



Etude vibratoire secteur St André



CONSEIL INGÉNIERIE ACOUSTIQUE
BUREAU D'ÉTUDES

Marseille • Lyon • Paris
www.cia-acoustique.fr

Projet de reconstitution des fonctionnalités ferroviaires du Canet à
Marseille (13)

Mars 2023
Version C





Sommaire

Indice	Date	Nature de l'évolution	Rédaction	Vérification	Validation
A	02/03/2023	Original	KP	GW	PYN
B	27/03/2023	Reprises suite aux remarques SNCF	KP	GW	PYN
C	31/03/2023	Reprises suite aux remarques SNCF	PYN		



1. Introduction.....	5
2. Méthodologie.....	6
2.1. Les vibrations: définitions et généralités	6
2.2. Réglementation et normes.....	7
2.3. Les critères vibratoires.....	8
2.4. Les outils d'investigation	9
3. Campagnes de mesures vibratoires.....	10
3.1. Descriptif du site d'étude	10
3.2. Résultats des mesures vibratoires	11
3.3. Synthèse des résultats.....	24
3.4. Mesures de réduction des vibrations	27
3.4.1. Principe de traitement vibratoire	27
3.4.2. Mesures compensatoires.....	29
4. Conclusion.....	30
Annexe 1 – Matériel utilisé	32
Annexe 2 – Traitement des données.....	33
Annexe 3 – Comptages ferroviaires	38

Liste des figures

<u>Figure 1 : Localisation des essais</u>	<u>10</u>
<u>Figure 2 : Transmission vibration voie ferrée</u>	<u>6</u>
<u>Figure 3 : Gabarits de la circulaire du 23/07/1986</u>	<u>8</u>
<u>Figure 4 : Gabarits des normes ISO2631 et ISO10137</u>	<u>8</u>
<u>Figure 5 : Gabarits de gêne RATP – NR25</u>	<u>8</u>



Figure 6 : Vue des voies ferrées	10
Figure 7 : Vue depuis la caméra	11
Figure 8 : Exemple de perte par insertion des systèmes antivibratile.....	28
Figure 9 : Bruit lié au roulement ferroviaire.....	27
Figure 10 : Rugosité de la roue en fonction du système de freinage	27

Liste des tableaux

Tableau 1 : Seuils de dommages au structures – Circulaire du 23/07/1986	7
Tableau 2 : Seuils de perception tactile – Norme ISO10137	7

1. Introduction

Le présent rapport d'étude s'inscrit dans le cadre du projet de reconstitution des fonctionnalités ferroviaires du Canet. Le projet est situé en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, dans le département des Bouches-du-Rhône (13), à Marseille, pour partie des emprises dans la circonscription portuaire au Nord des bassins Est et pour partie sur le réseau ferré national traversant le quartier de Mourepiane.

Ce projet comprend deux volets :

- La réouverture du raccordement ferroviaire existant de Mourepiane, sous maîtrise d'ouvrage de SNCF Réseau,
- La modernisation du terminal existant de transport de fret ferroviaire (Terminal à conteneurs Med Europe) ainsi que la réalisation d'un faisceau de réception électrifié, portées par le PORT DE MARSEILLE-FOS.

Il vise à répondre aux besoins de compétitivité de l'activité de fret des bassins Est du PORT DE MARSEILLE-FOS, tout en s'adaptant aux besoins logistiques spécifiques liés à l'agglomération marseillaise.

Le présent rapport présente l'impact vibratoire de ce projet sur le bâti riverain sur le secteur de St André sur lequel le raccordement de Mourepiane se connecte.

La présente étude est réalisée conjointement pour LE PORT DE MARSEILLE-FOS et SNCF Réseau.



2. Méthodologie

2.1. Les vibrations: définitions et généralités

Les vibrations désignent les mouvements oscillatoires d'un système autour de son état d'équilibre. Les circulations ferroviaires engendrent par le contact entre les roues et les rails l'émission d'ondes vibratoires, qui peuvent ensuite se transmettre dans les structures et engendrer un rayonnement acoustique (bruit solidien).

Les ondes acoustiques se propagent dans l'air à une vitesse de 340 m/s alors que les ondes vibratoires se déplacent dans le sol à des vitesses variables suivant la nature et les éléments constitutifs du sol (de 1500 à 3000 m/s).

Une vibration est définie par sa fréquence (en hertz) et son amplitude qui peut s'exprimer en déplacement (m), en vitesse (m/s) ou en accélération (m/s²).

Par commodité et afin de la différencier de la vitesse de propagation de l'onde, on appelle "vitesse particulière" la vitesse de vibration de la structure.

Les irrégularités sur la roue et le rail (rugosité) induisent des vibrations dans la plateforme ferroviaire. Cette onde peut être atténuée si la plateforme est isolée du sol (cas d'une chape flottante par exemple).

L'onde est ensuite atténuée lors de sa propagation dans le sol (amortissement géométrique qui est fonction de la distance et des propriétés d'amortissement interne du sol).

L'onde est ensuite transmise aux fondations des constructions à partir desquelles elle se propage dans la structure (murs & planchers), et est plus ou moins amplifiée dans les étages de la construction.

Les occupants peuvent alors la ressentir de 2 façons :

- Ressenti de vibration via les planchers ;
- Emission d'un rayonnement acoustique induit par les vibrations des sols et des murs.

Le comportement vibratoire dépend de 3 paramètres propres à chaque situation :

- Excitation : type de source, nature du train (longueur, nombre de bogie, sens de circulation, vitesse), état du matériel roulant, armement de la voie, ...
- Transmission : configuration de la ligne (remblai/déblai, tunnel, pont), géologie, distance et topographie du site entre la plate-forme ferroviaire et les premiers bâtiments riverains,
- Récepteur : type de fondation, nature de la construction, nombre d'étages, nature et portée de(s) dalle(s), etc. ...

La conception de la plate-forme ferroviaire et de l'ouvrage, leur état d'entretien ainsi que la nature des circulations ont une forte influence sur la source vibratoire.

Ensuite, le sol agit comme un filtre passe bande (atténuation variable en fréquence selon le type de sol), où les vibrations ne sont transmises que dans une gamme de fréquence $= < 400$ Hz (basses fréquences).

Enfin, la construction agit à la fois comme un filtre (au niveau de l'interface entre le sol et les fondations) et un amplificateur (aux différents étages) selon les fréquences.

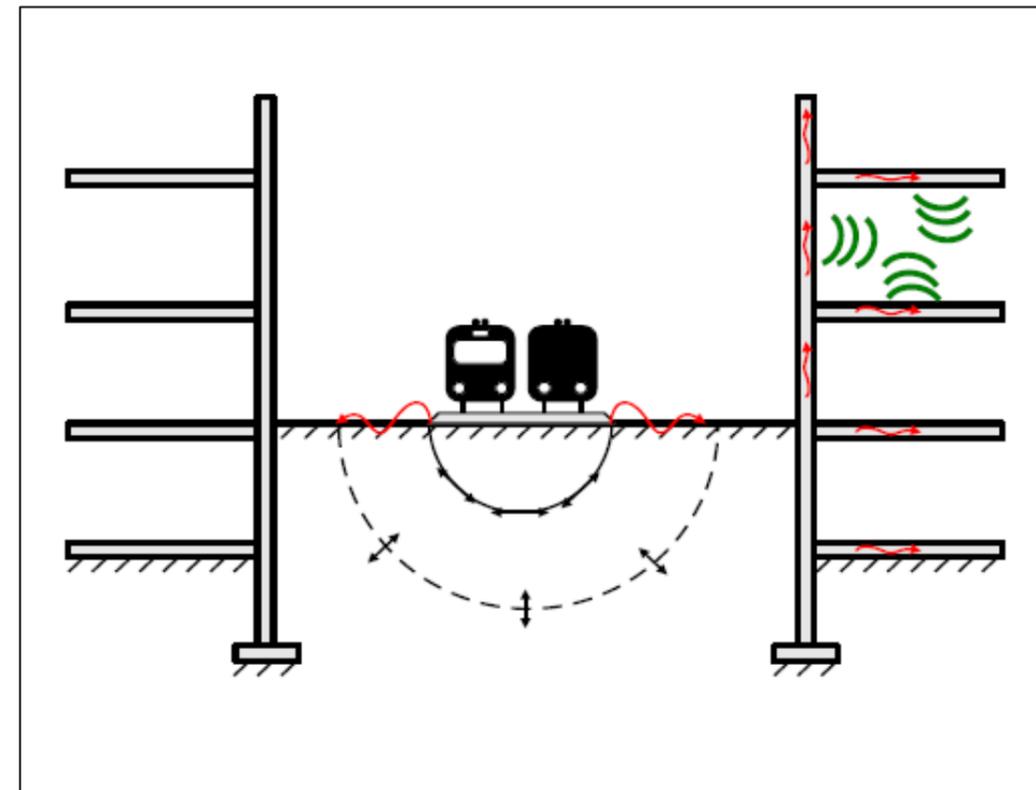


Figure 1 : Transmission vibration voie ferrée

Niveaux de référence

Les effets des vibrations sont évalués selon 3 catégories :

1) Le risque de dommage aux structures des habitations :

Les valeurs limites de la vitesse particulière (en mm/s) au-delà desquels des dommages peuvent être causés aux structures sont présentés ci-dessous :

Tableau 1 : Seuils de dommages aux structures – Circulaire du 23/07/1986

Type de construction	Fréquence		
	De 1 à 8 Hz	De 8 à 30 Hz	De 30 à 100 Hz
Résistante	5	6	8
Sensible	3	5	6
Très sensible	2	3	4

2) Le risque de perception tactile dans les bâtiments :

Les seuils de perceptions tactile au-delà desquels des gênes peuvent être ressenties sont présentés ci-dessous :

Tableau 2 : Seuils de perception tactile – Norme ISO10137

Lieu	Période	Valeur de la dose de vibration (mm/s)	
		Axe Z	Axe X et Y
Résidentiel	Jour	0.2 à 0.4	0.14 à 0.28
	Nuit	0.13	0.09
Bureaux calmes	Jour	0.2	0.14
	Nuit		
Bureaux standards	Jour	0.4	0.28
	Nuit		
Ateliers	Jour	0.8	0.56
	Nuit		

3) Le risque de perception auditive :

Le risque de gêne lié à la perception auditive se situe elle autour de 35 dB(A).

On retiendra que le seuil de perception corporel est beaucoup plus faible que le seuil de dommage aux structures.

2.2. Réglementation et normes

A ce jour, il n'existe pas de réglementation spécifique aux vibrations générées par les infrastructures de transport terrestres dans l'environnement. Cependant, plusieurs normes et circulaires définissent des méthodes de mesurage ainsi que des valeurs seuils dans le domaine vibratoire permettant d'en évaluer les risques. Ces textes de référence sont donc utilisés pour l'interprétation des résultats.

Dommmages aux structures

- Circulaire du 23 juillet 1986 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées.

Perception tactile

- La norme ISO 2631-2 version de 1989 « Estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps – partie 2 vibrations continues et induites par les chocs dans les bâtiments »
- La norme ISO 2631-2 version actualisée de 2007,
- La norme ISO 10137 version de 2007 « Aptitude au service des bâtiments et des passerelles sous vibrations »

Méthodologie générale de mesure

- La norme NF ISO 14837 « Vibrations et bruits initiés au sol dus à des lignes ferroviaires ».
- La norme ISO 4866 intitulée « Vibration et chocs mécaniques – Vibrations des bâtiments – Lignes directives pour le mesurage des vibrations »
- La norme NF E 90-020 « Vibrations et chocs mécaniques – Méthodes de mesurage et d'évaluation des réponses des constructions, des matériels sensibles et des occupants »

2.3. Les critères vibratoires

DOMMAGES AUX STRUCTURES

La circulaire du 23 juillet 1986 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement fixe les amplitudes vibratoires afin d'évaluer le risque de dégradation des constructions riveraines :

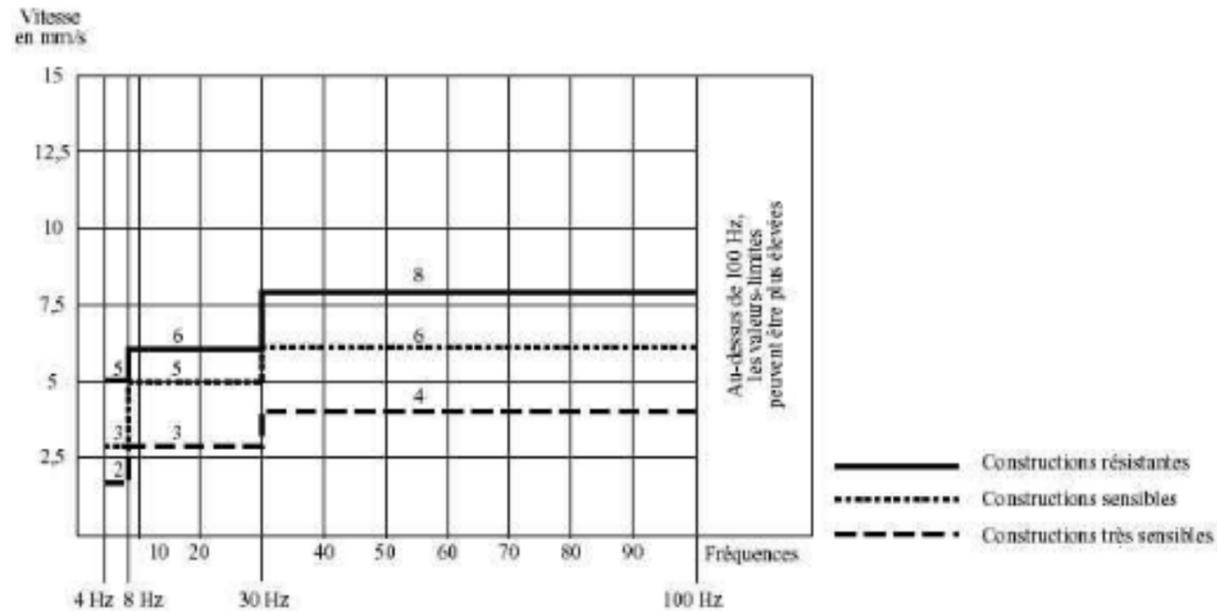


Figure 2 : Gabarits de la circulaire du 23/07/1986

PERCEPTION TACTILE

La norme ISO10137 relative aux bases de calcul des constructions et la norme ISO2631 relative à l'estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps stipulent les seuils de gêne vibratoire tactile. Les gabarits des seuils sont présentés ci-après.

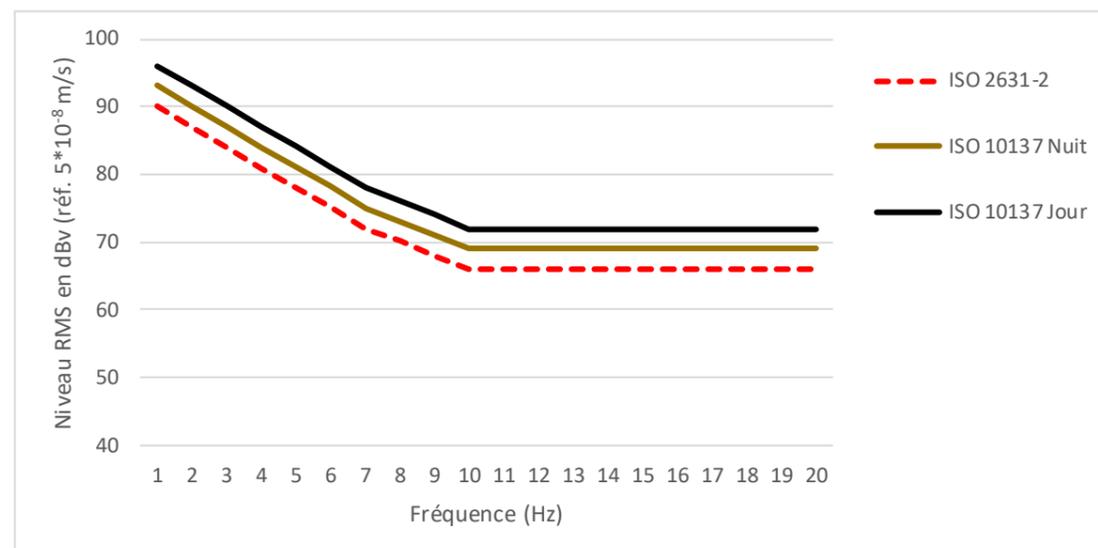


Figure 3 : Gabarits des normes ISO2631 et ISO10137

PERCEPTION AUDITIVE DES VIBRATIONS

Le bruit solidien (bruit audible des vibrations) est dû au bruit rayonné par les parois lors d'un passage d'un matériel roulant ferroviaire. Un seuil de plainte a été établi par la RATP en corrélant les niveaux de bruit dans les logements et les plaintes des occupants. Les seuils en fréquence de risque de plaintes relatives à la perception du bruit solidien est présenté ci-après.

COURBE DE REFERENCE NOISE RATING (NR)

Les courbes de niveaux sonores Noise Rating sont des courbes normalisées (ISO) et correspondent à un degré de confort acoustique standard par bande d'octaves. La valeur de la courbe NR est identifiée par la valeur à 1000 Hz. Pour la présente étude, les résultats seront comparés à la courbe NR25, qui correspond à des conditions de logements.

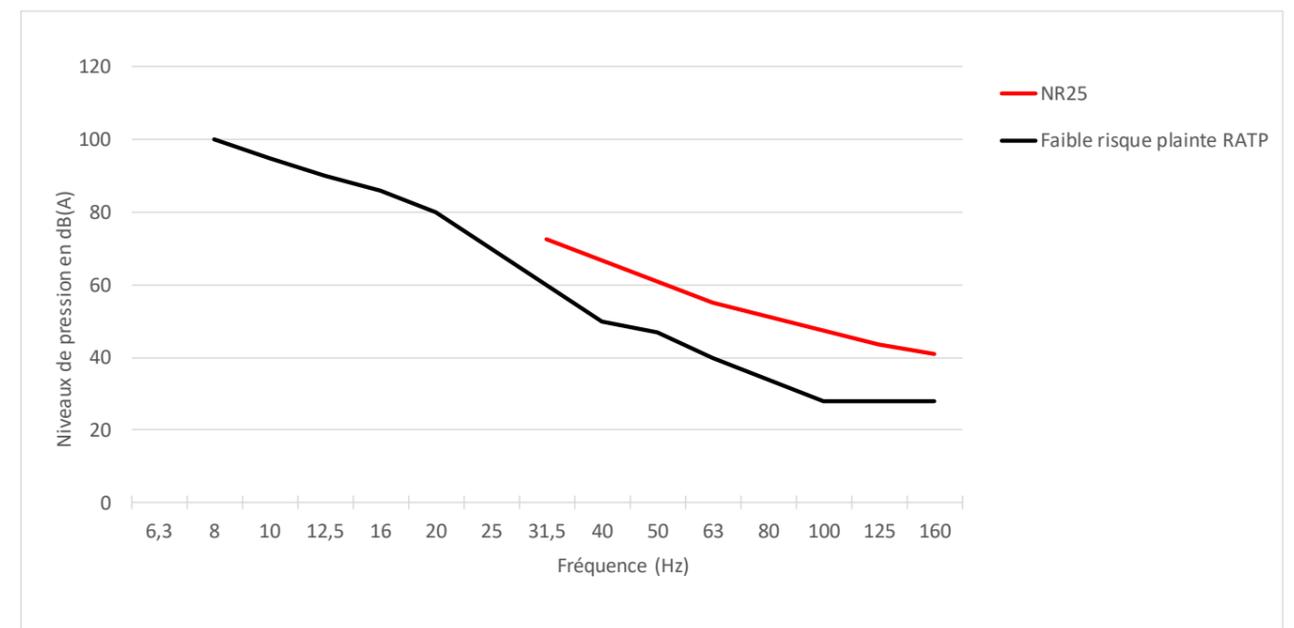


Figure 4 : Gabarits de gêne RATP - NR25

Les niveaux de bruits générés à l'intérieur de l'habitation sont également comparés au seuil de perturbation du sommeil de 35 dB(A) proposé par l'OMS.



2.4. Les outils d'investigation

Les mesures vibratoires sont réalisées avec des accéléromètres ou géophones placés au sol ou sur les fondations des bâtiments. Les niveaux vibratoires sont mesurés selon 3 axes :

- Axe x : Direction horizontale parallèle à la source vibratoire
- Axe y : Direction horizontale perpendiculaire à la source vibratoire
- Axe z : Direction verticale

Les niveaux vibratoires sont exprimés en dBv par la relation :

$$L_v = 20 \times \log (V/V_{\text{réf}})$$

L_v : Niveau vibratoire en dBv

V : valeur efficace (RMS) de la vitesse mesurée sur une période de temps donnée, en m/s

$V_{\text{réf}}$: vitesse de référence ($5 \cdot 10^{-8}$ m/s)

Les niveaux mesurés sont :

- Les niveaux PPV (dBv ou m/s) : Plus grande valeur instantanée de Vitesse particulière ou Vitesses particulières crête.
- Les niveaux L_v max RMS (dBv) : Niveau maximum RMS mesuré sur un intervalle de temps.

Les mesures vibratoires peuvent avoir plusieurs objectifs :

- Déterminer les niveaux vibratoires des sources réelles.
- Evaluer la transmissibilité du sol.
- Evaluer les transferts vibratoires.

