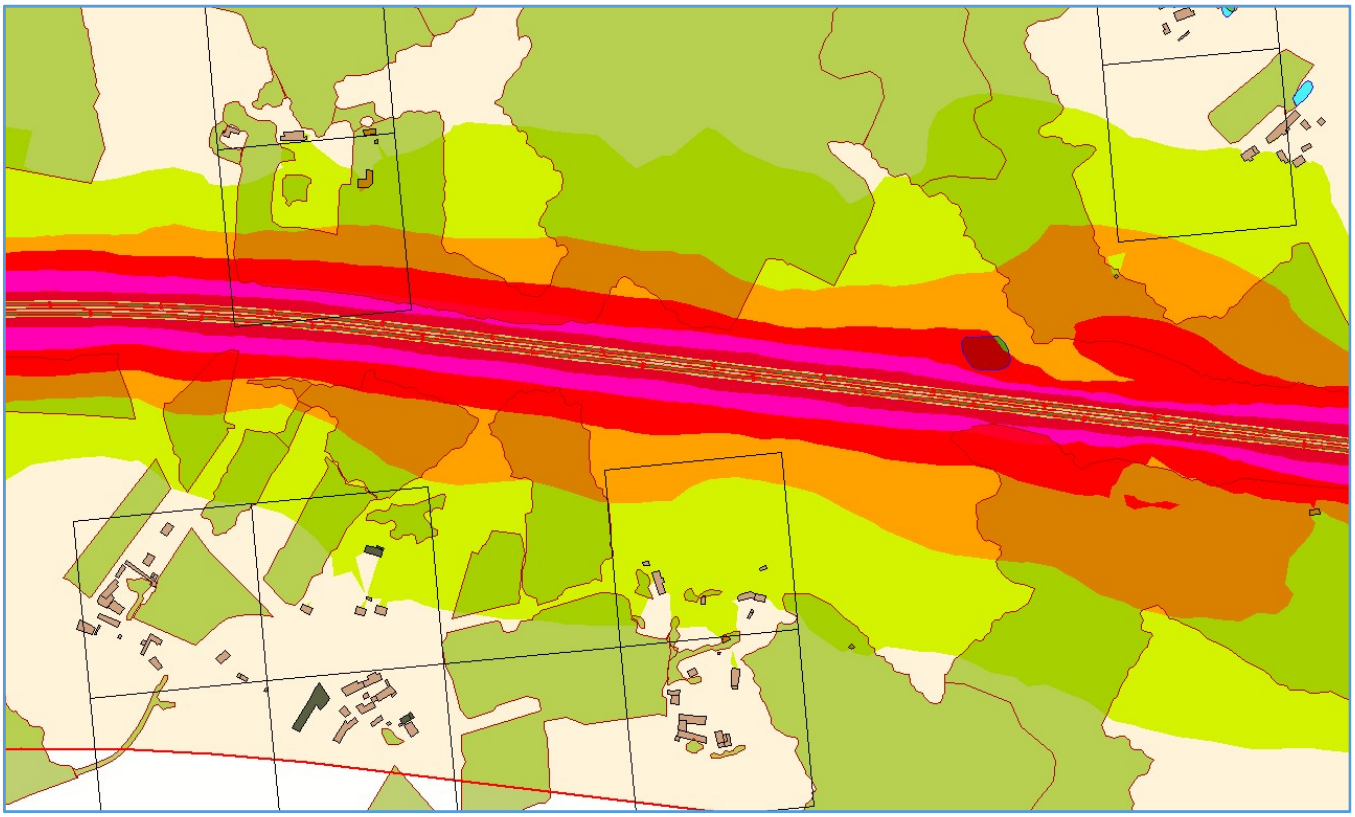
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Cartes de Bruit Stratégiques du réseau autoroutier Cofiroute

Département : Loire-Atlantique – 4ème échéance 2022



Résumé non Technique

Mai 2022

Le Cerema (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement) est un établissement public tourné vers l'appui aux politiques publiques, placé sous la double tutelle du ministère de la transition écologique et du ministère de la cohésion des territoires et des relations avec les collectivités territoriales.

Les métiers du Cerema s'organisent autour de 6 grands domaines d'activité complémentaires visant à accompagner les acteurs territoriaux dans la réalisation de leurs projets.

6 domaines d'activité :

Expertise et ingénierie territoriale / Bâtiment / Mobilités / Infrastructures de transport / Environnement et risques / Mer et littoral

Site web : cerema.fr

Cartes de Bruit Stratégiques du réseau Cofiroute

A11 – Département de Loire-Atlantique

4ème échéance - 2022

Commanditaire : Vinci Autoroutes - Cofiroute

Responsable de l'étude

Régis BOITTIN – Agence de Blois - GRTNE
Tél. : +33(0)2 54 55 48 78
Courrier : **regis.boittin@cerema.fr**
Direction Normandie-Centre – Agence de Blois – 11 rue Laplace – 41000 Blois

Auteur

Gaëlle PETILLON – Agence d'Angers - GEM
Tél. : +33(0)2 41 79 13 01
Courrier : **gaelle.petillon@cerema.fr**
Direction Ouest – Agence d'Angers – 23 avenue Amiral Chauvin – 49130 Les Ponts-de-Cé

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
1	25/01/2022	Version initiale
2	05/04/2022	Ajout calculs des indicateurs
3	19/05/2022	Version intégrant le nouveau taux d'incidence CPI validé par la DGPR
4	01/09/2023	Correction des décomptes de bâtiments sensibles et ajout des décomptes par palier de 5dB pour l'agglomération de Nantes

Références

N° d'affaire : 21-NC-0845

Nom	Service	Rôle	Date	Visa
PETILLON Gaëlle	GEM	**Auteur principal**	01/09/2023	
HERVE Sébastien	GEM	Relecture	04/09/2023	
BOITTIN Régis	GRTNE	Validation	04/09/2023	

Résumé de l'étude

La société d'autoroutes Cofiroute a confié au Cerema Normandie Centre – Agence de Blois la réalisation des cartes de bruit stratégiques de la 4ème échéance (2022) pour tout son réseau autoroutier.

