

Objectifs de l'UE

Au terme de cette UE, les étudiants seront capables de :

Comprendre les phénomènes acoustiques qui contribuent à la formation du champ sonore dans une salle : réflexion spéculaire et diffuse, absorption, diffraction.
 Connaître les propriétés acoustiques des matériaux de construction : coefficient d'absorption de Sabine, coefficient de dispersion et diffusion.
 Connaître les méthodes d'étude du champ sonore interne d'une salle, leurs domaines d'application et leurs limitations :
 Avoir des notions de critères acoustiques caractérisant la qualité acoustique perçue d'une salle.
 Connaître les principes de transmission du son entre deux salles et comment améliorer l'isolation phonique.
 Connaître les phénomènes de perception sonore exploités en audiovisuel numérique
 Avoir des notions des critères psycho-acoustiques caractérisant la qualité perçue des systèmes de diffusion ou des codecs.
 Connaître la physiologie et la psychophysique impliquée dans la perception des phénomènes sonores.
 Maîtriser le lien existant entre les grandeurs physiques acoustiques et les grandeurs perceptuelles psycho-acoustiques.
 Connaître les méthodologies de recherches qualitatives et quantitatives permettant d'évaluer la qualité d'un système audio-phonique sur des critères psycho-acoustiques.

Description des ECUE

Acoustique des salles

1ère Partie : ONDES et OBSTACLES

- I. Réflexion et transmission/réfraction à la surface de séparation de 2 milieux
 - I.1. Coefficients de réflexion R et transmission T – angle critique
 - I.2. Aspect Energétique : Coefficient d'absorption
 - I.3. Champ sonore à proximité d'une paroi : Onde stationnaire – nœuds - ventres - effet de filtre en peigne
 - I.4. Notion d'encastrement : distance source-paroi \ll longueur d'onde - Rayonnement 2π sr versus 4π sr, gain de 6dB
 - I.5. Interprétation géométrique des réflexions : source image – introduction à l'acoustique géométrique :
 - a Source image primaire
 - b Source image secondaire
- II. Absorption de l'énergie acoustique
 - II.1. Introduction : incidence diffuse et coefficient d'absorption α de Sabine
 - II.2. Techniques d'absorption :
 - a Par matériaux fibreux ou poreux : action sur la vitesse par dissipation
 - b Par résonateur de Helmholtz ou à membrane : action en pression
- III. Effets d'obstacles irréguliers
 - III.1. Diffraction
 - III.2. Réflexions diffuses : diffuseurs, exemple : diffuseurs QRD de Schroeder
- TD : Etude de l'acoustique d'un petit auditorium, application de la méthode géométrique.

2ème partie : Acoustique interne des salles

Introduction : Etude de l'acoustique interne d'une salle :

- a. vision temporelle : réponse impulsionnelle
- b. vision fréquentielle : réponse en fréquence
- c. Quelles méthodes ?
 - I. Modes de résonance d'une salle parallélépipédique
 - I.1. Cas simple unidimensionnel, tuyau, modes axiaux
 - I.2. Résonance tridimensionnelle – salle parallélépipédique : Résolution de l'équation d'Helmholtz sans 2nd membre – Formule de Rayleigh 1869
 - I.3. Interprétation : Modes axiaux – tangentiels – obliques
 - I.4. Conséquences pratiques : Réponse en fréquence d'une salle - Choix du placement des sources – proportions préférées
 - II. Acoustique statistique
 - II.1. Principe : distinction champ direct / champ réverbéré
 - II.2. Etude du champ réverbéré diffus :
 - a. Equation différentielle de l'énergie du champ réverbéré
 - b. Niveau du champ réverbéré en régime permanent
 - c. Temps de réverbération : formules de Sabine et d'Eyring
 - II.3. Niveau sonore résultant de la superposition des champs direct et réverbéré
- TD : Etude de l'acoustique d'un petit auditorium, application des méthodes ondulatoires et statistiques
- III. Critères de mesure de la qualité perçue d'une salle
 - III.1. Clarté de la salle : Indice de clarté C50, C80 [ms]
 - III.2. Intelligibilité : Indice d'intelligibilité STI
 - III.3. Effet d'enveloppement, de largeur apparente de source : Indice de réflexions latérales : LE

3ème partie : Transmission acoustique entre 2 salles

- I. Généralités : isolement phonique, Transmission aérienne – transmission solidienne – bruits d'impacts
- II. Transmission à travers une paroi simple : loi de masse
 - II.1. Isolement d'une paroi simple, loi dite de masse
 - II.2. Déviation par rapport à la loi de masse : Effets des résonances de parois – phénomène de coïncidence
- III. Techniques d'isolation phonique
 - III.1. Vis à vis des bruits aériens : Double paroi de masse surfacique différente
 - III.2. Vis à vis des bruits d'impact : Plancher flottant ou suspendu

Travaux Pratiques : Mise en évidence des modes de salle – mesure d'isolement phonique – mesure de temps de réverbération sur le plateau son.

