

Bruxelles Environnement

Cadastre et cartographie stratégique 2021 du bruit des transports pour la Région de Bruxelles-Capitale

Réf. n° 2022B0014

Résumé Non Technique (RNT)

Lot 1 : Cadastre du bruit ferroviaire

Lot 2 : Cadastre du bruit routier

Lot 3 : Cadastre du bruit multi exposition

Date : 05/04/2024

Chefs de projet :

Alexandrine, Naïma GAMBLIN (ASM Acoustics)

Luc Schillemans (Tractebel)

Batiste Galliez (Stratec)

Sommaire

1. RESUME DE LA MISSION	4
2. CONTEXTE ET OBJECTIFS	5
3. MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL	6
3.1. Méthodologie de réalisation des cartes de bruit.....	6
3.2. Données collectées et méthode de gestion.....	6
3.3. La méthode de calculs CNOSSOS	6
4. DESCRIPTIF ET TRAITEMENT DES DONNEES	7
4.1. Les données numériques communes à l'ensemble des cadastres	7
4.2. Les données ferroviaires	8
4.3. Les données routières.....	9
4.4. Données acoustiques et méthodologie en vue de calibrer le modèle	10
4.4.1. Campagne de mesures de bruit ferroviaire	10
4.4.2. Campagne de mesures de bruit routier	11
4.5. Résultats aux points de références.....	12
4.5.1. Résultats des mesures de bruit ferroviaire	13
4.5.2. Résultats des mesures de bruit routier	14
5. MODALITÉS DE CALCUL	14
5.1. Méthode de calcul	14
5.2. Indicateurs	15
5.3. Clés de lecture des cartes de bruit.....	15
6. CARTES DE BRUIT – CNOSSOS 2021	16
6.1. Cartes de bruit ferroviaire.....	16
6.1.1. Cartes de bruit ferroviaire – CNOSSOS 2021.....	16
6.1.2. Cartes différentielles bruit ferroviaire – année 2021 / année 2016	17
6.2. Cartes de bruit routier	18
6.2.1. Cartes de bruit routier – CNOSSOS 2021	18
6.2.2. Cartes différentielles bruit routier – année 2021 / année 2016.....	19
6.3. Cartes de bruit multi-exposition	19
7. EXPOSITION AU BRUIT	20
7.1. Méthodologie de calculs.....	20
7.2. Exposition au bruit ferroviaire en 2021	21
7.2.1. Exposition de la population au bruit ferroviaire en 2021	21

7.2.2.	Exposition des bâtiments de logements au bruit ferroviaire en 2021.....	22
7.2.3.	Exposition au bruit ferroviaire des bâtiments scolaires et de santé en 2021.....	23
7.2.4.	Synthèse et bilan de l'exposition au bruit ferroviaire en 2021.....	24
7.3.	Exposition au bruit routier en 2021.....	24
7.3.1.	Exposition de la population au bruit routier en 2021.....	24
7.3.2.	Exposition des bâtiments de logements au bruit routier en 2021.....	25
7.3.3.	Exposition au bruit routier des bâtiments scolaires et de santé en 2021.....	26
7.3.4.	Synthèse et bilan de l'exposition au bruit routier en 2021.....	27
7.4.	Evolution de l'exposition de la population au bruit des transports entre 2016 et 2021.....	27
7.5.	Impact sur la santé.....	27
7.5.1.	Evaluation des effets du bruit ferroviaire sur la santé en RBC.....	28
7.5.2.	Evaluation des effets du bruit routier sur la santé en RBC.....	29
8.	COMPARAISON DES METHODES DE CALCULS.....	30
9.	BIBLIOGRAPHIE.....	31

1. RESUME DE LA MISSION

Dans le cadre de la mise à jour des cadastres de bruit routier, ferroviaire, du trafic aérien et du bruit multi-exposition pour la Région de Bruxelles-Capitale, le groupement momentané ASM Acoustics – TRACTEBEL - STRATEC a été chargé, le 30 mars 2022 de réaliser pour le compte de Bruxelles Environnement les cadastres et cartographies stratégiques 2021 du bruit ferroviaire (LOT1), du bruit routier (LOT 2) et du bruit multi-exposition (LOT 3) de la Région de Bruxelles-Capitale.

Les objectifs sont de répondre aux exigences de la Directive européenne 2002/49CE du 25 juin 2002 qui impose aux Etats membres la réactualisation régulière des cartes de bruit stratégiques pour les grandes agglomérations (plus de 250 00 habitants)

La mission a consisté dans un premier temps à récolter les données numériques nécessaires à la modélisation acoustique (données physiques comme la topographie, le bâti, les zones vertes...) et à l'élaboration plus spécifiquement des cartes de bruit ferroviaire, routier et multi exposition.

Ces données ont préalablement été structurées et géoréférencées par Bruxelles-Environnement (BE), Infrabel et Bruxelles Mobilité (BM). Après une analyse critique de ces données, celles-ci ont été traitées par le groupement ASM/TRACTEBEL/STRATEC afin de les rendre parfaitement compatibles avec le logiciel de modélisation CadnaA XL utilisé dans le cadre de la mission.

La méthode utilisée pour les calculs acoustiques est la nouvelle méthode d'évaluation commune aux Etats membres de l'UE : la méthode CNOSSOS.¹

Afin de caler le modèle informatique, le groupement ASM/TRACTEBEL/ STRATEC a procédé à de nouvelles campagnes de mesures acoustiques sur le territoire de la RBC et a utilisé, spécifiquement pour le cadastre du bruit, les points de mesures fixes de Bruxelles Environnement dédiés au bruit routier et au bruit ferroviaire (au total 6 points considérés).

Ces données de mesures in-situ sont considérées comme des valeurs de référence et sont comparées avec les données calculées par le modèle. Cela permet de procéder à une analyse objective du modèle et d'évaluer sa précision. Après validation du modèle, les cartes de bruit ont été réalisées sur l'ensemble du territoire pour l'année 2021 en tenant compte de la mise en œuvre partielle du plan GoodMove pour le trafic routier.

Grâce à l'affectation des bâtiments sensibles mais aussi de la population par immeuble de logement, des statistiques représentatives de l'exposition de la population au bruit ferroviaire et au bruit routier ont également été réalisées et analysées.

A noter qu'en 2021 le trafic routier et le trafic aérien ont été perturbés par la crise sanitaire (Covid 19) et les différents confinements. Malgré ce contexte particulier, la Commission européenne a maintenu l'année 2021 comme référence pour la cartographie du bruit, selon la directive 2002/49/CE. Dès lors il s'agit d'une année particulière et dont les résultats pourraient ne pas être directement comparables aux cadastres précédemment réalisés. Il est important d'en tenir compte dans l'analyse des résultats.

¹ Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU) – conforme à l'annexe II de la directive 2002/49/CE

2. CONTEXTE ET OBJECTIFS

La Région de Bruxelles-Capitale est un territoire étendu et complexe, avec une forte densité de population, des activités économiques et de nombreuses infrastructures de transports.

La directive 2002/49CE du 25 juin 2002 impose que tous les cinq ans, des cartes stratégiques de bruit montrant la situation au cours de l'année civile précédente soient établies pour tous les grands axes routiers et ferroviaires et les grandes agglomérations des Etats membres.

Il est donc important pour la Région de Bruxelles-Capitale de disposer d'un cadastre du bruit actualisé et tendanciel, ainsi que de recommandations de mesures concrètes et optimales. Cela dans le but d'atteindre des objectifs de santé publique, de respecter la directive européenne et d'actualiser son plan bruit.

Depuis l'ordonnance du 17 juillet 1997 relative à la lutte contre le bruit en milieu urbain et sa modification du 1^{er} avril 2004 (qui transpose la directive européenne 2002/49/CE), la Région de Bruxelles-Capitale a déjà réalisé 3 cadastres (2001, 2006 et 2016) pour lutter contre le bruit et étudier son évolution sur le territoire compte tenu des projets d'aménagements et de mobilité.

En 2021, une mise à jour de l'ensemble des cadastres bruit s'imposait. C'est la raison pour laquelle Bruxelles Environnement (BE), l'organisme chargé de la réalisation des cartes de bruit et des plans d'actions pour la Région de Bruxelles-Capitale, s'est adjointe l'aide du groupement ASM/TRACTEBEL/STRATEC pour réaliser une partie des travaux.

Le présent RNT (Résumé non technique) est une synthèse du rapport final relatif à la mise à jour des cadastres du bruit des transports (ferroviaire, routier et multi-source) sur base de données trafic 2021.

Les cadastres du bruit des transports répondent à 4 objectifs principaux :

- Actualiser le diagnostic des nuisances sonores subies par les bruxellois liées aux infrastructures de transport ;
- Evaluer l'évolution par rapport à la situation 2016 ;
- Servir d'aide à la décision dans le cadre de la préparation du prochain plan bruit ;
- Constituer un outil d'aide à l'information et à la concertation.

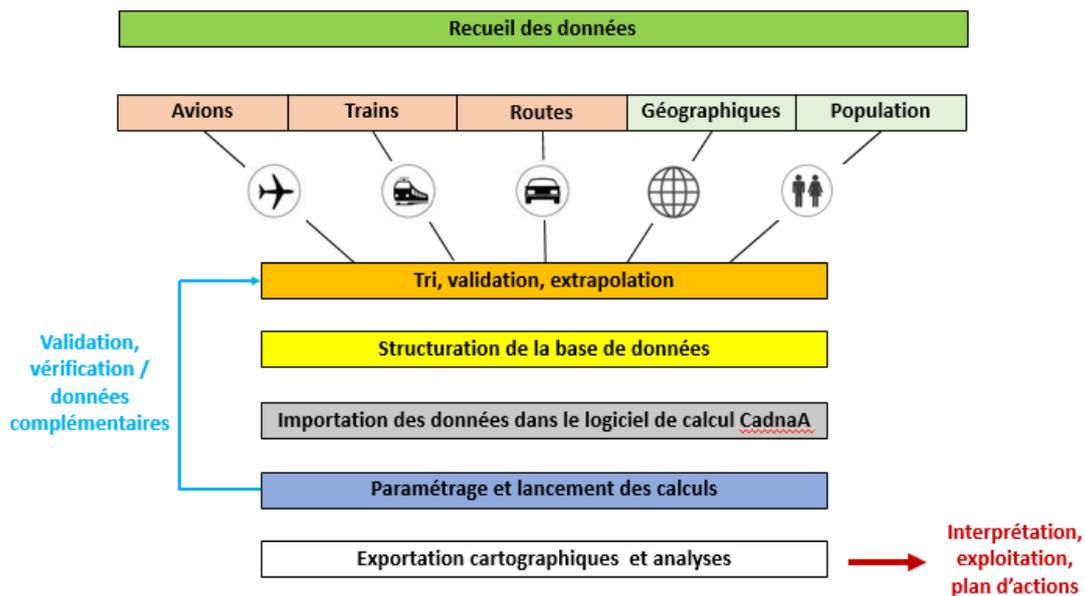
Les cartes de bruit sont des documents d'information, non opposables. En tant qu'outil (modèle informatique), les cartes seront exploitées pour établir un diagnostic global ou analyser les scénarios. Le niveau de précision est adapté à un usage d'aide à la décision à l'échelle régionale et non de dimensionnement de solution technique ou pour le traitement d'une plainte.

3. MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL

3.1. Méthodologie de réalisation des cartes de bruit

La méthodologie courante de réalisation des cartes stratégiques du bruit est décrite schématiquement dans l'organigramme ci-dessous. Elle comporte 3 étapes principales :

- Phase 1 : Recueil et structuration des données.
- Phase 2 : Réalisation des calculs et des cartes de bruit.
- Phase 3 : Edition des cartes, présentation, analyses croisées et interprétations des données.



Le logiciel de calcul de propagation acoustique utilisé par le groupement est CadnaA XL.

3.2. Données collectées et méthode de gestion

Les données utilisées sont les données numériques mises à disposition par Bruxelles Environnement, Infrabel et Bruxelles Mobilité. Tout au long de cette phase, une vérification de la bonne qualité des données et de leur compatibilité avec les traitements ultérieurs a été effectuée. Les données ont ensuite été compilées et traitées par le groupement à l'aide du logiciel QGIS puis directement importées dans le logiciel de modélisation CadnaA XL. La **section 4** reprend de manière synthétique l'ensemble des données collectées.

3.3. La méthode de calculs CNOSSOS

Le directive européenne 2015/996 du 19 mai 2015² impose à partir de la cartographie 2021 une nouvelle méthode commune d'évaluation du bruit conformément à la directive 2002/49/CE pour tous les Etats membres de l'Union Européenne, la méthode dite CNOSSOS. Cette méthodologie diffère des précédentes méthodes au niveau de la caractérisation des sources sonores, des formules et calculs de propagation du son mais aussi de la prise en compte des conditions météorologiques.

Dans le cas du présent marché, cette méthode sera appliquée pour la première fois. Il est donc possible d'obtenir des différences en termes de résultats par rapport aux études précédentes.

² Mise à jour de la directive 2002/49/CE

4. DESCRIPTIF ET TRAITEMENT DES DONNEES

4.1. Les données numériques communes à l'ensemble des cadastres

Les calculs acoustiques nécessitent de disposer d'une maquette informatique 3D complète des sites à étudier et des données de population associées. Ces données sont communes à l'ensemble des cadastres bruit puisqu'il s'agit du modèle « physique » de la RBC et donc indépendant des sources de bruit étudiées.

