



ENQUÊTE PILOTE SUR LA GÊNE DUE AU BRUIT FERROVIAIRE

BRUITPARIF

Centre d'évaluation technique de
l'environnement sonore
en Île-de-France

www.bruitparif.fr



CONTEXTE DE SANTÉ PUBLIQUE, COÛT SOCIAL

- ⇒ **Le bruit = problématique émergente de santé publique**
- ⇒ Impacts sanitaires à court et long terme : gêne en réaction immédiate au bruit, troubles du sommeil, dégradation de la santé mentale, de la qualité de vie et du bien-être, troubles cardio-vasculaires, troubles métaboliques, troubles du développement cognitif
- ⇒ 1 million d'années de vie en bonne santé perdues par an en Europe (OMS, 2018)
- ⇒ 147 milliards d'euros de coût social par an en France (ADEME, 2021)

En France :

- ➔ 1,4 millions de personnes seraient très fortement gênées par le bruit ferroviaire
- ➔ 700 000 personnes seraient perturbées dans leur sommeil
- ➔ 11 milliards d'euros pour le bruit ferroviaire

En Île-de-France :

- ➔ 10% des Franciliens citent les circulations ferroviaires comme l'une des trois sources de bruit et de nuisances sonores qui les ont le plus gênés à leur domicile au cours des 12 derniers mois (étude CREDOC Bruitparif à paraître)
- ➔ 1,8 millions d'individus exposés à plus de 54 dB(A) en Lden (objectif OMS)
- ➔ 100 000 individus exposés à plus de 73 dB(A) en Lden (valeur limite réglementaire)
- ➔ 3,8 milliards d'euros (9 % du coût social en Île-de-France)

CONTEXTE LÉGISLATIF

2017 : Mise en circulation des nouvelles Lignes à Grande Vitesse en Bretagne (BPL) et Nouvelle Aquitaine (SEA)

Plaintes des riverains alors que les seuils de bruit réglementaires ne sont pas dépassés

→ Mise en évidence d'une inadéquation entre les indicateurs de bruit et la gêne ressentie (rapport CGEDD de 2019)

2019 : Publication de la LOM (Loi d'Orientation des Mobilités)

→ Article 90 : nécessité de préciser les modalités d'évaluation des nuisances sonores liées aux circulations ferroviaires en matière d'intensité et de répétitivité

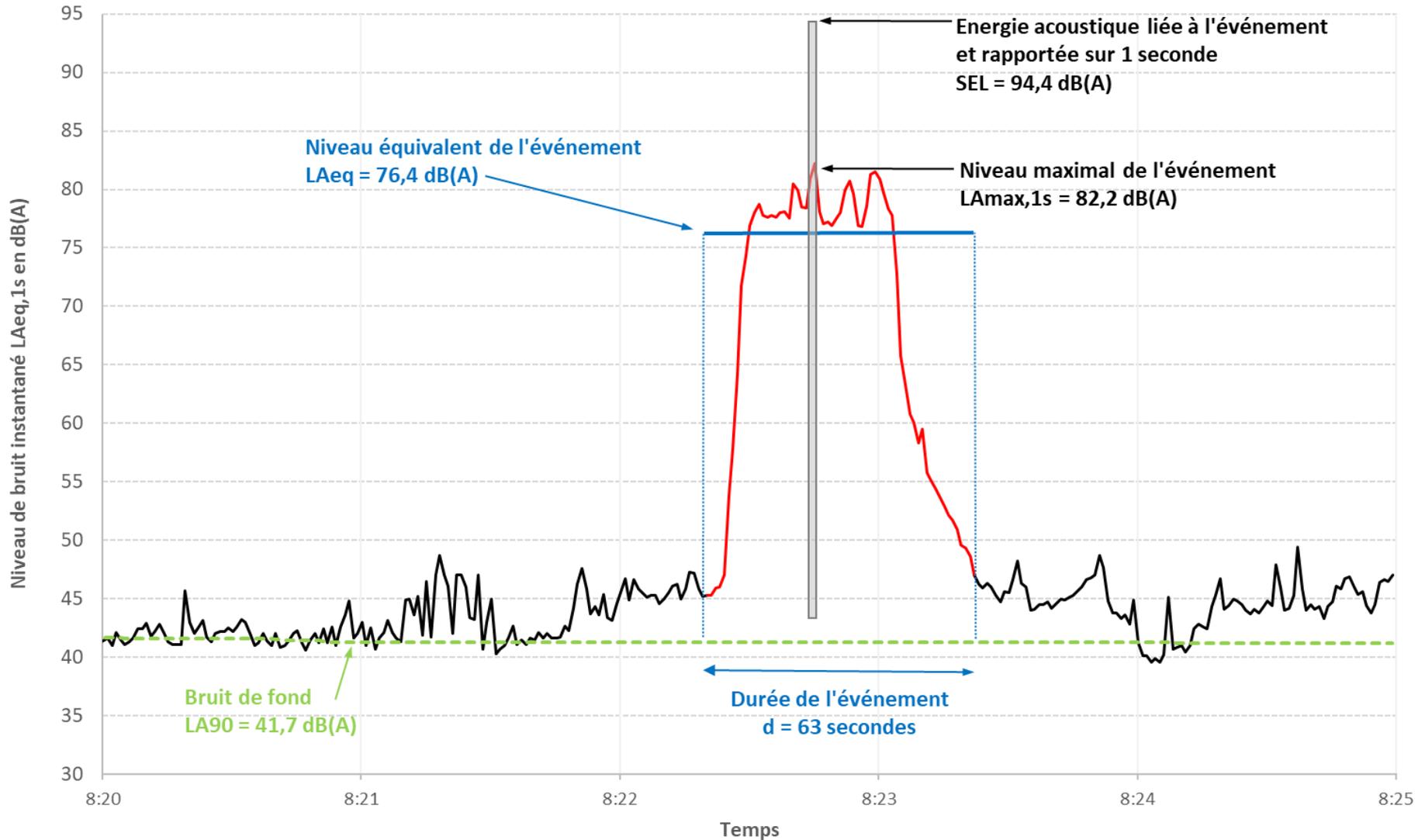
Saisine du CNB par le Ministère de la Transition Ecologique pour rendre un avis sur les pics de bruit

