



HAL
open science

Observatoire du bruit ferroviaire en Ile de France – un outil de suivi de l'évolution du bruit dans le temps à partir d'une analyse fine des mesures acoustiques

Christophe Rosin, Matthieu Sineau, Jean-Philippe Regairaz, Théo Cordoliani

► To cite this version:

Christophe Rosin, Matthieu Sineau, Jean-Philippe Regairaz, Théo Cordoliani. Observatoire du bruit ferroviaire en Ile de France – un outil de suivi de l'évolution du bruit dans le temps à partir d'une analyse fine des mesures acoustiques. 16ème Congrès Français d'Acoustique, CFA2022, Société Française d'Acoustique; Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Apr 2022, Marseille, France. hal-03848439

HAL Id: hal-03848439

<https://hal.science/hal-03848439>

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^{ème} Congrès Français d'Acoustique
11-15 Avril 2022, Marseille

Observatoire du bruit ferroviaire en Ile de France – un outil de suivi de l'évolution du bruit dans le temps à partir d'une analyse fine des mesures acoustiques

C. Rosin ^a, M. Sineau ^b, J.-P. Regairaz ^c et T. Cordoliani ^a

^a SNCF Réseau, 10 rue Camille Moke, 93210 La Plaine Saint Denis, France

^b Bruitparif, 32 boulevard Ornano, 93200 Saint-Denis, France

^c SNCF Réseau, 6, avenue François Mitterrand, 93210 La Plaine Saint Denis, France

Dans le cadre de la mise en service du Grand Projet Ferroviaire Seine Normandie, un observatoire du bruit a été mis en place pour suivre la montée en charge des circulations de fret ferroviaire, ainsi que l'évolution du bruit dans le temps. Le monitoring acoustique est assuré par deux stations de mesure permanente, une analyse des indicateurs classiques d'exposition au bruit LAeq(6-22h) et LAeq(22-6h) est réalisée, complétée par une analyse de plusieurs autres indicateurs événementiels, en distinguant les différentes familles de circulation (Fret, TER, Transilien). Par ailleurs, le règlement européen UE 2019/774 relatif à l'application de la STI Bruit - wagons de marchandises existants impose à compter du 8/12/2024 des circulations de trains fret moins bruyants sur certains itinéraires appelés "Quieter routes". Le bénéfice attendu ne se limitera pas aux riverains de ces itinéraires mais permettra, par effet indirect un gain acoustique progressif sur l'ensemble des axes de fret ferroviaire français, lié à la modernisation ou au remplacement du parc de matériel en cours. L'observatoire du bruit a aussi comme finalité de quantifier les gains acoustiques apportés par les effets indirects de cette nouvelle réglementation.

1 Introduction

Pour répondre aux enjeux environnementaux de demain, la France s'est fixée des objectifs ambitieux dans le domaine du fret ferroviaire :

- Doublement du trafic fret d'ici 2030 ;
- Meilleure compétitivité du rail par rapport à la route (20 000 poids lourds de moins chaque année sur les routes, soit 425 000 tonnes de CO2 émises en moins).

Un Plan de relance du Fret a été mis en place, il vise à apporter un soutien aux opérateurs ferroviaires (en prenant 70% des péages à la charge de l'État), à soutenir le wagon isolé ainsi que le transport combiné, et à créer des autoroutes ferroviaires. La modernisation des infrastructures est un élément essentiel pour répondre aux objectifs, elle comprend l'amélioration du réseau ferroviaire et du triage, l'amélioration des zones portuaires, la digitalisation du fret, et l'attelage automatique.

Le Grand Projet Ferroviaire Seine Normandie mis en service le 12/03/2021 a consisté principalement à moderniser la ligne ferroviaire entre les villes Serqueux et Gisors. Les objectifs de ce projet étaient doubles :

- Créer un nouvel itinéraire fret pour renforcer la desserte ferroviaire du port du Havre : pour accompagner la croissance de ses activités et faire face à la concurrence des ports du nord de l'Europe, le Grand Port Maritime du Havre se dote de moyens pour mieux irriguer son arrière-pays. Cela passe par le développement des modes de transports massifiés au premier rang desquels figure le transport ferroviaire ;
- Offrir de la capacité supplémentaire pour les trains de marchandises entre les ports normands et la région parisienne : du fait de la croissance du transport de voyageurs et des travaux de rénovation du réseau, il était indispensable de disposer d'un itinéraire alternatif pour continuer à compter sur une desserte ferroviaire de qualité, avec des capacités suffisantes pour écouler le trafic entre Rouen et Paris, sans pénaliser les Grand Port Maritime de Rouen et du Havre.

