

INDICATEUR : EXPOSITION DE LA POPULATION AU BRUIT DES TRANSPORTS

THEME : BRUIT

1 INTERET ET ELEMENTS D'INTERPRETATION DE L'INDICATEUR

Question posée par l'indicateur :

Quel est le pourcentage d'habitants potentiellement exposés aux niveaux sonores (L_{den} et L_n) liés aux transports (routier, aérien, ferroviaire) ?

Contextualisation de l'indicateur :

- Problématique environnementale sous-tendue par l'indicateur : gestion de la gêne acoustique liée aux nuisances sonores générées par les transports (routier, aérien, ferroviaire), à l'extérieur des habitations, 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 bruit QUIET.BRUSSELS (troisième plan bruit élaboré, approuvé en 2019).

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

Minimiser le nombre de personnes exposées à des niveaux sonores pour lesquels des effets sur la santé existent potentiellement. Les niveaux sonores à ne pas dépasser correspondent notamment aux seuils suivants :

- Organisation Mondiale de la Santé : **Valeurs guides** (correspondant à un objectif de qualité de l'environnement sonore vers lequel on doit tendre pour obtenir une situation acoustique satisfaisante – non contraignant), **qui étaient d'application en 2016**, exprimées en niveau d'énergie équivalent (L_{Aeq}) et non en L_{den} :
 - en journée et en soirée, à l'extérieur des habitations, un L_{Aeq} de 55 dB(A) correspond au seuil à partir duquel une « forte gêne » est ressentie à l'intérieur des habitations, et 50 dB(A) au seuil à partir duquel cette gêne est « modérée ».
 - la nuit, à l'extérieur des habitations, un L_{Aeq} de 40 dB(A) perturbe le sommeil et à 45 dB(A), les perturbations sur le sommeil sont jugées modérées à fortes.A noter qu'en 2018, l'OMS (Bureau régional pour l'Europe) a publié de **nouvelles lignes directrices** qui recommandent de ne pas dépasser :
 - 53 dB(A) en L_{den} ni 45 dB(A) en L_n pour le bruit routier,
 - 54 dB(A) en L_{den} ni 44 dB(A) en L_n pour le bruit ferroviaire,
 - 45 dB(A) en L_{den} ni 40 dB(A) en L_n pour le bruit dû au trafic aérien.
- Au niveau de la RBC :
 - 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).

Autres commentaires :

- L'exposition de la population est déterminée à partir des principales sources de bruit identifiées en Région bruxelloise, à savoir les bruits liés aux transports (routier, aérien, ferroviaire). Elle n'inclut donc pas le bruit industriel, qui sera évalué ultérieurement, ni le bruit de voisinage.
- L'évaluation des nuisances acoustiques liées aux différents modes de transport 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) et L_n (night equivalent level). A cette fin, des recommandations sont faites quant aux méthodes de modélisation (Annexe II de la Directive 2002/49/CE).
- **Les niveaux sonores d'exposition retenus pour un bâtiment donné sont ceux évalués pour la « façade la plus exposée »**, qui se définit comme la façade faisant face à la source sonore spécifique et la plus proche de celle-ci (conformément à la directive). Etant donné le survol des bâtiments dans leur entièreté, ce concept n'est pas pertinent dans le cas du bruit aérien.
- **Le nombre de personnes disposant d'une « façade calme »** (où le L_{den} est inférieur de 20 dB(A) à celui de la façade la plus exposée) a en outre été estimé. Etant donné le survol des bâtiments dans leur entièreté, ce concept n'est pas pertinent dans le cas du bruit aérien.
- Pour le bruit lié au trafic routier et aérien, les indicateurs L_{den} et L_n ont également été calculés pour les week-ends et pour les jours ouvrables.

2 FONDEMENTS METHODOLOGIQUES

Définition :

L'indicateur est une estimation de la **proportion d'habitants** (il s'agit donc bien de la population résidente) vivant dans des bâtiments **exposés** à différentes gammes de niveaux sonores (fournis **pour les indicateurs L_{den} et L_n**).

Unité :

Pourcentage d'habitants (= nombre de personnes vivant dans des habitations exposées sur le nombre total d'habitants)

Remarque : Les nombres d'habitants sont arrondis à la centaine près.

Mode de calcul et données utilisées :

- **Conformément à la directive européenne 2002/49/EC, l'exploitation des cartes de bruit permet d'estimer l'exposition au bruit de la population bruxelloise.**
Les cartes de bruit résultent d'une modélisation des niveaux sonores sur le territoire bruxellois, représenté sous forme d'un maillage régulier (mailles de 10 x 10 m pour le bruit routier et ferroviaire, de 100 x 100 m pour le bruit aérien). Les niveaux sonores sont entre autre évalués sur base de l'indicateur de bruit L_{den} (day-evening-night, soit jour-soir-nuit), exprimé en dB(A), qui correspond au niveau pondéré de bruit 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. L'indicateur se calcule selon la formule suivante :

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

La "modélisation acoustique" correspond à une **estimation des niveaux de bruit perçus en tout point du modèle** (mesurés à l'immission, c'est-à-dire à la réception), à une hauteur de 4 m au-dessus du sol et, pour le bruit routier et ferroviaire, à une distance de 2 m d'une façade. **La marge d'incertitude associée à cette modélisation a été évaluée à ± 2 dB(A).**

- Les **bâtiments affectés au logement** ont été déterminés par croisement entre la localisation des bâtiments et la répartition spatiale de la population (par coordonnée XY). Les points population qui ne recoupaient pas un bâtiment ont été attribués au bâtiment le plus proche.

