



groupe
impédance

A l'écoute des vibrations du monde

Grand Besançon Métropole – Cartographie de Bruit Stratégique – 4ème échéance

Résumé non technique de la cartographie stratégique de bruit

Document 19DE03 – EN13032 - 23 avril 2024



Grand Besançon Métropole




Sommaire

1	Contexte de l'étude	4
2	Généralités en acoustique de l'environnement	5
2.1	La pression acoustique	5
2.2	Le décibel : dB	5
2.3	La pondération A : le dB(A)	6
2.4	L'addition de niveaux sonores	7
2.5	Le L_{eq}	8
2.6	Les indicateurs statistiques	8
2.7	Définition du niveau jour-soir-nuit : L_{den}	9
2.8	Formules	10
3	Qu'est-ce qu'une carte de bruit stratégique	12
4	Méthodologie générale vis-à-vis de la cartographie	13
4.1	Etendue géographique	13
4.2	Modélisation acoustique et validations	14
4.3	Représentations cartographiques	15
4.4	Exposition au bruit de la population et des établissements sensibles	16
4.5	Limites de la cartographie et des dénombrements	16
5	Exemple de cartes de bruit « Agglo »	18
5.1	Exemples de cartes de type A, indice L_{den}	19
5.2	Exemples de cartes de type A, indice L_n	20
5.3	Exemples de cartes de type B	21
5.4	Exemples de cartes de type C, indice L_{den}	22
5.5	Exemples de cartes de type C, indice L_n	23
6	Exposition de la population et des établissements sensibles aux bruit des sources « Agglo »	24
6.1	Bruit routier	24
6.2	Bruit ferroviaire	26
6.3	Bruit industriel	27
6.4	Bruit du tramway	30
6.5	Bruit cumulé	31

Sommaire (suite)

7 Exemple de cartes de bruit des Grandes Infrastructures	32
7.1 Exemples de cartes de type A, indice L_{den}	33
7.2 Exemples de cartes de type A, indice L_n	34
7.3 Exemples de cartes de type C, indice L_{den}	35
7.4 Exemples de cartes de type C, indice L_n	36
8 Exposition de la population et des établissements sensibles aux bruit des Grandes Infrastructures	37
8.1 Bruit routier.....	37
8.2 Bruit ferroviaire.....	38
8.3 Bruit du tramway.....	39
9 Conclusion	40
10 Annexe – Santé	42
Synthèse.....	42
Gêne.....	44
Troubles du sommeil.....	45
Cardiopathie ischémique.....	46

Date	Version	Modifications	Rédacteur	Vérificateur
23/04/2024	03	Intégration Annexe Santé	Gaëtan POTTIER	Bertrand MASSON
Destinataires			Organisme	
Émilie Clair (Département des mobilités – Chargée de mission / Plan Bruit et Logistique urbaine)				

1 Contexte de l'étude

La directive européenne 2002/49/CE du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement, transposée en droit français par la loi n°2005-1319 du 26 octobre 2005, a pour objet de définir une approche commune à tous les Etats membres afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de l'exposition au bruit dans l'environnement. Cet objectif se décline en trois actions :

- l'évaluation de l'exposition au bruit des populations et des équipements sensibles (établissements de santé et d'enseignement),
- une information des populations sur ce niveau d'exposition et les effets du bruit
- la mise en œuvre de politiques visant à réduire le niveau d'exposition (dans les zones de dépassement de seuils notamment) et à préserver des zones calmes.

Afin d'atteindre ces objectifs, la directive a instauré l'obligation pour les Etats membres d'élaborer pour les grandes infrastructures de transports terrestres (notamment les routes de plus de 3 millions de véhicules par an) et pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants, des Cartographies de Bruit Stratégiques (CBS) et des Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE) associés.

La communauté urbaine de Grand Besançon Métropole est concernée par l'application de la Directive Européenne, soit 68 communes: Amagney, Audeux, Avanne-Aveney, Besançon, Beure, Bonnay, Boussières, Braillans, Busy, Byans-sur-Doubs, Chalèze, Chalezeule, Champagny, Champoux, Champvans-les-Moulins, Châtillon-le-duc, Chaucenne, Chemaudin et Vaux, Chevroz, Cussey-sur-l'Ognon, Dannemarie-sur-Crête, Deluz, Devecey, École-Valentin, Fontain, Franois, Geneuille, Gennes, Grandfontaine, La Chevillotte, La Vèze, Larnod, Le Gratteris, Les Auxons, Mamirolle, Marchaux-Chaudefontaine, Mazerolles-le-Salin, Mérey-Vieilley, Miserey-Salines, Montfaucon, Montferrand-le-Château, Morre, Nancray, Noiron, Novillars, Osselle-Routelle, Palise, Pelousey, Pirey, Pouilley-Français, Pouilley-les-Vignes, Pugey, Rancenay, Roche-lez-Beaupré, Roset-Fluans, Saint-Vit, Saône, Serre-les-Sapins, Tallenay, Thise, Thoraise, Torpes, Vaire, Velesmes-Essarts, Venise, Vieilley, Villars-Saint-Georges et Vorges les Pins.

Les modalités d'établissement des documents sont notamment précisées dans les articles L. 572-1 à L. 572-11 et R. 572-1 à R. 572-11 du code de l'environnement et l'arrêté d'application du 4 avril 2006.

Le terme « carte du bruit » est un terme générique qui englobe des documents graphiques, des tableaux de données, un résumé sous forme de texte.

Les sources sonores prises en considération sont les infrastructures routières, ferroviaires, aériennes, et les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à Autorisation (ICPE-A).

A la cartographie, sont également associés les dénombrements de populations exposées au bruit ainsi que des établissements dits sensibles (établissements de santé et établissements d'enseignement).

Le présent rapport de synthèse présente le résumé non technique des cartes de bruit stratégiques.

2 Généralités en acoustique de l'environnement

2.1 La pression acoustique

Le bruit est dû à une variation rapide de la pression régnant dans l'atmosphère. La pression acoustique est la différence entre la pression instantanée et la pression atmosphérique (notre oreille n'est pas sensible aux variations de la pression atmosphérique, qui se produisent trop lentement).

La pression acoustique s'exprime en Pa (Pascal) et est notée « p ».

2.2 Le décibel : dB

La sensation auditive de bruit est liée physiologiquement au logarithme de la pression acoustique « p ». De manière à caractériser le niveau sonore d'un bruit, on utilise une unité basée sur le logarithme : le décibel, noté dB (la formule mathématique est précisée au paragraphe 2.8).

Dans la réalité, l'échelle de niveaux sonores auxquels nous pouvons être exposés varie de 10 à 140 dB.

Voici quelques exemples :

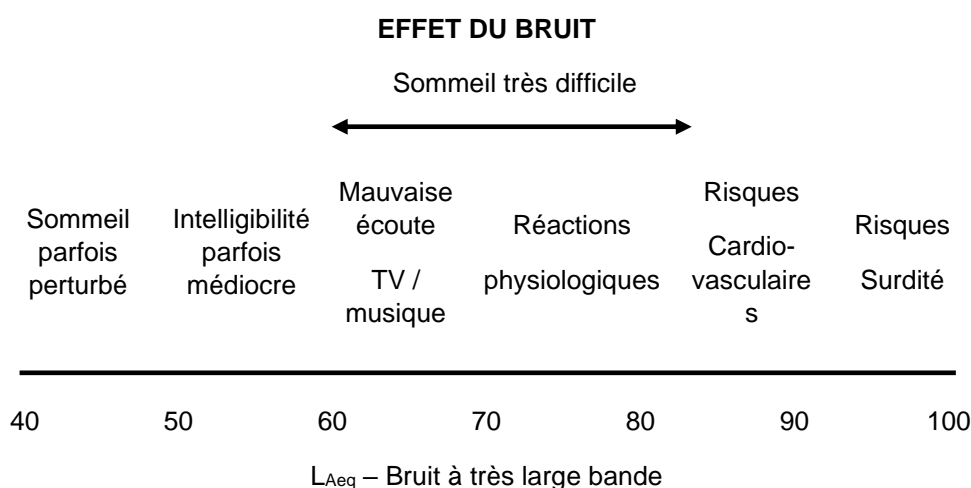


2.3 La pondération A : le dB(A)

L'oreille humaine joue le rôle d'un filtre en fonction des fréquences du bruit : elle atténue certaines fréquences (inférieures à 1 000 Hz et supérieures à 4 000 Hz) et en amplifie d'autres (celles comprises entre 1 000 Hz et 4 000 Hz).

De manière à restituer la « **courbe de réponse** » de l'oreille, on utilise une courbe de pondération, dite « courbe de pondération A ». On pourra ainsi définir un niveau sonore en dB(A) qui sera représentatif de la sensation auditive humaine.

Le dB(A) est l'unité la plus fréquemment utilisée en ce qui concerne la caractérisation des bruits dans l'environnement. L'échelle de niveaux ci-dessous illustre quelques effets du bruit sur l'homme :



2.4 L'addition de niveaux sonores

Les lois physiques et physiologiques liées au bruit imposent une arithmétique particulière. En effet, l'addition de 2 niveaux sonores ne se fait pas du tout de la même manière que l'addition de deux nombres classiques : **60 dB + 60 dB ne font pas 120 dB !**

Pour simplifier, nous ne rappellerons ici que les règles de base qui illustrent l'addition des niveaux sonores.

2.4.1 Doublement de la puissance

$$60 \text{ dB} \oplus 60 \text{ dB} = 63 \text{ dB}$$

Lorsque l'on additionne deux sources de même niveau, le résultat global augmente de 3 dB. Par exemple, le doublement du trafic routier correspond à une augmentation du niveau sonore de 3 dB (toutes choses restant égales par ailleurs : % PL, vitesses, fluidité...)



60 dB



63 dB

2.4.2 Effet de masque

$$60 \text{ dB} \oplus 70 \text{ dB} = 70 \text{ dB}$$

Si deux niveaux de bruit sont émis simultanément par deux sources sonores, et si le premier est au moins supérieur de 10 dB par rapport au second, le niveau sonore résultat est au plus grand des deux. Le bruit le plus faible est alors masqué par le plus fort.



60 dB



70 dB



70 dB

Quelques repères :

- Une variation du niveau de bruit de 1 dB(A) est à peine perceptible.
- Une variation du niveau de bruit de 3 dB(A) est perceptible, et correspond à un doublement du trafic dans le cas du bruit routier.
- Une variation du niveau de bruit de 10 dB(A) correspond à une sensation de « deux fois plus fort ».

2.5 Le L_{eq}

La plupart du temps, les bruits auxquels nous sommes soumis ne sont pas stables, leur niveau varie rapidement avec le temps : ce sont des bruits fluctuants (le bruit routier en est un exemple).

On utilise donc le $L_{eq,T}$ ou $L_{Aeq,T}$ (pour les bruits exprimés en dB(A) et où T est la période de temps sur laquelle on détermine cet indice) appelé « niveau sonore (énergétique) continu équivalent ».

Sur une période déterminée T, le L_{eq} est le niveau de bruit constant (stable dans le temps) qui aurait la même énergie que le bruit fluctuant considéré. Ce niveau continu équivalent constitue en quelque sorte une moyenne énergétique des niveaux de bruit (la formule mathématique est précisée au paragraphe 2.8).

2.6 Les indicateurs statistiques

Dans certaines situations sonores, le L_{Aeq} n'est pas suffisant pour l'appréciation des effets du bruit. On effectue également des analyses statistiques de L_{Aeq} courts qui permettent de déterminer les niveaux fractiles $L_{N\%}$: niveaux atteints ou dépassés pendant N% de la durée d'observation.

Ces situations se caractérisent par la présence de bruits intermittents, porteurs de beaucoup d'énergie, mais qui ont une durée d'apparition suffisamment faible pour ne pas présenter, à l'oreille, d'effet de masque du bruit de l'installation. Une telle situation se rencontre notamment lorsqu'il existe un bruit de circulation discontinu (survol d'avion, passage de trains, de véhicules...).

Ainsi :

- Le niveau L_{10} , atteint ou dépassé pendant 10 % du temps, représente le bruit de crête
- Le niveau L_{50} , médiane statistique, représente un bruit moyen
- Le niveau L_{90} , représente un bruit de fond.