Les données relatives à chaque mode de transport sont par la suite intégrées dans le modèle de base puis étudiées de manière indépendante dans chaque cadastre ou de manière cumulative pour le cadastre multi-exposition. Les principales données collectées et utilisées dans le cadre de la mission sont les suivantes :

Tableau 1: Tableau de synthèse des données collectées

Donnée	Sous-catégories	Base source	Bases complémentaires
Topographie		Courbe de niveau 2m de Bruxelles Environnement	MNT de la région flamande
Limites administratives		Limites administratives mise à disposition par Bruxelles Environnement	
Végétation / cours /plan d'eau		Cours d'eau et espaces verts mis à disposition par Bruxelles Environnement	
Bâtiments		Bâtiments mis à disposition par Bruxelles Environnement	
Données de population		Données de population 2022 (Statbel) affecté à la couche bâtiment par Bruxelles Environnement	
Données météorologiques		IRM – 2011-2021	
Réseau routier : infrastructure routière	Réseau	Modèle Musti mis à disposition par Bruxelles Mobilité	
	Caractéristiques physiques	Modèle Musti mis à disposition par Bruxelles Mobilité Revêtement UrbIS maj par Stratec	
	Vitesses max autorisées	Modèle Musti mis à disposition par Bruxelles Mobilité	
	Flux	Modèle Musti mis à disposition par Bruxelles Mobilité	
Ponts et tunnels		Couches ponts et tunnels mises à dispositions par Bruxelles Environnement	OpenStreetMap 2022
Murs antibruit routiers		Murs antibruit mis à disposition par Bruxelles Environnement	
Réseau ferroviaire	Caractéristiques physiques	Données Infrabel en opendata	
	Vitesses max autorisées	Données Infrabel	
	Flux	Données Infrabel	
Murs antibruit ferroviaire		Données Infrabel	

A noter qu'en accord avec les différents acteurs, quelques données ont été évaluées de manière forfaitaire comme le coefficient d'absorption du sol ou des bâtiments.

4.2. Les données ferroviaires

Pour le bruit ferroviaire, les données de mobilité prises comme référence pour l'année 2021 ont principalement été fournies par Infrabel. Les ponts et les murs antibruits spécifiques au bruit ferroviaire ont quant à eux été traités et actualisés par le groupement. La carte ci-après présente le réseau ferroviaire modélisé en 2021.

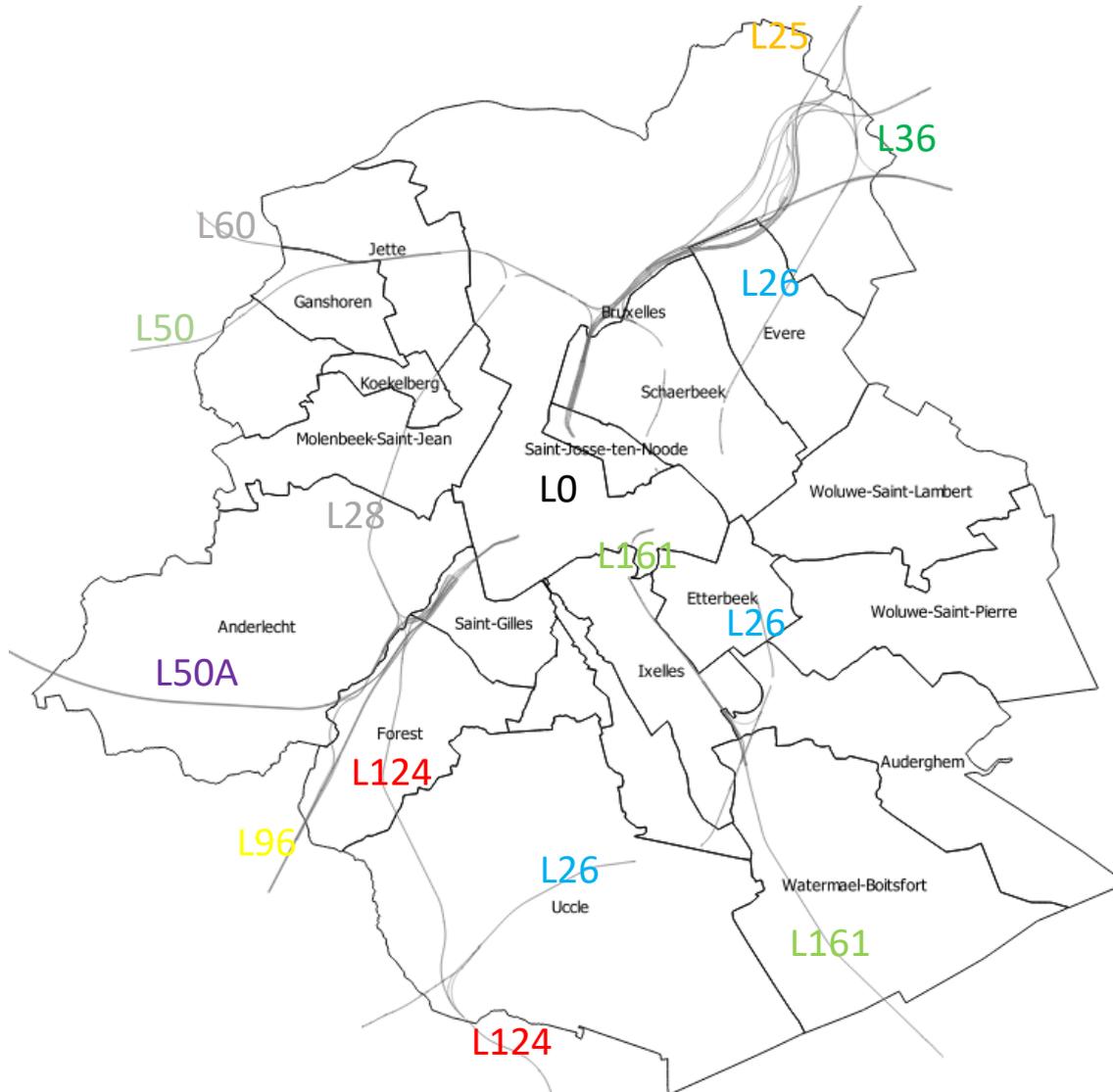


Figure 1 : Réseau ferroviaire pris en compte dans l'étude

Dans le cadre du cadastre du bruit ferroviaire, les données associées à chaque tronçon de voie ferrée modélisés sont les paramètres influant directement le calcul du bruit ferroviaire.

Parmi ceux-ci on distingue **les paramètres de l'infrastructure ferroviaire** comme :

- Le type de pose des voies (semelles et traverses)
- La rugosité des voies ferrées
- La configuration des voies (sur ouvrage d'art ou sur sol).

Ces paramètres influent sur la génération du bruit généré par le trafic ferroviaire et sont invariables quelle que soit la tranche horaire ou la période considérée.

Mais les paramètres les plus importants dans le calcul du bruit ferroviaire sont **les paramètres liés au flux et au matériel roulant** avec parmi ceux-ci :

- La composition de chaque train selon la liste d'intensité des voitures et locomotives reprises en CNOSSOS dans CadnaA
- La vitesse de circulation des trains par type de train et par tronçon
- Le type et le flux des trains par jour
- Le type de freinage...

Chacune de ces données a été extrapolée pour avoir des données horaires moyennes représentatives des 3 tranches horaires étudiées (jour, soir et nuit) et déclinées pour une période de 7j. Il est recommandé au lecteur de se référer au rapport global relatif au cadastre du bruit des transports pour de plus amples précisions.

4.3. Les données routières

Pour le bruit routier, les données de mobilité prises comme référence pour l'année 2021 ont principalement été fournies par Bruxelles Mobilité, sur base du modèle de trafic MUSTI³ 2021.

Celui-ci consiste en un réseau routier comprenant les axes routiers les plus importants de la RBC soit l'ensemble des autoroutes, voies métropolitaines, artères principales et une grande partie des voiries inter-quartiers. Cela signifie que les voiries de moindre importance et caractérisées plutôt par un trafic local ne sont pas prises en compte dans le modèle acoustique. La carte ci-après présente le réseau routier modélisé dans le cadre du cadastre bruit routier en 2021.

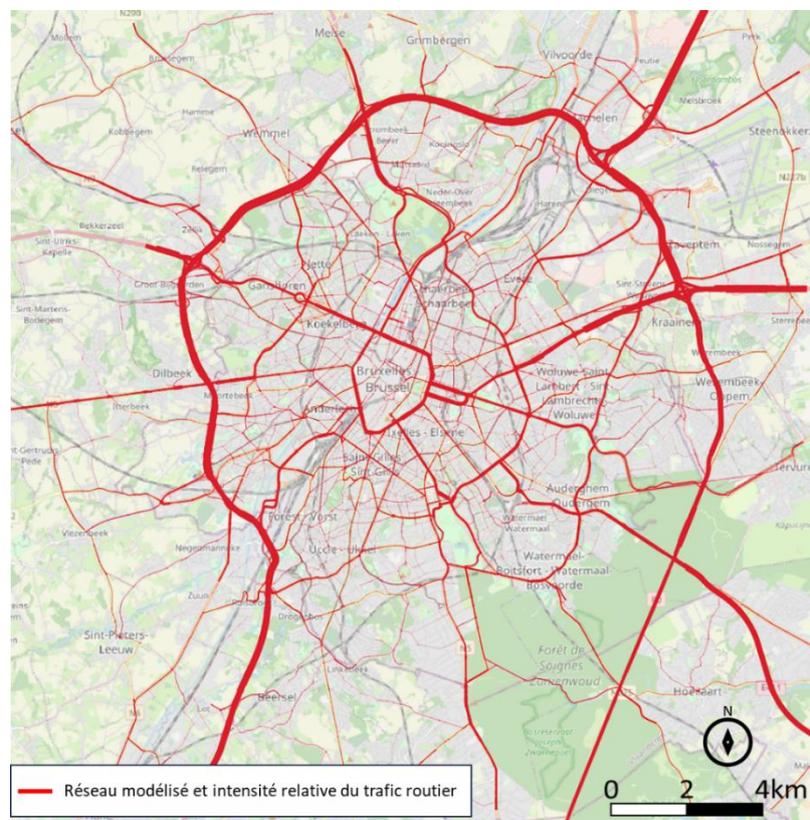


Figure 2 : réseau routier modélisé sous MUSTI à l'horizon 2021 (source : Bruxelles Mobilité)

³ modèle Multimodal Stratégique de Déplacement pour Iris

Les revêtements des routes ainsi que les ponts et les murs antibruits spécifiques au bruit routier ont quant à eux été traités et actualisés par Bruxelles Environnement ou par le groupement.

Dans le cadre du cadastre du bruit routier, les données extraites du modèle de trafic MUSTI pour chaque tronçon de route modélisés sont les paramètres influant directement sur le calcul du bruit routier. Parmi ceux-ci il est possible de distinguer **les paramètres physiques des voiries** comme :

- Le type de revêtement routier (pavés naturels, clinkers, bitume standard...)
- La largeur des voiries (3m par bande de circulation)
- La pente des tronçons de voiries.

Ces paramètres influent sur la génération du bruit généré par le trafic routier et sont invariables quelle que soit la tranche horaire ou la période considérée.

Mais les paramètres les plus importants dans le calcul du bruit routier sont **les paramètres de flux des voiries** comme :

- Le flux et le type de flux du trafic routier qui prennent en compte l'ensemble des véhicules à moteurs.
- La composition du trafic car il est important de distinguer les véhicules légers des poids lourds du fait que ceux-ci ont une charge sonore beaucoup plus importante. La méthode CNOSSOS distingue 2 types de poids lourds (>3,5T et avec 3 essieux ou plus)
- La vitesse de circulation des véhicules par tranches horaires

Chacune de ces données a été extrapolée pour avoir des données horaires moyennes représentatives des 3 tranches horaires étudiées (jour, soir et nuit) et pour la période de 7j.

A noter que le modèle MUSTI a surtout été développé pour les heures de pointes (6h-10 et 15h-19h). En dehors de ces heures de pointes et des grands axes routiers pour lesquels des données complètes de comptages existent, les flux ont été extrapolés. Cela explique pourquoi le modèle MUSTI est un peu plus fiable en journée (7-19h) qu'en période de soirée ou de nuit.

Il est recommandé au lecteur de se référer au rapport global relatif au cadastre du bruit des transports pour de plus amples précisions.

4.4. Données acoustiques et méthodologie en vue de calibrer le modèle

Il est essentiel, dans ce type d'étude, de calibrer et de vérifier la bonne corrélation du modèle avec la situation de fait. Pour ce faire, des mesures acoustiques ont été réalisées sur plusieurs sites et les résultats comparés à la simulation.

4.4.1. Campagne de mesures de bruit ferroviaire

Les mesures de bruit ferroviaire ont été réalisées entre septembre 2021 et novembre 2022.

Au total 5 campagnes de mesures de bruit ferroviaire ont été réalisées dans le cadre de la mission, en plus des 3 points fixes de Bruxelles Environnement (S6, S7 et S8 sur la figure ci-dessous).

Ainsi, douze points de mesures ont été effectués sur les deux sites d'immission Anderlecht et Evere déjà caractérisés en 2016. Dans la mesure du possible, les différents points de mesures ont été effectués aux mêmes endroits que ceux déjà réalisés dans le cadre de la cartographie de 2016.

