

INDICATEUR : **L_{den} LIÉ AU TRAFIC ROUTIER**

THEME : BRUIT

1 INTERET ET ELEMENTS D'INTERPRETATION DE L'INDICATEUR

Question posée par l'indicateur :

Quelle est la répartition spatiale des niveaux sonores globaux (L_{den}) liés au trafic routier ?

Contextualisation de l'indicateur :

- Problématique environnementale sous-tendue par l'indicateur : gestion de la gêne acoustique liée au trafic routier et identification des zones problématiques.
- Choix de l'indicateur : Le choix de l'indicateur est intimement lié à une harmonisation réalisée à l'échelle de l'Union Européenne, afin de faciliter les échanges et les comparaisons.
- Contexte bruxellois : Cette problématique est abordée dans le cadre de la planification en RBC, cf. en particulier le plan QUIET.BRUSSELS (troisième plan bruit élaboré, adopté en 2019). L'indicateur L_{den} lié au trafic routier a été calculé pour la 1^{ère} fois en 2000, puis pour les années de référence 2006 (à l'occasion de la parution de « l'atlas bruit » des transports terrestres), 2016 et dernièrement 2021.

Mais la plus grande prudence s'impose dans la comparaison entre ces résultats compte tenu des différences importantes au niveau des méthodologies et outils employés : méthode de modélisation (CNOSSOS en 2021, NMPB - Nouvelle Méthode de Prévision du Bruit - en 2016 et avant), classification acoustique des véhicules (5 catégories de véhicules dans CNOSSOS vs 2 catégories dans NMPB), structure différente du modèle de données sources Musti pour les voiries et le trafic.

Objectifs quantitatifs à atteindre et, le cas échéant, statut :

- Organisation Mondiale de la Santé : Les valeurs guides (correspondant à un objectif de qualité de l'environnement sonore vers lequel la Région doit tendre pour obtenir une situation acoustique satisfaisante), non contraignantes, ont été révisées en 2018. Pour le bruit routier, elles sont définies pour l'extérieur des bâtiments, en façade :
 - sur 24h, un L_{den} de 53 dB(A) correspond au seuil à partir duquel des effets néfastes sur la santé sont attendus.
 - la nuit, un L_n au-delà de 45 dB(A) est susceptible de perturber le sommeil.
- Au niveau de la RBC : Application du seuil d'intervention en matière de bruit global, i.e. toutes sources de bruit confondues (correspondant au seuil à partir duquel la situation acoustique des populations résidentielles est considérée comme tout à fait intolérable et nécessite une intervention des pouvoirs publics en vue de limiter le dépassement et sa portée – non contraignant) : L_{den} extérieur de 68 dB(A) et L_n de 60 dB(A). Ces niveaux de bruit globaux sont d'application pour le bruit routier qui est généralement prépondérant et qui présente un caractère relativement stable et continu, typique d'un bruit de fond.
- Au niveau européen : La directive européenne 2002/49/EC relative à l'évaluation du bruit dans l'environnement détermine des seuils de rapportage : 55 dB(A) pour le L_{den} et 50 dB(A) pour le L_n . Mais ces seuils ne sont pas des objectifs quantitatifs à atteindre.

Autres commentaires :

- L'évaluation des nuisances acoustiques liées au trafic routier correspond à une modélisation qui respecte les prescriptions de la directive européenne 2002/49/EC relative à l'évaluation du bruit dans l'environnement.
- La mise en œuvre de cette directive repose en effet sur la détermination cartographique de l'exposition au bruit établie selon des méthodes communes et, prioritairement, pour les grandes



agglomérations, les grands axes routiers et ferroviaires ainsi que les grands aéroports. Les cartes de bruit stratégiques doivent se baser sur l'utilisation d'indicateurs de bruit harmonisés : L_{den} (day-evening-night equivalent level), pour évaluer la gêne ressentie, et L_n (night equivalent level), pour évaluer les perturbations sur le sommeil. A cette fin, des recommandations sont faites quant aux méthodes de modélisation (Annexe II de la Directive 2002/49/CE, révisée par la Directive 2015/996).

2 FONDEMENTS METHODOLOGIQUES

Définition :

L'indicateur L_{den} (day - evening - night, soit jour - soir - nuit) correspond au niveau de bruit pondéré sur une période de 24h, évalué à partir des niveaux de bruit équivalents L_d (day, 7h-19h), L_e (evening, 19h-23h) et L_n (night, 23h-7h) calculés indépendamment. Les niveaux de soirée (L_e) et de nuit (L_n) sont majorés respectivement de 5 et 10 dB(A) car ressentis comme plus gênants par les personnes exposées, comme défini dans la formule suivante :

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} \left[12 * 10^{\frac{L_d}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_e + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_n + 10}{10}} \right]$$

L'indicateur est calculé sur une année civile pour différentes périodes de référence : « année globale », « jours de semaine » et « week-end ».

