

CFA/VISHNO 2016

Intégration du bruit de trafic routier dans l'analyse du cycle de vie : influence de la distance de propagation entre sources et habitations sur l'évaluation des populations exposées

R. Meyer^a, C. Lavandier^b, B. Gauvreau^c et B. Vincent^d

^aLIST, 5, avenue des Hauts Fourneaux, L-4362 Esch-Sur-Alzette, France

^bUniversité de Cergy-Pontoise, laboratoire MRTE, 5 Mail Gay Lussac, Neuville sur Oise, 95031 Cergy Pontoise Cedex, France

^cIFSTTAR, centre de Nantes, laboratoire LAE, Route de Bouaye, CS4, 44344 Bouguenais Cedex, France

^dACOUCITE, 24 rue Saint-Michel, 69007 Lyon, France
rodolphe.meyer@list.lu



LE MANS

L'intégration du bruit issu de la circulation routière dans l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) représente un défi qui n'a pas encore été pleinement résolu. Pour pouvoir relier une augmentation du trafic de véhicules à un impact sur la santé, il faut connaître l'évolution induite sur le niveau d'exposition des habitants aux alentours. Les logiciels de propagation semblent aujourd'hui être le meilleur moyen de calculer le lien entre un changement de trafic et une évolution de l'exposition qui pourrait ensuite être reliée à un impact sur la santé. En utilisant les logiciels du commerce, il faut faire très attention à leur paramétrage. La méthode qui vise à calculer l'impact d'un trafic supplémentaire est sensible entre autres paramètres à la distance de propagation maximale choisie, c'est-à-dire, la distance à partir de laquelle une route n'est plus considérée quand on calcule le niveau sonore en façade d'un bâtiment. La directive européenne 2002/49/CE ne donne pas d'indication à ce sujet. La distance maximale est fixée de façon indirecte par la NMPB-Routes-2008 qui ne garantit le résultat que jusque 2000m. Une distance de propagation maximale plus petite permet des temps de calculs plus courts mais aboutit à des résultats moins précis. Dans cet article, l'influence d'un doublement de distance maximum (de 500m à 1000m et de 1000m à 2000m) sur l'exposition en façade des bâtiments montre dans les deux cas une évolution significative. Dans les zones étudiées, la présence ou non d'une source dont la puissance acoustique est bien supérieure aux autres est déterminante. De plus, les faibles niveaux d'exposition sonore en façade sont particulièrement sensibles à ces doublements de distance maximale, montrant ainsi l'importance du choix de ce paramètre par le modélisateur.

1 Introduction

De nombreuses études, dont on peut trouver une synthèse dans un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) [1], montrent l'impact délétère du bruit environnemental sur la santé humaine.

Or, l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) est un outil systémique d'évaluation des impacts environnementaux globaux d'un produit, d'un service, d'une entreprise ou d'un procédé (ISO 14040-14044, 2006) [2]. L'ACV peut être utilisé pour connaître les impacts sur la santé humaine, calculés en DALY. Les DALYs (Disability Adjusted Life Years) correspondent à un nombre d'années de vie perdu à cause d'une maladie, d'un handicap ou d'une mort précoce. C'est l'agrégation d'une perte d'années de vie (si une personne meurt avant l'espérance de vie) et d'années de vie dégradées. Ces années de vie dégradées sont calculées en multipliant la période considérée avec un facteur de pondération (proche de 1 dans le cas d'un handicap grave ou au contraire plus proche de 0 dans le cas d'une condition qui n'affecte pas beaucoup la qualité de vie). Une façon d'intégrer l'impact du bruit environnemental sur la santé humaine est de convertir les indicateurs de gêne en DALYs.

1.1 L'Analyse du Cycle de Vie

L'ACV permet l'étude systématique des impacts environnementaux globaux. Cela ne peut donc pas se faire sans certaines approximations. L'objet d'étude peut être modélisé avec précision mais son cycle de vie va faire appel à une série de procédés souvent bien difficiles à évaluer. Par exemple, si on fait l'ACV d'une voiture, on doit savoir avec précision les différents matériaux qui la composent et les quantités de chacun d'eux. Mais il faut aussi comptabiliser les impacts en amont, par exemple l'impact de l'usine qui a fabriqué l'acier, de l'extraction des différents minerais pour cet acier, etc. Ces impacts, éloignés de l'objet étudié, ne sont généralement pas connus avec précision. On utilise alors des valeurs issues de bases de données, considérées comme représentatives. Ces valeurs sont des moyennes d'une production donnée (par exemple la production de l'acier) réalisées sur une zone souvent grande (à l'échelle d'un pays ou plus) et sur un temps long.