3. Campagnes de mesures vibratoires

3.1. Descriptif du site d'étude

La zone d'étude se situe à l'ouest de la voie ferrée qui relie la gare du Canet à la gare de l'Estaque, à proximité du boulevard de Kabylie, de l'impasse Michel et de la traverse du chemin de fer, dans le quartier de Saint-André, situé dans le 16ème arrondissement de Marseille (13).

Le bâti est principalement composé de logements individuels, avec la présence de quelques entreprises.

Les sources de bruits

Lors de nos investigations, les sources de bruits identifiées ont été :

- La voie ferrée (période jour uniquement, **pas de circulation ferroviaire la nuit**),
- L'environnement urbain (principalement des infrastructures routières aux alentours).

Les voies ferrées

Les deux axes de circulation ferroviaire sont situés en remblai par rapport aux habitations qui les jouxtent. L'armement des deux voies ferrées est composé de Longs Rails Soudés (LRS) et de traverses en béton. Un passage à niveau se situe à l'intersection de la rue Condorcet et la traverse de Pradel.



Figure 5 : Vue des voies ferrées

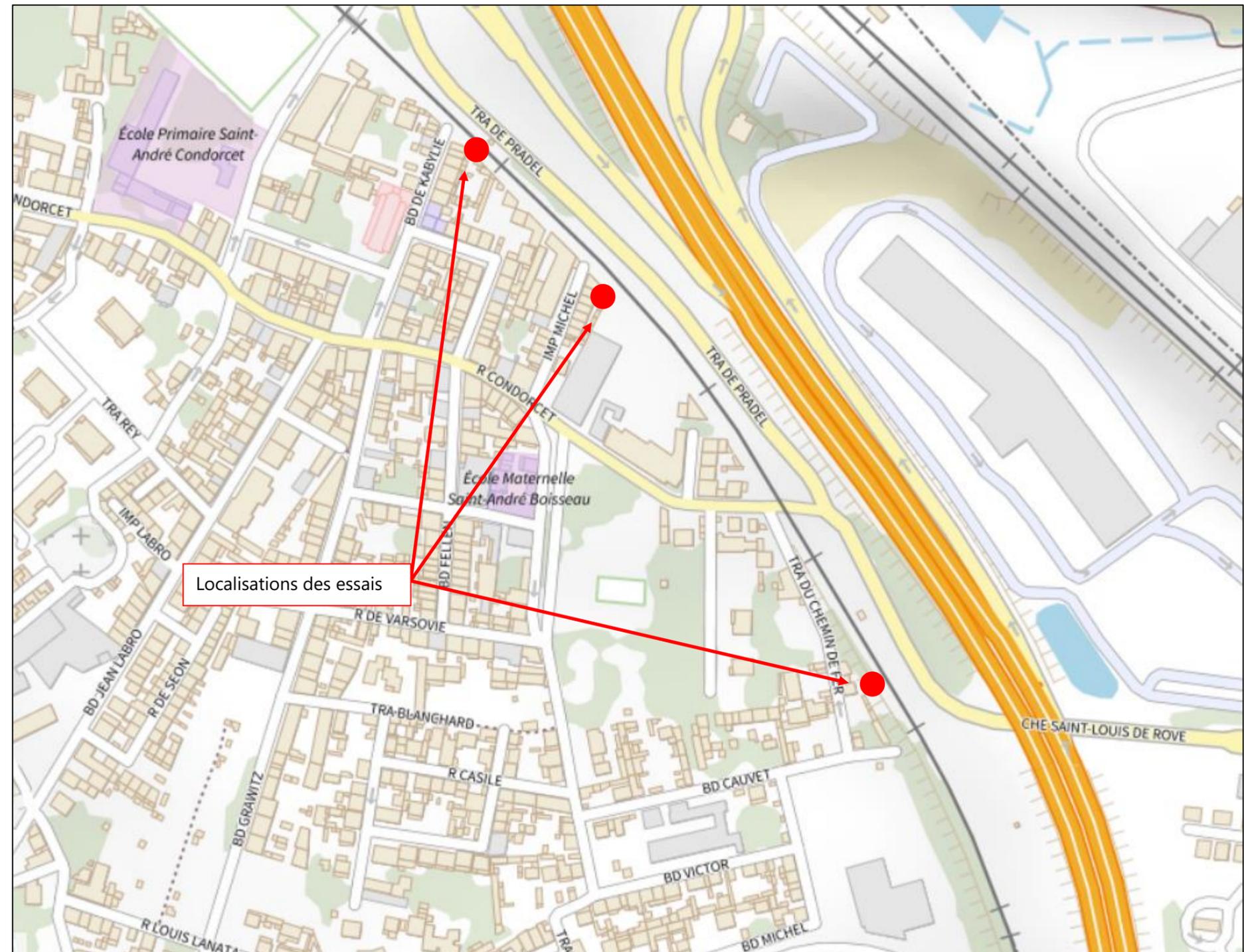


Figure 6 : Localisation des essais



3.2. Résultats des mesures vibratoires

Les mesures vibratoires ont été réalisées au droit de 3 habitations. Les essais suivants ont été réalisés :

- En limite de propriété (installé sur des murs de soutènement), au plus proche de la voie ferrée (PV1-1, PV2-1 et PV3-1),
- Au pied de l'habitation, sur une dalle bétonnée (PV1-2, PV2-2 et PV3-3),
- A l'étage, en façade latérale ou arrière par rapport à la voie ferrée (selon la configuration) dans une pièce de vie, sur du carrelage ou un plancher (PV1-3, PV2-3 et PV3-3).

Pour chacun des essais les mesures suivantes ont été réalisées :

- 1) Mesure des vibrations générées par les circulations ferroviaires (limite de voie ferrée, pied de bâtiment & pièce de vie),
- 2) Mesure de l'amplification apportée par les trains (couplage sol/fondation),
- 3) Mesure du bruit régénéré.

Les niveaux vibratoires ont été mesurés selon 3 axes :

- Axe x : Direction horizontale parallèle à la source vibratoire
- Axe y : Direction horizontale perpendiculaire à la source vibratoire
- Axe z : Direction verticale

Les niveaux mesurés (max RMS 1 s) ont été confrontés au gabarit de base défini dans les normes ISO 2631-2 et ISO 10137.

Les conditions de trafic

La campagne de mesures s'est déroulée en semaine avec des conditions de circulation normales et habituelles (hors vacances scolaires). Des comptages ferroviaires ont été réalisés simultanément aux mesures vibratoires par caméra (le détail est disponible en annexe 3). Ceux-ci ont permis de réaliser un codage précis des convois ferroviaires durant la période de mesure. **Aucun train n'a circulé en période nocturne (22h-6h) lors des mesures.**

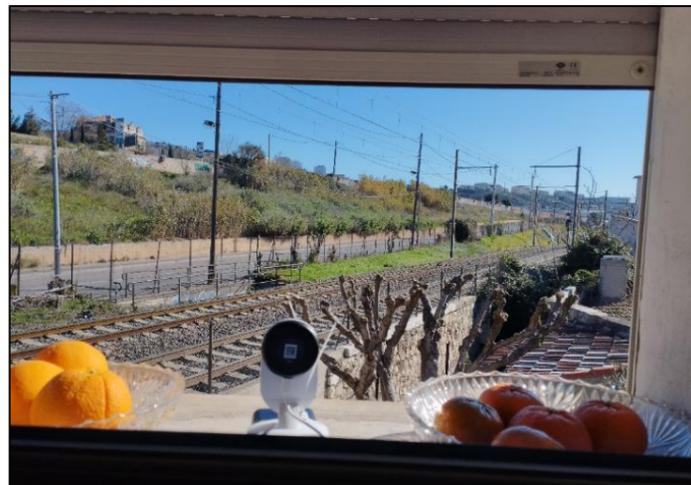


Figure 7 : Vue depuis la caméra

Traitement des données

Les fiches de mesures vibratoires ci-après présentent les résultats obtenus chez 3 riverains. Le détail est consultable en annexe.

Note : Les analyses relevées correspondent à une moyenne par type de trains durant les périodes de mesure.

Pour Le PV1, nous avons relevé 17 TER et 9 FRET qui ont circulés de jour (6h-22h). Aucun train n'a circulé la nuit (22h-6h)

Pour le PV2, nous avons relevé 19 TER et 8 FRET qui ont circulés de jour (6h-22h). Aucun train n'a circulé la nuit (22h-6h)

Pour le PV3, nous avons relevé 14 TER et 7 FRET qui ont circulés de jour (6h-22h). Aucun train n'a circulé la nuit (22h-6h).

Pour le traitement des données effectué, le détail de chaque mesure est consultable en annexe du présent document.

FICHE DE MESURE VIBRATOIRE – PV1

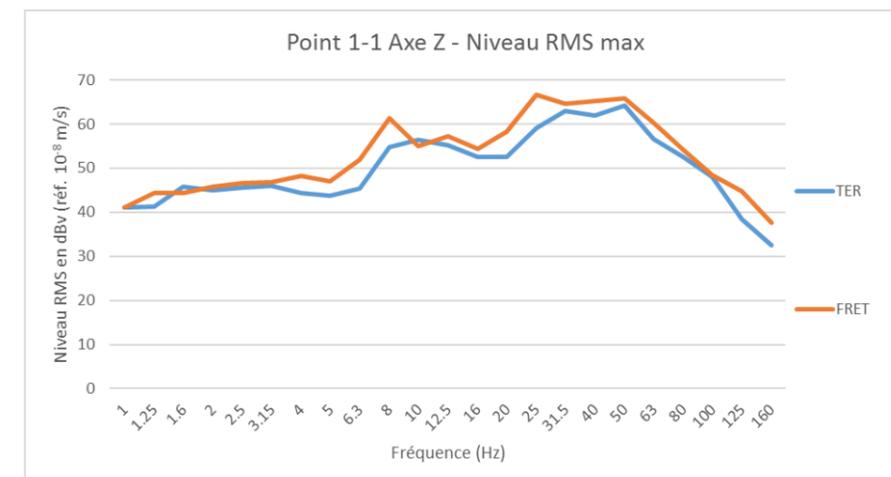
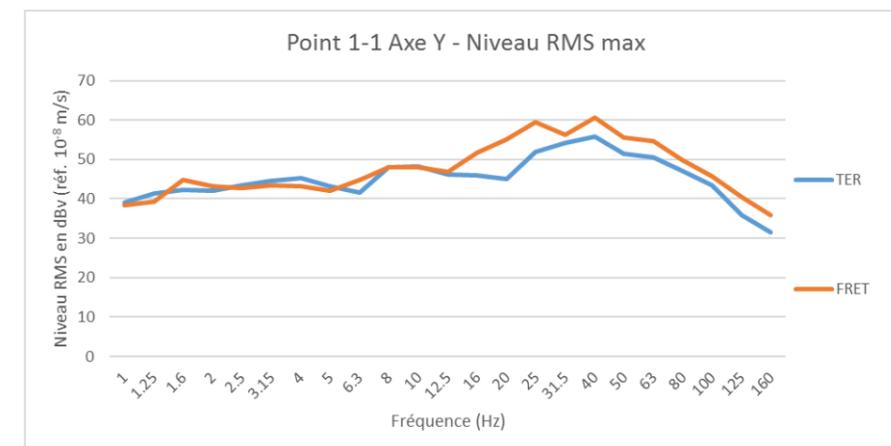
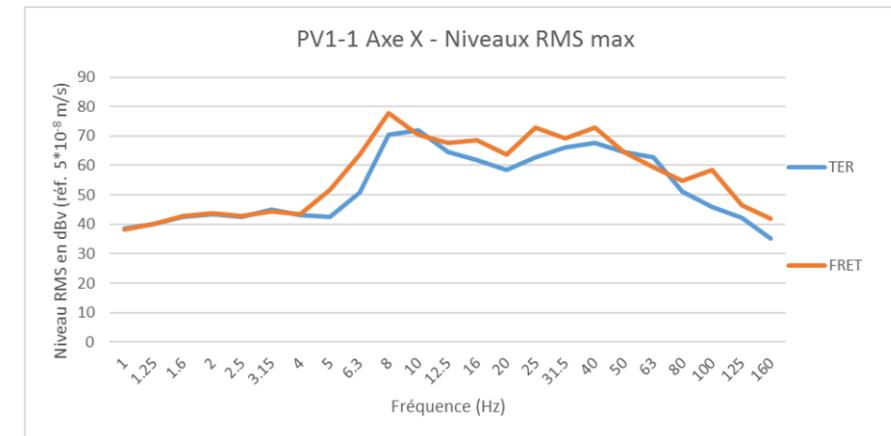
Photos points de mesure & localisation



Détail des points de mesures

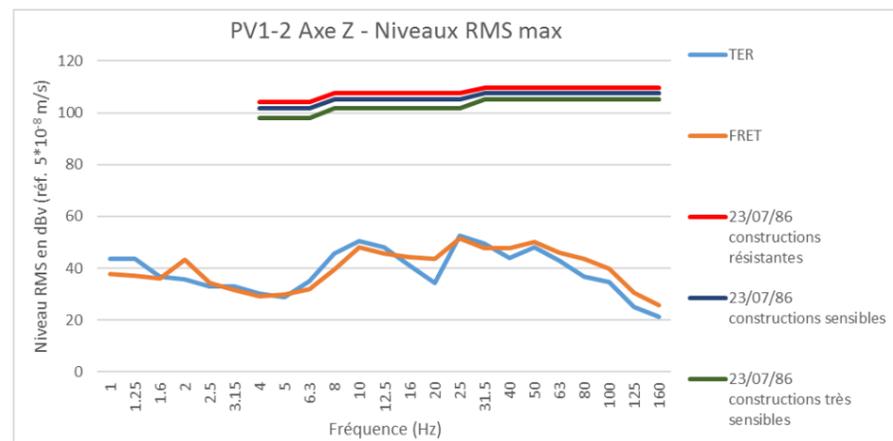
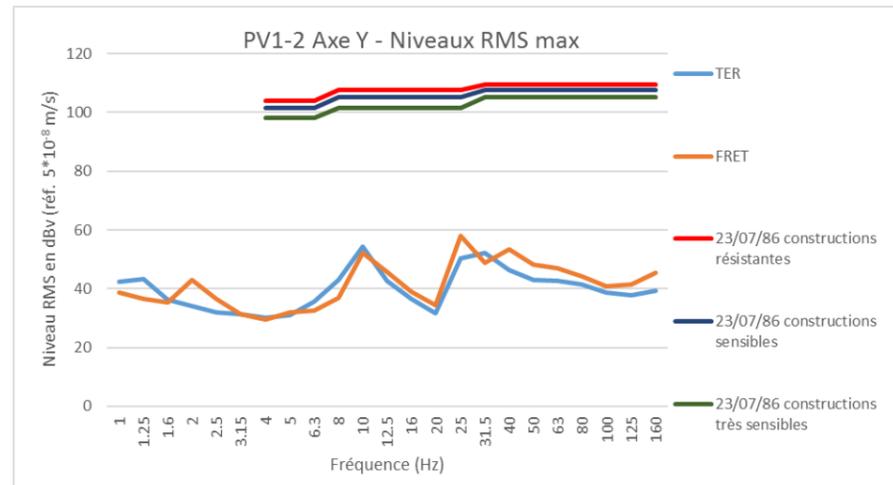
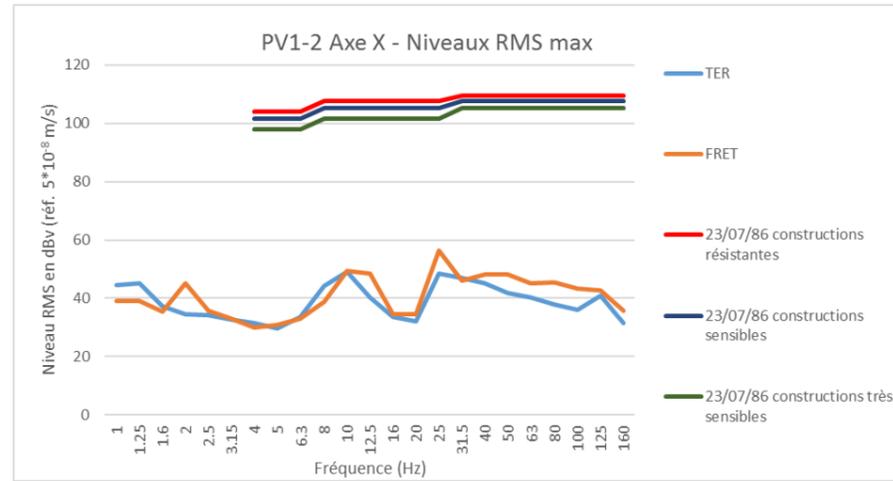
Points de mesures	PV1-1, PV1-2, PV1-3
Date et durée de la mesure	14/02/23 – 15/02/23 (24h)
Adresse	M. BRIAND, Traverse du Chemin de fer, 13016 Marseille
Matériels utilisés	PV1-1 : G-Link de Alliantech
	PV1-2 : Orion de 01 dB
	PV1-3 : Géophone de Sinus
Positions récepteurs	PV1-1 : Limite voie ferrée (RdC)
	PV1-2 : Au droit de l'habitation (RdC)
	PV1-3 : Chambre (Etage 1)
Source vibratoire	Voies ferrées
Distances voie ferrée	PV1-1 : #12m / PV1-2 : #15m / PV1-3 : #20m
Trafic 6h-22h	TER : 17/ FRET : 9
Trafic 22h-6h	-

Résultats – PV1-1



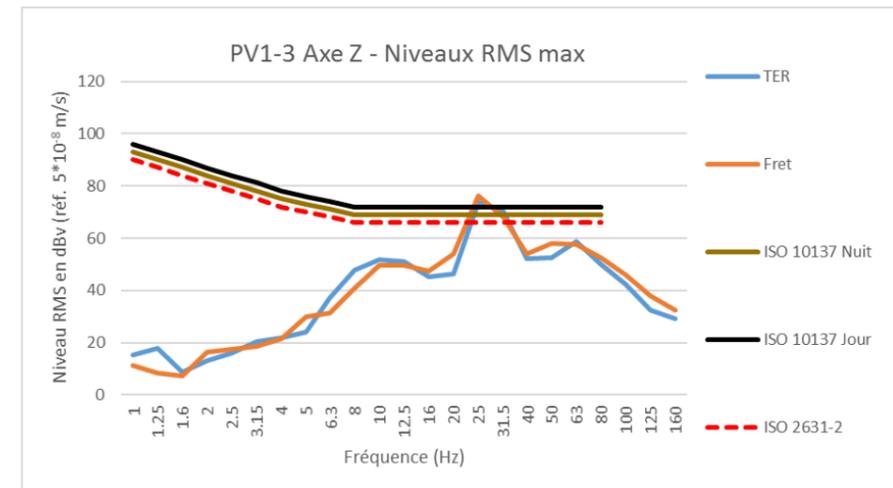
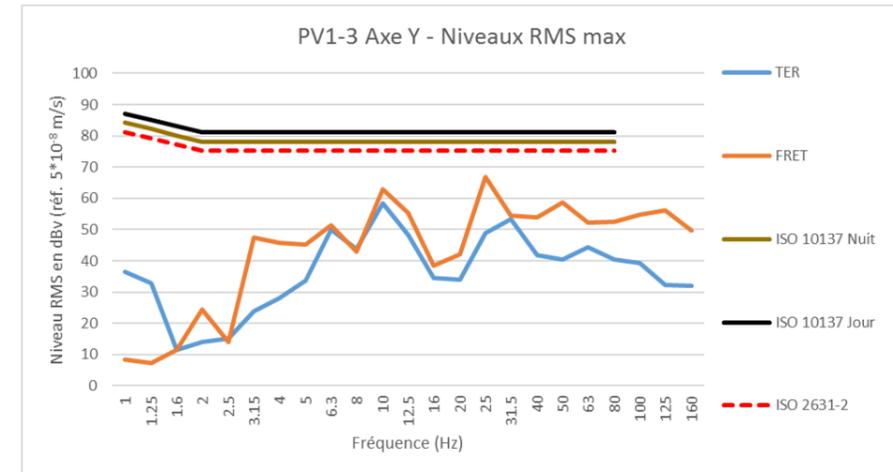
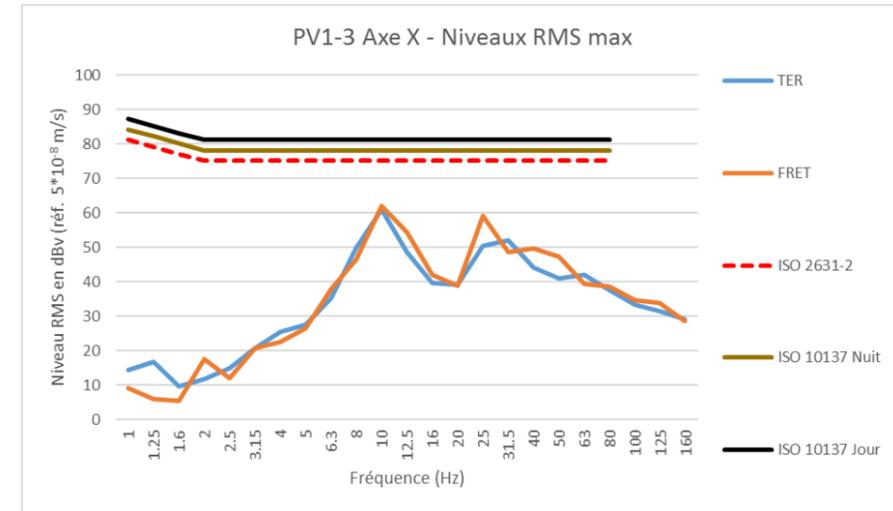
Note : Les valeurs moyennes des différents matériels roulants sont quasiment identiques. Des niveaux plus importants sont identifiables sur l'axe X à partir de 8 Hz.

