent :

- des documents graphiques représentant les zones exposées au bruit,
- des tableaux estimant la population exposée au bruit,
- des tableaux estimant le nombre d'établissements sensibles (santé et éducation) exposés au bruit,
- des tableaux estimant la surface exposée au bruit.

4. METHODOLOGIE D'ELABORATION DES CARTES DE BRUIT

La méthode utilisée se base sur des calculs réalisés à partir d'une modélisation acoustique de l'infrastructure et de sa propagation sur les territoires riverains [3]. Elle satisfait aux recommandations contenues dans le guide méthodologique "*Production des cartes de bruits stratégiques des grands axes routiers et ferroviaires*", édité par le SETRA en 2007 [5].

4.1 Choix de l'approche

Le guide méthodologique du SETRA [5] propose deux approches conformes à la norme NF S31-133 "*Calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques*" [6]:

- Une approche dite « simplifiée » qui s'appuie sur des topologies simples de propagation implémentées dans une boîte à outils basée sur l'utilisation d'un Système d'Information Géographiques (SIG).
- Une approche dite « détaillée » qui s'appuie sur un logiciel de prévision sonore analogue à ceux utilisés dans les études d'impact, à partir de données descriptives détaillées du site (topographie, bâti, etc.).

Concrètement, le choix de l'approche dépend de la disponibilité des bases de données altimétriques en 3 dimensions, de la densité du bâti et de la complexité de la topographie rencontrée. Le logigramme ci après résume ces critères de choix.

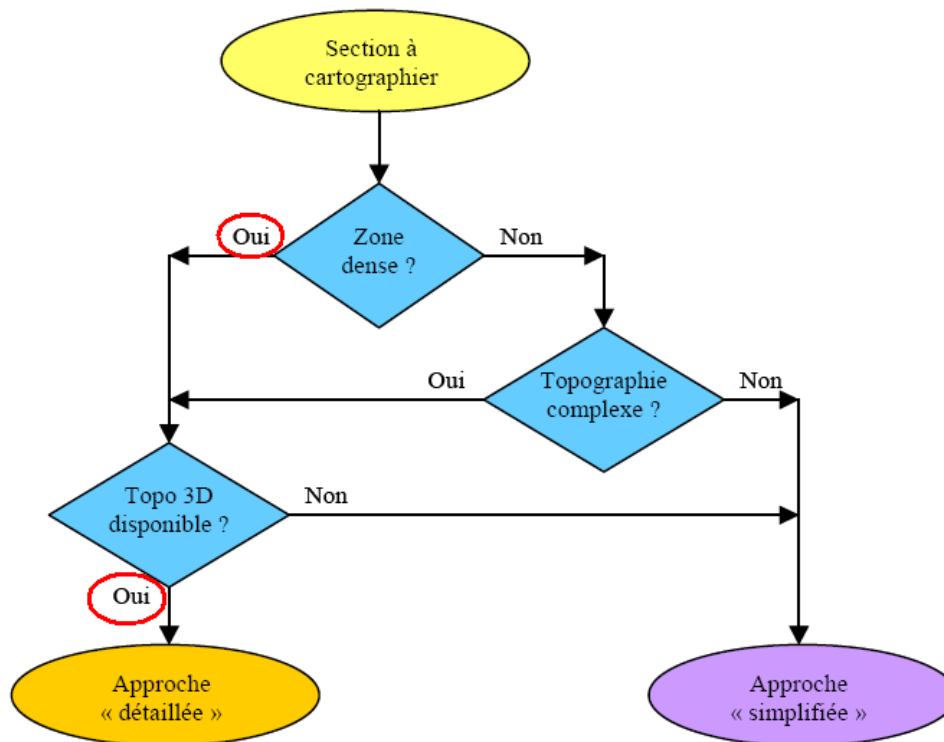


Figure 2 : Logigramme relatif au choix de la méthode de calcul acoustique [5].

Afin d’assurer une cohérence avec la démarche adoptée par le CETE pour le réseau routier national, l’approche détaillée a été retenue pour l’ensemble du linéaire concerné par l’étude. Pour mémoire, l’approche simplifiée avait été retenue pour les cartographies des voies départementales et communales lors de la 1^{ère} échéance.

4.2 Logiciel de modélisation

La modélisation acoustique a été réalisée avec Predictor Type 7810 de Brüel & Kjær®, programme de prévision des niveaux sonores conforme aux recommandations de la directive [1], particulièrement optimisé pour la cartographie à grande échelle grâce à son moteur de calcul *LimA*.

A noter que, depuis décembre 2011, le groupement dispose de la nouvelle version 8.11 intégrant la méthode de calcul NMPB 08.

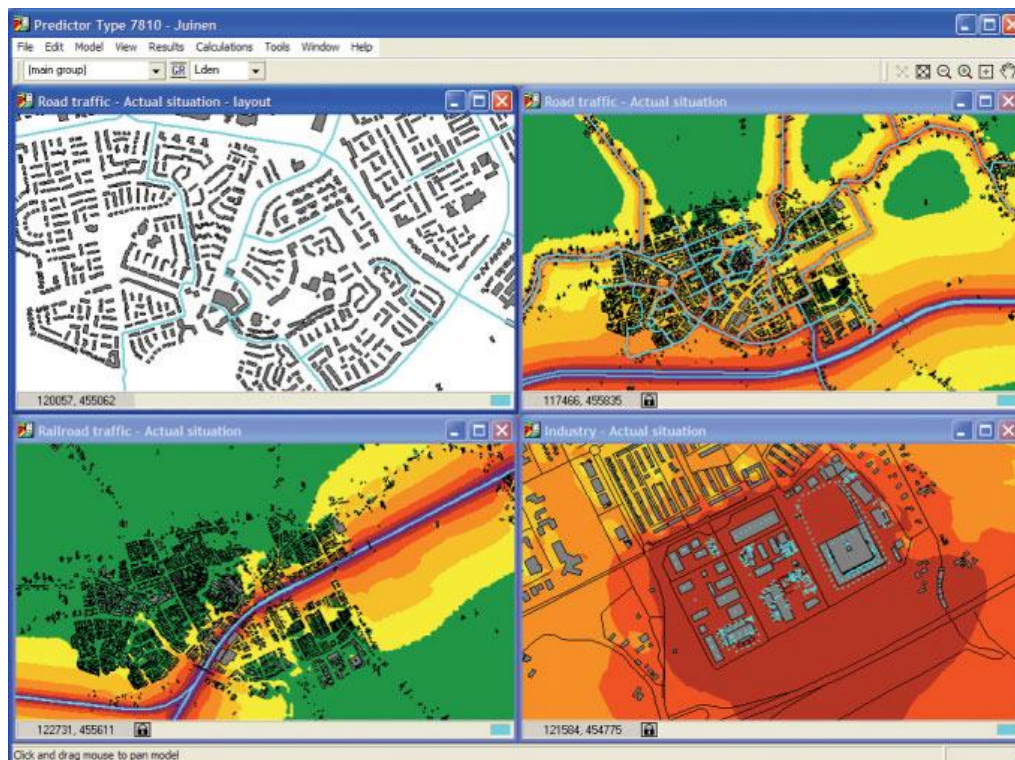


Figure 3 : Interface du logiciel Predictor Type 7810

Parmi les multiples avantages que présente ce logiciel, on peut souligner les suivants :

- puissance de calcul dépassant le milliard de combinaisons source-récepteur,
- possibilité de définir plusieurs grilles de taille distinctes sur une même carte, ainsi que de créer des contours de simulation avec la forme désirée,
- module d'importation/exportation des données aux formats DXF, BMP, TAB et SHP (compatible avec SIG) et ASCII,
- visualisation 3D et en coupes transversales,
- intégration du module complémentaire *Analyst Type 7813* - avec fonctionnalité SIG - capable de combiner des empreintes de plusieurs sources et d'analyser les cartes à grande échelle (décompte des populations, établissements, surfaces exposées),
- intégration d'une application pour la gestion des modèles et plans d'action, permettant, entre autres, la création de nouveaux scénarios et l'évaluation des différentes alternatives sous forme de tableau par exemple, l'analyse de la variation du niveau induit par la modification d'une source ou d'un groupe de source, spécialement utile lors du développement des plans de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE).

4.3 Méthode de calcul

La récente montée de version de Predictor a permis d'obtenir la *Nouvelle Méthode de Prévision du Bruit de 2008* version routière distribuée par le CETE de l'Est - LRPC de Strasbourg depuis le 19 Juillet 2011, traitant à la fois de l'émission et de la propagation.