Le présent document constitue le résumé non technique pour le département Loire-Atlantique et concerne l'autoroute A11. Cette étude comprend l'ensemble des cartes requises par la directive européenne, déterminées avec la méthode de calcul Cnossos, ainsi que les statistiques de l'exposition au bruit des populations, des bâtiments sensibles et des surfaces exposées.

5 à 10 mots clés à retenir de l'étude

Acoustique	
Bruit	
Cartographie européenne des routes	
Autoroute concédée	

Statut de communication de l'étude

Les études réalisées par le Cerema sur sa subvention pour charge de service public sont par défaut indexées et accessibles sur le portail documentaire du Cerema. Toutefois, certaines études à caractère spécifique peuvent être en accès restreint ou confidentiel. Il est demandé de préciser ci-dessous le statut de communication de l'étude.

- [x] Accès libre : document accessible au public sur internet
- [ ] Accès restreint : document accessible uniquement aux agents du Cerema
- [ ] Accès confidentiel : document non accessible

Cette étude est capitalisée sur la plateforme documentaire CeremaDoc, via le dépôt de document : https://doc.cerema.fr/depot-rapport.aspx

1.PREAMBULE 6

2.CONTEXTE 7

2.1 Cartes de Bruit Stratégiques 2022 – Echéance 4 7

2.1.1 Textes règlementaires 7

2.1.2 Autorités compétentes 7

2.1.3. Échéances 7

2.1.4. Contenu de l'étude 8

2.2. Réseau cartographié 8

3. CLES POUR COMPRENDRE LES CARTES 10

3.1. Quelques rappels sur le bruit 10

3.2. Effets du bruit sur la santé 10

3.3. Indicateurs et seuils 11

4. METHODOLOGIE 12

4.1. Démarche mise en œuvre 12

4.2. Données d'entrée 12

4.2.1. Données d'émission 13

4.2.2. Données de propagation 13

4.2.3. Données d'exposition 13

4.3. Méthode de calcul 14

4.3.1. Modélisation des cartes 14

4.3.2. Hypothèses de calcul 14

4.3.3. Statistiques de l'exposition au bruit 15

5. RESULTATS 16

5.1. Cartographie 16

5.1.1. Cartes d'exposition des populations (Cartes A) 16

5.1.2. Cartes de dépassement des valeurs limites (Cartes C) 16

5.1.3. Cartes de classement sonore (Cartes B) 17

5.2. Les tableaux de l'exposition au bruit pour l'A11 18

5.2.1. Estimation de la population et des établissements sensibles exposés au bruit – Hors Agglomération 18

5.2.2. Estimation de la population exposée au bruit en agglomération et estimation de la surface exposée au bruit 18

6. ESTIMATION DE L'IMPACT SUR LA SANTE 20

6.1. Tableaux des impacts sur la santé pour l'A11 21

7. CONCLUSION 22

8. ANNEXE SUR LES NOUVEAUX INDICES 23

1.PREAMBULE

La directive européenne n°2002/49/CE du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement définit une approche commune à tous les États membres afin de prévenir, limiter ou supprimer les bruits susceptibles de causer une gêne excessive aux personnes exposées et de nuire à leur santé.

Sa transposition dans le droit français traduit cette volonté en imposant aux gestionnaires de grandes infrastructures de transports terrestres la réalisation de cartes de bruit stratégiques (CBS). Leur analyse permet de dégager des statistiques sur l'exposition au bruit des populations et des établissements sensibles. Elles constituent également un préalable indispensable à l'élaboration de futurs plans d'actions appelés Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE), destinés à mieux prévenir et/ou réduire les bruits excessifs, protéger les zones calmes, et sensibiliser le public.

Ces cartes ont vocation à être réexaminées, et le cas échéant, révisées tous les 5 ans. Les premières séries ont été élaborées en 2007 (1ère échéance), 2012 (2ème échéance) et 2017 (3ème échéance.

L'année 2022 représente donc l'année de la 4ème échéance. Elle concerne les routes dont le trafic annuel dépasse les 3 millions de véhicules. Lors de cette échéance, toutes les cartes de bruit stratégiques doivent être déterminées avec la nouvelle méthode de calcul européenne Cnossos 2020.

Le présent rapport constitue le résumé non technique qui complète les cartes de bruit stratégiques. Il présente les principaux résultats de cette 4ème échéance en ce qui concerne le réseau autoroutier géré par le concessionnaire Cofiroute dans le département Loire-Atlantique. Il rend compte également de la démarche mise en œuvre.

L'ensemble des cartes et des documents connexes ont été produits par le Cerema Ouest, Agence d'Angers.

2.CONTEXTE

2.1 Cartes de Bruit Stratégiques 2022 – Echéance 4

2.1.1 Textes règlementaires

La réalisation des cartes de bruit stratégiques est encadrée par les textes ci-dessous qui précisent notamment les méthodes de calcul, les indicateurs à utiliser et les résultats attendus :

- les articles L.572-1 à L.572-11 du code de l'environnement relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement et modifiant le code de l'urbanisme ;

- les articles R.572-1 à R.572-11 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement et modifiant le code de l'urbanisme ;

- les arrêtés d'application des 3 et 4 avril 2006 relatifs à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement. L'arrêté du 4 avril 2006 a été modifié par l'arrêté du 23 décembre 2021 prenant en compte les effets nuisibles du bruit par le calcul de nouveaux indicateurs.