Résultats - PV1-2



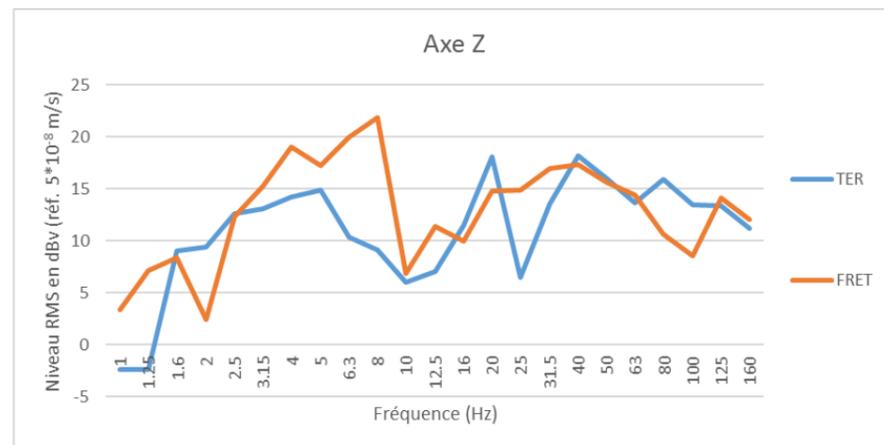
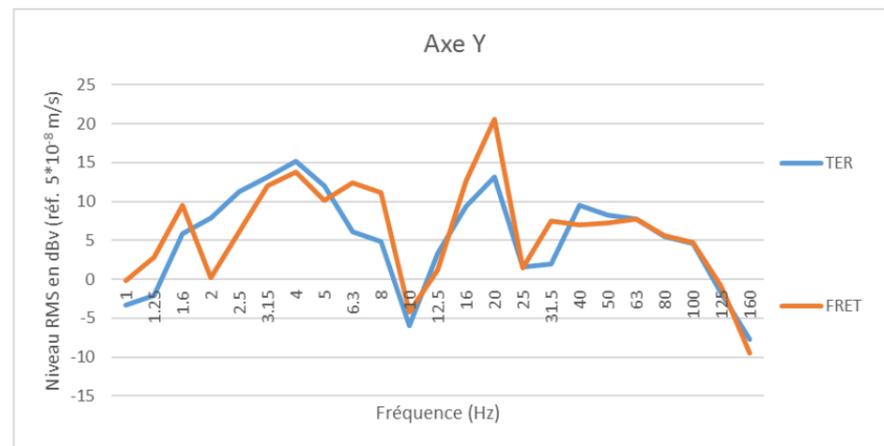
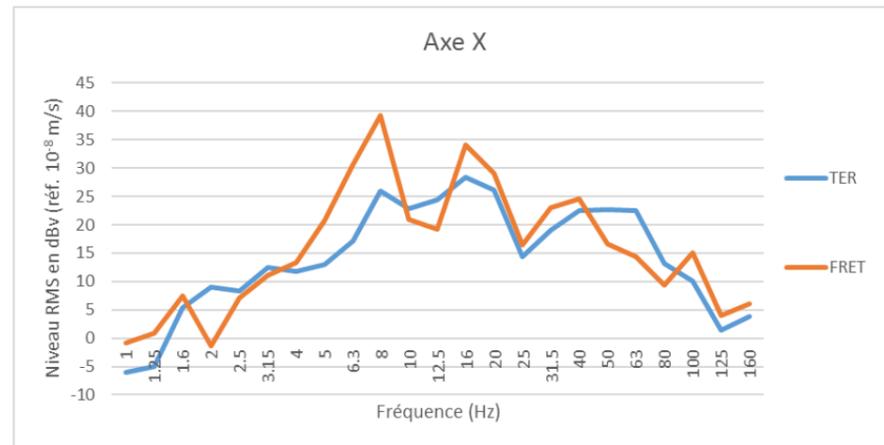
Note : Les valeurs limites des vibrations en pied de bâtiment « sensibles » ne sont dépassées pour aucune circulation ferroviaire.

Résultats - PV1-3

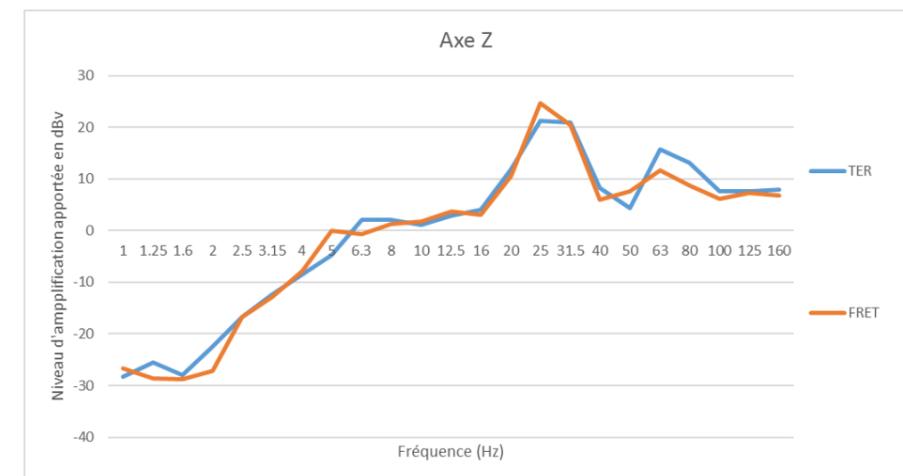
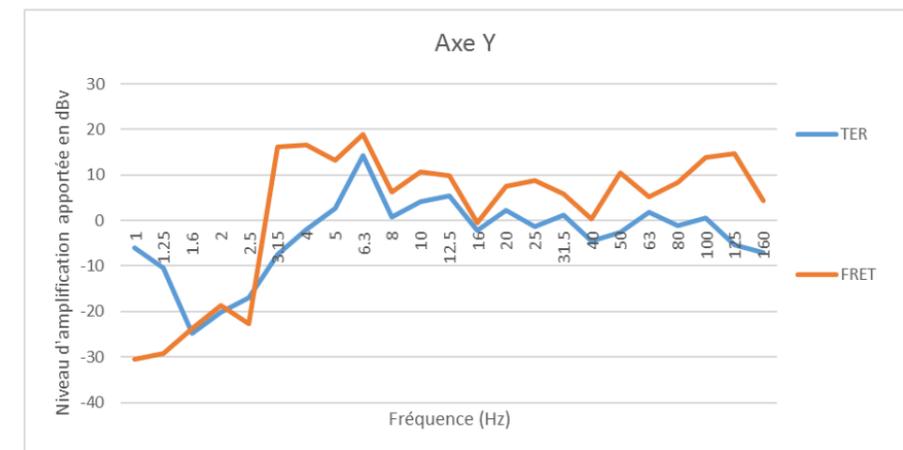
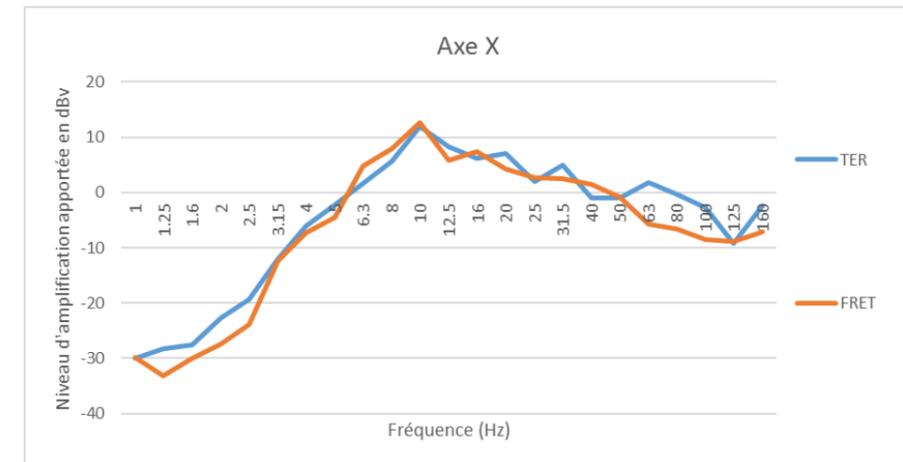


Note : Les niveaux RMS max analysés dépassent les seuils vibratoires tactiles définis dans les normes **ISO2631 et ISO10137 (jour)**, sur les fréquences comprises entre 20 et 31,5 Hz sur l'axe z.

Décroissance du sol (PV1_1-PV1_2)



Fonction de Transfert sol et milieu de plancher (PV1_3-PV1_2)

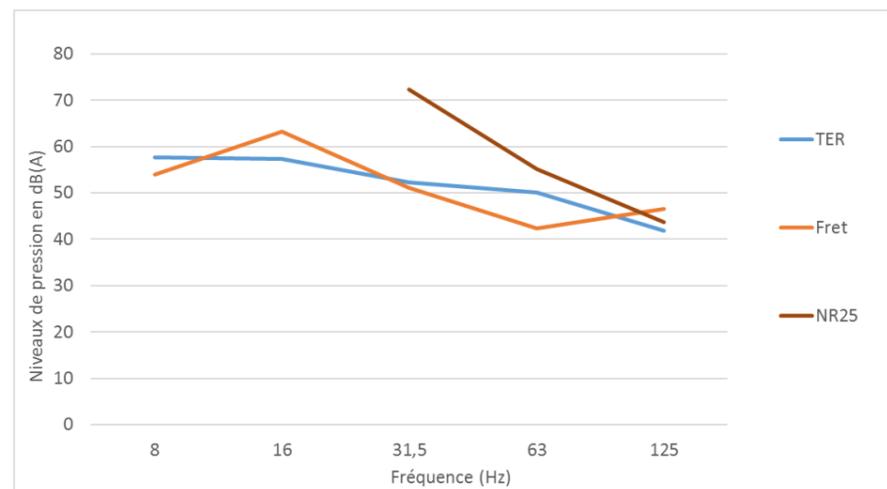
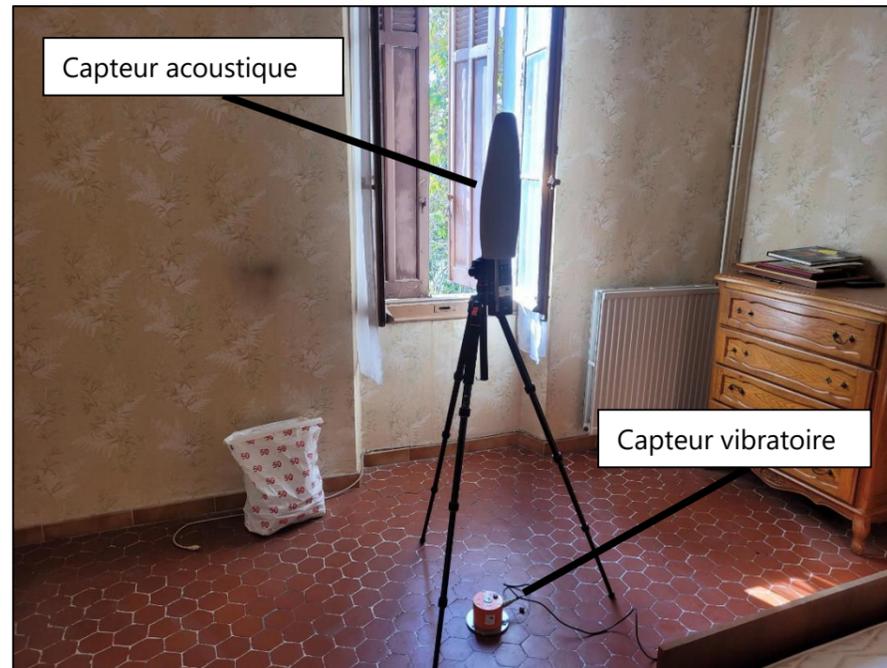


Note : On observe une amplification vibratoire entre la mesure proche de la voie ferrée (PV1-1) et la mesure en pied de bâtiment (PV1-2) à 10 Hz sur l'axe Y.

Note : On observe une amplification vibratoire entre la mesure à l'intérieur de l'habitation (PV1-3) et la mesure en pied de bâtiment (PV1-2), sur les fréquences supérieures à 4 Hz pour les 3 axes (X, Y, Z).

Niveaux acoustiques régénérés / Trains

Les niveaux acoustiques à l'intérieur de la chambre ont été mesurés simultanément à la mesure vibratoire PV1-3 avec un sonomètre de classe 1 présent dans la même pièce.



Note : Ces niveaux mesurés comportent des bruits aériens et solidiens (dû à la faible isolation acoustique de la chambre, principalement à cause de la vétusté de la fenêtre).

Commentaires

La mesure vibratoire permet d'aboutir aux conclusions suivantes :

Dompage aux structures

En l'absence d'informations sur sa construction, le bâtiment est jugé comme étant sensible. Les valeurs limites des vibrations en pied de bâtiment « sensibles » ne sont pas dépassées (seuil des constructions - circulaire du 23/07/1986) : inférieur à 101.6 dBv.

Perception tactile

Les niveaux vibratoires enregistrés au centre du plancher dans l'habitation dépassent les seuils vibratoires tactile (ISO 2631-2 et ISO 10137) pour les bâtiments résidentiels, entre les fréquences 20 et 31,5 Hz, sur l'axe z.

Amplification vibratoire apportée

On observe une amplification vibratoire entre le sol et le plancher :

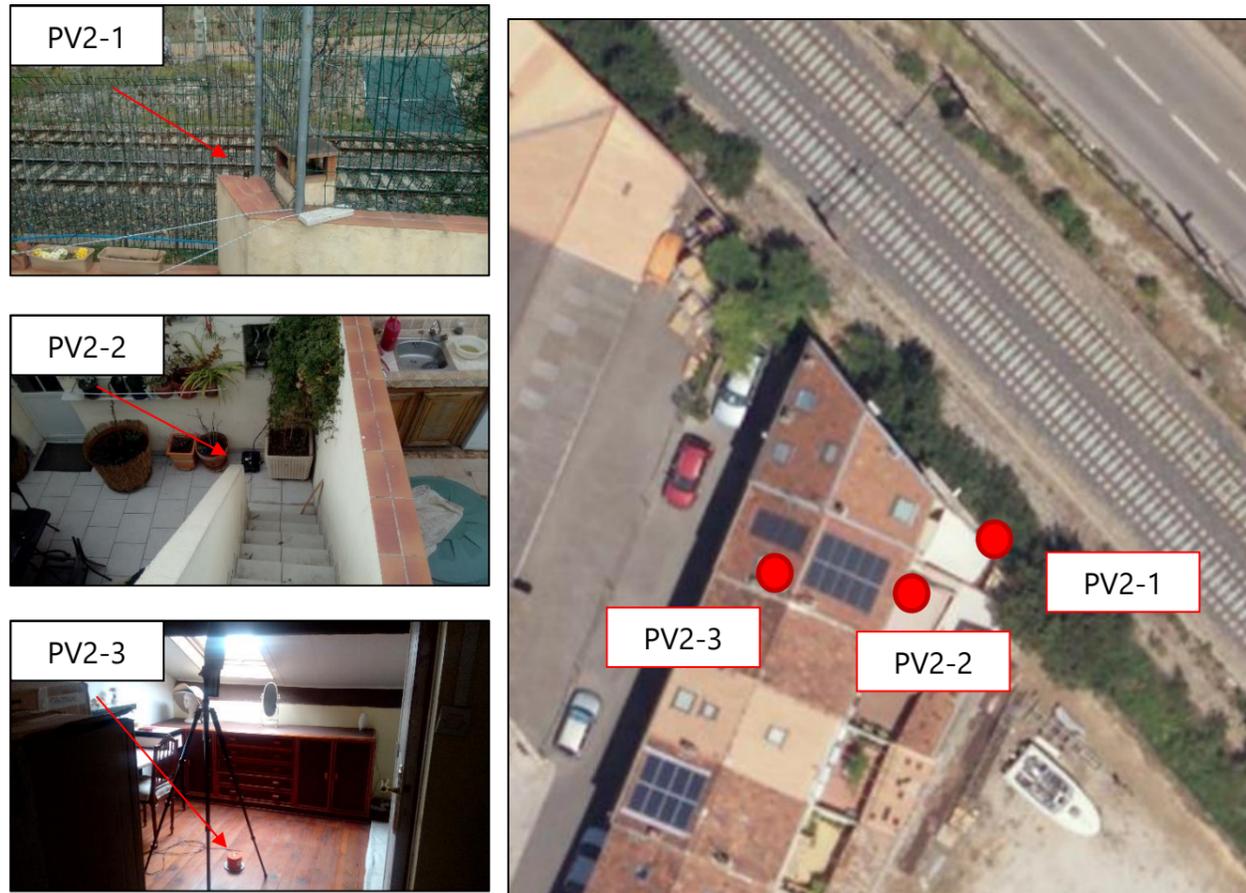
- De 4 à 160 Hz pour la totalité des trains et sur les trois axes (X, Y et Z).

Niveau de bruit régénéré

- Les niveaux de bruits régénérés sont supérieurs au seuil de bruit solidien (gabarit acoustique NR25) pour les Fret à 125 Hz (bruit aérien + solidien).

FICHE DE MESURE VIBRATOIRE – PV2

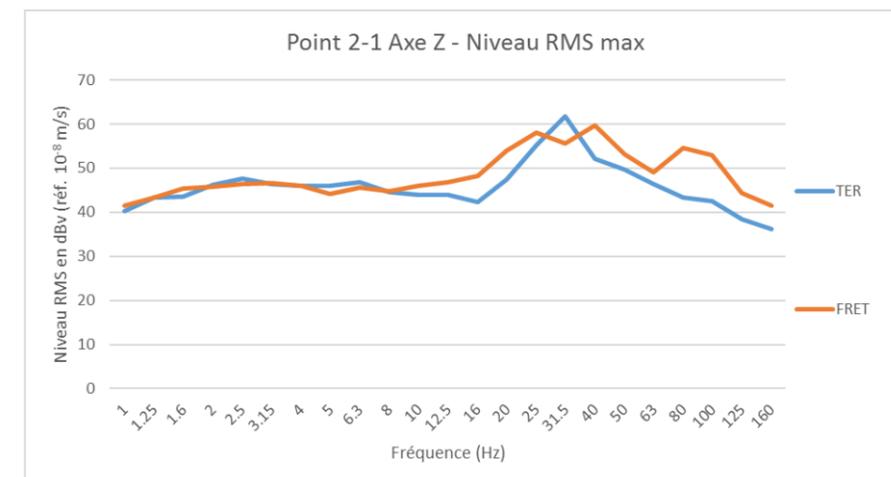
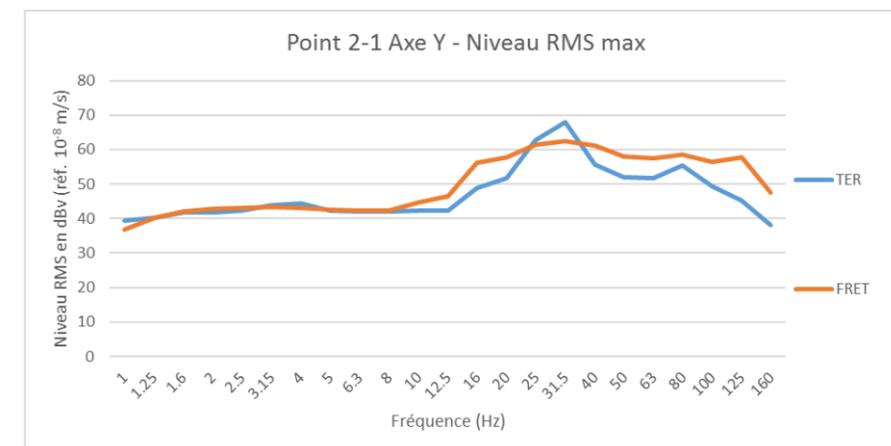
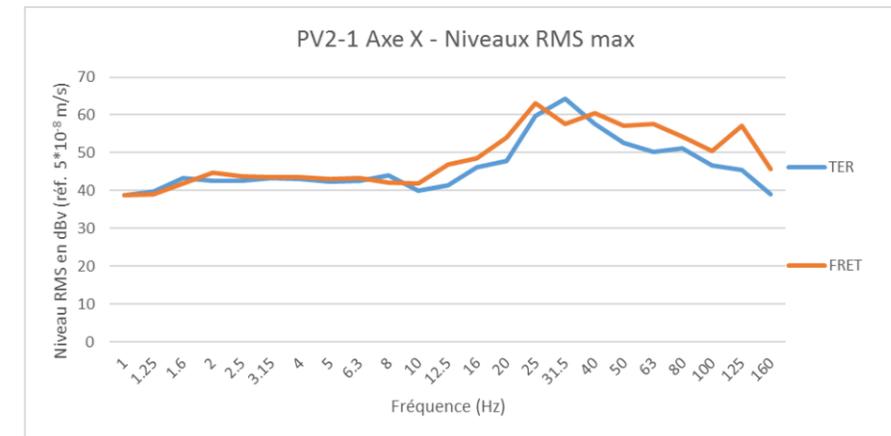
Photos points de mesure & localisation