Cependant, l'implémentation de la NMPB-Routes-08 dans les logiciels de modélisation du commerce n'étant toujours pas validée, il est actuellement impossible de garantir les résultats obtenus par l'application de cette méthode. Par prudence, les calculs ont donc finalement été effectués avec la NMPB 96 (et en conformité avec à la NF S31-133 [6]):

- Données d'émissions : guide du bruit des transports terrestres (Ministère des transports, 1980)
- Méthode de calcul NMPB 96 « *Méthode de calcul incluant les effets météorologique* » (SETRA, CERTU, LCPC, CSTB)

FORMULE DE CALCUL DU LDEN

Conformément à la directive [1], la formule utilisée pour le calcul du Lden dans Predictor est :

$$L_{den} = 10 \log \left[\frac{\left(12 \times 10^{\frac{L_{day}}{10}} \right) + \left(4 \times 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} \right) + \left(8 \times 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right)}{24} \right]$$

Les indicateurs L_{day} , $L_{evening}$ et L_{night} étant ceux définis dans l'article R. 147-1 du code de l'urbanisme :

- L_{day} (jour) : de 06h00 à 18h00
- $L_{evening}$ (soirée) : de 18h00 à 22h00.
- L_{night} (nuit) : de 22h00 à 06h00.

PARAMETRES PRINCIPAUX

Maille de calcul : La maille élémentaire de calcul est de 20 x 20 mètres, elle peut être réduite lorsque la densité du bâti le nécessite.

Hauteur des récepteurs : Les récepteurs sont situés à 4 mètres de hauteur conformément à la réglementation en vigueur.

Rayon de recherche des sources: 2 000 m. Il définit une circonférence autour du point récepteur, de manière que seules les sources qui se trouvent à l'intérieur soient prises en compte pour le calcul du point récepteur.

Distance minimale entre émetteur et récepteur : 0,5 m. Elle définit la distance de calcul entre l'émetteur et le récepteur.

Modèle Numérique du Terrain (MNT): Triangulation. Modèle de terrain calculé par le programme de simulation à partir la topographie et notamment des courbes de niveaux dans le cadre de la démarche détaillée.

Ordre de Réflexions = 2

Distance maximale pour les réflecteurs : 30m. Un réflecteur situé à une distance supérieure à 30m de l'émetteur et/ou du récepteur ne sera pas pris en compte en tant que tel.

Distance récepteur -façade :

- **Distance minimale = 0,6m.** Si la distance du récepteur à la façade est en deçà de cette distance, le calcul ne tient pas compte de la réflexion.
- **Distance maximale = 1m.** Si la distance du récepteur à la façade est supérieure à cette distance, la réflexion sera considérée totale.
- Entre ces deux distances, la valeur du coefficient d'absorption sera interpolée.

Facteur d'éloignement relatif = 10. Lorsque la longueur du trajet réfléchi est 10 fois supérieure à la longueur du trajet direct, la réflexion n'est pas prise en compte.

Calcul des rayons acoustiques : Ray Tracing (RT). Avec l'utilisation de cette méthode, les trajectoires des rayons entre émetteurs et récepteurs se construisent de forme déterministe.

4.4 Données utilisées

L'étude est basée sur la modélisation en 3D du territoire d'étude et de son environnement immédiat grâce à la base de données géoréférencées établie. Cette base comprend la topographie (objets géométriques, les courbes de niveaux, les bâtiments, les axes de transports terrestres), les données d'émissions acoustique (trafics, vitesses, %PL, revêtement, rampe, largeur de la chaussée) et les données population.

L'ensemble des éléments géométriques et paramétriques est synthétisé numériquement dans un système d'information géographique (SIG) et fourni au maître d'ouvrage.

DONNEES CARTOGRAPHIQUES

En premier lieu, la BD CARTO a été recalée sur la BD TOPO à l'aide du programme de traitement de l'information géoréférencée ArcGIS® avant d'être intégrée au modèle 3D afin de définir la plateforme de façon la plus réaliste qui soit (précision métrique du tracé).

DONNEES TRAFIC

L'année de référence pour les hypothèses de trafic est 2011. Les données trafic sont issues des données utilisées lors de l'établissement du classement sonore de 1999 par défaut (en appliquant un taux de progression annuel de +1% par an pour les RD et +0,5% par an pour les VC), et, lorsqu'elles sont disponibles, des réponses des gestionnaires suite à l'enquête menée par la *Direction Départementale des Territoires*. A partir des différentes sources d'informations, le groupement a établi une synthèse des données existantes - trafic moyen journalier annuel (TMJA) et pourcentage de véhicules poids-lourds - qui a été ensuite soumise aux gestionnaires concernés pour validation.

Les trafics ont ensuite été repartis sur les 3 périodes réglementaires 6-18h (jour), 18-22h (soir) et 22-6h (nuit) à partir de la Note d'information Sétra EEC n°77 « Calcul prévisionnel du bruit routier », avril 2007 [7] pour les routes départementales, et du tableau proposé par le guide Sétra [5] pour les voies communales (voir annexe 5 du guide,

« coefficients diviseur pour les axes urbains »). A cette fin, les routes départementales sont assimilées à des voies interurbaines à fonction régionale (après consultation des gestionnaires) et les voies communales sont assimilées à des voies urbaines conformément au guide Sétra [5].

	18h-22h	22h-6h
VL	20,4	143
PL	36	91

Tableau 6.8 - Coefficients diviseurs pour les axes urbains

Figure 4 : Coefficients diviseurs pour les VC, extrait du guide SETRA [5].

		Débit moyen horaire de VL sur la période considérée			
		6h-22h	6h-18h	18h-22h	22h-6h
Autoroutes de liaison	Fonction longue distance	TMJA VL / 18	TMJA VL / 17	TMJA VL / 19	TMJA VL / 82
	Fonction régionale	TMJA VL / 17	TMJA VL / 17	TMJA VL / 18	TMJA VL / 100
Routes interurbaines	Fonction longue distance	TMJA VL / 17	TMJA VL / 17	TMJA VL / 19	TMJA VL / 110
	Fonction régionale	TMJA VL / 17	TMJA VL / 17	TMJA VL / 19	TMJA VL / 120

Tableau 2 : Formules d'estimation des débits moyens horaires pour les VL

		Débit moyen horaire de PL sur la période considérée			
		6h-22h	6h-18h	18h-22h	22h-6h
Autoroutes de liaison	Fonction longue distance	TMJA PL / 20	TMJA PL / 20	TMJA PL / 20	TMJA PL / 39
	Fonction régionale	TMJA PL / 19	TMJA PL / 17	TMJA PL / 28	TMJA PL / 50
Routes interurbaines	Fonction longue distance	TMJA PL / 19	TMJA PL / 17	TMJA PL / 27	TMJA PL / 51
	Fonction régionale	TMJA PL / 18	TMJA PL / 16	TMJA PL / 34	TMJA PL / 73

Tableau 3 : Formules d'estimation des débits moyens horaires pour les PL

Figure 5 : Coefficients diviseurs appliqués dans le cas des RD .En haut pour les Véhicules Légers. En bas pour les Poids-Lourds. Extrait de la note d'information Sétra EEC n°77 [7].

DONNEES METEOROLOGIQUES

Comme le suggère le guide Sétra [5], les valeurs d'occurrences de conditions favorables ont été fixées forfaitairement à :

- 25% pour la période 6h-18h
- 60% pour la période 18h-22h
- 85 % pour 22h-6h,

quelle que soit la direction de l'espace (ce choix est notamment justifié au chapitre 5.5 "Les occurrences de conditions météorologiques" du guide).

RECUEIL DE DONNÉES COMPLÉMENTAIRES

L'ensemble du linéaire a été parcouru afin de relever la présence d'éventuels d'écrans acoustiques, buttes ou merlons absents de la couche OROGRAPHIE de la BD TOPO. Les visites terrain ont également permis de relever toute modification quant à la nature du revêtement, les limitations de vitesses ou encore la présence de bâtiments sensibles non répertoriés dans la base de la BD TOPO.



FICHE VISITE TERRAIN

ID voie	Ville	Voie concernée	Intervenant(s)	Date
169	SAINT-FLOUR (15)	D926	Marc Margolles	20 déc. 2011



1. DONNEES "INFRASTRUCTURE" Type de route _____ Départementale _____ Nombre de voies _____ 2 x 1 voie _____ Largeur de la voie _____ 10m _____ TMJA _____ 15336 _____ % PL _____ 5% nuit et 10% jour _____ Rampe ¹ : Allure ² : <input checked="" type="checkbox"/> horizontal <input type="checkbox"/> fluide (vitesse constante) <input type="checkbox"/> en pente (si > 2%) <input checked="" type="checkbox"/> pulsé (feux, carrefours...)		2. DONNEES "SITE" Présence de bâtiments sensibles : <input type="checkbox"/> Education <input type="checkbox"/> Santé <input checked="" type="checkbox"/> Autre : <ul style="list-style-type: none"> • Latitude _____ • Longitude _____ • Hauteur _____ 	
Revêtement : <input type="checkbox"/> silencieux <input checked="" type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> bruyant		Présence d'obstacle à la propagation: <input type="checkbox"/> Buttes <input type="checkbox"/> Merlons <input type="checkbox"/> Ecran Acoustique <input type="checkbox"/> Autre : <ul style="list-style-type: none"> • Latitude _____ • Longitude _____ • Hauteur _____ 	
¹ Utiles pour des vitesses < 80 km/h. ² Utiles pour des vitesses < 55 km/h			
Vitesses 3 périodes confondues	VL (km/h) 50	PL (km/h) 50	Commentaires : Entre rue des tanneries et D909 Centre de réinsertion/hébergements pour handicapés

Figure 6 : exemple d'une fiche « visite terrain ».