Des mesures de bruit ont également été effectuées au niveau de 2 points noirs acoustiques ferroviaires de la Région identifiés en 2016 : Etterbeek et Bruxelles-Nord.

Enfin, du fait que le troisième point noir est déjà caractérisé par un point fixe de Bruxelles Environnement (ETT_Nouv), le dernier site retenu en accord avec le comité de pilotage est le site de Moensberg au sud de Bruxelles (L24 / L26).

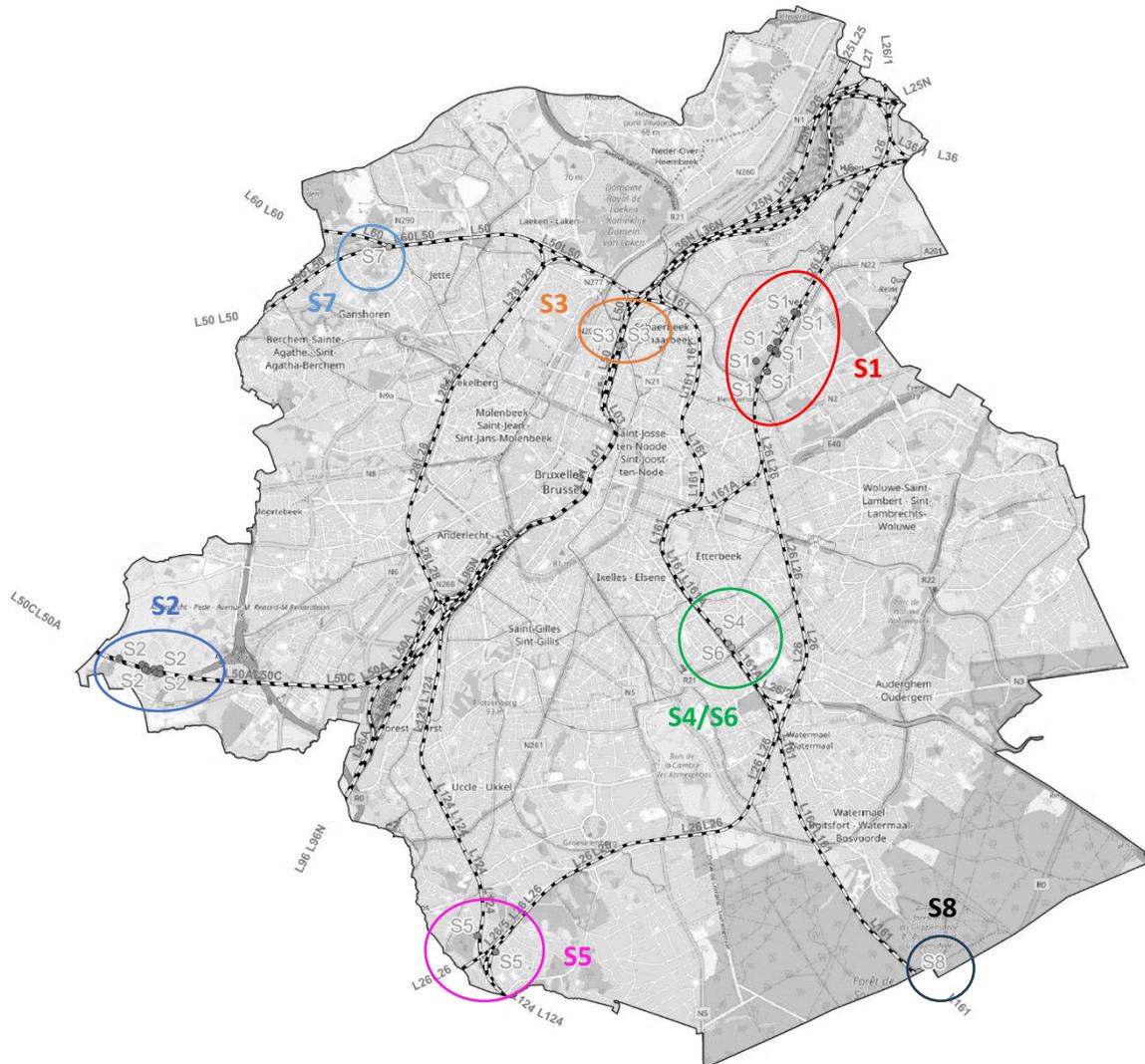


Figure 3: Localisation des sites de mesures ferroviaires complémentaires réalisées en 2022

4.4.2. Campagne de mesures de bruit routier

Au total 5 points de longue durée 7 jours associés à 3 ou 4 points de courte durée 30min réalisés de jour et de nuit ont été réalisés dans le cadre de la mission. Ces mesures ont été réalisées entre le 27 avril 2022 et le 12 octobre 2022.

Les critères de choix pour la localisation de ces points de mesures étaient :

- Vérifier la justesse des calculs à proximité de routes présentant des revêtements différents pour étudier comment le modèle prend en compte l'influence du revêtement, notamment les pavés lisses type « clinkers »

- Étudier certaines zones considérées comme zones très bruyantes (Avenue Charles Quint par exemple) ou au contraire calmes (Forêt de Soignes)

Des comptages de trafic ont systématiquement été réalisés par les opérateurs pour les points de courte durée. Pour les points de longue durée, il a parfois été possible de se baser sur des comptages réalisés en 2013 ou 2015 par Bruxelles Mobilité et transmis en début de mission.

Cela a permis de comparer les données de comptages avec les données du modèle et, d'expliquer parfois les écarts importants observés entre le modèle et les mesures.

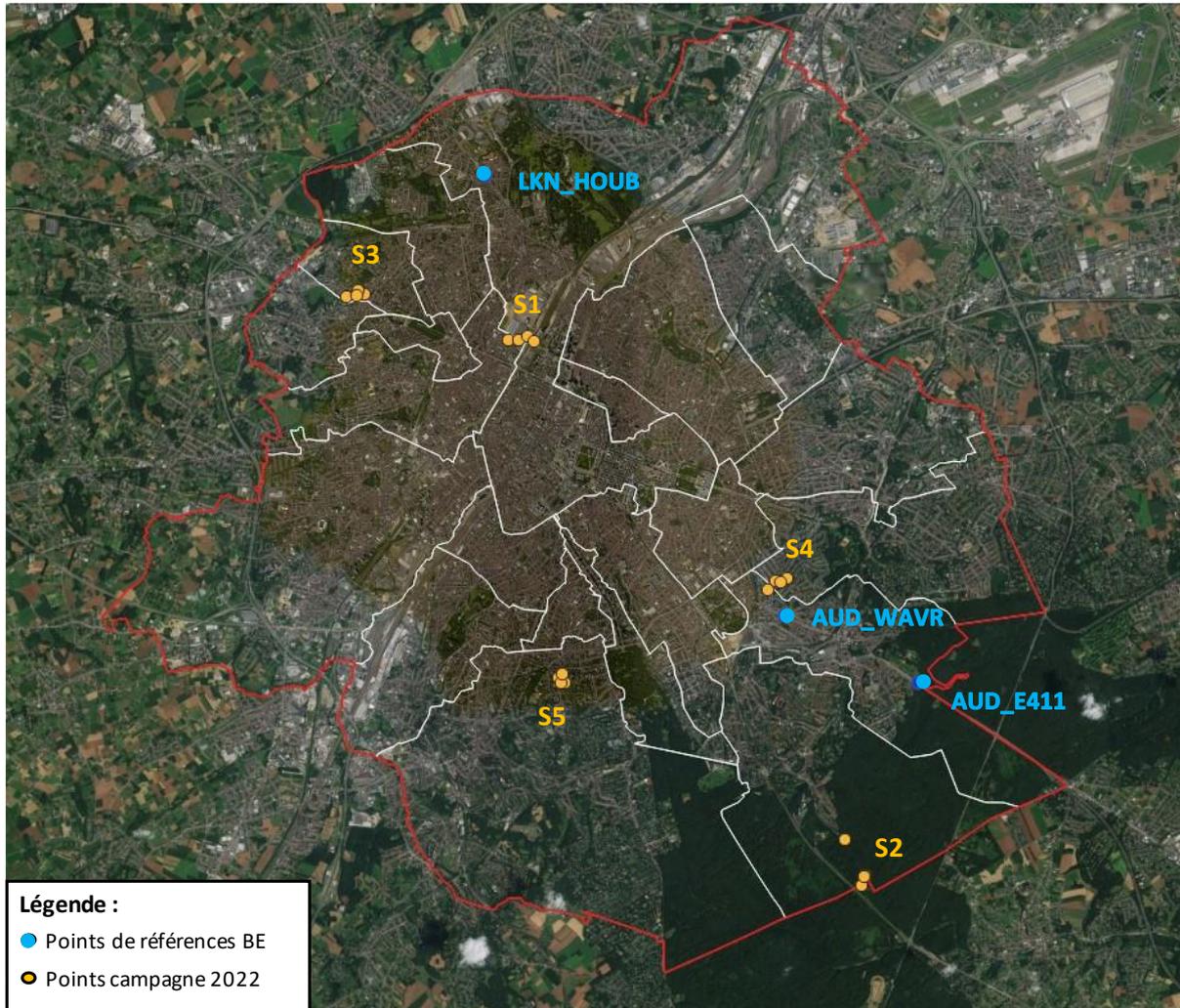


Figure 4 : : localisation des points de mesure de bruit routier réalisés en 2022 pour le calage du modèle

4.5. Résultats aux points de référence

Les points de mesures listés ci-dessus sont considérés comme les points de références. Les résultats de ces mesures sont utilisés pour le recalage du modèle acoustique, en tenant compte des données de comptage in-situ.

Les indices retenus sont les indices L_{Aeq} par période (jour, soir, nuit et 24h).

Les bruits perturbateurs, les avions et les autres sources, ont été autant que possible codés et extraits des mesures afin de ne présenter que le bruit relatif au transport routier ou au transport ferroviaire.

En plus des mesures réalisées dans le cadre de la mission, les 6 points fixes de Bruxelles Environnement ont été considérés pour le calibrage du modèle (3 points pour le bruit ferroviaire et 3 pour le bruit routier).

4.5.1. Résultats des mesures de bruit ferroviaire

Tableau 2: Tableau de synthèse des résultats de mesures du bruit ferroviaire réalisées en 2021/2022

ID	Position	Simulation				Mesures 2021				Simulation - Mesures				Décart (dB(A))	Hauteur (m)	Distance (m)	Durée	Coordonnées	
		Ld (dB(A))	Le (dB(A))	Ln (dB(A))	Lden (dB(A))	Ld (dB(A))	Le (dB(A))	Ln (dB(A))	Lden (dB(A))	Ld (dB(A))	Le (dB(A))	Ln (dB(A))	Lden (dB(A))					X (m)	Y (m)
1	Anderlecht BoskantRadar_3h	76.3	75.4	68.2	77.9									3.7	1.8	13.0	3h	142325	167719
2	Anderlecht Centrale_24h	75.2	74.2	67.0	76.7	78.7	77.1	70.6	74.2	-3.5	-2.9	-3.6	-3.4	3.4	3.0	19.9	24h	141879	167909
3	Anderlecht Golf1_3h	70.6	70.0	62.9	72.4				68.6					3.8	1.8	30.8	3h	142295	167793
4	Anderlecht Golf2_3h	72.8	72.0	64.7	74.4				70.9					3.5	2.5	36.9	3h	142230	167817
5	Anderlecht Golf3_3h	76.3	75.3	68.0	77.8				76.9					0.9	3.0	13.1	3h	142421	167743
6	Anderlecht Golf4_3h	69.7	69.2	62.1	71.6				60.5					11.1	3.0	47.4	3h	142514	167756
7	Anderlecht KantWerken_24h	75.4	74.5	67.2	77.0	74.3	71.8	66.4	75.6	1.1	2.7	0.8	1.4	1.4	3.0	16.1	24h	142447	167686
8	Anderlecht KantWerken_3h	75.8	74.9	67.6	77.4				76.6					0.8	3.0	14.9	3h	142513	167672
9	Anderlecht Radar_7d	78.3	77.4	70.1	79.9	78.8	77.6	71.7	80.7	-0.5	-0.2	-1.6	-0.8	0.8	2.5	7.0	7j	142284	167736
10	Evere Appartementsblok_3h	38.9	40.7	35.7	43.5				54.3					-10.8	1.5	171.8	3h	151808	172587
11	Evere Beer_3h	49.8	49.5	43.8	52.4				53.5					-1.1	2.7	41.0	3h	152132	172895
12	Evere Bergie_3h	47.3	47.2	41.7	50.1				52.1					-2.0	2.7	78.9	3h	152028	172789
13	Evere BlauwGebouw_3h	48.7	48.5	42.8	51.4				54.1					-2.7	2.7	49.3	3h	151988	172422
14	Evere Industrie_24h	47.7	47.8	42.2	50.7	54.9	49.9	46.8	55.6	-7.2	-2.1	-4.6	-4.9	4.9	2.7	61.4	24h	152149	172707
15	Evere Radar_7d	58.5	58.1	52.3	61.0	57.4	56.2	51.9	60.1	1.1	1.9	0.4	0.9	0.9	2.0	5.4	7j	152114	172760
16	Evere SpoorTuintjes_24h	53.7	53.2	47.5	56.2											18.1		152456	173337
17	Evere Tuintjes_3h	42.2	42.1	36.8	45.2				56.8					-11.6	2.7	34.5	3h	152407	173365
18	Evere Tunnel_3h	52.7	52.3	46.6	55.3				57.2					-1.9	2.7	19.9	3h	151845	172292
20	BXLNord BNord1_24h	69.0	67.9	62.1	71.0	64.6	65.2	60.8	68.7	4.4	2.7	1.3	2.3	2.3	4.0	35.3	24h	149746	172850
21	BXLNord BNord2_24h	74.4	72.8	66.8	76.0	65.4	65.3	58.6	67.8	9.0	7.5	8.2	8.2	8.2	4.0	3.3	24h	149675	172836
28	BE GAN_Expo	64.4	63.6	61.3	68.5	64.9	61.9	59.9	67.5	-0.5	1.7	1.4	1.0	1.0	4.0	13.3	14j	146084	174388
29	BE WBT_Bonn	53.8	52.9	44.3	54.9	51.7	51.2	43.9	53.6	2.1	1.7	0.4	1.3	1.3	4.0	45.9	14j	154341	162984
30	BE ETT_Nouv	62.5	61.6	52.9	63.6	61.8	60.9	54.7	63.8	0.7	0.7	-1.8	-0.2	0.2	4.0	22.5	14j	151378	168150
24	Etterbeek ETT1_24h	61.5	60.7	51.9	62.6	64.3	62.1	55.0	65.1	-2.8	-1.4	-3.1	-2.5	2.5	4.0	26.8	24h	151434	168081
25	Etterbeek ETT2_24h	62.0	61.1	52.4	63.1	66.4	64.8	56.7	67.3	-4.4	-3.7	-4.3	-4.2	4.2	4.0	9.1	24h	151224	168334
26	Laken LAK1_24h	65.8	64.8	63.1	70.1									0.0	4.0	5.2	24h	147941	174584
27	Laken LAK2_24h	64.6	63.7	62.0	69.0									0.0	4.0	5.3	24h	148027	174574
22	Haren HAR1_24h	68.8	67.3	62.1	70.8									0.0	4.0	7.9	24h	153447	175565
23	Haren HAR2_24h	69.3	67.8	62.6	71.3									0.0	4.0	7.2	24h	153566	175611
31	Moensberg MOE1_24h	51.0	50.6	46.2	54.2	48.9	47.7	44.5	52.1	2.1	2.9	1.7	2.1	2.1	4.0	34.5	24h	147756	163297
32	Moensberg MOE2_24h	59.9	59.2	52.7	61.9	62.1	61.0	55.5	64.2	-2.2	-1.8	-2.8	-2.3	2.3	4.0	29.6	24h	147468	163556

