



**HAL**  
open science

## Couplage entre la base de données nationale PlaMADE et l'outil open-source NoiseModelling pour la réalisation de cartes de bruit stratégiques

Pierre Aumond, Sophie Cariou, Olivier Chiello, David Ecotière, Adrien Le Bellec, Damien Maltete, Claire Marconot, Nicolas Fortin, Sylvain Palominos, Gwendall Petit, et al.

### ► To cite this version:

Pierre Aumond, Sophie Cariou, Olivier Chiello, David Ecotière, Adrien Le Bellec, et al.. Couplage entre la base de données nationale PlaMADE et l'outil open-source NoiseModelling pour la réalisation de cartes de bruit stratégiques. 16ème Congrès Français d'Acoustique, CFA2022, Société Française d'Acoustique; Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Apr 2022, Marseille, France. hal-03848495

**HAL Id: hal-03848495**

**<https://hal.science/hal-03848495>**

Submitted on 10 Nov 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



16<sup>ème</sup> Congrès Français d'Acoustique  
11-15 Avril 2022, Marseille

## Couplage entre la base de données nationale PlaMADE et l'outil open-source NoiseModelling pour la réalisation de cartes de bruit stratégiques

Pierre Aumond<sup>a</sup>, Sophie Cariou<sup>b</sup>, Olivier Chiello<sup>a</sup>, David Ecotière<sup>a</sup>, Adrien Le Bellec<sup>a</sup>, Damien Maltete<sup>b</sup>, Claire Marconot<sup>b</sup>, Nicolas Fortin<sup>a</sup>, Sylvain Palominos<sup>a</sup>, Gwendall Petit<sup>a</sup>, Judicael Picaut<sup>a</sup>

<sup>a</sup> UMRAE, Univ Gustave Eiffel, IFSTTAR, CEREMA, France

<sup>b</sup> CEREMA/DTecITM, Sourdun, France



La Directive Bruit 2002/49/CE vise à établir une approche commune destinée à éviter, prévenir ou réduire les effets nuisibles liés au bruit dans l'environnement. De ce fait, les États membres doivent produire une cartographie du bruit, tous les cinq ans, à échéance fixe, selon des méthodes d'évaluation communes. Cela impose de caractériser les nuisances sonores émises par les voies routières et ferroviaires, aéroports et agglomérations satisfaisant à des critères de seuils. A cet effet, pour la France, l'ensemble des données nécessaires à l'élaboration des cartes de bruit stratégiques des voies routières et ferroviaires non concédées (trafic, bâtiment, population, relief...) ont été centralisées dans une base de données nationale, appelée PlaMADE (Plateforme mutualisée d'aide au diagnostic environnemental), sous un format unique et respectant le GéoStandard « Bruit dans l'Environnement » de la COVADIS. Sur la base de ces données, et à l'aide de l'outil de calcul de propagation du bruit open-source NoiseModelling, l'intégralité des indicateurs et cartographies a été produit pour la première fois de façon automatique à l'échelle du territoire national. Cette communication présente les détails techniques et méthodologiques du couplage entre la base PlaMADE et l'outil NoiseModelling.

## 1 Introduction

La Directive européenne 2002/49/CE impose de caractériser l'exposition sonore des grandes infrastructures de transport routier, ferroviaire et aériennes impactant les riverains : ce diagnostic cartographique doit être réalisé tous les cinq ans à échéance fixe [1].

La Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du Ministère de la Transition Ecologique a confié au Centre d'Etudes et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (Cerema) la réalisation des cartes de bruit stratégiques à l'échelle du territoire national pour toutes les infrastructures de transport terrestre routières et ferroviaires supportant, respectivement, des trafics supérieurs à 3 millions de véhicules par an (8 219 véhicules/jour) ou 30 000 trains par an (82 trains/jour). Pour faciliter la création de ces cartographies, le GéoStandard COVADIS « bruit dans l'environnement » a été publié en 2019 [2]. Il propose d'apporter un vocabulaire et une structure de données commune aux acteurs impliqués dans la réalisation des plans de prévention du bruit dans l'environnement et des cartes de bruit stratégiques pour harmoniser la fourniture des données d'entrée aux modèles d'émission et propagation du bruit.