→ Des travaux pour lister les descripteurs acoustiques utilisés pour caractériser le bruit ferroviaire mais pas de consensus sur des indicateurs complémentaires ou sur un indicateur synthétique

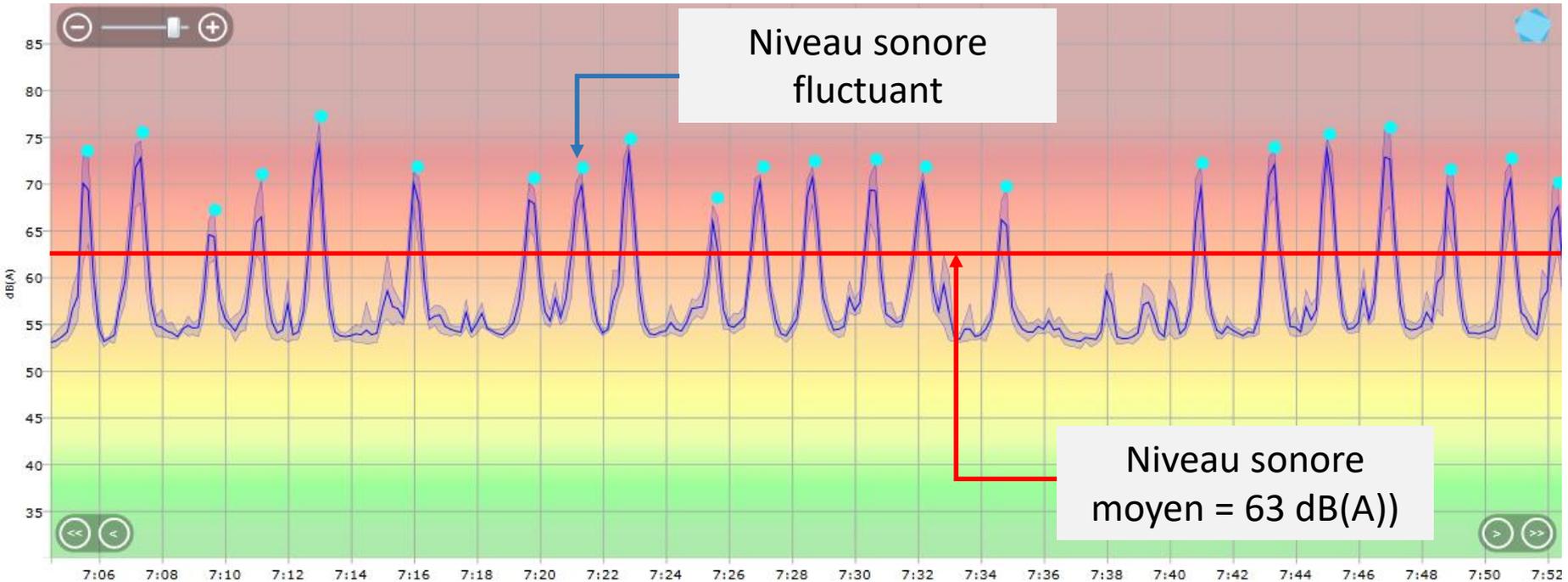
NÉCESSITÉ D'ENQUÊTES SUR LA GÊNE LIÉE AU BRUIT DES CIRCULATIONS FERROVIAIRES POUR MIEUX COMPRENDRE LES FACTEURS ACOUSTIQUES D'INFLUENCE DE LA GÊNE

DESCRIPTEURS DE BRUIT FERROVIAIRE

Indicateurs acoustiques caractéristiques d'un événement sonore



LES INDICATEURS UTILISÉS DANS LA RÉGLEMENTATION



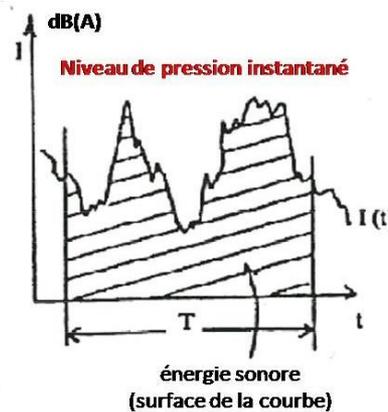
$L_{Aeq,T}$ (Level A equivalent)

