

## Intitulé de l'Unité d'Enseignement : Fondamentaux pour l'ingénierie acoustique (IA)

### Descriptif de l'UE

Volumes horaires globaux	60h CM + 75h Projet
Nombre de crédits de l'UE	9
Spécialité où l'UE est proposée	Acoustique – Ingénierie acoustique
Semestre où l'enseignement est proposé	S3

#### a) Objectifs de l'Unité d'Enseignement

Etude approfondie des phénomènes fondamentaux liés à la génération et à la propagation des ondes acoustique.

Apprendre à analyser la littérature scientifique et technique

Mettre en œuvre ces connaissances sur un point particulier dans le cadre d'un projet encadré

#### b) Contenu de l'Unité d'Enseignement

Historique - Equations fondamentales,

Propagation milieux fluides et solides, idéaux et dissipatifs, infinis et bornés

Interactions : Interfaces, guides, diffusion, diffraction, ...

Sources élémentaires ou équivalentes - Vibrations - Turbulences

Rayonnement et imagerie.

Matériaux pour l'acoustique poreux

Acoustique statistique et géométrique

Projet Bibliographique avec développement analytique, expérimental ou numérique

#### c) Pré-requis

Connaissances de bases en mécanique, acoustique ou physique

#### d) Modalités de contrôle des Connaissances

Examen écrit 50%

Projet 50% :

- Un document présentant les travaux en anglais au format d'un article scientifique sur 2 pages
- Soutenance orale

#### e) Références bibliographiques

Fundamental of physical acoustics, D.Blackstock, Ed; Wiley

Acoustics: An Introduction to Its Physical Principles and Applications, A. Pierce, Ed. ASA

Noise and vibration control engineering: principles and applications, I. Ver & L. Beranek, Ed. Wiley

### Organisation pédagogique

Enseignements présentiels	Volume horaire total	Horaire hebdomadaire	Effectif par groupe
Cours	60	6	25
Enseignements dirigés			
Travaux pratiques			
Projet	75	7.5	½
Autre			

**Intitulé de l'Unité d'Enseignement : Méthodes expérimentales en acoustique (IA)****Descriptif de l'UE**

Volumes horaires globaux	30h TP
Nombre de crédits de l'UE	3
Spécialité où l'UE est proposée	Acoustique
Semestre où l'enseignement est proposé	S3

**a) Objectifs de l'Unité d'Enseignement**

Apprendre les méthodes de mesure et d'identification en acoustique ultrasonore ou aérienne et vibrations  
En fonction de l'option choisie (AcAr ou AcPhy), les étudiants seront orientés vers des expériences typiques de laboratoire ou industrielles.

La visite d'organismes de référence en métrologie acoustique doivent permettre l'appréhension des méthodes dans le milieu industriel

**b) Contenu de l'Unité d'Enseignement**

Acoustique audible : Intensimétrie, Méthodes pour le bâtiment, Analyse modale, Tube d'impédance

Acoustique ultrasonore : Propagation guidée, ondes dans les solides; transducteurs piézoélectrique, diffraction, diffusion

Visites : Laboratoire national d'essai (LNE), Centre scientifique et technique du bâtiment (LBE)

**c) Pré-requis**

Acoustique fondamentale de M1, Capteurs & mesure de M1

**d) Modalités de contrôle des Connaissances**

Compte-rendu de TP : 100%

**e) Références bibliographiques****Organisation pédagogique**

Enseignements présentsiels	Volume horaire total	Horaire hebdomadaire	Effectif par groupe
Cours			
Enseignements dirigés			
Travaux pratiques	30	8	12-15
Projet			
Autre			

**Intitulé de l'Unité d'Enseignement : Compléments d'acoustique physique et industrielle (IA - AcPhy)****Descriptif de l'UE**

Volumes horaires globaux	50h CM + 30 h Projet
Nombre de crédits de l'UE	6
Spécialité où l'UE est proposée	Acoustique – Ingénierie acoustique
Semestre où l'enseignement est proposé	S3

**a) Objectifs de l'Unité d'Enseignement**

Etude et modélisation des phénomènes complexes en acoustique physique et industrielle :

**b) Contenu de l'Unité d'Enseignement**

Sources aéroacoustiques et propagation sous écoulement,

Phénomènes non linéaires,

Propagation en milieux solides anisotropes : Piézoélectricité, Thermoélasticité.