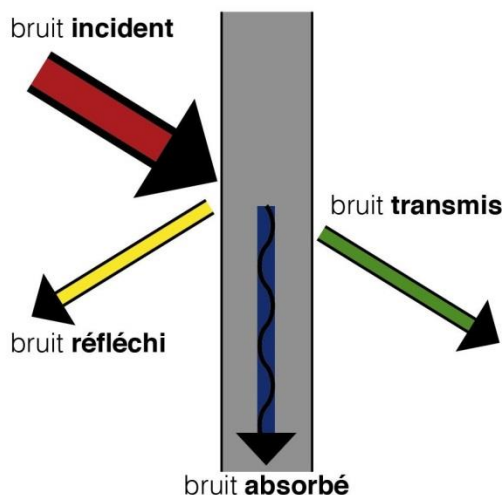
2.7 Définition du niveau jour-soir-nuit : L_{den}

L'indicateur pondéré $L_{d(ay)e(vening)n(ight)}$ représente le niveau annuel moyen sur 24h évalué à partir des niveaux moyens de journée (6h-18h), de soirée (18h-22h) et de nuit (22h-6h). Dans son calcul qui est présenté au paragraphe 2.8, les niveaux moyens de soirée et de nuit sont augmentés respectivement de 5 et 10 dB(A).

En d'autres termes, cet indicateur de bruit est associé à la gêne acoustique globale liée à une exposition au bruit de longue durée et tient compte du fait que le bruit subi en soirée et durant la nuit est ressenti comme plus gênant. Il est utilisé pour l'établissement de cartes de bruit stratégiques.

Ces indicateurs sont particulièrement indiqués dans le cadre de sources de bruit continu comme le bruit du trafic routier. Par contre, pour des sources de bruit intermittent comme le bruit du trafic ferroviaire ou le bruit du trafic aérien, il est indispensable d'utiliser en complément des indicateurs représentatifs d'événements acoustiques (passages de train, passages d'avion...).

Sachant que c'est le bruit incident qui est pris en considération, ce qui signifie qu'il n'est pas tenu compte du bruit réfléchi sur la façade du bâtiment concerné (en règle générale, cela implique une correction de 3 dB lorsqu'on procède à une mesure).



La hauteur du point d'évaluation de L_{den} se situe à 4m au-dessus du sol dans le cadre d'un calcul effectué aux fins d'une cartographie de bruit stratégique concernant l'exposition au bruit à l'intérieur et à proximité des bâtiments.

2.8 Formules

2.8.1 Le décibel

Pour rappel (cf. paragraphe 2.2), le décibel, noté dB, est une unité logarithmique permettant de caractériser le niveau sonore d'un bruit.

La pression acoustique s'exprime en Pa (Pascal) et on la note « p ».

Le niveau de pression acoustique L_p se calcule de la façon suivante :

$$L_p = 10 \times \text{Log} \left(\frac{p^2}{p_0^2} \right)$$

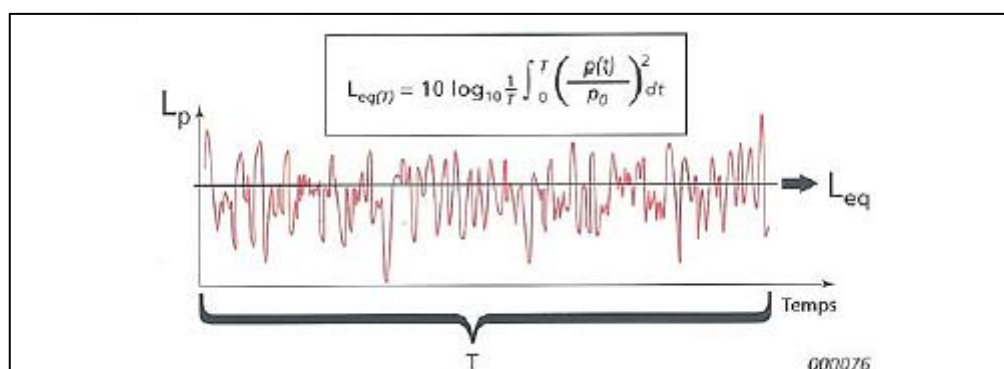
avec :

p : La pression acoustique

p_0 : La pression acoustique audible minimale, soit 20 μPa

2.8.2 Le L_{eq}

Pour rappel, (cf. paragraphe 2.5), le $L_{eq,T}$ ou $L_{Aeq,T}$ est un indicateur permettant de caractériser le « niveau sonore (énergétique) continu équivalent » sur une durée déterminée.



2.8.3 Le L_{den}

Le niveau jour-soir-nuit L_{den} en décibels (dB) est défini par la formule suivante :

$$L_{den} = 10 \log_{10} \left\{ \left(\frac{1}{24} \right) \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right) \right\}$$

où :

- L_{day} est le niveau sonore moyen représentatif d'une journée (L_{Aeq} entre 6h et 18h), déterminé sur une année,
- $L_{evening}$ est le niveau sonore moyen représentatif d'une soirée (L_{Aeq} entre 18h et 22h), déterminé sur une année,
- L_{night} est le niveau sonore moyen représentatif d'une soirée (L_{Aeq} entre 22h et 6h), déterminé sur une année,

3 Qu'est-ce qu'une carte de bruit stratégique

Une Carte de Bruit Stratégique (CBS) est un outil d'évaluation du bruit dans l'environnement. Elle permet d'établir un diagnostic du niveau sonore moyen sur le territoire, et de l'exposition de la population à ces niveaux sonores, concernant quatre sources de bruit (conformément aux textes réglementaires) :

- toutes les infrastructures de transports routiers
- toutes les infrastructures de transports ferroviaires
- les aéroports et aérodromes (faisant l'objet d'un Plan d'Exposition au Bruit)
- certaines industries, à savoir : les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à Autorisation Préfectorale (ICPE-A)

La carte de bruit regroupe :

- des cartes à une échelle réglementaire,
- une estimation de l'exposition au bruit des personnes vivant dans les bâtiments d'habitation d'une part et des bâtiments d'enseignement et de santé, d'autre part,
- ainsi qu'un résumé non technique présentant les principaux résultats et un exposé sommaire de la méthodologie d'élaboration des cartes.

La carte de bruit ne concerne pas les bruits à caractère fluctuant :

Les bruits des activités domestiques, les bruits de voisinage et de proximité (activités de loisirs, commerces, aboiements...), le bruit perçu sur les lieux de travail ou à l'intérieur des moyens de transport.

Ces sources de bruit ne sont donc pas représentées sur les cartes.

Conformément aux textes réglementaires, les cartes de bruit sont issues d'une modélisation basée sur des calculs acoustiques, et non sur des mesures de terrain. La méthodologie utilisée et préconisée par la Directive européenne, peut conduire à une surestimation des niveaux sonores.

Les cartes de bruit sont des documents stratégiques à l'échelle de grands territoires. Elles visent à donner une représentation macroscopique, donc globale, de l'exposition au bruit des populations. Ce sont des documents d'information, non opposables.

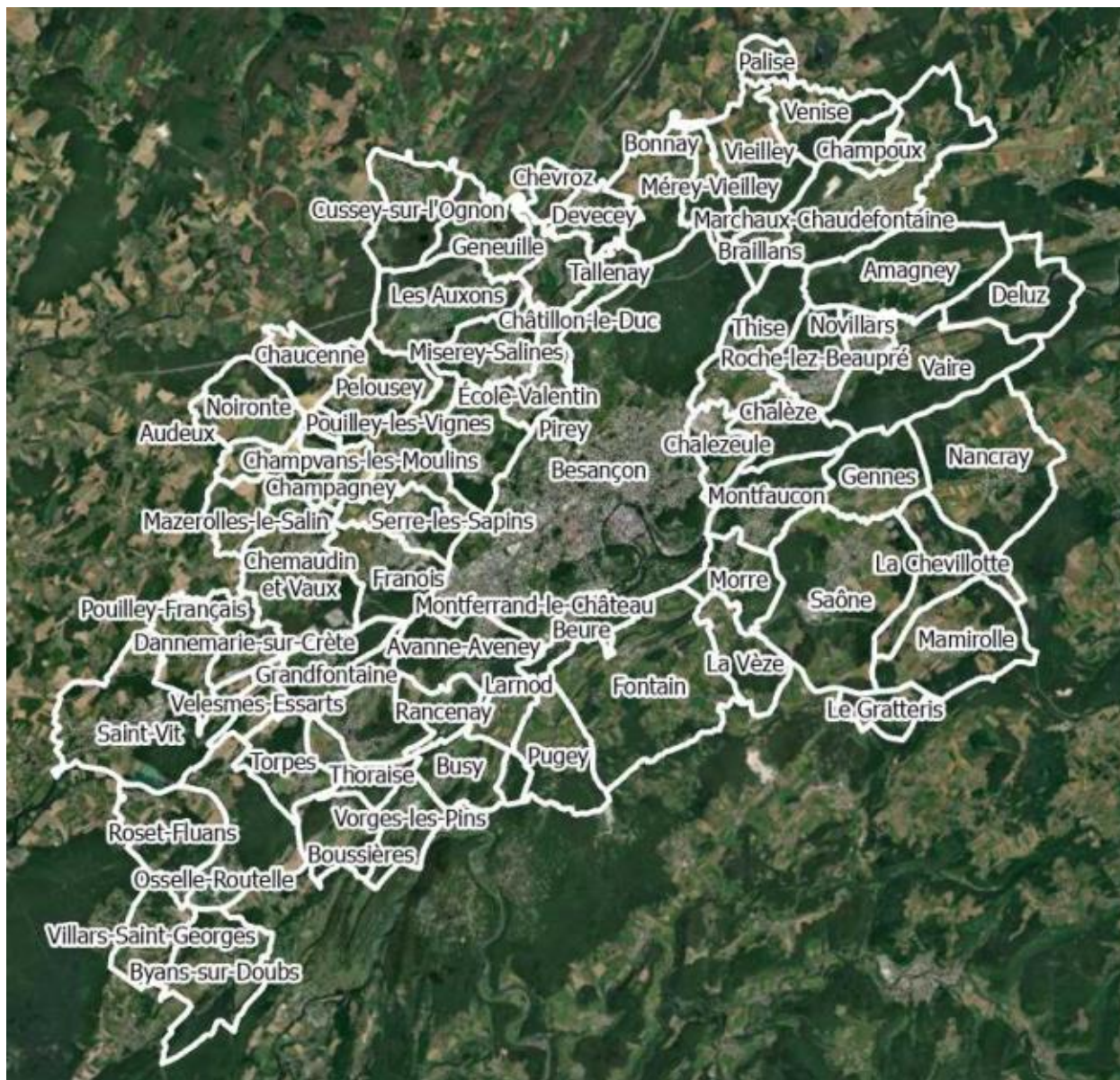
Au-delà du simple respect de la réglementation, l'objectif de la carte de bruit stratégique est principalement d'établir un état des lieux de la situation sonore du territoire, qui puisse servir de support aux décisions d'amélioration ou de préservation de l'environnement sonore, et donc du cadre de vie et de la santé publique, dans les politiques d'aménagement du territoire et de planification.

La finalité de ces représentations est de permettre une évaluation de l'exposition au bruit de la population et des établissements sensibles (établissements de santé et d'enseignement), de porter ces éléments à la connaissance du public, puis de contribuer à la définition des priorités d'actions préventives et curatives devant faire l'objet du Plan de Prévention.

4 Méthodologie générale vis-à-vis de la cartographie

4.1 Etendue géographique

L'étude porte sur les 68 communes localisées sur la vue ci-dessous :



Les 68 communes visées par l'étude

L'ensemble des 68 communes correspond à une population totale de 198 745 habitants en 2016 (source INSEE janvier 2019).

4.2 Modélisation acoustique et validations

Le travail est basé sur la modélisation en 3D de l'ensemble du territoire et de son environnement immédiat grâce à la base de données (base de données acoustiques géoréférencée) établie pour la réalisation de l'étude.

Cette base comprend d'une part des objets géométriques, les courbes de niveaux, les bâtiments, les axes de transport terrestres, etc. ; d'autre part, les paramètres acoustiques, notamment les volumes de trafics et vitesses, les paramètres de réflexions sonores des surfaces et du terrain, les conditions météo de propagation, etc.

Les sources sonores prises en compte dans l'étude sont réparties en quatre familles : les infrastructures routières, les infrastructures ferroviaires, les infrastructures aéroportuaires et les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à Autorisation (ICPE-A) ayant une activité industrielle.

L'année de référence de cette cartographie pour les hypothèses de trafics routiers est de 2015-2022, 2022 pour les trafics ferroviaires, de 2023 pour le tramway et 2022 pour les ICPE.

Les données collectées sont synthétisées sous un Système d'Information Géographique (SIG) dans une base de données « acoustique » en vue de la modélisation du territoire d'étude.