Dans le contexte de l'échéance 3 (2017) de la directive 2002/49/CE, le Cerema avait élaboré une extension du logiciel SIG Qgis, baptisé Mizogeo<sup>1</sup>, pour faciliter le travail de mise au GéoStandard des bases de données de chacun des gestionnaires et pour la publication de leurs cartographies. Pour l'échéance 4 (2022), le Cerema a mis en place le projet PlaMADE (Plateforme mutualisée d'aide au diagnostic environnemental) par la création d'une base de données des propriétés des grandes infrastructures de transport terrestre routières et ferroviaires sur l'ensemble du réseau français.

Comme le soulignent King et Rice [3], la philosophie de la directive européenne 2002/49/EC, et plus généralement le contexte de la directive européenne INSPIRE [4], devrait motiver l'utilisation de SIG open-source, au lieu d'implémentations boîtes noires de logiciels commerciaux comparables. Le logiciel open-source NoiseModelling, développé conjointement par l'Université Gustave Eiffel et le CNRS, s'inscrit également dans cette démarche. NoiseModelling a été publié pour la première fois sur la

plateforme GitHub<sup>2</sup> en 2010. Ces dernières années, cet outil a eu de nombreuses contributions, notamment en intégrant la méthode CNOSSOS-EU, permettant le calcul des émissions sonores et de la propagation sonore tel qu'imposé par la directive 2002/49/EC.

Tous les éléments étaient donc réunis pour une production des cartes de bruit à l'échelle nationale, en couplant la base de données PlaMADE avec l'outil NoiseModelling.

## 2 Base de données

### 2.1 Géostandard « bruit dans l'environnement »

Pour la réalisation de la cartographie du bruit imposée par la directive européenne, il y a en France une grande multiplicité de compétences et d'acteurs et donc des besoins essentiels d'échange de données standardisées. Le GéoStandard « bruit dans l'environnement » vient donc répondre à cette nécessité.

Le périmètre des informations standardisées dans la Partie 1 du GéoStandard porte essentiellement sur la modélisation des données de sortie du bruit dans l'environnement : cela concerne, d'une part, les enjeux, zones à enjeux, points noirs de bruit et périmètres des plans de prévention du bruit dans l'environnement, et d'autre part, les courbes et zones de bruit des indicateurs acoustiques dans le cadre du diagnostic des cartes de bruit stratégiques.

La Partie 2 porte sur la description des données d'entrée du bruit dans l'environnement nécessaires au calcul des différents indicateurs acoustiques, dont la géométrie des sources de nuisances sonores : cela concerne les tronçons d'infrastructures de transport terrestre et les éléments de localisation des activités industrielles bruyantes.

Le GéoStandard COVADIS du 8 juin 2017 a validé la Partie 1 intitulée « Cartographie du bruit » de ce standard de données dans sa version 1.1, et celle du 12 mars 2019 a validé la version 1.1 de la Partie 2 intitulée « Données d'entrée ». Pour consultation, l'intégralité du GéoStandard est disponible sur le site du ministère [2].