Analyse : Les résultats calculés pour les points situés à proximité des voies ferrées sont en cohérence avec les données de mesures (Ecart ≤ 4 dB(A)). A plus grande distance et avec une durée de mesure limitée, les écarts sont parfois plus importants en raison des autres bruits de l'environnement et des effets météo. La mauvaise prise en compte des faibles vitesses dans CNOSSOS explique aussi certains écarts entre les mesures et les calculs.

4.5.2. Résultats des mesures de bruit routier

Tableau 3: Tableau de synthèse des résultats de mesures du bruit routier réalisées en 2021/2022

Point	niveaux sonores mesurés en 2022				niveaux sonores calculés 2022				différence calcul/ mesures			
	Ld	Le	Ln	Lden	Ld	Le	Ln	Lden	Ld	Le	Ln	Lden
LD1_Avenue du Port 86C_7j	69,5	68,0	64,9	72,5	70,1	66,7	62,9	71,5	0,6	-1,3	-2	-1
CD-1.1_rue Ribaucourt 198	64,9	0,0	61,1	0,0	67,8	0,0	63,7	70,4	2,9	0	2,6	0
CD-1.2 - Rue Picard 30	67,8	0,0	64,7	0,0	68,2	0,0	64,0	70,7	0,4	0	-0,7	0
LD2 - Chée de la Hulpe_ 7j	54,2	52,7	48,3	56,6	57,0	55,1	50,5	59,0	2,8	2,4	2,2	2,4
CD-2.1 - Chée de la Hulpe	69,1	0,0	65,2	0,0	66,5	64,7	62,7	68,6	-2,6	0	-2,5	0
CD-2.3 - Dreve des Bonniers 2	44,9	0,0	38,0	0,0	43,4	43,1	38,7	46,6	-1,5	0	0,7	0
CD-2.4 - Rd point Chée de la Hulpe	68,2	0,0	60,3	0,0	66,8	65,0	60,4	68,8	-1,4	0	0,1	0
LD3_Avenue Charles Quint 160_7j	71,6	71,1	68,1	75,5	71,2	69,5	66,9	74,4	-0,4	-1,6	-1,2	-1,1
CD-3.1 - Rue Villegas 27	63,5	0,0	51,7	0,0	62,0	57,2	54,2	62,9	-1,5	0	2,5	0
CD-3.2 - Avenue Marie de Hongrie 19-	57,3	0,0	54,0	0,0	60,7	55,8	52,4	61,4	3,4	0	-1,6	0
CD-3.3 - rue Pompoel 12	65,6	0,0	52,8	0,0	63,6	60,5	53,1	63,8	-2	0	0,3	0
LD-4 - Dreve de Nivelles 166_7j	55,8	52,3	44,7	55,8	55,2	52,1	44,7	55,4	-0,6	-0,2	0	-0,4
CD-4.1 - Avenue Lebon 88	61,6	0,0	53,0	0,0	62,4	57,1	53,0	62,6	0,8	0	0	0
CD-4.2 - avenue des Mimosas 114	50,9	0,0	38,1	0,0	53,0	50,0	43,0	53,4	2,1	0	4,9	0
CD-4.3 - avenue des Freres Legrain 10	60,4	0,0	42,2	0,0	63,2	53,3	45,9	61,1	2,8	0	3,7	0
LD-5_Rue Edith Cavell 63_7j	64,0	60,2	54,0	64,2	62,3	58,8	52,6	62,7	-1,7	-1,4	-1,4	-1,5
CD-5.1 - Avenue Montjoie 188	63,4	0,0	56,2	0,0	64,5	52,6	58,0	65,6	1,1	0	1,8	0
CD-5.2 - rue Edith Cavel 116	63,6	0,0	53,5	0,0	63,5	60,0	53,6	63,8	-0,1	0	0,1	0
CD-5.3 - Avenue Montjoie 146	61,1	0,0	48,9	0,0	61,6	50,0	51,1	60,8	0,5	0	2,2	0
AUD_WAVR_Chée de Wavre	67,3	65,6	59,7	68,9	67,2	64,7	60,1	68,8	-0,1	-0,9	0,4	-0,1
AUD_E411_le long E411	76,6	74,4	70,5	78,7	73,5	71,8	67,7	75,9	-3,1	-2,6	-2,8	-2,8
LKN_HOUB_avenue Houba Destroope	68,8	68,3	64,2	72,1	67,2	65,5	62,6	70,2	-1,6	-2,8	-1,6	-1,9

Analyse : En considérant les comptages in-situ ou estimés sur base des comptages de Bruxelles Mobilité de 2018, les résultats du modèle sont très satisfaisants avec des écarts compris entre -3 et +3 dB(A) pour la quasi-totalité des points de mesure. Les écarts restent inférieurs à 5 dB(A) pour les autres configurations, ce qui reste assez satisfaisant.

5. MODALITÉS DE CALCUL

5.1. Méthode de calcul

Pour le bruit ferroviaire :

Paramètre	Bruit ferroviaire	Bruit routier
Logiciel de calcul	CadnaA XL Version 2023 MR (64bit)	CadnaA XL Version 2023 MR (64bit)
Norme de calcul	CNOSSOS 2020 (version actualisée dans CadnaA en 2021 avec matériel roulant Belge)	CNOSSOS 2015
Nombre de réflexions	1	2
Rayon de recherche	2 000m	1 000m
Absorption du sol	0 sauf voies ferrées et zones naturelles =1	0 Sauf zones naturelles =1
Pas de maillage	10m	10m
Hauteur de calcul	4m par rapport au sol Conformément aux préconisations de la Directive Européenne 2002/49/CE	

A noter que si pour les cartes de bruit la dernière réflexion sur la façade a été prise en compte, celle-ci n'a pas été considérée pour les résultats aux points ponctuels et pour l'évaluation de

l'exposition au bruit de la population, ceci conformément aux préconisations de la Directive Européenne 2002/49/CE.

Cartes différentielles

Ces cartes sont calculées par différence arithmétique entre les résultats de la simulation acoustique de référence (2021) et la simulation acoustique que l'on veut étudier (2016).

$$L_{\text{différentiel}} = L_{2021} - L_{2016}$$

5.2. Indicateurs

Au niveau européen, la directive 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit ambiant a défini différents indices globaux, en particulier le L_{den} qui représente le niveau moyen annuel sur 24h et qui est défini par la formule suivante :

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

avec :

L_d ou L_{day} le niveau de bruit moyen annuel représentatif d'une journée (LAeq (7h-19h))

L_e ou L_{evening} le niveau de bruit moyen annuel représentatif d'une soirée (LAeq (19h-23h))

L_n ou L_{night} le niveau de bruit moyen annuel représentatif d'une nuit (LAeq (23h-7h))

On remarque que dans ce calcul les niveaux moyens de soirée L_{evening} et de nuit L_{night} sont augmentés respectivement de 5 et 10 dB(A) par rapport au niveau de jour L_{day} . En d'autres termes, le L_{den} 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. Le L_{night} constitue l'indicateur de bruit associé aux perturbations du sommeil.

Ces indicateurs sont particulièrement indiqués dans le cadre de sources de bruits continus comme le bruit du trafic routier. En effet, le modèle ne considère pas les événements événementiels et il n'y a pas d'indicateurs pour ce type de bruit.

5.3. Clés de lecture des cartes de bruit

Les cartes de bruit sont des documents stratégiques à l'échelle de grands territoires. Elles visent à donner une représentation de l'exposition au bruit des populations, vis-à-vis des infrastructures de transports. Les autres sources de bruit, à caractère plus ou moins fluctuant, local ou événementiel ne sont pas représentées sur ce type de document.

Le contenu et le format de ces cartes répondent aux nouvelles exigences réglementaires issues de la Directive européenne 2002/49/CE sur la gestion du bruit dans l'environnement, s'appliquant au territoire de la Région de Bruxelles-Capitale. Les cartes présentées sont établies par Bruxelles Environnement et sont construites à partir des données officielles disponibles au moment de leur établissement. Elles sont destinées à évoluer (intégration de nouvelles données, mises à jour...).

Pour rappel, les cartes de bruit ne sont pas des documents opposables. En tant qu'outil (modèle informatique), les cartes seront exploitées pour établir un diagnostic global ou analyser des scénarios et non en « valeurs absolues », à une échelle locale. Le niveau de précision est adapté à un usage d'aide à la décision à l'échelle régionale et non de dimensionnement de solution technique ou pour le traitement d'une plainte. Il faut notamment garder en tête que :

- Les niveaux sonores correspondent à une moyenne annuelle sur les périodes jour, soir et nuit. **Le bruit individuel lié à chaque passage de voiture ou de poids lourd est donc plus élevé que celui représenté sur les cartes**
- L'impression laissée par les grandes surfaces soumises à des niveaux de bruit élevés doit être relativisée en mettant en relation les zones impactées avec la présence ou non de bâtiments. A l'opposé, en cas de présence d'obstacles tels qu'un front bâti ou la topographie, le bruit peut rester localisé le long des axes mais être tout aussi pénalisant pour les immeubles riverains.

Ci-après les chapitres présentent les données moyennes calculées selon l'indice L_{den} et l'indice L_n et pour la période de 7j correspondant à une semaine complète.

6. CARTES DE BRUIT – CNOSSOS 2021

6.1. Cartes de bruit ferroviaire

6.1.1. Cartes de bruit ferroviaire – CNOSSOS 2021

Ci-après les cartes 7j de bruit ferroviaire 2021 pour les indicateurs L_{den} et L_n .

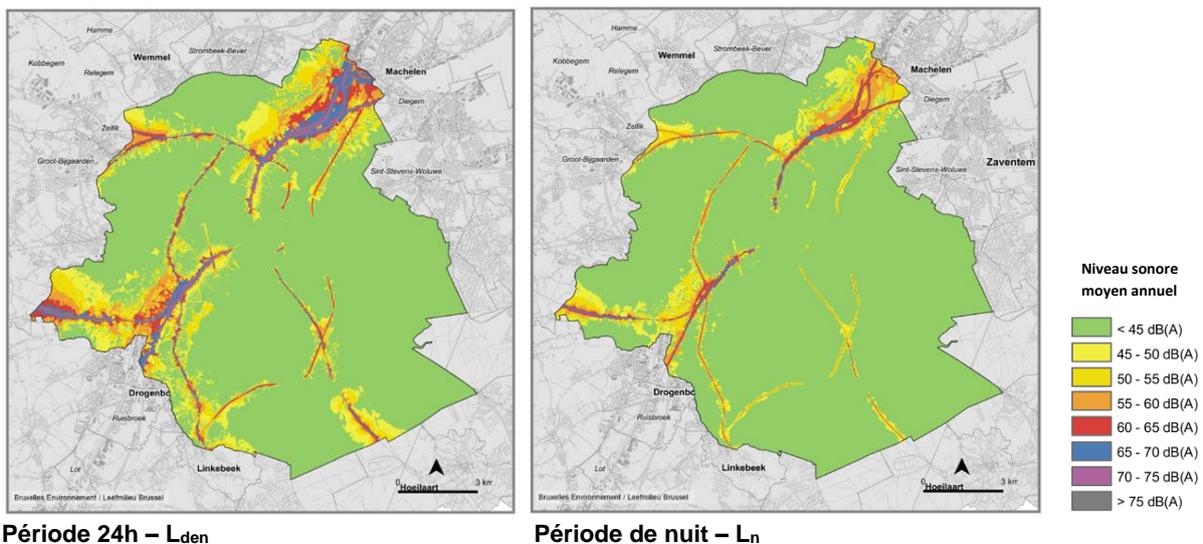


Figure 5 : Cartes de bruit ferroviaire établies pour l'année 2021 (méthode CNOSSOS)

Synthèse et bilan des cartes de bruit ferroviaire pour l'année 2021 : le bruit ferroviaire est une source de bruit qui génère des niveaux de bruit importants mais dont l'impact reste globalement peu étendu du fait de l'urbanisation, à l'exception des zones situées au Nord et au Sud / Sud-Ouest de la RBC mais qui sont en revanche moins peuplées.