Pour cela, la base de données a été mise en forme de manière homogène afin d'établir :

- des couches distinctes par famille d'objets (bâti, routes, voies ferrées, etc.) ;
- sous un système de projection unique : le Lambert 93;
- dans un format exploitable pour les autorités compétentes : format Shapefile ;
- possédant tous les attributs acoustiques utiles à la modélisation.

Les différentes étapes de traitements réalisés, ainsi que les données finales utilisées dans le cadre de la cartographie ont été validées par Grand Besançon Métropole.

La modélisation acoustique se fait ensuite automatiquement par un transfert de ces données vers le logiciel Predictor, capable d'interpréter les objets créés dans cette base.

4.3 Représentations cartographiques

Les cartes de bruit produites sont éditées selon deux indices acoustiques de 'niveau' ('level' en anglais, symbolisé 'L') :

- l'indice acoustique **nocturne** L_n ou L_{night} ('n' pour 'night' : la 'nuit' en anglais), indice du niveau sonore moyen annuel entre 22h et 6h.
- l'indice de la **journée de 24h** : L_{den} ('d' pour 'day' : le 'jour', 'e' pour 'evening' : le 'soir', 'n' pour 'night' : la 'nuit').

Le L_{den} est un indicateur de gêne correspondant au niveau de bruit moyen annuel perçu sur une journée de 24 heures, en incluant des pondérations (pénalisations) pour les périodes de soirée ('evening' : 18h-22h en France) avec +5 dB, et de nuit ('night' : 22h-6h en France) avec +10 dB ; il n'y a pas de pondération sur la période de jour ('day' : 6h-18h en France).

L'unité utilisée pour ces indices est le décibel pondéré A, unité logarithmique symbolisée par dB(A).

Les représentations des niveaux sonores rendent compte de situations moyennes des émissions du bruit : moyennes annuelles de trafics, conditions météorologiques moyennes, etc.

Les cartes de bruit établies pour la CBS sont généralement de 4 types différents (les cartes de type D ne sont pas réalisées dans le cadre de cette étude car les données nécessaires ne sont pas disponibles au moment de la réalisation de cette étude) :

- a) Cartes d'exposition (ou cartes de "type A"), représentant les zones exposées à plus de 55 dB(A) en L_{den} ainsi que les zones exposées à plus de 50 dB(A) en L_n , sous forme de courbes isophones (courbes de même niveau sonore) par pas de 5 en 5 dB(A).
- b) Cartes des secteurs affectés par le bruit (ou cartes de "type B") représentant les "secteurs affectés par le bruit" définis dans les arrêtés préfectoraux de classement sonore, établies distinctement pour les routes et les voies ferrées. Ces cartes sont réalisées par les services de l'État lors des révisions des classements sonores.
- c) Cartes de dépassement des valeurs limites (ou cartes de "type C") : ce sont les cartes de dépassement potentiel de seuil de bruit. Elles représentent les zones où les valeurs limites en L_{den} et en L_n sont dépassées ; ces valeurs, dépendantes de la famille de source sonore considérée, sont les suivantes (en dB(A)) :

Indicateurs de bruit	Aérodromes	Route et/ou ligne à grande vitesse	Voie ferrée conventionnelle	Activité industrielle
L_{den}	55	68	73	71
L_n	/	62	65	60

Valeurs limites en dB(A) fixées à l'article 7 de l'Arrêté du 4 avril 2006

Les cartes sont produites indépendamment pour chaque famille de source de bruit sur l'ensemble de la Métropole et pour chaque indicateur.

Les calculs acoustiques sont réalisés selon des méthodes normalisées adaptées à chaque famille de source sonore.

Deux séries de calculs sont réalisées, toujours à une hauteur constante de 4m par rapport au sol ; l'une par maillage de points récepteurs de calculs permettant d'établir les tracés de courbes isophones, l'autre, à l'aide de points récepteurs répartis en façades du bâti (à 2m de distance) afin d'estimer ensuite l'exposition au bruit des populations et des établissements sensibles (établissements d'enseignement ou de soins).

4.4 Exposition au bruit de la population et des établissements sensibles

Chaque habitation est entourée par des points récepteurs permettant de calculer les niveaux au droit des différentes façades des bâtiments, à 2 mètres de la façade et à 4 mètres de hauteur.

A la population affectée au bâtiment est ensuite attribuée le niveau sonore maximum qui l'entoure. Les quantités de populations dénombrées sont ainsi pessimistes vis-à-vis des niveaux d'exposition au bruit.

Une distinction est également faite par rapport aux établissements dits sensibles qui sont :

- les établissements d'enseignement (écoles, collèges, lycées) (voir en annexe)
- les établissements de santé (hôpitaux, cliniques...)

4.5 Limites de la cartographie et des dénombrements

La cartographie de bruit stratégique représente un diagnostic macroscopique de l'environnement sonore d'un territoire, et ce, de manière non exhaustive. Elle présente ainsi des défauts et des incertitudes, dus notamment à la nature et à la précision des bases de données utilisées en entrée pour la modélisation.

4.5.1 Cartes

Les cartes du bruit constituent des documents techniques dont l'interprétation peut se révéler hasardeuse pour un public non averti.

Afin d'éviter d'éventuelles erreurs d'interprétation, l'accès aux documents devra de préférence être subordonné à la lecture d'une note pédagogique expliquant notamment les modalités d'exploitation des résultats.

Dans ce cadre, l'attention de l'utilisateur sera notamment attirée sur le fait que :

- Les bruits de voisinage ne sont pas pris en compte.
- Les sources sonores modélisées sont limitées aux axes routiers et ferroviaires et à certaines sources industrielles.
- Pour le bruit routier, pour des raisons de précisions et de fiabilité des données, la modélisation a été réalisée uniquement sur le réseau routier principal.
- Les simulations ont été effectuées avec des conditions moyennes des volumes de trafics sur l'année.
- Les conditions météorologiques intégrées au modèle numérique sont basées sur des moyennes annuelles observées sur le territoire sur plusieurs décennies.
- Les cartes sont établies à une hauteur constante de 4m par rapport au niveau du sol.
- L'indice L_{den} est un indicateur de gêne mais n'est pas un indice directement mesurable ; il résulte d'un calcul pondérant les niveaux sonores en fonction des périodes jour / soir / nuit.
- Les indices acoustiques représentés résultent de niveaux sonores « équivalents », représentant donc des moyennes énergétiques du bruit (les effets d'émergence de certaines sources n'apparaissent pas sur la cartographie).
- Les seuils de représentation des indices démarrent à 55 dB(A) pour le L_{den} et à 50 dB(A) pour le L_n (pas de représentation des niveaux sonores les plus faibles).
- **Les résultats sont indicatifs, représentatifs d'ambiances sonores sur les secteurs cartographiés : il ne s'agit pas d'examiner spécifiquement les niveaux sonores en façade de tel ou tel bâtiment ; la frontière entre isophones est indicative.**
- L'unité représentée en dB(A) n'est pas une échelle linéaire mais logarithmique (voir chapitre B relatif aux généralités de l'environnement).

4.5.2 Données de terrain

Des imperfections très localisées apparaissent parfois dans les données de terrain ; elles ont été corrigées lorsque détectables facilement (altitudes ou hauteurs fantaisistes par exemple).

4.5.3 Populations

La base de données BD-topo de l'IGN en 3D est choisie comme référence pour les bâtiments, car renseignée sur les hauteurs de bâtiments.

Les quantités de populations présentées dans le rapport sont indicatives, elles doivent d'ailleurs être arrondies à la centaine près dans les rendus réglementaires à la Commission Européenne.

La population est répartie sur le bâti considéré comme habitation, sachant qu'il ne s'agit pas toujours effectivement d'habitations à 100%, tous les étages d'un bâtiment n'étant pas forcément concernés en réalité, certains bâtiments ont pu être omis, etc., le nombre théorique de personnes exposées peut donc être surestimé au regard de l'occupation réelle des logements.

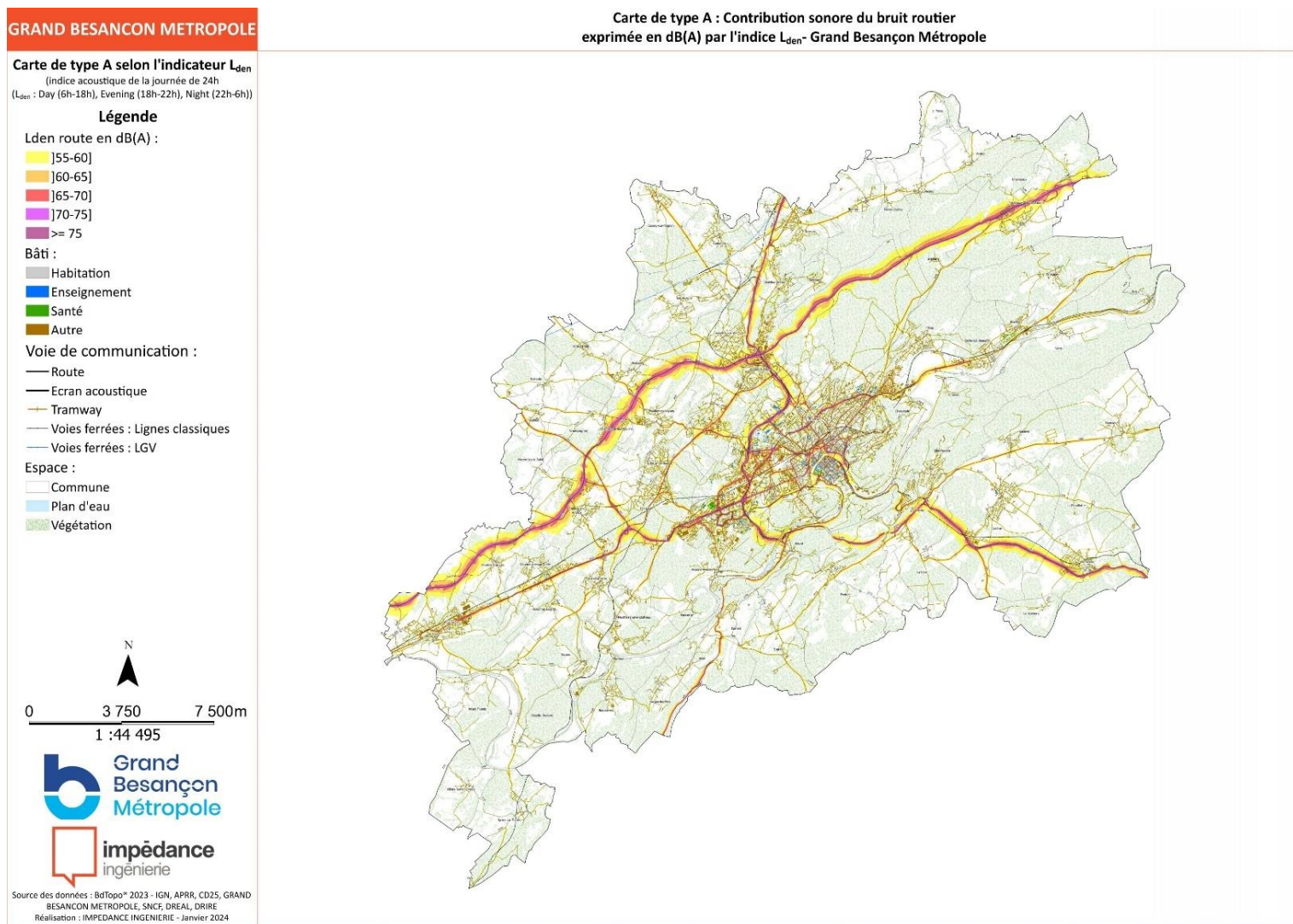
La méthode d'affectation de la population est décrite plus en détail dans le paragraphe 6.3.

5 Exemple de cartes de bruit « Agglo »

Des cartes ont été produites pour chaque famille de source de bruit présente sur le territoire étudié, cartes de types A et C pour chaque indicateur L_{den} et L_n pour l'ensemble de la Métropole.