Détail des points de mesures

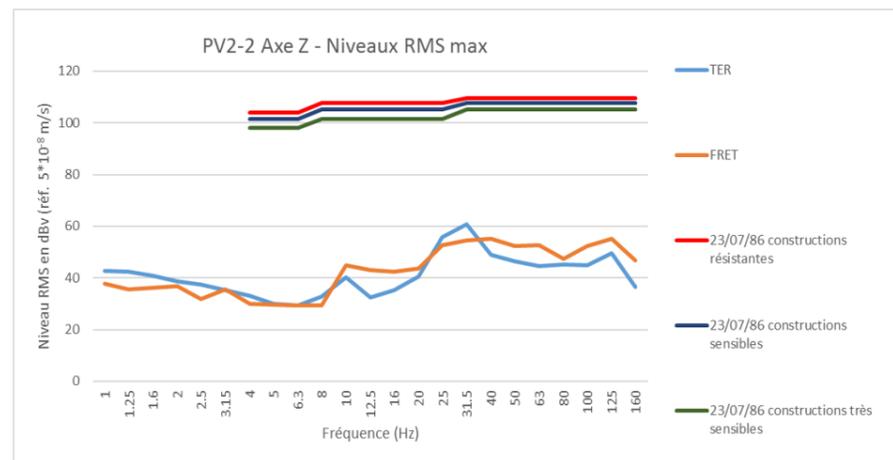
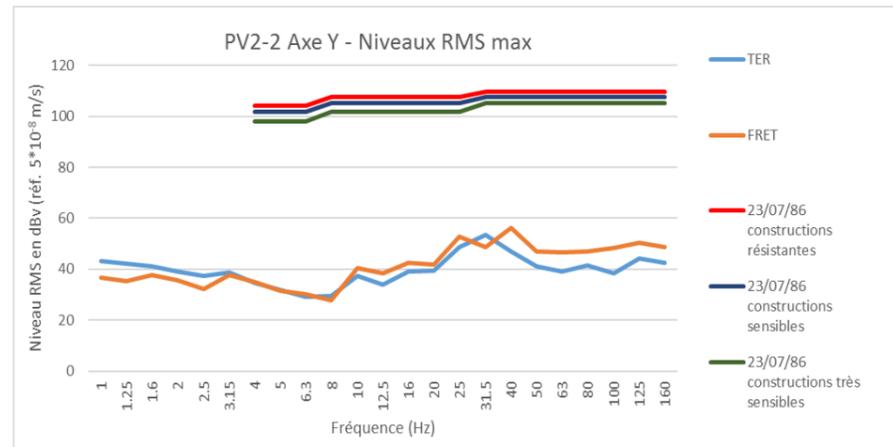
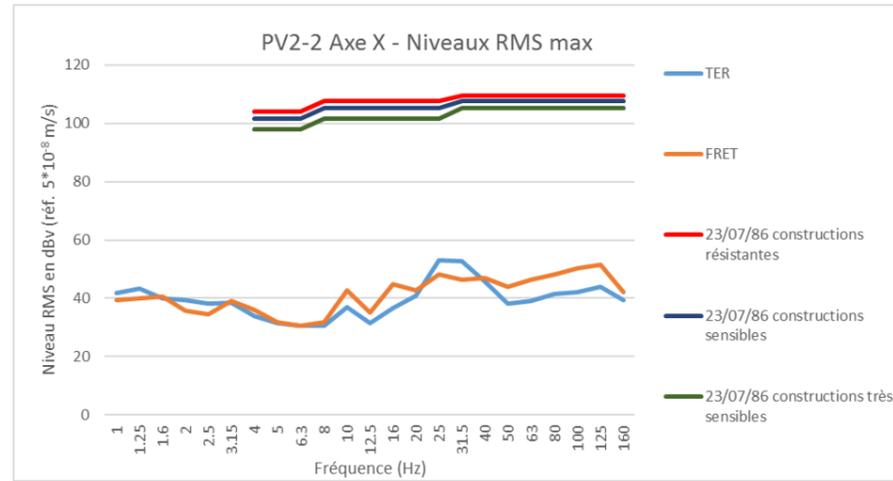
Points de mesures	PV2-1, PV2-2, PV2-3
Date et durée de la mesure	22/02/23 – 23/02/23 (24h)
Adresse	Mme MICHEL, Impasse Michel, 13016 Marseille
Matériels utilisés	PV2-1 : G-Link de Alliantech
	PV2-2 : Orion de 01 dB
	PV2-3 : Géophone de Sinus
Positions récepteurs	PV2-1 : Limite voie ferrée (RdC)
	PV2-2 : Au droit de l'habitation (RdC)
	PV2-3 : Chambre (Etage 2)
Source vibratoire	Voies ferrées
Distances voie ferrée	PV2-1 : #7m / PV2-2 : #12m / PV2-3 : #16m
Trafic 6h-22h	TER : 19 / FRET : 8
Trafic 22h-6h	-

Résultats – PV2-1



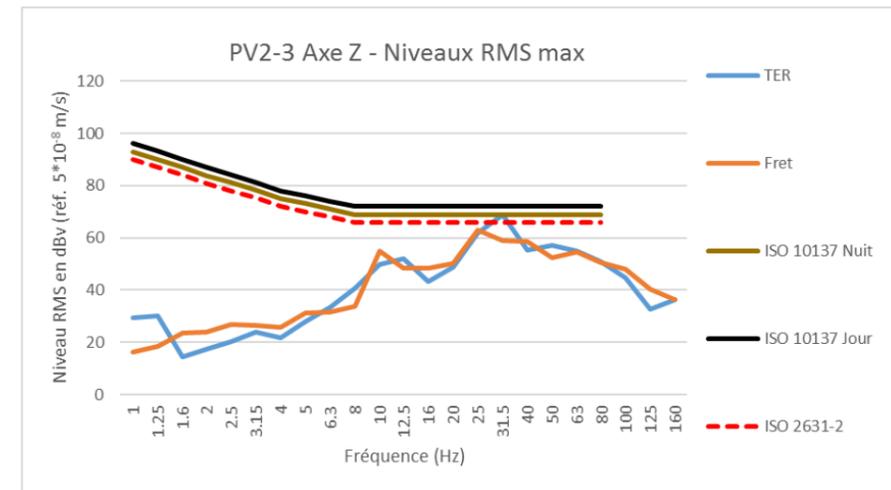
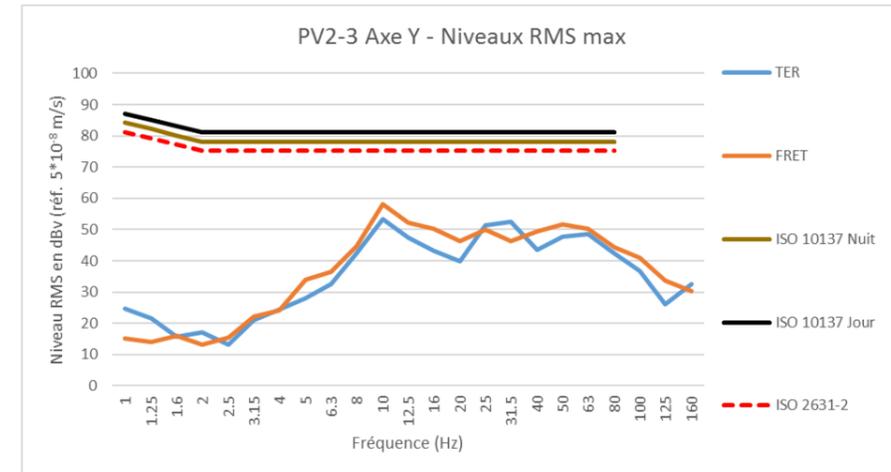
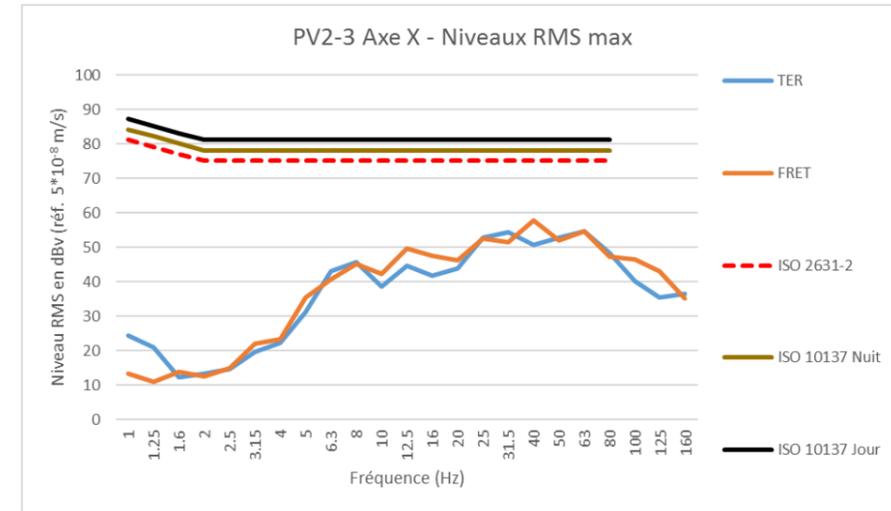
Note : Les valeurs moyennes des différents matériels roulants sont quasiment identiques. Des niveaux plus importants sont identifiables sur les 3 axes à 25 Hz.

Résultats - PV2-2



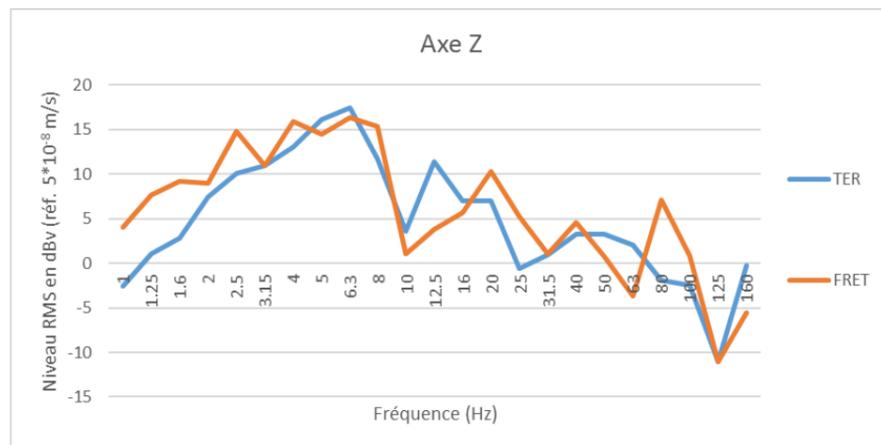
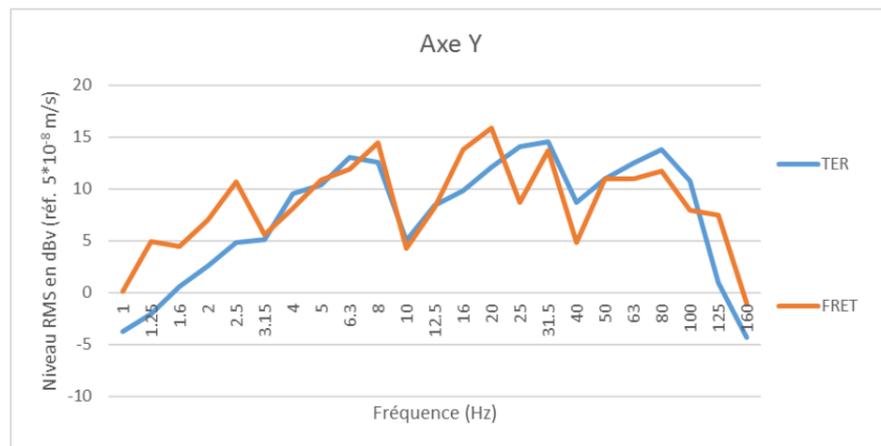
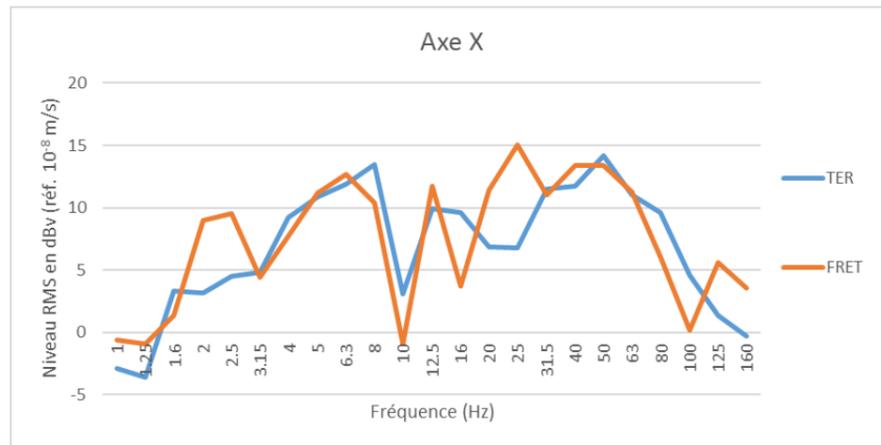
Note : Les valeurs limites des vibrations en pied de bâtiment « sensibles » ne sont dépassées pour aucune circulation ferroviaire.

Résultats - PV2-3



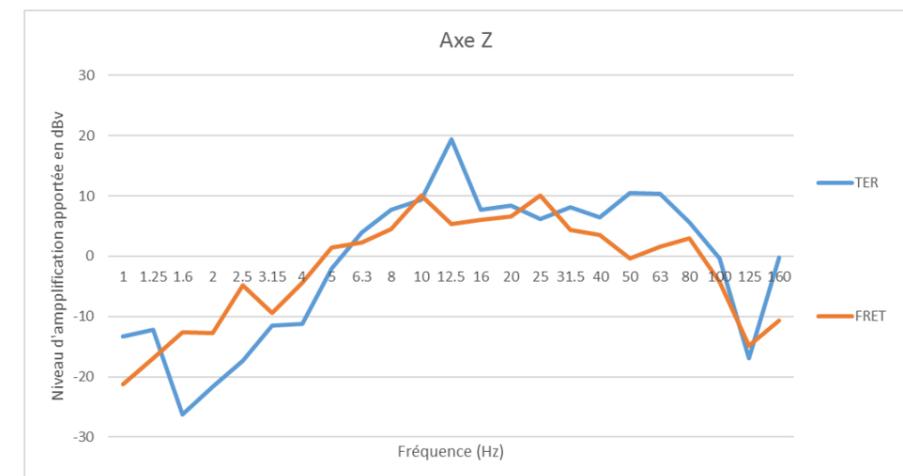
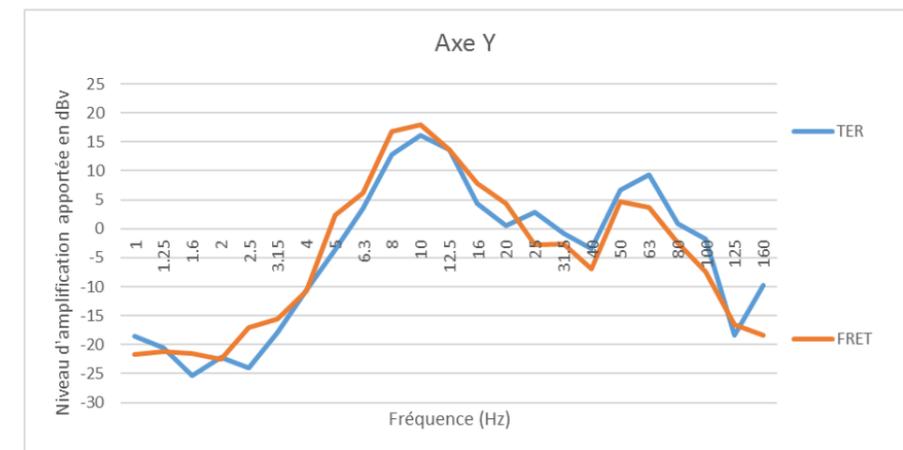
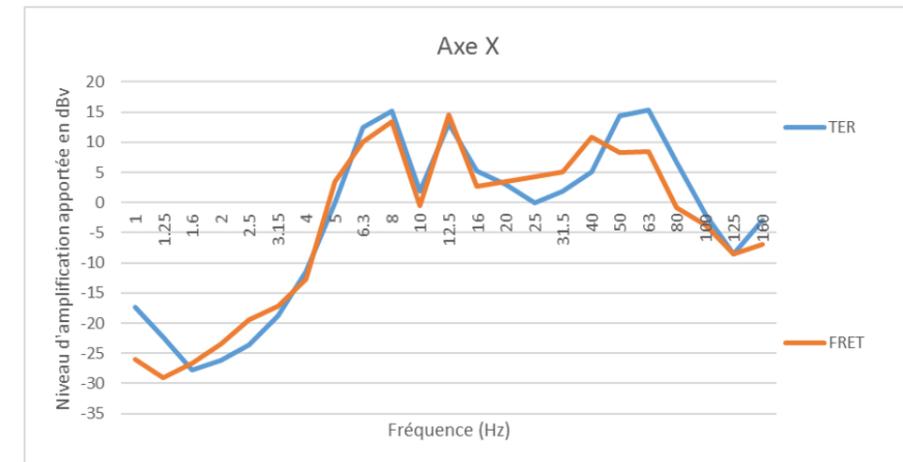
Note : Les niveaux RMS max analysés sont inférieurs aux seuils vibratoires tactiles définis dans les normes **ISO2631 et ISO10137 (jour)**, à l'exception de la fréquence 31,5 Hz sur l'axe Z (TER uniquement).

Décroissance du sol (PV2_1-PV2_2)



Note : On observe une amplification vibratoire entre la mesure proche de la voie ferrée (PV2-1) et la mesure en pied de bâtiment (PV2-2) à 125 Hz pour l'axe Z.

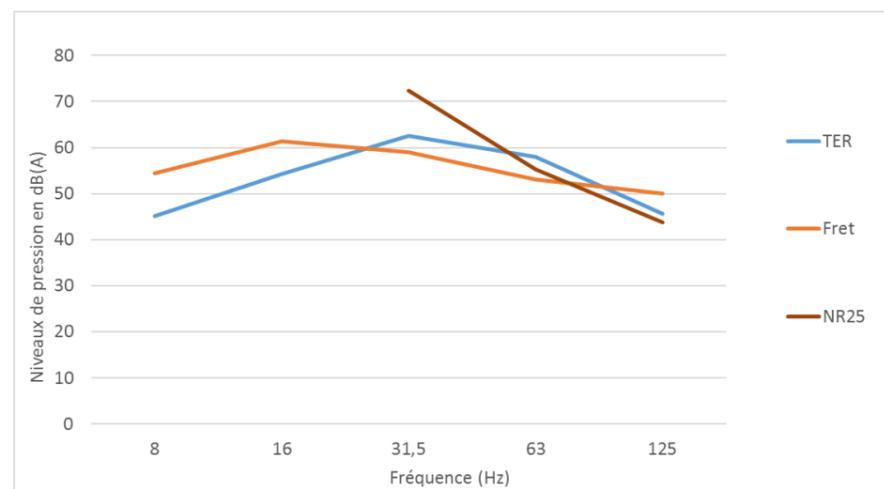
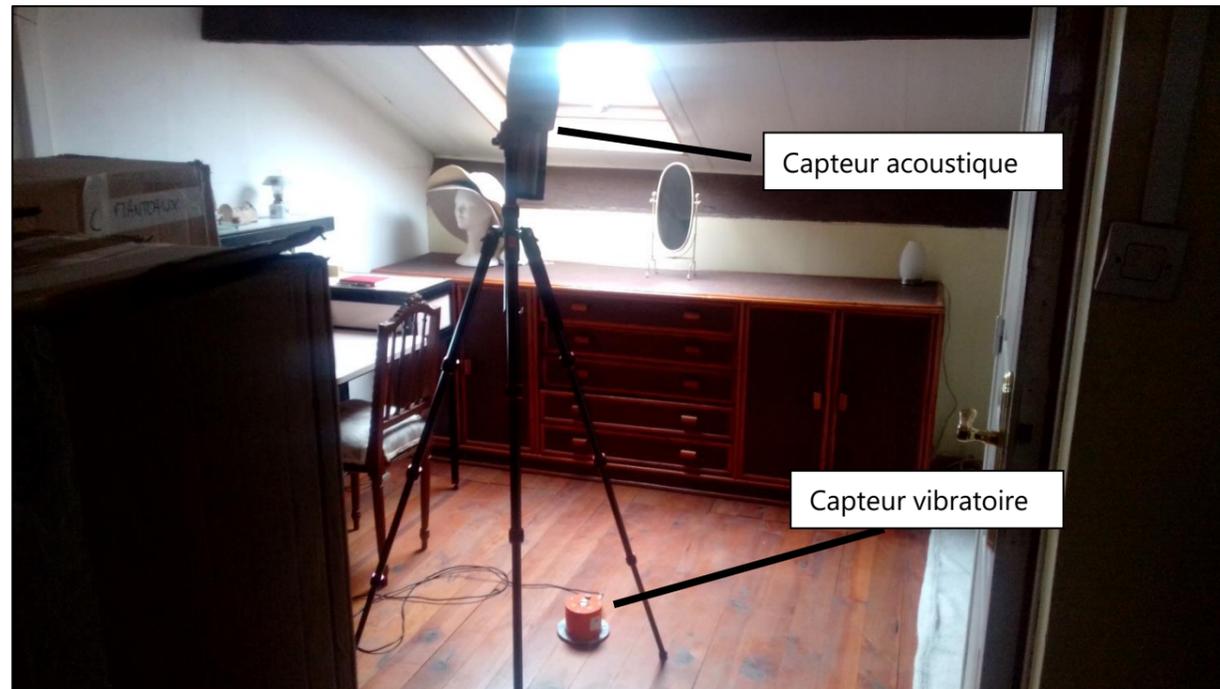
Fonction de Transfert sol et milieu de plancher (PV2_3-PV2_2)



Note : On observe une amplification vibratoire entre la mesure à l'intérieur de l'habitation (PV2-3) et la mesure en pied de bâtiment (PV2-2), sur les fréquences comprises entre 5 et 100 Hz.

