

ENVIRONNEMENT

Quels sont les impacts acoustiques et vibratoires pour l'utilisateur et le riverain d'un service de navettes automatisées ?



Quels sont les impacts acoustiques et vibratoires pour

○ l'utilisateur et le riverain d'un service de navettes automatisées ?

- Evaluation de la conduite automatisée sur le site de Vincennes :
 - Zone piétonne et sous trafic,
 - Différents revêtements de chaussée.
- Comparaison navette automatisée et véhicule classique.
- Mesures sur 15 à 20 parcours.



Quels sont les impacts d'une conduite automatisée sur les vibrations ?



Quels sont les impacts d'une conduite automatisée sur les vibrations ?

Evaluation vibratoire pour l'utilisateur



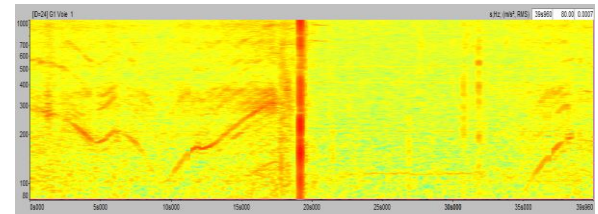
Instrumentation de l'habitacle avec des accéléromètres tri-axe

○ Indicateurs :

- Détermination d'un niveau vibratoire sur le temps de parcours et son spectre fréquentiel associé : comparaison entre une conduite classique et une conduite automatisée,
- Recherche des niveaux max et des fréquences dominantes,
- Analyse des événements ponctuels (freinage par ex).

Quels sont les impacts d'une conduite automatisée sur les vibrations ?

- Niveau vibratoire moyen perçu **dans l'habitacle : $0,5 \text{ m/s}^2$** . *Augmentation du niveau vibratoire en fonction du nombre d'arrêts d'une Navette Automatisée (feux tricolores, freinages...).*
- **Pas de différences** notables entre zone calme et zone circulée. *Hors freinage d'urgence.*
- Vibrations au **plancher** et à **l'interface siège-usager quasiment identiques**. *Le type de siège utilisé par la navette ne permet pas d'amortir les vibrations ressenties.*
- Le spectre fréquentiel d'une navette moins riche qu'un véhicule classique. *Moteur électrique vs composante moteur à propulsion thermique + échappement.*
- Niveaux vibratoires **conduite classique > conduite automatisée**, de l'ordre de $0,1$ à $0,2 \text{ m/s}^2$. *Impacts dus à la motorisation, à la qualité des sièges et des suspensions.*
- **Freinages d'urgence** par manque d'anticipation de la navette générant des accélérations très élevées **non quantifiables** (découplage siège-usager).
 - **Peu d'impact vibratoire de la conduite automatisée en dehors des freinages d'urgence.**



Exemple de signal vibratoire analysé avec des phases d'accélération et de décélération et un freinage d'urgence

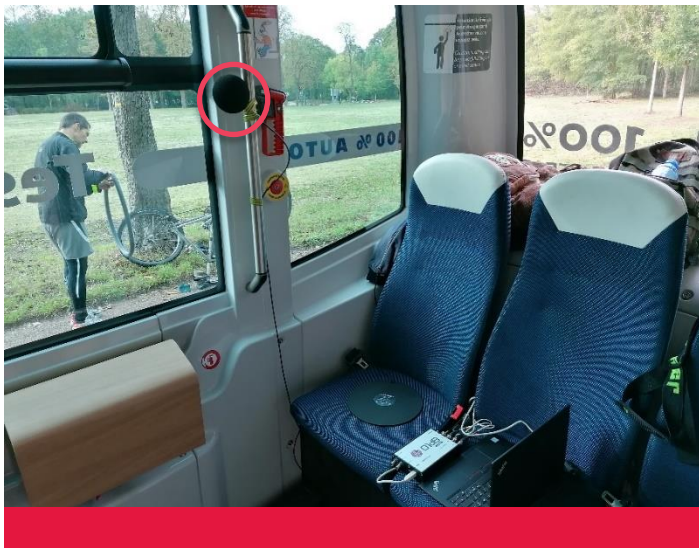
○

Quels sont les impacts d'une conduite automatisée sur le bruit ?



Quels sont les impacts d'une conduite automatisée sur le bruit ?