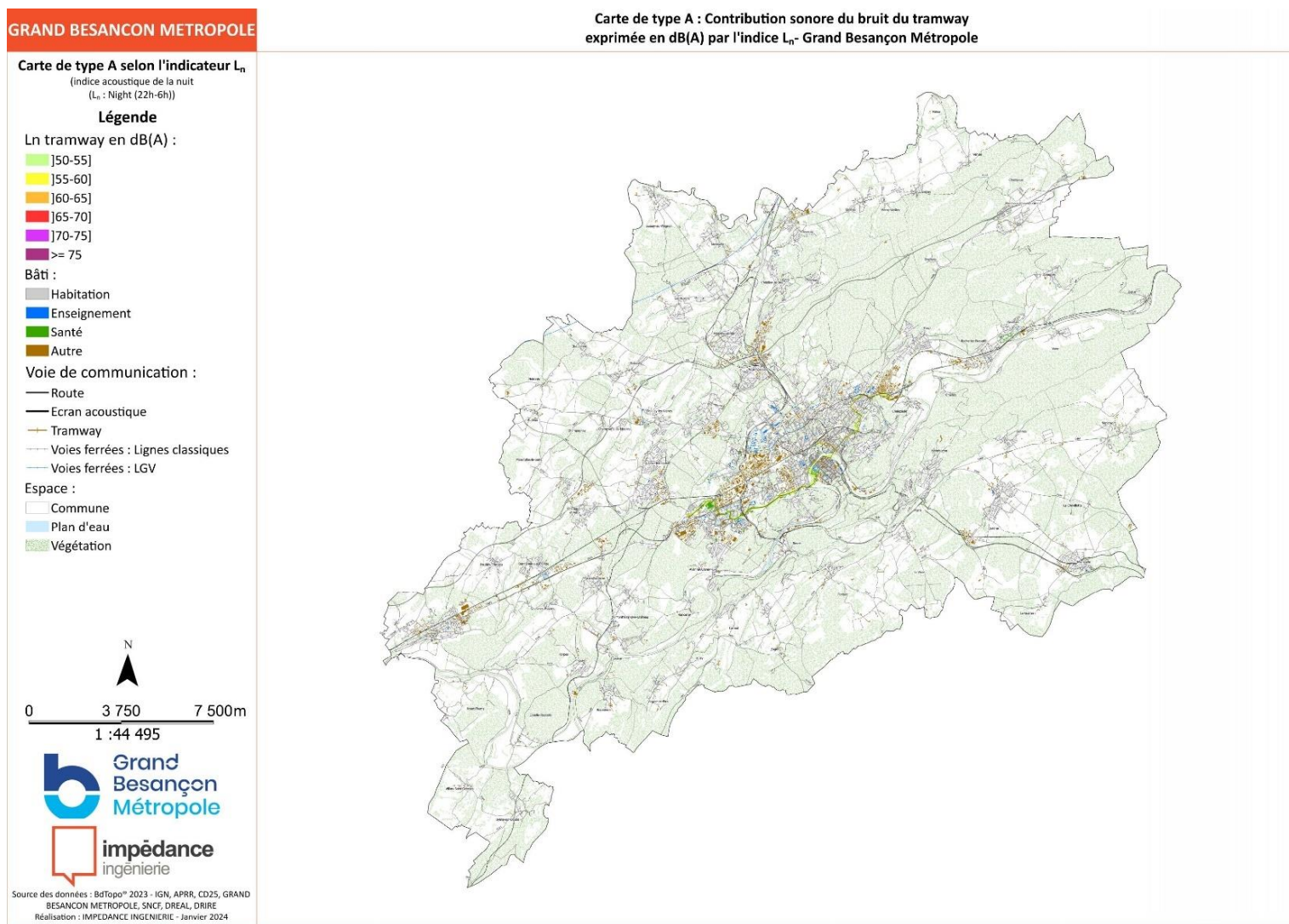
Des exemples de ces cartes sont donnés ci-après sous forme réduite sur le territoire d'étude.

5.1 Exemples de cartes de type A, indice L_{den}



Exemple de carte du bruit routier sur le territoire de Grand Besançon Métropole pour l'indicateur global L_{den}

5.2 Exemples de cartes de type A, indice L_n

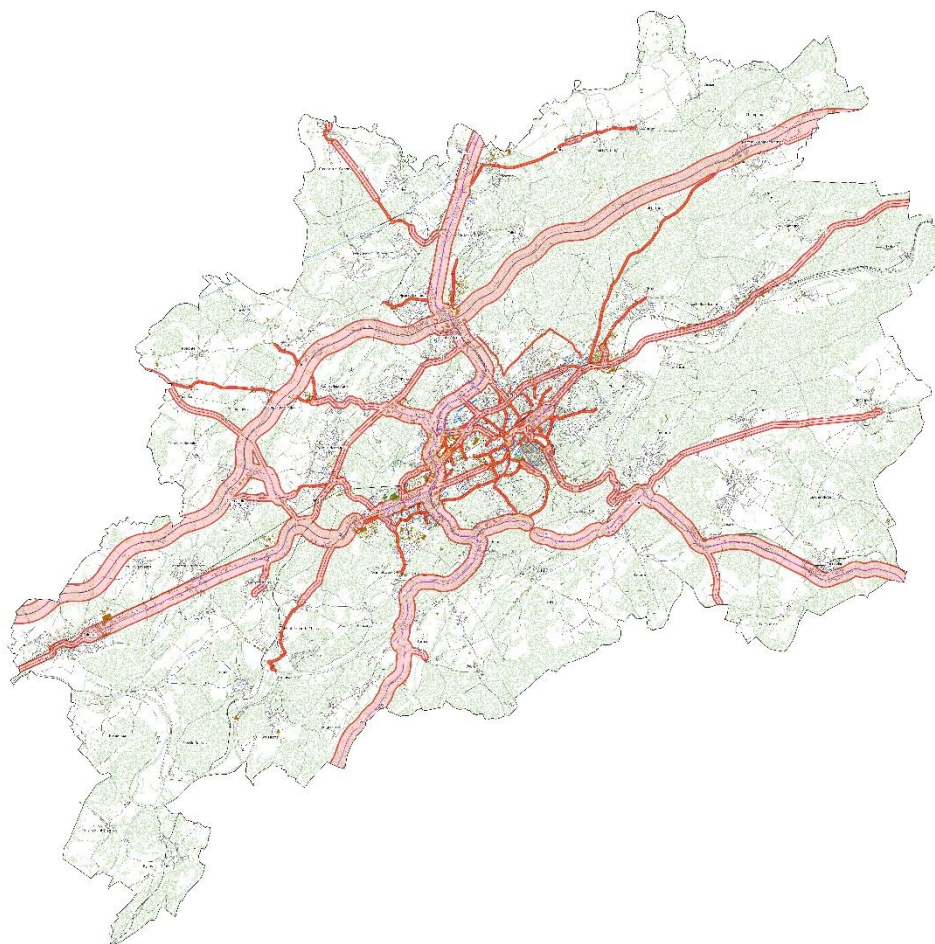


Exemple de carte du bruit du tramway sur le territoire de Grand Besançon Métropole pour l'indicateur nocturne L_n

5.3 Exemples de cartes de type B

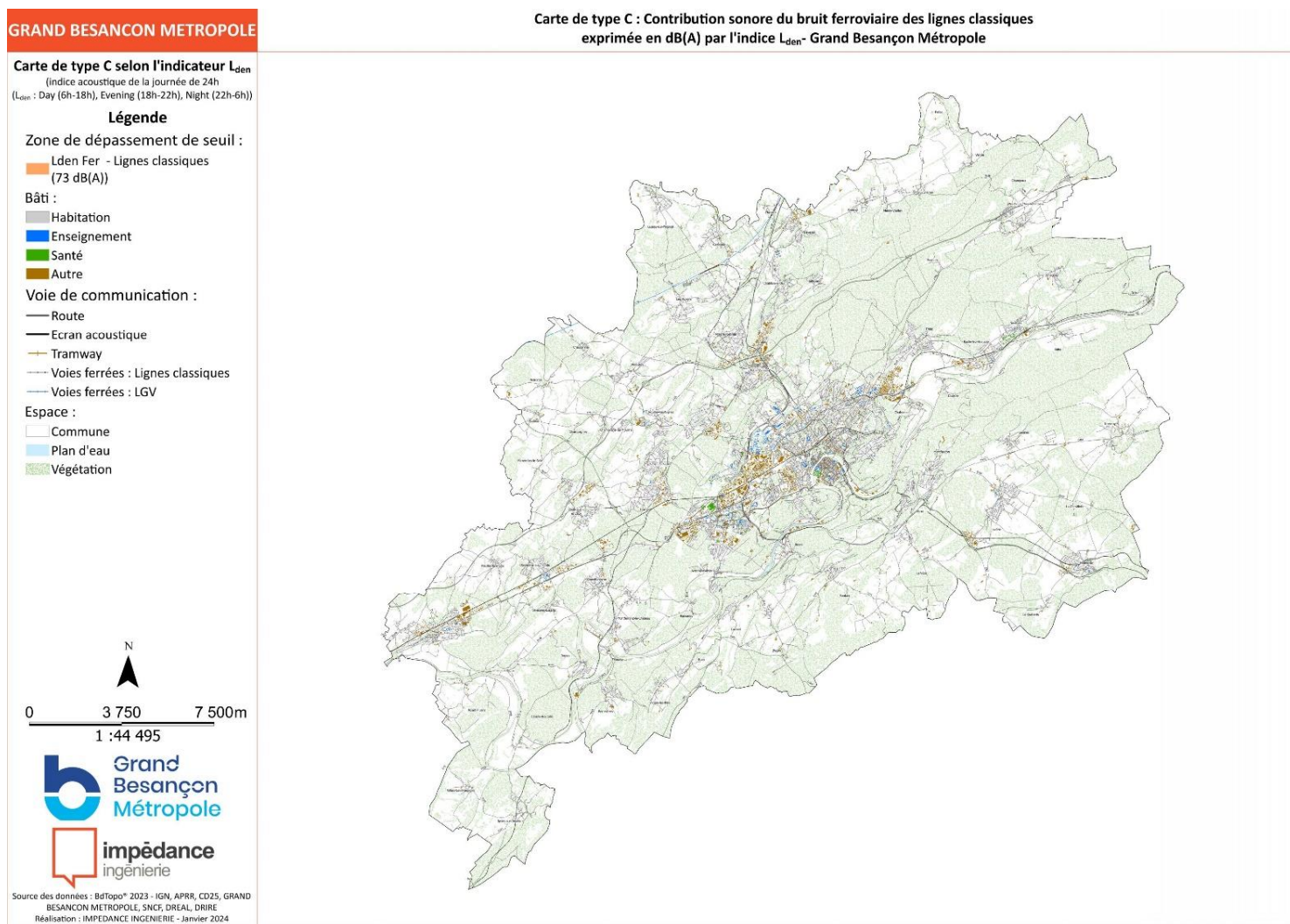
GRAND BESANCON METROPOLE

Carte de type B : Classement sonore des voies routières - Grand Besançon Métropole