Il y a eu plusieurs tentatives d'intégrer l'impact du bruit dans l'ACV [3,4] mais aucune de ces tentatives ne fait encore consensus. En effet, l'intégration du bruit dans

l'ACV pose de nombreux problèmes car celle-ci utilise des valeurs d'émission moyennées dans le temps et dans l'espace. Or, le bruit a un impact très localisé dans le temps et l'espace et cela "pousse" l'ACV dans ses retranchements.

L'autre aspect important est que l'ACV étudie l'impact d'un produit dans le système actuel, toute chose étant égale par ailleurs. On étudie ainsi de petites variations autour d'un point de fonctionnement correspondant à la situation actuelle.

1.2 Intégration du bruit environnemental

Si l'on veut intégrer le bruit environnemental dans l'ACV, il faut donc être capable de connaître l'impact d'une émission sonore supplémentaire par rapport au bruit déjà existant. Notre objet d'étude est le bruit du trafic routier du fait de sa forte contribution au bruit environnemental. Le but final de notre étude est donc de calculer l'impact en DALY d'un véhicule supplémentaire qui roule un kilomètre, ce que l'on appelle communément un véhicule-kilomètre (v.km) et qui servira d'unité de base pour l'intégration du bruit environnemental dans l'ACV.

Les logiciels du commerce de type CadnaA permettent de quantifier l'exposition des populations au bruit routier. Ils permettent de tester différents scénarios en modifiant par exemple les flux de véhicules. Ainsi, si on ajoute un certain nombre de véhicules-kilomètres dans le modèle, le niveau sonore auquel la population est exposée va naturellement augmenter. Cette augmentation constituera l'exposition additionnelle résultant de l'augmentation de véhicules-kilomètres par rapport à la situation considérée comme représentative de la situation réelle.

On pourra ensuite utiliser, par exemple, les courbes de Miedema et Oudshoorn [5] pour relier cette exposition supplémentaire à un certain nombre de personnes extrêmement gênées. Ce nombre additionnel de personnes extrêmement gênées pourra alors être relié, en utilisant par exemple les facteurs de conversion de l'OMS [1], à un nombre additionnel de DALYs. En faisant cela, on obtiendra donc un certain montant de DALYs dû à une augmentation du nombre de véhicule-kilomètres. Cet impact pourra enfin être normalisé pour obtenir un impact sur la santé humaine en DALY par v.km. Evidemment, ce résultat dépendra beaucoup de la zone observée, de la période (jour, soirée, nuit) considérée et de différents

paramètres intervenants dans les modèles de prévision du niveau sonore.

Dans ce travail, la zone géographique choisie comme base pour les simulations est celle de l'IRIS. Les îlots regroupés pour l'information statistique (IRIS) sont l'un des niveaux de collecte et de diffusion des données statistiques et démographiques en France, à l'échelle infra-communale, utilisées par l'Insee. Le découpage des IRIS assure une homogénéité dans la zone considérée. Ils sont suffisamment grands pour que les nombreux bâtiments mesurés donnent une idée fiable de l'exposition dans la zone et suffisamment petits pour permettre des calculs rapides et un nombre important d'échantillons.

Les deux paramètres qui demandent une attention toute particulière sont la distance maximale de propagation et le nombre de véhicules-kilomètres à ajouter. Dans ce papier, seule l'étude sur le paramètre "distance maximale de propagation" est présentée. La distance maximale de propagation, notée d_{max} , est la distance maximum d'un rayon acoustique dans le logiciel de simulation de propagation acoustique considérée, qui est dans notre cas CadnaA.

2 Distance de propagation maximale

2.1 Protocole

Si on se place du point de vue d'un bâtiment, toutes les routes qui se trouvent à moins de d_{max} seront comptabilisées dans le calcul du niveau sonore auquel ce bâtiment est exposé. Les routes au-delà de d_{max} n'auront par contre aucune influence. Cette distance va donc avoir une grande influence sur les niveaux sonores calculés au niveau de la façade des différents bâtiments.

Pourtant, il n'y a pas de distance imposée dans la directive 2002/49/EC [6]. Les spécialistes ayant réalisé les cartes de bruit, utilisent le plus souvent une valeur autour de 1000m pour d_{max} . La NMPB 2008 [7], qui est préconisée pour l'application de la directive 2002/49/EC [6] et qui est la méthode implémentée dans CadnaA pour calculer l'émission du bruit dans notre configuration, utilise une distance d_{max} de 2000m.

Une plus grande distance de propagation maximale implique plus de sources considérées dans le calcul du niveau sonore au niveau des façades. Donc, si la simulation est correctement faite, cela implique un résultat plus représentatif de l'existant. Malheureusement, le nombre de sources considérées va croître proportionnellement au carré de d_{max} , comme le temps de calcul, ce qui peut vite s'avérer problématique.