Unité :

dB(A)

Mode de calcul et données utilisées :

- La « modélisation acoustique » correspond à un ensemble de calculs informatiques produisant, au départ de données numériques, une estimation des niveaux de bruit perçus en tout point du modèle (mesuré à l'immission, c'est-à-dire à la réception). Les résultats obtenus sont représentés de façon cartographique (« cadastre ou carte stratégique du bruit routier »).
- Modélisation réalisée à l'aide du logiciel CadnaA XL (version 2022), selon la méthode CNOSSOS (version 2015), recommandée par la directive 2002/49/EC pour tous les Etats membres.**
- Cette modélisation a été effectuée sur base d'un maillage de 10 m sur 10 m, à une hauteur de 4 m au-dessus du sol et une distance de 2 m des façades. A cette fin, le niveau de bruit au centre de chaque maille a été calculé et attribué à l'ensemble de la maille.
- La zone modélisée correspond à la Région bruxelloise, élargie de 1 à 3 km pour tenir compte de l'impact acoustique de sources sonores situées en dehors de la limite régionale.
- Un échantillonnage de mesures acoustiques longue durée (5 jours sur 5 sites) et courtes durées (30 mn sur 3 à 4 sites) réalisées spécifiquement dans le cadre du cadastre du bruit routier a permis de caler et/ou de valider le modèle. Il s'agit des mêmes points de mesures que ceux échantillonnés en 2016 lors du cadastre précédent ou de mesures réalisées dans des conditions similaires (même route et même distante par rapport à la voie).
- La cartographie a été réalisée sur QGIS (3.10). Les valeurs de l'indicateur sont représentées **selon des pas de 5 dB(A)** (conformément à la directive), les classes extrêmes correspondant à des niveaux sonores inférieurs à 45 dB(A) pour la limite basse et supérieurs à 75 dB(A) pour la limite haute. L'échelle de couleur utilisée a été adoptée par Bruxelles Environnement.
- Une source d'imprécisions, de type systématique, existe dans ce type de modélisation, imprécisions qui seraient dues à la banque de données d'émissions acoustiques liées aux véhicules ainsi qu'au calcul de propagation acoustique. Globalement, elles pourraient atteindre ± 3 dB(A).

Source des données utilisées :

- Géométrie des bâtiments (implantation et hauteur) et tronçons de voiries (localisation, ...) : base de données UrbIS (2021) produite par Paradigm (Centre d'informatique pour la Région bruxelloise). Afin d'alléger le modèle et diminuer les temps de calcul, les bâtiments de petite taille ont été exclus du modèle (hauteur inférieure ou égale à 4 mètres, surface inférieure à 15 m² et ne se jouxtant pas).
- Topographie (2021) : courbes de niveaux espacées de 2m de la Région bruxelloise & MNT et MNS de la Région flamande