Cours magistraux et complément de projet analytique, expérimental ou numérique

**c) Pré-requis**

Fondamentaux pour l'ingénierie acoustique

**d) Modalités de contrôle des Connaissances**

Examen Ecrit 70%

Projet 30%

**e) Références bibliographiques****Organisation pédagogique**

Enseignements présents	Volume horaire total	Horaire hebdomadaire	Effectif par groupe
Cours			
Enseignements dirigés			
Travaux pratiques			
Projet			
Autre			

**Intitulé de l'Unité d'Enseignement : Traitement du signal avancé en acoustique (IA - AcPhy)****Descriptif de l'UE**

Volumes horaires globaux	24h CM + 12h TP
Nombre de crédits de l'UE	3
Spécialité où l'UE est proposée	Acoustique – Ingénierie acoustique
Semestre où l'enseignement est proposé	S3

**a) Objectifs de l'Unité d'Enseignement**

Assurer une formation théorique et pratique aux méthodes actuelles du traitement des signaux, avec l'accent sur les méthodes numériques et matricielles de telle sorte que les étudiants soient capables de traiter et d'interpréter des données numériques issues d'expériences réelles. Les applications portent sur les signaux rencontrés aussi bien en acoustique ultrasonore qu'en acoustique et vibration, en sismique...

**b) Contenu de l'Unité d'Enseignement**

- Rappels fondamentaux : description spectrale d'un signal à temps continu, à temps discret, échantillonnage temporel et fréquentiel, les diverses transformées de Fourier. La transformée de Hilbert et les relations de Kramers-Kronig : utilisation en physique.
- Etude et synthèse de systèmes numériques linéaires et invariants en temps, simulation, application à la synthèse de filtres numériques dans le cadre de l'analyse des signaux en laboratoire.
- Analyse des signaux aléatoires : techniques de réduction du bruit, détection, estimation classique, estimation paramétrique. Selon le temps disponible et l'intérêt des étudiants, un cours-TP de traitement du signal avancé (p.ex. MUSIC, ondelettes, etc) sera proposé.

**c) Pré-requis**

Analyse complexe. Propriétés fondamentales des séries de Fourier, Transformées de Fourier. Eléments de programmation.

**d) Modalités de contrôle des Connaissances**

4 comptes-rendus de TP sont notés et comptent chacun pour 10% de la note finale.  
L'examen écrit compte pour 60% de la note finale.

**e) Références bibliographiques**

Signal Analysis (Papoulis)

Méthodes et techniques de traitement du signal (Max et Lacoume, 2 tomes)

Traitement des signaux et acquisition de données (F. Cottet)

**Organisation pédagogique**

Enseignements présentsiels	Volume horaire total	Horaire hebdomadaire	Effectif par groupe
Cours	24h	3	20
Enseignements dirigés			
Travaux pratiques	12	3	20
Projet			
Autre			

## **Intitulé de l'Unité d'Enseignement : Modélisation numérique en ingénierie acoustique (IA - AcPhy)**

### **Descriptif de l'UE**

Volumes horaires globaux	20 h CM + 20h TP
Nombre de crédits de l'UE	3
Spécialité où l'UE est proposée	Acoustique – Ingénierie acoustique
Semestre où l'enseignement est proposé	S3

#### **a) Objectifs de l'Unité d'Enseignement**

Assurer une double formation théorique et pratique aux méthodes numériques les plus fréquemment utilisées en acoustique aussi bien en ingénierie qu'en recherche.

#### **b) Contenu de l'Unité d'Enseignement**

Méthodes numériques pour la résolution de l'équation des ondes dans le domaine temporel.  
Notions introduites : ordre des schémas, schéma implicite / explicite, stabilité, dispersion et dissipation numérique, quelques schémas standards (Lax-Wendroff, Lax-Friedrichs, Leap-Frog, Crank-Nicolson).  
Application des différences finies à l'équation de transport, à l'équation des ondes 1D/2D. Initiation à la méthode des éléments finis.