Evaluation acoustique pour l'utilisateur



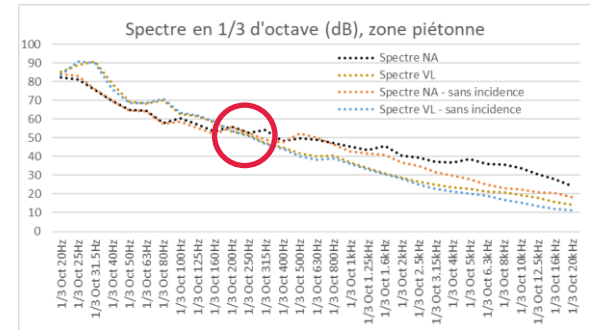
Instrumentation de l'habitacle avec un microphone

○ Indicateurs :

- Détermination d'un niveau acoustique sur le temps de parcours et son spectre fréquentiel associé : comparaison entre une conduite classique et une conduite automatisée,
- Recherche des niveaux max et des fréquences dominantes,
- Analyse des événements ponctuels (freinage par ex).

Quels sont les impacts d'une conduite automatisée sur le bruit ?

- Différence entre conduite automatisée et conduite classique estimée à **+0,5 dB(A)** en zone calme.
Manque d'anticipation du véhicule automatisé. Valeur faible ne traduisant pas de dégradation de l'environnement sonore à l'intérieur de l'habitacle.
- Différence entre navette et véhicule sur le spectre fréquentiel.
Impact du mode de propulsion, électrique ou thermique.
- **Pas d'émergences acoustiques notables** suite aux décélération et accélération.
- Freinages d'urgence, pour les navettes aux vitesses de circulation < 20 km/h, **difficilement interprétables**.
Déplacements d'objets et de personnes. Les temps de freinages sont inférieurs à 2 secondes.
- Présence d'autres bruits propres à une navette. *Cloche servant d'avertisseur (avec safetydriver à bord) et bip d'ouverture des portes.*



Spectres d'une navette électrique et d'un véhicule thermique

➔ Impact non significatif de la conduite automatisée. La différence entre une navette et un véhicule classique thermique porte sur le spectre fréquentiel du type de motorisation.

Quels sont les impacts d'une conduite automatisée sur le bruit ?

Evaluation du bruit pour le riverain lors du déploiement du service



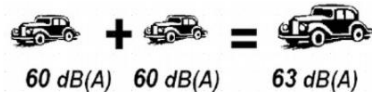
Mesures acoustiques en bordure de voie

○ Indicateurs :

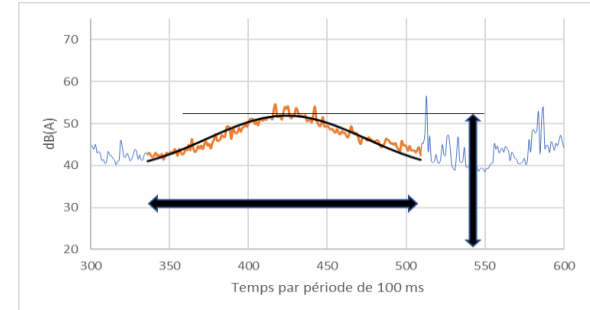
- Détermination d'un niveau sonore au passage d'une navette et son spectre fréquentiel associé,
- Détermination des émissions acoustiques.

Quels sont les impacts d'une conduite automatisée sur le bruit ?

- Évaluation de l'impact acoustique d'un déploiement du service de navette basée sur les trafics du site de Saclay et réalisée en prenant en compte les cas extrêmes :
 - Le nombre de véhicules que doit remplacer les navettes, en heure de pointe, pour avoir une diminution audible de -2 dB(A),
→ 60 à 90% selon les tronçons routiers.
 - L'impact dû à l'ajout de 20 navette/heure au trafic, sans diminution du nombre de véhicules.
→ de 0 à 1 dB(A) selon les tronçons routiers.
- Pour tenir compte de la propulsion électrique des navettes, les estimations ont été réalisées en prenant un algorithme du bruit routier (impact du bruit de roulement >> bruit moteur).



→ La mise à l'échelle du service n'aura pas d'impact audible des émissions acoustiques sur les riverains du parcours de l'XP.



Evolution temporelle acoustique d'un passage de navette



Conclusions sur les impacts de la mise en place d'un service de navettes automatisées



Conclusions sur les impacts de la mise en place d'un service de navettes automatisées

Pour l'utilisateur :

- La conduite automatisée, par rapport à celle d'un véhicule léger thermique, **n'engendre pas d'impact acoustiques et vibratoires** significatifs (excepté lors des freinages intempestifs).

Pour les riverains :

- Besoin d'affiner site par site les reports modaux (report des usagers de véhicules vers les navettes).
- En première approche, l'impact d'un déploiement du service de navette n'aurait pas d'impact, négatif ou positif, audible sur les émissions : > 2dB(A).
 - Principale explication : utilisation de véhicules électriques.

→ La conduite autonome ne contribue pas aux émissions acoustiques du trafic.