

Retour sur les travaux de l'atelier Acoustique ADIVBois : maquette acoustique

Bertrand DE BASTIANI
ACOUSTB groupe Egis
Grenoble, France



1. Introduction

L'atelier acoustique de la commission technique d'ADIVbois a réalisé des travaux conformément à sa feuille de route de 2018 à 2021. L'objectif principal de l'atelier sur cette période a été d'identifier les freins techniques et réaliser des essais et études pour les lever.

2. Rappel des points critiques

2.1. Les basses fréquences en bruit de choc

Il existe des réglementations acoustiques spécifiques fixant des objectifs performanciers pour les bâtiments de logements, les hôtels, les établissements d'enseignement et de santé. Les autres bâtiments sont uniquement concernés par des normes, labels, et référentiels liés à des certifications.

Les résultats de l'étude française Acoubois sur les bâtiments d'habitation en bois montrent que l'atteinte des niveaux réglementaires en vigueur ne permet pas d'obtenir 80% d'occupants satisfaits, notamment vis-à-vis de la problématique des bruits d'impact.

Il ressort de ces études que la réduction des niveaux de bruit de choc est prioritaire si l'on souhaite améliorer la satisfaction des occupants.

À ce titre, et bien que cette problématique ne concerne pas uniquement les immeubles de grande hauteur, le vademécum des immeubles à vivre bois avait encouragé à suivre un critère bruit d'impact basse fréquences (50-80 Hz) : $L'_{nT,w}$ et $L'_{nT,w} + CI_{50-2500} \leq 55$ dB, voire $L'_{nT,w} + CI_{50-2500} \leq 52$ dB en fonction du type de projet et du niveau de qualité recherché (logements, hôtels).

En février 2018, le référentiel NF Habitat a également intégré ce critère basses fréquences $CI_{50-2500}$ dans ses exigences aux bruits d'impact.

2.2. Les transmissions latérales de structures

D'autres points de vigilance doivent également être pris en compte pour l'ensemble des systèmes bois. En effet, lorsque des isolements importants sont recherchés (entre logements par exemple), il est primordial que les éléments (planchers, refends, façades...) soient indépendants entre locaux afin de supprimer les transmissions latérales via un élément filant. Cette désolidarisation peut-être soit structurelle, soit compensée par la mise en œuvre de chapes et de doublages après le cloisonnement (doublage des éléments bois).

En ce qui concerne les immeubles à vivre bois de grande hauteur, ce point de vigilance est particulièrement sensible puisqu'il vient en opposition au besoin structurel de transmettre les efforts de la façade à l'ensemble des poteaux via le plancher (effet diaphragme) mais également à l'envie de laisser le bois structurel apparent.

2.3. L'implantation des équipements

Enfin, les bâtiments bois, toujours du fait de leur légèreté, sont également soumis à une problématique liée aux bruits d'équipements. En effet, on sait que les équipements vibrants (équipements techniques, chutes d'eau, machine à laver...) ne doivent pas être fixés sur des éléments légers. Il s'agit donc, dans des bâtiments qui ne possèdent pas d'éléments lourds, de rigidifier les supports ou d'ajouter ponctuellement des socles béton pour garantir la bonne efficacité des désolidarisations. Cette problématique concerne également la désolidarisation des escaliers légers.

3. Présentation des études ADIVBOIS

3.1. Les essais laboratoire sur plancher CLT

Afin d'aider les concepteurs et compléter la base de données initiée par l'étude ACOUBOIS, une campagne d'essais en laboratoire a été lancée sur des planchers en CLT. Une campagne d'essais en laboratoire sur plancher CLT a été réalisée au CSTB en 2018/2019.



Illustration des essais en laboratoire

Les résultats ont été publiés en 2019 sur le site extranet d'ADIVBois et présentés, en partie, au FBC2019.

3.2. La maquette acoustique ADIVBois

Le projet de maquette acoustique échelle 1 d'une construction en bois de plusieurs étages a été lancé au FCBA en 2019, à la suite des essais en laboratoire. Cette nouvelle étude a été baptisée « *Maquette Acoustique AdivBois* » ; elle regroupe le CSTB, CERQUAL et est pilotée par FCBA.