En outre, dans le cas du bruit routier et ferroviaire, nous avons appliqué les **concepts de « façade la plus exposée » et « façade calme »** (ceux-ci ne sont pas pertinents dans le cas du bruit aérien, les bâtiments étant survolés dans leur entièreté) :

- Les niveaux d'exposition sonores retenus pour un bâtiment donné sont ceux évalués pour la « façade la plus exposée », qui se définit comme la façade externe faisant face à la source sonore spécifique et la plus proche de celle-ci (conformément à la directive).



- Le bâti bruxellois est organisé la plupart du temps en immeubles mitoyens ou en îlots fermés, de telle manière qu'un bâtiment peut être ainsi soumis à des bruits élevés en "façade avant", mais bénéficier d'une ambiance calme en "façade arrière", sa cour ou son jardin étant isolé des bruits de l'extérieur. Un logement est considéré comme ayant une façade "calme" si la différence de niveaux sonores entre deux façades est supérieure à 20 dB(A).
- Ainsi, pour les habitations exposées au bruit, une estimation de celles dotées d'une façade "calme" a été indiquée. Notons que ce calcul n'intègre pas les habitations situées dans un milieu soumis à de faibles niveaux sonores, dont toutes les façades sont "calmes".
- Le niveau calculé sur la façade la plus exposée de l'habitation est attribué à tous les habitants de cette habitation.

Source des données utilisées :

- Modélisation des niveaux sonores L_{den} et L_n pour les différentes sources de bruit pour **l'année de référence 2016** : ASM Acoustics & Stratec (2018) pour le bruit routier, Tractebel (2018) pour le bruit ferroviaire et Bruxelles Environnement (2018) pour le bruit du trafic aérien.
- Modélisation annuelle des niveaux sonores L_{den} et L_n pour le bruit du trafic aérien depuis 2009 : Bruxelles Environnement
- Géométrie des bâtiments (implantation et hauteur) : base de données UrbIS datant de 2015 produite par le CIRB (Centre d'informatique pour la Région bruxelloise)
- Population : Statbel, **nombre d'habitants par coordonnées XY** au 01/01/2015 (pour les cadastres 2016), au 01/01/2021 (pour le cadastre avion 2020)

Périodicité conseillée de mise à jour de l'indicateur :

Fonction de la mise à jour des cadastres de bruit (une périodicité de 5 ans est prévue le cas échéant par la directive européenne 2002/49/EC). 2006, 2011 et 2016 sont des années de référence au sens de la directive. En 2011, l'évolution de la situation en RBC pour le bruit routier et ferroviaire n'a pas été jugée assez significative pour justifier une mise à jour du cadastre.

Pour le bruit lié au trafic aérien, le cadastre est mis à jour chaque année depuis 2009.

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

Limitation / précaution d'utilisation de l'indicateur :

- L'exposition estimée correspond à une **estimation potentielle** et non à une exposition réelle, autrement dit on prend en compte les « résidents » (et non les personnes qui se trouvent réellement sur place pendant la journée). En outre, elle est **surestimée** car les niveaux sonores d'exposition retenus pour un bâtiment donné sont ceux de la « façade la plus exposée » et il est considéré que tous les habitants d'un bâtiment donné vivent au 1^{er} étage.
- Une précaution s'impose dans l'interprétation des résultats étant donné que les années de référence pour les statistiques sur la population (01/01/2015 pour les cadastres 2016 par exemple) diffèrent de celles pour les données de trafic (2018 pour le routier, 2016 pour le ferroviaire et l'aérien pour les cadastres 2016 par exemple).
- Le bruit modélisé est le **bruit perçu (à l'immission) à l'extérieur des bâtiments**. Il n'englobe donc pas les différentes stratégies de lutte et de prévention contre le bruit éventuellement appliquées au niveau de l'habitation (ex : isolation acoustique des bâtiments) et qui peuvent conduire à une atténuation des nuisances sonores réellement perçues à l'intérieur des habitations.
- Notons que les résultats présentés sont à examiner en tenant compte du caractère subjectif propre à la perception du bruit par les personnes. Le **ressenti des habitants** vis-à-vis de leur environnement sonore est en effet également dépendant d'autres paramètres que l'exposition : la source sonore, le moment de la journée mais aussi les caractéristiques personnelles des habitants et l'état de leur logement influent entre autre sur la perception du bruit. Ainsi, selon les études réalisées par la Commission Européenne, à niveau de bruit égal, le bruit des avions est considéré comme le plus gênant pour la population, suivi par le bruit routier et enfin par le bruit ferroviaire. En outre, à niveau de bruit égal, les niveaux de nuit sont perçus comme plus gênants que les niveaux de soirée et de journée. Enfin, selon des enquêtes (Source : enquête socio-économique de l'INS, 2001 ; baromètres de l'environnement de Bruxelles Environnement, 2008 et 2009), à environnement équivalent, les jeunes, les hommes, les personnes appartenant à une catégorie sociale moins élevée et les personnes d'origine autre que la Belgique se montrent généralement un peu moins critiques.