On peut également faire référence aux deux circulaires suivantes, notamment en ce qui concerne la méthodologie à mettre en œuvre :

- circulaire du 7 juin 2007 relative à l'élaboration des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement de la 1ère échéance ;
- circulaire du 10 mai 2011 relative à l'élaboration des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement de la 2e échéance.

2.1.2 Autorités compétentes

Les cartes de bruit relatives au réseau routier national concédé doivent être réalisées par les sociétés concessionnaires d'autoroutes. Elles sont ensuite arrêtées et approuvées par le préfet du département.

2.1.3. Échéances

L'échéancier pour la réalisation des cartes et des Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE) s'établit comme suit :

- cartes de bruit stratégiques : 30 juin 2022 ;
- PPBE : 18 juillet 2024.

2.1.4. Contenu de l'étude

2.1.4.1. Cartes de bruit

Les cartes de bruit stratégiques ont pour objectif de représenter un niveau de gêne sonore à un instant de référence. Elles sont établies par un logiciel de modélisation acoustique qui tient compte de la source de bruit générée par le trafic automobile, ainsi que de nombreux éléments du contexte comme la topographie, la vitesse autorisée ou les bâtiments environnants.

Elles sont réalisées pour deux indicateurs harmonisés : Lden (Level Day Evening Night) et Ln (Level Night). Lden représente le bruit moyen sur l'ensemble de la journée de 24 heures et Ln le bruit moyen sur la période nocturne 22 heures - 6 heures.

Les documents graphiques produits permettent ainsi de représenter :

- les zones exposées au bruit à l'aide de courbes isophones. Deux types de cartes sont générées : les unes présentent des courbes isophones par paliers de 5 dB(A) (cartes de type A), les autres montrent les secteurs où des valeurs limites sont dépassées (cartes de type C).
- les secteurs affectés par le bruit (cartes de type B).

2.1.4.2. Statistiques de l'exposition au bruit

L'analyse des cartes permet d'estimer la population et le nombre de bâtiments sensibles (bâtiments d'habitation et établissements d'enseignement, de soins, de santé ou d'action sociale) exposés à des bruits dépassant les valeurs limites. Les seuils fixés par la circulaire du 25 mai 2004 et l'arrêté du 4 avril 2006 sont de 68 dB(A) pour le Lden et 62 dB(A) pour le Ln. Toutefois il faut noter que les décomptes de population ne sont que des estimations issues de méthodes forfaitaires qui peuvent conduire à une majoration des résultats.

2.2. Réseau cartographié

Les infrastructures routières à cartographier pour cette 4ème échéance sont les routes dont le trafic est supérieur à 3 millions de véhicules par an c'est-à-dire les voies supportant un trafic journalier supérieur à 8200 véhicules.

L'identification du réseau autoroutier Cofiroute pour le département de Loire-Atlantique a été réalisée grâce aux données de trafics de 2019 fournies par Cofiroute.

Nota : en raison de la Covid 19, les trafics 2020 sur tout le réseau Cofiroute sont inférieurs de 20% environ à ceux de 2019. En accord avec la DGPR, le choix a été pris de prendre les TMJA 2019, plus représentatifs d'une situation normale.

Le réseau est détaillé dans le tableau ci-dessous :

Voie	Début	Fin	Longueur	TMJA mini
A11	Limite Dépt 44 (Entre PR 297 et 298)	A844 – Périphérique Ouest de Nantes (PR 350)	52,9 km	23500, 9.3% PL

Tableau 1 : réseau autoroutier Cofiroute à cartographier en Loire-Atlantique

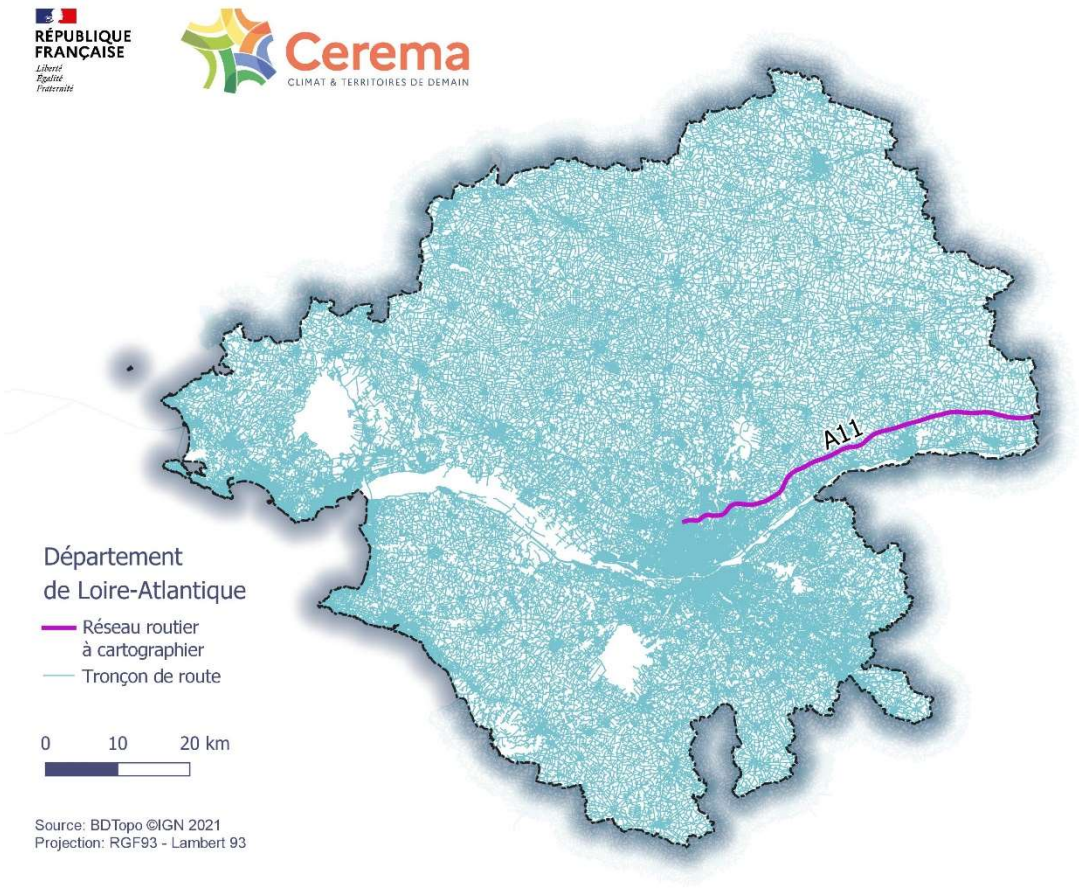


Illustration 1 : Représentation du réseau autoroutier Cofiroute à cartographier en Loire-Atlantique