Une distance de propagation autour de 1000m semble être la valeur la plus utilisée par les personnes produisant des cartes de bruit. C'est donc notre point de référence. Y-a-t-il un intérêt à prendre une distance maximale de propagation de 2000m autour du point étudié ? Evidemment, prendre 2000m pour d_{max} donnera des niveaux sonores plus grands que lorsque d_{max} est fixé à 1000m. Il peut être assez difficile d'évaluer l'importance de cette différence. L'idée est de considérer l'augmentation de niveau de pression sonore (en dB) que l'on obtient en passant d_{max} de 1000m à 2000m avec celui que l'on obtient pour un autre doublement de d_{max} , entre 500m et 1000m. La

nature logarithmique du décibel nous invite à comparer des doublements de distance.

Pour s'assurer de balayer les différentes possibilités tout en limitant l'échantillonnage pour des raisons pratiques, quatre IRIS ont été sélectionnés. Ils sont représentatifs des différentes configurations pouvant être rencontrées dans la région du Grand Lyon, zone géographique de notre étude. Les caractéristiques les plus importantes des différentes zones étudiées sont listées dans le Tableau 1.

Tableau 1: Caractéristiques des IRIS sélectionnés.

| IRIS | Densité (h/km ²) | Description | Nombre de bâtiments évalués |
|-----------|------------------------------|--|-----------------------------|
| 692330000 | 800 | Petit village en vallée. | 2408 |
| 692730101 | 820 | Zone industrielle + zone résidentielle, au bord d'une route à fort trafic. | 2865 |
| 692710104 | 920 | Champs et zone résidentielle traversés par une route à fort trafic. | 3563 |
| 693830501 | 18 000 | Plein cœur de Lyon | 4043 |

L'exposition de tous les bâtiments habités contenus dans une zone incluant l'IRIS lui-même ainsi qu'une couronne de 1000m autour de celui-ci (pour avoir un plus grand échantillon) a été calculée avec trois valeurs différentes pour d_{max} : 500m, 1000m et 2000m. L'exposition au bruit en termes de niveau de pression sonore L d'un bâtiment est l'exposition maximale trouvée à 4 m au-dessus du sol et à 2 m en avant d'une des façades dudit bâtiment. Le logiciel calcule les niveaux L_{days} , $L_{evening}$ et L_{night} .

2.2 Approche qualitative

Pour avoir un premier aperçu, la technique consiste à condenser ces trois niveaux et regarder comment évolue le L_{den} (day-evening-night equivalent level). La meilleure façon de visualiser l'évolution des niveaux pour les différents bâtiments est de tracer la différence entre les niveaux sonores pour les deux valeurs de d_{max} considérées en fonction du niveau sonore pour la valeur la plus faible de d_{max} . On verra ainsi quels sont les niveaux sonores les plus influencés par un doublement de d_{max} et le nombre de décibels gagnés par ces niveaux sonores. Pour être rapidement et facilement lisibles, les données des différents IRIS étudiés ont été tracées avec les mêmes axes sur les Figures 1, 2, 3 et 4.

En observant ces figures, on voit que les niveaux sonores les plus influencés par un changement de distance maximale de propagation sont les niveaux les plus faibles. L'augmentation maximale du niveau sonore décroît avec le niveau sonore initial. Ce résultat est compréhensible : un

niveau sonore faible aura besoin d'un moindre apport de puissance acoustique pour s'élever et sera donc plus sensible à l'apport de nouvelles sources.

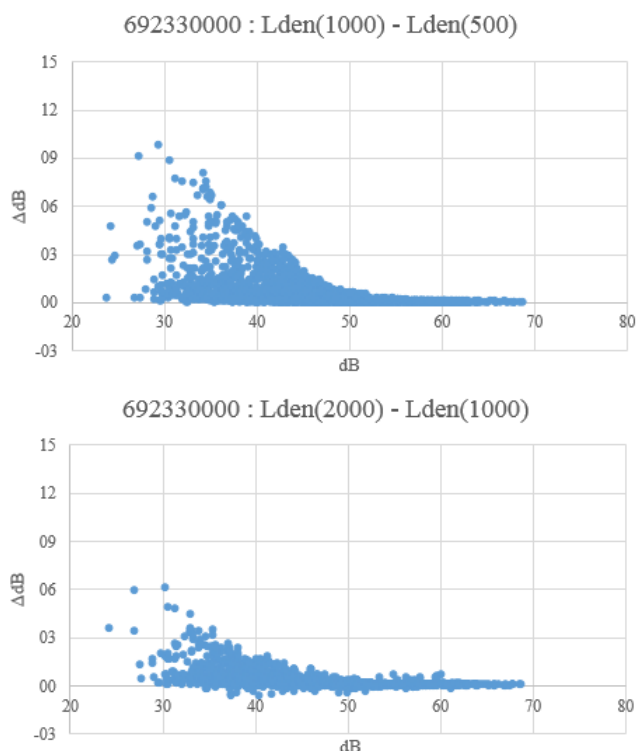


Figure 1: Augmentation du niveau sonore dû à un doublement de distance de propagation maximale pour l'IRIS 692330000.