niveau sonore équivalent

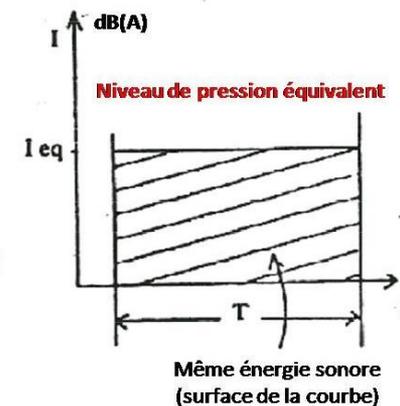
→ L_{day} (L_d) = $L_{Aeq,6-18h}$

→ $L_{evening}$ (L_e) = $L_{Aeq,18-22h}$

→ L_{night} (L_n) = $L_{Aeq,22-6h}$



→
Moyenne énergétique



LA PROBLÉMATIQUE DES INDICATEURS

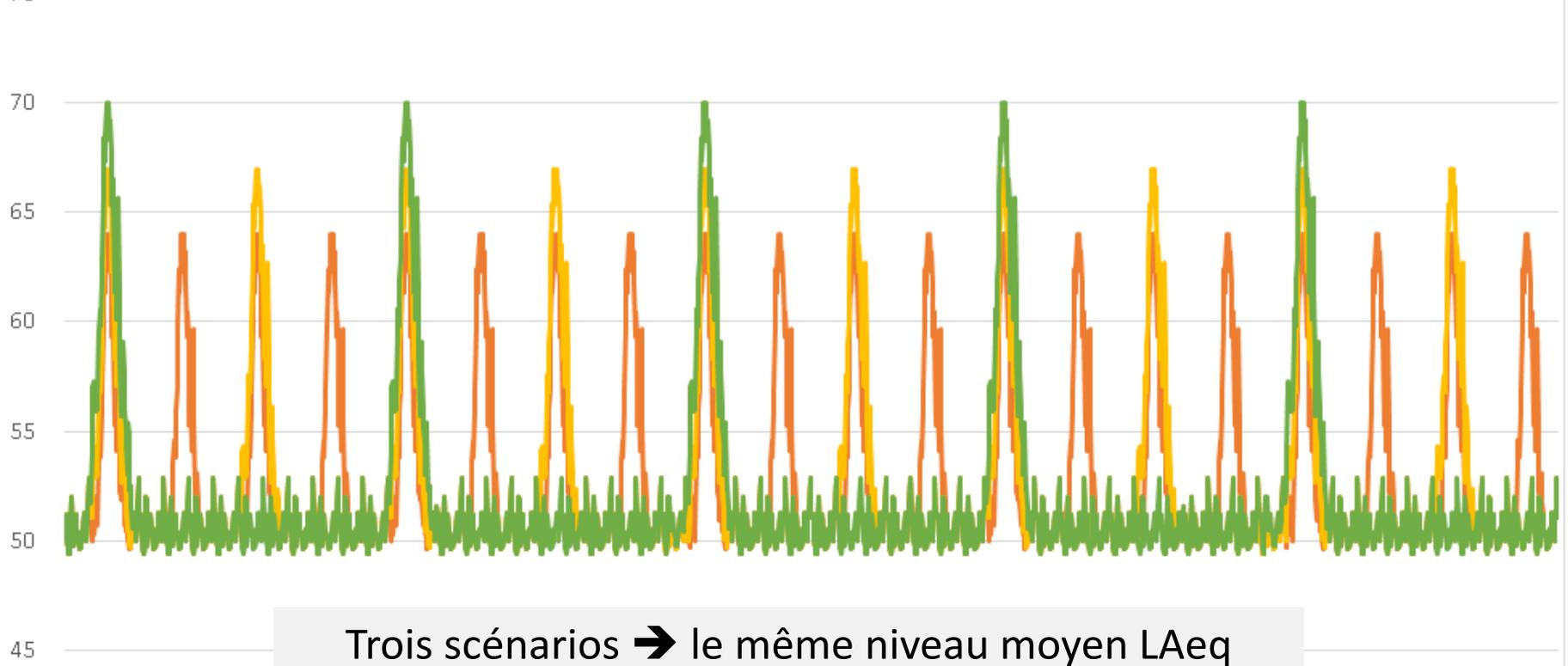
5 passages à $L_{Amax} = 70$ dBA représentent un niveau moyen $L_{Aeq} = 56$ dBA

\Leftrightarrow

10 passages à $L_{Amax} = 67$ dBA représentent un niveau moyen $L_{Aeq} = 56$ dBA

\Leftrightarrow

20 passages à $L_{Amax} = 64$ dBA représentent un niveau moyen $L_{Aeq} = 56$ dBA



OJECTIFS INITIAUX DE L'ENQUÊTE PILOTE

⇒ Quels sont les facteurs acoustiques d'influence de la gêne instantanée liée au bruit des circulations ferroviaires ?

⇒ Quels paramètres acoustiques peuvent être utilisés a priori (niveau sonore, durée...)

⇒ Quels sont les paramètres non-acoustiques : sensibilité au bruit, contexte, état physiopathologique...

Enquête pilote → étape préliminaire destinée à élaborer et tester des outils d'évaluation

MÉTHODOLOGIE D'ENQUÊTE

Enquête en deux volets :

- Un **questionnaire général** :
 - Informations sur les participants (sexe, âge...)
 - Ressenti vis-à-vis du quartier
 - Ressenti vis-à-vis du bruit
 - Représentation de la source
- Un **carnet de bord** permettant de consigner les niveaux de gêne instantanée :
 - Heure précise de passage, lieu, ouverture des fenêtres
 - Facteurs acoustiques d'influence de la gêne
 - Note de gêne instantanée globale de 1 (gêne la plus faible) à 10 (gêne la plus forte)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|--------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------|-------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------|
| <p>Date :</p> <p>Heure :</p> <p>Lieu :</p> <p>Etat des fenêtres : <input type="checkbox"/> Ouvertes <input type="checkbox"/> Fermées <input type="checkbox"/> Non concerné(e)</p> | <p>Activité :</p> <p><input type="checkbox"/> Précisez :</p> <p><input type="checkbox"/> Notation des trains uniquement</p> <p>Type de train :</p> <p><input type="checkbox"/> RER <input type="checkbox"/> Autre :</p> <p><input type="checkbox"/> TER <input type="checkbox"/> Passage de 2 trains</p> <p><input type="checkbox"/> Fret <input type="checkbox"/> Je ne sais pas</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Commentaire libre :</p> | <p>INTENSITE</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="background-color: black; color: white;">Faible</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td style="background-color: black; color: white;">Forte</td> </tr> </table> <p>DUREE</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="background-color: black; color: white;">Courte</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td style="background-color: black; color: white;">Longue</td> </tr> </table> <p>TONALITE</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="background-color: black; color: white;">Grave</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td style="background-color: black; color: white;">Aigue</td> </tr> </table> <p>SURVENUE</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="background-color: black; color: white;">Soudaine</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td style="background-color: black; color: white;">Progressive</td> </tr> </table> <p>VIBRATIONS</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="background-color: black; color: white;">Faibles</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td style="background-color: black; color: white;">Fortes</td> </tr> </table> | Faible | <input type="checkbox"/> | Forte | Courte | <input type="checkbox"/> | Longue | Grave | <input type="checkbox"/> | Aigue | Soudaine | <input type="checkbox"/> | Progressive | Faibles | <input type="checkbox"/> | Fortes |
| Faible | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Forte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Courte | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Longue | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Grave | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Aigue | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Soudaine | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Progressive | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Faibles | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Fortes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Note de gêne globale due au bruit du train :</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #008000; color: white;">□</td> <td style="background-color: #90EE90; color: white;">□</td> <td style="background-color: #FFFF00; color: white;">□</td> <td style="background-color: #FFD700; color: white;">□</td> <td style="background-color: #FFD700; color: white;">□</td> <td style="background-color: #FFA500; color: white;">□</td> <td style="background-color: #FF4500; color: white;">□</td> <td style="background-color: #FF0000; color: white;">□</td> </tr> </table> | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