Toutes les notions introduites en cours sont reprises lors de séances TP pendant lesquelles les étudiants les mettent en pratique avec le logiciel MATLAB.

Quatre séminaires dispensés par un professionnel sur la mise en œuvre des méthodes numériques en milieu industriel.

#### **c) Pré-requis**

Méthodes numériques de M1

#### **d) Modalités de contrôle des Connaissances**

Examen écrit : 25%

TP : 75%

#### **e) Références bibliographiques**

Leveque, Numerical methods for conservation laws, Birkhäuser Verlag, 1992

Euvrard, Résolution numérique des équations aux dérivées partielles, Masson 1993

Dhatt et Touzot, Une présentation de la méthode des éléments finis, Maloine 1984

G. Cohen, Higher-Order Numerical Methods for Transient Wave Equations, Springer, 2002

### **Organisation pédagogique**

Enseignements présents	Volume horaire total	Horaire hebdomadaire	Effectif par groupe
Cours	20	3	20
Enseignements dirigés			
Travaux pratiques	10	3	20
Projet			
Autre			

**Intitulé de l'Unité d'Enseignement : Applications en acoustique physique et ingénierie (IA-AcPhy)****Descriptif de l'UE**

Volumes horaires globaux	60h CM
Nombre de crédits de l'UE	6
Spécialité où l'UE est proposée	Acoustique – Ingénierie acoustique
Semestre où l'enseignement est proposé	S3

**a) Objectifs de l'Unité d'Enseignement**

Présentation de 3 domaines particuliers des applications de l'acoustique physique et industrielle

**b) Contenu de l'Unité d'Enseignement**

Des séminaires d'une quinzaine d'heures dispensés par des chercheurs et des professionnels dans 4 domaines choisis parmi les suivants :

- Interactions acousto-optiques
- Méthodes de réduction du bruit et des vibrations
- Géoacoustique et sismique
- Acoustique sous-marine
- Propagation sous conditions extrêmes
- Contrôle non destructif par ultrasons
- Applications médicales de l'acoustique

**c) Pré-requis**

Fondamentaux en ingénierie acoustique

**d) Modalités de contrôle des Connaissances**

Examen écrit : 100%

**e) Références bibliographiques****Organisation pédagogique**

Enseignements présentsiels	Volume horaire total	Horaire hebdomadaire	Effectif par groupe
Cours	60	6	20
Enseignements dirigés			
Travaux pratiques			
Projet			
Autre			

## Intitulé de l'Unité d'Enseignement : Architecture et acoustique des salles (IA - AcAr)

### Descriptif de l'UE

Volumes horaires globaux	30hCM – 90h projet
Nombre de crédits de l'UE	6
Spécialité où l'UE est proposée	Acoustique – Ingénierie acoustique
Semestre où l'enseignement est proposé	S3

#### a) Objectifs de l'Unité d'Enseignement

Fournir les connaissances et une sensibilisation minimales en architecture pour un futur dialogue avec les architectes.

Sensibiliser les étudiants aux interactions entre l'architecture et l'acoustique d'une salle. Leur fournir les connaissances de base sur l'acoustique des salles : indices objectifs (physiques) et critères subjectifs liés à l'écoute. Leur fournir les outils et les méthodes de maîtrise de l'acoustique d'une salle

#### b) Contenu de l'Unité d'Enseignement

##### Architecture

Conventions et représentations architecturales : comprendre l'objet et la matière de l'architecture ; apprendre à voir, à percevoir et à aimer l'architecture.

Apprendre à lire l'architecture et à anticiper la vision de l'espace. Lecture et manipulation de plans architecturaux ou urbanistiques.

Comprendre la complexité du projet, de sa démarche, de ses objectifs. Structuration et organisation du projet architectural.

##### Acoustique des salles

Bases de la perception sonore de l'espace.

Description des phénomènes acoustiques d'une salle. Théories ondulatoire, statistique et géométrique, réponse impulsionnelle.