ID Voie : Numéro unique permettant l'identification du tronçon (par défaut ID CLS issu du classement sonore).

Largeur chaussée : Largeur de la partie revêtue de l'infrastructure, incluant la bande d'arrêt d'urgence et le terre-plein central le cas échéant. En l'absence d'information pour un tronçon donné, cette distance a été mesurée d'après les photos aériennes.

Pente : Pourcentage de pente. En l'absence d'information, les distances et altitudes ont été relevées sur Google Earth© afin d'en déduire la pente globale sur le tronçon concerné. Predictor distingue ensuite les profils en long suivants :

- route horizontale pour une déclivité inférieure ou égale à 2% ;
- rampe ou descente si la déclivité est supérieure à 2%

Vitesse : En l'absence d'information, les vitesses considérées ont été les vitesses réglementaires.

L'allure de la circulation : prend en compte les accélérations et les décélérations des véhicules. On distingue deux types d'écoulement :

- fluide lorsque les véhicules ont une vitesse sensiblement constante ;
- pulsé lorsque la vitesse des véhicules n'est pas stabilisée.

Revêtement : trois catégories de revêtement sont distinguées :

- silencieux ;
- standard ;
- bruyant.

DONNEES CONSTRUCTIONS ET POPULATION ASSOCIEE

La liste d'établissements de santé de la BD TOPO a été complétée sur la base des données FINESS de février 2012 à partir des critères énoncés dans la fiche n°2 du Certu «*Quels bâtiments sensibles prendre en compte ?*» de juin 2008 [8].

La liste d'établissements d'enseignement de la BD TOPO a été complétée sur la base des données transmises par la DREAL.

Ces nouveaux établissements ont été géolocalisés grâce à l'outil Geobatch (disponible en libre accès). L'analyse des vues aériennes de l'orthophotoplan a permis de localiser précisément ces nouveaux établissements.

La répartition de la population a été évaluée par l'approche « 3D » du guide Sétra [5], à partir des données du BATI_INDIFFERENCIE de la BD TOPO et de l'information de la répartition de la population par commune (îlots IRIS pour les VC, pour les RD données par axe par défaut). La démarche peut être résumée par les étapes suivantes :

- Identification des bâtiments d'habitation : ont été considérés les bâtiments de la couche BATI_INDIFFERENCIE de la BD TOPO de plus de 3m de hauteur et de plus de 25m² de surface au sol (suivant les recommandations du guide Sétra [5] point 8.4).
- Calcul du volume V de chaque édifice : surface au sol x hauteur.
- Calcul du volume total de l'ensemble des bâtiments d'habitation pour l'ensemble du territoire de la commune (*V_{tot}*).
- Calcul du volume total de l'ensemble des bâtiments d'habitation pour chaque tranche de niveaux sonores étudiée (*V_e*),
- Calcul de la population exposée dans chaque tranche de niveaux sonores :

$$Pe = P_{tot} \cdot \frac{V_e}{V_{tot}}$$

où *P_{tot}* est la population totale de la commune.

Pour le département du Cantal, la liste des communes concernées par les cartes de bruit stratégiques est donnée par le tableau ci-après :

Nom	CODE_INSEE	Canton	Population
Andelat	15004	SAINT-FLOUR-NORD	398
Arpajon-sur-Cère	15012	ARPAJON-SUR-CERE	5934
Aurillac	15014	AURILLAC	29477
Jussac	15083	JUSSAC	1805
Naucelles	15140	JUSSAC	1909
Reilhac	15160	JUSSAC	989
Roffiac	15164	SAINT-FLOUR-NORD	571
Saint-Flour	15187	SAINT-FLOUR	6663
Saint-Paul-des-Landes	15204	AURILLAC-2EME	1332
Ytrac	15267	AURILLAC-2EME	3718

Tableau 1 : Liste des communes concernées par les CBS 2^{ème} échéance.



Figure 7 : Communes concernées par les CBS 2ème échéance dans le Cantal.

A noter que toutes ces communes ne sont pas nécessairement traversées par un axe routier, mais peuvent seulement être situées à proximité de manière à ce que le bruit généré par l'infrastructure puisse affecter la commune. Par prudence, toutes les communes situées à 1 km de distance d'un axe routier ont été prises en compte pour le calcul des tables.

5. IDENTIFICATION DU RESEAU A CARTOGRAPHIER

Le réseau routier départemental et communal à cartographier dans le cadre de la seconde échéance correspond aux sections de voies dont le trafic moyen annuel est supérieur 3 millions de véhicules par an (soit un trafic moyen journalier annuel supérieur à 8200). Afin d'actualiser les données existantes, tous les gestionnaires ont été consultés officiellement. Lorsqu'ils n'ont pas répondu ou n'avaient pas de données récentes à fournir, les données de trafic ont été estimées sur la base des données existantes moyennant un taux de progression annuel de +1% par an pour les RD et +0,5% par an pour les VC.

A noter qu'en l'absence des données nécessaires au réexamen des cartes de 1^{ère} échéance, l'ensemble du linéaire concerné a été révisé. De fait, cela garantit l'homogénéité des rendus entre les itinéraires cartographiés en 1^{ère} et 2^{nde} échéance.

5.1 Réseau départemental

Axe	Debutant	Finissant	Longueur (m)	TMJA 2011
RD120	0 +000	1+140	1103	21470
RD120	1+140	3+780	1758	21306
RD120	12+070	12+760 (RD53)	499	8842
RD120	3+780 (RD922)	4+650 (Giratoire Montméghe)	862	20694
RD120	4+650 (Giratoire Montméghe)	12+070	7394	8842
RD320	RD920	RD990	1299	9119
RD920	RD320 (Giratoire Cassin)	Giratoire Marcel Matipre	474	8733
RD920	Giratoire Marcel Matipre	Giratoire Redondette	1069	8733
RD920	Giratoire Redondette	Giratoire Plainadiou	1107	10914
RD922	1+560 (RD152)	2+867	1361	10281
RD922	2+867	3+191	83	8463
RD922	3+191	3+503	525	10281
RD922	3+503	Carrefour RD6	3751	8463
RD926	17+847	Avenue du Docteur Mallet	3906	9753
RD926	RD721	Mini-giratoire	452	13198
RD926	Mini-giratoire	Avenue de Verdun	759	15413
RD926	Avenue de Verdun	RD909	432	15413
RD926	Avenue des Orgues	Avenue du 11 novembre	845	15413

Tableau 2 : Réseau routier départemental concerné les CBS 2^{ème} échéance.