Niveaux acoustiques régénérés / Trains

Les niveaux acoustiques à l'intérieur de la chambre ont été mesurés simultanément à la mesure vibratoire PV2-3 avec un sonomètre de classe 1 présent dans la même pièce.



Note : Ces niveaux mesurés comportent des bruits aériens et solidiens (dû à la faible isolation acoustique de la toiture de la chambre, qui est située dans des combles aménagés).

Commentaires

La mesure vibratoire permet d'aboutir aux conclusions suivantes :

Domage aux structures

En l'absence d'informations sur sa construction, le bâtiment est jugé comme étant sensible. Les valeurs limites des vibrations en pied de bâtiment « sensibles » ne sont pas dépassés (seuil des constructions - circulaire du 23/07/1986) : inférieur à 101.6 dBv.

Perception tactile

Les niveaux vibratoires enregistrés au centre du plancher dans l'habitation dépassent les seuils vibratoires tactile (ISO 2631-2 et ISO 10137) pour les bâtiments résidentiels sur la fréquence 31,5 Hz sur l'axe z.

Amplification vibratoire apportée

On observe une amplification vibratoire entre le sol et le plancher :

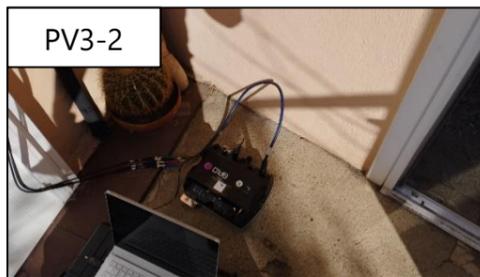
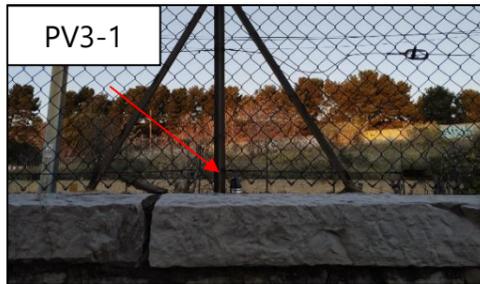
- De 5 à 100 Hz pour la totalité des trains et sur les trois axes (X, Y et Z).

Niveau de bruit régénéré

- Les niveaux de bruits régénérés sont supérieurs au seuil de bruit solidien (gabarit acoustique NR25) pour les TER et FRET à 63 Hz circulant sur les voies (bruit aérien + solidien).

FICHE DE MESURE VIBRATOIRE – PV3

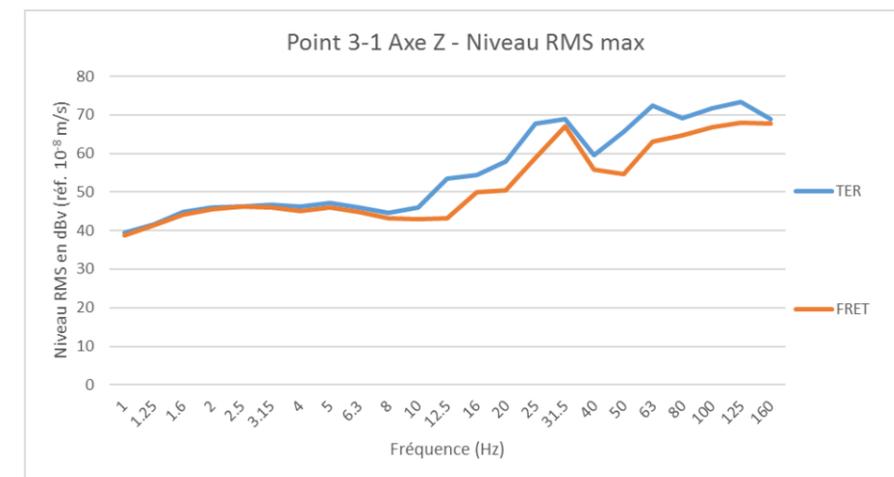
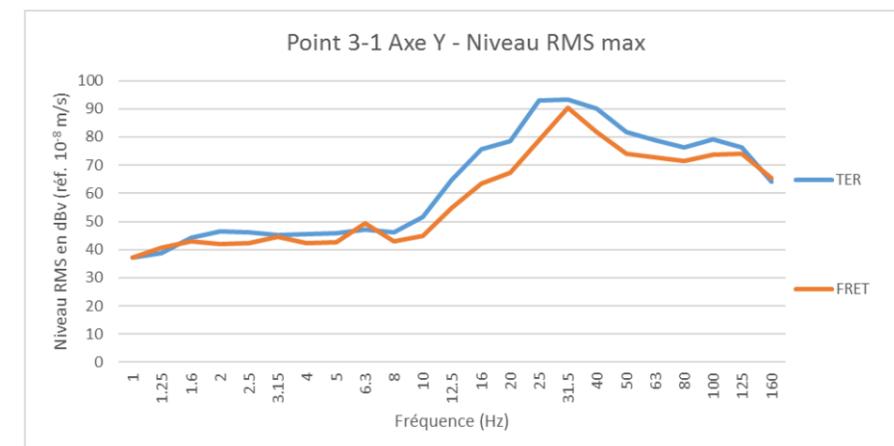
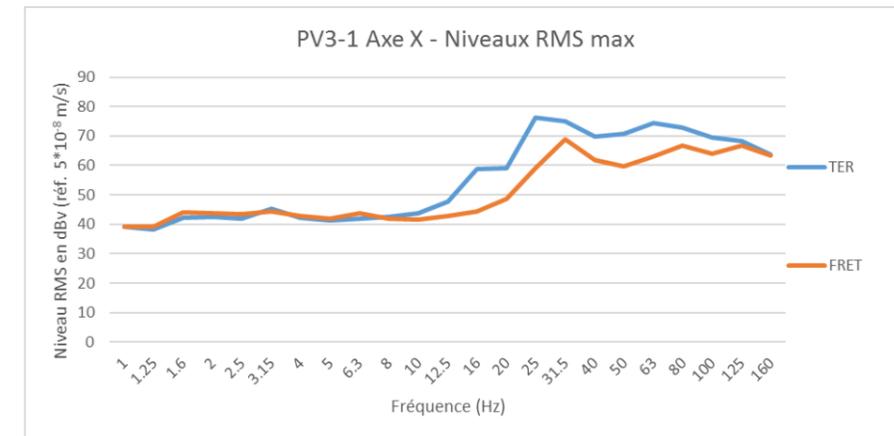
Photos points de mesure & localisation



Détail des points de mesures

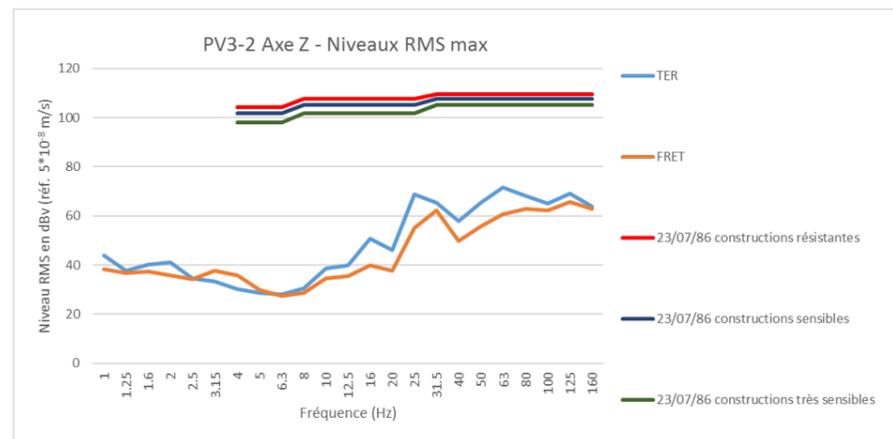
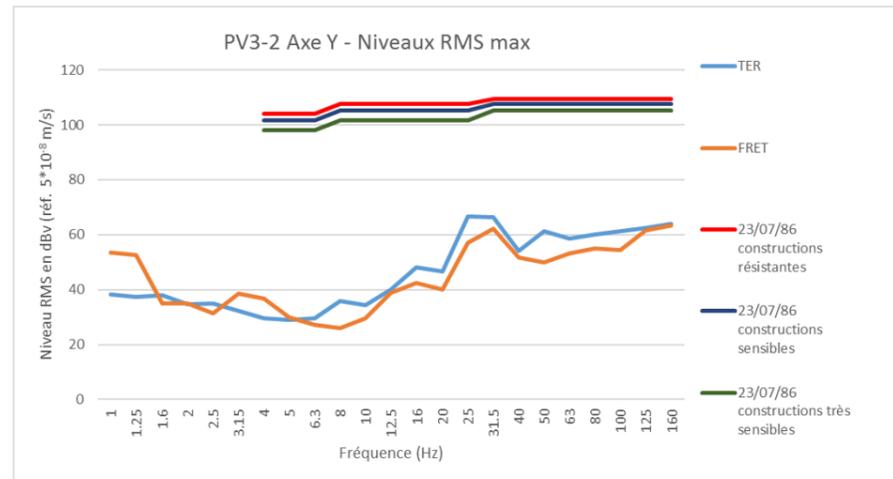
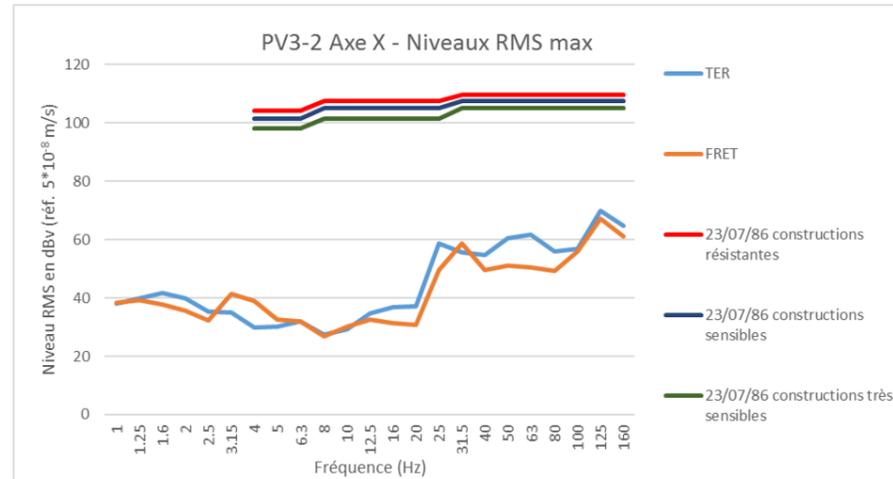
Points de mesures	PV3-1, PV3-2, PV3-3
Date et durée de la mesure	02/02/23 – 03/02/23 (24h)
Adresse	M. et Mme VIAL, Boulevard de Kabylie, 13016 Marseille
Matériels utilisés	PV3-1 : G-Link de Alliantech
	PV3-2 : Orion de 01 dB
	PV3-3 : Géophone de Sinus
Positions récepteurs	PV3-1 : Limite voie ferrée (RdC)
	PV3-2 : Au droit de l'habitation (RdC)
	PV3-3 : Chambre (Etage 2)
Source vibratoire	Voies ferrées
Distances voie ferrée	PV3-1 : #1m / PV3-2 : #3m / PV3-3 : #10m
Trafic 6h-22h	TER : 14 / FRET 7
Trafic 22h-6h	-

Résultats – PV3-1



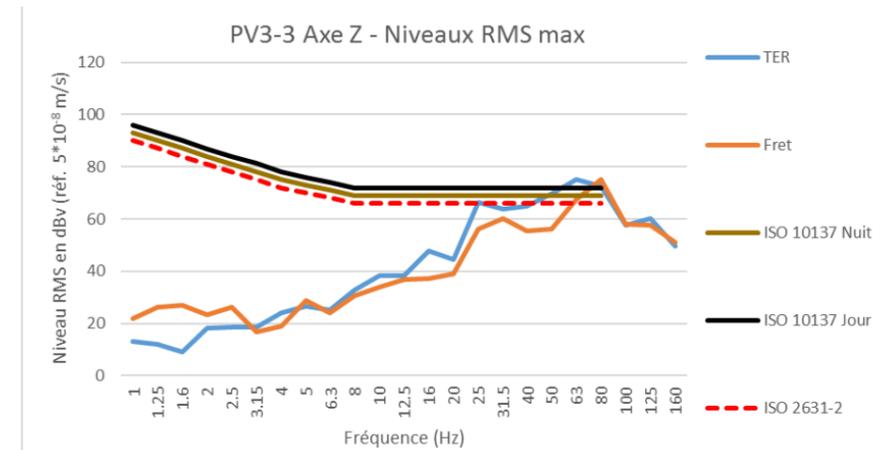
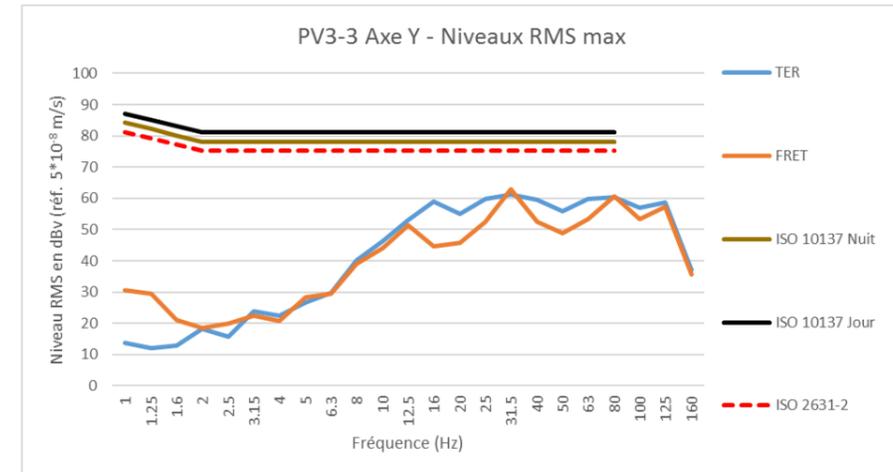
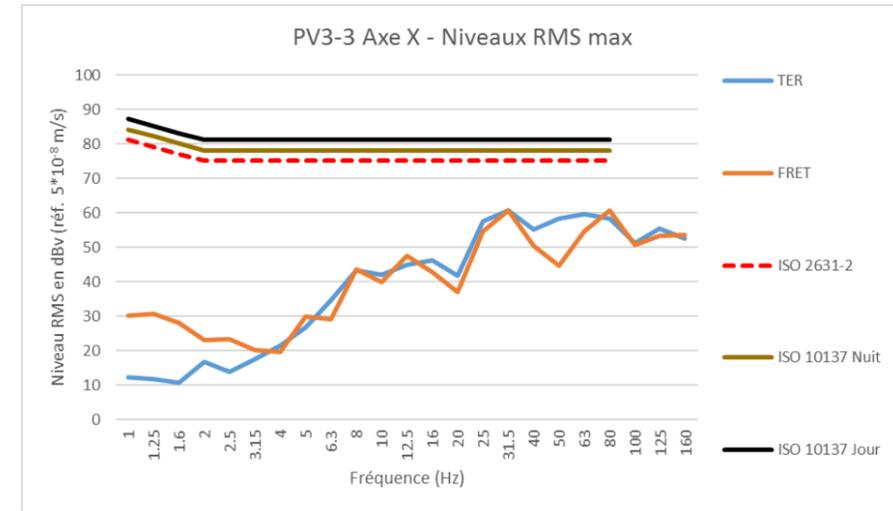
Note : Les valeurs moyennes des différents matériels roulants sont quasiment identiques. Des niveaux plus importants sont identifiables sur les 3 axes à partir de 20 Hz.

Résultats - PV3-2



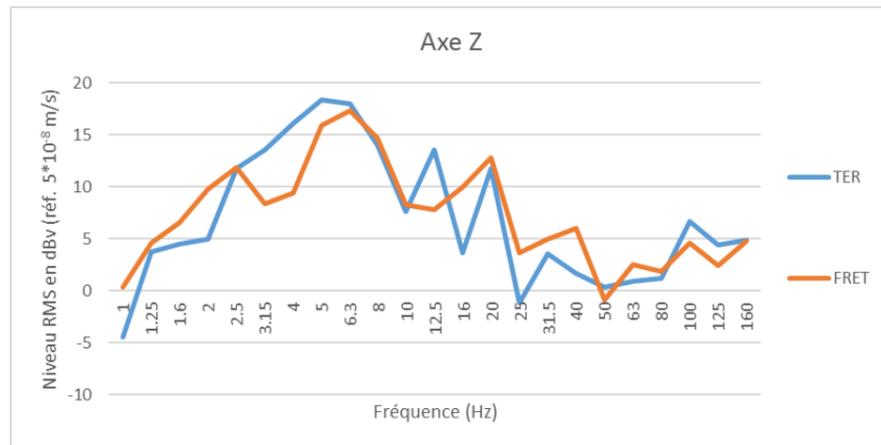
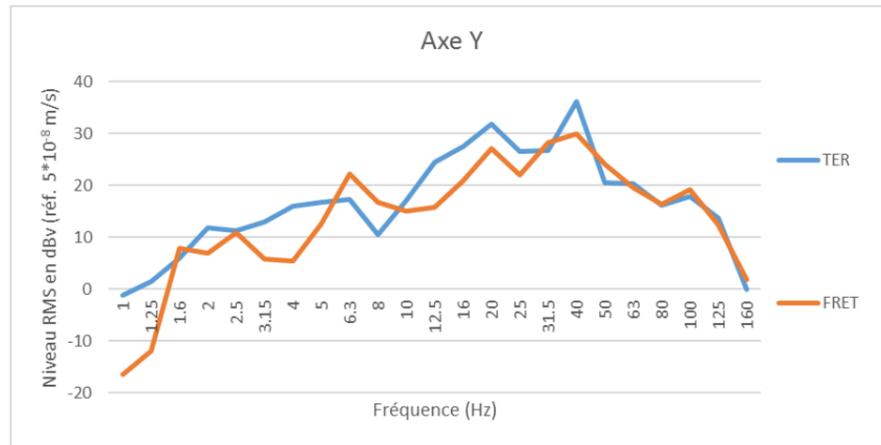
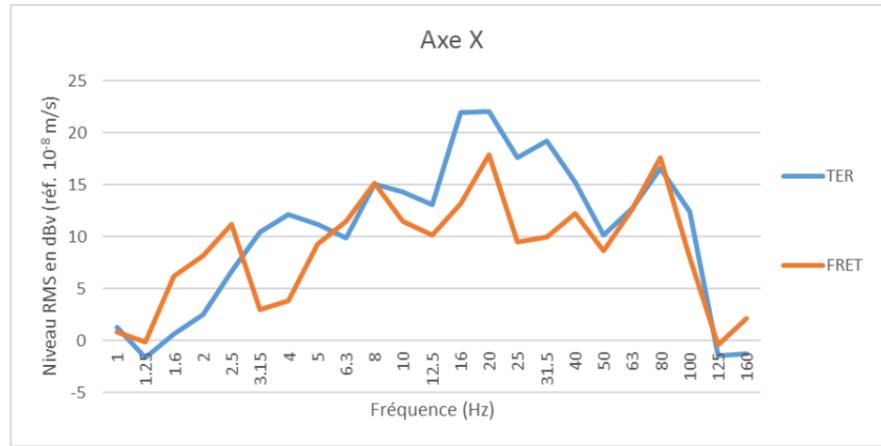
Note : Les valeurs limites des vibrations en pied de bâtiment « sensibles » ne sont dépassés pour aucune circulation ferroviaire.