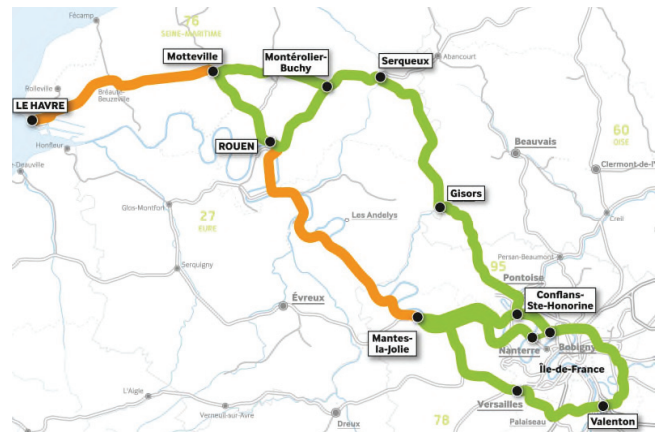


Figure 1 - Itinéraires de Fret ferroviaire entre Le Havre et Paris.

Pour ce projet, les travaux de modernisation ont été de natures très différentes : électrification, modification d'ouvrages d'arts, signalisation... Des protections acoustiques ont également été réalisées dans le périmètre du projet afin de diminuer l'impact des circulations sur les habitations riveraines de la ligne ferroviaire. Dans les secteurs les plus urbanisés, des écrans acoustiques ont été retenus, dans les secteurs où les habitations sont plus isolées, des travaux de protection de façades ont été proposés aux riverains.

Ce projet a fait l'objet d'une enquête publique qui s'est déroulée au printemps 2016, suivie d'une phase de consultation spécifique sur les principales communes concernées par les écrans acoustiques jusqu'à début 2017. Ces étapes ont fait ressortir des préoccupations fortes des riverains et de leurs élus quant aux nuisances sonores liées aux circulations ferroviaires.

Les travaux de protection acoustiques ont été réalisés entre 2018 et 2021.

1.1 Réglementation française dans le domaine du bruit, et doctrine SNCF Réseau

La réglementation française qui s'applique impose le respect de seuils de bruit variables selon les secteurs concernés (zone de travaux / hors zone de travaux), et seulement si le projet engendre une augmentation significative du bruit (cf. Décret n°95-22 du 9 janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres / Arrêté du 8

novembre 1999 relatif au bruit des infrastructures ferroviaires). En complément, SNCF Réseau veille à ce que le projet ferroviaire ne crée pas de nouveaux Points Noirs du Bruit (PNB), y compris sur les tronçons encadrants

En réponse aux impacts sonores engendrés par le projet tant pour les effets directs que pour les effets indirects, des actions de réduction du bruit ont été menées dans les secteurs concernés, permettant aussi de résorber une partie des PNB préexistants au projet.

1.2 Revendications fortes des riverains

Le projet de modernisation de la ligne entre le Havre et Paris vise à créer un itinéraire Fret alternatif aux itinéraires historiques. Aucune nouvelle gare de voyageurs et aucune augmentation du nombre de circulations de trains voyageurs s'arrêtant en gare ne sont prévues. De ce fait, pour les riverains, le projet n'apporte aucune offre ferroviaire supplémentaire.

Par ailleurs, le tracé de ce projet ferroviaire est parfois situé dans des secteurs initialement peu circulés, et où l'ambiance sonore était relativement calme (dite modérée). Les riverains de ces secteurs se sont focalisés sur la crainte d'être confronté en quelques années à des niveaux de bruit ferroviaire plus élevés.

1.3 Engagement de SNCF Réseau

Afin de renforcer la communication et la concertation auprès des riverains, et d'œuvrer à la réduction des nuisances sonores ferroviaires dans le périmètre du projet, SNCF Réseau a proposé, dans son mémoire en réponse à la présentation des observations et courriers reçus par la commission d'enquête, de mettre en place un Observatoire du bruit.

2 Bruit des trains de Fret, des progrès attendus

Le règlement européen UE 2019/774 relatif à l'application de la Spécification Technique d'Interopérabilité (STI) Bruit – wagons de marchandises existants impose à compter du 08/12/2024 :

- L'introduction d'itinéraires moins bruyants appelés « Quieter routes »: segments de voies ferrées de plus de 20 km avec plus de 12 circulations Fret de nuit sur la base du trafic moyen nocturne annuel de 2015 à 2017 ;
- Seule la circulation de trains équipés de semelles de freins plus performantes d'un point de vue acoustique (gain de 10dB, soit une perception de deux fois moins de bruit) est autorisée sur ces itinéraires.