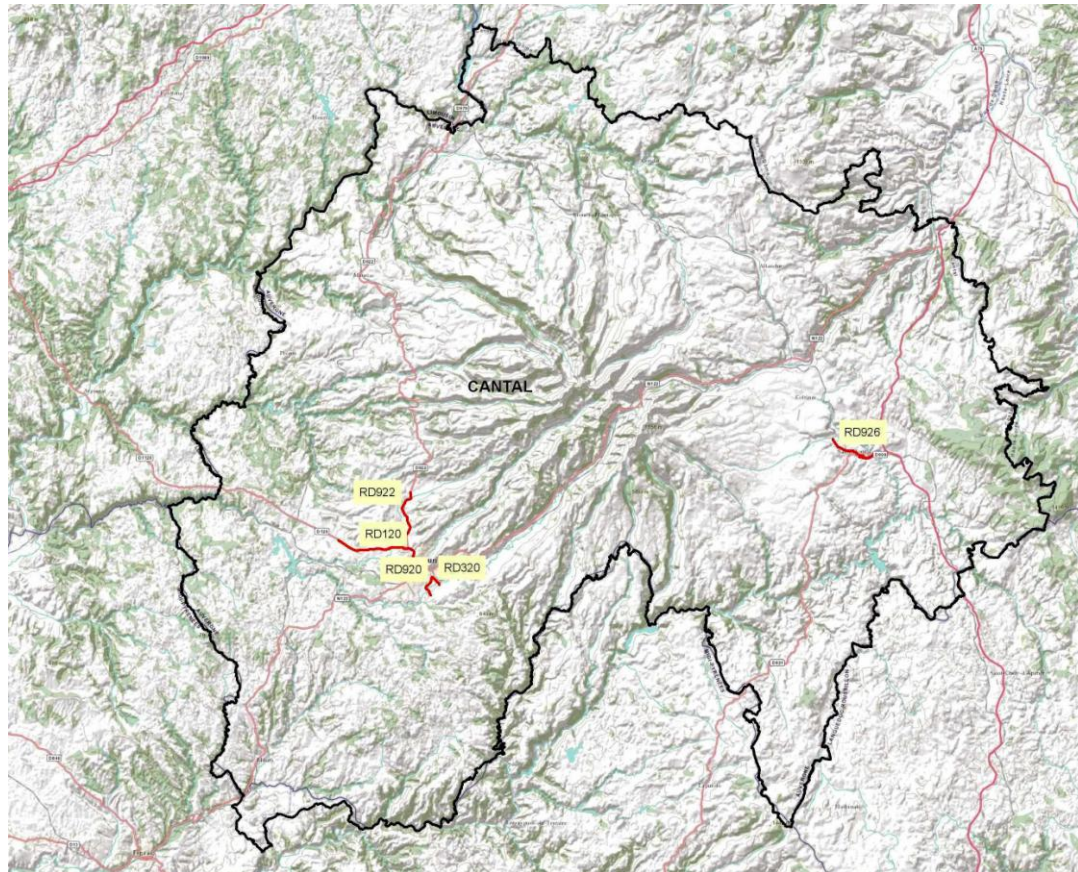


Figure 8 : Réseau routier départemental concerné les CBS 2^{ème} échéance.

5.2 Réseau communal

Code SIG	Axe	Commune	Longueur (m)	TMJA 2011
V0001	Avenue Aristide Briand	Aurillac	351	10993
V0002	Avenue Charles de Gaulle	Aurillac	204	14876
V0003	Avenue de Conthe	Aurillac	1180	14411
V0004	Avenue de Julien	Aurillac	640	13578
V0005	Avenue de la République	Aurillac	777	13447
V0006	Avenue de Prades	Aurillac	516	11841
V0007	Avenue des Pupilles de la Nation	Aurillac	547	25683
V0008	Avenue des Volontaires	Aurillac	687	16151
V0009	Avenue Du Garric	Aurillac	1856	11844
V0010	Avenue du Général Leclerc	Aurillac	1235	17931
V0011	Avenue Gambetta	Aurillac	333	11033
V0012	Allée Georges Pompidou	Saint-Flour	202	9156
V0013	Boulevard d'Aurinques	Aurillac	210	9210
V0014	Boulevard des Hortes	Aurillac	365	8694
V0015	Boulevard du Pont Rouge	Aurillac	380	10746
V0016	Boulevard Louis Dauzier	Aurillac	1083	8741
V0018	Chemin de Conthe	Aurillac	293	8656
V0017	Cours d' Angoulême	Aurillac	309	11352
V0019	Place du Square	Aurillac	432	8679
V0020	Place Pierre Semard	Aurillac	101	11935
V0021	Rue de la Gare	Aurillac	176	8505
V0022	Rue François Maynard	Aurillac	213	11935
V0023	Rue Paul Doumer	Aurillac	806	8587

Tableau 3 : Réseau routier communal concerné les CBS 2^{ème} échéance.

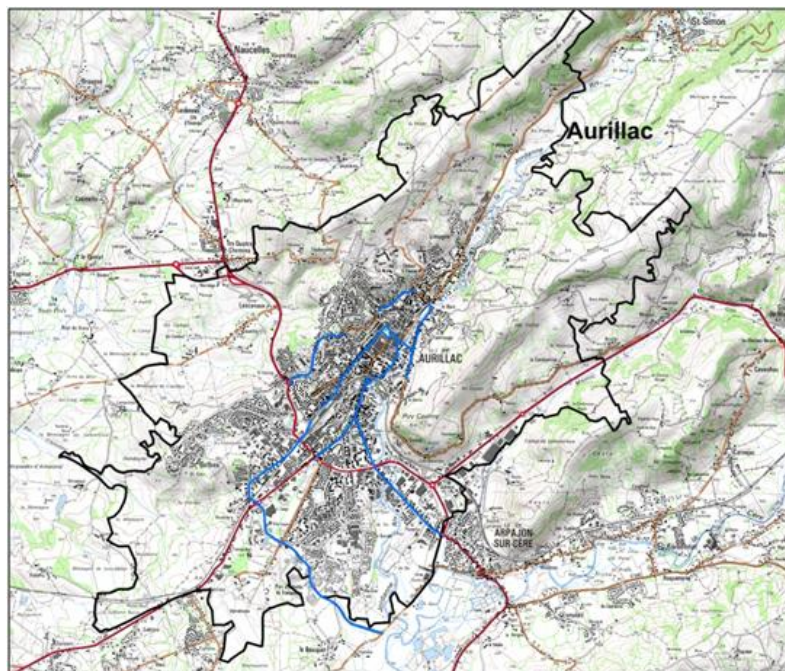


Figure 9 : Réseau routier communal concerné les CBS 2^{ème} échéance - ville d'Aurillac.

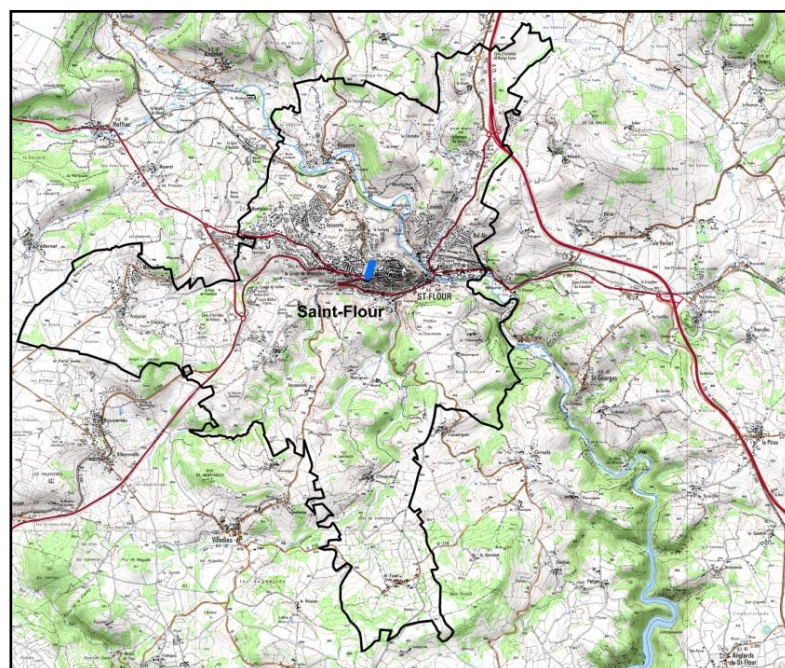


Figure 10 : Réseau routier communal concerné les CBS 2^{ème} échéance – Saint-Flour.

6. PRINCIPAUX RESULTATS

6.1 Les documents cartographiques

Le contenu des cartes a été calé sur la BD TOPO 3D dans le système de référence Lambert 93 et comprend les isophones géoréférencés respectant les instructions de la norme NF S 31-130 relative à la cartographie du bruit de décembre 2008 [6].

CARTES DE "TYPE A"

Elles représentent, pour l'année de référence, les courbes isophones de 5 à 5 dB(A) à partir de 50 dB(A) pour l'indicateur Ln et de 55 dB(A) pour l'indicateur Lden. Ces cartes, appelées de "type a" par référence au décret [4], sont également appelées "cartes d'exposition sonore".

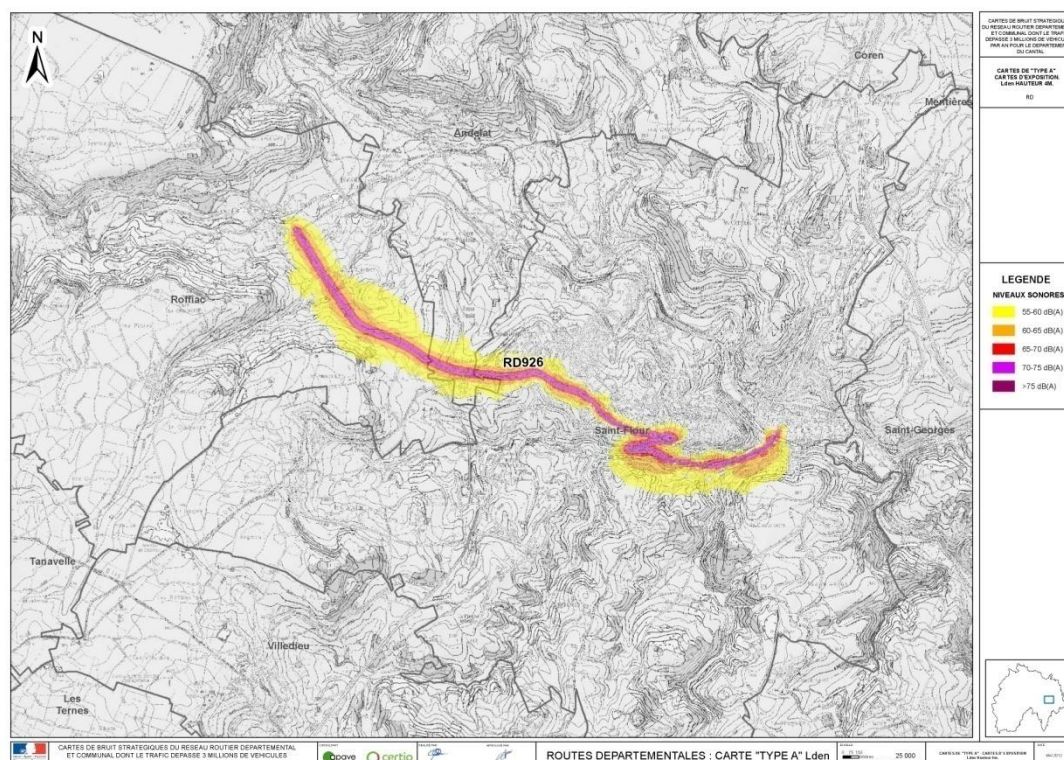


Figure 11 : Exemple de carte des zones exposées au bruit pour l'indicateur Lden.