<sup>1</sup> <https://www.cerema.fr/fr/actualites/mizogeo-outil-mise-au-geostandard-cartes-bruit-strategiques>

<sup>2</sup> <https://github.com/>

## 2.2 PlaMADE

Les recueils de données d'entrée constituent des phases particulièrement consommatrices de temps et de moyens. Les données d'entrée utilisées proviennent de sources multiples, parfois très hétérogènes (données de trafic en particulier). Elles sont quelquefois reproduites voire dédoublées par les différentes autorités compétentes, faute notamment d'une organisation technique unifiée, structurée et pérenne. Elles nécessitent également *a minima* un reformatage mais plus généralement une ré-exploitation en profondeur, voire parfois des approximations et forfaitisations qui nécessitent des compétences allant bien au-delà de l'acoustique. Par manque d'organisation, les validations intermédiaires des données d'entrée par les fournisseurs externes ou des données de sortie par les futurs utilisateurs peuvent allonger les délais de production des



Figure 1 – Frise chronologique des contributions « commits » au sein du logiciel NoiseModelling depuis sa création. En jaune la période du projet de couplage PlaMADE avec NoiseModelling.

cartes.

Suite à la publication du GéoStandard « Bruit dans l'Environnement » de la COVADIS, il a donc été décidé que l'ensemble des données nécessaires à l'élaboration des cartes de bruit stratégiques des voies routières et ferroviaires non concédées seraient centralisées dans une base de données nationale, appelée PlaMADE pour « Plate-forme Mutualisée d'Aide au Diagnostic Environnemental ».

La base de données établie permet de rassembler toutes les données d'entrée nécessaires à la production des cartes topographie des sols, bâtiments, vitesses, revêtements utilisés, protections acoustiques, trafics moyens journaliers. Elle permet aussi de stocker les fichiers de modélisation acoustique produits à partir de ces données d'entrée et de sortie (cartes, tables d'objets, ...) utiles, notamment pour l'établissement des plans d'action contre le bruit.

## 3 NoiseModelling

### 3.1 Historique

NoiseModelling<sup>3</sup> est principalement développé par des membres du Lab-STICC (CNRS) et par l'Unité Mixte de Recherche en Acoustique Environnementale UMRAE (Université Gustave Eiffel/Cerema)[5], [6]. NoiseModelling est un outil gratuit et open-source dont l'objectif initial était de produire une carte de bruit du trafic routier à l'échelle de l'agglomération Nantaise pour le projet de recherche ANR EVAL-PDU en 2010 [7]. La figure 1 montre l'historique des

lignes ajoutées au code source de NoiseModelling depuis la création du dépôt GitHub.

Dans les premières versions du logiciel, la hauteur du bâtiment était considérée comme "infinie" et le modèle d'émission de bruit routier et de propagation du bruit implémenté était NMPB-08 [8]. NoiseModelling a été pensé pour être compatible avec les structures de données spatiales et a été intégré dès ses débuts dans le système d'information géographique open-source multiplateforme OrbisGIS [9]. En 2014, le modèle a inclus la troisième dimension via un schéma de propagation 2D1/2. En 2015, le moteur de manipulation des données d'OrbisGIS a basculé sur le système de gestion de base de données (SGBD) H2, et son extension spatiale H2GIS, offrant ainsi de nouvelles perspectives pour le traitement des données.

En 2018, les développements ont été repris dans le cadre du projet ANR CENSE [10]. Le modèle d'émission et de propagation du bruit du trafic routier CNOSSOS-EU a été intégré en 2019. La modélisation du bruit a été repensée en intégrant une interface web et en devenant indépendante du logiciel OrbisGIS et les modules d'émission, de propagation et de recherche de chemins de propagation ont été séparés. Ces changements importants ont permis la sortie de la version 3.0 de NoiseModelling fin 2019. Depuis la version 4.0 (2022), NoiseModelling intègre le modèle d'émission et de propagation du bruit ferroviaire CNOSSOS-EU.

Les premières journées d'utilisateurs de NoiseModelling ont été organisées en ligne en mars 2020 et ont depuis lieu tous les ans. Le logiciel a été utilisé régulièrement dans des projets de recherche pour la cartographie multi-sources des environnements sonores, la cartographie dynamique, ou encore pour effectuer des analyses de sensibilités [11]–[13].