Cette Maquette acoustique ADIVBois est un bâtiment R+2 en structure bois comprenant à chaque étage 4 locaux, dont 2 locaux de surface hors tout d'environ 14 m² chacun, et 2 locaux de surface hors tout d'environ 19,8 m² chacun. Elle a été édifiée sur le site de FCBA à Bordeaux.

La Maquette acoustique ADIVBois est destinée à :

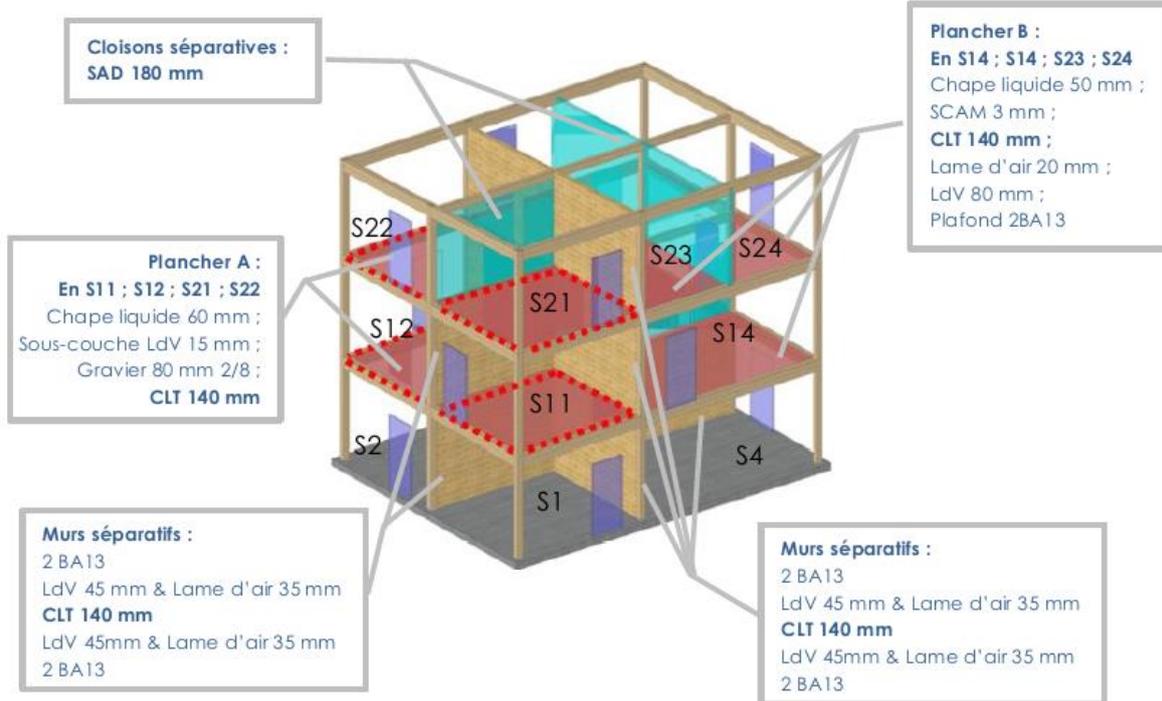
- Vérifier la faisabilité et l'influence :
 - Des transmissions via poteaux filants
 - Des transmissions via poutres filantes
 - Des isolements et niveaux de bruit de chocs avec poutres apparentes
 - Des planchers apparents filants (exemples de jonctions et de montages)
 - Des murs séparatifs apparents
- Montrer l'influence des jonctions entre éléments sur la propagation vibratoire en comparant notamment les valeurs des isolements vibratoires mesurés avec ceux disponibles dans la littérature.
- Fournir des exemples de solutions de mise en œuvre permettant le respect des objectifs visés.

On rappelle que les performances acoustiques recherchées correspondent à des configurations de type logements et sont d'une part pour l'isolement au bruit aérien $D_{nT,A} \geq 53$ dB et d'autre part pour le niveau de bruit de choc de $L'_{nT,w} \leq 55$ dB et $L'_{nT,w} + CI_{50-2500} \leq 55$ dB.