MÉTHODOLOGIE D'ENQUÊTE

Choix d'un site pilote :

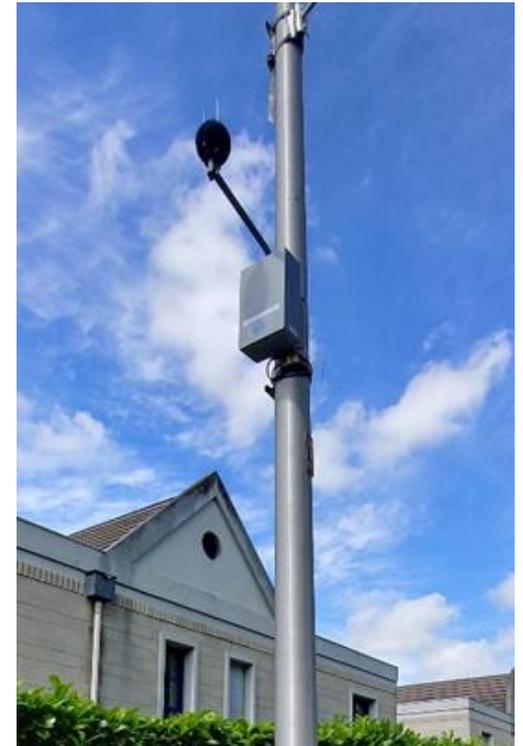
- Localisation en **Île-de-France**
- **Exposition quasi-exclusive** à du bruit dû **au trafic ferroviaire**,
- **Densité de population relativement forte** avec logements collectifs,
- **Diversité de circulations ferroviaires** (Transilien, TER, Fret) avec un trafic moyen de l'ordre de 200 à 300 trains par jour et avec des circulations nocturnes.
- **Non contigu d'une gare**
- **Non protégé par des protections acoustiques à la source** (écran, merlon...)

Site pilote → **VILLEMOISSON SUR ORGE (91)**



RÉALISATION DE L'ENQUÊTE

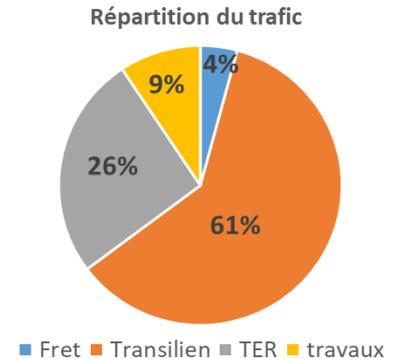
- Réalisation de l'enquête entre le 15 juin et le 15 juillet 2021 en porte à porte après information par courriers, affichage, tractage
 - **Neuf répondants** (10% de retours positifs) sur les **questionnaires**
 - **Un seul répondant sur le carnet de bord**
- Influence probable du Covid sur l'acceptabilité de l'enquête par les riverains
- Mesures du bruit réalisées simultanément dans l'environnement (5 stations)
- Données de trafic ferroviaire fournies par SNCF-Réseau
- ➔ Objectif : **associer les notes** de gêne instantanée et les notes d'appréciation des facteurs acoustiques **avec les caractéristiques acoustiques des événements** mesurés dans l'environnement



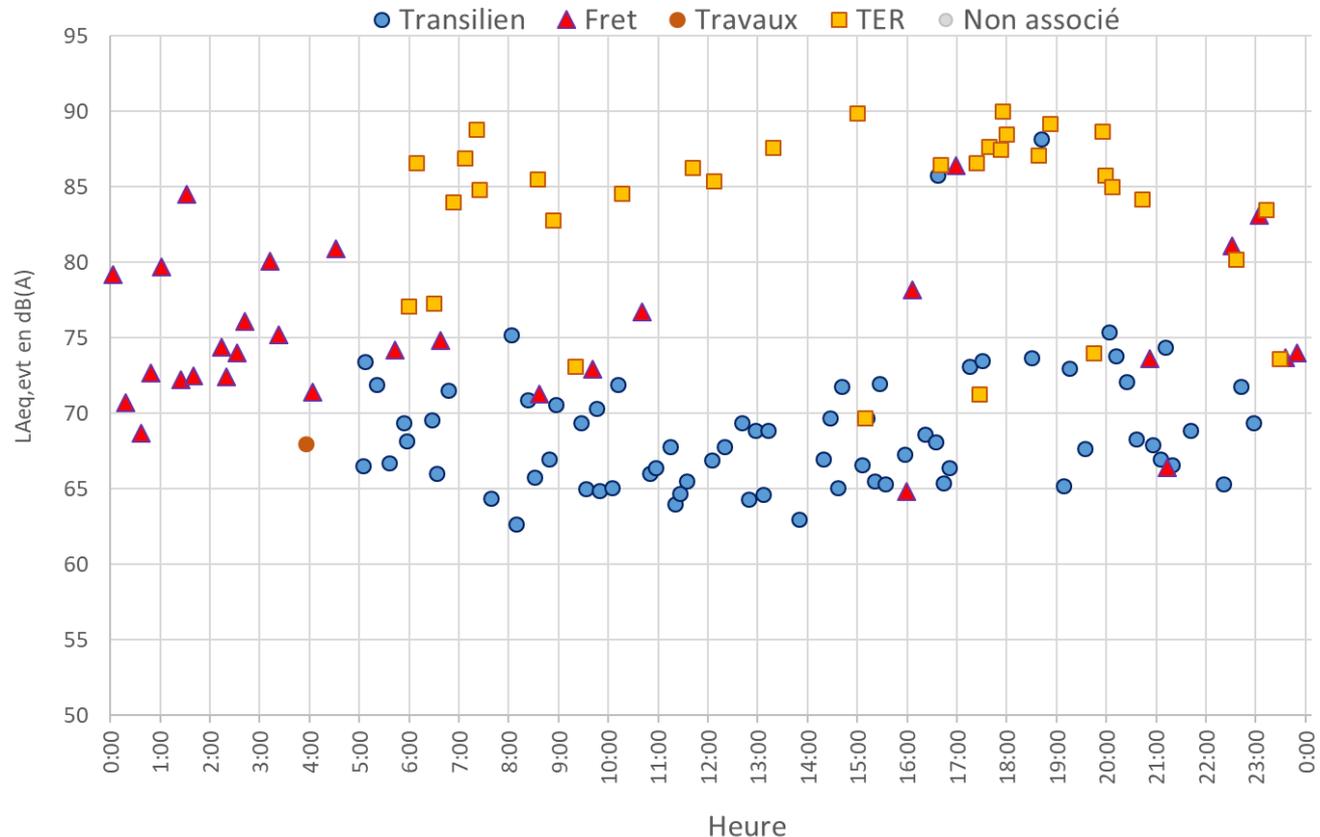
Exemple de station temporaire de mesure du bruit