Le **Grand Projet Ferroviaire Seine Normandie** n'est pas à ce jour identifié comme axe à moindre bruit. En revanche, il est attendu que cet axe ferroviaire bénéficie de l'effet indirect de l'application de cette réglementation européenne.

Pour être prêt en décembre 2024, les Entreprises Ferroviaires (EF) ont établi un programme de remplacement des semelles de freins plus performantes (retrofit) sur leur parc de matériel roulant, et de renouvellement de leurs

wagons, ceci afin de pouvoir circuler sur les routes moins bruyantes – même si celles-ci ne représentent qu'une partie de leurs itinéraires.

La carte suivante illustre les « Quieter routes » identifiées en Ile-de-France et les différents itinéraires de fret ferroviaire qui devraient bénéficier progressivement d'une amélioration sonore par effet indirect de la mise en application du règlement européen.

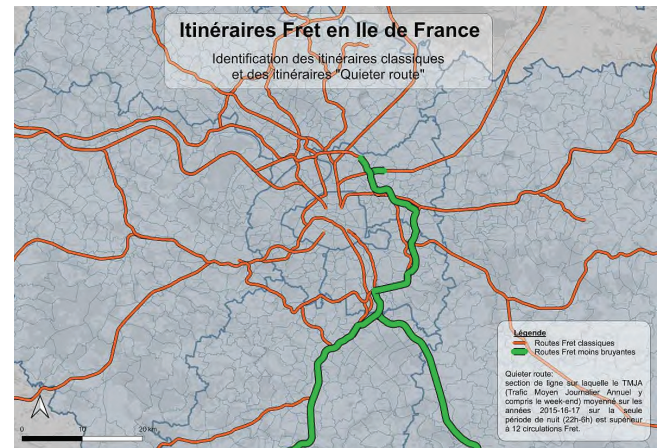


Figure 2 - Itinéraires de fret ferroviaire appelés « Quieter routes ».

3 Description de l'observatoire du bruit

L'Observatoire du bruit a pour principal objectif d'œuvrer à l'information des riverains et à la bonne application des mesures prises pour la diminution du bruit ferroviaire. Une autre ambition de cet Observatoire vise à mesurer le rythme des améliorations sonores apportées sur le matériel roulant.

3.1 La surveillance en continu du bruit ferroviaire par des mesures acoustiques

Deux stations de mesure sont installées en Ile de France sur les communes de Chars (95) et d'Herblay sur Seine (95).



Figure 3 - Photo de la station de mesure du bruit installée à Herblay sur Seine, le long des voies ferroviaires.

Les deux sites retenus permettent de suivre l'évolution sur deux secteurs différents. Les résultats sont transposables à des secteurs où les trafics sont similaires, et où les mesures auraient mis en évidence des résultats identiques vis-à-vis de l'évolution du bruit (écarts comparables). Toutefois, il est prévu de réaliser des mesures temporaires à la demande de certaines collectivités locales pour documenter d'autres sites.

La date officielle de la mise en service du projet ferroviaire est le 12 mars 2021. Les stations de mesures ont été installées dès janvier 2021.

3.2 Codage des événements sonores avec le trafic ferroviaire

La détection des événements sonores ferroviaires repose sur une règle de dépassement de seuil relatif de bruit dans le signal. L'apparition d'un événement acoustique correspond ainsi à un dépassement d'au moins 5 dB(A) du bruit de fond. Ce bruit de fond est calculé au moyen d'un indicateur statistique, le LA90, qui correspond au niveau sonore atteint ou dépassé 90% du temps pendant les 10 minutes précédant l'apparition de l'événement sonore. Afin d'exclure les pics de bruit intempestifs, un filtrage des événements détectés peut être opéré sur des critères de durée et de niveau atteint au cours de l'événement sonore. Une règle supplémentaire est également appliquée à l'événement sonore, le niveau de bruit au cours de l'événement doit avoir dépassé un seuil donné pendant une durée donnée, par exemple l'événement sonore doit avoir dépassé 60 dB(A) pendant 5 secondes consécutives. Tous les paramètres (seuil de dépassement, durée, LAm_{ax}) sont ajustés au cas par cas selon les spécificités de chaque site de mesure.