- Localisation des espaces verts et des zones d'eau (2021) : Bruxelles Environnement
- Géométrie et localisation des tunnels et ponts : UrbIS, Bruxelles Environnement (2021), Openstreetmap (2022). Un post-traitement a été effectué sur base du MNT et MNS pour attribuer, lorsque les données topographiques le permettaient, une hauteur aux routes passant sur des ponts ou des viaducs.
- Localisation et géométrie des murs anti-bruit ou barrières acoustiques existants (2016) : Bruxelles Environnement.
- Caractéristiques des voiries (2021) : largeurs, sens de la circulation, pentes, vitesses maximales autorisées (modèle MuSti de Bruxelles Mobilité),
- Revêtements des voiries (2021) : UrbIS, Bruxelles Environnement, données mises à jour par Stratec sur base de GoogleStreetView
- Les véhicules sont classés suivant 4 catégories : véhicules (1) légers, (2) de moyen tonnage, (3) lourds, (4) deux-roues motorisés. CNOSSOS comporte une autre catégorie – « catégorie ouverte », qui n'a pas été utilisée.
- Les voiries modélisées se limitent à celles reprises dans le modèle multimodal stratégique des déplacements (Musti 2021) de Bruxelles Mobilité, à savoir celles caractérisées par un trafic jugé relativement important : l'ensemble des autoroutes, voies métropolitaines, artères principales, une grande partie des voiries inter quartiers et certaines voiries locales. Dans le logiciel de modélisation, des modifications ont pu être apportées à la hauteur ou à la longueur des voiries, mais aucune à leur emprise.
- **Les données de trafic utilisées pour la modélisation acoustique sont issues du modèle Musti de Bruxelles Mobilité, basé sur les données de comptage de 2018 et extrapolé à la situation de 2021** (Musti 2021), correspondant à une mise en application partielle du plan Good Move (limitation à 30 km/h sur la majorité des voiries). Pour chaque tronçon modélisé, par heure et par sens de circulation, le modèle Musti fournit : les volumes moyens de trafic des véhicules légers (catégories 1+4) et de tonnage moyen à lourd (catégories 2+3), les vitesses moyennes des voitures, la part de poids lourds (catégorie 3) et de motos (catégorie 4). Les flux de trafic pour les périodes (day, evening, night) des indicateurs acoustiques ont été déduits de ces débits horaires.
 Sur les voiries secondaires, des corrections significatives (le trafic a été lissé) ont été apportées : le trafic modélisé dans Musti 2021 y était parfois très faible par rapport à celui dans Musti 2018 (alors qu'ils se basent sur les mêmes données de comptage) ou aux comptages effectués par ASM Acoustics. Le modèle Musti 2021 sous-estimerait donc le trafic réel sur les voiries secondaires, en surestimant le report de trafic lié à la Ville 30 des voiries locales vers les principales.
 Des corrections ont également été apportées à des voiries secondaires pour lesquelles des variations très importantes de flux étaient constatées entre tronçons, sans raison apparente.
- Mesures acoustiques en continu de 6 stations fixes du réseau de mesure de bruit en RBC (dont 4 stations sont directement influencées par le bruit routier en 2021) : Bruxelles Environnement
- Mesures acoustiques, relevés météo ponctuels réalisés sur le terrain au niveau de 8 à 9 sites tests en 2022 : ASM Acoustics
- Coefficient d'absorption du sol : coefficient compris entre 0 pour les sols parfaitement réfléchissants (surfaces d'eau, sols nus et routes) et 1 pour les sols parfaitement absorbants (espaces verts de plus de 5 ha). Un coefficient de 1 a également été attribué au réseau ferroviaire, par cohérence avec les Régions flamande et wallonne, bien que le modèle CNOSSOS recommandait 0,3. Un coefficient par défaut de 0 a été considéré pour tous les autres sols.
- Coefficient d'absorption de la façade : coefficient forfaitaire de type mur lisse (0,21)
- Statistiques météorologiques de 2011 à 2021, utilisées pour les conditions de propagation du bruit dans le modèle : IRM (Institut Royal Météorologique)

Périodicité conseillée de mise à jour de l'indicateur :

Une périodicité de mise à jour de 5 ans est prévue, le cas échéant, par la directive européenne 2002/49/EC.

3 COMMENTAIRES RELATIFS À LA METHODOLOGIE OU À L'INTERPRETATION DE L'INDICATEUR

Limitation / précaution d'utilisation de l'indicateur :

- L'indicateur L_{den} correspond à un indicateur « global » annuel, qui exprime une notion d'exposition « moyenne » et pondérée sur 24h. Il rend particulièrement compte d'une gêne compte tenu de sa



pondération selon la période horaire de la « journée ». En revanche, le bruit lié à chaque passage de véhicule est plus élevé que celui calculé selon cet indicateur.

- La modélisation réalisée constitue un référentiel pour les autorités, dont l'échelle et le niveau de précision ne permettent qu'une lecture globale (régionale), représentative d'une situation annuelle (2021 dans ce cas-ci).
- Comme précisé plus haut, seules les voiries caractérisées par un trafic jugé relativement important ont été modélisées : l'ensemble des autoroutes, voies métropolitaines, artères principales, une grande partie des voiries inter quartiers et certaines voiries locales. Le trafic sur les autres voiries, plus local et moins dense, a en effet un impact sonore moins important à l'échelle régionale. Il serait néanmoins faux de considérer, d'un point de vue local, qu'il n'y a pas de bruit sur ces voiries.
- Les données sur les revêtements routiers sont considérées comme incomplètes ou incertaines : des données standard ou par défaut ont été appliquées.
- Les données sur les murs anti-bruit routiers sont jugées incomplètes.
- Certaines voiries secondaires ont un flux de trafic modélisé plus bas que la réalité : il s'agit des routes dont le flux est sous-estimé sur l'ensemble du linéaire, qui n'ont pas pu rentrer en ligne de compte lors de la correction du modèle.
- La comparaison dans le temps et dans l'espace implique une vérification préalable de la cohérence des méthodes utilisées et des hypothèses de travail.
- **En particulier, la méthodologie CNOSSOS diffère de la précédente méthode NMPB à trois niveaux :**
 - **D'une part, pour identifier et caractériser les sources sonores** : chaque véhicule est représenté par un seul point d'émission sonore, dont la localisation diffère suivant la méthode ; la classification des véhicules est plus détaillée, avec une différenciation entre les poids lourds et l'apparition d'une catégorie spécifique aux deux-roues (4 catégories de véhicules vs 2 catégories auparavant).
 - **D'autre part, pour prendre en compte les revêtements routiers.**
 - **Enfin, par rapport aux formules et calculs de la propagation du son** : l'influence des conditions météorologiques est plus importante qu'avec d'autres méthodes.
- **Une principale limite de la méthode CNOSSOS a été mise en évidence : CNOSSOS n'est pas représentatif de la propagation acoustique réelle en cas de vent fort, allant du récepteur vers la source sonore** : le niveau sonore à grande distance de la source est alors surestimé.
Une comparaison des résultats des modélisations a montré qu'en s'éloignant des axes routiers, la méthode CNOSSOS donnait des niveaux sonores de 2 à 5 dB(A) plus élevés que la méthode NMPB dans les zones très urbanisées. A l'inverse, elle donnait des niveaux de 2 à 5 dB(A) moins élevés dans les zones plus dégagées (ex : Nord et Sud-Est de la Région).
- Seul le bruit en surface a été modélisé. Les cadastres de bruit excluent le bruit souterrain et les vibrations.
- Bien que les résultats soient représentés uniquement sur le territoire bruxellois, la modélisation a été réalisée sur un territoire plus large, permettant ainsi de s'affranchir d'effets de bord au niveau de la frontière flamande.