CARTES DE "TYPE B"

Ces cartes situent les secteurs affectés par le bruit arrêtés par le préfet en application du décret 95-21 du 9 janvier 1995 relatif au classement des infrastructures de transports terrestres modifiant le code de l'urbanisme, le code de la construction et le code de l'environnement. L'arrêté préfectoral considéré est l'Arrêté n°2011-1202 du 9 août 2011 portant classement sonore des infrastructures de transports terrestres du département du Cantal.

Ces secteurs sont hachurés en rouge, et les voies classées représentées par un code de couleur relatif à la catégorie de classement de la voie selon les spécifications la norme NFS 31-130 [9].

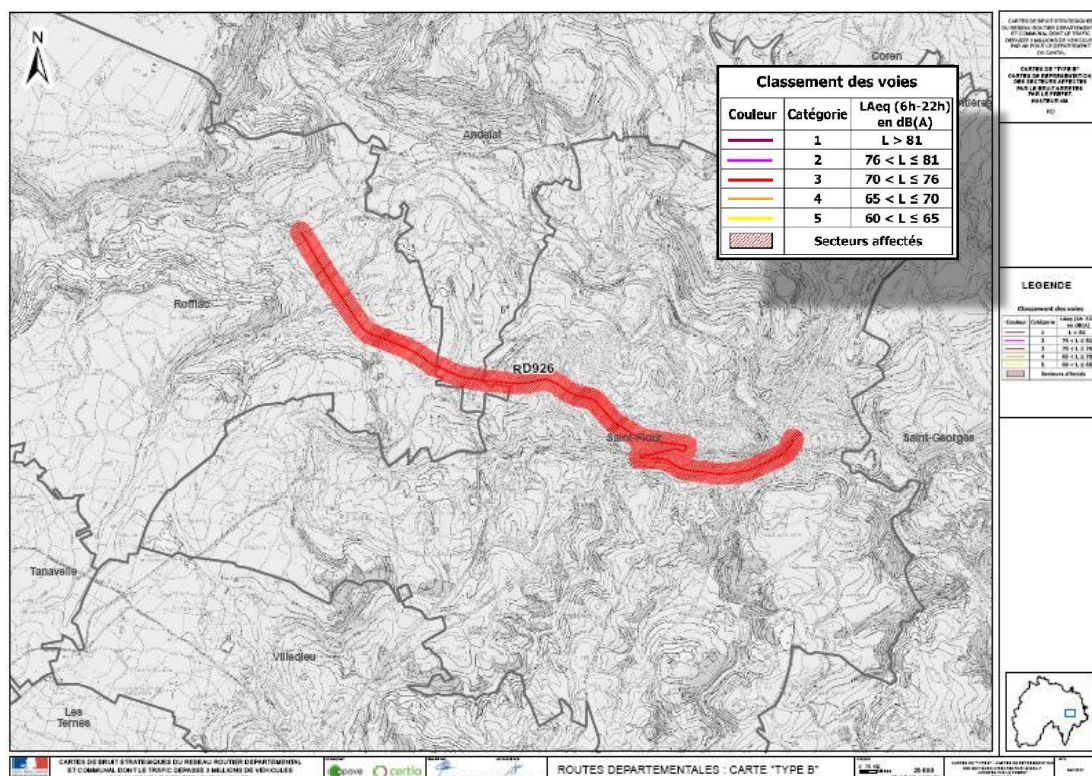


Figure 12 : Exemple de carte type « b ».

CARTES DE "TYPE C"

Ces cartes représentent les zones susceptibles de contenir des bâtiments dépassant les valeurs limites. Pour les axes de transports routiers, ces valeurs limites sont 62 dB(A) pour l'indicateur Ln et 68dB (A) pour l'indicateur Lden (art. 7 de l'arrêté [3]).

Cependant, les calculs ayant été effectués selon la démarche détaillée, la réalisation de la carte de "type c" nécessite de tracer les isophones correspondant à la valeur limite +3 dB(A). Cette correction vise en effet à annuler l'effet de la dernière réflexion (voir annexe 7 "*Implications de l'absence de prise en compte de la dernière réflexion du son en façade*" du guide Sétra [5]). Ces cartes ont donc été déduites des cartes de type « a » considérant les isophones :

- $L_n = 62 + 3 = 65 \text{ dB(A)}$
- $L_{den} = 68 + 3 = 71 \text{ dB (A)}$

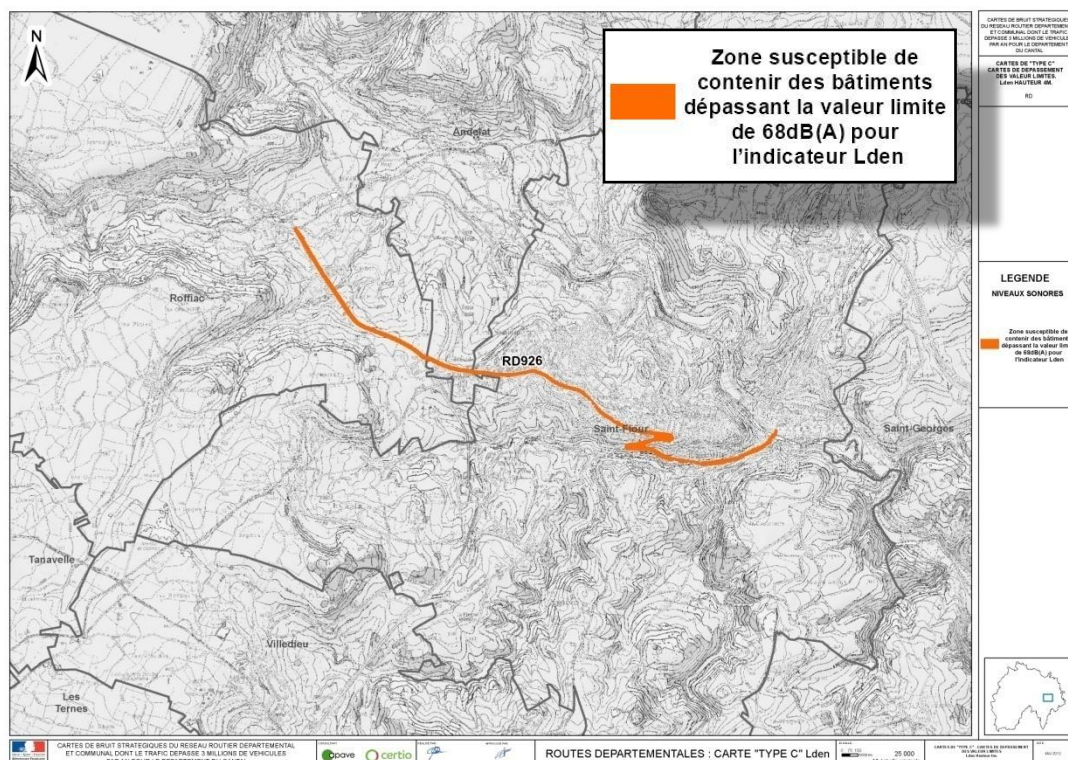


Figure 13 : Exemple de carte « type c » - Lden

CARTES DE "TYPE D"

Ces cartes représentent *"les évolutions du niveau de bruit connues ou prévisibles au regard de la situation de référence"* (art. 3-II-1° du décret [4]). La situation de référence est celle évaluée par les cartes de types "a" et "c" (art. 3-I de l'arrêté [3]). L'article 3-III de l'arrêté définit une évolution connue ou prévisible comme suit : *"une modification planifiée des sources de bruit, ainsi que tout projet d'infrastructure susceptible de modifier les niveaux sonores, dès lors que les données nécessaires à l'élaboration d'une carte de bruit sont disponibles ou peuvent être obtenues à un coût raisonnable."*

Il stipule notamment que les projets d'infrastructures de transports terrestres sont pris en compte s'ils ont fait l'objet, au moins six mois avant que l'autorité compétente pour l'élaboration de la carte ne l'arrête, de l'un des actes suivants :

- Publication de l'acte décidant l'ouverture d'une enquête publique (enquête d'utilité publique ou réalisée en application du décret du 23 avril 1985) ;
- Décision instituant un projet d'intérêt général (PIG), si celle-ci prévoit les emplacements réservés dans les documents d'urbanisme opposables ;
- inscription du projet en emplacement réservé dans un P.L.U., un P.A.Z., ou un plan de sauvegarde et de mise en valeur, opposable ;
- Publication de l'arrêté préfectoral de classement sonore de l'infrastructure (en application de l'article L. 571-10 du code de l'environnement).