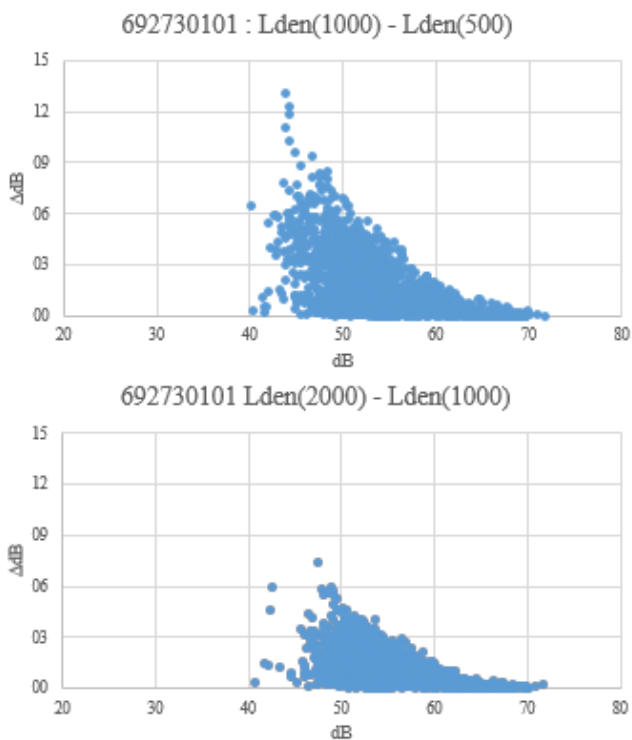


Figure 2: Augmentation du niveau sonore dû à un doublement de distance de propagation maximale pour l'IRIS 692730101.

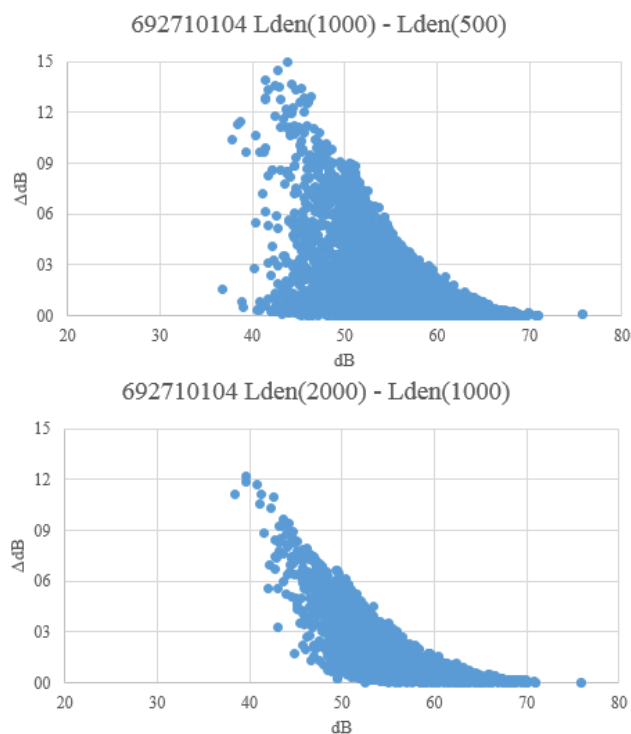


Figure 3: Augmentation du niveau sonore dû à un doublement de distance de propagation maximale pour l'IRIS 692710104

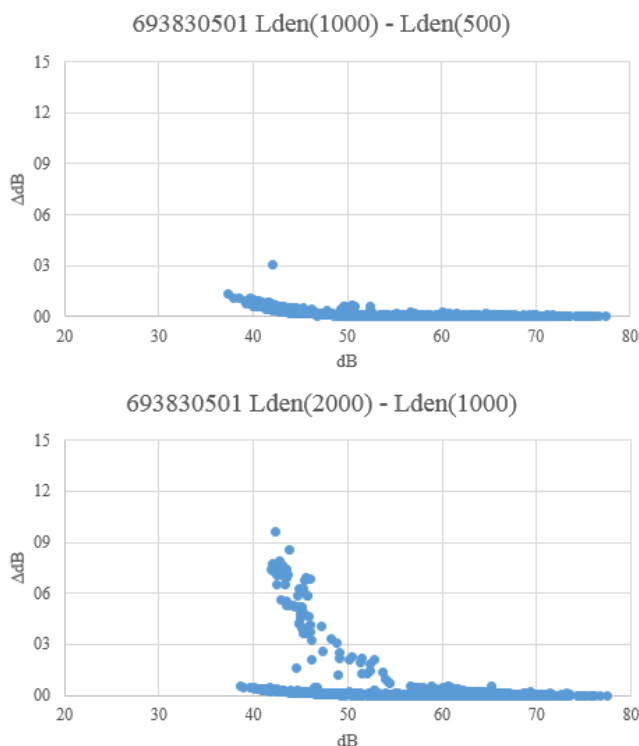


Figure 4: Augmentation du niveau sonore dû à un doublement de distance de propagation maximale pour l'IRIS 693830501.

