Mur anti-bruit: étude de l'efficacité de la forme fractale en acoustique

En milieu urbain, le bruit omniprésent est devenu un danger pour la santé.

C'est pourquoi l'étude de l'absorption acoustique est utile pour mettre au point des dispositifs de plus en plus efficaces de réduction de bruit.

Ainsi, il m'a semblé intéressant de se concentrer sur le rôle de la forme des surfaces.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Physique Ondulatoire).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Acoustique</i>	<i>Acoustics</i>
<i>Absorption</i>	<i>Absorption</i>
<i>Mur anti-bruit</i>	<i>Sound wall</i>
<i>Géométrie</i>	<i>Geometry</i>
<i>Diffraction</i>	<i>Diffraction</i>

Mots-clés (ETAPE 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Acoustique</i>	<i>Acoustics</i>
<i>Mur anti-bruit</i>	<i>Sound wall</i>
<i>Absorption</i>	<i>Absorption</i>
<i>Diffraction</i>	<i>Diffraction</i>
<i>Surface</i>	<i>Surface</i>

Bibliographie commentée

La pollution sonore est devenue un désagrément et une réelle source d'inconfort notamment dans les milieux urbains avec le développement d'axes routiers. L'excès de bruit et de nuisances sonores peuvent engendrer des dommages directs ou indirects (comme des problèmes auditifs dus à une surexposition, troubles du sommeil...). D'après une étude réalisée en mai 2010, près de 54 % de la population déclare être gênée par les nuisances liées aux transports. Cela pourrait même être plus qu'une gêne puisque près de certains axes routiers, le niveau sonore relevé (plus de 75dB par endroits) se rapproche parfois du seuil de risque pour l'organisme situé à 80dB pour une exposition prolongée. [1]

La lutte contre les nuisances sonores représente alors un véritable enjeu. C'est pourquoi des mesures sont prises comme l'installation de murs anti-bruit autour de certains axes. En 2004, l'entreprise Colas en collaboration avec le chercheur Bernard Savopal et une équipe mettent en place un mur anti-bruit avec une géométrie particulière et dont les performances surpassent les

murs anti-bruit traditionnels grâce aux matériaux qui le composent alliés à la forme particulière qu'il possède: il absorbe près de cinq fois plus efficacement que les murs anti-bruit classiques. [2] Ce mur, pouvant être qualifié de mur « fractal » illustre le fait que les surfaces ayant une forme géométrique non lisse se révèlent être, dans la pratique, de bien meilleurs amortisseurs que les structures ordinaires à géométrie lisse. On peut trouver des exemples naturels de ce phénomène comme celui des côtes maritimes, irrégulières et qui « encaissent » les ondes issues de la houle.

Pour mettre au point ce dispositif, Bernard Savopal et son équipe sont partis du principe que l'absorption sonore serait proportionnelle à la surface développée au contact des ondes sonores. Les fractales offrent justement la particularité d'accroître la surface de contact.

Nous nous intéresseront alors à des géométries dites fractales, avec différents nombres d'itérations, c'est-à-dire différentes formes à la surface qui peuvent se répéter un certain nombre de fois, afin d'en mesurer les performances acoustiques et les comparer à des géométries planes. Des expériences montrent alors que ces types de formes absorbent davantage les ondes sonores, notamment à basse fréquence, ce qui peut être un atout pour lutter contre les nuisances sonores liées au trafic, qui se situent bien souvent dans les basses fréquences (en général entre 100 et 4000 Hz).[3]

Il peut donc sembler intéressant d'étudier cette influence, mais aussi d'en voir les limites, à l'aide de la mesure du coefficient d'absorption de différentes pièces avec des surfaces de géométrie différentes, avec plus ou moins d'itérations, ici, grâce à un protocole expérimental réalisé à l'aide d'un tube de Kundt. [4][5] Un autre point qui apparaît est également l'influence de la densité sur sa capacité à absorber les ondes sonores [3] qu'il serait également intéressant de comparer à celle de la géométrie.

Problématique retenue

Le but de ce TIPE est d'étudier l'efficacité de la forme fractale pour réaliser des murs anti-bruit. Quelle est l'influence de la géométrie d'un mur sur sa capacité à atténuer les sons ?

Objectifs du TIPE

- S'approprier la théorie relative aux murs fractals
- Mettre au point un protocole expérimental permettant de mesurer un coefficient d'absorption
- Réaliser des pièces "fractales", avec différentes surfaces
- Réaliser le protocole expérimental
- Interpréter les résultats et les comparer à la théorie

Références bibliographiques (ETAPE 1)

[1] TNS SOFRES : les français et les nuisances sonores (10 et 11 mai 2010) : https://www.pas-de-calais.gouv.fr/content/download/13852/88194/file/TNS_Sofres-MEEDM__Bruit_Resultats_detaillés-2.pdf

[2] MORIN HERVÉ : Aujourd'hui sciences, Les mathématiques des fractales luttent contre le bruit : https://users.math.yale.edu/~bbm3/web_pdfs/sapoval.pdf

[3] OLYMPIADES DE PHYSIQUE : Les fractales contre le bruit :

https://odpf.org/images/archives_docs/25eme/memoires/EquipeL/memoire.pdf

[4] MBAILASSEM FULBERT : Contrôle du bruit par effets de localisation par géométries irrégulières. Acoustique [physics.class-ph]. Université de Lyon, 2016. Français. NNT : 2016LYSEI095. tel-01755490 : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01755490/document>

[5] QUIMQUEMPOIS YVES : Mesures Physiques IUT Université de Lille: Tube de Kundt : https://tpmpathome.univ-lille.fr/tube_de_Kundt_2/version_standart_en_ligne/co/module_tube_de_Kundt_2_1.html

Références bibliographiques (ETAPE 2)

[-9] PERFECT ACOUSTIC : Science de l'absorbeur acoustique : <https://perfectacoustic.fr/absorbeur-acoustique/>

DOT

[1] *Juin 2022: choix du sujet*

[2] *Août-Septembre 2022: recherches bibliographiques sur le mur fractal*

[3] *Septembre-Octobre: Réalisation d'un protocole expérimental et conception des différents échantillons sur Solidworks*

[4] *Novembre: premières tentatives de réalisation du protocole expérimentale, mesures peu satisfaisantes*

[5] *Décembre-Mars: remodelisation de certaines pièces et amélioration du protocole expérimental*

[6] *Mai: finalisation de la présentation*