Pour le département du Cantal, seul un projet est concerné : le contournement de Saint-Flour, dont l'enquête publique s'est déroulée du 13 décembre 2011 au 23 janvier 2012. Dans le cadre de cette étude, ce sont les TMJA 2035 - estimés par l'étude SORMEA dans le cadre de la DUP - qui ont été pris en compte (assimilables à l'horizon 20 ans).

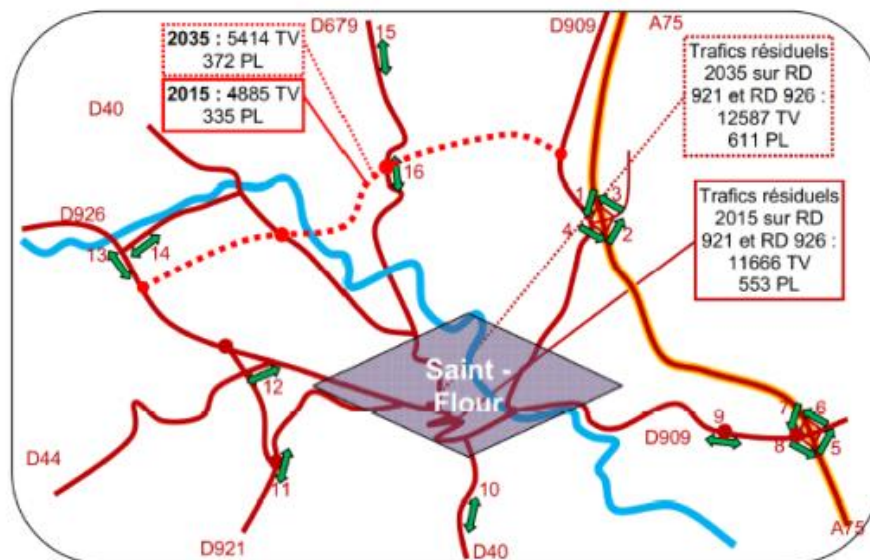


Figure 14 : Projet du contournement de Saint Flour.

Il est à noter que le futur axe en lui-même n'a pas fait l'objet d'une modélisation, puisque n'atteignant pas le seuil des 8200 véhicules/jour. C'est en fait l'évolution du niveau de bruit induite par le soulagement prévisible du trafic sur les axes existants qui a été caractérisée ici. En effet, il a été estimé que la déviation permettrait de délester le centre-ville, en passant par la RD926 d'un trafic résiduel de 15 336 véhicules/jour (TMJA 2011) à 12 587 véhicules/jour en 2035, soit une évolution de près de -18%.

La carte de type D a ensuite été obtenue par différence des isophones calculés à l'horizon 20 ans et des isophones de référence (« type a » 2011). Un exemple pour l'indicateur Lden est donné ci-après.

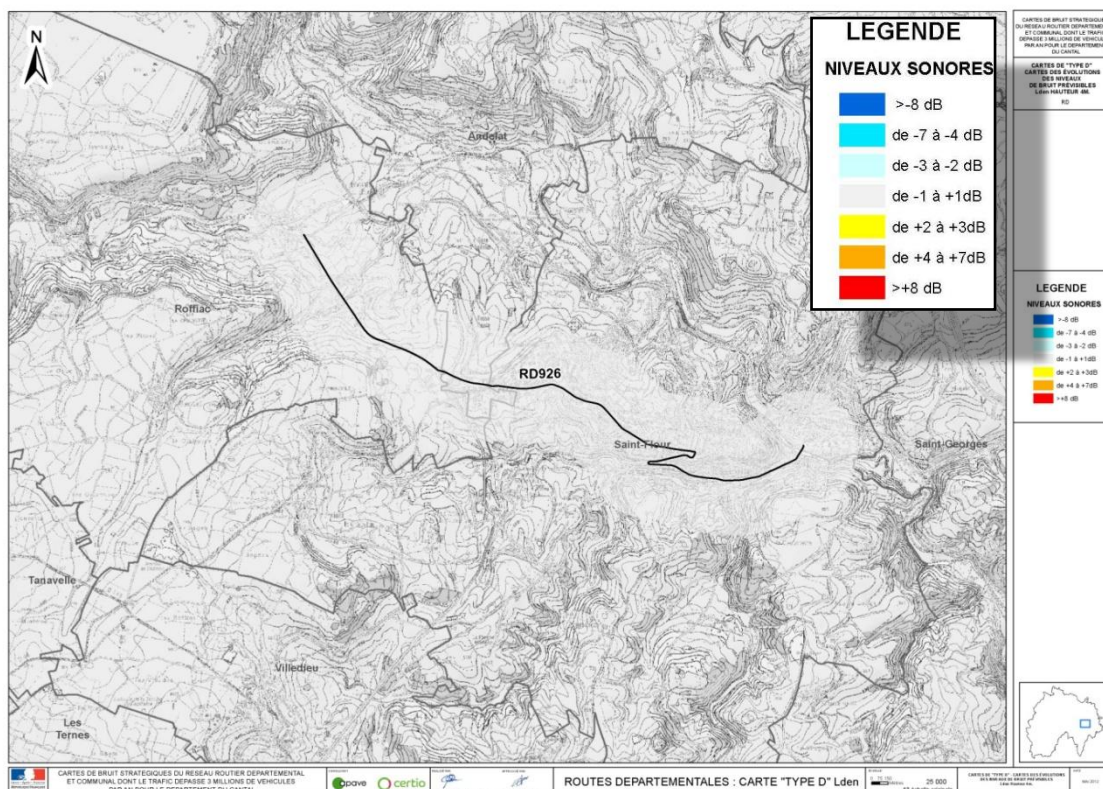


Figure 15 : Exemple de carte « type d » - Lden

On observe une évolution très faible des niveaux sonores, puisque comprise dans l'intervalle [-1 ;+1] dB. A noter que ce constat concorde avec le graphique proposé dans le guide Sétra [5] reliant l'évolution du niveau sonore à l'évolution relative du TMJA :

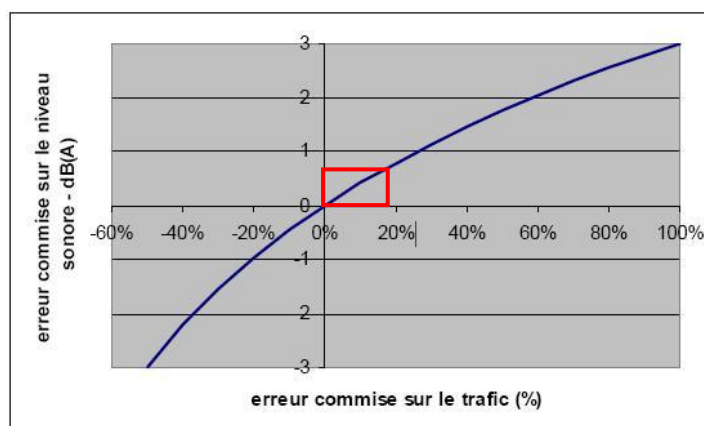


Figure 6.6 - Erreur commise sur les niveaux sonores, en fonction de l'erreur relative commise sur le TMJA (valeur positive : surestimation, valeur négative : sous-estimation)

6.2 Les tableaux

Les indicateurs L_{den} et L_n sont évalués différemment selon qu'ils caractérisent un point quelconque de l'espace ou un bâtiment. Lorsqu'ils caractérisent un point quelconque de l'espace, ils tiennent compte de toutes les réflexions et correspondent donc à la situation physique réelle. En revanche, lorsqu'ils caractérisent un bâtiment, ces indicateurs sont évalués *"sans tenir compte de la dernière réflexion du son sur la façade du bâtiment concerné"* (article 1^{er} de l'arrêté [3]), ce qui correspond à une correction de -3 dB(A) par rapport au niveau sonore réel. Ainsi, si le niveau sonore réel est de 65 dB(A) en un emplacement situé en façade d'un bâtiment, ce bâtiment est caractérisé par la valeur 62 dB(A).

