

## Paramètres physiques des matériaux isolants : influence sur l'isolation acoustique

L'exposition aux nuisances sonores au quotidien, en ville et dans son domicile, peut entraîner des problèmes de santé. Or cette exposition n'est pas uniforme selon les logements. Ainsi ce problème est d'ordre sociétal et l'idée d'étudier les potentielles solutions pouvant être mises en place représente pour moi l'intérêt du sujet.

Notre étude va traiter de l'isolation phonique des habitations, qui est un enjeu primordial dans le bien être des citoyens. En effet, en ville les foyers sont au contact direct des activités de la vie urbaine ; circulations, travaux... Celles-ci, conjuguées créent une forte nuisance sonore.

**Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.**

**Liste des membres du groupe :**

- *FINEL Lucas*

### Positionnement thématique (ETAPE 1)

*PHYSIQUE (Physique Ondulatoire), PHYSIQUE (Physique Théorique), INFORMATIQUE (Technologies informatiques).*

### Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Matériaux isolants</i>	<i>Insulating materials</i>
<i>Absorption</i>	<i>Absorption</i>
<i>Niveau d'intensité sonore</i>	<i>Loudness level</i>
<i>Coefficient d'absorption acoustique</i>	<i>Sound absorption coefficient</i>
<i>Seuil d'exposition</i>	<i>Exposure threshold</i>

### Mots-clés (ETAPE 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Matériaux isolants</i>	<i>Insulating materials</i>
<i>Niveau d'intensité sonore</i>	<i>Loudness level</i>
<i>Atténuation</i>	<i>Attenuation</i>
<i>Porosité</i>	<i>Porosity</i>
<i>Résistance acoustique spécifique</i>	<i>Specific acoustic resistance</i>

### Bibliographie commentée

Le confort d'un foyer est primordial pour le bien-être des citoyens, or ceux-ci sont exposés aux nuisances sonores de l'activité de la ville, de jour comme de nuit. De plus en réaction à la pandémie

de Covid-19 le télé-travail s'est énormément développé. C'est pourquoi avoir une isolation acoustique performante est un enjeu essentiel. Or aujourd'hui 86 % des français se disent gênés au quotidien à leur domicile par le bruit, d'après une étude réalisée pour le Ministère de l'écologie et le Conseil National du bruit [1]. De plus une exposition trop régulière à un niveau d'intensité sonore trop élevé peut entraîner des problèmes de santé [2]. L'OMS à travers plusieurs rapports, a évalué deux seuils d'exposition moyen, la nuit et le jour, à ne pas dépasser[3].

Notre étude se porte alors sur les matériaux communément utilisés pour l'isolation acoustique des cloisons tels que ; la laine de roche, le liège, la mousse acoustique [4]. Le but est de déterminer une stratégie pour pouvoir passer en dessous de ces seuils à son domicile, en prenant en compte les contraintes des habitations de la ville, c'est à dire l'espace mais aussi le budget. Nous avons réduit notre étude à l'atténuation de bruits venant de l'extérieur du bâtiment et non de l'intérieur.

Le premier axe de notre étude est une comparaison des performances des matériaux que nous avons choisis. Nous y évaluons la capacité d'absorption de chaque matériaux pour des fréquences et des intensités sonores différentes [2]. On y étudie plus précisément l'atténuation de l'onde sonore traversant un isolant, c'est-à-dire la réduction du niveau d'intensité sonore de l'onde reçue, mesurée en décibels (dB), dans différents cas de figure [2]. Dans l'utilisation simple de l'isolant comme paroi en faisant varier l'épaisseur pour chaque mesures. Dans l'utilisation de l'isolant dans un dispositif dit de "masse-ressort-masse" qui correspond au principe du double vitrage, consistant à avoir, par exemple entre deux plaques de placo, un espace contenant de l'air et un matériau isolant [4] . Nous y déterminons par la procédure normalisée du « test d'absorption » des grandeurs caractéristiques telles que:

- l'impédance acoustique
- le coefficient d'absorption acoustique [2] [5].

Cette procédure d'essai traite de l'utilisation du "tube de Kundt" (parfois nommé tube d'impédance), de deux emplacements de microphones et d'un système d'analyse de la fréquence numérique selon la norme ISO 10534-2 [5] [6].

Ces premières séries de mesures et d'expérimentations nous permettent alors de comparer les capacités isolantes de ces matériaux et d'identifier alors, le plus performant au vu des résultats.

Ensuite nous orientons l'étude plus particulièrement sur le matériau identifié comme étant le plus efficace, en réalisant de nombreuses mesures:

- en faisant varier l'épaisseur de l'isolant utilisé (pour l'utilisation simple et l'utilisation en masse-ressort-masse [4] )
- en jouant sur la porosité de l'isolant en créant des aspérités à celui-ci, correspondant au rapport du volume totale de l'isolant sur son volume de "vide" (volume des aspérités)
- en modifiant la géométrie du matériau [7].