Difficultés méthodologiques rencontrées :

Disponibilité et précision des données introduites dans le modèle

4 LIENS AVEC D'AUTRES INDICATEURS OU DONNEES (RAPPORTS SUR L'ETAT DE L'ENVIRONNEMENT BRUXELLOIS)

- Indicateurs L_{den} calculés pour les autres sources de bruit (ferroviaire, aérien) et pour l'ensemble des sources de bruit liés aux transports (multi-exposition)
- Exposition de la population aux différentes sources de bruit (routier, aérien, ferroviaire)

5 PRINCIPALES INSTITUTIONS IMPLIQUEES DANS LE DEVELOPPEMENT D'INDICATEURS SIMILAIRES (EUROPE, BELGIQUE, AUTRE SI PERTINENT)

- Au vu de la directive européenne, nombreuses en Europe.
- En Belgique : Département Omgeving van de Vlaamse overheid (Flandre) et Service Public de Wallonie - SPW (Wallonie)



6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES (METHODOLOGIE, INTERPRETATION)

- BRUXELLES ENVIRONNEMENT, février 2024. Fiche documentée Bruit n°« 8. Cadastre du bruit du trafic routier en Région de Bruxelles-Capitale ». 10 pp. Disponible sur : https://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Bru_8
- BRUXELLES ENVIRONNEMENT, avril 2018. Fiche documentée Bruit n°« 37. Les valeurs acoustiques et vibratoires utilisées en Région de Bruxelles-Capitale ». 14 pp. Disponible sur : https://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Bru_37
- BRUXELLES ENVIRONNEMENT, juillet 2018. Fiche documentée Bruit n°« 41. Cadre légal en matière de bruit ». 10 pp. Disponible sur : https://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Bru_41
- BRUXELLES ENVIRONNEMENT, avril 2024. Fiche documentée Bruit n°« 49. Objectifs et méthodologie des cadastres de bruit en Région de Bruxelles-Capitale ». 19 pp. Disponible sur : https://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Bru_49
- ASM ACOUSTICS, TRACTEBEL & STRATEC, 2023. « Cadastre et cartographie stratégique 2021 du bruit des transports pour la Région de Bruxelles-Capitale ». Etude réalisée pour le compte de Bruxelles Environnement. 167 pp (+63 pp d'annexes). Diffusion restreinte
- ASM ACOUSTICS & STRATEC, 2018. « Rapport sur la cartographie du bruit du trafic routier en Région de Bruxelles-Capitale – Année 2016 ». Etude réalisée pour le compte de Bruxelles Environnement. 165 pp. Diffusion restreinte
- 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. JO L 168 du 1.7.2015. 823 pp. p.1-823. Disponible sur : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015L0996>
- 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. JO L 189 du 18.07.2002. 14 pp. p.12-25. Disponible sur : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0049>
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE (OMS) – Bureau régional de l'Europe, 2018. « Lignes directrices relatives au bruit dans l'environnement dans la Région européenne – Résumé d'orientation ». 8 pp. Disponible sur : <https://www.who.int/europe/fr/publications/i/item/WHO-EURO-2018-3287-43046-60243>
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) – Regional Office for Europe, 2018. « Environmental Noise Guidelines for the European Region ». 181 pp. Disponible sur : <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289053563>

7 COUVERTURE SPATIO-TEMPORELLE

Série temporelle disponible :

2006, 2016, 2021

Couverture spatiale des données :

L'ensemble de la Région de Bruxelles-Capitale, par maille de 10 m x 10 m

Remarque : Des cadastres à l'échelle communale pour 2021 seront également produits et transmis aux administrations concernées.

Date de dernière mise à jour de l'indicateur :

Mars 2024

Date de dernière mise à jour de cette fiche méthodologique :

Février 2024