En conséquence, les estimations des populations et du nombre d'établissements d'enseignement et de santé exposés sont fondées sur les cartes d'exposition (de « type a ») en intégrant la correction de -3 dB(A), conformément à l'annexe 7 du guide Sétra [5].

TABLEAUX D'ESTIMATION DE L'EXPOSITION DES POPULATIONS

Les décomptes des populations exposées sont synthétisés dans les tableaux ci-après, pour chacun des indicateurs réglementaires Lden et Ln. La dernière colonne correspond au décompte de populations présentes dans les zones exposées au-delà des valeurs limites.

Axes	Nombre de personnes exposées - Lden en dB(A)					
	[55-60[	[60-65[	[65-70[	[70-75[	[75-...]	> valeurs limites
RD120	425	218	76	2	0	18
RD320	137	135	116	16	0	52
RD920	28	14	1	0	0	-
RD922	205	193	84	3	0	18
RD926	279	242	220	90	2	170
Avenue Aristide Briand	72	46	6	0	0	-
Avenue Charles de Gaulle	25	30	14	0	0	2
Avenue de Conthe	54	27	3	0	0	-
Avenue de Julien	15	1	0	0	0	-
Avenue de la République	249	226	98	0	0	12
Avenue de Prades	80	75	22	0	0	2
Avenue des Pupilles de la Nation	253	207	154	18	0	67
Avenue des Volontaires	148	98	57	5	0	23
Avenue Du Garric	0	0	0	0	0	-
Avenue du Général Leclerc	70	70	60	7	0	23
Avenue Gambetta	131	91	24	0	0	-
Allée Georges Pompidou	0	0	0	0	0	-
Boulevard d'Aurinques	44	23	7	0	0	1
Boulevard des Hortes	53	51	14	0	0	1
Boulevard du Pont Rouge	110	94	25	0	0	1
Boulevard Louis Dauzier	105	72	3	0	0	-
Cours d' Angoulême	27	19	4	0	0	-
Chemin de Conthe	3	1	0	0	0	-
Place du Square	83	37	3	0	0	-
Place Pierre Semard	28	21	0	0	0	-
Rue de la Gare	50	42	0	0	0	-
Rue François Maynard	23	12	0	0	0	-
Rue Paul Doumer	273	244	55	0	0	2
TOTAL	2970	2289	1046	141	2	392

Tableau 4 : Estimation de l'exposition des populations - Lden en dB(A).

Cartes de bruit stratégiques du réseau routier départemental et communal dont le trafic dépasse 3 millions de véhicules par an dans le département du Cantal

RAPPORT DE SYNTHÈSE

Axes	Nombre de personnes exposées - Ln en dB(A)					
	[50-55[	[55-60[	[60-65[	[65-70[	[70-...]	> valeurs limites
RD120	282	100	6	0	0	-
RD320	135	132	35	0	0	-
RD920	19	1	0	0	0	-
RD922	210	117	8	0	0	-
RD926	243	243	124	0	0	11
Avenue Aristide Briand	47	7	0	0	0	-
Avenue Charles de Gaulle	29	14	0	0	0	-
Avenue de Conthe	29	4	0	0	0	-
Avenue de Julien	1	0	0	0	0	-
Avenue de la République	228	95	0	0	0	-
Avenue de Prades	75	21	0	0	0	-
Avenue des Pupilles de la Nation	229	163	17	0	0	-
Avenue des Volontaires	102	60	6	0	0	-
Avenue Du Garric	2	0	0	0	0	-
Avenue du Général Leclerc	74	62	8	0	0	1
Avenue Gambetta	86	19	0	0	0	-
Allée Georges Pompidou	0	0	0	0	0	-
Boulevard d'Aurinques	23	7	0	0	0	-
Boulevard des Hortes	51	15	0	0	0	-
Boulevard du Pont Rouge	94	22	0	0	0	-
Boulevard Louis Dauzier	69	2	0	0	0	-
Cours d' Angoulême	18	4	0	0	0	-
Chemin de Conthe	1	0	0	0	0	-
Place du Square	38	4	0	0	0	-
Place Pierre Semard	20	0	0	0	0	-
Rue de la Gare	40	0	0	0	0	-
Rue François Maynard	12	0	0	0	0	-
Rue Paul Doumer	239	48	0	0	0	-
TOTAL	2396	1140	204	11	0	12

Tableau 5 : Estimation de l'exposition des populations - Ln en dB(A).

TABLEAUX D'ESTIMATION DES BATIMENTS DE SANTE

Le décompte des établissements de santé est synthétisé dans les tableaux ci-après, pour chacun des indicateurs réglementaires Lden et Ln. La dernière colonne correspond au décompte des établissements présents dans les zones exposées au-delà des valeurs limites.

Axes	Nombre d'établissements de santé - Lden en dB(A)					
	[55-60[	[60-65[	[65-70[	[70-75[	[75-...]	> valeurs limites
RD120	-	-	-	-	-	-
RD320	-	-	-	-	-	-
RD920	-	-	-	-	-	-
RD922	-	-	-	-	-	-
RD926	-	-	1	1	-	1
Avenue Aristide Briand	1	-	-	-	-	-
Avenue Charles de Gaulle	-	-	-	-	-	-
Avenue de Conthe	-	-	-	-	-	-
Avenue de Julien	-	-	-	-	-	-
Avenue de la République	-	-	-	2	-	2
Avenue de Prades	-	-	-	-	-	-
Avenue des Pupilles de la Nation	-	-	-	-	-	-
Avenue des Volontaires	-	-	-	-	-	-
Avenue Du Garric	-	-	-	-	-	-
Avenue du Général Leclerc	-	-	-	-	-	-
Avenue Gambetta	-	-	-	1	-	1
Allée Georges Pompidou	-	-	-	-	-	-
Boulevard d'Aurinques	1	-	-	-	-	-
Boulevard des Hortes	1	-	-	-	-	-
Boulevard du Pont Rouge	-	-	1	1	-	2
Boulevard Louis Dauzier	1	-	-	-	-	-
Cours d' Angoulême	-	-	1	-	-	-
Chemin de Conthe	-	-	-	-	-	-
Place du Square	-	-	-	-	-	-
Place Pierre Semard	-	-	-	-	-	-
Rue de la Gare	-	-	-	-	-	-
Rue François Maynard	-	-	-	-	-	-
Rue Paul Doumer	-	-	-	-	-	-
TOTAL	4	0	3	5	0	6

Tableau 6 : Estimation de l'exposition des établissements de santé - Lden en dB(A).

Cartes de bruit stratégiques du réseau routier départemental et communal dont le trafic dépasse 3 millions de véhicules par an dans le département du Cantal

RAPPORT DE SYNTHÈSE

Axes	Nombre d'établissements de santé - Ln en dB(A)					
	[50-55[	[55-60[	[60-65[	[65-70[	[70-...]	> valeurs limites
RD120	-	-	-	-	-	-
RD320	-	-	-	-	-	-
RD920	-	-	-	-	-	-
RD922	-	-	-	-	-	-
RD926	-	1	-	1	-	1
Avenue Aristide Briand	-	-	-	-	-	-
Avenue Charles de Gaulle	-	-	-	-	-	-
Avenue de Conthe	-	-	-	-	-	-
Avenue de Julien	-	-	-	-	-	-
Avenue de la République	-	-	2	-	-	-
Avenue de Prades	-	-	-	-	-	-
Avenue des Pupilles de la Nation	-	-	-	-	-	-
Avenue des Volontaires	-	-	-	-	-	-
Avenue Du Garric	-	-	-	-	-	-
Avenue du Général Leclerc	-	-	-	-	-	-
Avenue Gambetta	-	-	1	-	-	-
Allée Georges Pompidou	-	-	-	-	-	-
Boulevard d'Aurinques	-	-	-	-	-	-
Boulevard des Hortes	-	-	-	-	-	-
Boulevard du Pont Rouge	-	1	1	-	-	-
Boulevard Louis Dauzier	-	-	-	-	-	-
Cours d' Angoulême	-	1	-	-	-	-
Chemin de Conthe	-	-	-	-	-	-
Place du Square	-	-	-	-	-	-
Place Pierre Semard	-	-	-	-	-	-
Rue de la Gare	-	-	-	-	-	-
Rue François Maynard	-	-	-	-	-	-
Rue Paul Doumer	-	-	-	-	-	-
TOTAL	0	3	4	1	0	1

Tableau 7 : Estimation de l'exposition des établissements de santé - Ln en dB(A).

TABLEAUX D'ESTIMATION DES BATIMENTS D'ENSEIGNEMENT

Le décompte des établissements d'enseignement est synthétisé dans les tableaux ci-après, pour chacun des indicateurs réglementaires Lden et Ln. La dernière colonne correspond au décompte des établissements présents dans les zones exposées au-delà des valeurs limites.