### 3.2 Logiciel libre

NoiseModelling est distribué sous la licence GPL v3<sup>4</sup>. La licence publique générale GNU est une licence libre et copyleft pour les logiciels et autres types d'œuvres. Il est possible de copier, distribuer et modifier le logiciel tant que la trace des changements/dates dans les fichiers sources est conservée. Toute modification ou logiciel qui inclut du code sous licence GPL doit également être mis à disposition sous licence GPL avec des instructions de compilation et d'installation.

Tous les outils utilisés pour distribuer le code sont également open source :

- La plateforme GitHub est utilisé pour archiver le code source ;
- La plateforme Readthedocs<sup>5</sup> est utilisée pour la documentation du programme ;
- GitHub Action est utilisé pour l'intégration continue et la validation automatique des tests unitaires ;
- L'outil Geoserver<sup>6</sup> est utilisé pour le traitement des données géospatiales.

<sup>3</sup> <https://noise-planet.org/noisemodelling.html>

<sup>4</sup> [www.gnu.org](http://www.gnu.org)

<sup>5</sup> [readthedocs.org](http://readthedocs.org)

<sup>6</sup> [geoserver.org](http://geoserver.org)

### 3.3 Validité du logiciel

Pour la validation du modèle CNOSSOS-EU, le lecteur peut se référer à la documentation CNOSSOS-EU et aux publications associées à ce modèle [14], [15].

Pour la validation de l'implémentation, le logiciel est complété par de nombreux tests unitaires, et sa confrontation aux tests publiés dans la norme ISO/TR 17534-4:2020 [16] est disponible dans le code source du logiciel. Un ensemble de tests est également intégré au sein de NoiseModelling pour éviter tout risque de régression par les développements futurs. Pour qu'une contribution au code source soit acceptée, tous les tests « unitaires », liés à la norme ISO et tous les tests de « régression » doivent retourner les résultats attendus. Grâce aux services GitHub Action, l'exécution de ce processus est automatisée et fait partie de l'intégration continue du logiciel.

## 4 Méthodologie du couplage

À l'ouverture de NoiseModelling, il est créée une base de données H2GIS<sup>7</sup> qui permet de stocker et manipuler l'ensemble des données importées et nécessaires à la production des cartes de bruit stratégiques. Les données d'entrée PlaMADE sont présentes dans une base de données PostGreSQL / PostGIS<sup>8</sup>, distante et stockée sur un serveur interne au Cerema. N'étant pas présentes directement dans la base H2GIS de NoiseModelling, les données doivent donc être importées. La première étape est donc le téléchargement et la mise en forme des données de la base de données PlaMADE vers la base de données NoiseModelling. Dans le détail, les actions menées sont les suivantes :

#### Côté serveur

1. Reprojection et indexation des tables géométriques nécessaires à NoiseModelling,
2. Génération des tables propres au fonctionnement de NoiseModelling et non considérées par le GéoStandard de la COVADIS,
3. Génération de métriques de contrôle sur les données brutes,

#### Côté client

1. Pour un code de département donné, téléchargement des données en fonction des contraintes attributaires et spatiales,
2. Formatage des tables pour NoiseModelling,
3. Contrôle qualité des données importées.

Par la suite, les étapes suivantes sont faites à l'aide d'un ensemble de scripts dédiés au sein du logiciel NoiseModelling :

1. Génération des grilles de récepteurs
2. Calcul des niveaux d'émission sonore
3. Calcul des niveaux sonores au niveau des points d'évaluation
4. Génération des isophones
5. Calcul des indicateurs

Une dernière étape consiste au reversement des données calculées sur le serveur PostGIS « PlaMADE ».

Pour la version 1.0 des cartographies qui ont été générés, l'enchaînement de ces étapes s'est fait de manière manuelle par une dizaine d'agents du Cerema sur leurs ordinateurs de travail. La version 2.0 de ces cartographies se fait de manière entièrement automatisée via une plateforme facile d'utilisation et exploitant la puissance d'un réseau haute performance du Centre de Calcul de l'Université de Strasbourg (CCUS).