4. Détail de la maquette acoustique ADIVBOIS

Les systèmes constructifs mis en œuvre sur le prototype sont les suivants :



Les photos ci-dessous illustrent la construction de la maquette :





5. Présentation de quelques résultats

5.1. Essais réalisés

De nombreux essais ont été réalisés notamment :

- Des essais vibratoires de caractérisation des jonctions Kij (donnée nécessaire à l'évaluation de la performance acoustique du bâtiment et plus précisément les transmissions latérales) ;
- Des essais d'isolement au bruit aérien D_{nTA} en dB maquette nue, maquette avec doublage et poteaux/poutres apparentes et maquette avec doublage complet ;
- Des essais de niveau de bruit de choc $L'_{nT,w} + CI_{50-2500}$ en dB maquette nue, maquette avec doublage et poteaux/poutres apparentes et maquette avec doublage complet ;
- Des essais au ballon d'impact $L'_{iA,Fmax,V,T}$ maquette nue, maquette avec doublage et poteaux/poutres apparentes et maquette avec doublage complet.

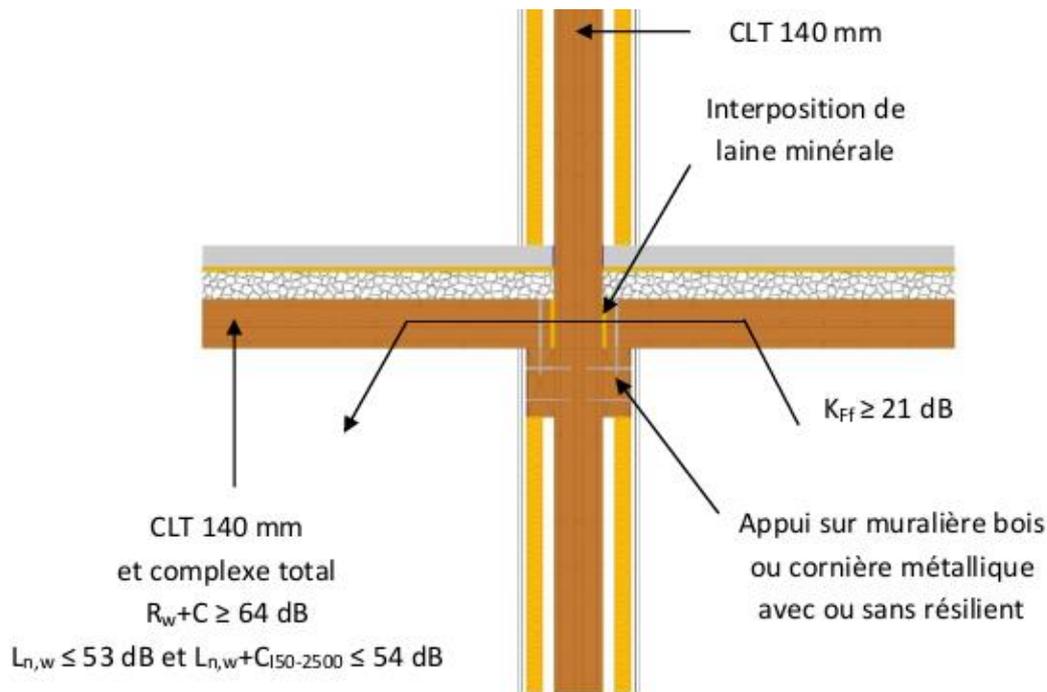


Ces essais ont permis de réaliser de nombreuses analyses en particulier sur le recalage des calculs prédictifs réalisés selon la norme ISO 12354-1 parue en 2017 incluant les indices d'affaiblissement vibratoire Kij évalués sur la maquette. Le format du FBC ne permet pas de présenter l'ensemble des résultats qui sont néanmoins disponibles sur le site extranet d'ADIVBois. La présentation sera donc centrée sur la présentation de deux exemples de solution avec bois apparent.