3. CLES POUR COMPRENDRE LES CARTES

3.1. Quelques rappels sur le bruit

Le bruit est un phénomène physique perçu par le système complexe de l'oreille humaine et traduit en sensation auditive par le cerveau. Son étude fait appel à trois disciplines :

- la physique, qui étudie son émission et sa propagation,
- la physiologie, qui traite la réception et le traitement du bruit par le système auditif,
- la psychologie, qui explore la perception du bruit.

D'origine mécanique, le bruit se décrit comme de petites variations de la pression qui se propage à travers l'air ambiant. Ses grandeurs physiques caractéristiques sont

- l'intensité ou le niveau sonore, mesurée en décibel (dB), et
- la composition des fréquences mesurées en Hertz (Hz). Ces fréquences sont classées en trois catégories : grave, medium, et aiguë.

La réponse de l'oreille varie en fonction de l'intensité sonore et de la fréquence. L'oreille est moins réactive aux sons graves (émis à basses fréquences) qu'aux sons aigus (émis à hautes fréquences). C'est pourquoi, pour tenir compte de cet effet physiologique, une pondération dite « fréquentielle » (pondération A) est appliquée aux niveaux sonores dont l'unité est appelée dB(A).

3.2. Effets du bruit sur la santé

Le tableau ci-dessous fournit quelques exemples de différents environnements sonores et de la perception (sentiment agréable ou désagréable) que l'on peut en avoir :

Sons potentiellement "AGRÉABLES"	niveaux sonores en dB (A)	Echelle de couleurs	Sons potentiellement "DÉSAGRÉABLES"
Concert rock en plein air	110		Décollage d'avion à 200m
Pub dansant	100		Marteau-piqueur
Ambiance de fêtes foraines	90		Moto sans silencieux à 2m
Tempête, match en gymnase, sortie école	80		Poids lourd à 1m
Rue piétonne, vent violent, cinéma	70		Circulation importante à 5m
Ambiance de marché, rue résidentielle	60		Automobile au ralenti à 10m
Rue calme sans trafic routier	50		Télévision du voisin !
Place tranquille, cour intérieure, jardin abrité	40		Moustique vers l'oreille !

Tableau 2 : Échelle des niveaux sonores

En termes sanitaires, une exposition prolongée (de plus de 8h) à des niveaux supérieurs à 85 dB (A) peut entraîner des lésions auditives. En dessous de ces niveaux, le bruit peut entraîner une sensation désagréable ou gênante. Il peut également gêner la communication, perturber le sommeil, avoir des effets cardio-vasculaires et psychologiques, et compromettre la qualité du travail ou de l'apprentissage scolaire. Certaines situations de stress dues au bruit peuvent provoquer des réactions d'hostilité ainsi que des changements de comportement social.

L'Organisation Mondiale de la Santé, affirme aujourd'hui que les effets de l'exposition au bruit sur la santé constituent un problème de santé publique majeur.

3.3. Indicateurs et seuils

Pour le calcul des cartes de bruit, deux indicateurs ont été fixés par la Commission Européenne : le Lden et le Ln. Ils sont exprimés en dB(A).

Le Lden ou Level day-evening-night est le niveau d'exposition au bruit moyenné pendant une journée type de 24 heures. Pour tenir compte des différences de sensibilité au bruit selon les périodes de la journée, une pondération de +5 dB(A) est affectée au bruit émis en soirée (18h-22h) et une pondération de +10 dB(A) est affectée au bruit émis la nuit (22h-6h).

L'échelle d'exposition est graduée par classe de 5 dB(A) de 55 à 75 dB(A).

Le Ln ou Level night est le niveau d'exposition au bruit moyenné pendant une nuit type de huit heures (22h-6h).

L'échelle d'exposition est graduée par classe de 5 dB(A) de 50 à 70 dB(A).

L'article 7 de l'arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement définit des valeurs limites pour les sources routières : 68 dB(A) pour l'indicateur Lden et 62 dB(A) pour l'indicateur Ln.

4. METHODOLOGIE

4.1. Démarche mise en œuvre

Les cartes de bruit de type A et C sont produites à partir d'une modélisation informatique des sources de bruit influentes et de leur propagation sur le territoire.

L'ensemble du processus se décompose en quatre grandes étapes :

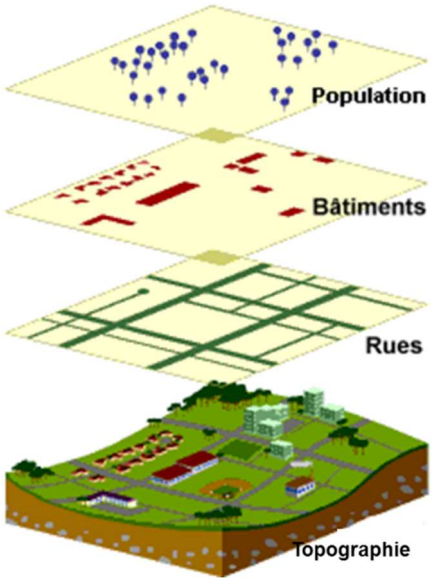


Illustration 2 : Étapes de la modélisation

Étape 1 : Récolte des données pour l'ensemble du territoire, de nature acoustique, géographique ou socio-démographique.