TRAFIC FERROVIAIRE ET MESURES DE BRUIT

- ➔ Trafic ferroviaire sur le site pilote : de l'ordre de **260 trains par jour** (230 en période diurne et 30 en période nocturne)
- ➔ **20 % de trains Fret en période nocturne**
- ➔ Variabilité de 25 à 30 dB(A) entre les différents trains
- ➔ Les trains les plus bruyants sont les TER et les trains Fret



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



Exemple de journée sur une station de mesure à proximité des voies



Un point = un événement sonore ferroviaire détecté et associé à une circulation dans les fichiers de trafic Brehat

RÉSULTATS DES QUESTIONNAIRES

- **Les participants répondent spontanément que leur quartier est calme,** tranquille, qu'ils s'y sentent en sécurité et qu'il est bien desservi par les transports en commun
- **Un seul des neuf participants** répond spontanément que **le quartier est bruyant à cause de la voie ferrée**
- **Ce sont les bruits de transports et les bruits de voisinage qui gênent le plus les participants,** les bruits du trafic ferroviaire étant ceux qui gênent le plus les riverains alors que le bruit du trafic routier induit une gêne plus légère
- Les riverains **les plus gênés sont ceux qui habitent sur le site depuis le moins longtemps** (moins d'un an)
- À la question « Si vous deviez **classer les critères** du plus gênant au moins gênant lors du passage des trains, quels sont les 3 critères que vous retiendriez ? » :
 - Le critère « **Intensité** du bruit des passages de trains » revient le plus souvent en première position comme critère **le plus gênant**
 - Le critère « **Soudaineté** du bruit des passages de trains » semble se détacher comme critère **le moins gênant**

RÉSULTATS DES QUESTIONNAIRES

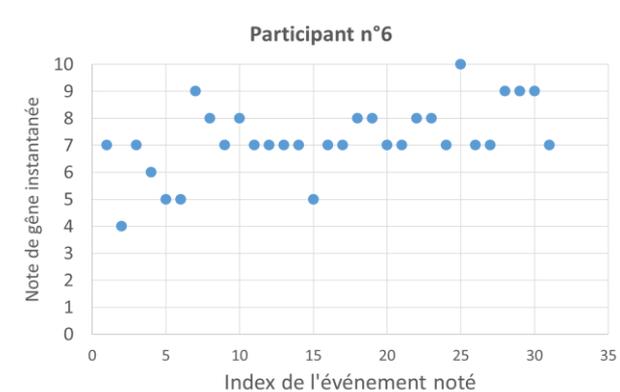
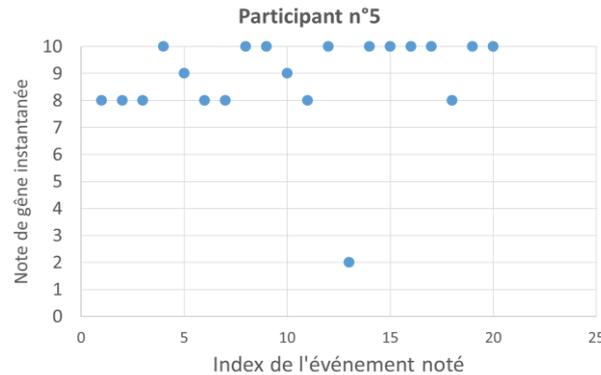
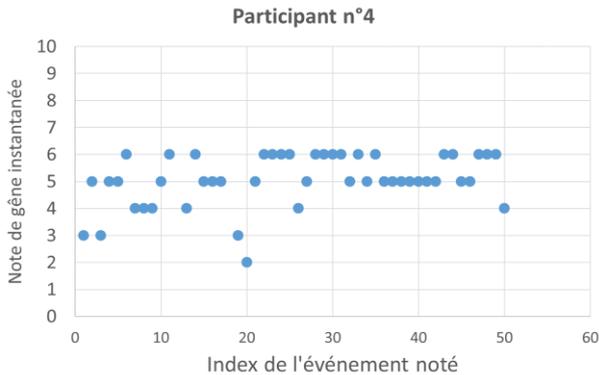
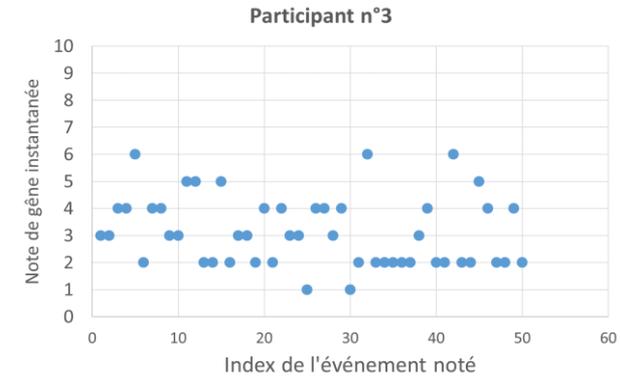
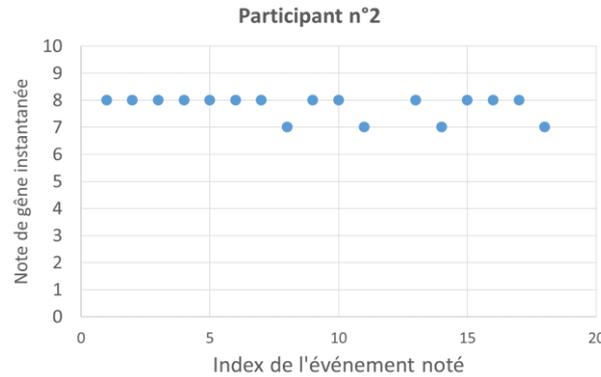
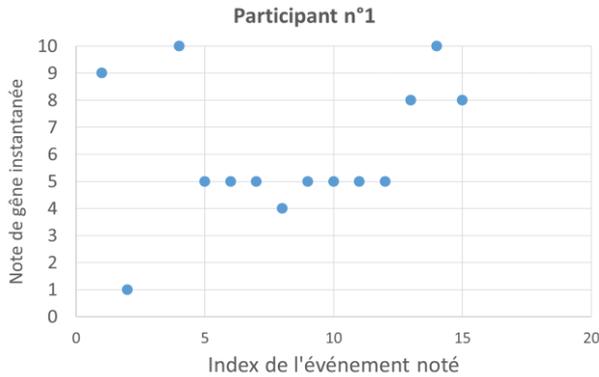
- Les activités pour lesquelles les participants à l'enquête sont le plus gênés sont : suivre une conversation en face à face ou au téléphone ; écouter la radio ou de la musique et regarder la télévision
- 60 % des participants de l'enquête déclarent fermer régulièrement leurs fenêtres à cause du bruit des trains. Les riverains se déclarant peu ou moyennement gênés déclarent également des perturbations et adoptent des comportements adaptatifs
- Concernant l'appréciation relative des différentes caractéristiques acoustiques par rapport au nombre de passages de trains, les participants privilégient **des passages de trains moins bruyants plutôt qu'une diminution du nombre de trains**
- Concernant les solutions de réduction du bruit, aucune proposition ne se détache :
 - **Un tiers des participants ne désirent pas l'installation d'un écran anti-bruit** car cela leur « gâcherait le paysage »
 - **La moitié des participants estime qu'il n'est pas souhaitable de réduire le nombre de passages de trains ou leur vitesse** car cela impacterait la desserte de la ligne
 - Un tiers des participants estiment que **l'isolation acoustique de façade n'est pas une bonne solution**