Résultats - PV3-3



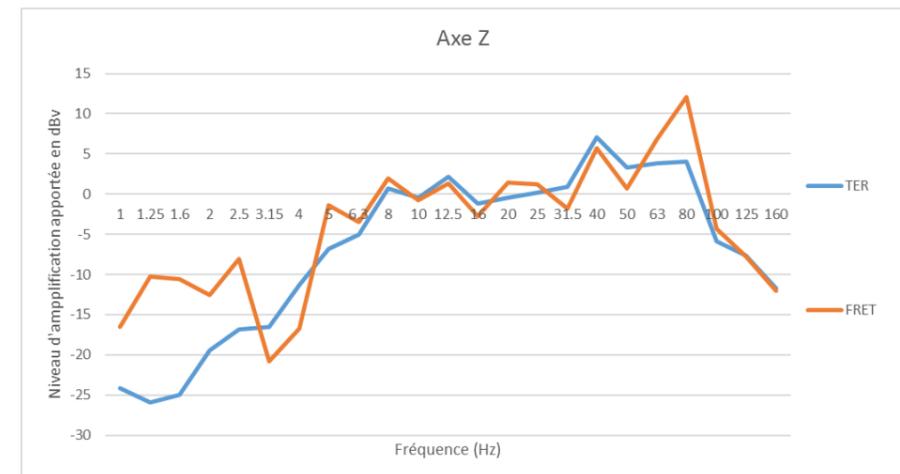
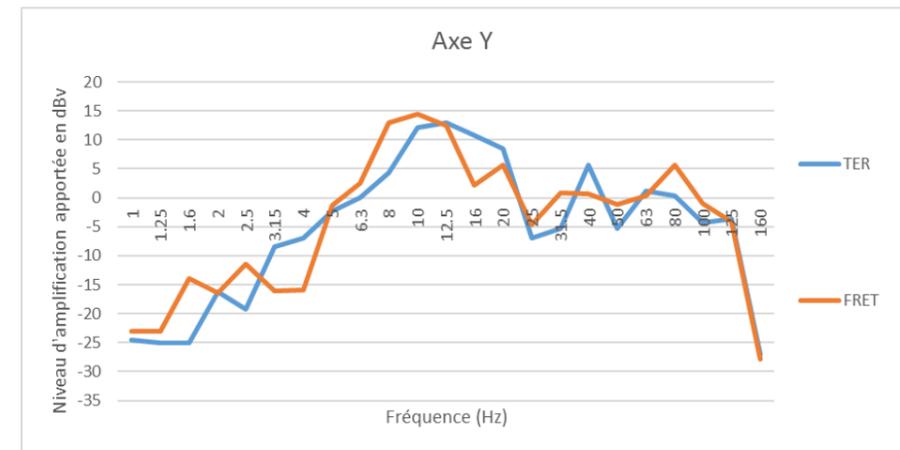
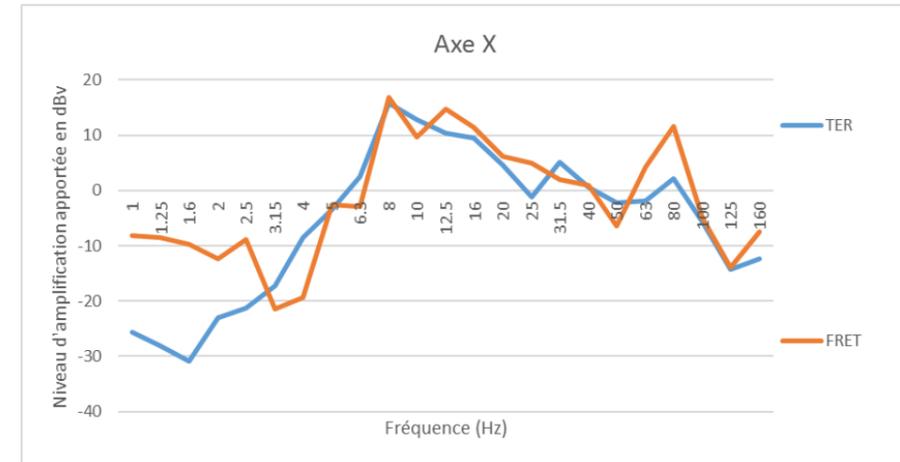
Note : Les niveaux RMS max analysés dépassent les seuils vibratoires tactiles définis dans les normes **ISO2631 et ISO10137 (jour)**, entre 25 et 100 Hz pour les TER et à 80 Hz pour les FRET, seulement sur l'axe Z

Décroissance du sol (PV3_1-PV3_2)



Note : On n'observe pas d'amplification vibratoire significative entre la mesure proche de la voie ferrée (PV3-1) et la mesure en pied de bâtiment (PV3-2).

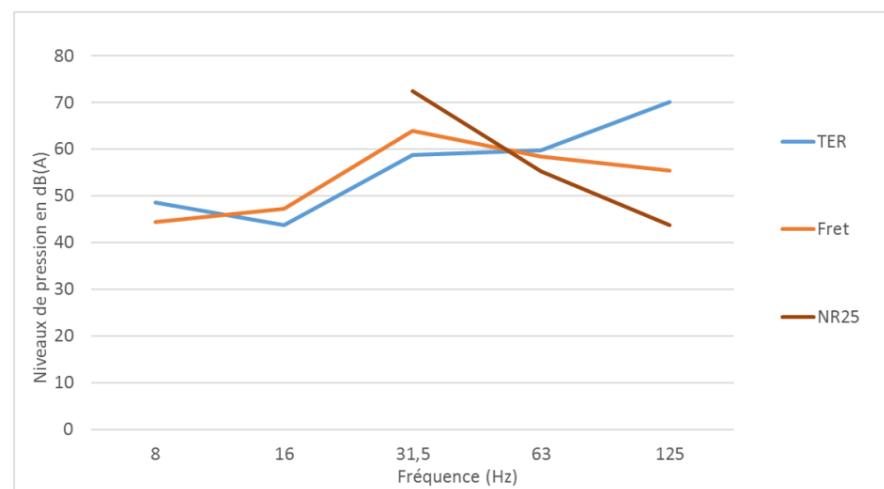
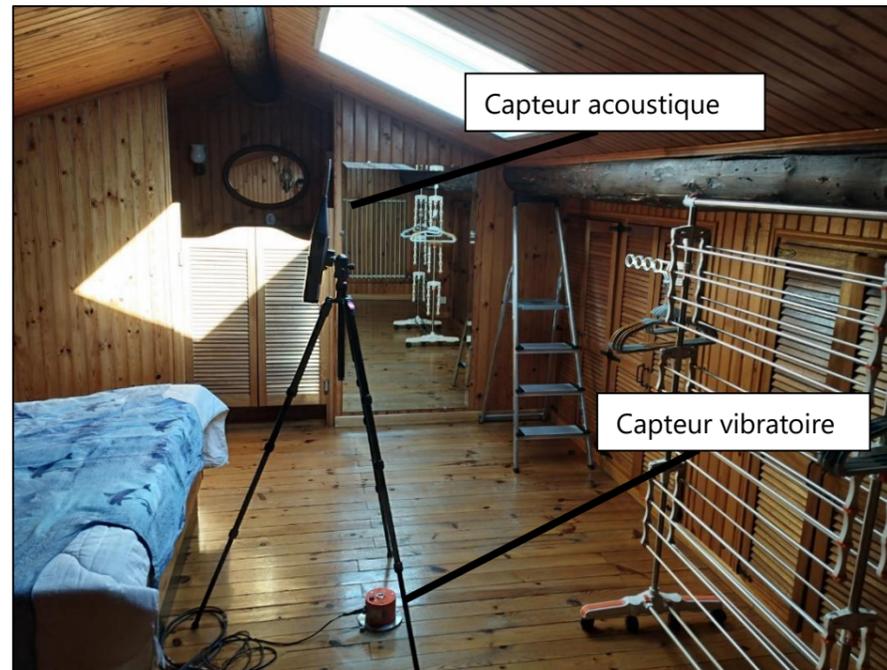
Fonction de Transfert sol et milieu de plancher (PV3_3-PV3_2)



Note : On observe une amplification vibratoire entre la mesure à l'intérieur de l'habitation (PV3-3) et la mesure en pied de bâtiment (PV3-2), sur les fréquences comprises entre 6 et 100 Hz.

Niveaux acoustiques régénérés / Trains

Les niveaux acoustiques à l'intérieur de la chambre ont été mesurés simultanément à la mesure vibratoire PV3-3 avec un sonomètre de classe 1 présent dans la chambre.



Note : Ces niveaux mesurés comportent des bruits aériens et solidiens (dû à la faible isolation acoustique de la toiture de la chambre, qui est située dans des combles aménagés, avec la présence d'une fenêtre de toit).

Commentaires

La campagne de mesure vibratoire permet d'aboutir aux conclusions suivantes :

Dompage aux structures

En l'absence d'informations sur sa construction, le bâtiment est jugé comme étant sensible. Les valeurs limites des vibrations en pied de bâtiment « sensibles » ne sont pas dépassés (seuil des constructions - circulaire du 23/07/1986) : inférieur à 101.6 dBv.

Perception tactile

Les niveaux vibratoires enregistrés au centre du plancher dans l'habitation dépassent les seuils vibratoires tactile (ISO 2631-2 et ISO 10137) pour les bâtiments résidentiels entre 25 et 100 Hz, sur l'axe z.

Amplification vibratoire apportée

On observe une amplification vibratoire entre le sol et le plancher :

- De 6 à 100 Hz pour la totalité des trains et sur les trois axes (X, Y et Z).

Niveau de bruit régénéré

- Les niveaux de bruits régénérés sont supérieurs au seuil de bruit solidien (gabarit acoustique NR25) pour les Fret et ter à partir de 63 Hz (bruit aérien + solidien).

3.3. Synthèse des résultats

Les tableaux ci-dessous présentent les résultats obtenus pour les différentes mesures réalisées (dépassement des seuils en rouge) :

Les dommages aux structures & la perception tactile

PV1

Axe	Trains	Dommages aux structures			Perceptions tactiles				
		Circulaire 23/07/86			Lv max en dBv	ISO2631		ISO10137 Bâtiments résidentiels - Jour	
		Lv max en dBv	Seuil constructions sensibles (minimum)	Dépassement		Seuil	Dépassement	Seuil	Dépassement
Axe X	TER	49,0	101,6	Non	61	75,0	Non	81	Non
	FRET	56,5	101,6	Non	62,1	75,0	Non	81	Non
Axe Y	TER	54,2	101,6	Non	58,4	75,0	Non	81	Non
	FRET	58,0	101,6	Non	66,8	75,0	Non	81	Non
Axe Z	TER	52,5	101,6	Non	73,7	66,0	Oui	72	Oui
	FRET	51,7	101,6	Non	76,3	66,0	Oui	72	Oui

PV2

Axe X	TER	52,9	101,6	Non	54,6	75,0	Non	81	Non
	FRET	51,6	101,6	Non	57,8	75,0	Non	81	Non
Axe Y	TER	53,4	101,6	Non	53,4	75,0	Non	81	Non
	FRET	56,3	101,6	Non	58,2	75,0	Non	81	Non
Axe Z	TER	60,8	101,6	Non	68,9	66,0	Oui	72	Non
	FRET	55,3	101,6	Non	62,9	66,0	Non	72	Non

PV3

Axe X	TER	69,8	101,6	Non	60,8	75,0	Non	81	Non
	FRET	67,1	101,6	Non	60,8	75,0	Non	81	Non
Axe Y	TER	66,6	101,6	Non	61,1	75,0	Non	81	Non
	FRET	63,5	101,6	Non	63,0	75,0	Non	81	Non
Axe Z	TER	71,5	101,6	Non	75,3	66,0	Oui	72	Oui
	FRET	65,6	101,6	Non	75,0	66,0	Oui	72	Oui

Confort acoustique / bruit solidien

PV1

Fréquence (Hz)	Critères acoustiques / Bruit solidien		
	Courbe NR25, PPV (vitesses particulières crête) en dBv		
	Seuil	TER	FRET
8	-	-	-
16	-	-	-
31,5	72,4	64,6	65,1
63	55,2	68,6	56,2
125	43,7	53,3	58,9

PV2

Fréquence (Hz)	Critères acoustiques / Bruit solidien		
	Courbe NR25, PPV (vitesses particulières crête) en dBv		
	Seuil	TER	FRET
8	-	-	-
16	-	-	-
31,5	72,4	62,6	59
63	55,2	58	53
125	43,7	45,6	50

PV3

Fréquence (Hz)	Critères acoustiques / Bruit solidien		
	Courbe NR25, PPV (vitesses particulières crête) en dBv		
	Seuil	TER	FRET
8	-	-	-
16	-	-	-
31,5	72,4	58,7	63,9
63	55,2	59,8	58,4
125	43,7	70,1	55,5



Gêne acoustique (perturbation du sommeil) / Bruit aérien et solidien

PV1

Pièce	Capteur	Période	Niveaux mesurés – LAeq en dB(A)	Recommandation OMS	
				Seuil en dB(A)	Dépassement
Chambre	Sonomètre de classe 1	14/02/2023 au 15/02/2023 (24h)	32,5	35,0	Non

Nota : La maison était inoccupée lors de la mesure, le niveau mesuré est bien représentatif de l'impact de la voie ferrée à l'intérieur de l'habitation.

PV2

Pièce	Capteur	Période	Niveaux mesurés – LAeq en dB(A)	Recommandation OMS	
				Seuil en dB(A)	Dépassement
Chambre	Sonomètre de classe 1	22/02/2023 au 23/02/2023 (24h)	34,5	35,0	Non

Nota : La mesure PV2 a été perturbée par le cours de la vie de l'habitant, le niveau mesuré est surestimé par rapport à l'impact de la voie ferrée à l'intérieur de l'habitation.

PV3

Pièce	Capteur	Période	Niveaux mesurés – L50 en dB(A)	Recommandation OMS	
				Seuil en dB(A)	Dépassement
Chambre	Sonomètre de classe 1	02/02/2023 au 03/02/2023 (24h)	34,5	35,0	Non

Nota : La mesure PV3 a été perturbée par le cours de la vie de l'habitant, le niveau mesuré est surestimé par rapport à l'impact de la voie ferrée à l'intérieur de l'habitation (choix du L50).

3.4. Mesures de réduction des vibrations

3.4.1. Principe de traitement vibratoire

Pour limiter la propagation vibratoire aux abords d'une voie ferroviaire, plusieurs solutions existent :

- **Entretien régulier des voies :** Un entretien régulier des voies permet d'avoir une meilleure rugosité des rails et donc de limiter les vibrations transmises par les circulations ferroviaires dans le sol : en effet une roue présente toujours une rugosité (défauts de quelques microns) et lorsqu'elle roule sur le rail, qui présente également une rugosité, cela engendre systématiquement des vibrations de la roue, du rail et de la traverse.

Le document de référence de l'uic « railway induced vibration » de 2017 estime que le gain obtenu avec un entretien régulier des voies peut dans certains cas atteindre 10 dB.

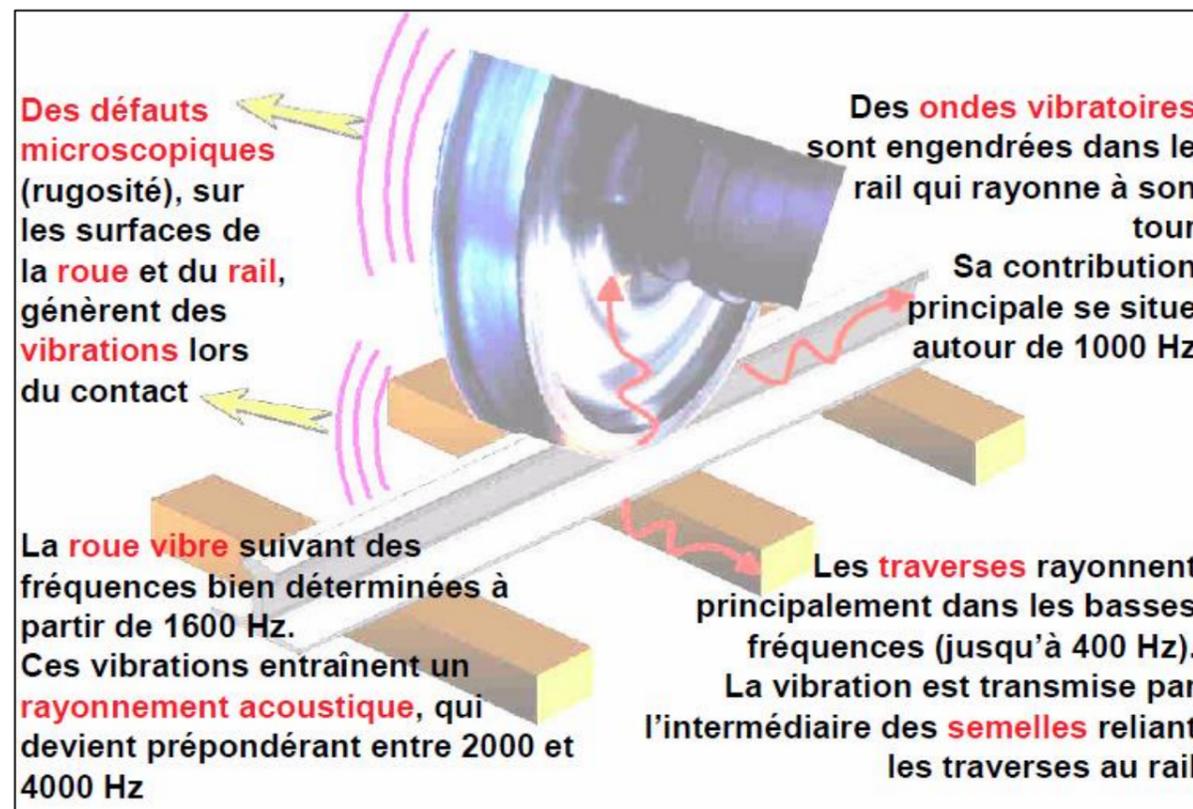


Figure 8 : Bruit lié au roulement ferroviaire

- **Evolution des matériels :** L'évolution des matériels ferroviaire a également une incidence sur les vibrations car la mise en place de systèmes de freinage par des semelles composites sur les frets, au lieu des semelles en fonte a un effet sur la rugosité de la roue du matériel considéré.

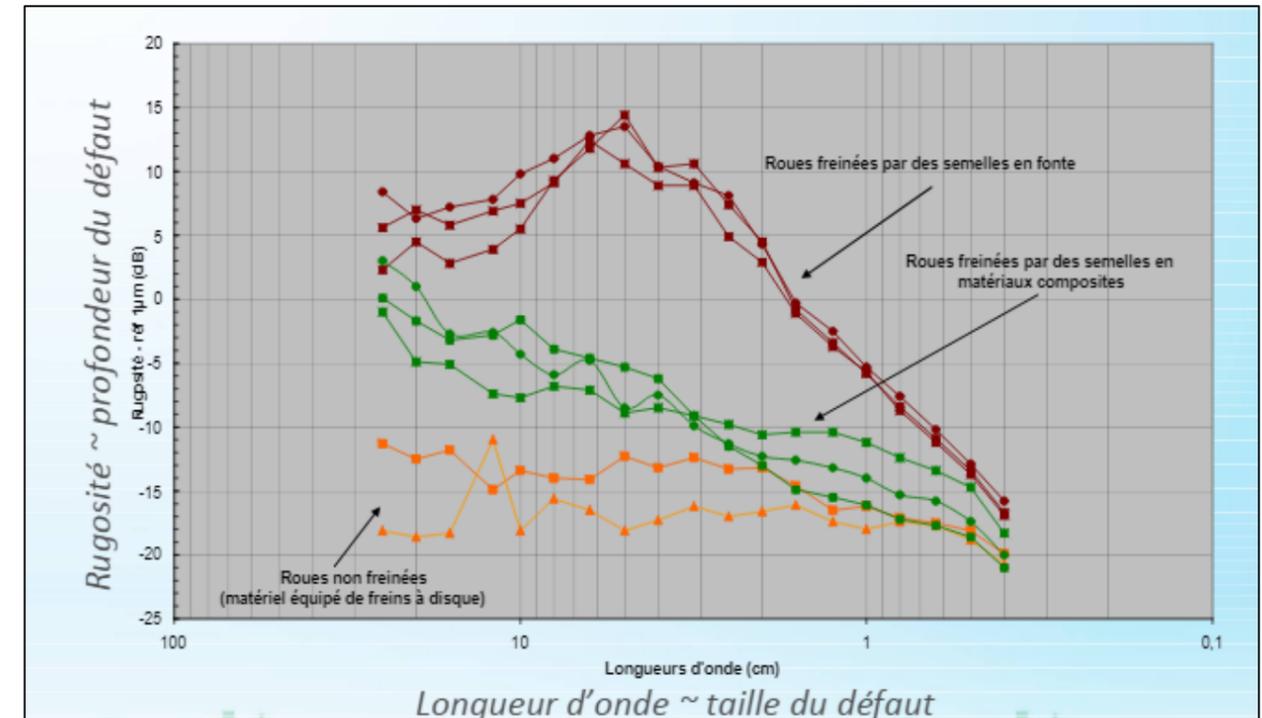


Figure 9 : Rugosité de la roue en fonction du système de freinage

- **Limiter la vitesse pratiquée :** Afin de limiter les vibrations, on peut toujours diminuer la vitesse des convois ferroviaires. Les forces injectées dans la voie et dans le sol s'en trouve ainsi réduite et cette solution permet de limiter les effets néfastes.
- **Semelle sous rail ou sous traverse :** Ce type de pose consiste à installer des semelles résilientes entre les rails et les traverses ou sous les traverses. La pose de semelles optimisées limite la transmission au-dessus de 63Hz (environ).



- **Tapis sous ballast:** Ce système consiste à désolidariser à l'aide d'un tapis résilient le ballast sur lequel les trains circulent. Ce type de pose de voie est efficace pour limiter les vibrations à plus basse fréquence, au-dessus de 25Hz.