- Notons également que l'exposition potentielle est présentée ici par source de bruit (de transport). Or l'appréciation de l'environnement sonore découle souvent de plusieurs facteurs de bruit, s'additionnant éventuellement (« multi-exposition »). Parmi ces facteurs de bruit, le bruit de voisinage (non traité ici) est parfois perçu comme plus gênant que le bruit lié à certains transports.
- Le concept de « façade calme » est à interpréter avec prudence : en effet, une façade peut être « calme » vis-à-vis d'une source de bruit spécifique mais bruyante vis-à-vis d'autres sources de bruit.
- L'indicateur L_{den} correspond à un indicateur « global », 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 ici d'une situation annuelle. Seul le bruit en surface a été modélisé. Les cadastres de bruit excluent donc les vibrations et les bruits souterrains.
- La comparaison dans le temps et dans l'espace implique une vérification préalable de la cohérence des méthodes utilisées et des hypothèses de travail.

Difficultés méthodologiques rencontrées :

Disponibilité et précision des données introduites dans le modèle pour produire les cadastres

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

- Indicateurs L_{den} et L_n calculés et cartographiés pour les surfaces exposées au bruit des transports (routier, ferroviaire, aérien)

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

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

6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES (METHODOLOGIE, INTERPRETATION)

- 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
- BRUXELLES ENVIRONNEMENT, janvier 2018. « Cartographie du bruit du trafic aérien en Région de Bruxelles-Capitale – Année 2016 ». 67 pp. Disponible sur : https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/RAP_20180115_CadastreBtAv2016.pdf
- TRACTEBEL, 2018. « Rapport sur la cartographie du bruit du trafic ferroviaire en Région de Bruxelles-Capitale – Année 2016 ». Etude réalisée pour le compte de Bruxelles Environnement. 128 pp. Diffusion restreinte
- BRUXELLES ENVIRONNEMENT, mai 2021. « Cartographie du bruit des avions – Année 2020 ». 11 pp. Disponible sur : https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/NOT_202105_CadastreBAV2020.pdf
- BRUXELLES ENVIRONNEMENT, mars 2018. Fiche documentée Bruit n° « 1. Perception des nuisances acoustiques en Région de Bruxelles-Capitale ». 26 pp. Disponible sur : https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Bru%201
- BRUXELLES ENVIRONNEMENT, août 2018. Fiche documentée Bruit n° « 7. Exposition de la population bruxelloise au bruit ferroviaire ». 6 pp. Disponible sur : https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Bru_7
- BRUXELLES ENVIRONNEMENT, mars 2018. Fiche documentée Bruit n° « 9. Exposition de la population bruxelloise au bruit du trafic routier ». 8 pp. Disponible sur : https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Bru_9



- 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%2041
- BRUXELLES ENVIRONNEMENT, avril 2018. Fiche documentée Bruit n° « 46. Exposition de la population bruxelloise au bruit du trafic aérien ». 7 pp. Disponible sur : https://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Bru_46
- BRUXELLES ENVIRONNEMENT, août 2018. Fiche documentée Bruit n° « 48. Exposition de la population bruxelloise au bruit des transports (multi-exposition) ». 6 pp. Disponible sur : https://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Bruit%2048
- BRUXELLES ENVIRONNEMENT, mars 2018. Fiche documentée Bruit n° « 49. Objectifs et méthodologie des cadastres de bruit en Région de Bruxelles-Capitale », 15 pp, disponible sur : https://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Bru_49
- 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/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:189:0012:0025:FR:PDF>
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 1999. « Guidelines for community noise, Geneva ». 161 pp. Disponible sur : <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 2009. « Night Noise Guidelines for Europe ». 184 pp. Disponible sur : https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf
- 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.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0010/383923/noise-guidelines-exec-sum-fre.pdf
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) – Regional Office for Europe, 2018. « Environmental Noise Guidelines for the European Region ». 181 pp. Disponible sur : https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf
- COMMISSION EUROPEENNE, 2002. « Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance ». 40 pp. Disponible sur : <http://www.noiseineu.eu/en/2928-a/homeindex/file?objectid=2705&objectypeid=0>

7 COUVERTURE SPATIO-TEMPORELLE

Série temporelle disponible :

- 2006 et 2016 pour les bruits routier et ferroviaire
- 2006 et 2009-2020 pour le bruit lié au trafic aérien

Couverture spatiale des données :

Indicateur global pour l'ensemble de la Région bruxelloise (valeur unique)

Date de dernière mise à jour de l'indicateur :

Août 2021

Date de dernière mise à jour de cette fiche méthodologique :

Août 2021