On voit également que la différence en décibels peut être conséquente pour des niveaux bas, dépassant 10 dB dans certains cas. Les quatre IRIS sélectionnés présentent différents comportements. La Figure 1 montre les plus fortes augmentations sur des niveaux compris entre 25 et 40

dB alors que, dans la Figure 3, ils se trouvent plutôt entre 40 et 60 dB. La différence vient d'un bruit environnemental moindre dans l'IRIS concerné par la Figure 1 que dans celui de la Figure 3.

Les Figures 1, 2 et 3 donnent l'impression d'une augmentation des niveaux sonores moindre entre 2000m et 1000m qu'entre 1000m et 500m. Contrairement à la Figure 4 qui montre des bâtiments subissant une augmentation forte entre 2000m et 1000m mais pas entre 1000m et 500m.

2.3 Approche quantitative

Pour mieux comprendre ce qu'il se passe, on peut observer les résultats différemment. La première question à laquelle ces figures ne répondent pas, c'est la représentativité. Vu que plusieurs milliers de points sont tracés, on peut se demander quelle part des bâtiments évalués subit une augmentation du niveau sonore. Ensuite, ces figures ne montrent pas la pertinence de cette augmentation. Celle-ci est pertinente si elle concerne un niveau sonore qui a un impact sur la santé humaine et si elle est supérieure à un certain seuil. Dans notre cas, ce seuil est fixé à 1dB, les augmentations du niveau sonore de moins de 1dB sont donc jugées négligeables.

Savoir quel est le niveau sonore minimal à prendre en compte est difficile. Si on se base sur l'OMS [1], la limite inférieure est de 45dB pour le L_{night} et de 55dB pour le L_{den} ce qui implique de connaître l'exposition au-dessus de 45dB pour le L_{night} et 50dB pour le $L_{evening}$. Les tableaux 1, 2, 3 et 4 présentent le pourcentage de bâtiment subissant une augmentation de leur exposition de plus de 1dB et dont le niveau sonore le plus élevé (avec la distance de propagation la plus grande) est supérieur à un seuil donné.

Tableau 2: Pourcentage de bâtiment de l'IRIS 692330000 ayant une augmentation de leur exposition de plus de 1dB.

| 692330000 $L(d_{max}=1000)$ | $d_{max}=1000 - d_{max}=500$ | | |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------|
| | L_{day} | $L_{evening}$ | L_{night} |
| >=45 dB | 4.8% | 3.7% | 0.0% |
| >=50 dB | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| >=55 dB | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| $L(d_{max}=2000)$ | $d_{max}=2000 - d_{max}=1000$ | | |
| | L_{day} | $L_{evening}$ | L_{night} |
| >=45 dB | 0.2% | 0.3% | 0.0% |
| >=50 dB | 0.2% | 0.0% | 0.0% |
| >=55 dB | 0.0% | 0.0% | 0.0% |

Cette quantification est beaucoup plus révélatrice de ce qu'il se passe sur les différents IRIS quand on fait évoluer la distance maximale de propagation. On voit clairement se détacher deux comportements différents : les tableaux 2 et 5 montrent deux IRIS où l'augmentation de niveau sonore dû au changement de d_{max} est minime que ce soit lors du passage de 500m à 1000m ou lors du passage de 1000m à 2000m ; à l'inverse les tableaux 3 et 4 montrent une part importante de bâtiment subissant une augmentation de plus de 1dB, en particulier dans les niveaux faibles.

Avant de continuer l'analyse de ces résultats, il faut comprendre d'où vient cette différence. La description

montre que les deux IRIS les plus affectés par l'augmentation de la distance de propagation maximale sont les deux IRIS contenant une route à fort trafic. En effet, les IRIS 692730101 et 692710104 contiennent ou jouxtent des routes avec un trafic horaire de jour supérieur à 2000 véhicules légers à une vitesse de 90 km/h.