6.1.2. Cartes différentielles bruit ferroviaire – année 2021 / année 2016

Les cartes ci-après sont des cartes dites « différentielles ». Elles montrent les différences de niveaux sonores entre la situation 2021 (CNOSSOS) et la situation 2016 (SRMII).

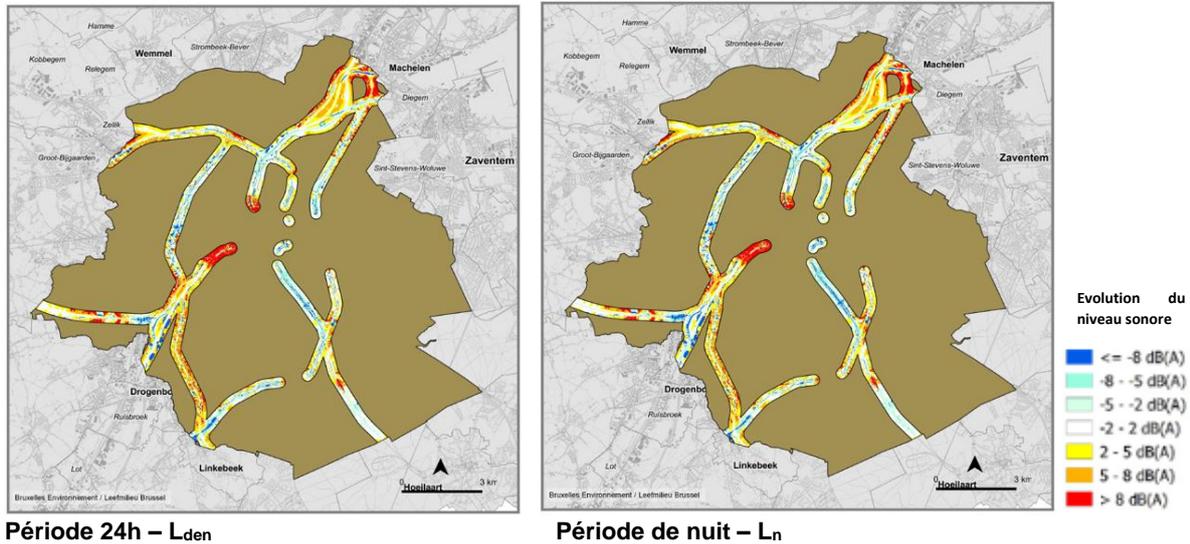


Figure 6 : Cartes différentielles établies pour le bruit ferroviaire entre 2021 (CNOSSOS) et 2016 (SRMII)

Synthèse et bilan des cartes différentielles de bruit ferroviaire année 2021 / année 2016

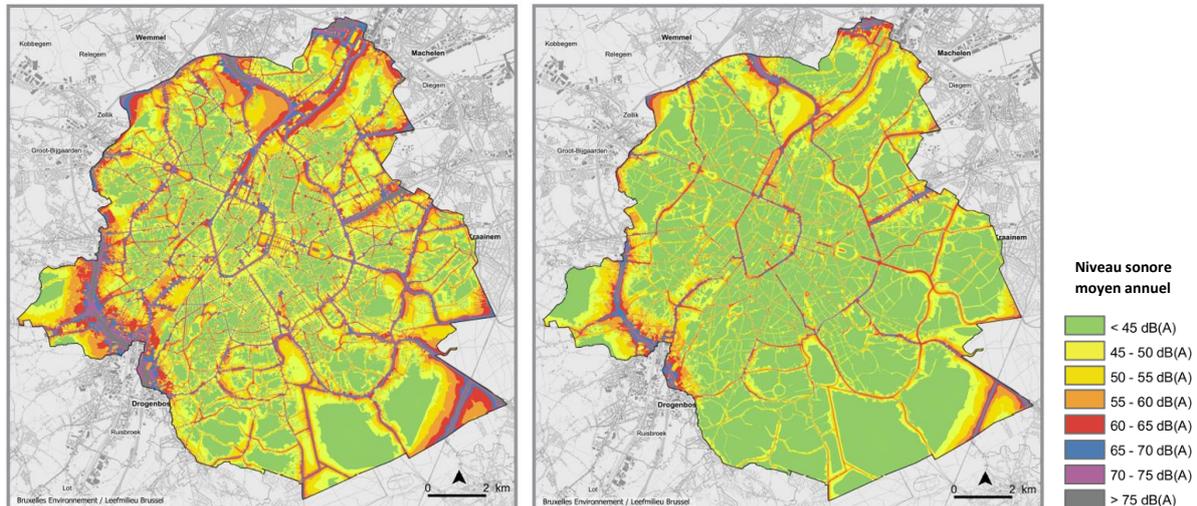
Les calculs de 2021 (CNOSSOS) n'ont pas été réalisés selon la même méthode que les calculs de l'année 2016 (SRMII). Il est donc difficile de tirer des conclusions définitives sur base des cartes différentielles présentées ci-dessus. Néanmoins on observe une très nette augmentation des niveaux de bruit ferroviaire, plus de 8 dB(A) aux deux extrémités du tunnel ferroviaire qui permet de passer sous le centre de Bruxelles. Cela s'explique par une meilleure prise en compte des hauteurs de viaduc et de ponts ferroviaires dans le modèle de 2021.

Par ailleurs de nettes réductions de bruit ferroviaire sont aussi assez largement observées. Ces diminutions s'expliquent par la prise en compte des vitesses réelles des trains dans le cadastre de 2021, ce qui n'était pas le cas en 2016 (vitesse max autorisée). À certains endroits, les améliorations peuvent aussi être expliquées par des renouvellements de voies.

6.2. Cartes de bruit routier

6.2.1. Cartes de bruit routier – CNOSSOS 2021

Ci-après les cartes 7j de bruit routier 2021 pour les indicateurs L_{den} et L_n .



Période 24h – L_{den}

Période de nuit – L_n

Figure 7 : Cartes de bruit routier établies pour l'année 2021 (méthode CNOSSOS)

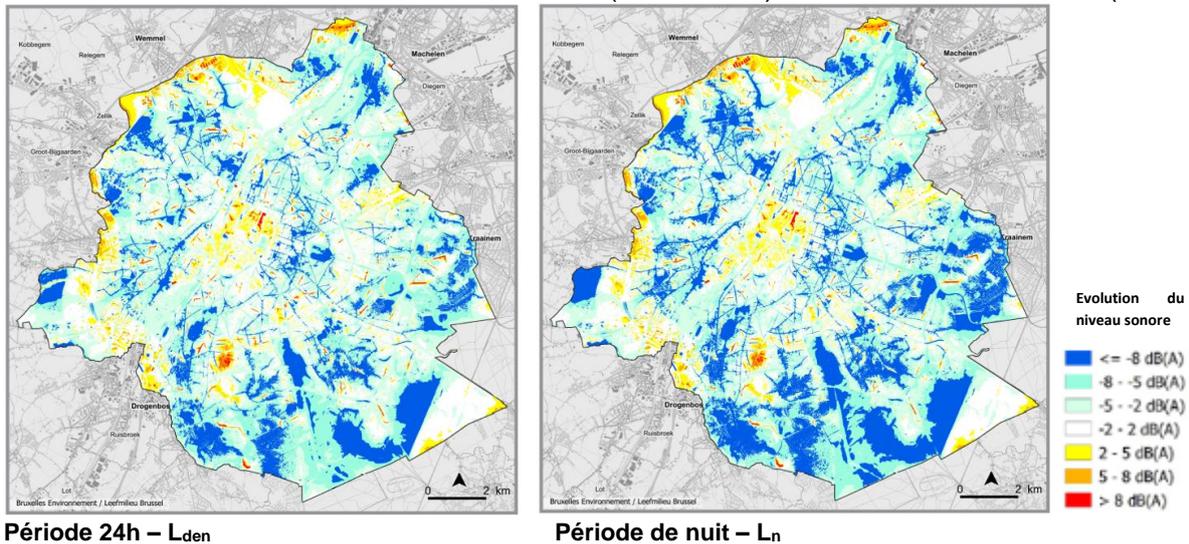
Synthèse et bilan des cartes de bruit routier 2021

Les cartes de bruit routier de 2021 montrent que le routier est omniprésent sur tout le territoire de la RBC et constitue toujours la nuisance sonore la plus forte. Et ce malgré l'impact qu'a eu la crise sanitaire sur le trafic routier en 2021 et la mise en application partielle du plan GoodMove, notamment la limitation à 30km/h sur la majorité des voiries de la Région.

Le niveau sonore de 55 dB(A) pour le L_{den} , valeur guide de l'OMS, est dépassé sur la majorité des grands axes et sur leurs proches abords. Ce bruit se propage en profondeur dans les îlots lorsque ceux-ci ne présentent pas de front bâti, comme les parcs, et en périphérie avec la proximité avec le Ring et où les bâtiments sont plus distants les uns des autres. Dans le centre de Bruxelles, le bruit reste assez concentré sur et à proximité immédiate des voiries, puisque le front bâti prend le rôle d'écran contre la propagation du son.

6.2.2. Cartes différentielles bruit routier – année 2021 / année 2016

Les cartes ci-après sont des cartes dites « différentielles ». Elles montrent les différences de niveaux sonores entre la situation 2021 (CNOSSOS) et la situation 2016 (NMPB).



Période 24h – L_{den}

Période de nuit – L_n

Figure 8 : Cartes différentielles établies pour le bruit routier entre 2021 (CNOSSOS) et 2016 (NMPB)

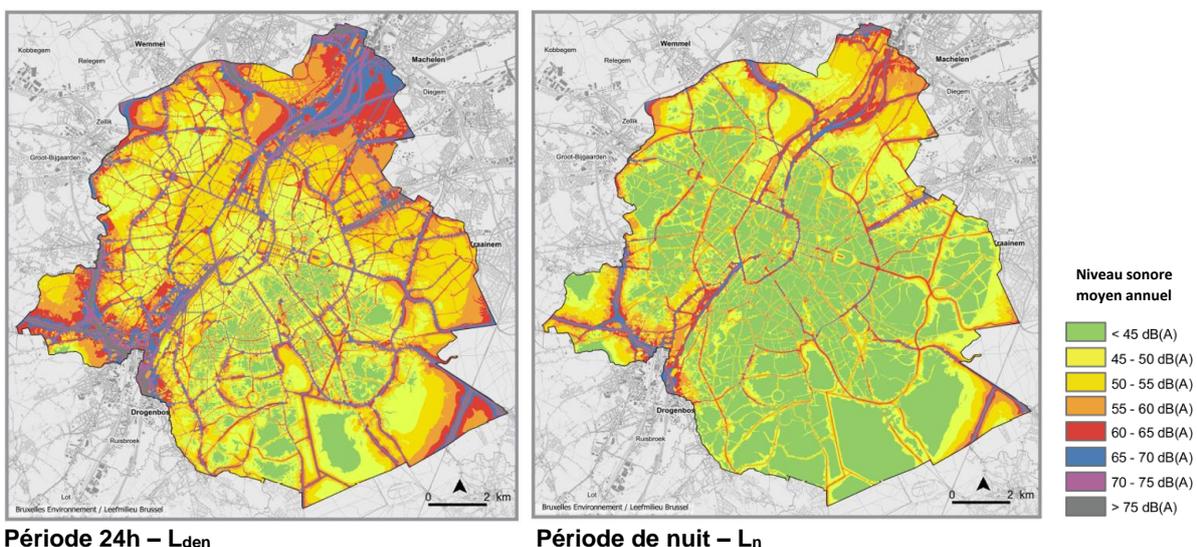
Synthèse et bilan des cartes différentielles de bruit routier année 2021 / année 2016

Les calculs de 2021 (CNOSSOS) n'ont pas été réalisés selon la même méthode que les calculs de l'année 2016 (NMPB). Il est donc difficile de tirer des conclusions définitives sur base des cartes différentielles présentées ci-dessus. Néanmoins les cartes de bruit réalisées montrent une nette diminution du bruit routier en région de Bruxelles-Capitale mais qui est certainement un peu surestimée.

Les rares augmentations de bruit routier sont souvent engendrées par une voirie qui n'était pas modélisée en 2016 mais qui a été ajoutée dans le modèle MUSTI de 2021.

6.3. Cartes de bruit multi-exposition

Ci-après les cartes 7j de bruit multi-exposition 2021 pour les indicateurs L_{den} et L_n.