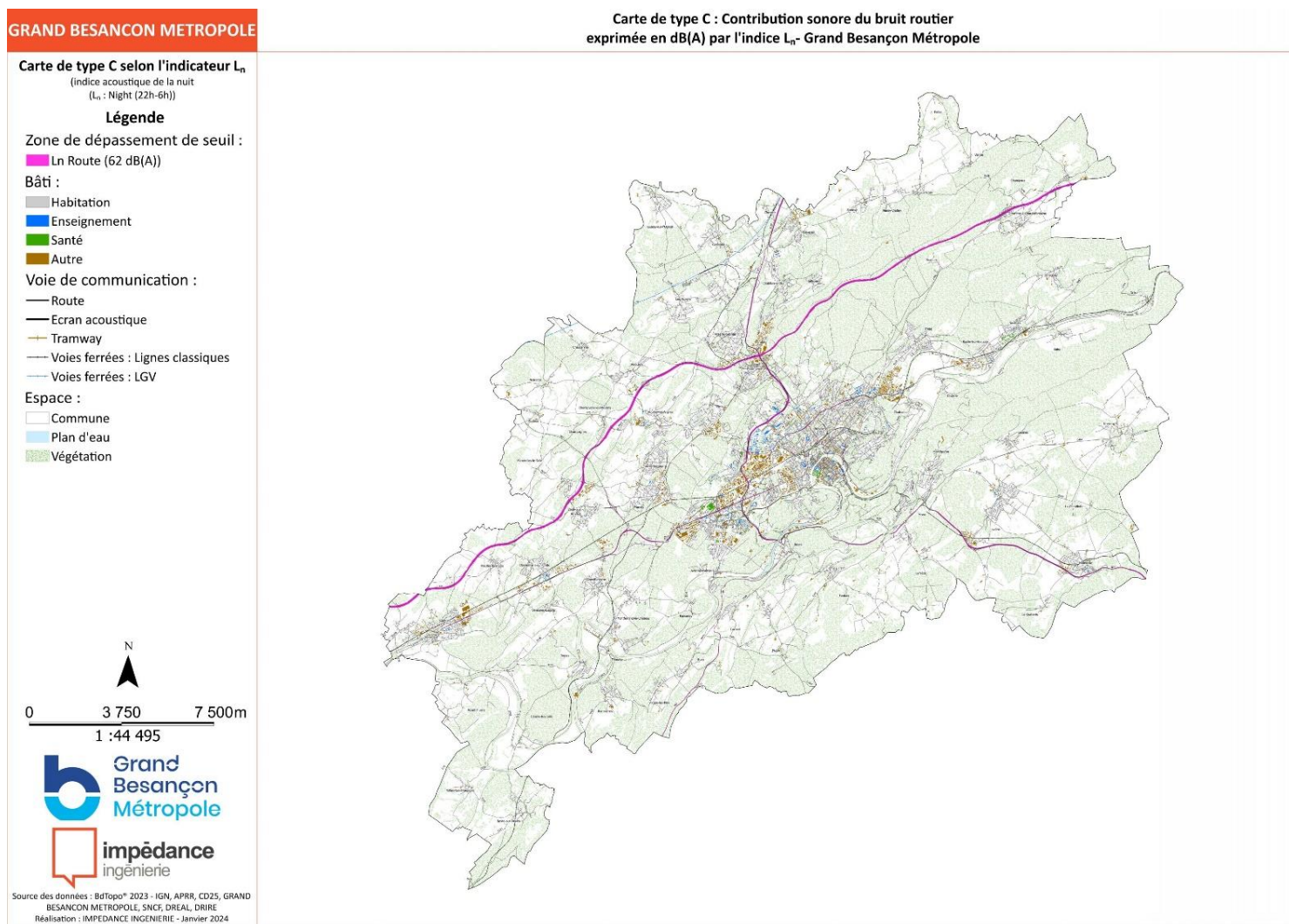
Exemple de carte du bruit du classement sonore des infrastructures routières sur le territoire de Grand Besançon Métropole

5.4 Exemples de cartes de type C, indice L_{den}



Exemple de carte des zones de dépassement de seuil du bruit ferroviaire sur le territoire de Grand Besançon Métropole pour l'indicateur global L_{den}

5.5 Exemples de cartes de type C, indice L_n



Exemple de carte des zones de dépassement de seuil du bruit routier sur le territoire de Grand Besançon Métropole pour l'indicateur global L_n

6 Exposition de la population et des établissements sensibles aux bruit des sources « Agglo »

Le décompte de la population et des établissements sensibles (d'enseignement ou de soins) exposés a été réalisé pour chaque famille de source de bruit et par indicateur (L_{den} et L_n) sur l'ensemble du territoire d'étude ainsi que pour chaque commune.

6.1 Bruit routier

6.1.1 Exposition de la population

	Lden		Ln		Dépassement de seuil					Total population	Pourcentage de la population en dépassement de seuil Lden	Pourcentage de la population en dépassement de seuil Ln	
	Tranche	Nombre d'habitants	Tranche	Nombre d'habitants	Lden	Nombre d'habitants	Nombre d'habitations	Ln	Nombre d'habitants				Nombre d'habitations
Total			50-55	23 550	≥ 68	14 561	892	≥ 62	6 155	373	198 745	7%	3%
	55-60	51 667	55-60	15 774									
	60-65	25 998	60-65	8 959									
	65-70	15 412	65-70	976									
	70-75	9 024	≥ 70	0									
	≥ 75	1 105											

Répartition globale de l'exposition de la population au bruit routier (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

Seulement 7% de la population totale du territoire est exposée à des niveaux de bruit routier dépassant les seuils réglementaires pour l'indicateur L_{den} et 3% pour l'indicateur L_n .

La commune la plus impactée est la commune de Besançon avec 14 259 habitants recensés en dépassement de seuil pour l'indicateur L_{den} .

6.1.2 Exposition des établissements sensibles

	Lden			Ln		
	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé
Total				50-55	36	9
	55-60	56	13	55-60	13	6
	60-65	40	11	60-65	13	0
	65-70	13	6	65-70	1	0
	70-75	14	0	≥ 70	0	0
	≥ 75	1	0			

	Dépassement de seuil						Nombre d'établissements d'enseignement présent sur le territoire	Nombre d'établissements de santé présent sur le territoire
	Lden	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Ln	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé		
Total	≥ 68	21	3	≥ 62	7	0	218	41

Répartition globale de l'exposition des établissements sensibles au bruit routier (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

24 établissements sensibles sont exposés à des niveaux de bruit routier dépassant les seuils réglementaires pour l'indicateur L_{den} et 7 pour l'indicateur L_n .

La commune la plus impactée est la commune de Besançon avec 23 établissements sensibles recensés en dépassement de seuil pour l'indicateur L_{den} .

6.2 Bruit ferroviaire

6.2.1 Exposition de la population

	Lden		Ln		Dépassement de seuil					Total population	Pourcentage de la population en dépassement de seuil Lden	Pourcentage de la population en dépassement de seuil Ln	
	Tranche	Nombre d'habitants	Tranche	Nombre d'habitants	Lden	Nombre d'habitants	Nombre d'habitations	Ln	Nombre d'habitants				Nombre d'habitations
Total			50-55	2 392	≥ 73	10	5	≥ 65	7	3	198 745	0%	0%
	55-60	3 278	55-60	751									
	60-65	2 416	60-65	551									
	65-70	775	65-70	6									
	70-75	332	≥ 70	1									
≥ 75	0												

Répartition globale de l'exposition de la population au bruit ferroviaire (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

Moins de 1% de la population totale du territoire est exposée à des niveaux de bruit routier dépassant les seuils réglementaires pour l'indicateur L_{den} et pour l'indicateur L_n .

La commune la plus impactée est la commune de Besançon avec 5 habitants recensés en dépassement de seuil pour l'indicateur L_{den} .

6.2.2 Exposition des établissements sensibles

6.2.2.1 Sur l'ensemble des 68 communes

	Lden		Ln			
	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé
Total				50-55	3	0
	55-60	4	0	55-60	1	0
	60-65	4	0	60-65	1	0
	65-70	0	0	65-70	0	0
	70-75	1	0	≥ 70	0	0
	≥ 75	0	0			

	Dépassement de seuil						Nombre d'établissements d'enseignement présent sur le territoire	Nombre d'établissements de santé présent sur le territoire
	Lden	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Ln	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé		
Total	≥ 73	0	0	≥ 65	0	0	218	41

Répartition globale de l'exposition des établissements sensibles au bruit ferroviaire (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

Le bruit ferroviaire n'engendre pas de dépassement des seuils réglementaires que ce soit pour l'indicateur L_{den} ou L_n pour les établissements sensibles.

6.3 Bruit industriel

6.3.1 Exposition de la population

	Lden		Ln		Dépassement de seuil					Total population	Pourcentage de la population en dépassement de seuil Lden	Pourcentage de la population en dépassement de seuil Ln	
	Tranche	Nombre d'habitants	Tranche	Nombre d'habitants	Lden	Nombre d'habitants	Nombre d'habitations	Ln	Nombre d'habitants				Nombre d'habitations
Total			50-55	874	≥ 71	0	0	≥ 60	0	0	198 745	0%	0%
	55-60	1 064	55-60	213									
	60-65	888	60-65	0									
	65-70	265	65-70	0									
	70-75	0	≥ 70	0									
	≥ 75	0											

Répartition globale de l'exposition de la population au bruit industriel (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

Le bruit industriel n'engendre pas de dépassement des seuils réglementaires que ce soit pour l'indicateur L_{den} ou L_n .

6.3.2 Exposition des établissements sensibles

	Lden			Ln		
	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé
Total				50-55	2	0
	55-60	1	1	55-60	0	0
	60-65	2	0	60-65	0	0
	65-70	0	0	65-70	0	0
	70-75	0	0	≥ 70	0	0
	≥ 75	0	0			

	Dépassement de seuil						Nombre d'établissements d'enseignement présent sur le territoire	Nombre d'établissements de santé présent sur le territoire
	Lden	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Ln	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé		
Total	≥ 71	0	0	≥ 60	0	0	218	41

Répartition globale de l'exposition des établissements sensibles au bruit ferroviaire (Lden et Ln) et dépassements de seuils

Le bruit industriel n'engendre pas de dépassement des seuils réglementaires que ce soit pour l'indicateur Lden ou Ln pour les établissements sensibles.

6.4 Bruit du tramway

6.4.1 Exposition de la population

	Lden		Ln		Dépassement de seuil					Total population	Pourcentage de la population en dépassement de seuil Lden	Pourcentage de la population en dépassement de seuil Ln		
	Tranche	Nombre d'habitants	Tranche	Nombre d'habitants	Lden	Nombre d'habitants	Nombre d'habitations	Ln	Nombre d'habitants				Nombre d'habitations	
Total			50-55	3 692	≥ 73	0	0	≥ 65	0	0	198 745	0%	0%	
		55-60	2 907	55-60										3 602
		60-65	3 515	60-65										1 730
		65-70	3 569	65-70										0
		70-75	869	≥ 70										0
	≥ 75	0												

Répartition globale de l'exposition de la population au bruit du tramway (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

Le bruit du tramway n'engendre pas de dépassement des seuils réglementaires que ce soit pour l'indicateur L_{den} ou L_n.

6.4.2 Exposition des établissements sensibles

	Lden			Ln		
	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé
Total				50-55	6	0
	55-60	8	1	55-60	5	5
	60-65	4	2	60-65	3	1
	65-70	7	3	65-70	0	0
	70-75	0	1	≥ 70	0	0
	≥ 75	0	0			

	Dépassement de seuil						Nombre d'établissements d'enseignement présent sur le territoire	Nombre d'établissements de santé présent sur le territoire
	Lden	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Ln	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé		
Total	≥ 73	0	0	≥ 65	0	0	218	41

Répartition globale de l'exposition des établissements sensibles au bruit ferroviaire (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

Le bruit du tramway n'engendre pas de dépassement des seuils réglementaires que ce soit pour l'indicateur L_{den} ou L_n pour les établissements sensibles.

6.5 Bruit cumulé

6.5.1 Exposition de la population

	Lden		Ln		Total population
	Tranche	Nombre d'habitants	Tranche	Nombre d'habitants	
Total			50-55	25 301	198 745
	55-60	53 389	55-60	17 481	
	60-65	27 510	60-65	12 048	
	65-70	18 289	65-70	1 277	
	70-75	10 567	≥ 70	1	
	≥ 75	1 405			

Répartition globale de l'exposition de la population au bruit cumulé (L_{den} et L_n)

6.5.2 Exposition des établissements sensibles

	Lden			Ln		
	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé
Total				50-55	34	11
	55-60	63	11	55-60	20	4
	60-65	39	10	60-65	16	3
	65-70	18	6	65-70	1	0
	70-75	14	1	≥ 70	0	0
	≥ 75	1	0			

Répartition globale de l'exposition des établissements sensibles au bruit cumulé (L_{den} et L_n)

7 Exemple de cartes de bruit des Grandes Infrastructures

Dans le cadre de la mise en œuvre de la seconde échéance réglementaire fixée par la directive européenne 2002/49/CE, l'étude des grandes infrastructures de transport doit être faite soit sur :