Étape 2 : Mise en forme des données en bases géoréférencées et validation après d'éventuelles hypothèses ou estimations complémentaires nécessaires.

Étape 3 : Réalisation des calculs (modélisation) permettant l'élaboration des cartes de bruit pour chaque infrastructure et édition des statistiques de l'exposition au bruit des populations.

Étape 4 : Édition des cartes et des documents associés.

Les cartes de type B, qui représentent le secteur affecté par le bruit de part et d'autre de la voie, sont produites à partir du classement sonore.

4.2. Données d'entrée

Les données nécessaires à la réalisation des cartes de bruit se répartissent en trois catégories :

- les données d'émission : relatives à la source de bruit étudiée ;
- les données de propagation : relatives au terrain ;
- les données d'exposition : relatives à la population.

La projection utilisée pour les données géographiques est le Lambert 93.

4.2.1. Données d'émission

Les données d'émission permettent d'établir une description fine du réseau routier. Les éléments indispensables aux calculs sont les suivants :

- l'axe de la voie (issue de la BDTopo 3D® IGN, édition septembre 2021),
- le trafic (Trafic Moyen Journalier Annuel – TMJA) (Cofiroute, 2019),
- le pourcentage poids-lourds (% PL) (Cofiroute, 2019),
- la vitesse réglementaire (Cofiroute, 2019),
- le nombre de voies (BDTopo, septembre 2021),
- le revêtement de la chaussée (standard ou acoustique),
- l'allure des véhicules (fluide ou pulsée).

4.2.2. Données de propagation

Les données de propagation permettent de construire un modèle numérique de terrain (MNT) décrivant le relief du territoire étudié. Le terrain a été créé à partir la base de données RGE ALTI® 5 m de l'IGN (septembre 2021) qui décrit la forme et l'altitude normale de la surface du sol à grande échelle, sur lequel, les couches correspondant aux surfaces des bâtiments, de végétation et d'eau sont drapées. Ces données sont issues de la BdTopo 3D® IGN (septembre 2021).

4.2.3. Données d'exposition

Les données d'exposition doivent permettre de repérer les bâtiments d'habitation et les bâtiments sensibles sur le territoire de l'étude et d'évaluer la population impactée par les différents niveaux de bruit réglementaires.Afin de déterminer la typologie des bâtiments sont croisées la couche « Bâtiments », issue de la BdTopo 3D® IGN, et la base de données Siren® (en date du 26/11/2021), issue de l'INSEE, relatives à la nature économique et juridique des établissements et entreprises, disponible à l'adresse suivante https://www.sirene.fr/sirene/public/accueil . Ce croisement permet notamment de repérer les bâtiments d'enseignements et les bâtiments de soin et de santé qui doivent faire l'objet d'un décompte distinct.

Les données de population utilisées, datant de 2015, proviennent des données socio-démographiques fournies par l'INSEE et sont affectées à l'ensemble des bâtiments d'habitation. Elles sont disponibles à l'adresse suivante : https://www.insee.fr/fr/statistiques/4176290?sommaire=4176305. Ces données découpent le territoire français par des carreaux de 200 mètres de côté et recensent le nombre d'individus. Ces données proviennent du dispositif sur les revenus localisés sociaux et fiscaux.

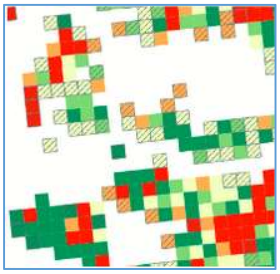


Illustration 3 : Exemple de carte carroyée

4.3. Méthode de calcul

4.3.1. Modélisation des cartes

La démarche de réalisation des cartes de bruit s'appuie sur les recommandations du guide méthodologique « Production des cartes de bruit stratégiques des grands axes routiers et ferroviaires » (Sétra - août 2007).

Cette approche nécessite le recours à un logiciel de simulation acoustique qui calcule la propagation et les niveaux acoustiques conformément à la norme NF-S-31-133 « Calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques » et notamment la Nouvelle Méthode de Prévision du Bruit Cnossos 2020.

Les cartes ont été réalisées à l'aide du logiciel de prévision du bruit Mithra-SIG ® version 5.5 qui intègre ces méthodes de calculs.

4.3.2. Hypothèses de calcul

Conformément aux exigences de la directive européenne, la cartographie d'une infrastructure de transport présente la contribution sonore de cette seule infrastructure, prise séparément des autres sources de bruit présentes sur le site à une hauteur conventionnelle de 4m au-dessus du sol.

De plus, en fonction du contexte, plusieurs paramètres doivent être déterminés. Ils sont détaillés ci-après.

4.3.2.1. Absorption du sol

L'absorption d'un sol est caractérisée par le coefficient de sol G dont la valeur est comprise entre 0 et 1. Pour cette étude, ce coefficient a été fixé par défaut à 1 pour toutes les surfaces de sol, ce qui correspond à un sol naturel, champs ou prairies, à l'exception des surfaces urbaines et des surfaces d'eau dont les valeurs ont été fixées à 0.

4.3.2.2. Répartition des trafics

Les Trafics Moyens Journaliers Annuels sont répartis sur les trois périodes réglementaires 6h-18h, 18h-22h et 22h-6h en respectant la note n° 77 d'avril 2007 du SETRA. Cette distribution dépend du type de la voie et de sa fonction (Tableau 3).

		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

		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 : répartition des débits horaires moyens issus de la note n°77 du SETRA

Dans cette étude, les voies concernées ont été considérées comme des autoroutes de liaison à fonction Longue Distance.