Paramètres objectifs de description d'une salle et leur mesure. Paramètres subjectifs de l'acoustique d'une salle et leur interprétation.

Typologie des lieux d'écoute.

Principaux matériaux mis en œuvre : réflexion, absorption, diffusion du son.

Utilisation des méthodes de simulation informatique.

L'enseignement s'attachera à montrer que ces aspects techniques s'intègrent dans une démarche architecturale globale lors de la conception des salles pour la parole et pour la musique

Cet enseignement est dispensé par un architecte acousticien

#### c) Pré-requis

Cours d'acoustique générale et d'acoustique et vibrations. Projet et stage en acoustique souhaités.

#### d) Modalités de contrôle des Connaissances

Présentation devant un jury, note sur projet architectural et acoustique, et notice d'acoustique du projet. (notation sur présentation, projet et notice.) 100%

#### e) Références bibliographiques

M.Barron "Auditorium acoustics and architectural design" (E&FN Spon, London, 1993)

L.Beranek "Concert and opera halls: How they sound?" (Acoustical Society of America, 1996)

L. Cremer, H.A. Müller, T.J. Schultz "Principles and Applications of Room Acoustics" Applied Sciences (1982)

M.Forsyth "Architecture et musique" (Pierre Madarga, Liège, 1987)

V.L.Jordan "Acoustical design of concert hall and theatres" (Applied Science, London, 1980)

H. Kuttruff "Room Acoustics" Applied Sciences, London (1973)

R.H.Talaska Ed. "Halls for music performances" (American Inst. of Phys., New York, 1982)

R.H.Talaska Ed. "Theaters for drama performances" (American Inst. of Phys., New York, 1982)

### Organisation pédagogique

Enseignements présents	Volume horaire total	Horaire hebdomadaire	Effectif par groupe
Cours	30	3	15
Enseignements dirigés			
Travaux pratiques			
Projet	90	10	2/3
Autre			

**Intitulé de l'Unité d'Enseignement : Perception, psycho-acoustique et acoustique environnementale (IA- AcAr)**

**Descriptif de l'UE**

Volumes horaires globaux	60h CM
Nombre de crédits de l'UE	6
Spécialité où l'UE est proposée	Acoustique - Ingénierie acoustique
Semestre où l'enseignement est proposé	S3

**a) Objectifs de l'Unité d'Enseignement  
Psychoacoustique et perception**

Les professionnels de l'acoustique architecturale et industrielle doivent être formés dans le domaine de la perception auditive pour pouvoir proposer des réalisations de qualité qui répondent au besoin du public. L'objectif de ce cours est d'initier les étudiants à ce domaine en leur en donnant les grandes bases tout en leur expliquant les méthodes d'investigations de la psychoacoustique afin qu'ils puissent avoir un jugement critique.

**Acoustique environnementale**

Sensibiliser les étudiants aux aspects sciences humaines et sociales de l'acoustique de l'environnement : psychologie, sociologie, mais également géographie et économie. Présenter les hypothèses de base de la cartographie sonore selon la directive européenne, ainsi que leurs limites. Insister sur l'importance du vécu sonore des habitants pour l'expertise et ses métiers, et sur la portée explicative de la notion de territoire pour comprendre la diversité des enjeux relatifs aux projets portant sur les ambiances, l'architecture ou l'urbanisme

**b) Contenu de l'Unité d'Enseignement  
Psychoacoustique et perception**

Connaissances fondamentales de la psychoacoustique : l'anatomie fonctionnelle du système auditif, la perception de l'intensité (sonie), la perception de la hauteur (et dans ces deux cas, les modèles existants), l'organisation auditive, la localisation des sources sonores et le timbre. Pathologies du système auditif.

Aspects méthodologiques de la démarche expérimentale en psychacoustique (méthodes unidimensionnelles et multidimensionnelles),

Applications de la psychoacoustique à la perception des salles, et à la qualité sonore des lieux et des produits. Présentation d'exemples d'outils et méthodes utilisés dans l'industrie

**Acoustique environnementale**

Evaluation perceptive et effets du bruit sur l'homme : méthodes, résultats, notion de dose/réponse (psychophysique vs. psycholinguistique).

