

**SYNTHÈSE**

© CODIFAB

Année publication : 2023

Version 1

# Accompagnement des professionnels pour la loi d'orientation des mobilités (LOM)

**CHARPENTE STRUCTURE**



*Crédits photos : UICB*

Réalisé par :



Financé par :



## REALISATION



L'Institut Technologique FCBA (Forêt Cellulose Bois-Construction Ameublement), a pour mission de promouvoir le progrès technique, participer à l'amélioration de la performance et à la garantie de la qualité dans l'industrie. Son champ d'action couvre l'ensemble des industries de la sylviculture, de la pâte à papier, de l'exploitation forestière, de la scierie, de l'emballage, de la charpente, de la menuiserie, de la préservation du bois, des panneaux dérivés du bois et de l'ameublement. FCBA propose également ses services et compétences auprès de divers fournisseurs de ces secteurs d'activité. Pour en savoir plus : [www.fcba.fr](http://www.fcba.fr)

## FINANCEMENT



Le CODIFAB, Comité Professionnel de Développement des Industries Françaises de l'Ameublement et du Bois, a pour mission de conduire et financer, par le produit de la Taxe Affectée, des actions d'intérêt général en faveur des fabricants français de l'ameublement (meubles et aménagements) et du bois (menuiseries, charpentes, panneaux, bois lamellé, CLT, ossature bois, ...). Le CODIFAB fédère et rassemble 4200 PME/ETI et plus de 15000 artisans, représentés par leurs organisations professionnelles :



Les actions collectives ont pour objectif d'accompagner les entreprises de création, de production et de commercialisation par : une meilleure diffusion de l'innovation et des nouvelles technologies, l'adaptation aux besoins du marché et aux normes environnementales, la promotion, le développement international, la formation, et par toute étude ou initiative présentant un intérêt pour l'ensemble de la profession. Pour en savoir plus : [www.codifab.fr](http://www.codifab.fr)

La loi d'orientation des mobilités (loi LOM) vise à repenser la mobilité dans un contexte national. En particulier, l'article 91 concerne les vibrations induites par les transports et les chantiers sur les bâtiments.

Extrait de l'article : « Les nuisances générées par les vibrations que la réalisation ou l'utilisation des infrastructures de transport ferroviaire provoquent aux abords de celles-ci font l'objet d'une évaluation et de la détermination d'une unité de mesure spécifique. »

En 2021, il s'agissait de définir des classes de résistances des différentes typologies de bâtiments pour définir des seuils maximaux de vitesses particulières admissibles causées par des vibrations du point de vue résistance et confort.

Une problématique spécifique concerne les constructions bois compte tenu du faible retour d'expérience. L'objectif de cette action est de représenter la filière bois dans ce groupe de travail et d'apporter les éléments techniques nécessaires pour pouvoir définir une classe de résistance adaptée pour les constructions bois.

L'écriture de la loi LOM se fait dans un climat de relative défiance vis-à-vis des structures bois et de leur comportement supposé vis-à-vis des vibrations extérieures. En 2019 est paru le document : « médiation relative aux nuisances générées par les TGV auprès des riverains des lignes Bretagne-Pays-de-la-Loire et Sud-Europe- Atlantique » [1]. Parmi les recommandations faites aux collectivités, certaines sont clairement dirigés en défaveur des solutions bois :

Extrait du document : « Le phénomène de vibration par le sol peut être amplifié par certaines structures de bâtiment (ossature bois). Lors du classement des LGV (article L.571-10 du code de l'environnement), la mission recommande que les préfets de département informent les communes de tels phénomènes pour interdire ce type de construction dans les plans locaux d'urbanisme aux abords des LGV dans les zones recensées à risque vibratoire. »

L'objectif de ce projet est d'accumuler des données de mesure de vibration sur différente typologie de bâtiment à dominante bois. Associées à des modèles numériques, ils permettront de juger de la façon la plus précise le comportement dynamique des bâtiments à dominante bois, afin que les critères de la LOM soient justifiés scientifiquement et non définis à priori. Durant le projet, des mesures ont été réalisés sur des bâtiments en fin de phase de chantier proche de voies de RER afin de disposer de données représentatives et de se confronter aux difficultés liées à ce type de mesure.