SITE PILOTE COMPLÉMENTAIRE

- Un deuxième site pilote réalisé à **Montgeron** (91) fin 2021
- **6 participants** habitant des pavillons à la même distance des voies (30 mètres)
- **330 trains par jour** dont 50 en période nocturne, environ 25 trains de Fret par nuit
- Environ **30 passages de trains notés par participant**, soient 180 passages au total
- Les questionnaires généraux donnent des tendances proches du premier site :
 - Les personnes habitant depuis moins de 2 ans sur site (50% des participants) se déclarent plus gênés par le bruit que les autres
 - Le critère « intensité » du bruit est celui qui ressort en premier critère d'influence de la gêne, suivi du nombre de passages, la « soudaineté » est celui qui ressort en dernier
- ➔ Premiers enseignements sur les carnets de bord :
 - **Difficultés d'horodatage des passages de trains** et par conséquent d'association avec les mesures de bruit
 - Difficultés pour les participants à **comprendre la signification des facteurs acoustiques d'influence** de la gêne et à les évaluer
 - Mauvaise période d'enquête selon les participants

SITE PILOTE COMPLÉMENTAIRE – PREMIERS ÉLÉMENTS

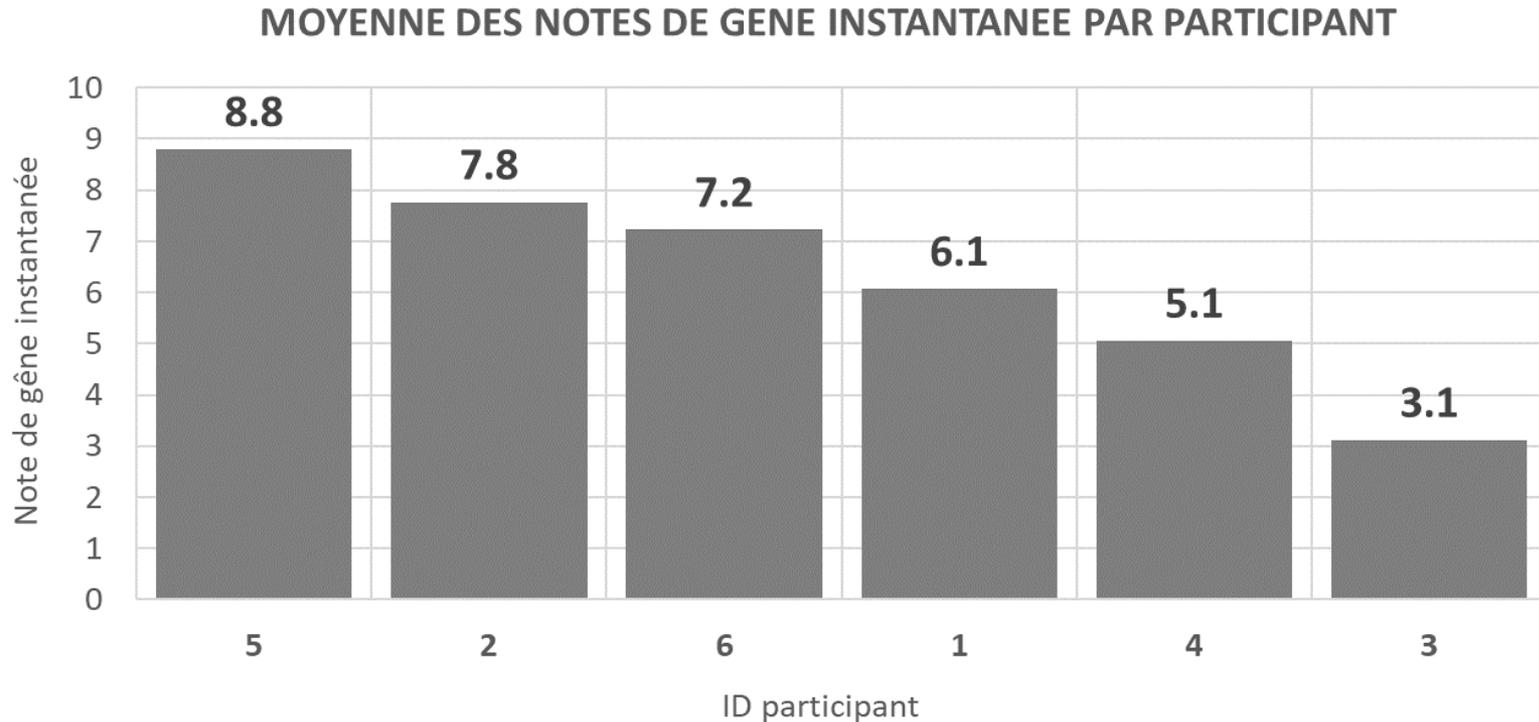
➤ Notes de gène instantanée par participant