Tableau 3: Pourcentage de bâtiment de l'IRIS 692730101 ayant une augmentation de leur exposition de plus de 1dB.

| 692730101 $L(d_{max}=1000)$ | $d_{max}=1000 - d_{max}=500$ | | |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------|
| | L_{day} | $L_{evening}$ | L_{night} |
| >=45 dB | 23.0% | 21.0% | 33.5% |
| >=50 dB | 17.7% | 13.8% | 8.4% |
| >=55 dB | 2.1% | 1.4% | 0.6% |
| $L(d_{max}=2000)$ | $d_{max}=2000 - d_{max}=1000$ | | |
| | L_{day} | $L_{evening}$ | L_{night} |
| >=45 dB | 18.1% | 19.4% | 48.9% |
| >=50 dB | 15.6% | 15.6% | 16.9% |
| >=55 dB | 1.2% | 0.7% | 0.1% |

Tableau 4: Pourcentage de bâtiment de l'IRIS 692710104 ayant une augmentation de leur exposition de plus de 1dB.

| 692710104 $L(d_{max}=1000)$ | $d_{max}=1000 - d_{max}=500$ | | |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------|
| | L_{day} | $L_{evening}$ | L_{night} |
| >=45 dB | 29.0% | 29.6% | 38.8% |
| >=50 dB | 24.4% | 24.3% | 22.5% |
| >=55 dB | 7.3% | 6.2% | 3.2% |
| $L(d_{max}=2000)$ | $d_{max}=2000 - d_{max}=1000$ | | |
| | L_{day} | $L_{evening}$ | L_{night} |
| >=45 dB | 30.1% | 33.0% | 58.5% |
| >=50 dB | 25.3% | 26.6% | 27.2% |
| >=55 dB | 2.4% | 1.6% | 1.0% |

Tableau 5: Pourcentage de bâtiment de l'IRIS 693830501 ayant une augmentation de leur exposition de plus de 1dB.

| 693830501 $L(d_{max}=1000)$ | $d_{max}=1000 - d_{max}=500$ | | |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------|-------------|
| | L_{day} | $L_{evening}$ | L_{night} |
| >=45 dB | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| >=50 dB | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| >=55 dB | 0.0% | 0.0% | 0.0% |
| $L(d_{max}=2000)$ | $d_{max}=2000 - d_{max}=1000$ | | |
| | L_{day} | $L_{evening}$ | L_{night} |
| >=45 dB | 2.0% | 1.9% | 0.1% |
| >=50 dB | 0.7% | 0.3% | 0.0% |
| >=55 dB | 0.0% | 0.0% | 0.0% |

Afin d'approfondir notre analyse, nous avons tracé sur les Figures 5, 6, 7 et 8, les bâtiments évalués et les routes avec un trafic horaire de jour supérieur à 2000 véhicules. La zone bleue est la zone considérée par l'étude (l'IRIS lui-même entouré de sa cour+onne de 1000m). Les zones en

jaune, orange et rouge sont respectivement les zones à moins de 500m, moins de 1000m et moins de 2000m d'une route à fort trafic.

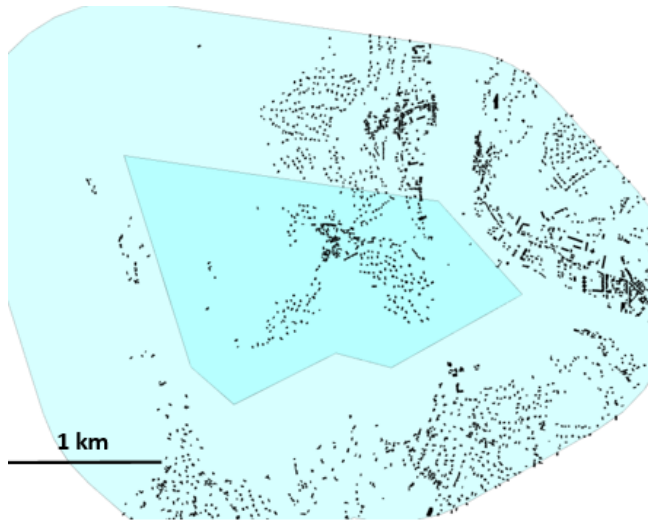


Figure 5: IRIS 692330000 et routes majeures

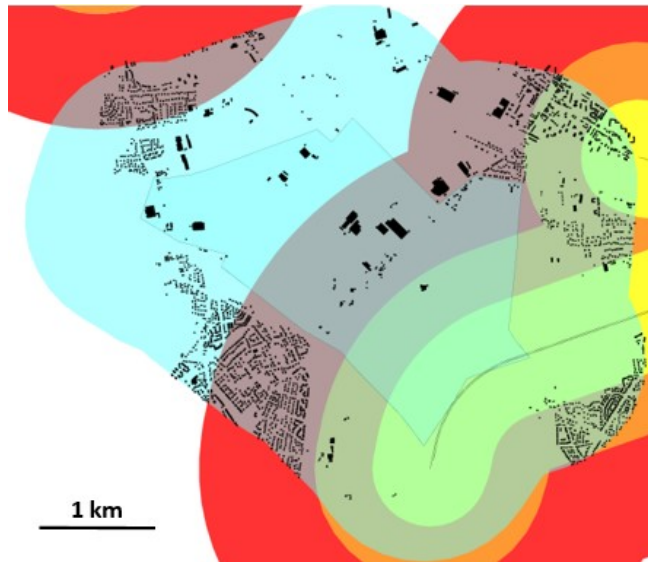


Figure 6: IRIS 692730101 et routes majeures

Ces routes à fort trafic sont des sources de bruit plus importantes que les autres donc leur prise en compte, ou non, a une importance significative sur le niveau sonore relevé à la façade des bâtiments. Si l'augmentation de la distance de propagation maximale amène un bâtiment (de la zone orange ou rouge) à considérer comme source supplémentaire une de ces routes à fort trafic, son niveau sonore en façade va subir une augmentation importante et c'est exactement ce qu'on observe sur les Figures 2 et 3 et les tableaux 3 et 4. Les Figures 6 et 7 montrent bien ce phénomène. De nombreux bâtiments évalués se trouvent dans des zones orange ou rouge.