4.3.2.3. Nombre de réflexions

Pour les calculs, trois réflexions (sur les bâtiments) ont été prises en compte pour la propagation.

4.3.2.4. Effets météorologiques

L'influence des conditions météorologiques (facteurs thermiques, vitesse et direction du vent) est significative à partir d'une distance à la voie de 100m. Les courbes isophones de la cartographie étant généralement situées à une distance plus grande, les effets météorologiques ont été pris en compte à travers des valeurs d'occurrences météo forfaitaire de la ville la plus proche. Pour le département de Loire-Atlantique, ce sont les données de la ville de Nantes qui ont été choisies.

4.3.2.5. Maillage de calcul

Afin de densifier les points récepteurs autour de la source de bruit, le maillage utilisé est de type irrégulier avec des points récepteurs tous les 20m à une distance à la voie inférieure à 100m, et, au-delà, des points récepteurs tous les 40m.

4.3.3. Statistiques de l'exposition au bruit

Les cartes de bruit permettent de définir, pour chaque typologie de bâtiment, les niveaux sonores (Lden et Ln) de la façade la plus exposée à une hauteur conventionnelle de 4 mètres au-dessus du sol. Des statistiques de répartition de la population exposée sont ensuite calculées par classe de 5 dB(A). Une distinction doit être faite entre les populations se situant en agglomération et hors agglomération, lorsque l'autoroute traverse l'agglomération en question.

5. RESULTATS

5.1. Cartographie

Toutes les cartes produites se présentent sous la forme de tables SIG au format shape file (.shp). Elles sont établies sous le système de référence RGF93 dans la projection Lambert 93.

5.1.1. Cartes d'exposition des populations (Cartes A)

Les cartes d'exposition des populations, également appelées cartes de type A, localisent les zones exposées au bruit, à l'aide de courbes isophones par pas de 5 dB(A) : de 55 dB(A) à plus de 75 dB(A) pour l'indice Lden, et de 50dB(A) à plus de 70dB(A) pour l'indice Ln.

Les courbes sont représentées grâce à l'échelle de couleurs suivantes :

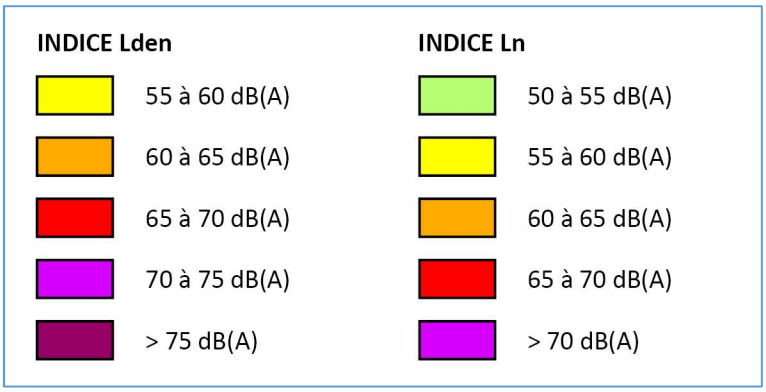


Illustration 4 : Échelles de couleurs conforme à la norme NF-S-31-130, utilisées pour les cartes A

5.1.2. Cartes de dépassement des valeurs limites (Cartes C)

Les cartes de dépassement de seuil, également appelées cartes de type C, présentent les zones où les valeurs limites sont dépassées à savoir 68 dB(A) pour l'indice Lden et 62 dB(A) pour l'indice Ln.

Les courbes sont représentées grâce à l'échelle de couleurs suivantes :

Illustration 5 : Échelles de couleurs conforme à la norme NF-S-31-130, utilisées pour les cartes C

5.1.3. Cartes de classement sonore (Cartes B)

Les cartes de classement sonore, également appelées cartes de type B, présentent les secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de la voie.

Ces secteurs dépendent de la catégorie de la voie :

Catégorie de l'infrastructure	Niveau sonore de référence Laeq (6h-22h) en dB(A)	Niveau sonore de référence Laeq (22h-6h) en dB(A)	Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure
1	L > 81	L > 76	300 m
2	76 < L < 81	71 < L < 76	250 m
3	70 < L < 76	65 < L < 71	100 m
4	65 < L < 70	60 < L < 65	30 m
5	60 < L < 65	55 < L < 60	10 m

Tableau 4 : largeur des secteurs affectés par le bruit en fonction de la catégorie

5.2. Les tableaux de l'exposition au bruit pour l'A11

5.2.1. Estimation de la population et des établissements sensibles exposés au bruit – Hors Agglomération

Exposition au bruit de l'A11– Indicateur Lden - Hors Agglomération			
Lden en dB(A)	Population	Établissements d'enseignement	Établissements de soins et de santé
[55-60[	378	0	0
[60-65[	93	0	0
[65-70[	6	0	0
[70-75[	1	0	0
≥ 75	4	0	0
Total	482	0	0
Dépassement de la valeur limite 68	7	0	0

Exposition au bruit de l'A11 – Indicateur Ln - Hors Agglomération			
Ln en dB(A)	Population	Établissements d'enseignement	Établissements de soins et de santé
[50-55[	148	0	0
[55-60[	15	0	0
[60-65[	3	0	0
[65-70[	4	0	0
≥ 70	0	0	0
Total	170	0	0
Dépassement de la valeur limite ≥ 62	4	0	0

5.2.2. Estimation de la population exposée au bruit en agglomération et estimation de la surface exposée au bruit

Exposition au bruit de l'A11 – Indicateur Lden – Agglomération de Nantes		
Lden en dB(A)	Population	Nombre de Bâtiments sensibles
≥ 55	1417	0
≥ 65	155	0
≥ 75	1	0