Cartes de bruit relatives à la mise en œuvre de la directive européenne

Ambiances et paysages sonores urbains, conflits locaux en relation au bruit et à son expertise, projets territoriaux d'aménagement et d'urbanisme.

**c) Pré-requis**

Notions de base d'acoustique, de mathématiques, et de traitement signal (transformée de Fourier).

**d) Modalités de contrôle des Connaissances**

50% Ecrit - 50% Oral

**e) Références bibliographiques**

Brian C. J. Moore, An introduction to the psychology of hearing, Academic Press, 2003, 5th edition

Stephen McAdams et Emmanuel Bigand, Penser les sons - Psychologie cognitive de l'audition, PUF

G.Faburel, J.D.Polack, J.Beaumont "Bruit des transports : état et perspectives scientifiques" La Documentation Française, Paris, 2007

R. Murray Schafer "Les paysages sonores" Ed. Lathès (1982)

"Le bruit et la ville" Publication du C.E.T.U.R. (1986)

"Le guide du bruit" Publication du Ministère de l'Environnement (1986)

**Organisation pédagogique**

Enseignements présentsiels	Volume horaire total	Horaire hebdomadaire	Effectif par groupe
Cours	60	3	20
Enseignements dirigés			
Travaux pratiques			
Projet			
Autre			

**Intitulé de l'Unité d'Enseignement : Acoustique des lieux de travail et Isolation (IA - AcAr)****Descriptif de l'UE**

Volumes horaires globaux	60h CM
Nombre de crédits de l'UE	6
Spécialité où l'UE est proposée	Acoustique - Ingénierie acoustique
Semestre où l'enseignement est proposé	S3

**a) Objectifs de l'Unité d'Enseignement****Acoustique des lieux de travail**

Sensibiliser les étudiants aux problèmes du bruit en milieu professionnel et leur fournir des outils leur permettant d'apporter des solutions concrètes

**L'isolation acoustique** permet de diminuer le niveau d'intensité acoustique perçu par l'oreille en plaçant une barrière efficace entre la source sonore et l'oreille. Cette "barrière" peut être réalisée soit par la disposition des lieux et des locaux entre eux, ce qui est une réponse essentiellement architecturale, soit par la composition des diverses parois ou matériaux séparant la source sonore de l'oreille, ce qui est une réponse essentiellement technique, soit enfin par la conjonction des deux.

L'objectif de cette UE est de fournir aux étudiants les éléments permettant d'appréhender cette problématique sous les deux aspects et d'être capables de résoudre des cas concrets.

**b) Contenu de l'Unité d'Enseignement**

Les exigences réglementaires et les grandeurs acoustiques afférentes.

Spécificités des locaux professionnels et des impératifs socio-économiques relatifs.

Solutions techniques et architecturales pour la réduction des nuisances sonores en vue de la protection des professionnels et de la protection de l'environnement

Définition et mode de calcul des différentes grandeurs utilisées ; aspects réglementaires et normatifs.

Isolation acoustique vis-à-vis des bruits extérieurs : écrans, isolement de façade, traitement des fenêtres...

Isolation acoustique vis-à-vis des bruits intérieurs (bruits aériens, bruits d'impact, bruits d'équipements...).

Intégration de la problématique de l'isolation acoustique dans la conception architecturale et urbaine.

Comportement vibroacoustique des parois dans le bâtiment.

**c) Pré-requis**

Comportement des systèmes à 2 degrés de liberté.

**d) Modalités de contrôle des Connaissances**

Examen écrit 100%

**e) Références bibliographiques**

CSTB, REEF vol II « Acoustique », 1982

Les normes EN-ISO 140 relatives à la mesure acoustique des immeubles et éléments de construction.

Centre d'Assistance Technique Et de Documentation, « Amélioration Acoustique des logements », 1988.

Léo L. BERANECK, « Noise and Vibration Control », MAC GRAW-HILL 1971.

L. CREMER et M. HECKL, « Structure-Borne Sound », Springer-Verlag 1988.

R.H. LYON, « Statistical Energy Analysis of Dynamical Systems, Theory and Applications », Cambridge M.I.T. Press, 1975.