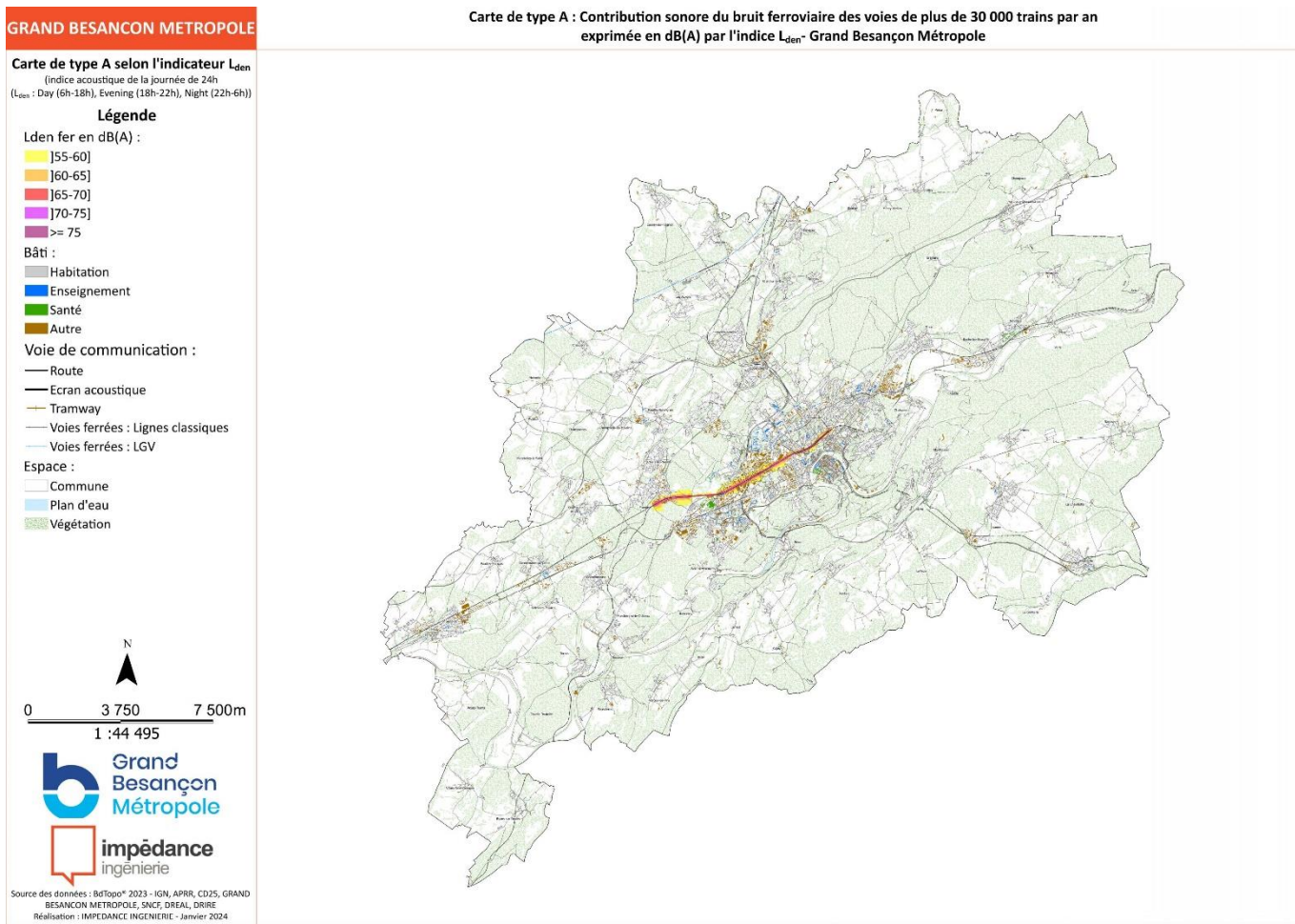
- L'ensemble des infrastructures routières dont le trafic dépasse les 3 millions de véhicules par an (8 200 véhicules par/an),
- L'ensemble des infrastructures ferroviaires dont le trafic dépasse les 30 000 passages de train par an (soit 82 trains/jour).

La réalisation de ces cartes permet de produire des résultats sur les infrastructures de transports les plus fréquentées et engendrant donc le plus de zones de dépassement de seuil potentiels.

Des cartes ont été produites pour chaque famille de source de bruit présente sur le territoire étudié, cartes de types A et C pour chaque indicateur L_{den} et L_n pour l'ensemble de la Métropole.

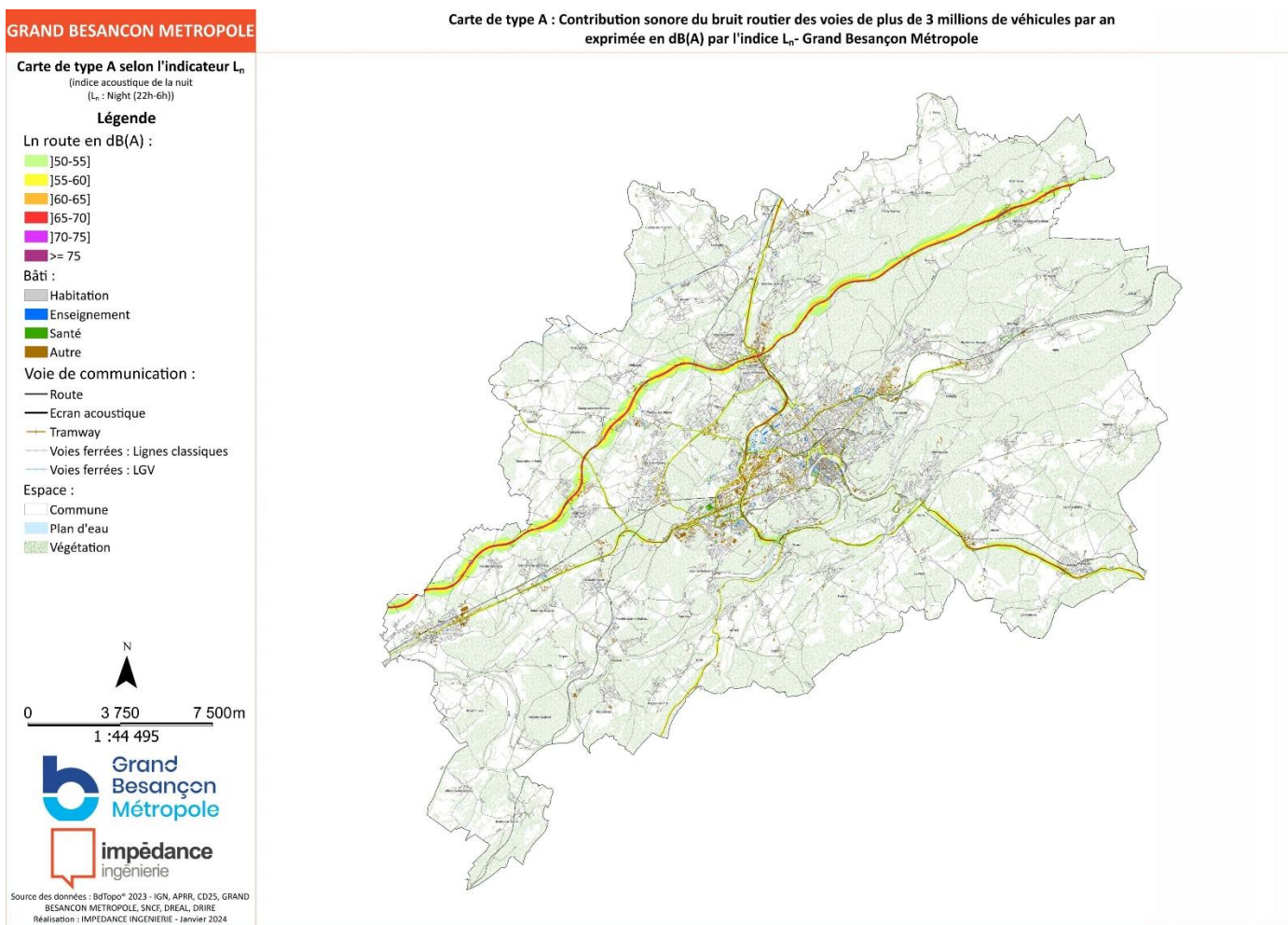
Des exemples de ces cartes sont donnés ci-après sous forme réduite sur le territoire d'étude.

7.1 Exemples de cartes de type A, indice L_{den}



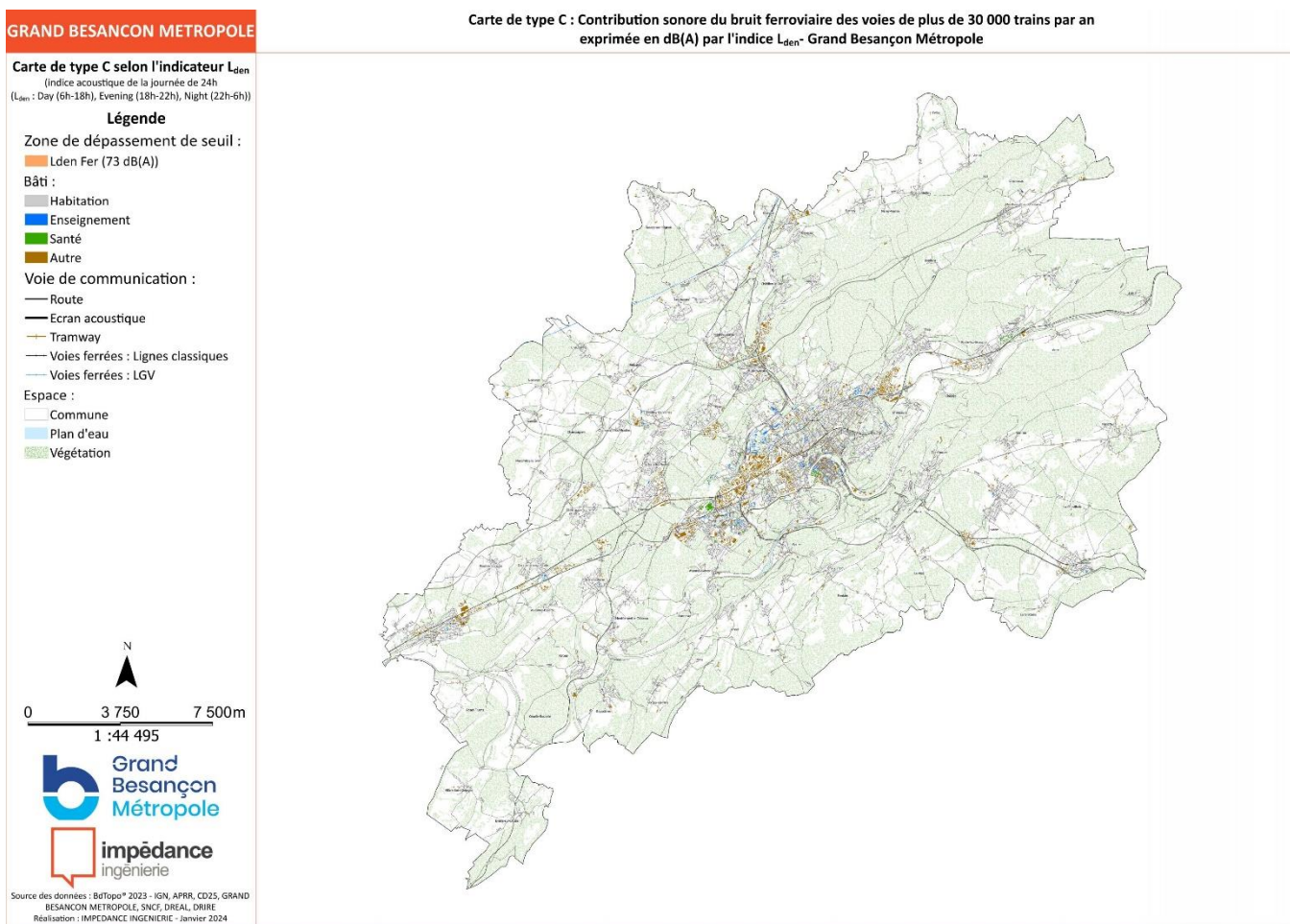
Exemple de carte du bruit ferroviaire des grandes infrastructures sur le territoire de Grand Besançon Métropole pour l'indicateur global L_{den}

