

# Applications en acoustique

Niveau M2 - Semestre S3 - Crédits 6 ECTS - Code MU5MEAP5 - Mention Master Mécanique

## Présentation pédagogique.

Cette unité d'enseignement a pour objectif de présenter différentes applications de l'acoustique. Les modules proposés ne sont pas tous suivis par les étudiants qui doivent choisir 4 crédits dans la liste présentée dans le contenu

## Contenu de l'unité d'Enseignement.

Les différents modules sont :

**Ondes en milieux complexes II (1 crédit)** : approfondissement de la partie Ondes en milieux complexes de l'UE « compléments en acoustique physique ». Pré-requis : Ondes en milieux complexes I.

**Acoustique non linéaire II (1 crédit)** : approfondissement de la partie Acoustique non linéaire de l'UE « compléments en acoustique physique ». Pré-requis : Acoustique non linéaire I.

**Infrasons et géosciences (2 crédits)** : Instrumentation et surveillance des systèmes naturels : « Les infrasons : techniques d'acquisition et application aux géosciences ». Cette UE se propose de présenter aux étudiants les méthodes modernes d'étude des infrasons, depuis les méthodes d'acquisition des signaux, de traitement et d'analyse, ainsi que leurs applications à différentes thématiques des géosciences. Les enseignements seront assurés par des ingénieurs et chercheurs du CEA, organisme qui travaille depuis plus de 40 ans sur cette technologie. Elle est divisée en deux parties principales : la première décrit les méthodes de traitement du signal, de simulation de la propagation et d'interprétation des signaux, la seconde concerne une description complète des systèmes de mesure. Des exemples et travaux pratiques viendront illustrer les exposés. Pour mener ces travaux, les enseignants mettront à disposition des étudiants des équipements de mesure, bases d'enregistrements, logiciels de traitement du signal et de simulation. Compétences visées : donner aux étudiants un aperçu global et une vision transverse sur les techniques de mesures et d'analyse des ondes infrasonores dans les domaines de la surveillance de l'environnement, des sciences de la terre et de l'atmosphère.

*Evaluation* : projets d'études par binômes proposés en fin de formation (traitement et analyse de signaux / simulation / instrumentation). UE enseignée par des membres du CEA (commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives).

**Aéroacoustique (1 crédit)** : étude de la propagation et la génération d'ondes sonores dans les écoulements

Equations modèles pour l'acoustique dans des milieux avec écoulements (équation des ondes convectées, équation de Lilley, équations d'Euler linéarisées) Vitesse de phase et vitesse de groupe dans les écoulements. Solutions en milieu libre ou confiné. Introduction à l'acoustique géométrique pour la propagation à grande distance en milieu hétérogène avec écoulement. Théorème de Kirchhoff. Notions de sources en aéroacoustique. Bruit de Combustion Génération de son par les écoulements. Analogie de Lighthill. Application à la réduction du bruit des turboréacteurs. Théorie du "Vortex sound"

*Evaluation* : examen écrit final

**Acoustique médicale (1 crédit)** : Imagerie et thérapie par des ondes ultrasonores

L'objectif est de donner aux étudiants qui suivent un parcours en acoustique physique une formation approfondie sur les applications médicales diagnostiques et thérapeutiques des ultrasons. Le cours s'appuiera sur les notions théoriques abordées lors d'UE de spécialisation et d'approfondissement en acoustique des fluides et des solides et sur les connaissances de l'étudiant en traitement du signal.

Seront notamment abordés les principes de formation de l'image échographique, le mode « Doppler », les effets biologiques et l'acoustique non linéaire.

Thèmes abordés : Principes de formation de l'image échographique : interactions ultrasons/tissus biologiques, modes d'imagerie (B, TM, 3D), capteurs, grandes fonctions de l'échographe, focalisation, bruit de speckle, caractéristiques de l'image (résolution, contraste) Vélocimétrie et mode « Doppler ». Application de l'acoustique non linéaire à l'imagerie : imagerie harmonique, produits de contraste. Effets biologiques des ultrasons : échauffement, cavitation, applications thérapeutiques (lithotripsie, hyperthermie), normes de sécurité. Quantification et méthodes avancées : densitométrie osseuse ultrasonore, élastographie

*Evaluation* : Examen écrit final

**Ondes guidées (2 crédits)** : Notions générales sur les guides d'ondes

Modes propres d'un guide d'ondes linéaire, homogène et invariant dans le temps- Vitesse d'un groupe d'ondes- Guide élémentaire - Propriétés du champ élasto-électrique - Grandeurs caractéristiques - Equations du champ - Conditions aux limites- Théorème de Poynting - Bilan énergétique - Lois de comportement d'un solide élastique et piézoélectrique - Matrices des composantes élastiques et piézoélectriques des cristaux - Ondes élastiques guidées par un ou deux plans parallèles -Décomposition des équations de propagation et des conditions aux limite - Ondes de Rayleigh - Propagation dans un milieu piézoélectrique - Permittivité de surface - Coupleur à réseau Génération par transducteur à électrode en forme de peigne imbriqués Détection - piézoélectrique - optique- Ondes de Lamb - Equation de dispersion de Rayleigh-Lamb - Classification des modes et déplacement mécanique - Ondes transversales horizontales (TH) - Milieu non piézoélectrique (onde TH et ondes de Love) - Demi-espace piézoélectrique (onde de Bleustein-Gulyaev)

**Psychoacoustique (2 crédits)** : étude de la perception auditive de l'être humain

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 psychoacoustique (méthodes unidimensionnelles et multidimensionnelles),

**Isolation (1 crédit)** : étude des principales techniques d'isolation acoustique. Thèmes abordés : -

Les sources de bruit et vibrations – Modes de transmission des bruits et vibrations – Réduction des vibrations – Réduction du bruit

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

### Références bibliographiques.

Dépend de chaque module

### Ressources mises à disposition des étudiants.

Dépend de chaque module

### Compétences développées dans l'unité

- Connaître le vocabulaire technique associé à une branche particulière de l'acoustique
- Mettre en œuvre les outils généraux vus dans les unités théoriques

### Volumes horaires présentiel et hors présentiel.

Heures présentiels : 12h par crédit.

**Évaluation.**

Une évaluation par module. Le type d'évaluation varie en fonction du module.

**Responsable.** Q. Grimal