## 5 Agenda du projet

Le projet de couplage entre la base de données PlaMADE et NoiseModelling a débuté le 01 janvier 2021. Une première version de NoiseModelling compatible avec le format de la base de données PlaMADE est sortie au mois d'avril 2021. Par ailleurs, même si le travail sur la base de données a commencé avant le début de ce projet de couplage (2018-2019), la première livraison de la base de données au format GéoStandard a été faite au cours du mois de juillet 2021 (v1.0). Les premières cartographies (v1.0) ont donc pu être calculées durant les mois d'août et septembre pour une livraison au mois d'octobre 2021.

Les cartographies ont été reversés sur une plateforme de consultation en ligne durant le mois de novembre. Les différents gestionnaires du réseau routier ont pu consulter les cartographies et effectuer des demandes de modification afin d'amender la base de données si nécessaire (oubli d'écrans anti-bruit, erreurs sur les volumes de trafic, etc.) du 01/12/2021 au 28/01/2022.

Courant février 2022, la version 4.0 de NoiseModelling est sortie, entièrement compatible avec le GéoStandard, mais également avec les obligations de la directive européenne.

Les mois de février et mars sont dédiés côté CEREMA à la reprise de la base de données pour une nouvelle livraison prévue fin mars 2022 (v2.0). Le calcul des cartes de bruit v2 se fera au courant du mois d'avril. Cela permettra de laisser environ deux mois pour l'approbation des cartes par les préfets attendue avant le 30/06/2022. Une fois approuvées, les cartes seront déposées sur la plateforme de la Commission Européenne, Reportnet 3.0.

La figure 2 présente sous forme de frise chronologique l'agenda du projet par le prisme du couplage de la base de données PlaMADE avec NoiseModelling.

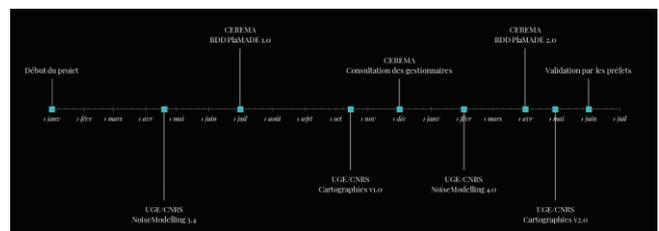


Figure 2 – Frise chronologique l'agenda du projet par le prisme du couplage de la base de données PlaMADE avec NoiseModelling.

<sup>7</sup> h2gis.org

<sup>8</sup> Postgis.net

## 6 Conclusion

L'ensemble des données nécessaires à l'élaboration des cartes de bruit stratégiques des voies routières et ferroviaires non concédées (trafic, bâtiment, population, relief...) ont été centralisées dans une base de données nationale, appelée PlaMADE, sous un format unique et respectant le GéoStandard « Bruit dans l'Environnement » de la COVADIS. A la date de l'écriture de cet article le couplage entre la base de données PlaMADE et le logiciel est maintenant opérationnel. Le calcul de l'ensemble des cartographies des grandes infrastructures de transport terrestre routières et ferroviaires non concédées en France, devrait donc être réalisé sur la base de ce couplage, pour une approbation préfectorale prévue au 30 juin 2022.

## Remerciements

Remerciement à l'ensemble des agents du CEREMA ayant participé au projet, en particulier au réseau acoustique ayant participé à la réalisation des cartes de bruit stratégiques, à Bernard Miège, Martin Schoreisz, Damien Nauleau, Etienne Matthieu et Ludovic Chambon.