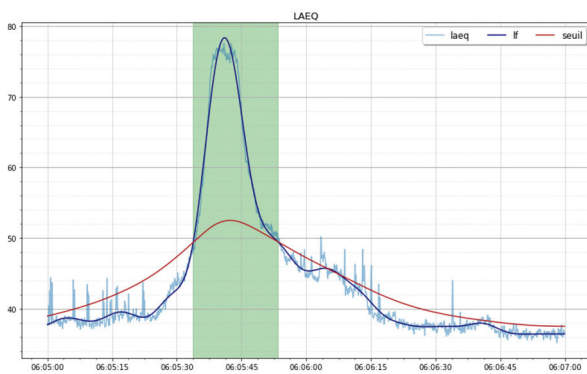


Figure 4 – Exemple de détection d'événement sonore.

La description du trafic ferroviaire est issue d'extractions du système BREHAT qui fournit des informations sur les passages de train en certains points particuliers du réseau comme des gares. Les données disponibles comprennent l'heure d'arrivée et de départ en gare pour les trains marquant un arrêt et l'heure de passage pour les trains sans arrêt en gare. Ces heures sont indiquées à la minute ronde (ex : 10h23). Elles comprennent également le sens de circulation du train, le type de motrice ainsi que sa catégorie (ou structure suiveuse). Seules les circulations ferroviaires espacées l'une de l'autre de plus de deux minutes peuvent être associées aux événements sonores détectés par la mesure. L'association est réalisée au plus proche temporellement.

3.3 Consultation en ligne des mesures et des indicateurs acoustiques

Les données sont disponibles sur un site internet accessible à tout public (<https://grand-projet-ferroviaire-seine-normandie.bruitparif.fr>) pour suivre l'évolution globale du bruit ferroviaire en temps réel au niveau des deux stations de mesures :

- Les données brutes pour visualiser les niveaux sonores chaque seconde ;
- Les indicateurs d'exposition au bruit ambiant par période (24h, diurne, nocturne), par jour de la semaine, par mois et par année.

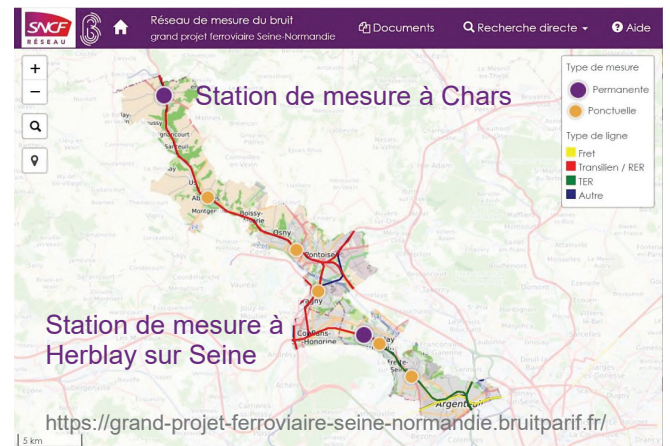


Figure 5 - Plateforme web pour accéder aux données.

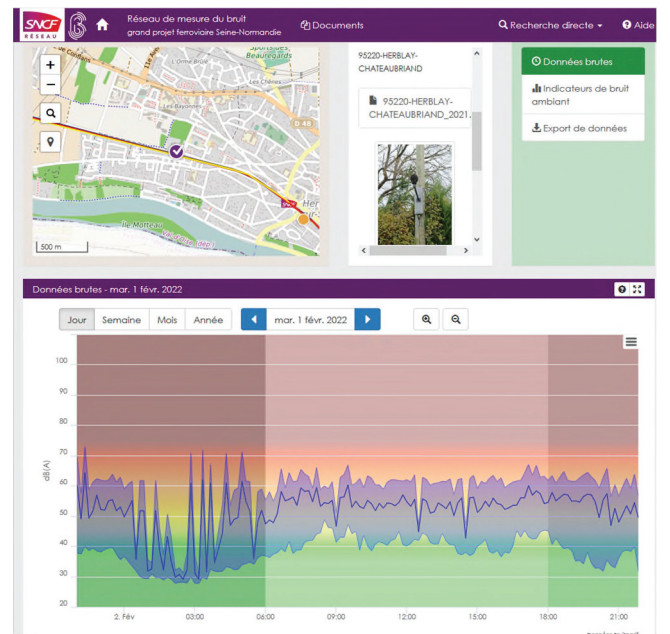


Figure 6 - Page web d'accès aux données brutes.