Période 24h – L_{den}

Période de nuit – L_n

Figure 9 : Cartes de bruit multi-exposition établies pour l'année 2021 (méthode CNOSSOS)

Synthèse et bilan des cartes de bruit multi-exposition 2021

La carte Multi-exposition L_{den} montre qu'à l'exception du quart Sud-Est (principalement les communes d'Uccle, Ixelles, Watermael-Boitsfort, Woluwe-Saint-Pierre et Etterbeek), la Région de Bruxelles-Capitale est très impactée par le bruit des transports avec des niveaux L_{den} souvent supérieurs à 55 dB(A), soit au-delà de la valeur recommandée par l'OMS. La zone Nord et la zone Sud-Ouest (Anderlecht et Forest) sont les plus exposées au bruit du fait de la concentration des grandes lignes ferroviaires (axe Nord-Sud) mais aussi du Ring au Sud-Ouest et pour le Nord, des principales routes aériennes.

Par ailleurs il est rappelé que la situation en 2021 était particulière à cause de la crise sanitaire qui a non seulement eu un impact significatif sur le transport routier mais aussi sur le transport aérien avec une réduction très importante des vols en direction / à partir de l'aéroport de Bruxelles-National. On peut donc s'attendre à ce que les niveaux de bruit pour ces deux modes de transports soient plus élevés lors d'une année avec une activité normale.

En raison des trop nombreuses différences entre les méthodes de calculs utilisées en 2021 par rapport à 2016, il n'a pas été jugé pertinent de procéder au calcul des cartes différentielles pour la multi-exposition.

7. EXPOSITION AU BRUIT

7.1. Méthodologie de calculs

L'exploitation des cartes de bruit permet d'estimer l'exposition de la population et des bâtiments dits sensibles (logements, écoles et hôpitaux) au bruit.

Selon la méthodologie fixée par la Directive Européenne ; le calcul du niveau sonore est effectué sur chaque façade, à une hauteur de 4m et à une distance de 2m de la façade. La dernière réflexion sur la façade n'est considérée pour l'évaluation de l'exposition au bruit de la population, ceci conformément aux préconisations de la Directive Européenne 2002/49/CE.

La méthodologie de calcul de la population exposée au bruit a été modifiée par la mise à jour de l'annexe II de la directive 2002/49/CE et l'application de la nouvelle méthode CNOSSOS.

En effet en 2016, le niveau sonore maximal calculé sur la façade exposée au bruit était attribué à tous les habitants du bâtiment alors qu'en 2021, avec la méthode CNOSSOS, l'évaluation des niveaux sonores en façade est répartie sur l'ensemble des façades, il y a donc plusieurs points récepteurs par façade exposée, selon la longueur des façades.

La méthode de 2016 tendait donc à surestimer la réelle exposition au bruit des populations car les façades plus calmes en intérieur d'ilot n'étaient pas directement prises en compte.

Dans le cadre du présent cadastre, les calculs suivants ont été effectués :

- Le nombre de personnes exposées, arrondi à la centaine près, et classé par intervalle de niveaux sonores suivant l'échelle suivante : <45 dB(A), entre 45 et 75 dB(A) par pas de 5 dB(A) et > 75 dB(A).
- Le nombre de bâtiments sensibles (logements, établissements scolaires et hôpitaux tels qu'identifiés dans UrbIS) exposés sur chaque intervalle, suivant la même échelle.
- Le nombre d'habitations ayant une façade calme, sur chaque intervalle suivant la même échelle. Pour rappel, selon la directive 2002/49/CE, un bâtiment est considéré comme ayant une façade calme si la différence entre son niveau d'exposition maximum et minimum est supérieure à 20 dB(A).

Le fait d'utiliser les couches SIG de données démographiques les plus récentes permet d'améliorer la précision des données démographiques puisque la population est considérée très finement à l'échelle du bâtiment.

7.2. Exposition au bruit ferroviaire en 2021

Les analyses des résultats se basent sur les valeurs guides de l'OMS recommandées pour limiter les effets du bruit sur la santé. Pour le bruit ferroviaire les valeurs guides fixées sont : un L_{den} de 54 dB(A) et un L_n de 44 dB(A).

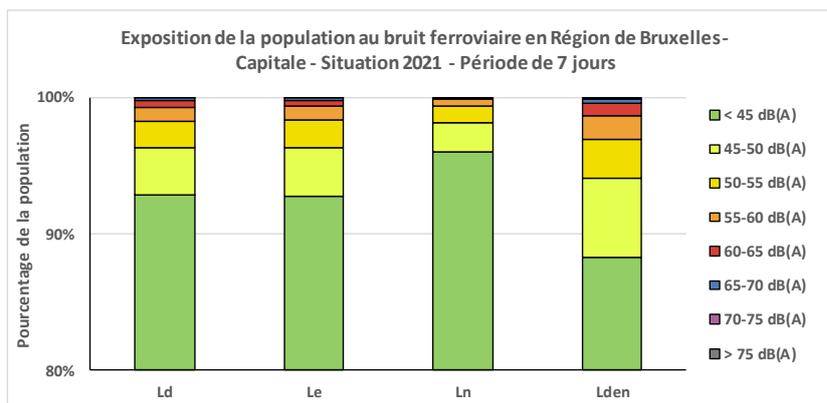
En complément, les résultats obtenus pour le bruit ferroviaire sont également comparés aux valeurs fixées par la convention Infrabel / Bruxelles Capitale du 22/08/2023 soit :

- Les valeurs guides L_{den} de 68 dB(A) et L_n de 60 dB(A)
- Les valeurs seuils à ne pas dépasser L_{den} de 73 dB(A) et L_n de 65 dB(A)
- Les valeurs seuils d'intervention d'urgence L_{den} de 76 dB(A) et L_n de 68 dB(A)

L'échelle de niveaux sonores étant donné par palier de 5 dB, on tiendra compte des tranches les plus proches de ces valeurs limites.

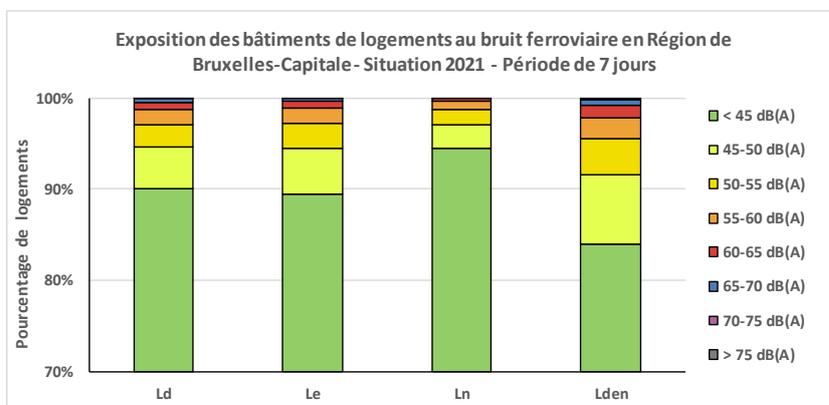
7.2.1. Exposition de la population au bruit ferroviaire en 2021

Exposition de la population au bruit ferroviaire en Région de Bruxelles-Capitale - Situation 2021- Période de 7 jours								
Niveaux sonores	Ld		Le		Ln		Lden	
	Nombre d'hab	%						
< 45 dB(A)	1123200	93%	1122300	93%	1161700	96%	1067900	88%
45-50 dB(A)	42300	3%	42900	4%	25700	2%	70400	6%
50-55 dB(A)	22900	2%	24900	2%	14100	1%	34100	3%
55-60 dB(A)	12300	1%	11800	1%	6400	1%	21500	2%
60-65 dB(A)	6100	1%	5500	0%	1800	0%	10400	1%
65-70 dB(A)	2500	0%	2200	0%	0	0%	4400	0%
70-75 dB(A)	400	0%	100	0%	0	0%	1000	0%
> 75 dB(A)	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
TOT	1209700	100%	1209700	100%	1209700	100%	1209700	100%

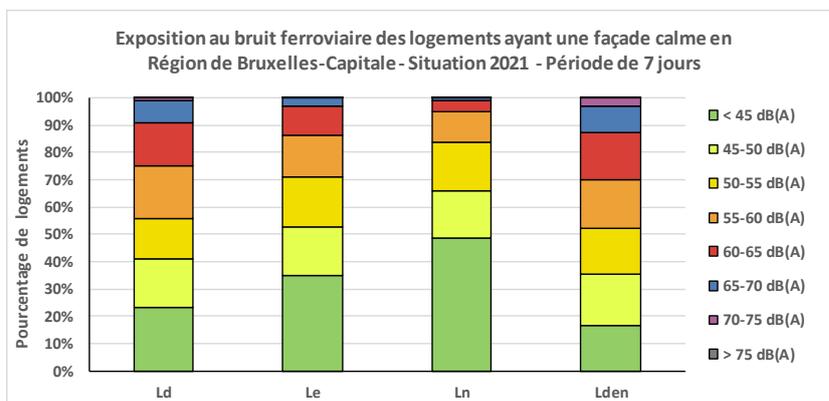


7.2.2. Exposition des bâtiments de logements au bruit ferroviaire en 2021

Exposition des Bâtiments de logement au bruit ferroviaire en Région de Bruxelles-Capitale - Situation 2021 - Période de 7 jours								
Niveaux sonores	Ld		Le		Ln		Lden	
	Nombre bât.	%						
< 45 dB(A)	151957	90%	150880	89%	159295	94%	141631	84%
45-50 dB(A)	7634	5%	8526	5%	4510	3%	12863	8%
50-55 dB(A)	4214	2%	4631	3%	2859	2%	6567	4%
55-60 dB(A)	2647	2%	2665	2%	1485	1%	3959	2%
60-65 dB(A)	1494	1%	1391	1%	463	0%	2259	1%
65-70 dB(A)	605	0%	496	0%	20	0%	1154	1%
70-75 dB(A)	75	0%	43	0%	0	0%	183	0%
> 75 dB(A)	6	0%	0	0%	0	0%	16	0%
TOT	168632	100%	168632	100%	168632	100%	168632	100%

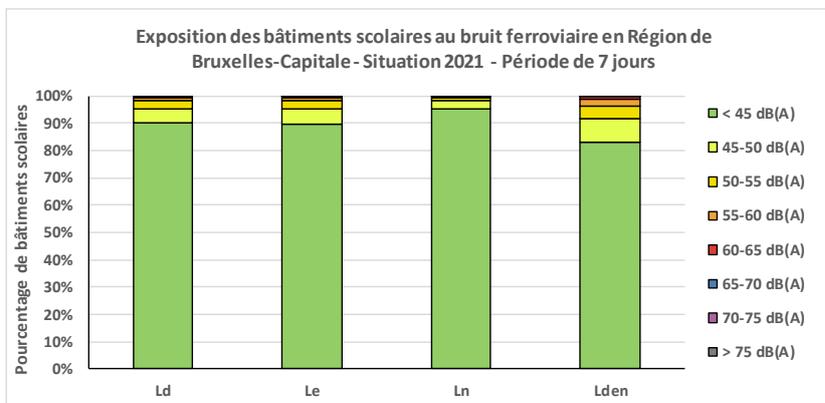


Exposition au bruit ferroviaire des logements ayant une façade calme en Région de Bruxelles-Capitale - Situation 2021 - Période de 7 jours								
Niveaux sonores	Ld		Le		Ln		Lden	
	Nombre bât.	%						
< 45 dB(A)	565	0%	715	0%	987	1%	588	0%
45-50 dB(A)	96	0%	272	0%	317	0%	167	0%
50-55 dB(A)	368	0%	443	0%	586	0%	170	0%
55-60 dB(A)	374	0%	371	0%	560	0%	492	0%
60-65 dB(A)	503	0%	462	0%	220	0%	529	0%
65-70 dB(A)	274	0%	226	0%	6	0%	475	0%
70-75 dB(A)	30	0%	17	0%	0	0%	70	0%
> 75 dB(A)	5	0%	0	0%	0	0%	8	0%
TOT	2215	1%	2506	1%	2676	2%	2499	1%

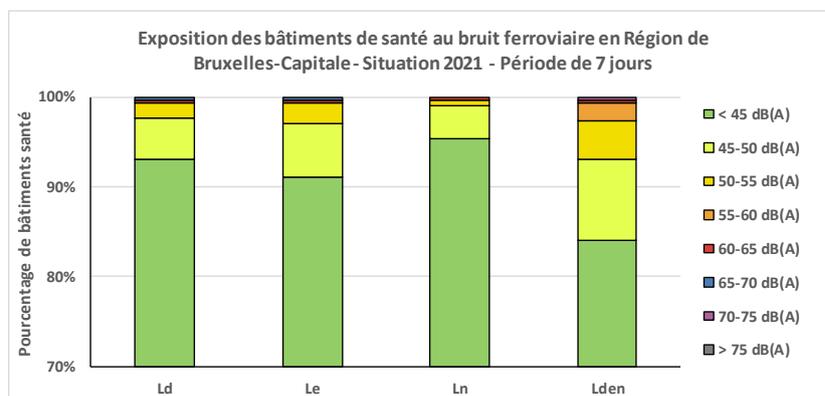


7.2.3. Exposition au bruit ferroviaire des bâtiments scolaires et de santé en 2021

Exposition des bâtiments scolaires au bruit ferroviaire en Région de Bruxelles-Capitale - Situation 2021 - Période de 7 jours								
Niveaux sonores	Ld		Le		Ln		Lden	
	Nombre étab.	%						
< 45 dB(A)	2655	90%	2642	90%	2805	95%	2446	83%
45-50 dB(A)	157	5%	158	5%	92	3%	258	9%
50-55 dB(A)	84	3%	92	3%	36	1%	139	5%
55-60 dB(A)	30	1%	37	1%	9	0%	72	2%
60-65 dB(A)	14	0%	12	0%	6	0%	22	1%
65-70 dB(A)	4	0%	5	0%	1	0%	5	0%
70-75 dB(A)	5	0%	3	0%	0	0%	7	0%
> 75 dB(A)	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
TOT	2949	100%	2949	100%	2949	100%	2949	100%