## Références

- [1] Commission Directive (EU) 2015/996 of 19 May 2015 establishing common noise assessment methods according to Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council (Text with EEA relevance), vol. OJ L. 2015. Consulté le: 24 octobre 2019. [En ligne]. Disponible sur: <http://data.europa.eu/eli/dir/2015/996/oj/eng>
- [2] G.-E. interministériel de l'information géographique, « Géostandard Bruit dans l'environnement », 3 juillet 2019. <http://www.geoinformations.developpement-durable.gouv.fr/geostandard-bruit-dans-l-environnement-a3604.html> (consulté le 1 mars 2022).
- [3] E. A. King et H. J. Rice, « The development of a practical framework for strategic noise mapping », *Appl. Acoust.*, vol. 70, n° 8, p. 1116-1127, août 2009, doi: 10.1016/j.apacoust.2009.01.005.
- [4] G. Petit, E. Bocher, J. Picaut, et N. Fortin, « OnoM@p and NoiseCapture European applications », Kehl, Germany, sept. 2017. [En ligne]. Disponible sur: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01582957>
- [5] P. Aumond, N. Fortin, et A. Can, « Overview of the NoiseModelling open-source software version 3 and its applications. », in INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings, 2020, vol. 261, n° 4, p. 2005-2011.
- [6] E. Bocher, G. Guillaume, J. Picaut, G. Petit, et N. Fortin, « NoiseModelling: An Open Source GIS Based Tool to Produce Environmental Noise Maps », *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, vol. 8, n° 3, p. 130, mars 2019, doi: 10.3390/ijgi8030130.
- [7] J. Picaut et N. Fortin, « Approche simplifiée pour la réalisation de cartes de bruit (projet ANR Eval-PDU) », présenté à Journées Techniques Acoustique et Vibrations, Aix-en-Provence, France, juin 2011.
- [8] G. Dutilleul et al., « NMPB-Routes-2008: The Revision of the French Method for Road Traffic Noise Prediction », *Acta Acust. United Acust.*, vol. 96, n° 3, p. 452-462, mai 2010, doi: 10.3813/AAA.918298.

- [9] N. Fortin, NoiseMap: a free and open-source GIS-based OrbisGIS plugin to compute noise maps. Nantes, France: IRSTV, Université Gustave Eiffel (formerly Ifsttar), 2012. [En ligne]. Disponible sur: <https://github.com/irstv/noisemap>
- [10] A. Can et al., « CENSE Project: general overview », présenté à Euronoise 2021, Madeira, Portugal - online, oct. 2021.
- [11] A. Lesieur, V. Mallet, P. Aumond, et A. Can, « Inverse modeling and joint state-parameter estimation with a noise mapping meta-model », *J. Acoust. Soc. Am.*, vol. 149, n° 6, p. 3961-3974, 2021.
- [12] V. Le Bescond, A. Can, et P. Gastineau, « Open-source modelling chain for the dynamic assessment of road traffic noise exposure », présenté à Urban Sound Symposium, Ghent (Belgium), Montreal (Canada), Nantes (France), Zurich (Swiss), Berlin (Germany), London (UK) [Online], avr. 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://urban-sound-symposium.org/>
- [13] P. Aumond, A. Can, V. Mallet, B. Gauvreau, et G. Guillaume, « Global sensitivity analysis for road traffic noise modelling », *Appl. Acoust.*, vol. 176, p. 107899, 2021.
- [14] A. Kok, *Flaws in the Cnossos Calculation Method and Proposed Solutions*. Berlin, Germany: Deutsche Gesellschaft für Akustik, 2019.
- [15] D. W. Morley et al., « International scale implementation of the CNOSSOS-EU road traffic noise prediction model for epidemiological studies », *Environ. Pollut. Barking Essex* 1987, vol. 206, p. 332-341, nov. 2015, doi: 10.1016/j.envpol.2015.07.031.
- [16] ISO, « ISO/TR 17534-4:2020 : Acoustics — Software for the calculation of sound outdoors — Part 4: Recommendations for a quality assured implementation of the COMMISSION DIRECTIVE (EU) 2015/996 in software according to ISO 17534-1 », ISO. [https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/s\\_tandard/07/21/72115.html](https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/s_tandard/07/21/72115.html) (consulté le 1 mars 2022).