La Figure 4 et le Tableau 5 montrent un effet similaire mais moins important. La Figure 8 montre qu'il y a très peu de bâtiments dans la zone orange et bien plus dans la zone rouge. C'est pourquoi on observe un « détachement » de certains niveaux sonores lors du passage de d_{max} de 1000m à 2000m et pas de 500m à 1000m. On peut être étonné en regardant la Figure 8, que le changement de distance

maximale de propagation de 1000m à 2000m n'ait pas un impact plus grand quand on le compare aux cas des deux IRIS précédents. Cette différence s'explique cependant par le fait que les routes à fort trafic considérées ici sont limitées à 50km/h et le bruit environnemental est plus élevé; ces routes à fort trafic ne ressortent donc pas autant que dans les deux IRIS précédents. De plus, les nombreux bâtiments présents dans cet IRIS et ses alentours entraînent un effet de masque.

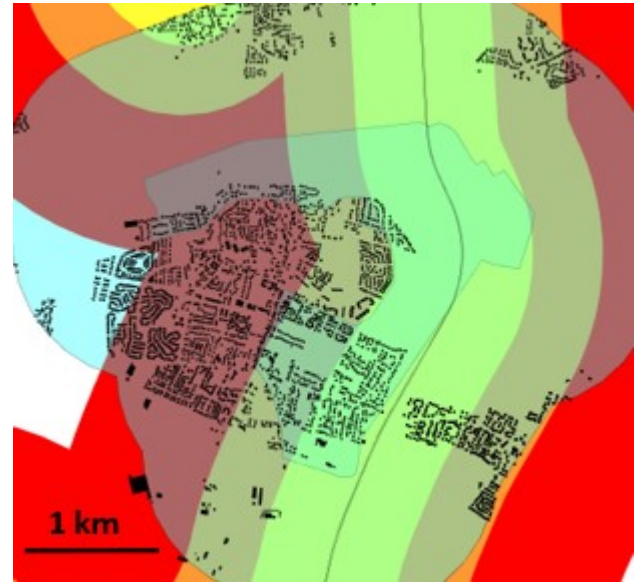


Figure 7: IRIS 692710104 et routes majeures

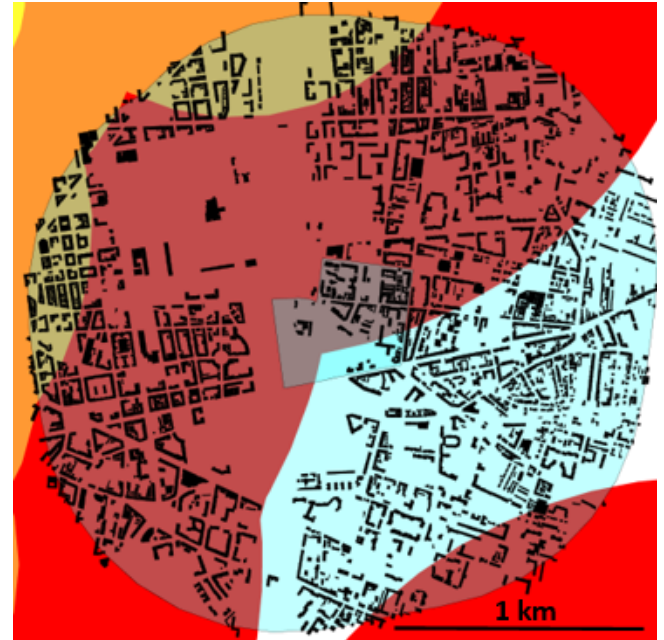


Figure 8: IRIS 693830501 et routes majeures

Si l'IRIS est dans le voisinage d'une route à fort trafic, le paramètre qui aura le plus d'influence sur l'importance d'un changement de distance de propagation maximale est la distance entre les bâtiments étudiés et la route à fort trafic. On peut également voir sur le tableau 2, qu'en l'absence de routes à fort trafic (Figure 5), l'impact de l'augmentation de distance de propagation maximale

semble être moindre pour le passage de 1000m à 2000m que pour le passage de 500m à 1000m.