Surfaces exposées au bruit de l'A11 - Agglomération de Nantes	
Lden en dB(A)	Surface exposée (Km^2)
≥ 55	7.7
≥ 65	2.6
≥ 75	1.1

Compléments demandés par la DDTM 44 (août 2023) :

Exposition au bruit de l'A11– Indicateur Lden – Agglomération de Nantes				
Lden en dB(A)	Population	Établissements d'enseignement	Établissements de soins et de santé	Surface exposée (km²)
[55-60[	939	0	0	3,3
[60-65[	323	0	0	1,9
[65-70[	129	0	0	0,9
[70-75[	25	0	0	0,6
≥ 75	1	0	0	1,1
Total	1417	0	0	7,7
Dépassement de la valeur limite 68	32	0	0	-

Exposition au bruit de l'A11 – Indicateur Ln – Agglomération de Nantes				
Ln en dB(A)	Population	Établissements d'enseignement	Établissements de soins et de santé	Surface exposée (km²)
[50-55[	421	0	0	2,4
[55-60[	236	0	0	1,2
[60-65[	31	0	0	0,6
[65-70[	1	0	0	0,5
≥ 70	0	0	0	0,7
Total	24	0	0	5,4
Dépassement de la valeur limite ≥ 62	689	0	0	-

6. ESTIMATION DE L'IMPACT SUR LA SANTE

L'arrêté du 23 décembre 2021 modifiant l'arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement demande d'estimer le nombre de personnes ayant des cardiopathies ischémiques en raison d'une exposition au bruit routier, ainsi que le nombre de personnes fortement gênées ou subissant des troubles importants du sommeil en raison d'une exposition au bruit routier.

Le détail des formules contenues dans l'arrêté du 23 décembre 2021 figure en annexe. Pour plus de clarté, seuls les résultats finaux apparaissent ici.

Pour synthétiser, pour chaque infrastructure concernée, 3 nouveaux indices principaux doivent être déterminés : ce sont les indices liés à une forte gêne (noté HA), les indices liés à une forte perturbation du sommeil (noté HSD), le dernier indice lié à la cardiopathie ischémique (noté CPI).

Le risque absolu (RA) lié à l'effet nuisible de la forte gêne (HA) et aux fortes perturbations du sommeil (HSD) d'une infrastructure doit être déterminé pour les différentes gammes de bruit.

Selon le même principe, le risque relatif (RR), lié à l'effet nuisible de la cardiopathie ischémique (CPI) est également calculé.

Les valeurs de risque absolu RA (ou AR) et risque relatif (RR) eu égard à l'effet nuisible du bruit routier par tranche d'exposition au niveau sonore ainsi calculées sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

	[50-55[dB(A)	**[55-60[dB(A)**	**[60-65[dB(A)**	**[65-70[dB(A)**	**[70-75[dB(A)**	**[75-…[dB(A)**
Valeur médiane	52.5	57.5	62.5	67.5	72.5	77.5
AR HA, route	0.0959	0.1282	0.1776	0.2441	0.3277	0.4284
AR HSD, route	0.0515	0.0741	0.1030	0.1382	0.1797	0.2276
RR CPI,route	1.0000	1.0352	1.0759	1.1181	1.1619	1.2075

Tableau 7 : valeurs RA forte gêne, RA forte perturbations du sommeil et RR pour la route

Le risque absolu RA (ou AR) définit un taux de population gênée. Par exemple, avec les valeurs du tableau, pour la tranche d'exposition [70-75[dB(A) de l'indicateur Lden, 32.7% de la population exposée est fortement gênée et pour la tranche d'exposition [70-75[dB(A) de l'indicateur Ln, 17.9% aura de fort troubles du sommeil.

Le RR définit une augmentation de l'incidence de l'effet nuisible de la cardiopathie ischémique (CPI). Par exemple, pour la tranche d'exposition [70-75[dB(A) de l'indicateur Lden, la population aura 1.16 fois plus de risque que la population non exposée.

La proportion de cas (PAF) pour la cardiopathie ischémique (CPI) dans la population exposée à un risque relatif (RR CPI,route) est calculée pour déterminer ensuite le nombre total de personnes affectées par la CPI.

Le taux d'incidence des cardiopathies ischémiques (CPI) retenu pour les calculs est le taux standardisé national issu des données de l'assurance maladie, et s'élève à **165 / 100000 hab** en 2019 (source *: https://assurance-maladie.ameli.fr/etudes-et-donnees/incidence-nouvelles-exonerations-ald-2019*).

6.1. Tableaux des impacts sur la santé pour l'A11

En application des formules contenues dans l'arrêté du 23 décembre 2021, le nombre de personnes concernées par une forte gêne (HA) et par de fortes perturbations du sommeil (HSD) pour l'A11 est le suivant :

Tranche	**[55-60[dB(A)**	**[60-65[dB(A)**	**[65-70[dB(A)**	**[70-75[dB(A)**	**[75-…[dB(A)**	**Total**
Nombre	169	74	33	8	2	286

Tableau 8 : décompte des personnes fortement gênées par l'A11

Tranche	**[50-55[dB(A)**	**[55-60[dB(A)**	**[60-65[dB(A)**	**[65-70[dB(A)**	**[70-…[dB(A)**	**Total**
Nombre	29	19	3	1	0	52

Tableau 9 : décompte des personnes subissant des perturbations importantes du sommeil par l'A11

La proportion de cas (PAF) pour la cardiopathie ischémique (CPI) le long de l'A11 est de 4,96% et le nombre de personnes affectées est de 0.

7. CONCLUSION

Conformément à la transposition française de la directive européenne 2002/49/CE, les cartes de bruit stratégiques du réseau autoroutier Cofiroute dans le département de Loire-Atlantique supportant un trafic supérieur à 3 millions de véhicules par an, ont été réalisées pour cette 4ème échéance 2022 ; elles sont accompagnées d'une estimation des populations, des bâtiments sensibles et des surfaces exposés au bruit par itinéraire.