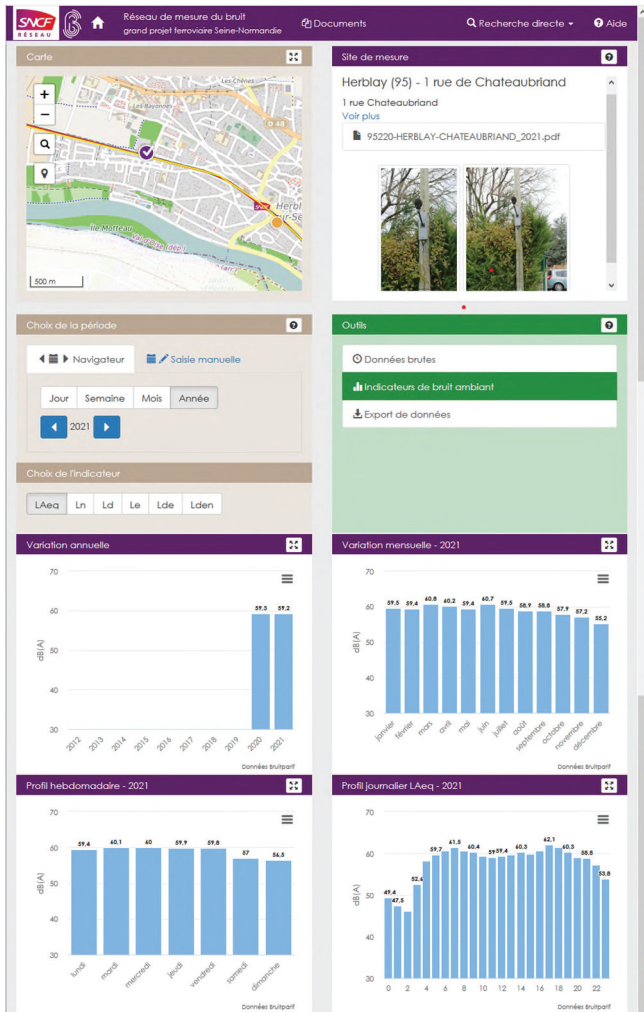


Figure 7 - Page web d'accès à l'évolution des indicateurs d'exposition au bruit.

4 Présentation des indicateurs suivis

Une analyse des résultats est réalisée tous les trimestres pour chacune des deux stations de mesures permanentes du bruit. De nombreuses informations sont présentées pour enrichir l'analyse stricte des indicateurs réglementaires. Ainsi, des informations sur le trafic ferroviaire sont diffusées, et cela pour les différents types d'exploitation (TER, Transilien, Fret...). Le traitement des données qui est réalisé de manière fine permet aussi de présenter des résultats sur le bruit de circulation ferroviaire au passage.

Dans la suite du document, des exemples de présentation des résultats sont affichés à partir de données issues uniquement du site de mesure d'Herblay sur Seine. Des analyses similaires sont réalisées sur le deuxième site localisé à Chars, mais elles ne sont pas présentées dans ce document.

4.1 Suivi du trafic ferroviaire

Les informations sur le trafic ferroviaire réellement observé sont présentées pour les périodes diurnes, nocturnes et 24h, et cela par famille de circulation (TER, Transilien, Fret et travaux).

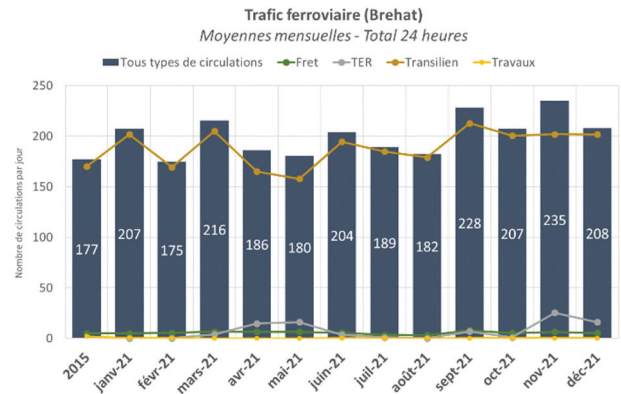


Figure 8 - Suivi mensuel du trafic ferroviaire par type de circulation.

Un graphique spécifique sur le suivi des circulations Fret est présenté (périodes diurnes, nocturne et 24h) pour suivre la montée en puissance de l'axe de Fret ferroviaire.

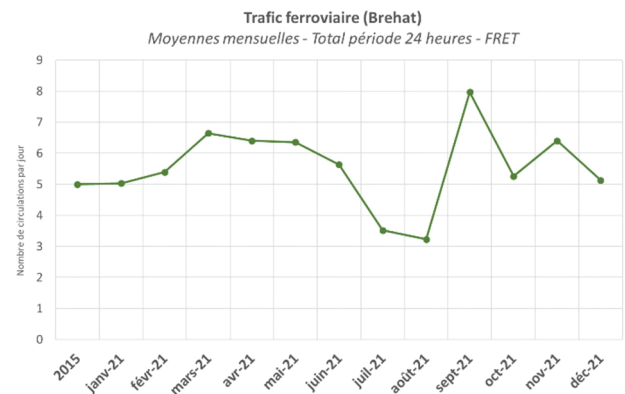


Figure 9 - Suivi mensuel du trafic Fret.