- Une dynamique très variable des notes de gène instantanée selon les individus
- Une large amplitude des notes de gène d'un individu à l'autre malgré une exposition au bruit ferroviaire similaire pour l'ensemble des participants

SITE PILOTE COMPLÉMENTAIRE – PREMIERS ÉLÉMENTS

➤ Notes moyennes de gêne instantanée par participant

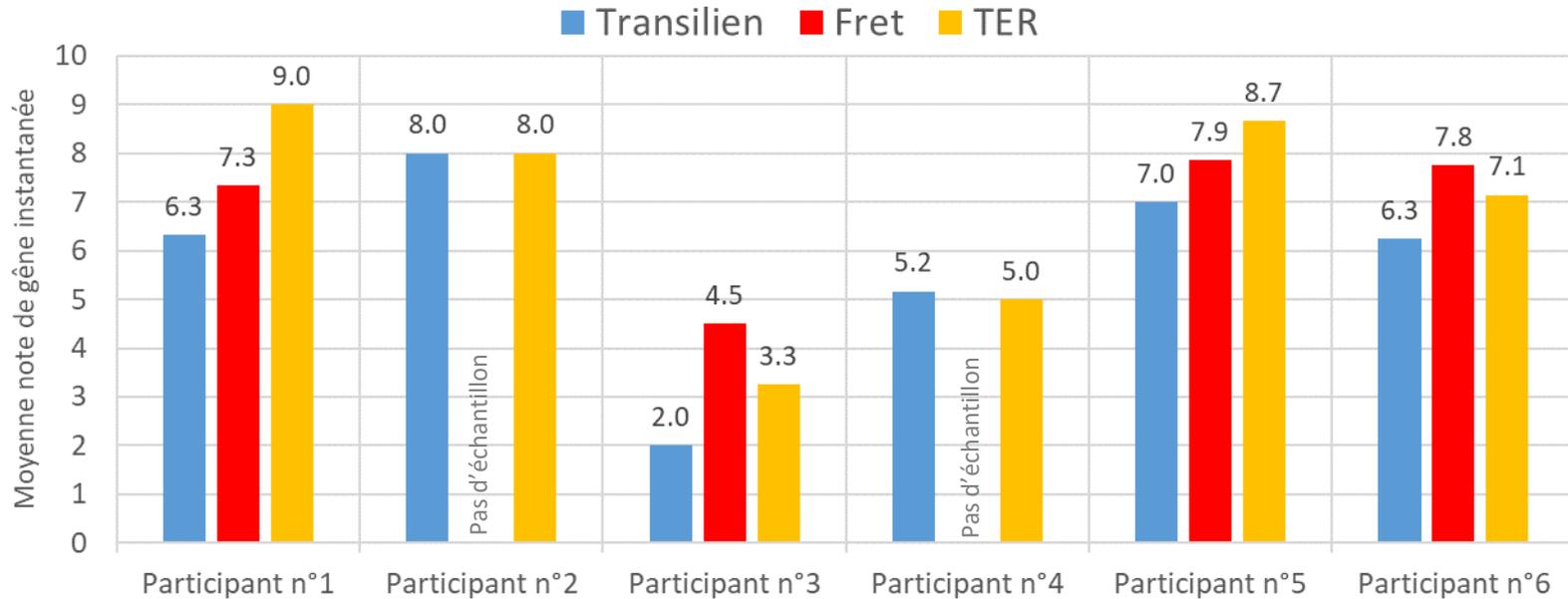


- ➔ Malgré des expositions au bruit ferroviaire similaires, des notes moyennes de gêne instantanée différentes selon les participants
- ➔ La personne qui habite depuis le moins longtemps sur le site est celle qui a donné les notes de gêne les plus élevées
- ➔ Les trois personnes qui habitent depuis le plus longtemps sur le site (plus de 10 ans) ont donné les notes de gêne les moins élevées

SITE PILOTE COMPLÉMENTAIRE – PREMIERS ÉLÉMENTS

- **Moyenne des notes de gêne instantanée** par participant après association aux événements sonores ferroviaires mesurés et aux données de trafic ferroviaire (environ 50% d'association possible avec les données fournies par SNCF-Réseau)