Les cartes de bruit sont des documents stratégiques à l'échelle de grands territoires. Basées sur des calculs issus d'un modèle informatique, ce ne sont pas des documents opposables. Le niveau de précision est adapté à un usage d'aide à la décision et non de dimensionnement de solutions techniques ou de traitement de plaintes. Elles permettent de disposer des éléments nécessaires à l'élaboration d'un diagnostic de l'exposition au bruit qui fera l'objet du Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement, dans lequel des propositions d'actions seront formulées.

8. ANNEXE SUR LES NOUVEAUX INDICES

L'arrêté du 23 décembre 2021 modifiant l'arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement demande d'estimer le nombre de personnes ayant des cardiopathies ischémiques en raison d'une exposition au bruit routier, ainsi que le nombre de personnes fortement gênées ou subissant des troubles importants du sommeil en raison d'une exposition au bruit routier.

Le risque relatif d'un effet nuisible est calculé selon la formule suivante :

$$RR = \left(\frac{\begin{array}{c}\textit{Probabilité de survenue de l'effet nuisible} \\ \textit{dans une population exposée} \\ \textit{à un niveau spécifique de bruit dans l'environnement}\end{array}}{\begin{array}{c}\textit{Probabilité de survenue de l'effet nuisible} \\ \textit{dans une population non exposée} \\ \textit{au bruit dans l'environnement}\end{array}} \right) \text{(Formule 1)}$$

Le risque absolu (RA) d'un effet nuisible est défini de la façon suivante :

$$RA = \left(\begin{array}{c}\textit{Survenue de l'effet nuisible} \\ \textit{dans une population exposée} \\ \textit{à un niveau spécifique de bruit dans l'environnement}\end{array} \right) \text{(Formule 2)}$$

Pour le calcul du RA, eu égard à l'effet nuisible de la forte gêne (HA), la relation dose-effet suivante est utilisée :

$$AR_{HA,route} = \left(78{,}9270 - 3{,}1162 * L_{den} + 0{,}0342 * {L_{den}}^2\right) / 100 \qquad \text{(Formule 4)}$$

Pour le calcul du RA, eu égard à l'effet nuisible des fortes perturbations du sommeil (HSD), la relation dose-effet suivante est utilisée :

$$AR_{HSD,route} = \left(19{,}4312 - 0{,}9336 * L_{night} + 0{,}0126 * {L_{night}}^2\right) / 100 \text{ (Formule 7)}$$

Pour le calcul du Risques Relatif (RR), eu égard à l'effet nuisible de la cardiopathie ischémique (CPI), en ce qui concerne le taux d'incidence (i), les relations dose-effet suivantes sont utilisées pour le bruit dû au trafic routier :

$$RR_{CPI,i,route} = \begin{cases} e^{\left[\left(ln(1{,}08)/10\right) * (L_{den} - 53)\right]} & \textit{pour } L_{den} \textit{ supérieur à } 53\ dB \\ 1 & \textit{pour } L_{den} \textit{ inférieur ou égal à } 53\ dB \end{cases} \text{(Formule 3)}$$

Les valeurs de risque absolu RA (ou AR) et risque relatif (RR) eu égard à l'effet nuisible du bruit routier par tranche d'exposition au niveau sonore ainsi calculées sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

	[50-55[dB(A)	**[55-60[dB(A)**	**[60-65[dB(A)**	**[65-70[dB(A)**	**[70-75[dB(A)**	**[75-…[dB(A)**
Valeur médiane	52.5	57.5	62.5	67.5	72.5	77.5
AR HA, route	0.0959	0.1282	0.1776	0.2441	0.3277	0.4284
AR HSD, route	0.0515	0.0741	0.1030	0.1382	0.1797	0.2276
RR CPI,route	1.0000	1.0352	1.0759	1.1181	1.1619	1.2075

Tableau 7 : valeurs RA forte gêne, RA forte perturbations du sommeil et RR pour la route

Les valeurs de tableau 7 permettent de calculer le nombre de personnes N concernées par les effets du bruit routier à proximité d'une infrastructure selon le nombre de personnes exposées (n) décomptées dans les tableaux d'estimation de l'exposition des populations (tableaux 5 et 6 page 16) selon la formule :

$$N_{x,y} = \sum_j [n_j * AR_{j,x,y}] \text{ (Formule 12)}$$

La proportion de cas (PAF) pour la cardiopathie ischémique (CPI) dans la population exposée à un risque relatif (RR CPI,route) est calculée pour déterminer ensuite le nombre total de personnes (N) affectées par la CPI.

La proportion de cas (PAF) est déterminée à partir de la formule :

$$PAF_{x,y} = \left(\frac{\sum_j [p_j \cdot (RR_{j,x,y} - 1)]}{\sum_j [p_j \cdot (RR_{j,x,y} - 1)] + 1} \right) \text{ (Formule 10)}$$

où p_j, est la proportion de la population *P* dans la zone évaluée qui est exposée à la *j*-ième bande d'exposition et qui est associée à un RR donné d'effet nuisible spécifique *RRj,x,y*.

Le nombre total de personnes (N) affectées par cet effet est déterminé à partir de la formule 11 :

$$N_{x,y} = PAF_{x,y,i} * I_y * P \text{ (Formule 11)}$$

Où :

- I est le taux d'incidence de la CPI dans la zone évaluée, lequel peut être obtenu à partir des statistiques de santé de la région ou du pays concerné,
- P est la population totale de la zone évaluée (la somme de la population dans les différentes bandes de bruit).

Cerema

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
Siège social : Cité des mobilités - 25 avenue François Mitterrand - CS 92 803 - 69674 Bron Cedex -
Tél. : +33 (0)4 72 14 30 30 – **www.cerema.fr**