4.2 Indicateurs d'exposition au bruit

Les indicateurs d'exposition au bruit représentent les niveaux de bruit définis dans la réglementation française en vigueur, pour les deux périodes diurne et nocturne, et cela en considérant le bruit généré par l'ensemble des circulations ferroviaires observées. Ces indicateurs sont présentés avec une référence informative correspondant aux valeurs des objectifs à respecter en cas des dépassements des seuils PNB.

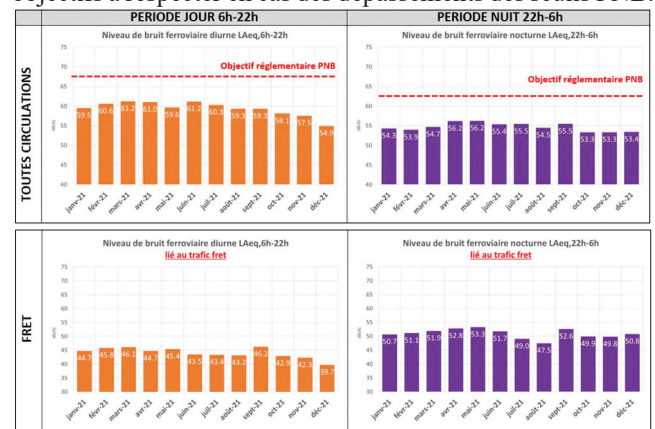


Figure 10 - Évolution mensuelle des indicateurs d'exposition au bruit ferroviaire LAeq,6-22h et LAeq,22h-6h (indicateurs réglementaires).

Les indicateurs d'exposition au bruit des circulations Fret sont calculés et également présentés.

4.3 Indicateurs de bruit au passage

Indicateurs retenus : LA_{max} / LA_{eq,evt}

Les bruits au passage (appelés aussi Pics de Bruit) peuvent être caractérisés de différentes manières, il existe donc des indicateurs différents pour les interpréter (LA_{eq,event}, LA_{max}, SEL, Number Above...). Dans le domaine du bruit ferroviaire, deux indicateurs sont généralement retenus pour caractériser les bruits au passage. Ces deux indicateurs sont LA_{eq,event}, LA_{max}, l'Observatoire du bruit présente les résultats pour ces deux indicateurs. Dans la suite du document, différents graphiques sont présentés avec uniquement l'indicateur LA_{eq,event}, accompagné d'une analyse succincte effectuée sur les résultats de l'année 2021.

Exemple d'analyse des résultats

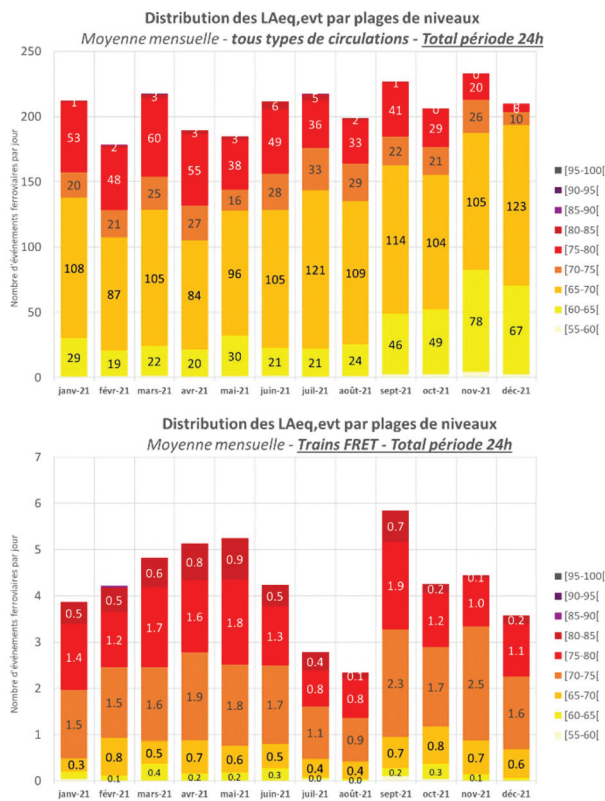


Figure 11 - Représentation mensuelle des niveaux de bruit ferroviaire au passage LA_{eq,event} par plage de niveaux.