Ensuite, la maquette acoustique réalisée dans le cadre des travaux d'AdivBois a été réutilisée dans le cadre de ce projet pour étudier la transmission des vibrations sur un bâtiment bois représentatif dans un environnement contrôlé. Différentes sollicitations, internes ou externes au bâtiment, ont été testées. En parallèle de ces travaux, FCBA a participé au suivi des notes de synthèse pour la rédaction de l'article 91 de la LOM.

## Mesures in situ : bâtiment Hoya et Arboretum

Des mesures de niveaux de vibrations ambiantes ont été réalisées sur deux bâtiments à dominante bois qui avait la particularité de se situer à proximité de voies de RER. Les mesures ont été réalisées à l'aide d'accéléromètre haute précision fonctionnant en autonomie, avec un système d'acquisition de donnée et un raccord GPS pour synchroniser les données. Un anémomètre a été aussi installé pour dissocier l'effet du vent des autres sources de vibration.



Figure 1 - Accéléromètres de mesures connectés à sa batterie et au système d'acquisition. Deux accéléromètres étaient fixés respectivement aux fondations et au dernier étage du bâtiment

Environ une heure de mesure a été enregistrée pour chaque bâtiment, ce qui correspond environ au passage d'une vingtaine de RER. Les mesures ont permis de visualiser distinctement l'impact du passage de RER sur le comportement vibratoire des bâtiments : on observe des pics d'amplitude pendant ou juste après leurs passages, ce qui se caractérise par des traits verticaux sur le spectrogramme de la Figure 2.

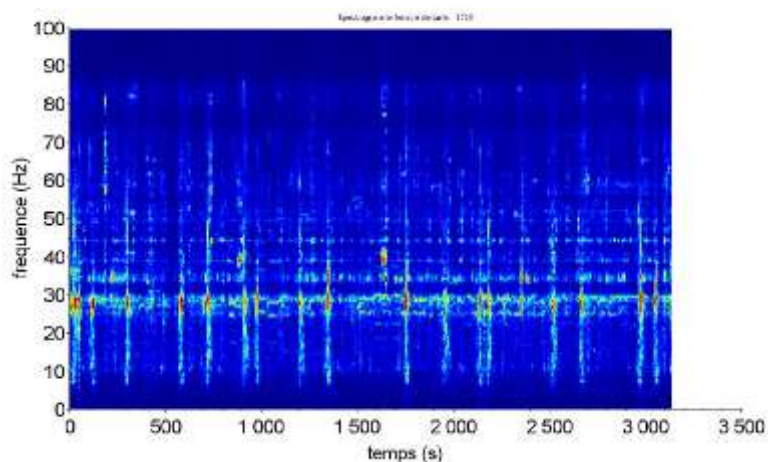


Figure 2 - Diagramme temps-fréquence de l'accélération. Plus l'accélération est importante, plus la couleur tend vers le rouge.

Néanmoins les accélérations mesurées demeurent à un niveau très faible et bien en dessous des seuils imposés par l'ISO 2631 (Figure 3).