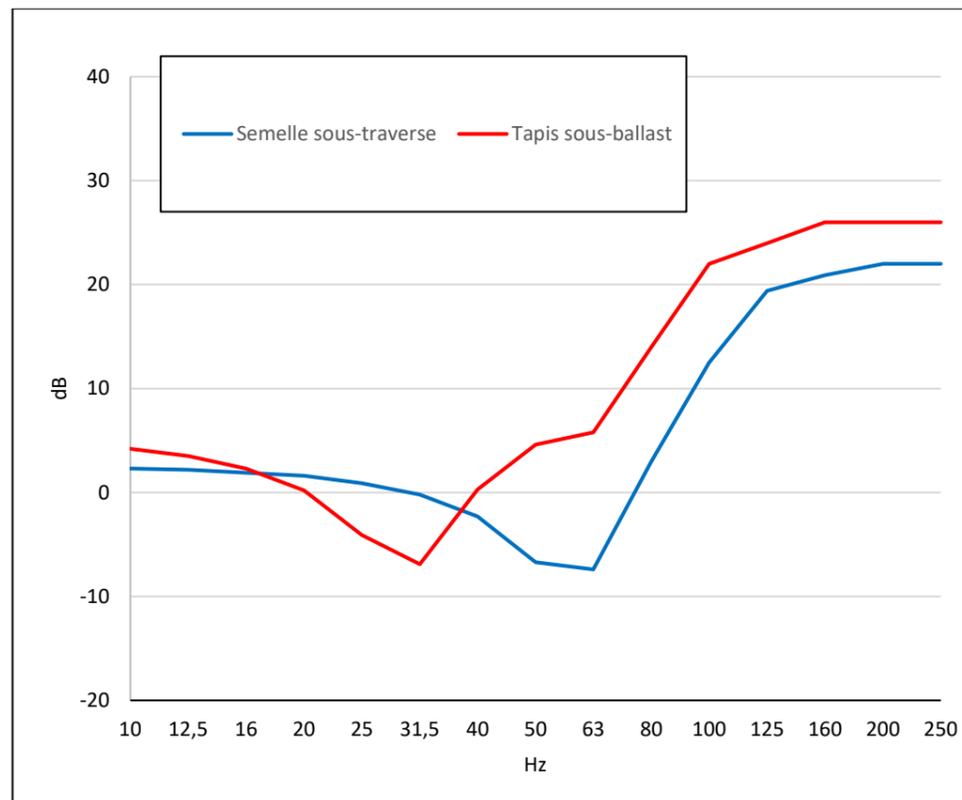
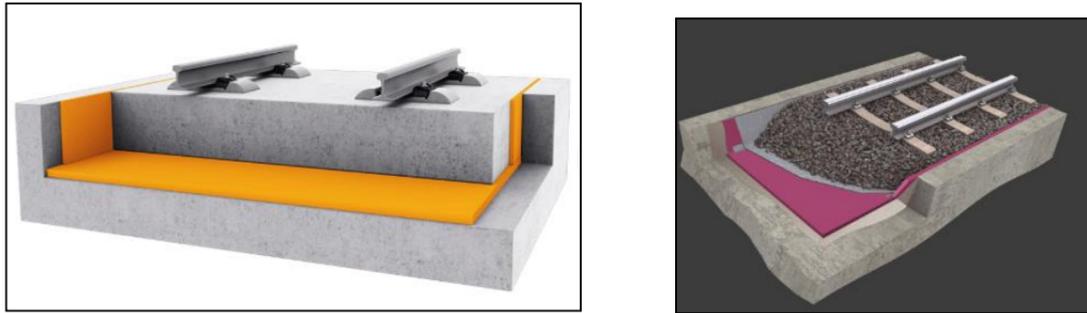
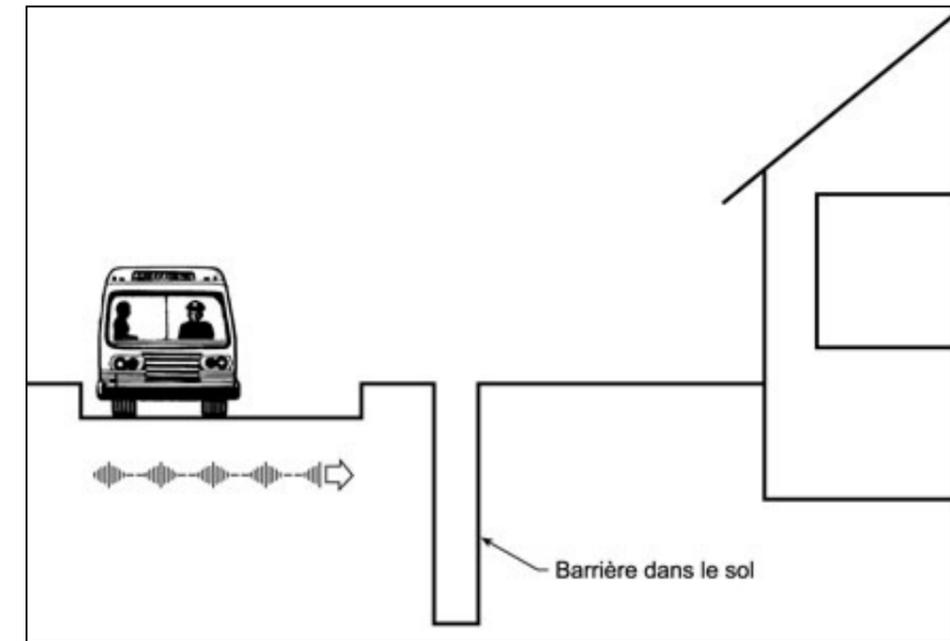


Figure 10 : Exemple de perte par insertion des systèmes antivibratiles

les 2 systèmes réduisent les vibrations avec une efficacité plus marquée pour le tapis sous-ballast qui permet d'atteindre 20 dB d'atténuation à partir de la bande de 1/3 d'octave centrée sur 100 Hz alors que la semelle sous-traverse atteint 10 dB d'atténuation.

- **Barrière dans le sol :** Le traitement à la source peut être complété par la mise en œuvre d'une barrière vibratoire qui consiste à créer une tranchée entre la source vibratoire et la zone bâtie.



Nota : Afin de limiter au maximum la propagation, il est préférable d'agir à la source de l'infrastructure. Au-delà de celle-ci les interactions sont nombreuses, complexes et difficiles à prévoir dans l'état de l'art actuel.



3.4.2. Mesures compensatoires

Au vu des investigations menées, on peut dire que compte tenu :

- Des gains à obtenir sur les 3 points de mesures : **entre 5 et 10 dB** sur des fréquences allant de 30 à 80 Hz ;
- Des incertitudes pesant sur les autres bâtiments du secteur de Saint-André (une trentaine de bâtiments sont en première ligne et seul 3 ont été testés)
- De la faible longueur à traiter (estimée à 600 m) sur la traverse de Saint-André ;

Nous recommandons dans un premier temps les solutions ci-après pour limiter la perception tactile chez les riverains :

- **La maintenance des voies :**
 - Meulage des rails et reprofilage des roues (diminution de la rugosité & gommage des défauts de surface)
 - Bourrage de la voie (corrige les défauts de géométrie de la voie)
 - Entretien des singularités (diminue les effets géométriques des écartements)

Le gain estimé peut aller de 2 à 12 dB (mais dépend de l'état de dégradation pré existant)

A l'issue de cette maintenance, de nouvelles mesures devront être faites pour contrôler l'évolution et éventuellement envisager d'autres solutions si nécessaires.



4. Conclusion

Le présent rapport a permis d'étudier l'impact vibratoire de la voie ferrée sur des habitations dans le quartier de Saint-André, à Marseille (13).

Les investigations réalisées permettent de conclure les points suivants :

- Les seuils des dommages aux structures ne sont pas dépassés en pied de bâtiment quel que soit le niveau de sensibilité du bâtiment (seuil des constructions - circulaire du 23/07/1986),
- Les niveaux vibratoires enregistrés au centre des plancher dans les habitations dépassent les seuils vibratoires tactiles (ISO 2631-2 & ISO 10137) principalement entre 20 et 100 Hz sur l'axe z ;
- Les limites en bruit d'équipement (aérien et solidien cumulés) ne sont pas dépassés selon le seuil de perturbation du sommeil proposé par l'OMS.



Annexes



Annexe 1 – Matériel utilisé

- ✓ Les mesures ont été effectuées avec un appareillage de classe 1 conforme à la norme NFS 31-009 relative aux sonomètres de précision.

Mesures acoustiques

- 1 Sonomètre Duo de classe 1 de type 01dB,

Mesures vibratoires

- G-Link de Alliantech,
- Orion de 01 dB,
- Géophone de Sinus.

Calibreur

- Calibreur Classe 1 de chez Cirrus.

Logiciel de traitement

- dBTrait de 01dB.

Annexe 2 – Traitement des données

	Source	TER		FRET	
		Leq			
		particulier	Lmax	particulier	Lmax
		dB	dB	dB	dB
PV1 - 1 - Axe X	1	35,3	38,5	35,7	38,3
	1.25	37,7	40,1	37,8	40,1
	1.6	39,4	42,4	39,3	42,9
	2	40,5	43,4	39,5	43,7
	2.5	39,5	42,5	40,3	42,9
	3.15	40	45	40,1	44,2
	4	39,2	43,1	39,3	43,3
	5	39,6	42,6	44,5	51,7
	6.3	45,8	50,8	54,5	63,7
	8	62,7	70,3	66,6	77,9
	10	61,2	71,8	63,2	70,4
	12.5	55,1	64,6	57	67,7
	16	53,1	61,9	59,1	68,6
	20	52,3	58,3	55,5	63,7
	25	56,5	62,8	61,2	73
	31.5	60,6	66,1	56,9	69,1
	40	60,1	67,7	60,8	72,7
50	54,7	64,5	53,4	64,7	
63	52,6	62,8	48,6	59,3	
80	44,2	51	43,4	54,7	
100	38,8	46	39,8	58,3	
125	33,3	42,2	35,9	46,6	
160	27,1	35,3	28,2	41,8	
PV1 - 1 - Axe Y	1	35,3	39	36	38,5
	1.25	38	41,3	37,6	39,4
	1.6	38,7	42,3	39,9	44,8
	2	39	42,1	39,8	43,3
	2.5	39,3	43,4	40,1	42,8
	3.15	39,9	44,5	39,3	43,4
	4	39,9	45,2	38,9	43,2
	5	38,7	43,2	39,1	42,1
	6.3	38,7	41,7	38,9	44,9
	8	39,7	47,9	39,8	47,9
	10	39,4	48,2	40,3	47,9
	12.5	39,3	46,2	40,4	46,8
	16	38,7	46	43,4	51,6
	20	40,3	45	44,3	55,1
	25	44,4	51,8	46,8	59,5
	31.5	48,7	54,2	45	56,3
	40	47,4	55,8	47,2	60,5
50	43,9	51,4	45,4	55,6	
63	44,1	50,5	45	54,7	
80	39,5	47	39,8	49,8	
100	33,9	43,4	34,2	45,7	
125	28,3	35,9	30,2	40,5	
160	23,2	31,5	24,5	35,9	
PV1 - 1 - Axe Z	1	37,4	41,1	36,5	41,1
	1.25	39,1	41,2	40,1	44,3
	1.6	41,5	45,7	41,4	44,4
	2	42,1	45	42	45,8
	2.5	42,7	45,5	43,1	46,6
	3.15	42,1	45,9	42,8	46,8
	4	41,4	44,4	42	48,3
	5	41,6	43,7	42,4	47,1
	6.3	41,7	45,3	43,4	52
	8	47,7	54,8	50,8	61,3
	10	47,1	56,5	49	54,9
	12.5	45,6	55,2	46,2	57,2
	16	44,9	52,6	46,9	54,4
	20	46,4	52,6	49,3	58,3
	25	49,3	59	53,3	66,6
	31.5	55,3	63	51,9	64,6
	40	54,7	62	54,3	65,2
50	53,9	64,1	53,6	65,9	
63	49,2	56,7	48,9	60,3	
80	44,1	52,6	43,1	54,2	
100	37,7	48,1	37	48,4	
125	31,1	38,4	32,9	44,8	
160	25,7	32,5	26,6	37,7	

	Source	TER		FRET	
		Leq			
		particulier	Lmax	particulier	Lmax
		dB	dB	dB	dB
PV1 - 2 - Axe X	1	38,6	44,5	36,3	39,1
	1.25	38,7	45,1	35,4	39,2
	1.6	33,4	37,1	33,8	35,5
	2	32,4	34,4	37,5	45
	2.5	31,5	34,2	31,6	35,8
	3.15	28,1	32,6	29,6	33,1
	4	27	31,4	27,3	29,9
	5	26,7	29,6	26,9	31
	6.3	28,2	33,6	27,1	33
	8	35,6	44,3	30,2	38,7
	10	40,6	49	37,7	49,5
	12.5	29,3	40,2	32	48,4
	16	28,4	33,5	29,4	34,5
	20	27,3	32,1	27,9	34,6
	25	40,2	48,5	43,5	56,5
	31.5	40,7	47	38	46
	40	36,8	45,2	38,5	48,1
	50	34,6	41,9	36,5	48,1
	63	33,7	40,3	34,3	45
	80	30,4	37,8	30,7	45,3
100	26,8	36	27,2	43,3	
125	28,9	40,8	30,6	42,6	
160	23,6	31,4	26,8	35,8	
PV1 - 2 - Axe Y	1	36,7	42,3	35,6	38,7
	1.25	36,7	43,4	33,6	36,5
	1.6	33	36,4	32,5	35,3
	2	30,8	34,2	35,6	43,1
	2.5	29,6	32,1	30,8	36,7
	3.15	27,7	31,4	27,9	31,4
	4	26,3	30,1	26,6	29,4
	5	26,7	31,2	26,4	32
	6.3	29,1	35,6	27,4	32,5
	8	33,3	43	27,7	36,8
	10	43,3	54,2	38,6	52,1
	12.5	31	42,8	32,8	45,6
	16	29,2	36,6	30,9	39
	20	25,8	31,8	25,6	34,5
	25	43	50,2	45,5	58
	31.5	44,9	52,3	41,2	48,8
	40	38,8	46,3	40,3	53,5
50	36,1	43,1	38	48,3	
63	35,4	42,7	35,8	47	
80	33,8	41,5	31,6	44,2	
100	29	38,8	28,2	41	
125	27,8	37,7	29,6	41,4	
160	30,6	39,2	34	45,4	
PV1 - 2 - Axe Z	1	37,3	43,5	35,2	37,7
	1.25	37,4	43,6	33,9	37,1
	1.6	33	36,7	33	36
	2	32,2	35,6	35,6	43,4
	2.5	30,1	32,9	30,3	34,3
	3.15	27,7	32,8	28	31,5
	4	27	30,2	25,7	29,3
	5	25,9	28,8	24,9	29,9
	6.3	27,7	34,9	26,3	32
	8	35,8	45,7	30	39,4
	10	41,1	50,5	38,3	48
	12.5	34,6	48,1	34,2	45,8
	16	31,4	41,1	32	44,4
	20	28,7	34,5	30,7	43,5
	25	42,8	52,5	43,7	51,7
	31.5	43,3	49,4	39,6	47,6
	40	37	43,8	38,9	47,9
50	38,5	48,1	37,8	50,3	
63	35,6	43	35	45,9	
80	29,6	36,7	30	43,6	
100	25	34,6	25	39,8	
125	17,6	25	20,8	30,7	
160	13,8	21,3	17,3	25,6	

Source	TER		FRET		
	Leq		Leq		
	particulier	Lmax	particulier	Lmax	
Lieu	dB	dB	dB	dB	
PV1 - 3 - Axe X	1	7,5	14,4	7,6	9,2
	1.25	6,9	16,8	5,5	6
	1.6	7,5	9,5	5,2	5,5
	2	7,5	11,7	10,7	17,6
	2.5	9,5	14,8	8,5	11,9
	3.15	16,3	20,6	16,3	20,7
	4	18,1	25,3	17,8	22,6
	5	21,9	27,4	21,3	26,5
	6.3	30,2	35,2	28,8	37,8
	8	41,1	50	37,2	46,6
	10	53,3	61	50,6	62,1
	12.5	37,6	48,5	38,1	54,3
	16	32,4	39,6	33,5	41,9
	20	31,8	39,1	32,1	38,9
	25	44,7	50,5	47,6	59,2
	31.5	44,4	51,9	40,7	48,5
40	37,1	44,2	38	49,6	
50	35,2	40,9	36	47,2	
63	31,1	42,1	30,3	39,3	
80	29,7	37,5	27,1	38,7	
100	24,9	33,3	24,9	34,7	
125	20,3	31,5	22,5	33,8	
160	19	29	18,9	28,6	
PV1 - 3 - Axe Y	1	25,7	36,4	6,5	8,3
	1.25	21,8	32,9	5,2	7,2
	1.6	8,3	11,6	8,2	11,6
	2	11,4	14,1	16,2	24,4
	2.5	11,2	15,2	12,1	14
	3.15	17,1	23,9	32,5	47,5
	4	21,5	28,1	31,2	45,9
	5	28,9	33,8	32,4	45,2
	6.3	44,7	49,9	43,4	51,4
	8	35,4	43,8	34,4	43,1
	10	49,7	58,4	46,7	62,8
	12.5	40,2	48,2	42	55,4
	16	29,6	34,4	28,8	38,6
	20	30,8	34	31,9	42
	25	43,2	48,9	47,4	66,8
	31.5	45,9	53,4	41,9	54,6
40	36,4	41,8	38,2	53,8	
50	34,4	40,5	38,1	58,8	
63	34,5	44,5	33,2	52,1	
80	34,1	40,3	32,8	52,6	
100	28,5	39,4	30,8	54,9	
125	20,2	32,3	28,6	56,1	
160	19,6	32,1	24	49,8	
PV1 - 3 - Axe Z	1	9,3	15,2	8,1	11,1
	1.25	6,2	18	7,1	8,5
	1.6	6,9	8,7	6,1	7,3
	2	9,3	13,1	10,4	16,3
	2.5	13,1	16,1	12,1	17,6
	3.15	14,6	20,4	13,1	18,7
	4	16	21,7	14,6	21,5
	5	20	24,1	19,4	29,9
	6.3	26,4	37	22,1	31,3
	8	38	47,8	30,8	40,7
	10	42,1	51,6	39,3	49,7
	12.5	38,5	51	36	49,5
	16	35,7	45,1	35,9	47,4
	20	39,1	46,4	41,1	54
	25	63,4	73,7	65,4	76,3
	31.5	62,3	70,3	59,3	68,1
40	44,8	52,1	45,6	53,9	
50	45	52,4	47,1	57,9	
63	46,3	58,7	45,6	57,5	
80	40,8	49,8	39,5	52,4	
100	33,6	42,2	33,8	45,9	
125	25,6	32,6	27,8	37,9	
160	21,1	29,3	21,4	32,4	

Source	TER		FRET		
	Leq		Leq		
	particulier	Lmax	particulier	Lmax	
Lieu	dB	dB	dB	dB	
PV2 - 1 - Axe X	1	35,6	38,8	35,1	38,8
	1.25	37,2	39,8	37,5	39,1
	1.6	39,6	43,2	38,9	41,9
	2	40,1	42,7	40,1	44,8
	2.5	38,9	42,6	40,3	43,9
	3.15	39,6	43,2	39,4	43,5
	4	39	43	39,2	43,6
	5	38,8	42,3	39,1	43,1
	6.3	38,5	42,5	38,4	43,4
	8	38,2	44,1	38	42,2
	10	36,9	39,9	37,3	41,9
	12.5	37	41,3	38,3	46,9
	16	39,1	46,1	41,6	48,6
	20	40,9	47,8	46,7	54,1
	25	48,8	59,7	49	63,2
	31.5	53,8	64,2	49,6	57,5
40	49,5	57,5	49	60,4	
50	43,6	52,5	44,3	57,2	
63	40,8	50,2	41,8	57,6	
80	41,2	51,1	42,3	54,2	
100	35,4	46,6	37,2	50,5	
125	33,5	45,4	38,2	57,2	
160	29,2	39	31,9	45,7	
PV2 - 1 - Axe Y	1	35,6	39,4	35,6	36,9
	1.25	36,8	40,2	37,9	40,2
	1.6	38,2	41,7	38,6	42,1
	2	39,4	41,8	40	42,7
	2.5	39,8	42,2	39,4	43,1
	3.15	39,9	43,9	39,7	43,3
	4	39,9	44,4	39,2	43,1
	5	39,2	42,2	39,1	42,5
	6.3	38,2	42,1	38,3	42,2
	8	38,2	42,1	37,6	42,3
	10	37,5	42,3	38,4	44,6
	12.5	38,3	42,4	40,8	46,6
	16	41,6	48,8	45,6	56,2
	20	43,9	51,6	48,1	57,7
	25	52,6	62,8	51,7	61,5
	31.5	58,9	68	54,3	62,5
40	48	55,7	48,2	61,1	
50	42,4	52,1	43,3	58,1	
63	42,7	51,7	44	57,6	
80	44,7	55,3	45,2	58,6	
100	38,7	49,3	41,1	56,4	
125	34,4	45,3	39	57,8	
160	28,9	38,1	32,6	47,6	
PV2 - 1 - Axe Z	1	37,9	40,2	38,8	41,6
	1.25	40,5	43,4	38,7	43,3
	1.6	40,8	43,6	40,8	45,4
	2	42,1	46,2	42,5	45,7
	2.5	43,3	47,6	42,8	46,5
	3.15	42,5	46,4	43	46,6
	4	41,8	46	42,1	45,9
	5	42,2	46	42	44,2
	6.3	41,8	46,9	41,5	45,5
	8	40,1	44,6	40,8	44,8
	10	40,1	43,9	40,3	46
	12.5	39,2	44	40,6	46,8
	16	38,7	42,4	42	48,2
	20	41,2	47,5	44,6	53,9
	25	47,3	55,2	47,4	58
	31.5	52,9	61,7	48,3	55,6
40	45,2	52,1	45,8	59,7	
50	41,4	49,7	42,4	53,2	
63	38,4	46,5	38,7	49,1	
80	36,3	43,3	37,5	54,6	
100	33,5	42,5	35,9	53	
125	30,3	38,5	32,4	44,3	
160	26,4	36,1	28,6	41,4	