Les graphiques ci-dessus représentent l'évolution du bruit par plage de niveaux sonores. Outre le fait que le nombre d'événements sonores mesurés est variable selon les mois, on observe également une tendance à la diminution des niveaux sonores les plus élevés sur le dernier trimestre 2021, pour l'ensemble des circulations ferroviaires et pour les trains Fret.

Une autre représentation est celle dite de la Boîte à moustaches ou Box plot, elle permet d'observer la dispersion des niveaux de bruit des trains au passage. Les niveaux de bruit médians sur l'année 2021 en LA_{eq,evt} sont de l'ordre

de 68 dB(A) toutes circulations ferroviaires confondues et de l'ordre de 74 dB(A) pour les trains Fret. Globalement, les dispersions semblent être relativement stables dans le temps pour les circulations Fret ; elles sont stables à partir de juillet 2021 tous mouvements confondus. Des écarts entre les niveaux min et max d'environ 25 dB sont observés pour les circulations Fret, allant jusqu'à 45dB tous mouvements confondus.

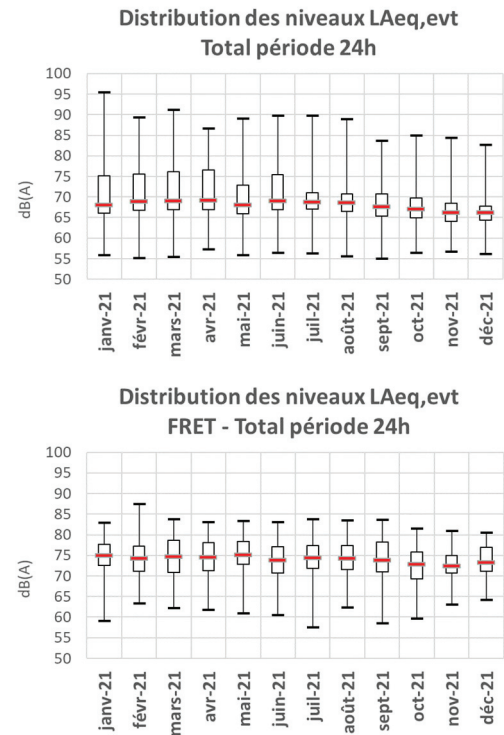


Figure 12 - Représentation des niveaux de bruit ferroviaire au passage LA_{eq,event} en box plot, par période mensuelle.

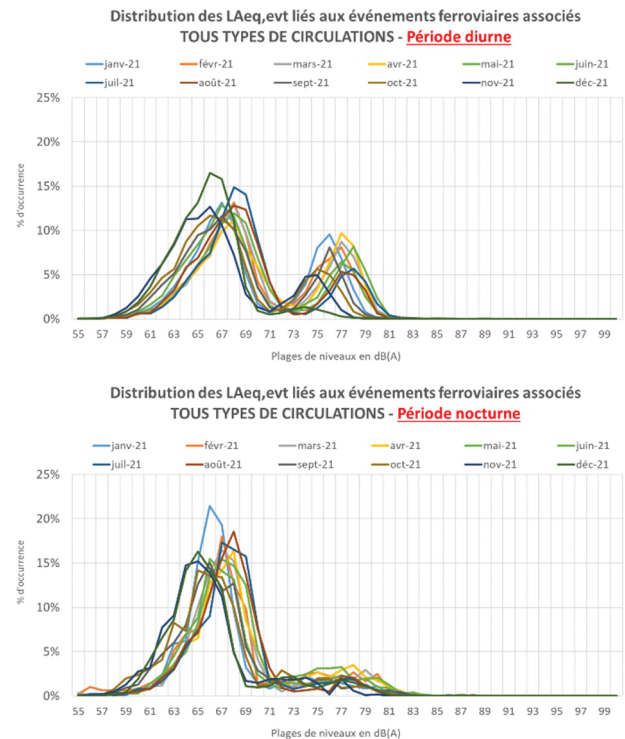


Figure 13 - Distribution des niveaux de bruit ferroviaire au passage LA_{eq,event}, par période mensuelle.

Un troisième type de graphique est présenté pour afficher la distribution des niveaux de bruit ferroviaire au passage LAeq,event. Toutes circulations confondues, on observe deux bosses (distribution bimodale) en période diurne, qui représentent deux grandes familles de bruit. En période nocturne, seule la bosse (unimodale) située à gauche est présente, ce qui signifie que les niveaux sonores les plus importants observés de jour ne sont pas présents de nuit.