Le but de ces manipulations est de quantifier la variation d'atténuation d'une onde sonore en fonction de la variation des paramètres physiques précédents. Ces résultats expérimentaux nous permettent de tracer des courbes que nous analysons afin de déterminer quels paramètres physiques et facteurs ont le plus d'influence dans la capacité d'un matériau à être un bon isolant

phonique.

Ces courbes sont faites pour différentes ondes sonores que nous choisissons de façon à ce quelles soient représentatives en moyenne du bruit atteignant les murs des habitations en ville.

Ainsi nous serons capable de proposer une stratégie pour essayer de ne pas dépasser dans un foyer le seuil de bruit recommandé par l'OMS [3].

## Problématique retenue

Recherche des paramètres physiques, des matériaux isolants les plus influents dans l'isolation acoustique des habitations.

Quels facteurs faire varier afin de réduire significativement l'intensité sonore à laquelle peuvent être exposés des habitants, tout en prenant en compte les contraintes qu'imposent les domiciles en ville.

## Objectifs du TIPE

En réalisant une série de différents tests sur des matériaux isolants standards, utilisés dans les cloisons des habitations, nous déterminerons le plus performant. Ensuite nous allons plus particulièrement chercher à quantifier l'influence de la variation de paramètres physiques du matériau sur l'atténuation du bruit. En étudiant ces variations pour différentes propriétés, nous serons capable de comparer leurs impacts et de déterminer une stratégie pouvant être mise en place pour minimiser la nuisance sonore dans les logements (dans la mesure du possible pour des habitations en ville).

## Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] CLERC.O : "L'état de l'environnement sonore un marqueur de notre qualité de vie " : *CibB: Écho bruit, 2014*
- [2] GRANIER.O : "Étude des ondes sonores dans les fluides" : [http://olivier.granier.free.fr/CI-fluides/co/rappels-de-cours-ondes\\_sonores-dB.html](http://olivier.granier.free.fr/CI-fluides/co/rappels-de-cours-ondes_sonores-dB.html)
- [3] VAN DER BERG.M ET KIM.R : "Night noise guidelines for Europe" : *Rapport de l'OMS, 2009*
- [4] "Isolants phoniques : quels sont les matériaux les plus efficaces ?" : *Le Monde*, <https://jardinage.lemonde.fr/>
- [5] PANNETON.R ET ODDO.R : "Mesure des propriétés d'absorption acoustique d'échantillons d'asphalte" : *Faculté de génie Département de génie mécanique Université de Sherbrooke, 2006*
- [6] ISO : "Détermination du facteur d'absorption acoustique et de l'impédance des tubes d'impédance" : *ISO 10534-2, 1998*
- [7] LECLAIRE.P : "Caractérisation physique de matériaux poreux pour l'étude des interactions acoustique/structure" : *Université Paris-Diderot, 2005*

## Références bibliographiques (ETAPE 2)

- [-9] PRIMUS.J : "Détermination de l'impédance acoustique de matériaux absorbants en écoulement par méthode inverse et mesures LDV" : *INSA de Toulouse, 2012*. <https://theses.hal.science/tel-00787256/document>
- [-8] MALMARY.C : "Étude Théorique et expérimentale de l'impédance acoustique de matériaux en

présence d'un écoulement d'air tangentiel" : *Thèse de doctorat de l'université du Maine.*  
<https://cyberdoc.univ-lemans.fr/theses/2000/2000LEMA1015.pdf>

## **DOT**

- [1] *14 Octobre: Première utilisation du tube de Kundt, premiers tests de matériaux.*
- [2] *Octobre-Novembre: Recherche de thèses en rapport avec notre étude.*
- [3] *Début Décembre: Mise en place finale de la procédure que l'on suivra par la suite à chaque manipulation pour la mesure de l'onde atténuée.*
- [4] *Début Janvier: Tests à égale épaisseur des performances des 3 matériaux en utilisation simple et en utilisation dans un dispositif de double vitrage.*
- [5] *Février: Détermination du matériau le plus efficace et mesures de l'influence de l'épaisseur de liège sur l'atténuation à différentes fréquences.*
- [6] *Mars/début Avril: Création et mise en place du protocole pour quantifier l'influence de la porosité du liège sur l'isolation acoustique.*
- [7] *Début Mai : Multiples tentatives de détermination expérimentales de l'impédance acoustique (non fructueuses).*
- [8] *Mi-Mai : Mesures de la résistance acoustique spécifique du liège pour différentes fréquences.*