7.2 Exemples de cartes de type A, indice L_n



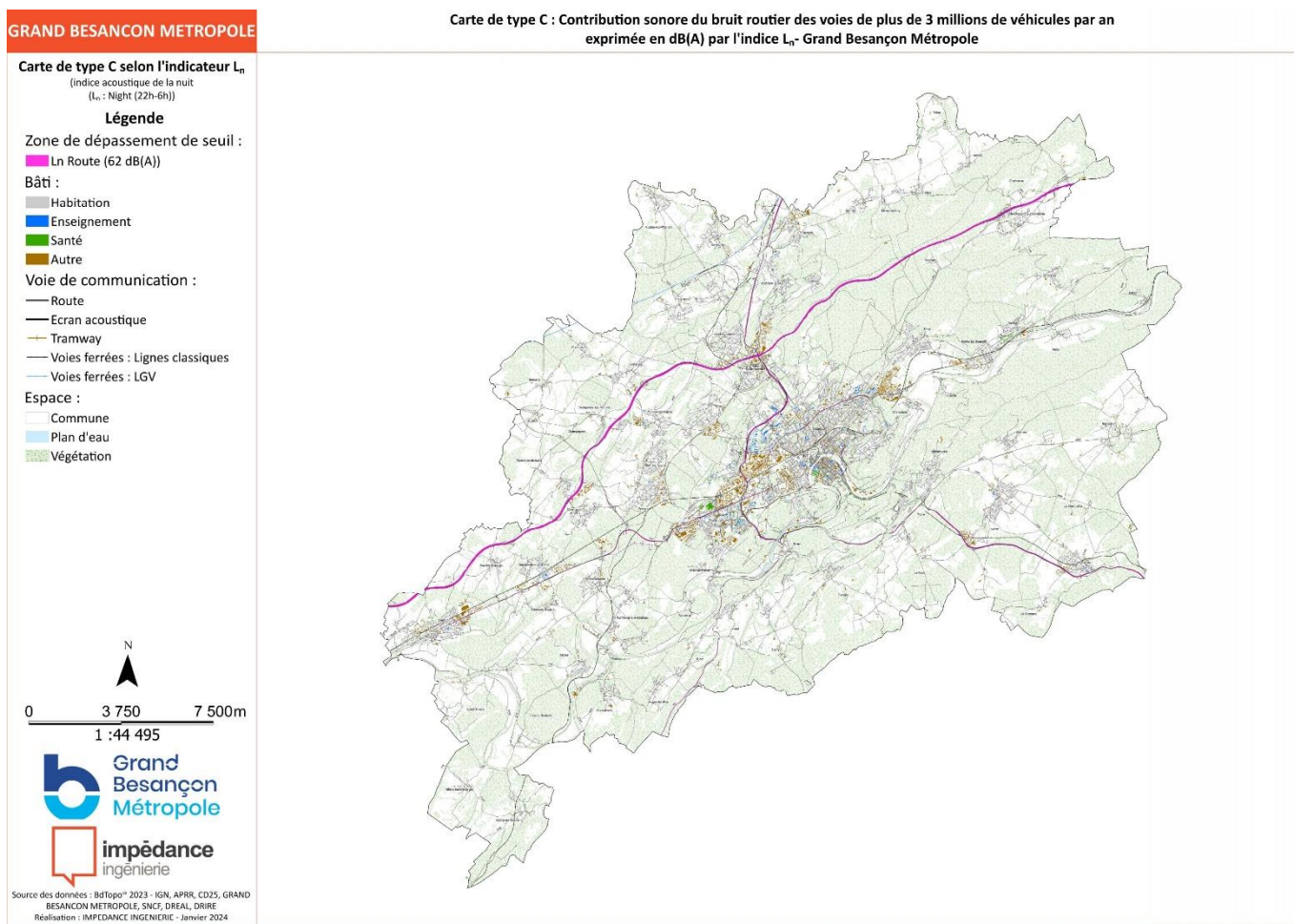
Exemple de carte du bruit routier des grandes infrastructures sur le territoire de Grand Besançon Métropole pour l'indicateur nocturne L_n

7.3 Exemples de cartes de type C, indice L_{den}



Exemple de carte des zones de dépassement de seuil du bruit ferroviaire des grandes infrastructures sur le territoire de Grand Besançon Métropole pour l'indicateur global L_{den}

7.4 Exemples de cartes de type C, indice L_n



Exemple de carte des zones de dépassement de seuil du bruit routier des grandes infrastructures sur le territoire de Grand Besançon Métropole pour l'indicateur global L_n

8 Exposition de la population et des établissements sensibles aux bruit des Grandes Infrastructures

Le décompte de la population et des établissements sensibles (d'enseignement ou de soins) exposés a été réalisé pour chaque famille de source de bruit et par indicateur (L_{den} et L_n) sur l'ensemble du territoire d'étude ainsi que pour chaque commune.

8.1 Bruit routier

8.1.1 Exposition de la population

	Lden		Ln		Dépassement de seuil					Total population	Pourcentage de la population en dépassement de seuil Lden	Pourcentage de la population en dépassement de seuil Ln	
	Tranche	Nombre d'habitants	Tranche	Nombre d'habitants	Lden	Nombre d'habitants	Nombre d'habitants	Ln	Nombre d'habitants				Nombre d'habitants
Total			50-55	8 766	≥ 68	8 493	512	≥ 62	982	67	198 745	4%	0%
	55-60	9 957	55-60	11 215									
	60-65	8 944	60-65	4 289									
	65-70	10 647	65-70	0									
	70-75	4 491	≥ 70	0									
	≥ 75	0											

Répartition globale de l'exposition de la population au bruit routier des grandes infrastructures (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

Seulement 4% de la population totale du territoire est exposée à des niveaux de bruit routier des grandes infrastructures dépassant les seuils réglementaires pour l'indicateur L_{den} et 2% pour l'indicateur L_n .

La commune la plus impactée est la commune de Besançon avec 8 281 habitants recensés en dépassement de seuil pour l'indicateur L_{den} .

8.1.2 Exposition des établissements sensibles

8.1.2.1 Sur l'ensemble des 68 communes

	Lden			Ln		
	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé
Total	55-60	16	4	50-55	6	5
	60-65	6	3	55-60	14	2
	65-70	13	3	60-65	7	0
	70-75	8	0	65-70	0	0
	≥ 75	0	0	≥ 70	0	0

	Dépassement de seuil						Nombre d'établissements d'enseignement présent sur le territoire	Nombre d'établissements de santé présent sur le territoire
	Lden	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Ln	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé		
Total	≥ 68	13	0	≥ 62	1	0	218	41

Répartition globale de l'exposition des établissements sensibles au bruit routier des grandes infrastructures (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

13 établissements sensibles sont exposés à des niveaux de bruit routier des grandes infrastructures dépassant les seuils réglementaires pour l'indicateur L_{den} et 7 pour l'indicateur L_n.

La commune la plus impactée est la commune de Besançon avec 12 établissements sensibles recensés en dépassement de seuil pour l'indicateur L_{den}.

8.2 Bruit ferroviaire

8.2.1 Exposition de la population

	Lden		Ln		Dépassement de seuil					Total population	Pourcentage de la population en dépassement de seuil Lden	Pourcentage de la population en dépassement de seuil Ln	
	Tranche	Nombre d'habitants	Tranche	Nombre d'habitants	Lden	Nombre d'habitants	Nombre d'habitants	Ln	Nombre d'habitants				Nombre d'habitants
Total	55-60	1 571	50-55	462	≥ 73	2	1	≥ 65	0	0	198 745	0%	0%
	60-65	1 066	55-60	317									
	65-70	479	60-65	2									
	70-75	7	65-70	0									
	≥ 75	0	70-75	0									

Répartition globale de l'exposition de la population au bruit ferroviaire des grandes infrastructures (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

Moins de 1% de la population totale du territoire est exposée à des niveaux de bruit routier dépassant les seuils réglementaires pour l'indicateur L_{den} et pour l'indicateur L_n.

La commune la plus impactée est la commune de Franois avec 2 habitants recensés en dépassement de seuil pour l'indicateur L_{den} .

8.2.2 Exposition des établissements sensibles

	Lden			Ln		
	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Tranche	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé
Total				50-55	0	0
	55-60	2	1	55-60	1	0
	60-65	0	0	60-65	0	0
	65-70	1	0	65-70	0	0
	70-75	0	0	≥ 70	0	0
	≥ 75	0	0			

	Dépassement de seuil					Nombre d'établissements d'enseignement présent sur le territoire	Nombre d'établissements de santé présent sur le territoire	
	Lden	Nombre établissements d'enseignement	Nombre établissements de santé	Ln	Nombre établissements d'enseignement			Nombre établissements de santé
Total	≥ 73	0	0	≥ 65	0	0	218	41

Répartition globale de l'exposition des établissements sensibles au bruit ferroviaire des grandes infrastructures (L_{den} et L_n) et dépassements de seuils

Le bruit ferroviaire des grandes Infrastructures n'engendre pas de dépassement des seuils réglementaires que ce soit pour l'indicateur L_{den} ou L_n pour les établissements sensibles.

8.3 Bruit du tramway

L'ensemble de la ligne du tramway supporte un trafic supérieur à 82 trains par jour. Par conséquent, les résultats sont identiques à ce qui sont présentés dans les paragraphes précédents (voir 8.4).

9 Conclusion

Conformément à la directive Européenne 2002/49/CE, la communauté urbaine de Grand Besançon Métropole a dû réaliser une mise à jour de la cartographie de bruit stratégique (CBS) sur son territoire, soit 68 communes: Amagney, Audeux, Avanne-Aveney, Besançon, Beure, Bonnay, Boussières, Braillans, Busy, Byans-sur-Doubs, Chalèze, Chalezeule, Champagny, Champoux, Champvans-les-Moulins, Châtillon-le-duc, Chauenne, Chemaudin et Vaux, Chevroz, Cussey-sur-l'Ognon, Dannemarie-sur-Crête, Deluz, Devecey, École-Valentin, Fontain, Franois, Geneuille, Gennes, Grandfontaine, La Chevillotte, La Vèze, Larnod, Le Gratteris, Les Auxons, Mamirolle, Marchaux-Chaudefontaine, Mazerolles-le-Salin, Mérey-Vieille, Miserey-Salines, Montfaucon, Montferrand-le-Château, Morre, Nancray, Noironte, Novillars, Osselle-Routelle, Palise, Pelousey, Pirey, Pouilley-Français, Pouilley-les-Vignes, Pugey, Rancenay, Roche-lez-Beaupré, Roset-Fluans, Saint-Vit, Saône, Serre-les-Sapins, Tallenay, Thise, Thoraise, Torpes, Vaire, Velesmes-Essarts, Venise, Vieilley, Villars-Saint-Georges et Vorges les Pins.

Les cartes de bruit sont produites pour les quatre familles de sources de bruit que sont la route, les voies ferrées, les installations industrielles ICPE soumises à autorisation et les avions.

Grand Besançon Métropole ne possédant pas d'aéroport avec un trafic suffisant sur son territoire pour être pris en compte dans le cadre de cette étude, le bruit aérien n'a pas été cartographié.

Les cartes sont issues de modélisations et de calculs qui s'appuient sur des données numériques. La précision et la justesse des cartes dépendent donc directement de la qualité des données numériques d'entrée nécessaires à cette modélisation.

La réalisation de la cartographie s'est déroulée en plusieurs étapes qui furent :

- Collecte des données nécessaires.
- Traitements et structuration des données.
- Calculs des niveaux de bruit pour chaque source.
- Edition des cartes de bruit et statistiques d'exposition de la population et des établissements sensibles au bruit.
- Mise en forme de données SIG.

Lors des traitements et de la structuration des données, étape cruciale dans le processus de réalisation des cartes, les données d'entrée sont synthétisées, et des méthodes basées sur l'expertise d'Impédance Ingénierie et sur les guides nationaux et internationaux permettent de pallier le manque d'information de certaines données (notamment pour les voies routières où aucune donnée n'existe, pour le traitement des données des ICPE...).

Les cartes sont produites sur l'ensemble des 68 communes de l'étude, avec :

- Cartes de bruit de type A pour les indicateurs L_{den} et L_n , pour chaque famille de sources de bruit.
- Cartes de bruit de type B pour le classement sonore.
- Cartes de bruit de type C (dépassements de seuil) pour les indicateurs L_{den} et L_n , pour chaque famille de sources de bruit.




Les cartes sont produites indépendamment pour chaque famille de source de bruit à l'échelle de la Métropole.

Aucune carte de type D n'a été réalisée car les données des projets ne sont pas disponibles au moment de cette étude.

En termes de dépassements de seuils de bruit sur la population et les établissements sensibles, la principale source de bruit est la route (14 561 personnes au-dessus du seuil pour l'indicateur L_{den}).

La nuit, le bruit routier est aussi la première source de nuisances, avec 6 155 personnes au-dessus du seuil de dépassement.

Le bruit du tramway et industriel n'engendre pas de dépassement de seuil des valeurs limites réglementaires.

Source	Gêne	Troubles du sommeil	Cardiopathie ischémique	Total	Total % Métropole
	18 432	3 438	9	21 879	11
	1 330	415	/	1 745	0,9
	/	/	/	0	0
Total	19 762	3 853	9	23 624	
Total % Métropole	9,94	1,94	0	11,9	

Le principal enjeu des cartes de bruit est de proposer une vision globale homogène et cohérente de l'exposition au bruit des infrastructures de transports et des industries bruyantes sur le territoire, afin de servir de base à l'élaboration des Plans de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE), deuxième volet de la Directive européenne.