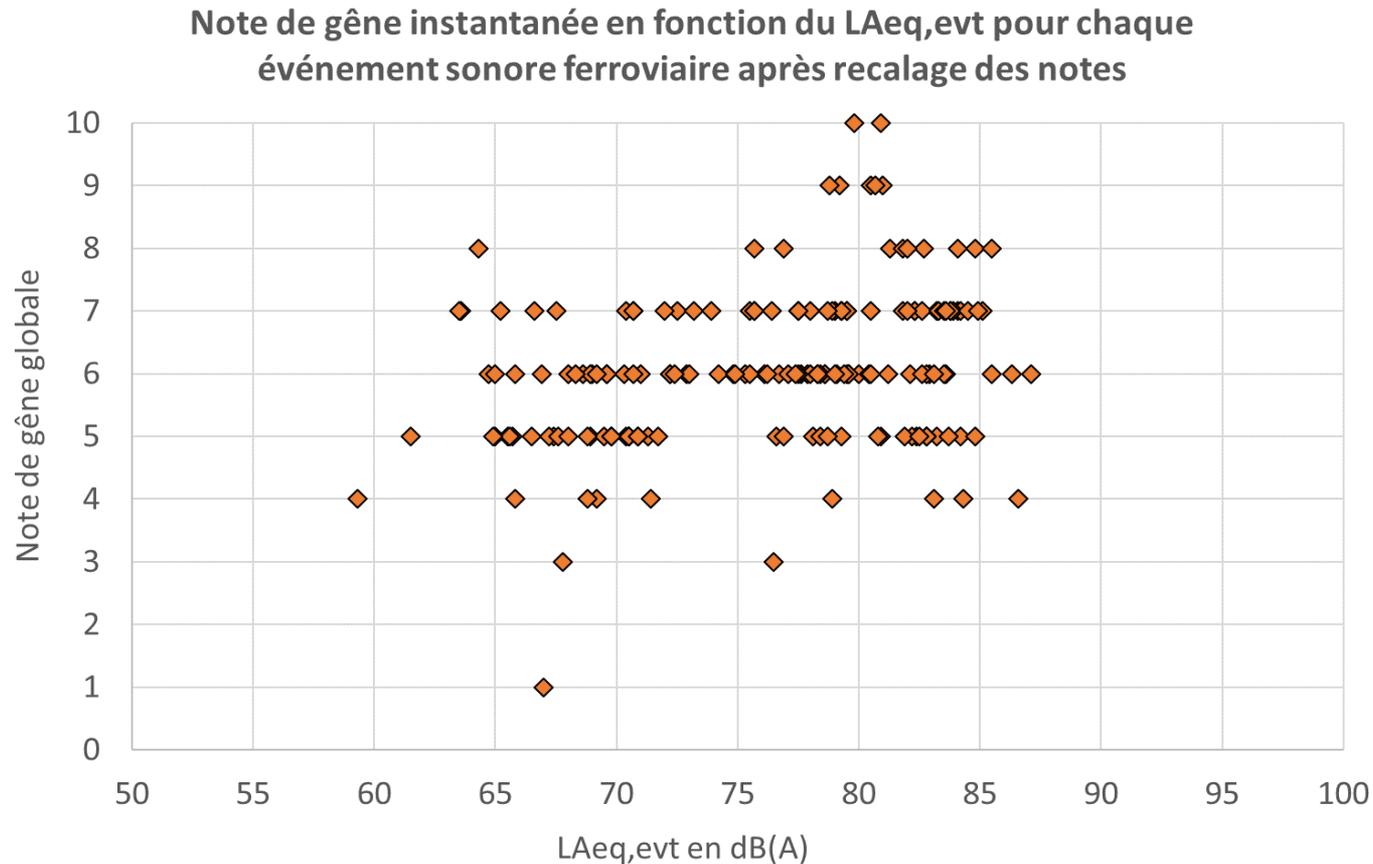
Moyenne des notes de gêne instantanée par participant et par catégorie de train



- ➔ **Les trains TER et Fret ont tendance à être associés à de plus fortes notes de gêne instantanée**
- ➔ À ce stade pas de tendance nette de liens entre les notes de gêne, les notes sur les facteurs acoustiques et les descripteurs usuels mesurés dans l'environnement
- ➔ Analyses à poursuivre et à développer

SITE PILOTE COMPLÉMENTAIRE – PREMIERS ÉLÉMENTS

- Environ 20 dB(A) de dynamique sur les événements ferroviaires notés
- Recalage des notes de gêne instantanée pour les « normaliser » en appliquant un offset correspondant à la différence entre la note moyenne par participant et la note moyenne sur l'ensemble des participants



- Pas de tendance de corrélation entre la note de gêne instantanée et un descripteur acoustique classique comme le LAeq,evt

BILAN ET PERSPECTIVES

- Une **première initiative d'enquête pilote sur la gêne** liée aux pics de bruit ferroviaire
- Ces tests ont permis d'élaborer une **première trame d'outils d'évaluation** (questionnaire et carnet de bord) et de les tester sur un site pilote auprès de riverains exposés au bruit ferroviaire à leur domicile
- Ces enquêtes fournissent des **premiers enseignements sur l'acceptabilité des outils** d'évaluation par les participants
- Ces outils pourront servir de base à d'autres enquêtes

Ces enquêtes ont montré :

- La nécessité d'un **protocole le plus simple possible pour noter la gêne instantanée**
- **L'évaluation des facteurs acoustiques d'influence de la gêne instantanée est difficile** à mettre en œuvre car difficilement appréhendable par les participants
- La nécessité de disposer d'un **horodatage le plus précis possible** pour les notes de gêne instantanée
- La nécessité d'**automatiser le protocole de notation** avec un horodatage numérique
- La nécessité de disposer d'un **maximum d'événements notés**

BILAN ET PERSPECTIVES

- Une enquête pilote plus large doit être mise en œuvre auprès d'un échantillon plus important de participants
- Une **proposition d'étude de faisabilité** vient d'être déposée dans le cadre d'un appel à projets de l'**ANSES** avec l'Université Gustave Eiffel et SNCF-Réseau (projet GENIFER)
 - Le protocole prévoit le développement d'une **télécommande numérique pour noter la gêne instantanée au passage de trains** et associer ces notes horodatées à des mesures de bruit
 - Sont également proposés dans cette étude de faisabilité :
 - Des entretiens semi-directifs
 - Des questionnaires classiques
 - L'écoute commentée d'échantillons sonores
 - La mise en place de dispositifs vidéo pour caractériser le trafic ferroviaire en complément des mesures de bruit



MERCI
POUR VOTRE ATTENTION

www.bruitparif.fr