Le dernier graphique présenté est le plus complet puisqu'il affiche les niveaux sonores mesurés pour chaque passage de train. La représentation permet de discriminer les familles de trains, avec le suivi de l'évolution temporelle.

Niveaux LAeq,event des événements sonores ferroviaires par catégories de circulations

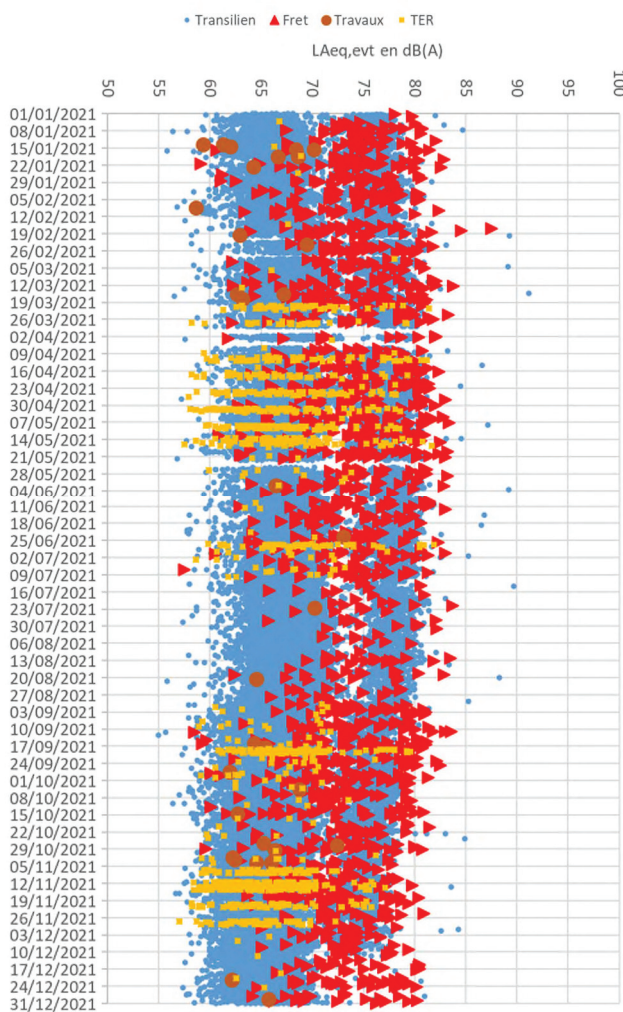


Figure 14 - Représentation de tous les niveaux de bruit ferroviaire au passage LAeq,event, par catégorie de circulation, avec évolution dans le temps.

Dans cette représentation, on observe deux familles de bruit générés par les trains Transilien, qui traduisent des vitesses, des sens de circulations ou des matériels roulants différents. Les trains Fret présentent une grande variabilité de niveaux sonores, avec pour la plupart d'entre eux un niveau de bruit équivalent à celui des Transilien les plus bruyants.

5 Conclusion

Dans le cadre du Grand Projet Ferroviaire Seine Normandie, un Observatoire du bruit a été mis en place pour donner des informations détaillées sur les niveaux de bruit des circulations ferroviaires. Cet Observatoire est composé de deux stations permanentes de mesure du bruit. Les données brutes produites par ces stations sont disponibles en temps réel au sein d'un site internet accessible à tous. De nombreux indicateurs d'exposition au bruit ou de bruit au passage sont calculés et présentés à l'aide de graphiques variés. Une première analyse est réalisée sur la première année d'observation, notamment pour les circulations de trains Fret.

Le suivi des résultats de cet Observatoire dans le temps vise d'une part à examiner et à présenter de manière transparente l'évolution du bruit durant la montée en charge des circulations de Fret ferroviaire sur l'axe considéré, et d'autre part à suivre l'amélioration sonore liée à la mise en application du règlement européen sur les « Quieter routes ».

Références

- [1] Décret n°95-22 du 9 janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres (1995).
- [2] Arrêté du 8 novembre 1999 relatif au bruit des infrastructures ferroviaires (1999).
- [3] Règlement d'exécution (UE) 2019/774 de la Commission du 16 mai 2019 modifiant le règlement (UE) n° 1304/2014 en ce qui concerne l'application de la Spécification Technique d'Interopérabilité (STI) relative au sous-système « Matériel roulant-bruit » aux wagons de marchandises existants (2019).
- [4] Loi d'Orientation des Mobilités (LOM) n°2019-1428 du 24 décembre 2019 - art. 90 (2019).
- [5] Avis du Conseil National du Bruit du 7 juin 2021 sur les pics de bruit des infrastructures ferroviaires (2021).