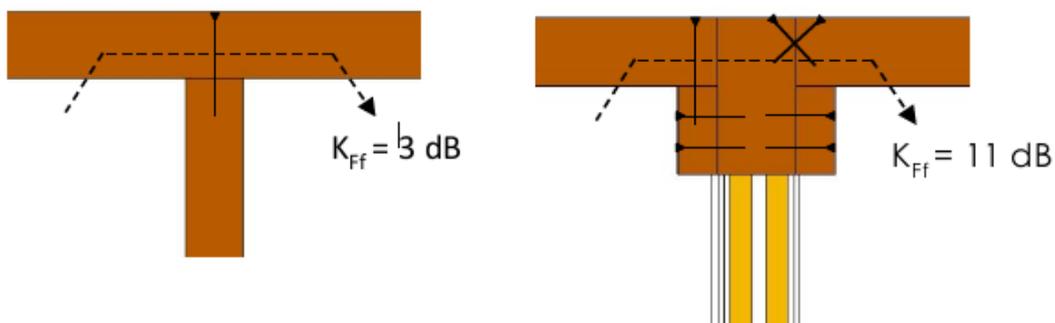
5.2. Plancher CLT apparent en sous-face

Le cas étudié sur la maquette acoustique ADIVBois montre que d'un point de vue acoustique, les planchers CLT de 140 mm peuvent rester apparents en sous-face de part et d'autre d'un mur CLT de 140 mm, sous réserve :

- d'une composition de plancher respectant les performances $R_w+C \geq 64$ dB, $L_{n,w} \leq 53$ dB et $L_{n,w}+CI_{50-2500} \leq 54$ dB, pour respecter les transmissions de bruit en vertical,
- d'une jonction apportant une atténuation vibratoire K_{Ff} supérieure à 21 dB pour le chemin « filant », par exemple lorsqu'ils sont supportés par une muraille ou une cornière métallique, avec interposition d'une laine minérale entre le refend CLT et le plancher. L'appui peut intégrer des résilients acoustiques, ce qui aura tendance à améliorer les isolements horizontaux de quelques décibels. Leur effet est cependant limité du fait de la présence de vis traversantes, nécessaires au contreventement du bâtiment.



Par comparaisons, les jonctions ci-dessous ne permettent pas d'atteindre des atténuations vibratoires K_{Ff} supérieure à 21 dB.



5.3. Poteaux et poutres apparentes « filants »

Les essais sur la maquette acoustique ADIVBois ont été réalisés avec et sans encoffrement acoustique des éléments singulier poteau/poutre.



Sous certaines conditions, un ou plusieurs poteaux ou poutres apparentes peuvent être mis en œuvre, qu'ils soient « filants » (plus précisément assemblés par ferrure en âme) ou incorporés dans une cloison.

Afin de réaliser un calcul prédictif de l'influence de ces éléments, il est proposé de prendre en compte dans les calculs un isolement latéral $D_{n,f}$ associé à un indice de performance $D_{n,f,w}+C$. Ces indices seront pris en compte en fonction de la surface cumulée visible.

Cette proposition de méthodologie de calcul est une bonne approche mais nécessitera d'être réévaluée pour s'adapter à d'autres configurations, notamment de sections et d'assemblages différents.

