

Contrôle de la propagation des ondes sonores basses fréquences

Un enjeu lors de l'émission d'ondes sonores basses fréquences, dans des concerts par exemple, peut être de privilégier une zone dans laquelle va se faire leur propagation. Je souhaite, à travers ce TIPE, proposer une amélioration du contrôle de cette propagation.

Ce sujet s'inscrit parfaitement dans le thème "Transport" car il traite d'un phénomène de propagation : celui des ondes sonores basses fréquences.

Positionnement thématique (phase 2)

PHYSIQUE (Physique Ondulatoire), INFORMATIQUE (Informatique pratique), SCIENCES INDUSTRIELLES (Traitement du Signal).

Mots-clés (phase 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>ondes sonores</i>	<i>sound waves</i>
<i>directivité</i>	<i>directivity</i>
<i>interférences</i>	<i>interference</i>
<i>haut parleur basses fréquences</i>	<i>subwoofer</i>
<i>filtrage en peigne</i>	<i>comb filtering</i>

Bibliographie commentée

Lors d'utilisation d'enceintes sonores, il peut être intéressant de privilégier certaines directions suivant lesquelles va se faire la propagation du son. Si cela pose peu de difficultés concernant les hautes fréquences, le traitement de la directivité des basses fréquences est plus complexe. En effet, la directivité des ondes sonores croît avec la fréquence. [1][2][3][5].

Lorsque la circonférence de la membrane d'un haut-parleur est plus petite que la longueur d'onde, celui-ci n'est presque plus directif. Cette directivité ne devient qu'appréciable que lorsque la longueur d'onde approche la moitié de cette circonférence. Les ondes sonores de l'ordre de la centaine de Hertz sont alors généralement considérées comme omnidirectionnelles. Cela signifie que l'enceinte rayonne théoriquement non seulement à l'avant mais aussi vers les deux côtés, vers le haut, vers l'arrière et vers le bas. Dans la pratique, Quand on pose une enceinte omnidirectionnelle sur le sol, le rayonnement vers le bas est bloqué et l'énergie est principalement réfléchi, ce qui a pour effet d'augmenter le niveau sonore. [2][4][5]

Pour tenter de contrôler la directivité des basses fréquences, on dispose d'abord de solutions matérielles : il s'agit de modifier le pavillon, la membrane, d'introduire de nouveaux composants, etc. [1][5]

Cependant, cela est insuffisant pour les fréquences de l'ordre de la centaine de Hertz. On peut dans

ce cas coupler plusieurs sources sonores et utiliser le filtrage en peigne, c'est-à-dire ajouter une version déphasée du signal original à lui-même, dans le but de créer des interférences constructives et destructives. Il s'agit ici d'ajuster la disposition spatiale et le déphasage des sources sonores de manière à utiliser ces interférences pour contrôler la directivité. Ces types de montages sont généralement appelés montages cardioïdes. [3][5]

Lors d'utilisation d'enceintes stéréos dans l'événementiel, ces interférences sont bien souvent, à tort, négligées. On observe alors, pour ces basses fréquences dont la longueur d'onde est proche de celle du mètre, des variations du niveau sonore dans l'espace, formant des lobes lorsque l'on cartographie le niveau sonore. [2]

Deux types de montages cardioïdes sont fréquemment utilisés lorsque que l'on se soucie de la propagation des basses fréquences :

-Les montages dits « End-Fire » : le principe est de placer les hauts parleurs les uns derrière les autres, distancés et déphasés méthodiquement. [3][5]

- Les montages en ligne : les hauts parleurs sont cette fois placés côtes à côtes, certains haut-parleurs sont orientés dans le sens opposé aux autres, distancés et déphasés méthodiquement. [3][6]

L'efficacité de ces montages varie selon plusieurs paramètres, tels que le contexte spatial (murs, obstacles,...), le vent et, de manière plus négligeable, la température.

Problématique retenue

Ce TIPE visera, à travers du filtrage en peigne, à proposer une optimisation du contrôle de la propagation des ondes sonores basses fréquences.

Objectifs du TIPE

1. Déterminer analytiquement le niveau sonore dans l'espace en présence d'un couplage de hauts parleurs en fonction de paramètres tels que la disposition spatiale des sources sonores, la fréquence, le(s) déphasage(s). En obtenir une cartographie du niveau sonore en fonction des caractéristiques du montage.
2. Expérimenter différents montages cardioïdes en situation réelle et comparer les résultats obtenus à la théorie.
3. Proposer une amélioration du contrôle de la directivité des ondes sonores basses fréquences.

Références bibliographiques (phase 2)

[1] ROBERT HARLEY : The Complete Guide to High-End Audio : *Fifth Edition*, Robert Harley Editor-in-Chief, 2015

[2] Le couplage aux basses fréquences : <http://www.lafontaudio.com/divers/couplage.pdf> , consulté le 09/10/2018

[3] La directivité des basses fréquences : <http://www.techniquesduson.com/sub.html> , consulté le

27/11/2018

[4] Niveaux acoustiques et sources sonores : <http://ilm-perso.univ-lyon1.fr/~pvincent/docaudio/cours.pdf> , consulté le 09/10/2018

[5] La directivité des enceintes : <https://bv.univ-poitiers.fr/access/content/user/fwatteau/site/peda/licence/M41/cm/enceinte.pdf> , consulté le 11/10/2018

[6] Cardioid Sub Array Explained : <https://www.youtube.com/watch?v=X7F7-iQYg8k> , consulté le 11/10/2018