

La conception des enceintes acoustiques

L'optimisation des basses fréquences

J'ai décidé de consacrer mon TIPE à la conception des enceintes acoustiques et à leur optimisation. Le choix de la structure et des matériaux à utiliser tout en respectant les différentes contraintes liées à la construction acoustique est le fil conducteur de mon TIPE. Mon but est de concevoir une enceinte avec un rendement le plus élevé possible. Le choix de ce sujet de TIPE m'est apparu évident car il correspond au thème d'étude de cette année et que l'acoustique est encore aujourd'hui un domaine en expansion

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

Liste des membres du groupe :

- MAAROUF Mohamed Taha

Positionnement thématique (étape 1)

PHYSIQUE (Physique Ondulatoire), PHYSIQUE (Mécanique), PHYSIQUE (Physique Interdisciplinaire).

Mots-clés (étape 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Interférence</i>	<i>Interference</i>
<i>Matériaux</i>	<i>Materials</i>
<i>Structure</i>	<i>Frame</i>
<i>Écoulement</i>	<i>Fluid flows</i>
<i>Rendement</i>	<i>Efficiency</i>

Bibliographie commentée

L'acoustique est par définition la science du son, dans son sens large (sur toutes les plages de fréquences). Cette science est en premier lieu expérimentale, depuis l'antiquité, les hommes étudient l'acoustique et ses effets, par exemple dans la conception des théâtres antiques. La volonté de transmettre un son enregistré est apparue grâce à Thomas Edison et l'invention du phonographe en 1877. Le haut-parleur que l'on connaît aujourd'hui a fait son apparition en 1924 grâce à Chester W. Rice et Edward W. Kellogg. C'est la meilleure compréhension de l'induction électromagnétique qui a permis cette innovation. [1]/[2]

La reproduction des basses fréquences a toujours été un casse tête pour les ingénieurs du son. Leurs importantes longueurs d'ondes impliquent pour les reproduire, d'utiliser des hauts parleurs de grand diamètre, couplés mécaniquement à un grand volume d'air. Ainsi, les enceintes acoustiques ont adopté des formes peu désirables et des mensurations encore moins compatibles avec l'unité esthétique d'une pièce de vie. Les différentes enceintes acoustiques modernes ont été inspirées par

deux principaux modèles.

Tout d'abord l'enceinte close qui comme son nom l'indique, est un coffret fermé, totalement hermétique, dont le but est d'emprisonner l'onde arrière et donc supprimer le court-circuit acoustique. Par conséquent, seule l'onde sonore générée par la face externe du haut parleur est diffusée dans le local d'écoute. On l'appelle aussi "suspension acoustique", car la membrane du haut parleur s'appuie sur l'air emprisonné. Mais cette charge (couplage du haut-parleur et du volume d'air adéquat dans l'enceinte) implique l'utilisation d'un haut-parleur de bonne qualité et de grand diamètre pour reproduire efficacement les basses fréquences. [3]

Dans les années 50, l'invention du transistor change la donne. Elle permet l'apparition d'un nouveau type d'enceinte appelé Bass-Reflex. Cette charge a recours à un résonateur de Helmholtz (évent) afin d'amplifier certaines basses fréquences et augmenter le rendement du caisson. En pratique, il s'agit d'un tube qui, en fonction de son propre volume et celui de l'air contenu dans le caisson, résonne et prend le relais du haut-parleur pour reproduire un son grave. Il permet de renforcer le volume de basses fréquences, sur une plage où le rendement du haut parleur faiblit fortement. On gagne ainsi de précieux décibels, ce qui permet d'augmenter la sensibilité globale de l'enceinte, en n'atténuant pas celle du haut parleur en medium/aigu. De plus l'évent Bass-reflex agit comme un filtre mécanique passe-haut et empêche le haut parleur de reproduire des fréquences trop basses ($< 20\text{Hz}$). Le Bass-Reflex est donc pratique pour produire un son grave avec un volume d'air modéré, mais cela n'est pas sans conséquences. [4]

Plusieurs problèmes sont ainsi inhérents à ce genre de charge. Tout d'abord l'air qui entre en résonance le fait avec un incompressible retard. Autrement dit, le grave "traîne", avec à la clef des problèmes de temporalité auxquels l'oreille est souvent sensible. De plus cette résonance engendre une élévation de l'impédance sur la plage des fréquences amplifiées par le résonateur et bien souvent une baisse d'impédance dans le haut grave. L'amplificateur est donc mis à rude épreuve comparé à une charge close. Enfin des rotations de phases s'opèrent à la fréquence de résonance, ce qui perturbe la spatialisation du son. Rien de dramatique dès lors que les basses fréquences sont peu directives, mais cela peut compliquer la mise en oeuvre d'un caisson des basses fréquences. [5]/[6]

Problématique retenue

La question du choix de la structure de l'enceinte est essentielle pour de nombreux industriels depuis des années. Mon étude cherche à répondre à la question: en quoi la structure de l'enceinte permet-elle d'optimiser les performances du haut-parleur ?

Objectifs du TIPE

L'objectif de mon TIPE est d'étudier le fonctionnement du haut-parleur électrodynamique en lui-même mais surtout d'analyser le rôle de l'enceinte acoustique dans la reproduction des basses fréquences. Pour cela je construis deux types d'enceintes composés du même haut parleur, une

enceinte close qui me servira de référence de part sa simplicité de fonctionnement et, d'une enceinte bass-reflex qui fera l'objet d'une étude poussée. Le but est donc d'observer les différences de ces deux enceintes dans la reproduction des basses fréquences puis d'optimiser l'enceinte bass-reflex pour augmenter son rendement acoustique dans la plage de fréquence étudiée.

Abstract

Reproduction of quality sound is an important subject of study. Low-frequency sounds are the hardest to reproduce. My study focuses on the emission of low frequencies. For this I observe the influence of the addition of an acoustic chamber to a speaker. I work only on the closed chamber and the Bass Reflex. The Bass Reflex uses a Helmholtz resonator. This mechanical resonator can broaden the frequency range produced at low frequencies. However, a delay can be observed and the ear can hear it. It is therefore necessary to find a compromise to obtain a perfect sound.

Références bibliographiques

- [1] WIKIPÉDIA.ORG : Acoustique : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Acoustique>, 18 février 2017, consultée le 03/03/2017
- [2] RENÉ BESSON - FRANCK ERNOULD : Construire ses enceintes acoustiques 3e édition : *Chapitre 5*, Dunod, 2013
- [3] SON-VIDÉO.COM : Tout comprendre sur les caissons de basses : les différents types : <http://www.son-video.com/Conseil/caisson-basses-types.html>, consultée le 03/03/2017
- [4] TOUTLEHAUTPARLEUR.COM : La charge pour le haut parleur : <http://www.toutlehautparleur.com/charge-acoustique-enceinte>, consultée le 05/03/2017
- [5] DOMINIQUE PETOIN, PETOIN.DOMINIQUE.FR : Pourquoi une enceinte ? : <http://petoindominique.fr/php/brsujet.php>, 27 août 2016, consultée le 05/05/2017
- [6] VANCE DICKASON : Enceintes acoustiques et haut-parleur : *Chapitre 3, Edition Publitrone/Elektor Radio*, 1996