Source	TER		FRET		
	Leq		Leq		
	particulier	Lmax	particulier	Lmax	
Lieu	dB	dB	dB	dB	
PV2 - 2 - Axe X	1	36,3	41,7	37	39,4
	1.25	36,6	43,4	34,8	40
	1.6	34,5	39,9	36,3	40,5
	2	33,7	39,5	33,7	35,8
	2.5	31,4	38,1	31,9	34,4
	3.15	30,8	38,4	30,7	39,1
	4	29,2	33,8	28,5	35,9
	5	27,9	31,4	27,5	31,9
	6.3	26,3	30,6	26,4	30,7
	8	25,4	30,6	25,6	31,8
	10	27,1	36,8	29,4	42,8
	12.5	26,3	31,4	28	35,2
	16	28,7	36,5	34,2	44,9
	20	30,5	40,9	35,7	42,7
	25	41,3	52,9	41,4	48,2
	31.5	44,5	52,7	39,2	46,5
	40	37,1	45,8	36,1	47
50	30,7	38,3	32,1	43,8	
63	30,9	39,2	31,9	46,3	
80	31,9	41,5	32,1	48,1	
100	32	42	35,8	50,3	
125	34,4	44	40,1	51,6	
160	29,1	39,3	31,6	42,1	
PV2 - 2 - Axe Y	1	36,3	43,1	34,5	36,8
	1.25	36,2	42,2	33,6	35,3
	1.6	34,1	41,1	35,1	37,6
	2	32,7	39,2	32,5	35,7
	2.5	30,4	37,4	29,6	32,4
	3.15	29,5	38,8	29	37,7
	4	27,5	34,8	27,2	35
	5	25,9	31,8	25,8	31,6
	6.3	24,9	29,1	25	30,3
	8	23,7	29,5	23,2	27,8
	10	27,1	37,3	28,3	40,3
	12.5	28,5	34	31,2	38,4
	16	30,2	39	34,2	42,4
	20	30,4	39,5	35,1	41,8
	25	40,2	48,7	40,9	52,8
	31.5	46	53,4	38,7	48,8
	40	39,1	47	38,9	56,3
50	33,7	41,1	35,6	47,1	
63	31,9	39,2	34,1	46,6	
80	33	41,5	34,4	46,9	
100	29,8	38,5	33,7	48,4	
125	32,5	44,3	37,3	50,3	
160	31,7	42,4	36,3	48,6	
PV2 - 2 - Axe Z	1	36,8	42,8	35,3	37,6
	1.25	36,1	42,3	33,4	35,6
	1.6	34	40,8	33,8	36,2
	2	32,7	38,8	33,3	36,7
	2.5	31	37,5	30,1	31,7
	3.15	29,2	35,4	28,4	35,7
	4	27,1	33	26,4	30
	5	25,6	29,9	25,8	29,7
	6.3	24,4	29,4	24,4	29,2
	8	24,7	32,9	25,3	29,4
	10	28,9	40,3	31,7	44,9
	12.5	27,5	32,6	31,7	43
	16	28,8	35,4	32,5	42,5
	20	31,1	40,5	35,2	43,6
	25	42,6	55,8	42,3	52,8
	31.5	51,5	60,8	43,2	54,6
	40	42,4	48,9	42,6	55,1
50	38	46,5	39,2	52,5	
63	38,1	44,5	40,1	52,8	
80	35,5	45,2	35,7	47,5	
100	35,5	45	39,2	52,2	
125	37,7	49,6	42,8	55,3	
160	27,4	36,4	31,6	46,9	

Source	TER		FRET		
	Leq		Leq		
	particulier	Lmax	particulier	Lmax	
Lieu	dB	dB	dB	dB	
PV2 - 3 - Axe X	1	16,8	24,4	8,1	13,4
	1.25	14,1	21	8,7	10,9
	1.6	9,1	12,2	10,1	13,8
	2	8,9	13,4	8,8	12,4
	2.5	10,9	14,5	11,1	14,9
	3.15	15,1	19,6	15,6	21,9
	4	17,5	22,3	17,2	23,2
	5	23	31,3	23,5	35,4
	6.3	33,5	43,1	33,9	40,7
	8	38,7	45,7	39,3	45,2
	10	30,2	38,7	32,6	42,3
	12.5	38,2	44,5	41,5	49,7
	16	35,2	41,7	38	47,6
	20	34,5	43,9	39,5	46,1
	25	41,9	52,8	40,9	52,4
	31.5	47,6	54,5	42,3	51,5
	40	43,5	50,8	43,9	57,8
50	40,4	52,7	41	52,1	
63	40,3	54,6	38	54,7	
80	38	48,2	35,5	47,2	
100	29,9	40,1	31,9	46,6	
125	24	35,5	28,8	43,1	
160	23,3	36,4	21,4	35,2	
PV2 - 3 - Axe Y	1	16,8	24,6	9	15,1
	1.25	15,1	21,7	9,2	14,1
	1.6	9,8	15,7	11,4	16,1
	2	10,8	17	9,5	13,2
	2.5	10,8	13,3	12,2	15,4
	3.15	16,3	21	16,3	22,1
	4	18,5	24,3	18,7	24,2
	5	22,4	28,2	23,5	33,9
	6.3	26,5	32,7	26,5	36,5
	8	34,8	42,3	35,6	44,6
	10	43,3	53,4	45,8	58,2
	12.5	41,1	47,6	42,9	52,1
	16	36	43,3	40,8	50,2
	20	32,1	40	38	46,2
	25	41,5	51,5	41,3	50
	31.5	43,7	52,6	38,2	46,2
	40	35,7	43,5	35,7	49,4
50	38,3	47,7	39,5	51,8	
63	37,7	48,5	37,1	50,3	
80	32,5	42,3	29,4	44,5	
100	27,3	36,7	28,5	41	
125	16,8	26	21,1	33,7	
160	21,9	32,7	19,3	30,3	
PV2 - 3 - Axe Z	1	21,3	29,5	11,9	16,3
	1.25	21,8	30,1	13,7	18,6
	1.6	8,9	14,5	19,4	23,6
	2	11,9	17,2	17,9	24
	2.5	13,2	20,2	20,5	26,9
	3.15	17	23,9	17,6	26,3
	4	17,6	21,8	17,7	25,6
	5	21,6	27,8	21,4	31,1
	6.3	24,5	33,4	24,5	31,5
	8	30,6	40,6	28,1	33,9
	10	41	49,7	43,3	55
	12.5	38,6	52	40	48,4
	16	36,2	43,1	40,5	48,5
	20	38	48,9	42,5	50,2
	25	52,6	62	53	62,9
	31.5	59,5	68,9	52,5	58,9
	40	47,6	55,3	47,1	58,6
50	43,1	57	43,3	52,2	
63	41,1	54,8	37,9	54,4	
80	40,7	50,8	35,2	50,5	
100	34,7	44,7	35,6	47,9	
125	22,6	32,6	27,1	40,5	
160	26,5	36,2	22	36,2	

Source	TER		FRET		
	Leq		Leq		
	particulier	Lmax	particulier	Lmax	
Lieu	dB	dB	dB	dB	
PV3 - 1 - Axe X	1	35,9	39,2	35,3	39,2
	1.25	37,2	38,2	37,1	39,2
	1.6	39,2	42,3	39,4	44
	2	40,3	42,4	38,9	43,7
	2.5	39,9	41,9	40,5	43,4
	3.15	39,9	45,4	39,7	44,5
	4	39,1	42,2	39,4	42,8
	5	39,1	41,4	37,9	41,8
	6.3	38,8	42	38,9	43,6
	8	38	42,6	38,2	41,9
	10	37,7	43,6	37,4	41,7
	12.5	38,9	47,7	36,1	42,8
	16	45,9	58,7	39,3	44,5
	20	49,5	59,2	42,3	48,7
	25	56,6	76,2	49,4	59,2
	31.5	55,3	74,9	62,2	68,8
40	54,3	69,9	53,3	61,9	
50	53,6	70,8	51,1	59,8	
63	58,3	74,3	55,5	63	
80	60,5	72,7	57	66,8	
100	58	69,4	56	63,9	
125	55,6	68,4	51,6	66,7	
160	48	63,7	46	63,2	
PV3 - 1 - Axe Y	1	35,4	37,1	35,4	37,2
	1.25	36,9	38,8	37,7	40,7
	1.6	41,1	44,1	39,4	42,8
	2	41,7	46,5	39,8	41,9
	2.5	42,2	46,2	39,7	42,4
	3.15	41,7	45,3	39,5	44,5
	4	40,8	45,6	38,4	42,3
	5	40,6	45,8	39	42,5
	6.3	40,8	47,1	38	49,3
	8	40,6	46,3	37,8	42,8
	10	43,9	51,5	37,7	44,8
	12.5	50,1	64,6	47	54,7
	16	59,7	75,7	54,2	63,4
	20	64,3	78,5	59,7	67,4
	25	74,5	93,1	69,8	79
	31.5	74	93,2	81,5	90,3
40	73,1	90,1	73	81,8	
50	68,3	81,7	67,1	74,2	
63	66,9	79	66,6	72,6	
80	65,1	76,4	63,6	71,4	
100	64,3	79,2	62,8	73,7	
125	62,1	76,2	59,3	74,1	
160	51,2	64	49,1	65,3	
PV3 - 1 - Axe Z	1	36,8	39,4	36,8	38,7
	1.25	39,4	41,6	39	41,3
	1.6	42,3	44,8	42,2	44,1
	2	42,5	46,1	42,5	45,6
	2.5	43,2	46,3	43	46,3
	3.15	42,5	46,8	43	46,1
	4	42,3	46,2	42,4	45,1
	5	42,5	47,1	41,8	45,9
	6.3	41,4	45,9	40,2	44,8
	8	40,7	44,5	40	43,3
	10	40,7	46,1	39,7	42,9
	12.5	42	53,5	39,8	43,2
	16	47,4	54,4	43,3	49,9
	20	49,3	57,9	40,9	50,4
	25	50,8	67,8	48,1	58,8
	31.5	50,4	68,9	57,2	67,1
40	48	59,6	47,8	55,9	
50	47,7	65,6	46,1	54,7	
63	53,4	72,4	53,5	63,1	
80	55,1	69,2	52,8	64,8	
100	56,6	71,7	55,8	66,8	
125	58,2	73,4	55,6	68	
160	54,5	68,8	51,9	67,8	

Source	TER		FRET		
	Leq		Leq		
	particulier	Lmax	particulier	Lmax	
Lieu	dB	dB	dB	dB	
PV3 - 2 - Axe X	1	34,4	37,9	35,3	38,4
	1.25	34,7	39,8	35,2	39,3
	1.6	33,7	41,6	33,7	37,8
	2	31,4	39,9	32,9	35,5
	2.5	31,2	35,2	30,1	32,2
	3.15	29,2	34,9	30,2	41,5
	4	27,5	30	28,9	38,9
	5	28	30,2	28,8	32,5
	6.3	27,9	32,1	27,6	32,1
	8	24	27,5	23,5	26,7
	10	25,5	29,3	25,4	30,2
	12.5	25,9	34,6	26,4	32,6
	16	27,2	36,7	25,3	31,3
	20	25,8	37,1	25,2	30,8
	25	45,3	58,6	39,3	49,7
	31.5	42,4	55,7	51,4	58,8
40	42,6	54,6	42,7	49,6	
50	43,4	60,6	41	51,1	
63	46,3	61,6	44	50,4	
80	46,5	56,1	43,9	49,2	
100	47,5	57	47,4	55,9	
125	58,3	69,8	54,9	67,1	
160	54	64,9	50,2	61	
PV2 - 2 - Axe Y	1	32,9	38,2	43	53,6
	1.25	33,4	37,3	42	52,6
	1.6	31,6	38,1	31,8	34,9
	2	32,3	34,6	32,8	35
	2.5	28,8	35	29,8	31,4
	3.15	27,5	32,3	29,1	38,6
	4	26,3	29,6	27	36,8
	5	24,8	29,1	24,7	29,8
	6.3	24,4	29,7	23,7	27,1
	8	24,3	35,8	23,2	26
	10	25,4	34,3	25,1	29,7
	12.5	28,3	40,2	31,9	38,9
	16	32	48,1	33,1	42,5
	20	33,1	46,6	32,8	40,2
	25	50,3	66,6	45,1	57
	31.5	47,5	66,4	55,5	62,1
40	44,3	54	45	51,8	
50	44,7	61,2	42,3	50	
63	45,9	58,6	45,3	53,1	
80	45,8	60,2	43,9	55,1	
100	47,1	61,3	44,3	54,5	
125	51,3	62,4	49,9	61,6	
160	50,3	64	47,4	63,5	
PV2 - 2 - Axe Z	1	35,1	43,8	34,7	38,3
	1.25	33,6	37,8	34	36,7
	1.6	32,7	40,3	33,9	37,5
	2	31,8	41,1	32,2	35,8
	2.5	29,9	34,5	30,3	34,4
	3.15	28,4	33,2	29	37,7
	4	26,8	30,1	27,7	35,7
	5	25,3	28,7	25,8	30
	6.3	23,3	27,9	22,6	27,5
	8	23,5	30,5	23,3	28,6
	10	27	38,5	27,4	34,6
	12.5	31	39,9	28,9	35,4
	16	36,6	50,7	31,7	39,9
	20	32,7	46,1	31,2	37,6
	25	51,6	68,9	43,5	55,1
	31.5	48	65,3	54,8	62,1
40	45,3	57,9	43,3	49,9	
50	47,8	65,2	45,5	55,6	
63	55,9	71,5	53,9	60,6	
80	56,9	68	54,7	62,9	
100	55,9	65	54,5	62,2	
125	58,6	69	55,2	65,6	
160	50,4	63,9	47,9	63	

Source	TER		FRET		
	Leq		Leq		
	particulier	Lmax	particulier	Lmax	
Lieu	dB	dB	dB	dB	
PV3 - 3 - Axe X	1	10,6	12,2	19,1	30,2
	1.25	9,4	11,7	19,5	30,7
	1.6	8,6	10,7	18	28
	2	11,3	16,8	15,5	23,1
	2.5	11,3	13,9	14,3	23,3
	3.15	12,8	17,6	12,7	20,1
	4	14,8	21,5	16	19,5
	5	20,1	26,7	22,8	30
	6.3	26,6	34,6	25,8	29,2
	8	36,4	43,2	37,5	43,6
	10	34,9	42,1	35,2	39,8
	12.5	38	45	39,6	47,4
	16	35,7	46,2	35,6	42,8
	20	31,7	41,7	31	36,9
	25	45,6	57,5	42,3	54,6
	31.5	46,6	60,8	53,8	60,7
40	44,5	55,2	43,1	50,5	
50	40,8	58,4	37,4	44,6	
63	45,1	59,7	44,8	54,6	
80	47,2	58,3	51,1	60,8	
100	43,2	51,2	42,7	50,8	
125	46,8	55,5	44,3	53,2	
160	41	52,6	39,3	53,6	
PV3 - 3 - Axe Y	1	10,4	13,7	21,5	30,5
	1.25	10,2	12,2	20,9	29,6
	1.6	10,9	13	14,6	21
	2	13,4	18,3	13	18,6
	2.5	12,2	15,8	13,9	20
	3.15	15,1	23,9	16,6	22,6
	4	15,9	22,6	16,4	20,9
	5	20,6	26,8	22,7	28,5
	6.3	24,5	29,7	24,2	29,6
	8	31,9	40,1	32,1	38,9
	10	37,4	46,4	38,6	44,2
	12.5	44	53,1	44,6	51,4
	16	44,9	58,9	38,4	44,7
	20	41,2	55,1	38,5	45,8
	25	45,4	59,7	41,5	52,4
	31.5	48,3	61,1	56,4	63
40	46,8	59,6	45	52,5	
50	42,7	55,9	40,1	48,9	
63	44,8	59,8	44,2	53,5	
80	49,4	60,5	52,6	60,7	
100	47,7	57	46,1	53,5	
125	50,3	58,8	47	57,4	
160	23,4	37	22,5	35,6	
PV3 - 3 - Axe Z	1	11	13,2	12,9	21,8
	1.25	7,7	11,9	16,7	26,4
	1.6	7,7	9,1	16,4	26,9
	2	12,4	18,2	15,3	23,2
	2.5	13,1	18,4	17,3	26,3
	3.15	11,9	18,6	13,8	16,9
	4	15,5	24,2	14,8	19
	5	18,5	26,6	21,3	28,6
	6.3	18,3	25,1	16,4	24
	8	24,2	32,7	25,2	30,6
	10	26,6	38,1	26,6	33,8
	12.5	33,2	38,1	30,4	36,7
	16	35,4	47,8	30,4	37,2
	20	32,3	44,4	31,1	39
	25	51,8	66,3	44,7	56,3
	31.5	48,9	63,8	53,8	60,3
40	52,4	65,1	48,2	55,6	
50	51,1	69,5	47,8	56,3	
63	59,7	75,3	59,1	67,5	
80	60,9	72,5	65,8	75	
100	50	57,8	49,6	57,9	
125	51	60	47,9	57,8	
160	38,7	49,7	37,3	51	

Annexe 3 – Comptages ferroviaires

Parcours	Heure de circulation en gare de l'estaque	Numéro de la circulation	Date
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	11h03	879720	02/02/2023
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	11h59	879727	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	13h01	879724	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	13h57	879731	
SAINT LOUIS LES AYGALADES - MARSEILLE MME ARENC	13h09	820400	
MARSEILLE MME ARENC - ST JEAN DE MAURIENNE ARVAN	15h03	75814	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	14h45	879726	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	15h57	879735	
MARSEILLE MME CANET - LILLE-DELIVRANCE	17h09	50524	
MARSEILLE MME CANET - VENISSIEUX	16h31	50540	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	17h02	879736	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	16h45	879732	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	17h59	879743	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	17h23	879739	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	18h08	879744	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	17h43	879740	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	18h49	879748	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	19h23	879747	
MARSEILLE MME CANET - VALENTON	19h45	50546	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	06h03	879704	
MIRAMAS - MARSEILLE MME ARENC	06h20	476251	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	07h16	879708	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	07h57	879711	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	07h21	879707	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	08h04	879712	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	08h59	879719	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	08h19	879715	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	09h58	879723	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	11h03	879720	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	11h58	879727	
MARSEILLE MME ARENC - MARSEILLE ST CHARLES	11h52	820262	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	13h03	879724	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	13h58	879731	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	14h44	879728	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	16h24	879735	

Parcours	Heure de circulation en gare de l'estaque	Numéro de la circulation	Date	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	11h03	879720	14/02/2023	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	11h57	879727		
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	13h57	879731		
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	13h23	879724		
MARSEILLE MME ARENC - ST JEAN DE MAURIENNE ARVAN	14h52	75814		
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	14h44	879728		
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	15h57	879735		
MARSEILLE MME CANET - VENISSIEUX	15h44	50540		
MARSEILLE MME CANET - LILLE-DELIVRANCE	16h26	50524		
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	17h02	879736		
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	16h43	879732		
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	17h57	879743		
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	17h43	879740		
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	18h44	879748		
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	19h19	879747		
MARSEILLE MME CANET - VALENTON	19h40	50546		
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	07h04	879708		15/02/2023
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	07h20	879707		
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	08h21	879715		
MIRAMAS - MARSEILLE MME ARENC	09h27	421625		
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	10h13	879723		
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	11h04	879720		
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	11h57	879727		
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	13h03	879724		
MARSEILLE MME ARENC - SIBELIN TRIAGE	13h23	75814		
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	15h57	879735		



Parcours	Heure de circulation en gare de l'estaque	Numéro de la circulation	Date
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	13h58	879731	22/02/2023
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	13h23	879724	
MARSEILLE MME ARENC - ST JEAN DE MAURIENNE ARVAN	14h52	75814	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	14h45	879728	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	15h57	879735	
MARSEILLE MME CANET - LILLE-DELIVRANCE	16h33	50524	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	17h03	879736	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	16h43	879732	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	17h59	879743	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	17h42	879740	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	18h44	879748	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	19h20	879747	
MARSEILLE MME CANET - VALENTON	19h47	50546	
MARSEILLE MME CANET - VALENTON	07h18	90624	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	06h05	879704	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	07h03	879708	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	07h26	879707	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	08h24	879715	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	08h57	879719	
MARSEILLE MME CANET - VENISSIEUX	09h29	50250	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	09h58	879723	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	11h05	879720	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	11h57	879727	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	13h06	879724	
MARSEILLE ST CHARLES - MIRAMAS	14h01	879731	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	14h44	879728	
MIRAMAS - MARSEILLE ST CHARLES	15h57	879735	