Claude Lesueur, « Rayonnement Acoustique des Structures », Eyrolles, 1988

Loïc Hamayon, « Réussir l'Acoustique d'un Bâtiment », Le Moniteur, 1996

EN 12354 partie 1, « Estimation of Acoustic Performance of Buildings from the Performance of Products – Airborne Sound Insulation Between Rooms », 1997.

EN 12354 partie 2, « Estimation of Acoustic Performance of Buildings from the Performance of Products – Impact Sound Insulation Between Rooms », 1997.

Gilles REIGNER, « Mesures acoustiques en Laboratoire et In situ », Techniques de l'Ingénieur

**Organisation pédagogique**

Enseignements présents	Volume horaire total	Horaire hebdomadaire	Effectif par groupe
Cours	60	6	20
Enseignements dirigés			
Travaux pratiques			
Projet			
Autre			

## Intitulé de l'Unité d'Enseignement : Projet en acoustique architecturale (IA-AcAr)

### Descriptif de l'UE

Volumes horaires globaux	300 h projet
Nombre de crédits de l'UE	9
Spécialité où l'UE est proposée	Acoustique - Ingénierie acoustique
Semestre où l'enseignement est proposé	S4

#### a) Objectifs de l'Unité d'Enseignement

Cette UE est destinée à fournir aux étudiants une capacité à intégrer contraintes acoustiques et objectifs architecturaux à l'occasion d'une démarche de projet facilitant le futur dialogue ingénieurs -architectes. Développer une pratique de projet d'acoustique architecturale en application des différentes disciplines enseignées au S3.

#### b) Contenu de l'Unité d'Enseignement

Travail de projet encadré par une équipe multidisciplinaire composée d'enseignants des cours du premier semestre. **Introduction du projet :**

***Un conservatoire universitaire, centre de rencontres musicales internationales sur le campus de Jussieu.***

L'UPMC envisage de profiter d'une dynamique de restructuration de son Campus pour construire un petit équipement culturel musical à vocation de rayonnement universitaire international.

Ce complexe ouvert en premier lieu à l'ensemble des étudiants du campus, musiciens chevronnés ou amateurs a pour vocation de valoriser les pratiques musicales des étudiants ainsi que les échanges culturels entre étudiants, à travers les rencontres internationales d'ensembles de toutes sortes, de toutes pratiques de la musique. Il s'agira de favoriser à travers ce type d'échanges, tant tournés vers le partage des pratiques que vers l'approche théorique, la connaissance réciproque des cultures, des pratiques, des approches de la musique à travers le monde, dans leur richesse et leur diversité.

Les étudiants y trouveront un conservatoire proprement dit, avec des salles de cours, d'instruments de pratique collective, des studios et bureaux, et également des espaces de convivialité, une salle de répétition avec scène, un auditorium, des locaux destinés à la musicologie, une médiathèque.

Le complexe entretiendra des liens privilégiés avec le restaurant universitaire restauré à travers une cafeteria commune, véritable lieu de communication et de découverte des activités du centre des rencontres musicales inter universitaires.

Le Centre sera construit en lieu et place du bâtiment actuel du CROUS.

Vous devrez apporter une attention particulière à l'implantation par rapport aux rues extérieures et intérieures, \_ continuité du bâti, épannelage, hauteurs et gabarits, accès, visibilité suivant les indications qui vous seront donnés par les enseignants du projet, ainsi que les données acoustiques recueillies en cours d'acoustique environnementale et de métrologie - si possible -... à prendre en compte également.

#### c) Pré-requis

#### d) Modalités de contrôle des Connaissances

Présentation devant un jury, note sur projet architectural et acoustique, et notice d'acoustique du projet. (notation sur présentation, projet et notice.)

Projet 100%

#### e) Références bibliographiques

### Organisation pédagogique

Enseignements présents	Volume horaire total	Horaire hebdomadaire	Effectif par groupe
Cours			
Enseignements dirigés			
Travaux pratiques			
Projet	300	40	3/4
Autre			