3 Discussion

Il apparaît que si une route à fort trafic se trouve dans la zone étudiée ou à son voisinage, la distance maximale de propagation choisie aura une forte influence sur le résultat. Il est compréhensible qu'une source bien plus forte que les autres puissent considérablement changer l'exposition des bâtiments étudiés si une modification de la distance maximale de propagation l'intègre dans un calcul d'exposition dont elle était absente.

La solution serait sûrement d'ajuster la distance maximale de propagation en fonction des différentes situations. Si la zone comporte une route à fort trafic, il faudrait relever la distance maximale de propagation au maximum possible. En appliquant ce type de règles à notre méthode, cela voudrait dire que la majorité des IRIS doivent être évalués avec une distance maximale de propagation de 2000m, parce qu'il y en a très peu qui se trouvent assez éloignés des routes importantes pour ne plus en subir l'influence. Or cela implique une augmentation considérable du temps de calcul.

Une solution qui serait moins couteuse en temps serait d'associer à chaque route une distance maximale de propagation liée à son niveau d'émission. Passée une certaine distance maximale de propagation, un bâtiment évalué ne considérerait pas toutes les sources sonores mais uniquement les plus bruyantes, i.e. les routes à fort trafic. Cela demanderait une autre approche de la part des logiciels de simulation acoustique, mais ce serait probablement la solution la plus élégante à ce problème.

Le but de cette étude étant d'intégrer l'acoustique dans l'ACV, le besoin de précision et de représentativité n'est pas le même que celui des acousticiens : il faut avant tout une méthode simple et robuste. Une méthode qui ne serait pas systématique pourrait être critiquée pour les possibles erreurs de l'opérateur. Rien dans cette étude ne permet de justifier une distance de propagation maximale de 1000m. Ces résultats tendraient même à imposer une distance maximale de propagation de 2000m.

Un dernier aspect que souligne cette étude est que les niveaux sonores élevés sont beaucoup plus résistants à un changement de la distance maximale de propagation que les niveaux les plus faibles. Ce résultat est logique mais il faudra garder cela à l'esprit quand on regardera l'impact sur la santé humaine du bruit environnemental. Regarder l'impact du bruit environnemental sur la santé humaine en commençant avec des niveaux d'exposition aussi bas que 45 ou même 50dB semble un peu délicat car des expositions de cet ordre grandeur sont extrêmement sensibles aux choix des paramètres géométriques de propagation lors des simulations.

4 Conclusion

Etudier l'impact d'un changement de distance maximale révèle plusieurs éléments intéressants. Bien que la distance maximale de propagation soit souvent fixée à 1000m par les utilisateurs de logiciel de simulation acoustique, on observe une augmentation non négligeable sur certaines situations quand on l'étend à 2000m.

L'impact d'un changement de distance maximale de propagation est très dépendant de la présence d'une ou plusieurs sources prépondérantes, telle une route à fort trafic dans une zone relativement calme. Mais prendre une distance de propagation maximale de 2000m est souvent délicat pour des raisons de temps de calcul. En outre, changer la distance maximale de propagation en fonction des situations peut provoquer des biais dus aux choix de l'opérateur.

La meilleure solution serait donc que la distance maximale de propagation varie en fonction de la puissance d'émission relative des sources lorsqu'elles sont considérées au sein de la méthode (et donc du logiciel) de propagation acoustique.

Remerciements

Je remercie Enrico Benetto et Frédéric Mauny pour leur relecture attentive. Ce travail est financé par le Fond National de la Recherche Luxembourg (FNR) dans le cadre du projet DyPLCA (INTER/ANR/13/10/DyPLCA).

Références

- [1] WHO, Burden of disease from environmental noise – Quantification of healthy life years lost in Europe. *JRC report*, The WHO Europe Centre for Environment and Health, Bonn (2011).
- [2] ISO-International Organisation For Standardisation, Environmental Management – Life Cycle Assessment ISO 14040 Principles and Framework ISO 14044 Requirements and guidelines. EN ISO 14044, *ISO*, Geneva, 56 pp (2006).
- [3] Cucurachi S., Heijungs R, Characterisation factors for life cycle impact assessment of sound emissions, *Sci Tot Envir*, 468-469, 280-291 (2014).
- [4] V. Franco, D. Garraín, R. Vidal, Methodological proposals for improved assessments of the impact of traffic noise upon human health, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15 (8), pp. 869–882 (2010).
- [5] Miedema H.M.E., Oudshoorn C.G.M., Annoyance from transportation noise: Relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals, *Environ. Health Perspect.*, 109:409–416 (2001).
- [6] European Commission, Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise, *Official Journal of the European Communities* (2002).
- [7] G. Dutilleux, J. Defrance, D. Ecotière, B. Gauvreau, M. Bèrenghier, F. Besnard, et al., NMPB-Routes 2008: the revision of the French method for road traffic noise prediction, *Acta Acust United Acust*, 96, pp. 1–11 (2010).