Exposition des bâtiments de santé au bruit ferroviaire en Région de Bruxelles-Capitale - Situation 2021 - Période de 7 jours								
Niveaux sonores	Ld		Le		Ln		Lden	
	Nombre étab.	%						
< 45 dB(A)	279	93%	273	91%	286	95%	252	84%
45-50 dB(A)	14	5%	18	6%	11	4%	27	9%
50-55 dB(A)	5	2%	7	2%	2	1%	13	4%
55-60 dB(A)	0	0%	0	0%	0	0%	6	2%
60-65 dB(A)	1	0%	1	0%	1	0%	1	0%
65-70 dB(A)	1	0%	1	0%	0	0%	0	0%
70-75 dB(A)	0	0%	0	0%	0	0%	1	0%
> 75 dB(A)	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
TOT	300	100%	300	100%	300	100%	300	100%



7.2.4. Synthèse et bilan de l'exposition au bruit ferroviaire en 2021

Les lignes ferroviaires à Bruxelles ont un impact sonore très localisé. La quasi-totalité des Bruxellois (> 90%) n'est donc pas ou peu soumise au bruit ferroviaire. Par rapport aux valeurs guides de l'OMS pour le bruit ferroviaire, environ 3% de la population sont exposés à des niveaux de bruit L_{den} supérieurs à 55 dB(A) et 4% à des niveaux de bruit L_{night} supérieurs à 45 dB(A). Enfin la catégorie $L_{den} > 70$ dB(A) concerne environ 1000 personnes.

Plus de 40% des bâtiments les plus exposés au bruit ferroviaire ($L_{den} > 65$ dB(A) et $L_n > 60$ dB(A)) présentent par ailleurs une façade calme.

Enfin, le bruit ferroviaire a également un impact non négligeable pour certains établissements scolaires ou de santé mais leur nombre est très limité : on compte seulement 5 bâtiments scolaires exposés à des niveaux de bruit $L_d > 70$ dB(A) et 1 seul bâtiment de santé exposé à un niveau de bruit ferroviaire $L_{den} > 70$ dB(A).

7.3. Exposition au bruit routier en 2021

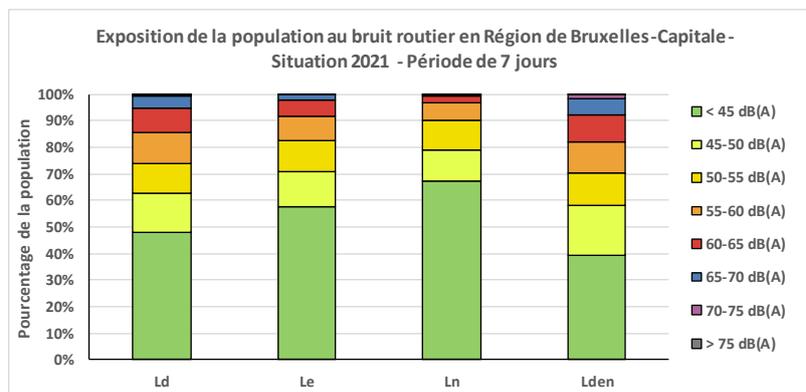
Les analyses des résultats se basent sur les valeurs guides de l'OMS recommandées pour limiter les effets du bruit sur la santé. Pour le bruit routier les valeurs guides fixées sont : un L_{den} de 53 dB(A) et un L_n de 45 dB(A).

En complément, les résultats obtenus pour le bruit routier sont également comparés aux valeurs de seuils d'intervention du plan Quiet.brussels pour le bruit routier soit les valeurs seuils L_{den} de 68 dB(A) et L_n de 60 dB(A).

L'échelle de niveaux sonores étant donné par palier de 5 dB, on tiendra compte des tranches les plus proches de ces valeurs limites.

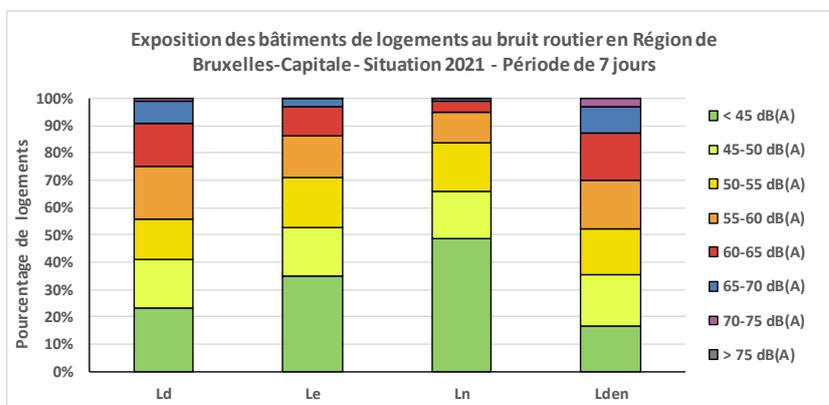
7.3.1. Exposition de la population au bruit routier en 2021

Exposition de la population au bruit routier en Région de Bruxelles-Capitale - Situation 2021- Période de 7 jours								
Niveaux sonores	Ld		Le		Ln		Lden	
	Nombre d'hab	%						
< 45 dB(A)	577900	48%	700500	58%	814500	67%	474500	39%
45-50 dB(A)	181800	15%	155200	13%	143800	12%	230100	19%
50-55 dB(A)	131700	11%	141300	12%	130100	11%	147300	12%
55-60 dB(A)	141900	12%	113500	9%	82100	7%	143200	12%
60-65 dB(A)	113200	9%	75200	6%	32900	3%	120800	10%
65-70 dB(A)	55900	5%	22400	2%	6100	1%	73000	6%
70-75 dB(A)	7200	1%	1600	0%	200	0%	19400	2%
> 75 dB(A)	100	0%	0	0%	0	0%	1400	0%
TOT	1209700	100%	1209700	100%	1209700	100%	1209700	100%

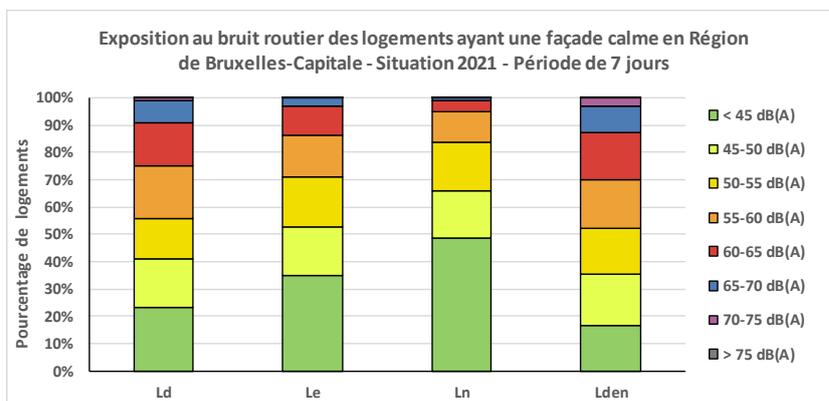


7.3.2. Exposition des bâtiments de logements au bruit routier en 2021

Exposition des Bâtiments de logement au bruit routier en Région de Bruxelles-Capitale - Situation 2021 - Période de 7 jours								
Niveaux sonores	Ld		Le		Ln		Lden	
	Nombre bât.	%						
< 45 dB(A)	38980	23%	58811	35%	81575	48%	28251	17%
45-50 dB(A)	29723	18%	30070	18%	29624	18%	31542	19%
50-55 dB(A)	25614	15%	30478	18%	29670	18%	27929	17%
55-60 dB(A)	31943	19%	26268	16%	19001	11%	30566	18%
60-65 dB(A)	26981	16%	17705	10%	7340	4%	28548	17%
65-70 dB(A)	13555	8%	4926	3%	1380	1%	16952	10%
70-75 dB(A)	1760	1%	373	0%	41	0%	4511	3%
> 75 dB(A)	76	0%	1	0%	1	0%	333	0%
TOT	168632	100%	168632	100%	168632	100%	168632	100%

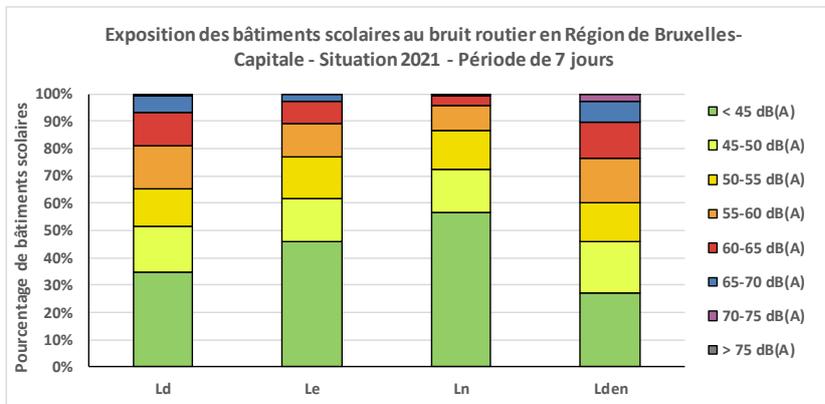


Exposition au bruit routier des logements ayant une façade calme en Région de Bruxelles-Capitale - Situation 2021 - Période de 7 jours								
Niveaux sonores	Ld		Le		Ln		Lden	
	Nombre bât.	%						
< 45 dB(A)	2	0%	3	0%	42	0%	2	0%
45-50 dB(A)	1	0%	39	0%	869	1%	1	0%
50-55 dB(A)	139	0%	1359	1%	7178	4%	45	0%
55-60 dB(A)	3907	2%	8134	5%	9769	6%	1907	1%
60-65 dB(A)	13566	8%	10892	6%	4923	3%	9972	6%
65-70 dB(A)	9317	6%	3488	2%	882	1%	10402	6%
70-75 dB(A)	1250	1%	222	0%	17	0%	3185	2%
> 75 dB(A)	67	0%	0	0%	0	0%	179	0%
TOT	28249	17%	24137	14%	23680	14%	25693	15%

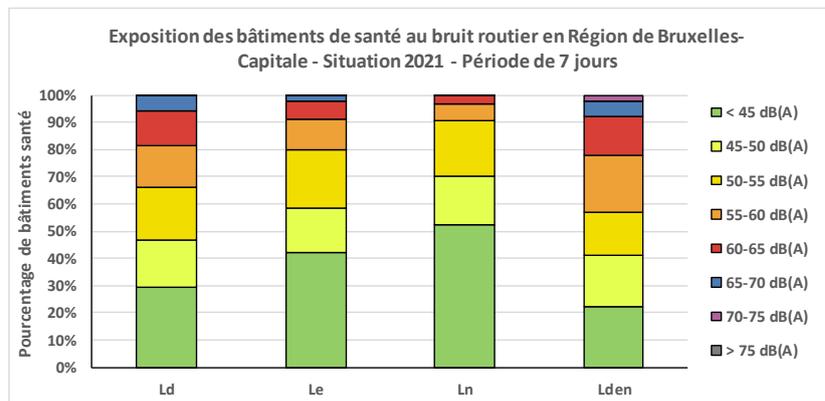


7.3.3. Exposition au bruit routier des bâtiments scolaires et de santé en 2021

Niveaux sonores	Exposition des bâtiments scolaires au bruit routier en Région de Bruxelles-Capitale - Situation 2021 - Période de 7 jours							
	Ld		Le		Ln		Lden	
	Nombre étab.	%	Nombre étab.	%	Nombre étab.	%	Nombre étab.	%
< 45 dB(A)	1022	35%	1350	46%	1669	57%	798	27%
45-50 dB(A)	496	17%	471	16%	459	16%	552	19%
50-55 dB(A)	406	14%	447	15%	423	14%	429	15%
55-60 dB(A)	470	16%	361	12%	267	9%	471	16%
60-65 dB(A)	356	12%	233	8%	109	4%	396	13%
65-70 dB(A)	173	6%	74	3%	21	1%	225	8%
70-75 dB(A)	26	1%	13	0%	1	0%	68	2%
> 75 dB(A)	0	0%	0	0%	0	0%	10	0%
TOT	2949	100%	2949	100%	2949	100%	2949	100%



Niveaux sonores	Exposition des bâtiments de santé au bruit routier en Région de Bruxelles-Capitale - Situation 2021 - Période de 7 jours							
	Ld		Le		Ln		Lden	
	Nombre étab.	%	Nombre étab.	%	Nombre étab.	%	Nombre étab.	%
< 45 dB(A)	88	29%	126	42%	157	52%	67	22%
45-50 dB(A)	52	17%	49	16%	53	18%	57	19%
50-55 dB(A)	59	20%	64	21%	62	21%	47	16%
55-60 dB(A)	46	15%	35	12%	18	6%	63	21%
60-65 dB(A)	38	13%	19	6%	9	3%	43	14%
65-70 dB(A)	16	5%	6	2%	1	0%	17	6%
70-75 dB(A)	1	0%	1	0%	0	0%	6	2%
> 75 dB(A)	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
TOT	300	100%	300	100%	300	100%	300	100%



7.3.4. Synthèse et bilan de l'exposition au bruit routier en 2021

Contrairement au trafic ferroviaire, le trafic routier est omniprésent en Région de Bruxelles-Capitale et concerne une grande partie de la population. Par rapport aux valeurs guides recommandées par l'OMS, cela représente environ 30% de la population exposé à des niveaux de bruit L_{den} supérieurs à 55 dB(A) et 34% à des niveaux de bruit L_{night} supérieurs à 45 dB(A). Enfin la catégorie $L_{den} > 70$ dB(A) qui représente la population pour laquelle le risque de gêne sonore est le plus important (valeur seuil du plan bruit), concerne environ 20 800 personnes dont environ 1 400 personnes exposées à des $L_{den} > 75$ dB(A).