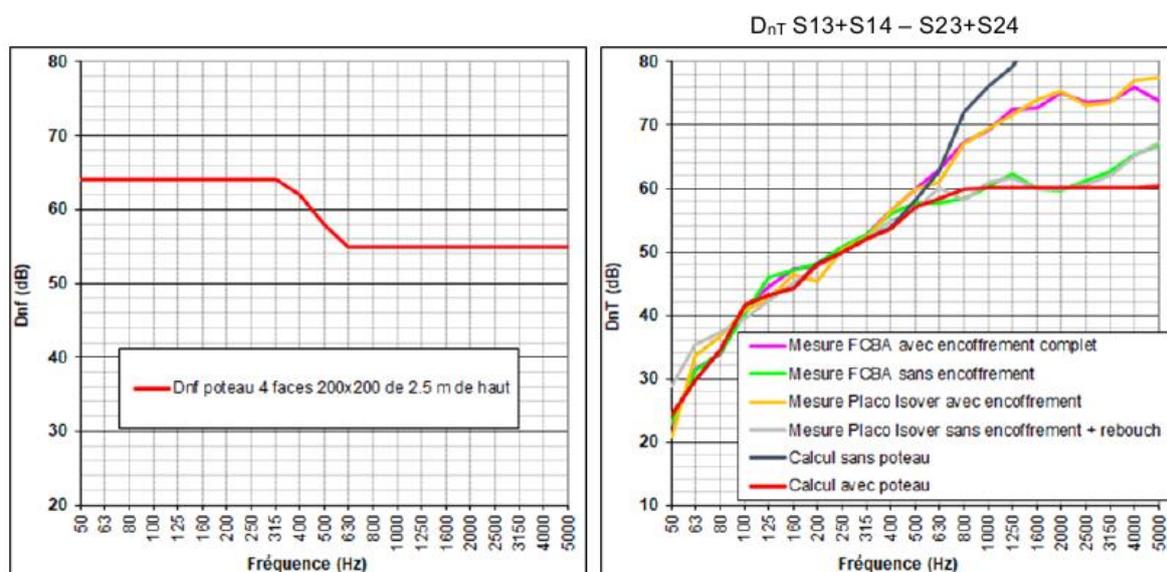


Figure 3.5.6.1 : Effet de la prise en compte d'un poteau par l'intermédiaire d'un $D_{n,f,poteau}$ dans l'évaluation de l'isolement au bruit aérien.

L'étude a également montré que le poteau ou la poutre apparente constitue la transmission de bruit principale à partir de 500 Hz. Elle devient identifiable par l'occupant, à la différence d'une transmission par une paroi qui est plus diffuse.

En particulier pour les poteaux, dès lors que l'occupant se situe à proximité du poteau, il pourra identifier cette transmission et percevoir le bruit de ses voisins, malgré le respect des objectifs réglementaires minimaux. Cela pourrait conduire à un inconfort, préjudiciable à l'occupant, au maître d'ouvrage et à la construction bois de manière générale.

Pour limiter cette gêne potentielle, il est, à ce stade, conseillé de se limiter à un seul poteau apparent et à ne l'autoriser que dans les plus grands volumes tels que les séjours. À noter que les valeurs indiquées dans le rapport ADVIBois peuvent varier selon les sections des poteaux et constituent une première approche. Ces valeurs devront être confirmées avec d'autres mesures.

6. Conclusions et perspectives

La réalisation de la Maquette Acoustique AdivBois a permis une avancée significative dans la compréhension de l'acoustique des constructions bois, en particulier celle des bâtiments de grande hauteur réalisés en panneaux de bois lamellés collés croisés (CLT).

Cette maquette fait suite à une campagne de mesures en laboratoire sur un certain nombre de complexes de planchers, apparents ou non en sous-face. De nombreuses mesures acoustiques ont été réalisées sur cette maquette, par FCBA, ainsi que par des bureaux d'études et industriels. Aussi, un ensemble important d'isollements vibratoires de jonctions a été mesuré sur cette maquette par le CSTB. Le CSTB et CERQUAL ont effectué les prédictions (sur la base de la méthode NF EN ISO 12354 et RQA respectivement), la compilation des mesures et les analyses des résultats.

Toutes les données recueillies ont permis de déterminer des exemples de solutions, avec ou sans plafonds, avec ou sans doublages des parois. Il est rappelé que ces exemples de solutions doivent être adaptés en fonction des contraintes liées au risque d'incendie, à la structure du bâtiment et aux aspects d'assurance (reconnaissance des solutions).

Toutes les informations obtenues sur la maquette soulèvent également un certain nombre d'interrogations qui seraient à étudier plus en détail. La maquette acoustique a été conçue pour perdurer dans le temps et accueillir d'autres campagnes d'essais qui pourront compléter ce premier rapport.