Annexe : Analyse en bruit rose nième d'octave

1. Notion d'analyse spectrale - Découpage en bandes de largeur constante et de largeur relative constante, nième d'octave.
2. Bruit blanc- bruit rose - Energie constante par bande de fréquence / par bande de largeur relative constante.
3. Analyse en temps réel ou RTA.

Perception et cognition sonore

Première partie : Perception sonore

1. Introduction

1.1 Qu'est-ce que la PCS ?

1.2 Notions de psychophysique

1.3 Stimuli sonores

1.4 Méthodologie d'enquête

1.5 Les signaux test

2. Physiologie de l'oreille

2.1 La tête

2.2 L'oreille externe

2.3 L'oreille moyenne

2.4 L'oreille interne

2.5 Les filtres auditifs

2.6 La conduction osseuse

2.7 Les voies auditives centrales

2.8 Les troubles de l'audition

Deuxième partie : Perception du volume et de la hauteur

1. Sonie : intensité sonore

1.1 Niveaux sonores

1.2 Seuils d'audition

1.3 Courbes d'isophonie

1.4 Bandes critiques

1.5 Masquages

1.6 Seuil différentiel d'intensité (SDI)

1.7 Le sone

1.8 Méthode de calcul de la sonie

2. Tonie : hauteur des sons

2.1 Hauteur tonale des sons purs

2.2 Hauteur des sons complexes

2.3 Modèles pour la perception de la hauteur

2.4 Seuil différentiel de hauteur

2.5 Consonance et dissonance

2.6 Intervalles et gammes : lien avec les hauteurs musicales

Troisième partie : Les timbres et la qualité

1 Perception du timbre des sons

1.1 Notion de timbre

1.2 Représentation du timbre

1.3 Notion de cepstre

1.4 Espace des timbres

2. Qualité sonore

2.1 Définition

2.2 Indicateurs physiques

2.3 Méthodes expérimentales

2.4 Indicateurs perceptifs

2.5 Qualité des salles de concert

Quatrième partie : L'écoute binaurale et les scènes auditives

1. Écoute binaurale

1.1 Perception de l'espace

1.2 Localisation en azimut

1.3 Localisation en élévation

1.4 Localisation en distance

1.5 Effet de précedence

2. Analyse de scènes auditives

2.1 Définition

2.2 Théorie Gestalt

2.3 Organisation auditive

2.4 Mécanismes primitifs

2.5 Mécanismes dirigés par schémas (patterns)

Travaux Personnels : Mise en œuvre d'une enquête sur un sujet choisi par groupe d'étudiants.

Prérequis

Techniques et technologies audiovisuelles 1A, 1B et 2A

Acoustique (Techniques et technologies audiovisuelles 2B)

Bibliographie

www.campuspress.net - www.sybex.fr - www.wiley.com - www.microapp.com - www.newriders.com

Computer Animation, Algorithms and techniques, 2nd édition de Rick Parent, Morgan Kaufmann, 2007

Intégrer image réelles et images 3D de Gilles Simon, Dunod

Initiation à l'acoustique – A. Fischetti – Ed. Dunod : Les chapitres 3, 4 et 5 traitent de l'acoustique architecturale clairement et simplement

The Master handbook of acoustics – Alton Everest – Ed. Mac Graw Hill

Acoustique des studios de prise de son et mixage

Acoustique des salles et sonorisation – Jacques Jouhaneau – Ed. TEC & DOC

AUDIO de Mario Rossi – Presses polytechniques et universitaires romande : Chapitre 3 : acoustique des salles – synthèse rigoureuse et précise

Sound Reproduction – Loudspeakers and Rooms – Floyd E. Toole – Focal Press

Concerts Halls and Opera houses – Leo Beranek – Springer

Acoustique des salles – Thierry Mallet – SONO mag – publications Georges Ventillard

Acoustique appliqué aux techniques du son - Olivier Calvet – Castella : Chapitre 6 : acoustique des salles

J. Blauert, Spatial Hearing - The Psychophysics of Human Sound Localization. The MIT press, Oct. 1997.

W. Matlin and H. J. Foley, Sensation and Perception. Allyn and Bacon Boston, MA, 1997.

H. Fastl and E. Zwicker, Psychoacoustics: Facts and Models, third edit ed. Springer, 2007.

Cochlea, "Voyage au centre de l'audition," 2013. [Online]

B. C. J. Moore, B. R. Glasberg, and T. Baer, "A Model for the Prediction of Thresholds, Loudness, and Partial Loudness," Journal of the Audio Engineering Society, vol. 45, no. 2, pp. 224–239, 1997.

S. Stenfelt, "Acoustic and physiologic aspects of bone conduction hearing," Advances in Oto-Rhino-Laryngology, vol. 71, pp. 10–21, Jan. 2011.