Par contre près de 2 tiers des bâtiments les plus exposés au bruit routier ($L_{den} > 70$ dB(A) et $L_n > 65$ dB(A)) présentent par ailleurs une façade calme.

Le bruit routier a aussi un impact non négligeable pour certains établissements scolaires avec environ 7% des bâtiments scolaires soumis à des niveaux de bruit importants en journée ($L_d > 65$ dB(A)). On compte seulement 6 bâtiments de santé exposés à des niveaux de bruit routier $L_{den} > 70$ dB(A).

7.4. Evolution de l'exposition de la population au bruit des transports entre 2016 et 2021

L'étude a montré qu'il y a beaucoup de différences notables entre les cadastres du bruit des transports routier et ferroviaire réalisés en 2016 et ceux de 2021 :

- Les méthodes de calcul sont complètement différentes (SRMII et NMPB en 2016 vs CNOSSOS en 2021)
- L'année 2021 est une année très particulière d'un point de vue de la mobilité en raison de la crise sanitaire.

Mais au-delà de ces différences méthodologiques au niveau du calcul de propagation du bruit des transports, la manière de calculer l'exposition au bruit de la population a aussi été complètement modifiée (répartition de la population sur les façades en 2021). Les chiffres de 2021 (méthode CNOSSOS) sont donc beaucoup plus faibles et non comparables avec ceux de 2016.

L'évolution de l'exposition au bruit de la population entre 2016 a néanmoins été étudiée en utilisant la même méthode d'évaluation qu'en 2016. Les résultats ne sont pas repris dans le présent RNT mais ils sont présentés à titre indicatif dans le rapport final.

7.5. Impact sur la santé

Suite aux études scientifiques les plus récentes par rapport aux relations dose-effet du bruit sur la santé et notamment les lignes directrices de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) sur le bruit dans l'environnement dans la région européenne (WHO 2018), l'annexe III qui concerne la méthode d'évaluation des effets nuisibles du bruit sur la santé de la directive 2002/49/CE a été modifiée par la directive 2020/367 du 4 mars 2020. L'annexe III de l'ordonnance du 17 juillet 1997 relative à la lutte contre le bruit en milieu urbain a également été modifiée en ce sens (AGRBC du 21 janvier 2021 modifiant l'ordonnance précitée).

Cette annexe fixe des formules statistiques permettant d'évaluer les effets nuisibles du bruit sur la santé pour les différents types de transport.

Dans le cadre de la présente étude et en vue d'établir un plan d'action, les effets nuisibles sur la santé pour les infrastructures de transports routières et ferroviaires ont été évalués sur base des données d'exposition de la population réalisées en Région de Bruxelles Capitale (RBC)

L'annexe III de la directive permet d'évaluer les effets sur la santé suivants :

- Le risque de forte gêne repris par l'indice « HA » (High Annoyance) – exprimé en pourcentage de la population fortement dérangée par le bruit,
- Le risque de fortes perturbations du sommeil repris par l'indice « HSD » (High Sleep Disturbance) – exprimé en pourcentage de la population fortement dérangée dans son sommeil
- Le risque de cardiopathie ischémique repris par l'indice « CPI » - il s'agit de problèmes cardiaques causés par un rétrécissement des artères coronaires entraînant une réduction de la circulation sanguine et donc de l'apport en oxygène des muscles cardiaques. Ceci peut entraîner des maladies et/ou une mortalité précoce.

Les tableaux fournis dans les chapitres ci-après présentent les résultats obtenus par source de bruit en termes de :

- Nombre de personnes présentant un fort risque de gêne sonore (HA)
- Nombre de personnes présentant un risque de perturbation du sommeil (HSD)

Enfin, pour le bruit routier uniquement, le nombre de personnes présentant un risque de cardiopathie ischémique (CPI) a également été calculé.

7.5.1. Evaluation des effets du bruit ferroviaire sur la santé en RBC

Tableau 4: nbre de personnes avec un risque de forte gêne (HA) causé par le bruit ferroviaire en RBC

Nombre de personnes présentant un risque de forte gêne (HA) causé par le bruit ferroviaire en RBC - situation 2021 - niveaux Lden				
Niveaux sonores	Nombre cas Lden	%HA	pop HA	DALY : DW 0,02
50-55 dB(A)	34095	8,8%	3002	60
55-60 dB(A)	21479	14,2%	3051	61
60-65 dB(A)	10359	21,0%	2178	44
65-70 dB(A)	4365	29,3%	1278	26
70-75 dB(A)	964	38,9%	376	8
> 75 dB(A)	25	50,0%	12	0
Tot			9896	198

Tableau 5: nbre de personnes avec un risque perturbation du sommeil (HSD) causé par le bruit ferroviaire en RBC

Nombre de personnes présentant un risque de perturbation du sommeil (HSD) causé par le bruit ferroviaire en RBC - situation 2021 - niveaux Lnight				
Niveaux sonores	Nombre cas Lnight	%HSD	pop HSD	DALY : DW 0,07
50-55 dB(A)	14147	8,1%	1144	80
55-60 dB(A)	6421	13,7%	877	61
60-65 dB(A)	1820	21,2%	386	27
65-70 dB(A)	42	30,7%	13	1
70-75 dB(A)	0	42,1%	0	0
> 75 dB(A)	0	55,5%	0	0
Tot			2420	169

7.5.2. Evaluation des effets du bruit routier sur la santé en RBC

Tableau 6: nbre de personnes avec un risque de forte gêne (HA) causé par le bruit routier en RBC

Nombre de personnes présentant un risque de forte gêne (HA) causé par le bruit routier en RBC - situation 2021 - niveaux Lden				
Niveaux sonores	Nombre cas Lden	%HA	pop HA	DALY : DW 0,02
50-55 dB(A)	147317	9,6%	14128	283
55-60 dB(A)	143206	12,8%	18358	367
60-65 dB(A)	120815	17,8%	21455	429
65-70 dB(A)	73002	24,4%	17818	356
70-75 dB(A)	19445	32,8%	6371	127
> 75 dB(A)	1410	42,8%	604	12
Tot			78734	1575

Tableau 7: nbre de personnes avec un risque perturbation du sommeil (HSD) causé par le bruit routier en RBC

Nombre de personnes présentant un risque de perturbation du sommeil (HSD) causé par le bruit routier en RBC - situation 2021 - niveaux Lnight				
Niveaux sonores	Nombre cas Lnight	%HSD	pop HSD	DALY : DW 0,07
50-55 dB(A)	130060	5,1%	6693	468
55-60 dB(A)	82104	7,4%	6082	426
60-65 dB(A)	32913	10,3%	3390	237
65-70 dB(A)	6094	13,8%	842	59
70-75 dB(A)	207	18,0%	37	3
> 75 dB(A)	0	22,8%	0	0
Tot			17045	1193

Tableau 8: nbre de personnes présentant un risque de cardiopathie ischémique (CPI) causé par le bruit routier en RBC

Nombre de personnes présentant un risque de cardiopathie ischémique (CPI) causé par le bruit routier en RBC - situation 2021 - niveaux Lden						
Niveaux sonores	Nombre cas Lden	Nombre cas CPI (1.3% BE)	RR%	pj%	PAF%	N
50-55 dB(A)	147317	1915	100,0%	29,2%	0,00%	0
55-60 dB(A)	143206	1862	103,9%	28,3%	1,11%	69
60-65 dB(A)	120815	1571	108,0%	23,9%	1,91%	119
65-70 dB(A)	73002	949	112,2%	14,5%	1,77%	110
70-75 dB(A)	19445	253	116,6%	3,8%	0,64%	40
> 75 dB(A)	1410	18	121,2%	0,3%	0,06%	4
Tot	505194	6568			5,21%	342

8. COMPARAISON DES METHODES DE CALCULS

Dans le but d'évaluer l'impact de la nouvelle méthode CNOSSOS par rapport aux méthodes utilisées en 2016 (SRMII pour le bruit ferroviaire et NMPB pour le bruit routier), des calculs complémentaires ont été réalisés dans le cadre de la mission, notamment l'établissement des cartes de bruit ferroviaire et routier pour l'année 2021 avec les anciennes méthodes de calculs et les cartes différentielles 2021/2016 avec les mêmes méthodes de calculs.

Du fait que celles-ci ont uniquement été réalisées dans un but scientifique, il n'a pas été jugé pertinent de présenter ces cartes dans le présent RNT. Les principaux enseignements de cette comparaison sont les suivants :

- Pour le bruit ferroviaire deux effets notables sont constatés :
 - 1) Près de la source, la méthode CNOSSOS donne des niveaux sonores légèrement plus élevés mais qui restent proches de ceux obtenus avec la méthode SRMII (variations inférieures à + 3 dB(A))
 - 2) Loin de la source, la méthode CNOSSOS engendre des niveaux de bruit beaucoup plus importants que la méthode SRMII (avec les paramètres de matériel et infrastructure ferroviaire néerlandais), c'est la raison pour laquelle il y a de plus grandes variations lorsqu'on s'éloigne des voies. Cela se traduit aussi par une surface impactée par le bruit ferroviaire plus grande sur les cartes calculées avec la méthode CNOSSOS par rapport à la méthode SRMII.
- Pour le bruit routier les mêmes effets sont constatés : la méthode CNOSSOS donnent des résultats proches de ceux de la méthode NMPB à proximité des routes mais donnent des résultats plus élevés à plus grande distance ainsi que dans les zones très urbanisées (+2 à +5 dB(A)).

Nous invitons le lecteur à prendre connaissance du rapport global pour plus de précisions au sujet de cette étude comparative relative aux méthodes de calculs.

9. BIBLIOGRAPHIE

- Convention du 22 août 2022 établie entre la Région de Bruxelles Capitale et Infrabel relative aux bruit et vibrations du chemin de fer
- Ordonnance du ministère de la Région de Bruxelles Capitale du 17 JUILLET 1997. Ordonnance relative à la lutte contre le bruit en milieu urbain
- Plans Quiet.brussels du 28/02/2019 :Plan de Prévention et de Lutte contre le Bruit et les Vibrations en Milieu urbain
- Cadastres du bruit des transports réalisé en 2018 (données 2016) pour la Région de Bruxelles Capitale– cartes et rapports établis pour les LOT1, LOT2 et LOT 3 (Tractebel et groupement ASM/Strateg) – travail réalisé à la demande de Bruxelles Environnement
- DIRECTIVE 2002/49/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement
- DIRECTIVE (UE) 2015/996 DE LA COMMISSION du 19 mai 2015 établissant des méthodes communes d'évaluation du bruit conformément à la directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil
- DIRECTIVE (UE) 2010/75/UE du 24 novembre 2010, dite Directive IED, relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution). Elle remplace la Directive IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) adoptée en 1996.
- DIRECTIVE (UE) 2020/367 DE LA COMMISSION du 4 mars 2020 modifiant l'annexe III de la directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne l'établissement de méthodes d'évaluation des effets nuisibles du bruit dans l'environnement
- Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU) To be used by the EU Member States for strategic noise mapping following adoption as specified in the Environmental Noise Directive 2002/49/EC
- DIRECTIVE 2007/2/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 14 mars 2007 établissant une infrastructure d'information géographique dans la Communauté européenne (INSPIRE)
- Guide de bonnes pratiques de la cartographie du bruit stratégique et la production de données associées sur l'exposition au bruit - Version 2 - 13 janvier 2006 -établi par le Groupe de travail de la Commission européenne sur l'évaluation de l'exposition au bruit (WG-AEN)
- Environmental Noise Guidelines for the European Region (OMS 2019)
- Night Noise Guidelines For Europe (OMS 2009)
- NMPB 2008 : Bruit des infrastructures routières - Méthode de calcul incluant les effets météorologiques - méthode Française anciennement recommandée par la directive 2002/49/CE
- Guide du Bruit des Transports Terrestres - PREVISION DES NIVEAUX SONORES – 1980 – ministère des Transports et ministère de l'environnement et du cadre de vie (France) – Méthode de calcul pour évaluer le bruit généré par les infrastructures de transports terrestres (Routes et ferroviaire)
- Notes établies par Infrabel - Calcul du bruit ferroviaire avec la méthode CNOSSOS - Émissions du matériel roulant et de l'infrastructure en Belgique
- Élaboration de modèles d'émission sonore représentatifs de nouvelles catégories de sources routières - Séminaire de transfert COP du 7 juin 2021 – université Gustave Eiffel / CEREMA