La cartographie de bruit stratégique représente un outil de diagnostic macroscopique de l'environnement sonore d'un territoire, et ce, de manière non exhaustive ; elle présente ainsi des défauts et des incertitudes. Pour la prochaine mise à jour des cartes de bruit (prévue tous les 5 ans), des pistes d'amélioration concernent notamment la précision des trafics routiers, et aussi un travail plus fin sur les données de population.

10 Annexe – Santé

Synthèse

Estimation du nombre de personnes affectées par mode de transport et effet sanitaire

Source	Gêne	Troubles du sommeil	Cardiopathie ischémique*	Total	Total %
Route	18 432	3 438	9	21 879	11,0%
Fer	1 330	415	/	1 745	0,9%
Air (aérien)	0	0	/	0	0,0%
Total	19 762	3 853	9	23 624	11,9%
Total %	9,94%	1,94%	0%	11,9%	

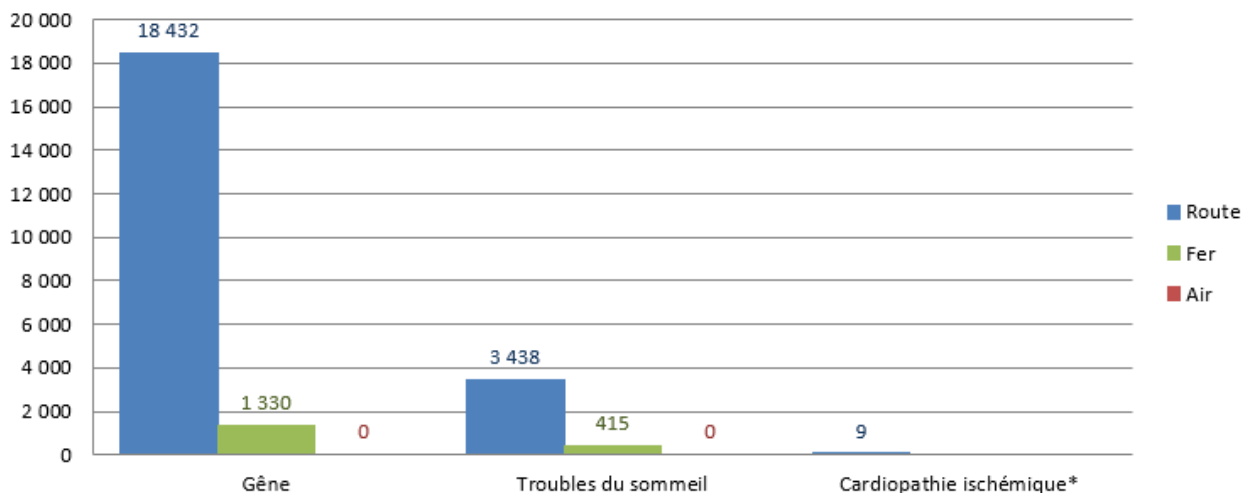
* il s'agit uniquement du nombre de personnes affectées selon l'annexe III de la Directive 2002/49/CE.

Personnes affectées par mode de transport et effet sanitaire

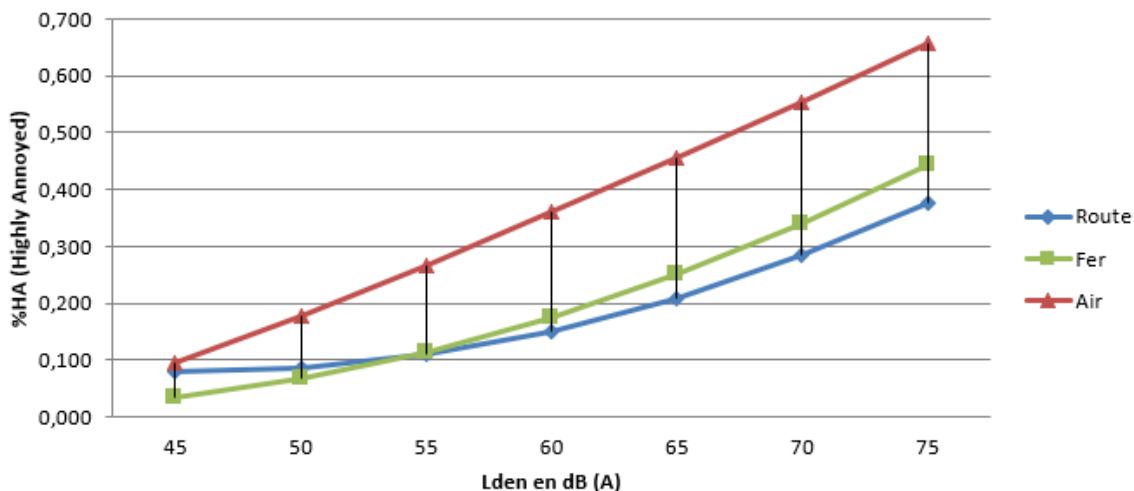
Habitants / Bruit routier	Gêne		Troubles du sommeil		Cardiopathie ischémique*	
Affectés	18 432	9%	3 438	2%	9	0%
Exposés mais non affectés	84 774	43%	45 821	23%	103 197	52%
Non exposés	95 539	48%	149 486	75%	95 539	48%
Total Métropole	198 745	100%	198 745	100%	198 745	100%

* il s'agit uniquement du nombre de personnes affectées selon l'annexe III de la Directive 2002/49/CE.

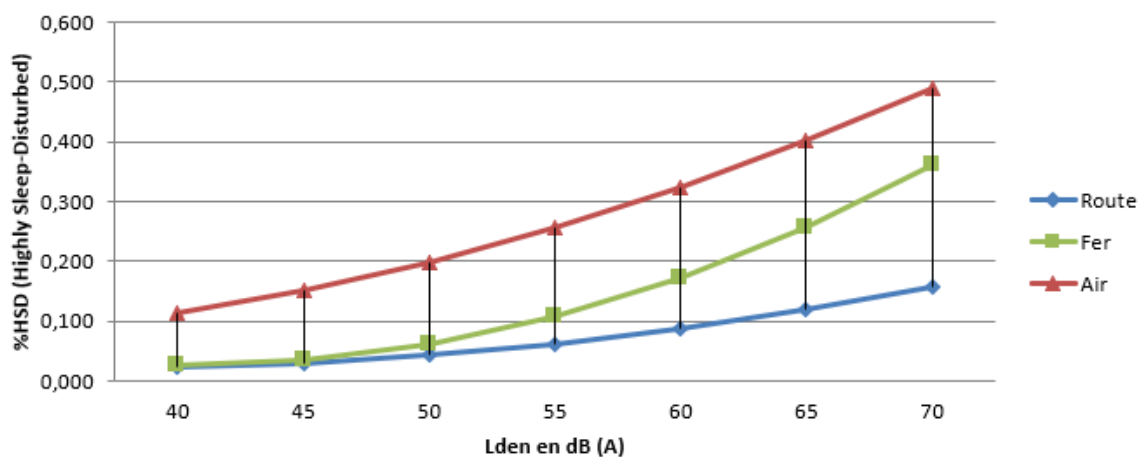
Nombre de personnes affectées pour chaque effet sanitaire étudié



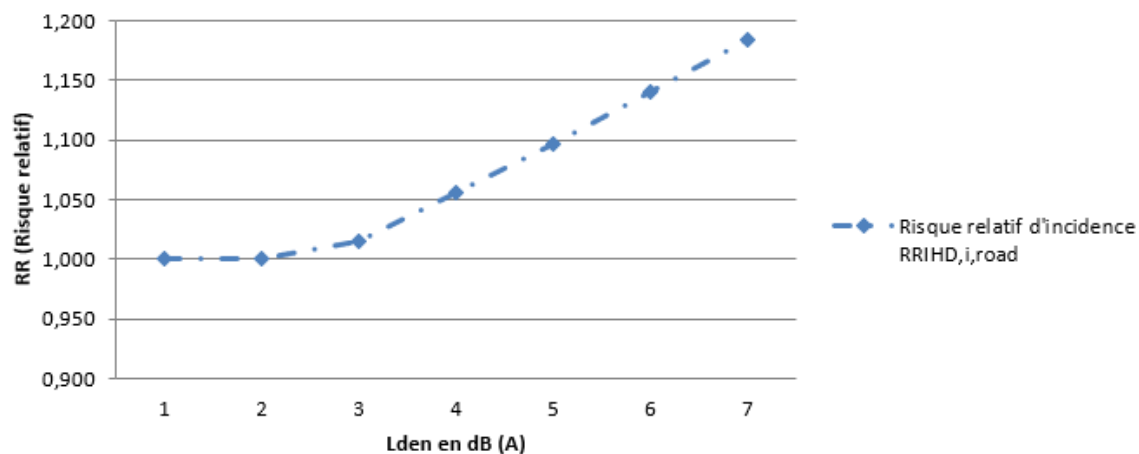
Pourcentage de personnes fortement gênées par le bruit



Pourcentage de personnes ayant des troubles du sommeil liés au bruit



Relation exposition/risque d'avoir une cardiopathie ischémique liée au bruit routier



Gêne

Relation bruit routier

Classe d'exposition au bruit (L _{den}) en dB (A)	Valeur L _{den} retenue en dB (A)	Nombre de personnes exposées > 55 dB(A)	Risque absolu ARHA,road	Nombre de personnes affectées NHA,road
[55-60[	57,5	51 667	0,128	6 623
[60-65[	62,5	25 998	0,178	4 617
[65-70[	67,5	15 412	0,244	3 762
[70-75[	72,5	9 024	0,328	2 957
≥75	77,5	1 105	0,428	473
Total		103 206		18 432

Relation bruit ferroviaire

Classe d'exposition au bruit (L _{den}) en dB (A)	Valeur L _{den} retenue en dB (A)	Nombre de personnes exposées > 55 dB(A)	Risque absolu ARHA,rail	Nombre de personnes affectées NHA,rail
[55-60[	57,5	3 278	0,142	466
[60-65[	62,5	2 416	0,210	508
[65-70[	67,5	775	0,293	227
[70-75[	72,5	332	0,389	129
≥75	77,5	0	0,500	0
Total		6 801		1 330

Relation bruit aérien

Classe d'exposition au bruit (L _{den}) en dB (A)	Valeur L _{den} retenue en dB (A)	Nombre de personnes exposées > 55 dB(A)	Risque absolu ARHA,air	Nombre de personnes affectées NHA,air
[55-60[	57,5	0	0,313	0
[60-65[	62,5	0	0,407	0
[65-70[	67,5	0	0,505	0
[70-75[	72,5	0	0,606	0
≥75	77,5	0	0,711	0
Total		0		0

Troubles du sommeil

Relation bruit routier

Classe d'exposition au bruit (L_n) en dB (A)	Valeur L_n retenue en dB (A)	Nombre de personnes exposées	Risque absolu ARHSD,road	Nombre de personnes affectées NHSD,road
[50-55[	52,5	23 550	0,051	1 212
[55-60[	57,5	15 774	0,074	1 169
[60-65[	62,5	8 959	0,103	923
[65-70[	67,5	976	0,138	135
≥ 70	72,5	0	0,180	0
Total		49 259		3 438

Relation bruit ferroviaire

Classe d'exposition au bruit (L_n) en dB (A)	Valeur L_n retenue en dB (A)	Nombre de personnes exposées	Risque absolu ARHSD,rail	Nombre de personnes affectées NHSD,rail
[50-55[	52,5	2 392	0,081	193
[55-60[	57,5	751	0,137	103
[60-65[	62,5	551	0,212	117
[65-70[	67,5	6	0,307	2
≥ 70	72,5	1	0,421	0
Total		3 701		415

Relation bruit aérien

Classe d'exposition au bruit (L_n) en dB (A)	Valeur L_n retenue en dB (A)	Nombre de personnes exposées	Risque absolu ARHSD,air	Nombre de personnes affectées NHSD,air
[50-55[	52,5	0	0,226	0
[55-60[	57,5	0	0,288	0
[60-65[	62,5	0	0,361	0
[65-70[	67,5	0	0,443	0
≥ 70	72,5	0	0,535	0
Total		0		0

Cardiopathie ischémique

Relation bruit routier

Classe d'exposition au bruit (L_{den}) en dB (A)	Valeur L_{den} retenue en dB (A)	Nombre de personnes exposées	% de la population	Risque relatif d'incidence RRIHD,i,road
[55-60[	57,5	51 667	50%	1,035
[60-65[	62,5	25 998	25%	1,076
[65-70[	67,5	15 412	15%	1,118
[70-75[	72,5	9 024	9%	1,162
≥ 75	77,5	1 105	1%	1,208
Total		103 206	100%	