Axes	Nombre d'établissements d'enseignement - Lden en dB(A)					
	[55-60[	[60-65[	[65-70[	[70-75[	[75-...]	> valeurs limites
RD120	1	-	-	-	-	-
RD320	-	-	-	1	-	1
RD920	-	-	-	-	-	-
RD922	1	-	-	1	-	1
RD926	-	-	-	-	-	-
Avenue Aristide Briand	-	-	-	-	-	-
Avenue Charles de Gaulle	-	-	-	-	-	-
Avenue de Conthe	-	-	-	-	-	-
Avenue de Julien	-	-	-	-	-	-
Avenue de la République	-	1	-	1	-	1
Avenue de Prades	-	-	2	-	-	1
Avenue des Pupilles de la Nation	1	-	-	1	-	1
Avenue des Volontaires	-	-	-	-	-	-
Avenue Du Garric	-	-	-	-	-	-
Avenue du Général Leclerc	-	-	-	-	-	-
Avenue Gambetta	-	-	-	-	-	-
Allée Georges Pompidou	1	-	-	-	-	-
Boulevard d'Aurinques	-	-	-	-	-	-
Boulevard des Hortes	-	-	1	-	-	1
Boulevard du Pont Rouge	-	-	-	-	-	-
Boulevard Louis Dautzier	-	-	-	-	-	-
Cours d' Angoulême	-	-	-	-	-	-
Chemin de Conthe	-	-	-	-	-	-
Place du Square	-	-	1	-	-	-
Place Pierre Semard	-	-	-	-	-	-
Rue de la Gare	1	-	-	-	-	-
Rue François Maynard	-	-	-	-	-	-
Rue Paul Doumer	-	-	-	-	-	-
TOTAL	5	1	4	4	0	6

Tableau 8 : Estimation de l'exposition des établissements d'enseignement- Lden en dB(A)

Cartes de bruit stratégiques du réseau routier départemental et communal dont le trafic dépasse 3 millions de véhicules par an dans le département du Cantal

RAPPORT DE SYNTHESE

Axes	Nombre d'établissements d'enseignement - Ln en dB(A)					
	[50-55[	[55-60[	[60-65[	[65-70[	[70-...]	> valeurs limites
RD120	-	-	-	-	-	-
RD320	-	-	-	1	-	1
RD920	-	-	-	-	-	-
RD922	-	-	1	-	-	-
RD926	-	-	-	-	-	-
Avenue Aristide Briand	-	-	-	-	-	-
Avenue Charles de Gaulle	-	-	-	-	-	-
Avenue de Conthe	-	-	-	-	-	-
Avenue de Julien	-	-	-	-	-	-
Avenue de la République	1	-	1	-	-	-
Avenue de Prades	-	2	-	-	-	-
Avenue des Pupilles de la Nation	-	-	1	-	-	-
Avenue des Volontaires	-	-	-	-	-	-
Avenue Du Garric	-	-	-	-	-	-
Avenue du Général Leclerc	-	-	-	-	-	-
Avenue Gambetta	-	-	-	-	-	-
Allée Georges Pompidou	-	-	-	-	-	-
Boulevard d'Aurinques	-	-	-	-	-	-
Boulevard des Hortes	-	1	-	-	-	-
Boulevard du Pont Rouge	-	-	-	-	-	-
Boulevard Louis Dauzier	-	-	-	-	-	-
Cours d' Angoulême	-	-	-	-	-	-
Chemin de Conthe	-	-	-	-	-	-
Place du Square	-	1	-	-	-	-
Place Pierre Semard	-	-	-	-	-	-
Rue de la Gare	-	-	-	-	-	-
Rue François Maynard	-	-	-	-	-	-
Rue Paul Doumer	-	-	-	-	-	-
TOTAL	1	4	3	1	0	1

Tableau 9 : Estimation de l'exposition des établissements d'enseignement- Ln en dB(A).

TABLEAU D'ESTIMATION DES SURFACES EXPOSÉES

Les décomptes des surfaces exposées sont synthétisés dans le tableau ci-après. Les superficies en km² exposées à des valeurs Lden supérieures à 55, 65 et 75 dB(A) ont été calculées en englobant les bâtiments et en retirant la plateforme des axes routiers.

Axes	Surface en km ² exposée à un Lden en dB(A)		
	[55-65[	[65-75[	[75-...]
RD120	3,942	0,874	0,039
RD320	0,178	0,052	0
RD920	0,774	0,196	0,003
RD922	1,496	0,349	0,004
RD926	1,742	0,425	0,034
Avenue Aristide Briand	0,019	0,005	0
Avenue Charles de Gaulle	0,013	0,004	0
Avenue de Conthe	0,204	0,06	0
Avenue de Julien	0,091	0,021	0
Avenue de la République	0,024	0,007	0
Avenue de Prades	0,026	0,012	0
Avenue des Pupilles de la Nation	0,026	0,016	0
Avenue des Volontaires	0,053	0,025	0
Avenue Du Garric	0,253	0,055	0
Avenue du Général Leclerc	0,216	0,072	0,001
Avenue Gambetta	0,019	0,007	0
Avenue Georges Pompidou	0,023	0,003	0
Boulevard d'Auriques	0,011	0,002	0
Boulevard des Hortes	0,015	0,004	0
Boulevard du Pont Rouge	0,01	0,002	0
Boulevard Louis Dauzier	0,071	0,02	0
Cours d' Angoulême	0,022	0,002	0
Chemin de Conthe	0,033	0,006	0
Place du Square	0,014	0,007	0
Place Pierre Semard	0,008	0	0
Rue de la Gare	0,006	0,001	0
Rue François Maynard	0,018	0,004	0
Rue Paul Doumer	0,033	0,011	0
TOTAL	9,34	2,242	0,081

Tableau 10 : Estimation des surfaces exposées - Lden en dB(A).

7. SUITE A DONNER

La réalisation des cartes de bruit stratégiques 2^{ème} échéance du Cantal a permis l'estimation des surfaces, des populations et du nombre d'établissements sensibles exposés à des niveaux supérieurs à 50 dB(A) pour le Ln et à 55 dB(A) pour le Lden. A noter que seul le réseau routier départemental et communal dont le trafic dépassait 3 millions de véhicules par an a été considéré dans le cadre de cette étude (soit un trafic moyen journalier de 8200 véhicules).

Après avoir été arrêtés par le Préfet, les résultats de l'étude des cartes de bruit stratégiques doivent être publiés, transmis au gestionnaire et à la Commission Européenne et mis à disposition du public par voie électronique.

Ils constituent un élément de diagnostic préalable à l'approbation des Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE) dont l'échéance est fixée au 18 juillet 2013.

8. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Textes réglementaires et circulaire relatifs aux cartes de bruit stratégiques

- [1] Directive européenne 2002/49/CE du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement (J.O.C.E. du 18 juillet 2002).
- [2] Code de l'environnement L. 572-1 à L. 572-11 et R572-1 à R572-11.
- [3] Arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement et Circulaire du 7 juin 2007 relative à l'élaboration des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement.
- [4] Décret du 24 mars 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement.

Autres documents (documents techniques, autres textes réglementaires cités)

- [5] « Production des cartes de bruits stratégiques des grands axes routiers et ferroviaire », SETRA, août 2007.
- [6] Norme NF S31-133 : « Acoustique - Bruit des transports terrestres – Calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques », AFNOR, 2007
- [7] Note d'information Sétra EEC n°77 « Calcul prévisionnel du bruit routier », avril 2007
- [8] CERTU en juin 2008 et intitulée « Cartes de bruit : Fiche n° 2 : Quels bâtiments sensibles prendre en compte ? ».
- [9] Norme NF S 31-130 « Cartographie du bruit en milieu extérieur », AFNOR, décembre 2008



Apave Sudeurope S.A.S
10, rue François PERROUX
Parc d'activité Aftalion
34670 Baillargues
Tél. : 04 99 74 28 99
Fax : 04 67 45 62 61
www.apave.com



Certio Medio Ambiente, S.L.
C/Baza, Parcela 6-I Polígono Juncaril,
18220 Albolote (Granada), Espagne
Tél. : +34 965 240 114
Fax : +34 958 490 046
www.certio.com

Etude réalisée par :

- Alberto MORENO DE LA PAZ, Responsable équipe modélisation
- Jaume FAUS LLOPIS, Intégration et traitement SIG
- Belén BLANCO, Analyse des cartes
- Antonin MANCEL, Mise en forme des données et rédaction des rendus
- Marc MARGOLLES, Visites terrains et rédaction des rendus

Etude vérifiée par :

- Jean Marc FONTA, Représentant du groupement
- Santiago NÚÑEZ GUÍTERREZ, directeur technique du département Acoustique et Vibrations de Certio

Le chargé de l'étude acoustique	Le directeur technique	Le responsable de l'étude
Alberto MORENO	Santiago NÚÑEZ	Jean Marc FONTA