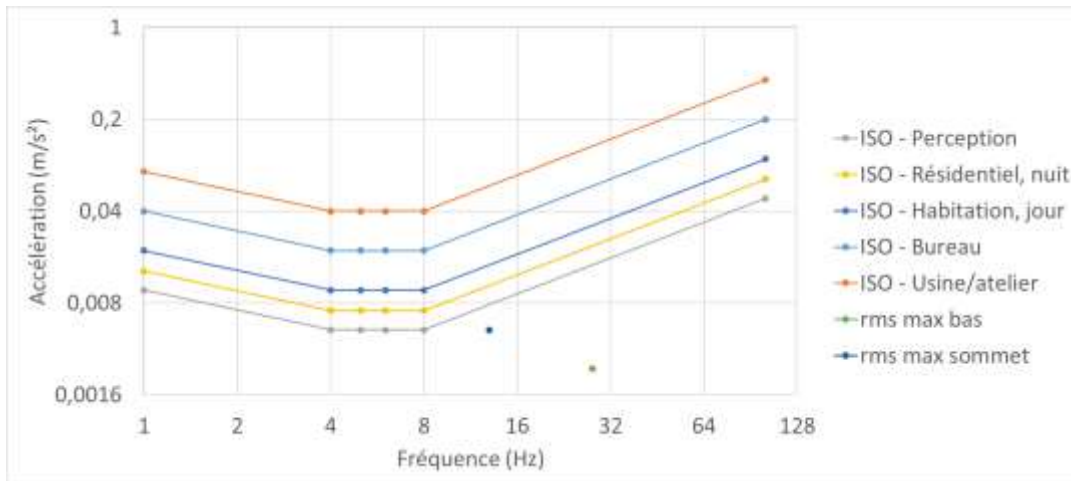


Figure 3 - Comparaison entre les maximum d'accélération efficace mesurée en pied et sommet du bâtiment Hoya comparativement aux seuils de la norme ISO2631

## Essais de vibration sur maquette acoustique AdivBois

Les essais in situ sont très représentatifs de la réalité des signaux qui pourraient être perçus par les usagers, mais ni la source de vibrations ni les propriétés du bâtiment ne sont bien connues. L'intérêt des essais sur une maquette est de fournir des essais représentatifs dans un environnement parfaitement contrôlé, dans lequel il sera possible d'appliquer directement différents signaux. De plus, comme la géométrie et les composants du bâtiment sont connus, il sera possible de simuler la réponse du bâtiment, et ainsi d'extrapoler les résultats à un grand nombre de configurations et de sources.

Les essais ont été réalisés sur la maquette utilisée préalablement pour de mesure acoustique dans le cadre du groupement AdivBois.



Figure 4 - Vue général de la maquette. Celle-ci est composée de deux étages et de quatre salles rectangulaires par étage

Des mesures ont été réalisées avec le même matériel d'acquisition que pour les essais in situ, mais en utilisant des sources de vibrations connus de différents types :

- Marteau de choc – Identification des modes de la structure
- Machine à choc – Correspondance avec les essais acoustiques
- Ballon d'impact – Identification de l'amortissement pour des signaux basses fréquences, de l'ordre de ceux de la marche
- Machine à laver – Vibrations représentatives, principales sources internes de perturbation du point de vue vibratoire
- Compacteur – Vibrations représentatives venant d'une source externe

Concernant les essais au marteau d'impact, ils ont permis d'identifier les fréquences propres des différents planchers. L'amortissement identifié au marteau est de l'ordre de 3%. On observe aussi un filtrage important des hautes fréquences avec ce type de sollicitation.

La machine à laver est l'essai qui induit le plus de vibrations dans le bâtiment, principalement à l'étage où elle est située. Le signal est purement harmonique, avec une fréquence de sollicitation qui augmente entre les phases de rinçage et d'essorage. C'est dans cette phase de transition que l'on observe les accélérations les plus importantes.

La machine à choc, à l'instar du marteau, induit des signaux de hautes fréquences. Le signal est très amoindri entre les étages et est filtré : l'essentiel de l'énergie se concentre sur les modes de vibrations des planchers.

Le ballon d'impact génère des chocs plus importants et plus réparti que les marteaux d'impacts. Les amortissements identifiés avec cette méthode sont de l'ordre de 4%. Néanmoins les chocs sont très courts et ne génère pas d'accélération RMS très importantes.

Enfin, le compacteur est la seule source de vibration externe qui a été testée. On observe de la même façon que pour le marteau et la machine à choc une nouvelle répartition de l'énergie dans les fréquences, les signaux hautes fréquences ayant tendance à être globalement filtrés par la structure, quel que soit la direction. Pour ce type de signal avec une répartition fréquentielle étendue, l'amplification du signal RMS est de l'ordre de 1 dans la direction verticale, ce qui suppose un comportement de type corps rigide dans cette direction. Dans les directions horizontales, les vibrations sont amplifiés d'un facteur 2 à 3. Les fréquences des sollicitations sont du même ordre de grandeur que les modes de flexion globaux de la structure, il est donc normal d'observer une amplification modale.

Les vibrations issues des transports n'ont pas pu être testées puisqu'il est très difficile de reproduire ce type de signaux. C'est pourquoi un modèle numérique de la maquette a été développé pour extrapoler les résultats de mesures à d'autres types de signaux.

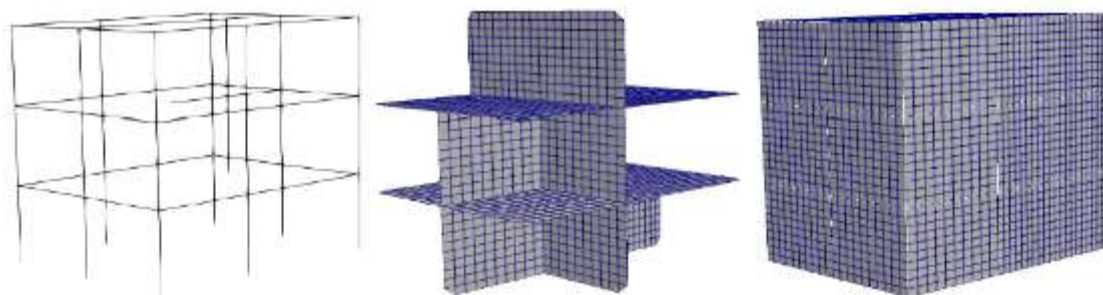


Figure 5 - Modèle numérique, maquette acoustique

## ■ Avancée de la réglementation

L'article 91 de la loi LOM traite de deux problématiques : la résistance des structures aux dommages générés par la vibration et la notion de gêne tactile. Le 1er aspect traité concernait la problématique des dommages et a été finalisé fin 2021. Le FCBA y a contribué en proposant une classe de sensibilité pertinente pour les construction bois de moyenne hauteur.

Le draft sur la perception de gêne tactile a été traité en 2022 et vise à définir des seuils pour assurer le confort vibratoire des bâtiments à proximité de voies de chemins de fer ou d'axes routiers. Le document ne traite que du cas des constructions de lignes nouvelles ou de construction de nouveaux bâtiments à proximité de ligne existante. Un retour des ministères est attendus en 2023, et certaines questions peuvent rester en suspens.

Le texte propose deux niveaux de vibrations acceptables distincts pour le jour et la nuit. Il est précisé que les niveaux des seuils proposés seront amenés à être modifié au bout d'une phase d'essai de 3 à 5 ans.

### Points Clés

- Création d'une base de données expérimentales d'essais, sur des bâtiments représentatifs et en laboratoire pour plusieurs sources de vibration
- Aucune mesure ne montre une sensibilité accrue des construction bois vis-à-vis des sources de vibrations moyennes et hautes fréquences
- Participation aux comités de rédactions de la LOM

### Valorisation

Les données complètes issus des essais et présentés dans le rapport complet pourront être réutilisés comme support pour les autres textes réglementaires traitant de la vibration dans les structures bois.

FCBA continuera après ce projet à suivre la rédaction de l'article 91 de la LOM et à avertir les ressortissants du Codifab de l'avancée de la rédaction du texte.

### Accès aux résultats complets de cette étude :

[www.codifab.fr](http://www.codifab.fr)

### Pour aller plus loin, autres travaux du CODIFAB en lien avec cette étude :

Loi d'orientation des mobilités (loi LOM) – 2021

<https://www.codifab.fr/actions-collectives/loi-dorientation-des-mobilites-loi-lom>

Critères vibratoires pour planchers bois

<https://www.codifab.fr/actions-collectives/criteres-vibratoires-pour-planchers-bois-2224>

AcouBois - Equipements

<https://www.codifab.fr/actions-collectives/acoubois-equipements-1998>